

ФИЗИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА И СТРУКТУРА НЕСТЕХИОМЕТРИЧЕСКИХ СОЕДИНЕНИЙ (Fe,Ti)S_{1.8}

Мозговых С.Н.¹, Шерокалова Е.М.¹, Баранов Н.В.^{1,2}, Селезнева Н.В.¹

¹) Уральский федеральный университет имени первого Президента России Б.Н. Ельцина, ИЕНиМ, г. Екатеринбург, Россия

²) Институт физики металлов имени М.Н. Михеева УрО РАН, г. Екатеринбург, Россия
E-mail: stepan.mozgovykh@urfu.ru

PHYSICAL PROPERTIES AND STRUCTURE OF NONSTOICHIOMETRIC COMPOUNDS (Fe,Ti)S_{1.8}

Mozgovykh S.N.¹, Sherokalova E.M.¹, Baranov N.V.^{1,2}, Selezneva N.V.¹

¹) Ural Federal University, Institute of Natural Sciences and Mathematics, Ekaterinburg, Russia

²) Institute of Metal Physics of Ural Branch of Russian Academy of Sciences, Ekaterinburg, Russia

Iron-containing compounds (Fe,T)S_{1.8} have been synthesized based on the nonstoichiometric matrix TiS_{1.8}. The ordering of Fe atoms, the formation of a superstructure and various magnetic states have been revealed.

Дихалькогениды переходных металлов MX₂ со слоистой кристаллической структурой, в которой гексагональные слои переходного (М) металла расположены между двумя гексагональными слоями атомов халькогена (Х), вызывают неослабевающий интерес благодаря богатому разнообразию необычных свойств и потенциальных применений [1]. Так, в системе Fe_xTiS₂ при низких концентрациях Fe ($x < 0.2$), магнитное поведение соединений можно классифицировать как спинстекольное или спинкластерное. Увеличение концентрации Fe до $x \sim 0.2$ сопровождается монотонным ростом температуры замерзания T_f. При $x = 0.33$ наблюдается понижение критической температуры до ~ 44 К и образование треугольной сетки внедренных атомов и упорядочение $\sqrt{3}a_0 \times \sqrt{3}a_0 \times 2c_0$. Магнитное состояние Fe_{0.45}TiS₂ неоднородно и представляет собой матрицу с дальним АФМ порядком ниже температуры Нееля около 135 К, в которой формируются области (кластеры) с ближним магнитным порядком, ниже T_f ~ 100 К. Соединение с $x = 0.50$ демонстрирует АФМ упорядочение во всем диапазоне температур ниже 140 К. Дальнейшее увеличение концентрации железа выше $x = 0.50$ приводит к ферро- или ферримагнитному упорядочению [2].

На данный момент нет литературных данных о влиянии отклонения от стехиометрии в матрице TiS_{2-δ} на структурные и магнитные особенности формирования допированных соединений типа Fe_xTiS_{2-δ}. Поэтому в данной работе были получены образцы Fe_xTiS_{1.8} при ($\delta = 0.2$) с содержанием железа $x = 0.25$ и $x = 0.37$.

Образцы были получены стандартным твердофазным методом в вакуумированных кварцевых ампулах. Аттестация фазового состава и структуры, выполнена на дифрактометре Bruker D8 Advance. Температурные и полевые зависимости намагниченности измерялись на установках PPMS DynaCool 9 и MPMS SQUID XL7 (Quantum Design, США). Температурные и полевые зависимости электросопротивления измерялись на установке DMS-1000 фирмы Dryogenic (Великобритания).

При изучении структуры полученных образцов оказалось, что соединения $\text{Fe}_{0.25}\text{TiS}_{1.8}$ и $\text{Fe}_{0.37}\text{TiS}_{1.8}$ изоструктурны составу $\text{Fe}_{0.33}\text{TiS}_2$. Образование треугольной сетки атомов Fe и формирование сверхструктуры $\sqrt{3}a_0 \times \sqrt{3}a_0 \times 2c_0$ выявлено уже при концентрации Fe $x = 0.25$.

Установлено, что образец $\text{Fe}_{0.25}\text{TiS}_{1.8}$ обладает спинкластерным магнитным состоянием, а соединение $\text{Fe}_{0.37}\text{TiS}_{1.8}$ обладает дальним магнитным порядком и поведением намагниченности, подобным наблюдаемому в соединении $\text{Fe}_{0.75}\text{TiS}_2$. При этом, эффективный магнитный момент, определённый из анализа магнитной восприимчивости в парамагнитной области, оказался существенно ниже, чем в соединениях Fe_xTiS_2 на основе стехиометрической матрицы TiS_2 . Причины наблюдаемых различий требуют дальнейшего исследования.

Работа выполнена при финансовой поддержке Российского научного фонда (грант № 22-13-00158).

1. Negishi H., Shoube A., Takahashi H., Ueda Y., Sasaki M., Inoue M., Magnetic properties of intercalation compounds M_xTiS_2 (M = 3d transition metal) // Journal of Magnetism and Magnetic Materials. – 1987. – Т. 67. – № 2. – P. 179-186.
2. Selezneva N.V., Baranov N.V., Sherokalova E.M., Volegov A.S., and Sherstobitov A.A., Multiple magnetic states and irreversibilities in the Fe_xTiS_2 system // Physical Review B. – 2021. – 104. – С. 064411.
3. Selezneva N.V., Baranov N.V., Sherokalova E.M., Volegov A.S., Sherstobitov A.A., Remnant magnetoresistance and virgin magnetic state in $\text{Fe}_{0.25}\text{TiS}_2$. // Journal of Magnetism and Magnetic Materials. – 2021. – Т. 519. – С. 167480.