

## СТРУКТУРА И СВОЙСТВА КОМПОЗИЦИОННЫХ МАТЕРИАЛОВ НА ОСНОВЕ СЕЛЕНИДОВ ПЕРЕХОДНЫХ МЕТАЛЛОВ

Шаймуратов С. Г.<sup>1</sup>, Шерокалова Е. М.<sup>1</sup>, Акрамов Д. Ф.<sup>1</sup>, Селезнева Н. В.<sup>1</sup>

<sup>1</sup>) Уральский федеральный университет имени первого Президента России Б.Н. Ельцина, ИЕНиМ, г. Екатеринбург, Россия  
E-mail: sergey.shaimuratov@urfu.ru

## STRUCTURE AND PROPERTIES OF COMPOSITE MATERIALS BASED ON TRANSITION METAL SELENIDES

Shaimuratov S. G.<sup>1</sup>, Sherokalova E. M.<sup>1</sup>, Akramov D. F.<sup>1</sup>, Selezneva N. V.<sup>1</sup>

<sup>1</sup>) Ural Federal University, Institute of Natural Sciences and Mathematics, Ekaterinburg, Russia

The physical properties of the 80%Fe<sub>6.95</sub>Se<sub>8</sub>\_20%HfSe<sub>2</sub> composite were studied. A strong influence of the composite effect on the hysteresis properties has been revealed.

Исследуемый материал 80%Fe<sub>6.95</sub>Se<sub>8</sub>\_20%HfSe<sub>2</sub> – композит на основе селенидов переходных металлов. Соединения Fe<sub>1-y</sub>Se обладают слоистой структурой типа NiAs, в которой полностью заполненные слои халькогена с гексагональной упаковкой чередуются со слоями металла, в которых присутствуют вакансии. В интервале концентраций  $0.125 < y \leq 0.25$ , исследованные на сегодняшний день соединения являются металлами с ферромагнитным упорядочением ниже температуры T<sub>c</sub>, лежащей в интервале от 460 К до 300 К [1]. Соединение HfSe<sub>2</sub> также обладает слоистой структурой (тип CdI<sub>2</sub>), является полупроводником и парамагнетиком Паули [2].

В данной работе с помощью метода твердофазного ампульного синтеза были получены соединения Fe<sub>6.95</sub>Se<sub>8</sub> и HfSe<sub>2</sub>, и проведена их аттестация. Композит 80%Fe<sub>6.95</sub>Se<sub>8</sub>\_20%HfSe<sub>2</sub> получен механическим перетиранием в течение 40 минут и спрессован. Полученная таблетка делилась на 2 части, и одна из них отжигалась в вакууме при 400°C в течение одних суток. Для исследования фазового состава использовался метод порошковой рентгеновской дифракции на дифрактометре Bruker D8 ADVANCE. Измерения намагниченности в зависимости от температуры и величины приложенного магнитного поля осуществлялись на вибрационном магнитометре Lake Shore VSM 7407. Температурные зависимости электросопротивления измерялись стандартным четырёхзондовым методом с использованием автономного криостата замкнутого цикла CryoFree 204.

Рентгенограмма, полученная для композита, представляет собой суперпозицию дифракционных картин исходных фаз Fe<sub>6.95</sub>Se<sub>8</sub> и HfSe<sub>2</sub>. В отожжённом материале произошла реакция компонентов, в результате которой изменился состав входящих фаз: (Fe<sub>1-x</sub>Hf<sub>x</sub>)<sub>3</sub>Se<sub>4</sub> и FeSe<sub>2</sub>.

При исследовании магнитных свойств установлено, что в композите 80%Fe<sub>6.95</sub>Se<sub>8</sub>\_20%HfSe<sub>2</sub> при температуре T = 80 К удалось в 1.5 раза увеличить

коэрцитивную силу (до 4.2 кЭ) в сравнении с исходным селенидом железа  $\text{Fe}_{6.95}\text{Se}_8$  ( $H_c = 2.7$  кЭ). Намагниченность в поле 17 кЭ в пересчете на  $\text{Fe}_{6.95}\text{Se}_8$  также увеличилась на 14%, при этом температура магнитного упорядочения осталась  $T_c = 450$  К. Для отожжённого материала наблюдается, в сравнении с исходным соединением  $\text{Fe}_3\text{Se}_4$ , увеличение значения коэрцитивной силы при  $T = 80$  К.

Электросопротивление  $80\%\text{Fe}_{6.95}\text{Se}_8_{20\%}\text{HfSe}_2$  носит активационный характер в интервале измеряемых температур и составляет величину порядка  $10^{-4}$  Ом\*м. На температурной зависимости электросопротивления материала ( $\text{Fe}_{1-x}\text{Hf}_x$ ) $_3\text{Se}_4_{\text{FeSe}_2}$  при температуре 230 К происходит резкое падение электросопротивления с  $10^{-4}$  до  $10^{-5}$  Ом\*м.

*Работа выполнена при поддержке Министерства науки и высшего образования Российской Федерации (проект FEUZ-2023-0017).*

1. P. Terzieff, K.L. Komarek, Monatshefte fur Chemie 109, 1037-1047 (1978).
2. N.F. Mott, M. Kaveh, J. Phys. 14, 005 (1981).