

ПАРАМАГНИТНАЯ ВОСПРИИМЧИВОСТЬ СОЕДИНЕНИЙ $Fe_{1+x}Cr_{2-x}S_4$ ($0 \leq x \leq 0,5$)

Р.З. САДЫХОВ, Л.М. ВАЛИЕВ, Ш.О. ОРУДЖЕВА

Институт Физики АН Азербайджана,
370143, г. Баку, пр. Джавида, 33

Исследована парамагнитная восприимчивость ферромагнитных составов $Fe_{1+x}Cr_{2-x}S_4$ ($x=0,1; 0,2; 0,3; 0,5$). Определены экспериментальные значения эффективного магнитного момента, которые согласуются с рассчитанными теоретически. Установлены уравнения температурной зависимости обратной парамагнитной восприимчивости исследованных составов.

Исследования структуры и намагниченности соединений $Fe_{1+x}Cr_{2-x}S_4$ ($0 \leq x \leq 0,5$) показали, что все составы обладают шпинельной структурной и являются ферромагнетиками [1,2]. Для построения общей картины магнитной структуры, установления динамики изменения обменного взаимодействия между тетра- и октаэдрическими подрешетками в зависимости от распределения катионов по междоузлиям необходимы данные по парамагнитной восприимчивости указанных соединений.

В связи с этим были получены составы $Fe_{1+x}Cr_{2-x}S_4$ ($0 \leq x \leq 0,5$) в интервале температур 200-600 К, исследована их магнитная восприимчивость. Для синтеза составов использовались карбонильное железо чистотой 99,98 %, электролитический хром и сера чистотой 99,99 %. Синтез производился в откачанных кварцевых ампулах в течение 7 суток при 1000 К. Для получения образцов продукты синтеза тщательно измельчались и спрессовывались под давлением 20 Т/см² и отжигались в вакууме.

Однофазность образцов подтверждена рентгенографическим анализом, который показал, что все составы $Fe_{1+x}Cr_{2-x}S_4$ ($0 \leq x \leq 0,5$) обладают кубической структурой с параметром решетки $a = 9,990$ ($x = 0,1$); $9,987$ ($x=0,2$); $9,986$ ($x=0,3$) и $9,984$ ($x = 0,5$) Å

Измерения парамагнитной восприимчивости (χ) проведены на магнитоэлектрических весах методом Фарадея [3].

На рисунке представлены температурные зависимости обратной парамагнитной восприимчивости составов системы $Fe_{1+x}Cr_{2-x}S_4$ ($x= 0,1; 0,2; 0,3; 0,5$). Как видно, зависимость $1/\chi(T)$ для всех составов имеет характерный для ферромагнетиков вид. Парамагнитная точка Кюри составов определена экстраполяцией зависимости

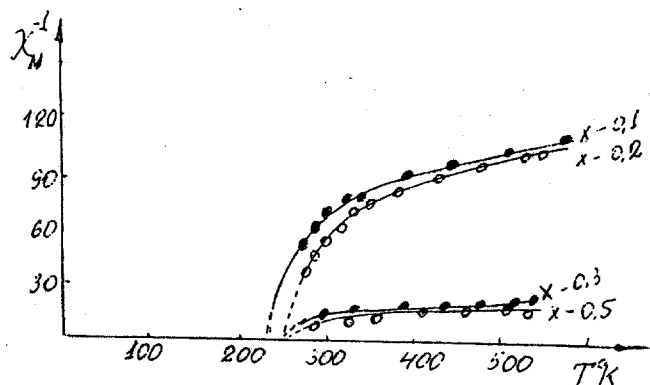


Рис. Температурные зависимости обратной парамагнитной восприимчивости составов системы $Fe_{1+x}Cr_{2-x}S_4$ ($x=0,1; 0,2; 0,3; 0,5$).

$1/\chi(T)$ на ось температур и оказалась равной 234 ($x=0,1$), 256 ($x=0,2$) 260 ($x=0,3$) и 264 К ($x=0,5$). Как пока-

зано в [2], соответствующие ферромагнитные точки Кюри равны 220, 250, 252 и 255 К. Как видно, переходная область довольно узкая.

Из рисунка видно также, что в высокотемпературной области наблюдается линейная зависимость $1/\chi(T)$. Это позволило рассчитать экспериментальные значения эффективного магнитного момента. Теоретические значения эффективного магнитного момента сложных соединений, как известно, рассчитываются по формуле

$$P^2 = P_1^2 + P_2^2$$

где P_1 и P_2 – эффективные магнитные моменты компонентов соединения.

