

05,19

Магнитные и тепловые свойства соединения $TlGdS_2$

© Р.З. Садыхов, М.Д. Наджафзаде, Э.М. Керимова, М.А. Алджанов

Институт физики НАН Азербайджана,
Баку, Азербайджан

E-mail: mezhahir2002@mail.ru

(Поступила в Редакцию 19 августа 2014 г.)

Исследованы магнитные свойства и теплоемкость соединения $TlGdS_2$. Показано, что фазовый переход ферримагнетик—парамагнетик расположен ниже 75 К.

Рентгеноструктурные и магнитные исследования соединений с общей формулой $TlMeX_2$ (Me — 3d-металл; X — S, Se) впервые были проведены в [1].

В этой и последующих работах [2–5] авторы показали, что данные соединения обладают слоистой кристаллографической структурой и в зависимости от типа Me проявляют свойства ферро-, антиферро- и парамагнетиков. В работах [6,7], где в качестве Me выбраны редкоземельные элементы Sm и Er, в соединениях $TlSmS_2$ и $TlErS_2$ в исследованной области температур обнаружены парамагнитные свойства.

Настоящая работа посвящена исследованию магнитных свойств соединения $TlGdS_2$ в интервале температур 77–300 К.

Соединение $TlGdS_2$ было получено в вакуированной кварцевой ампуле следующим образом. Исходные компоненты высокой чистоты помещались в кварцевую ампулу, в которой создавался вакуум до 10^{-3} Па. Затем ампула помещалась в электропечь, температура которой медленно повышалась до 1150 К. Синтез проводился в течение 120 h, затем продукт реакции тщательно измельчался, приводился в порошкообразное состояние, спрессовывался и в вакуумированной кварцевой ампуле подвергался гомогенизирующему отжигу в течение 20 суток.

Рентгеноструктурное исследование полученного соединения $TlGdS_2$ проводилось при комнатной температуре на дифрактометре ДРОН-3М ($CuK\alpha$ -излучение, Ni-фильтр, $\lambda = 0.15418$ nm, режим — 35 kV, 10 mA). Угловое разрешение съемки составляло $\sim 0.01^\circ$. Углы дифракции определялись по максимуму интенсивности.

Рентгенографический анализ показал, что соединение $TlGdS_2$ кристаллизуется в ромбической структуре с параметрами кристаллической решетки $a = 4.10$ Å, $c = 22.34$ Å, что удовлетворительно согласуется с данными [8].

Намагниченность измерена на маятниковом магнитометре Доменикалли, парамагнитная восприимчивость — методом Фарадея на магнитоэлектрических весах.

На рис. 1 приведена зависимость удельной намагниченности соединения $TlGdS_2$ от магнитного поля при 295 и 77 К. Как видно, при 295 К зависимость $\sigma(H)$ характерна для парамагнитных материалов, при 77 К — для материалов со спонтанной намагниченностью. При этом зависимость $\sigma(H)$ при этой температуре характеризуется значительным парапроцессом.

На рис. 2 приведена температурная зависимость обратной парамагнитной восприимчивости соединения $TlGdS_2$. Как видно, зависимость $\chi^{-1}(T)$ характерна для ферримагнитных материалов.

Для интерпретации ферримагнитного упорядочения в $TlGdS_2$ кристаллическую структуру этого соединения можно представить в виде последовательно чередующихся слоев ионов Tl^+ , Gd^{3+} , S^{2-} , перпендикулярных оси С. При этом между ближайшими слоями ионов Gd^{3+} расположены слои Tl^+ и S^{2-} .

В плоскости, содержащей ионы Gd^{3+} , осуществляется ферромагнитное упорядочение, поэтому слои ионов Gd^{3+} представляют собой двумерные ферромагнетики.

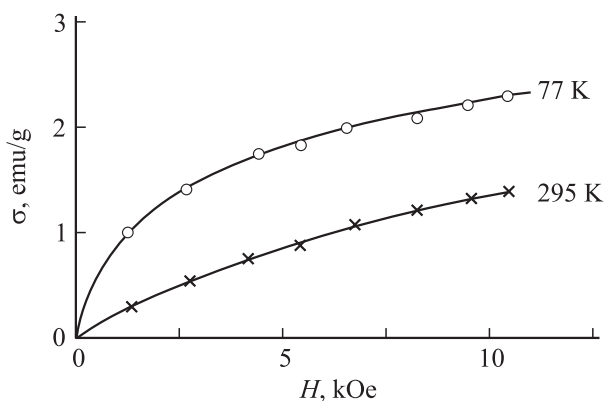


Рис. 1. Зависимость удельной намагниченности $TlGdS_2$ от магнитного поля.

