

**ИЗУЧЕНИЕ СТРУКТУРЫ, ТЕРМИЧЕСКИХ И ЭЛЕКТРИЧЕСКИХ СВОЙСТВ ИНДАТА БАРИЯ  $Ba_2In_2O_5$  ПРИ ЧАСТИЧНОМ ЗАМЕЩЕНИИ ПОЗИЦИЙ БАРИЯ НА КАЛИЙ И ПОЗИЦИЙ ИНДИЯ НА СЕРУ***Иванова С.В., Корона Д.В., Кочетова Н.А.*Уральский федеральный университет  
620002, г. Екатеринбург, ул. Мира, д. 19

Разработка электролитических материалов для создания твердооксидных топливных элементов остается актуальной задачей. В фокусе исследований – сложные оксиды со смешенной (кислородно-ионной и протонной) проводимостью. Особое внимание привлекает индат бария  $Ba_2In_2O_5$  со структурой типа браунмиллерита. Несмотря на способность проявлять протонную проводимость, сложный оксид демонстрирует низкие электропроводности из-за упорядоченного расположения структурных кислородных вакансий. Введение допантов разного типа в катионную подрешетку позволяет частично или полностью разупорядочить вакансии, что улучшает электротранспортные свойства, открывая путь к практическому применению. Так, перспективно замещение неметаллическими элементами, описаны составы с замещением позиций индия на атомы серы. С другой стороны, для ряда Ва-содержащих сложных оксидов показано, что частичное замещение бария на калий может увеличивать химическую стабильность.

В работе было проведено одновременное замещение Ва-позиций в структуре  $Ba_2In_2O_5$  на атомы калия и In-позиций на атомы серы, изучен твердый раствор состава  $Ba_{1.8}K_{0.2}In_{1.9}S_{0.1}O_{5.05}$ . Синтез осуществляли твердофазным методом из исходных реагентов  $BaCO_3$ ,  $In_2O_3$  и  $K_2SO_4$  в интервале температур 800 – 1250 °С.

По данным рентгенофазового анализа (XRD-7000 Maxima, Shimadzu, Япония) установлено, что образец имеет ромбическую структуру типа браунмиллерита (пр.гр.  $Icmm$ ) с параметрами элементарной ячейки:  $a=6.036(6)$  Å,  $b=16.804(9)$  Å,  $c=5.970(8)$  Å. Параметры и объем элементарной ячейки при введении заместителей уменьшаются. Изображения порошка, полученные методом сканирующей электронной микроскопии (VEGA3, Tescan, Чехия), демонстрируют однородную морфологию с преобладанием пластинчатых кристаллитов.

Данные термического анализа (STA 409 PC Luxx, Netzsch, Германия) подтвердили, что образец  $Ba_{1.8}K_{0.2}In_{1.9}S_{0.1}O_{5.05}$  способен к обратимому взаимодействию с парами воды. Количество поглощенной воды соотносится с концентрацией структурных вакансий кислорода.

Электрические свойства были измерены методом электрохимического импеданса (Z-1000P, Elins, Россия) в атмосферах сухого ( $pH_2O=3 \cdot 10^{-5}$  атм.) и важного ( $pH_2O=2 \cdot 10^{-2}$  атм.) воздуха. Было подтверждено увеличение общей электропроводности во влажной атмосфере, связанное с появлением протонного вклада проводимости. Величина общей электропроводности изученного сложного оксида  $Ba_{1.8}K_{0.2}In_{1.9}S_{0.1}O_{5.05}$  превышает значения, полученные для  $Ba_2In_2O_5$ .

В дальнейшем планируется изучение химической стабильности образца в атмосфере углекислого газа.