Экспериментальные и теоретические значения эффективного магнитного момента исследованных составов приведены в таблице

состав	$P_{экс}$	$P_{теор.}$	δ	θ	$1/\chi_0$
$x=0,1$	8,34	7,41	34,6	234	45
$x=0,2$	7,85	7,47	133	256	35
$x=0,5$	16,32	7,65	22	264	5

Таблица

Как известно, температурная зависимость обратной парамагнитной восприимчивости ферромагнитных материалов описывается уравнением [4].

$$\frac{1}{\chi} = \frac{1}{\chi_0} + \frac{T}{C} - \frac{\delta}{T - \theta}$$

где χ_0 - восприимчивость при $T \rightarrow 0^\circ K$; θ - парамагнитная точка Кюри; C - константа Кюри-Вейсса; δ - константа, связанная с коэффициентами молекулярного поля.

В результате математических операций над этим уравнением по методу, предложенному в [5], нами определены уравнения температурной зависимости обратной парамагнитной восприимчивости составов $Fe_{1+x}Cr_{2-x}S_4$ ($0 \leq x \leq 0,5$)

$$\frac{1}{\chi} = \frac{T}{8,7} + 45 - \frac{346}{T - 234} \dots (x = 0,1)$$

$$\frac{1}{\chi} = \frac{T}{7,7} + 35 - \frac{133}{T - 256} \dots (x = 0,2)$$

$$\frac{1}{\chi} = \frac{T}{33,3} + 5 - \frac{22}{T - 264} \dots (x = 0,5)$$

При известных значениях $1/\chi_0$, δ и θ (таблица) для всех исследованных составов нами на основании теории молекулярного поля рассчитаны интегралы внутри и междоузельных обменных взаимодействии. Расчеты показали, что при замещении ионов Cr ионами Fe в $Fe_{1+x}Cr_{2-x}S_4$ до $x=0,2$ обменное взаимодействие между

тетра- и октаэдрическими подрешетками увеличивается, что является причиной роста ферромагнитной температуры Кюри. С дальнейшим увеличением x рост T_K замедляется, что, по-видимому, связано с перераспределением ионов Fe^{2+} и Fe^{3+} в тетра- и октаэдрических междоузлиях.

- [1] *M. Robbins, R. Wolff, A.S. Kurtzib, R.C. Sherwood and M.A. Miksovski.* J Appl. Phys., 1970, 41, 108
 [2] *R.Z. Sadykov, L.M. Valiev, N.B. Nabieva and Z.M. Nazmazov.* Phys. Stat. Sol. (a), 1986, 94, K1 03.
 [3] *В.И. Чечерников.* Магнитные измерения. 1963, с.285.

- [4] *С.В. Вонсовский.* Магнетизм. Изд. Наука М., 1971, с. 1032.
 [5] *Д.И. Волков, В.И. Чечерников.* Научные доклады высшей школы. Физ-мат науки 1058, № 2. с 210.

R.Z. Sadıxov, L.M. Vəliyev, Ş.O. Orucova

Fe_{1+x}Cr_{2-x}S₄ (0 ≤ x ≤ 0,5) BİRLƏŞMƏLƏRİNİN PARAMAQNİT QAVRAYICILIĞI

$Fe_{1+x}Cr_{2-x}S_4$ ($x=0,1;0,2;0,3;0,5$) ferromaqnit tərkiblərin paramaqnit qavrayıcılığı tədqiq edilmişdir. Təcrübənin nəticələrindən alınan effektiv maqnit momentlərinin nəzəri hesablamalarla alınan qiymətlərə uyğun gəlidiyi aşkarlanmış, tərkiblərin paramaqnit qavrayıcılıqlarının tərs qiymətlərinin temperaturdan asılı tənlikləri qurulmuşdur.

R.Z. Sadıkhov, L.M. Valiev, Sh.O. Orujeva

PARAMAGNETIC SUSCEPTIBILITY OF Fe_{1+x}Cr_{2-x}S₄ (0 ≤ x ≤ 0,5) COMPOUNDS

Paramagnetic susceptibility of ferromagnetic compounds $Fe_{1+x}Cr_{2-x}S_4$ ($x = 0,1; 0,2; 0,3; 0,5$) has been investigated. Experimental values of effective magnetic moments have been obtained which are in agreement with the ones calculated theoretically.

The equations of temperature dependence of the inverse paramagnetic susceptibility of investigated compounds have been determined.