

JCPDS и программного пакета *fp*еak. Уточнение параметров кристаллической структуры было проведено методом полнопрофильного анализа Ритвелда с использованием программы *Fullprof*.

Измерения относительного расширения спеченных образцов  $\text{Sr}_2\text{Ni}_{1-x}\text{Mg}_x\text{MoO}_6 \cdot y\text{SrMoO}_4$  ( $x = 0.25; 0.50; 0.75$ ) были проведены на воздухе на dilatометре NETZSCH DIL 402 C в интервале температур 300–1373 К. Электропроводность образцов  $\text{Sr}_2\text{Ni}_{1-x}\text{Mg}_x\text{MoO}_6 \cdot y\text{SrMoO}_4$  была измерена четырехзондовым методом на воздухе и в восстановительной атмосфере в интервале температур 573–1173 К.

1. Filonova E.A., Dmitriev A.S., Pikalov P.S. et al. The structural and electrical properties of  $\text{Sr}_2\text{Ni}_{0.75}\text{Mg}_{0.25}\text{MoO}_6$  and its compatibility with solid state electrolytes // *Solid State Ionics*. 2014. V. 262. P. 365–369.

2. Vasala S., Yamauchi H., Karppinen M. Role of  $\text{SrMoO}_4$  in  $\text{Sr}_2\text{MgMoO}_6$  synthesis // *J. Solid State Chem*. 2011. V. 184. P. 1312–1317.

*Результаты работы получены в рамках выполнения государственного задания Министерства образования и науки России.*

## СИНТЕЗ ТВЕРДЫХ РАСТВОРОВ $\text{Zn}_{2-2x}\text{Mn}_{2x}\text{SiO}_4$

*Онуфриева Т.А.*

Институт химии твердого тела УрО РАН  
620990, г. Екатеринбург, ул. Первомайская, д. 91

Ортосиликат цинка  $\text{Zn}_2\text{SiO}_4$  со структурой виллимита используется в качестве матрицы для люминесцентных и пигментных материалов. Допированием  $\text{Zn}_2\text{SiO}_4$  ионами марганца в пределах 1 ат.% получен люминофор зеленого свечения. Начиная с 30-х годов XX века виллитит, допированный кобальтом, использовали для получения синего пигмента. В ряде работ было предположено, что увеличение концентрации ионов марганца в твердом растворе замещения на основе виллимита  $\alpha\text{-Zn}_{2-2x}\text{Mn}_{2x}\text{SiO}_4$  позволит получить пигмент желто-красно-коричневой гаммы. Получение такого пигментного материала является актуальной задачей, поскольку большинство известных неорганических желто-оранжевых пигментов являются токсичными соединениями мышьяка, ртути, меди, свинца. До сегодняшнего дня в качестве пигмента используют чрезвычайно токсичный пигмент «желтый кадмий» -  $\text{CdS}$  для художественных красок и для окрашивания стекол. Наиболее употребляемым является пигмент на основе оксида железа, однако производство «чистых» и ярких красок на его основе высокотехнологично и энергозатратно. Поэтому железоксидные пигменты используют для бытовых

нужд в том случае, когда чистота цвета непринципиальна. В связи с этим идет поиск новых экологически безопасных и достаточно недорогих пигментов желто-коричневой гаммы.

Цель настоящей работы - получение однофазных составов из области твердых растворов марганецзамещенного виллимита.

Нами синтезированы образцы следующего состава  $Zn_{2-2x}Mn_{2x}SiO_4$  ( $x=0; 0,025; 0,05; 0,1; 0,15; 0,2; 0,4; 0,6; 0,8$ ) твердофазным методом из оксидов ZnO, SiO<sub>2</sub>, Mn<sub>2</sub>O<sub>3</sub> (ч.д.а.) на воздухе, ступенчатым отжигом от 800 до 1400°C с выдержкой в течение 10-12 часов при каждой температуре с промежуточными перешихтовками. Фазовый состав на каждом этапе синтеза контролировали рентгенографически (CuK $\alpha$  - излучение, в интервале углов 2 $\theta$  от 10 до 60° с шагом сканирования 0.05°), сопоставляя данные РФА с рентгенометрическими характеристиками исходных оксидов и силикатов цинка и марганца (база порошковых стандартов PDF2, ICDD USA, release 2009). Согласно данным РФА используемый в работе SiO<sub>2</sub> рентгеноаморфен. Образцы аттестованы микроскопически (JEOL JSM-6390LA, энерго-дисперсионный анализатор JED-2300). Термическое поведение исследовали методом ДТА (термоанализатор Setsys Evolution (Setaram)).

Установлено, что протяженность твердого раствора ограничена составом с содержанием ионов марганца до 35±5 ат.%. Исследование процессов фазообразования показало, что при термообработке смеси исходных оксидов на начальных этапах отжига образуется соединение ZnMn<sub>2</sub>O<sub>4</sub> со структурой шпинели, содержащее Mn<sup>3+</sup>. При повышении температуры и увеличении продолжительности отжига доли шпинели и ZnO уменьшаются, а содержание твердого раствора со структурой виллимита увеличивается. При увеличении содержания ионов марганца до  $x \geq 0,4$  в образцах регистрируется соединение MnSiO<sub>3</sub> (родонит).

Согласно данным термического анализа с увеличением доли марганца в однофазных образцах  $Zn_{2-2x}Mn_{2x}SiO_4$  температура плавления уменьшается от 1515°C для чистого силиката цинка до 1430°C для состава Zn<sub>1,6</sub>Mn<sub>0,4</sub>SiO<sub>4</sub>. Микроскопическим анализом установлено, что размер частиц синтезированных порошков находится в интервале от 2 до 20 мкм.

Автор благодарна к.х.н. Николаенко И.В. и к.х.н. Самигуллиной Р.Ф. за помощь в проведении микроскопического и термического анализов.