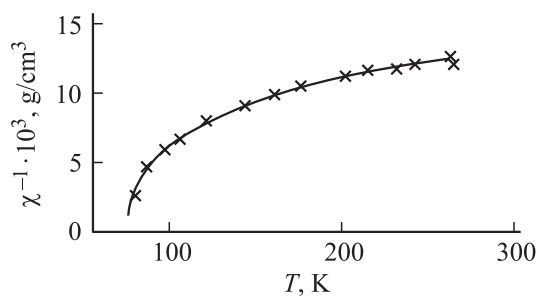


Рис. 2. Температурная зависимость обратной парамагнитной восприимчивости $TlGdS_2$.

Между собой эти слои связаны более слабыми обменными силами антиферромагнитного типа. Ферромагнитное упорядочение в $TiGdS_2$, по-видимому, является результатом неполной компенсации магнитных моментов ферромагнитных слоев. С помощью зависимости $\chi^{-1}(T)$ был рассчитан эффективный магнитный момент соединения $TiGdS_2$, который оказался равным $9.05 \mu_B$. Теоретическое значение эффективного магнитного момента трехвалентного иона Gd оказалось равным $7.94 \mu_B$.

Некоторое различие экспериментального и теоретического значений эффективного магнитного момента, по-видимому, связано с наличием незначительного квазидвумерного магнитного упорядочения в парамагнитной области слоистого ферримагнетика $TiGdS_2$.

С помощью экстраполяции зависимости $\chi^{-1}(T)$ на ось температур была определена парамагнитная температура соединения $TiGdS_2$, которая оказалась равной ~ 75 К.

Температура магнитного фазового перехода парамагнетик–ферримагнетик, очевидно, расположена ниже 75 К.

Об отсутствии этого перехода выше 75 К свидетельствует температурная зависимость теплоемкости $TiGdS_2$ в области 80–300 К, измеренной адиабатическим методом. Проведенные нами эксперименты показывают отсутствие фазового перехода парамагнетик–ферримагнетик в этой температурной области.

Отметим, что зависимость $\sigma(H)$ при 77 К, как показано выше, характеризуется значительным парапроцессом, что связано с близостью температуры измерения к области фазового перехода ферримагнетик–парамагнетик.

Таким образом, исследования магнитных свойств и теплоемкости $TiGdS_2$ показали, что в области температур ниже 75 К это соединение испытывает фазовый переход парамагнетик–ферримагнетик.

Список литературы

- [1] M. Rozenberg, A. Knulle, H. Sabrowsky, C. Platte. *Phys. Chem. Solids* **43**, 2, 87 (1982).
- [2] Г.И. Маковецкий, Е.И. Касинский. *Неорган. материалы* **20**, 10, 1752 (1984).
- [3] Р.З. Садыхов, Э.М. Керимова, Ю.Г. Асадов, Р.К. Велиев. *ФТТ* **42**, 8, 1449 (2000).
- [4] Z. Seidov, H.-A. Krug von Nidda, J. Hemberger, A. Loidl, G. Sultanov, E. Kerimova, A. Panfilov. *Phys. Rev. B* **65**, 014 433 (2001).
- [5] Э.М. Керимова. *Кристаллофизика низкоразмерных халькогенидов*. Элм, Баку (2012). 708 с.
- [6] Р.З. Садыхов, М.Д. Наджафзаде, Э.М. Керимова, М.А. Алджанов, А.М. Рамазанзаде. В сб.: *Тр. Междунар. конф. „Научно-технический прогресс и современная авиация“*. Баку (2009). Т. 1. С. 270.
- [7] Р.З. Садыхов, М.А. Алджанов, Э.М. Керимова, М.Д. Наджафзаде. *ФТТ* **54**, 9, 1714 (2012).
- [8] M. Duczmal, L. Pawlak. *J. Alloys. Comp.* **225**, 181 (1995).