

МАГНИТОУПРУГИЕ ВЗАИМОДЕЙСТВИЯ В СЕЛЕНИДНЫХ СОЕДИНЕНИЯХ СО СТРУКТУРОЙ ТИПА Cr_3S_4

Комарова В.А.¹, Мозговых С.Н.¹, Казанцев В.А.², Селезнева Н.В.¹, Баранов Н.В.^{1,2}

¹ Уральский федеральный университет, ИЕНиМ, Екатеринбург, Россия

² Институт физики металлов имени М.Н. Михеева УрО РАН, Екатеринбург, Россия

Слоистые халькогениды переходных металлов со стехиометрией M_3X_4 принадлежат к структурному типу Cr_3S_4 . Минерал Cr_3S_4 , также известный как брецинаит, впервые был обнаружен в метеорите Tucson (Аризона, США) [Bunch, Fuchs 1969]. В отличие от структуры типа CdI_2 , в которой катионы (М) занимают октаэдрические позиции между слоями анионов (Х) в последовательности ХМХХМХ, в структуре Cr_3S_4 дополнительные катионы заполняют половину позиций в вандерваальсовой щели между анионами, образуя укладку типа ХМХМ_{0,5}ХМХ. В природном брецинаите, как правило, присутствуют примеси других переходных металлов. Как показали исследования селенидных аналогов со структурой брецинаита, свойства соединений M_3Se_4 проявляют сильную зависимость от типа М металла. Например, Fe_3Se_4 при температуре ниже 320 К является ферри-магнетиком и в наноструктурированном состоянии обладает необычно большой коэрцитивной силой при низких температурах (~ 40 КЭ) [Zhang et al. 2011], в то время как соединение с хромом Cr_3Se_4 демонстрирует антиферромагнитное поведение. В зависимости от типа М металла различаются и другие свойства соединений M_3Se_4 .

В данной работе проведено исследование влияния замещения атомов железа хромом на структуру, тепловое расширение и магнитное поведение смешанных селенидных соединений $\text{Fe}_{3-x}\text{Cr}_x\text{Se}_4$. Поликристаллические образцы $\text{Fe}_{3-x}\text{Cr}_x\text{Se}_4$ ($x=0-1.5$) были получены методом твердофазного синтеза при температуре 800 °С с последующим отжигом. Данные рентгеноструктурного анализа, проведенного с помощью дифрактометра Bruker D8 Advance и программного пакета FULLPROF, показали, что все полученные соединения однофазны и кристаллизуются в пространственной группе $I/2m$ (моноклинная сингония). Уточнение параметров решетки

свидетельствует об их анизотропном изменении при замещении атомов железа хромом. Дилатометрический анализ был проведен в Институте физики металлов УрО РАН на кварцевом дилатометре типа DL-1500 RHP фирмы ULVAC-SINKU RIKO (Япония) в динамическом режиме нагрева/охлаждения с постоянной скоростью нагрева 2 К/мин. Показано, что ниже температуры магнитного упорядочения магнитоупругие взаимодействия в соединениях $\text{Fe}_{3-x}\text{Cr}_x\text{Se}_4$ вносят существенный вклад в относительное изменение объема образцов в зависимости от температуры. Однако, в отличие от пирротина и его селенидного аналога Fe_7Se_8 , которые обладают отрицательной спонтанной магнитострикцией [Mozgovykh et al. 2023], в соединениях $\text{Fe}_{3-x}\text{Cr}_x\text{Se}_4$ наблюдается положительная объемная магнитострикция и инварный эффект ниже температуры магнитного упорядочения. Полученные результаты показывают, что катионное замещение в соединениях типа Cr_3S_4 может приводить к значительным изменениям в поведении теплового расширения.

*Работа выполнена за счет гранта Российского
Научного Фонда № 22-13-00158.*

ЛИТЕРАТУРА

1. Bunch T.E., Fuchs L.H. A new mineral: brezinaite, Cr_3S_4 , and the Tucson meteorite //Amer. Mineral. 1969. V. 54. P. 1509–1518.
2. Mozgovykh S.N., Kazantsev V.A., Akramov D.F., Sherokalova E.M., Selezneva N.V., Baranov N.V. Thermal and magnetic properties of Fe_7Se_8 studied on single crystals. //J. Phys. Chem. Sol. 2023 V. 180 P. 111466.
3. Zhang H., Long G., Li D., Sabirianov R., Zeng H. Fe_3Se_4 nanostructures with giant coercivity synthesized by solution chemistry. //Chem. Mater. 2011. V. 23(16) P. 3769–3774.