Фазы внедрения на основе RGa3 (AuCu3-тип) в системах R-Mn-(Ga,Ge) (R= Sm, Tb, Dy)

***Кульчу А.Н.,1 Халания Р.А.,2 Верченко В.Ю.,2 Шевельков А.В.2***

*Аспирант, 3 год обучения*

*1Московский государственный университет имени М.В. Ломоносова,*

*Факультет наук о материалах, Москва, Россия*

*2Московский государственный университет имени М.В. Ломоносова*

*Химический факультет, Москва, Россия*

*E-mail: alex010396@bk.ru*

В системах R-Ga (R = РЗМ) известно большое число фаз RGa3, кристаллизующихся в структурном типе AuCu3 [1]. Октаэдрические пустоты Ga6 в кристаллической структуре данного типа способны заполняться атомами переходного металла (T). При малом содержании T образуются, как правило, неупорядоченные фазы RTxGa3 (*х* < 0,25), тогда как при *х* = 0.25 и 0.5 возможно образование сверхструктур R4TGa12 и R2TGa6 [2] . В таких фазах подрешетка d-металла часто не является магнитоактивной. Однако, известны фазы с Mn, такие как Y4Mn1-xGa12-yGey, в которых атомы марганца упорядочиваются ферромагнитно при достаточно высокой температуре порядка 160-225 К [3], что представляет возможность исследования взаимного влияния двух магнитных подсистем. В данной работе были синтезированы монокристаллы новых фаз RMnxGa3, R4MnGa12-yGey и Sm2MnGa6-yGey (R = Sm, Tb, Dy), установлены их кристаллические структуры и исследованы магнитные свойства.

Монокристаллы целевых соединений выращивали из расплава с использованием избытка галлия в качестве флюса. Рентгеноструктурный анализ показал, что фазы RMnxGa3 можно описать в рамках структурного типа CaTiO3 (*Pm*-3*m, а =* 4.2694 Å для TbMn0,16Ga3 и *а =* 4.2616 Å для DyMn0,14Ga3 соответственно). Внедрение Mn приводит к смещению соседних атомов Ga из их положения, что проявляется в сильно вытянутых эллипсоидах тепловых колебаний. Частичное замещение Ga на Ge привело к получению сверхструктурных фаз Tb4Mn1-xGa12-yGey (*a* = 8.5535 Å для Tb4Mn0.8Ga9.6Ge2.4), Dy4MnGa12-yGey (*a* = 8.5576 Å для Dy4MnGa9.6Ge2.4) и Sm4MnGa12-yGey (*a* = 8.654Å для Sm4MnGa8.7Ge3.3) структурного типа Y4PdGa12. В случае Sm была также получена фаза Sm2MnGa6-yGey (*a* = 8.7126Å для Sm2Mn0.75Ga5Ge) структурного типа K2PtCl6. Неполная заселенность позиции Mn в соединениях с Tb и Sm (х ≈ 0.2-0.25) также приводит к смещению части атомов Ga/Ge из их фиксированного положения.

Исследование магнитных свойств полученных соединений показало, что в RMn0.2Ga3, R4MnGa10Ge2 (R = Tb, Dy) подрешетка РЗМ упорядочиваются антиферромагнитно при TN порядка 15-20 К, а при более высокой температуре (100-200 К) наблюдается ферромагнитное природу упорядочение подрешетки атомов Mn. Температура этого перехода значительно зависит от состава и наибольшая в случае, фаз R4MnGa10Ge2, что может быть связано как с большим числом внедренных атомов Mn, так и с их упорядочением в фазах R4MnGa10Ge2. Sm2Mn0.75Ga5Ge демонстрирует два ферромагнитных перехода при еще больших температурах порядка 325 К и 280 К. Вероятно, оба эти перехода связаны с упорядочением подрешетки атомов Mn.

**Литература**

1.Yatsenko S.P., Semyannikov A.A., Semenov B.G. Phase diagrams of rare earth  
metals with gallium // J. Less-Common met. 1979. Vol. 64. P. 185-199.

2.Slater B. R., Bie H., Stoyko S. S., Bauer E. D., Thompson J. D., Mar A., Rareearth chromium gallides RE4CrGa12 (RE = Tb–Tm) // J. Solid State Chem. 2012. Vol. 196. P. 409 - 415.

3.Francisco M. C., Malliakas C. D., Piccoli P. M. B. Development and Loss of  
Ferromagnetism Controlled by the Interplay of Ge Concentration and Mn  
Vacancies in Structurally Modulated Y4Mn1-xGa12-yGey // J. American Chem. Soc. 2010. Vol. 132. P. 8998-9006.