

**ВЛИЯНИЕ АКЦЕПТОРНОГО ДОПИРОВАНИЯ  
НА ТРАНСПОРТНЫЕ СВОЙСТВА СЛОЖНОГО ОКСИДА  $\text{Ba}_6\text{Nd}_2\text{Ti}_4\text{O}_{17}$   
СО СТРУКТУРОЙ РАДДЛЕСДЕНА-ПОППЕРА**

*Бубнова П.О., Веринкина Е.М., Корона Д.В., Анимица И.Е.*

Уральский федеральный университет  
620002, г. Екатеринбург, ул. Мира, д. 19

Сложный оксид  $\text{Ba}_6\text{Nd}_2\text{Ti}_4\text{O}_{17}$  относится к новому, перспективному классу протонпроводящих соединений со структурой Раддлесдена-Поппера. Известно, что  $\text{Ba}_6\text{Nd}_2\text{Ti}_4\text{O}_{17}$  демонстрирует рост электропроводности во влажной атмосфере, что предположительно связано с внедрением гидроксильных групп в структурный блок каменной соли ( $\text{BaO}$ ). Интерес представляет изучение влияния акцепторного допирования на электрохимические свойства  $\text{Ba}_6\text{Nd}_2\text{Ti}_4\text{O}_{17}$ .

В настоящей работе были синтезированы образцы состава  $\text{Ba}_6\text{Nd}_{1.9}\text{M}_{0.1}\text{Ti}_4\text{O}_{16.95}$  (где  $\text{M} = \text{Ca}, \text{Sr}, \text{Ba}$ ), приготовлены керамические образцы на их основе и исследованы зависимости проводимости от температуры и парциального давления кислорода в сухой и влажной атмосферах.

Синтез осуществляли твердофазным методом. В качестве прекурсоров были использованы  $\text{BaCO}_3$ ,  $\text{Nd}_2\text{O}_3$ ,  $\text{TiO}_2$ ,  $\text{CaCO}_3$ ,  $\text{SrCO}_3$ . Реакционные смеси подвергались ступенчатому отжигу при температурах 1000 °С (24 часа), 1250 °С (96 часов). Фазовый состав образцов определен методом РФА с использованием дифрактометра XRD-7000 Maxima (Shimadzu, Япония). Сложные оксиды  $\text{Ba}_6\text{Nd}_{1.9}\text{M}_{0.1}\text{Ti}_4\text{O}_{16.95}$  ( $\text{M} = \text{Ca}, \text{Sr}, \text{Ba}$ ) характеризуется гексагональной симметрией, пр.гр.  $\text{P63}/\text{mmc}$ . Параметры элементарной ячейки Ca-допированного состава составляют  $a=b=5.978(1)$  Å,  $c=29.869(3)$  Å, для Sr- и Ba-допированного –  $a=b=5.980(1)$  Å,  $c=29.866(5)$  Å и  $a=b=5.985(1)$  Å,  $c=29.895(5)$  Å, соответственно.

Исследование электрических свойств проводили на керамических образцах  $\text{Ba}_6\text{Nd}_{1.9}\text{M}_{0.1}\text{Ti}_4\text{O}_{16.95}$  ( $\text{M} = \text{Ca}^{2+}, \text{Sr}^{2+}, \text{Ba}^{2+}$ ), спеченных при 1250 °С в течение 24 часов. Электропроводность сложных оксидов измеряли методом электрохимического импеданса (Z-1000P, Elins, Россия) в частотном диапазоне 100 Гц – 3 МГц в сухом ( $p\text{H}_2\text{O}=3 \cdot 10^{-5}$  атм) и влажном ( $p\text{H}_2\text{O}=2 \cdot 10^{-2}$  атм) воздухе в интервале 350–1100 °С. Установлено, что среди  $\text{Ba}_6\text{Nd}_{1.9}\text{M}_{0.1}\text{Ti}_4\text{O}_{16.95}$  ( $\text{M} = \text{Ca}^{2+}, \text{Sr}^{2+}, \text{Ba}^{2+}$ ) наиболее высокую электропроводность проявляет  $\text{Ba}_6\text{Nd}_{1.9}\text{Ca}_{0.1}\text{Ti}_4\text{O}_{16.95}$ , наиболее низкую –  $\text{Ba}_6\text{Nd}_{1.9}\text{Sr}_{0.1}\text{Ti}_4\text{O}_{16.95}$ , в сухой и влажной атмосферах. Во всем интервале температур значения общей электропроводности сложных оксидов во влажной атмосфере выше, чем в атмосфере сухого воздуха. Для уточнения типа проводимости образцов  $\text{Ba}_6\text{Nd}_{1.9}\text{Ca}_{0.1}\text{Ti}_4\text{O}_{16.95}$  и  $\text{Ba}_6\text{Nd}_{1.9}\text{Ba}_{0.1}\text{Ti}_4\text{O}_{16.95}$  была измерена электропроводность от парциального давления кислорода (Zirconia-M, Россия) в сухой и влажной атмосферах. Установлено, что как в сухой, так и во влажной атмосфере  $\text{Ba}_6\text{Nd}_{1.9}\text{Ca}_{0.1}\text{Ti}_4\text{O}_{16.95}$  и  $\text{Ba}_6\text{Nd}_{1.9}\text{Ba}_{0.1}\text{Ti}_4\text{O}_{16.95}$  являются смешанными ионно-дырочными проводниками при температурах выше 630 °С. Ниже 630 °С дырочный вклад в проводимость снижается и образцы являются преимущественно кислород-ионными проводниками.