

**СИНТЕЗ И ИССЛЕДОВАНИЕ  $\text{Bi}_{22.5}\text{W}_{4.5-x}\text{Nb}_x\text{O}_{47.25-\delta}$   
( $x=0-0.5$ ,  $\Delta x=0.05$ )**

В настоящее время ведется активный поиск новых экологически чистых электрохимических устройств, в том числе топливных элементов, отличающихся повышенными эксплуатационными характеристиками. Особое внимание привлекают твердооксидные топливные элементы, основными компонентами которых являются катод, анод и электролит. Среди электролитных материалов наиболее известен диоксид циркония, стабилизированный иттрием. К основным достоинствам которого можно отнести высокие значения кислородно-ионной проводимости, устойчивость в различных атмосферах, инертность по отношению к остальным компонентам топливного элемента. Главным же недостатком является то, что рабочая температура таких топливных элементов достаточно высокая ( $\sim 1000$  °С), что существенно ограничивает их время работы. Поэтому сейчас основной задачей является разработка альтернативных материалов электролитов с ионной проводимостью, сопоставимой с диоксидом циркония, стабилизированным иттрием, при более низких температурах [1].

Поэтому целью настоящей работы является получение и исследование твердых растворов с общей формулой  $\text{Bi}_{22.5}\text{W}_{4.5-x}\text{Nb}_x\text{O}_{47.25-\delta}$  ( $x=0-0.5$ ,  $\Delta x=0.05$ ).

Образцы состава  $\text{Bi}_{22.5}\text{W}_{4.5-x}\text{Nb}_x\text{O}_{47.25-\delta}$  ( $x=0-0.25$ ,  $\Delta x=0.05$ ) были получены твердофазным методом. Навески соответствующих оксидов ( $\text{Bi}_2\text{O}_3$  (ос.ч.),  $\text{WO}_3$  (ос.ч.),  $\text{Nb}_2\text{O}_5$  (ос.ч.)) взвешивали в стехиометрических количествах и перетирали в агатовой ступке с использованием этилового спирта в качестве гомогенизатора. Порошки отжигали по 8 часов в печи при температурах 600-700 °С с шагом 50 °С. Затем порошки прессовали в брикеты и отжигали при 750-970 °С с шагом 100 °С. После каждой стадии синтеза проводили промежуточные перетирания. Для стабилизации кубической структуры при комнатной температуре выполняли закалку образцов с 970 °С.

Фазовый состав образцов определяли с помощью рентгенофазового анализа (дифрактометр ДРОН-3,  $\text{CuK}_\alpha$ -излучение) с использованием программ «FPeak» и «Match-DEMO». Обнаружено, что все образцы имеют структуру, подобную кубической модификации оксида висмута. Расчет параметров элементарных ячеек образцов производи-

ли в программе «Celref». Результаты показали, что, с одной стороны, в связи с тем, что ионные радиусы замещаемых элементов (вольфрама и ниобия) близки по своим значениям, а с другой стороны, степень замещения крайне мала, заметного изменения параметров кристаллической ячейки при допировании вольфрамата висмута не происходит.

Был проведен дилатометрический анализ с целью обнаружения структурных фазовых переходов. Образец  $\text{Bi}_{22.5}\text{W}_{4.25}\text{Nb}_{0.20}\text{O}_{47.25-\delta}$  после конечной стадии синтеза был спрессован в форме прямоугольного брикета и спечен при температуре 950 °С. Брикет был отшлифован для придания конечной формы и размера. По результатам анализа были построены зависимости линейных размеров и коэффициента термического расширения от температуры. Показано, что при 780 °С происходит фазовый переход, вероятно, из тетрагональной в кубическую структуру. Коэффициент термического расширения исследуемого образца равен  $13.8 \cdot 10^{-6} \text{ } ^\circ\text{C}^{-1}$ .

Таким образом, в результате выполнения работы мы показали возможность образования вольфрамата висмута, содержащего ниобий, определили оптимальные условия получения соединений с кубической структурой, нашли коэффициент термического расширения.

В ходе дальнейшего исследования будет определена плотность спекания керамики методом гидростатического взвешивания, электропроводность образцов методом импедансной спектроскопии для определения влияния введения ионов ниобия на свойства вольфрамата висмута.

Работа выполнена при финансовой поддержке Министерства науки и высшего образования РФ (задание АААА-А20-120061990010-7).

#### ЛИТЕРАТУРА

1 Azad A. M. Review bismuth oxide-based solid electrolytes for fuel cells / Journal of Materials Science, 1994.