

Расщепление магнитного и кристаллографического состояний в $\text{Fe}_{1-x}\text{Rh}_x\text{Ge}$

Проведено всестороннее экспериментальное и теоретическое исследование соединений $\text{Fe}_{1-x}\text{Rh}_x\text{Ge}$ во всем диапазоне концентраций $x \in [0,0-1,0]$ с использованием рентгеновской дифракции, малоуглового рассеяния нейтронов (МУРН), магнитометрии и теоретических расчетов.

Эти соединения, синтезированные при высоком давлении, кристаллизуются в нецентросимметричную кубическую структуру B20 [1]. Отсутствие инверсионной симметрии в расположении магнитных атомов приводит к возникновению антисимметричного взаимодействия Дзялошинского-Мория (ДМ) и образованию магнитной спирали [2, 3]. В частности, магнитная система соединения FeGe упорядочивается в магнитную спираль при температурах ниже $T_C = 278$ К [4]. Тем не менее известно, что бинарное соединение B20 RhGe проявляет слабый ферромагнетизм ниже $T_m = 140$ К и переходит в сверхпроводящее состояние при $T_C = 4,5$ К [5].

Между тем для промежуточных составов $\text{Fe}_{1-x}\text{Rh}_x\text{Ge}$ $x \in [0,2-0,9]$ обнаружено внутреннее расщепление кристаллографического и магнитного состояний. Теоретический анализ стабильности двух обнаруженных фаз вместе с экспериментальными данными свидетельствуют, что структурное расщепление сохраняет общую пространственную группу и происходит в пределах одного кристаллита, а не является следствием кристаллизации соединений с близкими значениями содержания $\text{Rh}(\text{Fe})$ -концентрации. Другим результатом теоретического анализа является различие магнитных моментов двух различных кристаллографических фаз. Это свидетельствует о возможном сосуществовании в образце двух различных типов магнитного упорядочения. Что подтвердилось экспериментальными результатами. Измерения намагниченности $\text{Fe}_{1-x}\text{Rh}_x\text{Ge}$ выявили два магнитных фазовых перехода с температурой в широком диапазоне концентраций $x \in [0,2 - 0,9]$ (см. Рис. 1). Отсюда можно сделать вывод, что наблюдались два магнитных состояния с разными T_C : ферромагнитное состояние с высокотемпературным фазовым переходом и геликоидальное состояние с фазовым переходом, происходящим при более низких температурах. Геликоидальная природа магнитного порядка при низких температурах была независимо подтверждена экспериментальными данными МУРН.

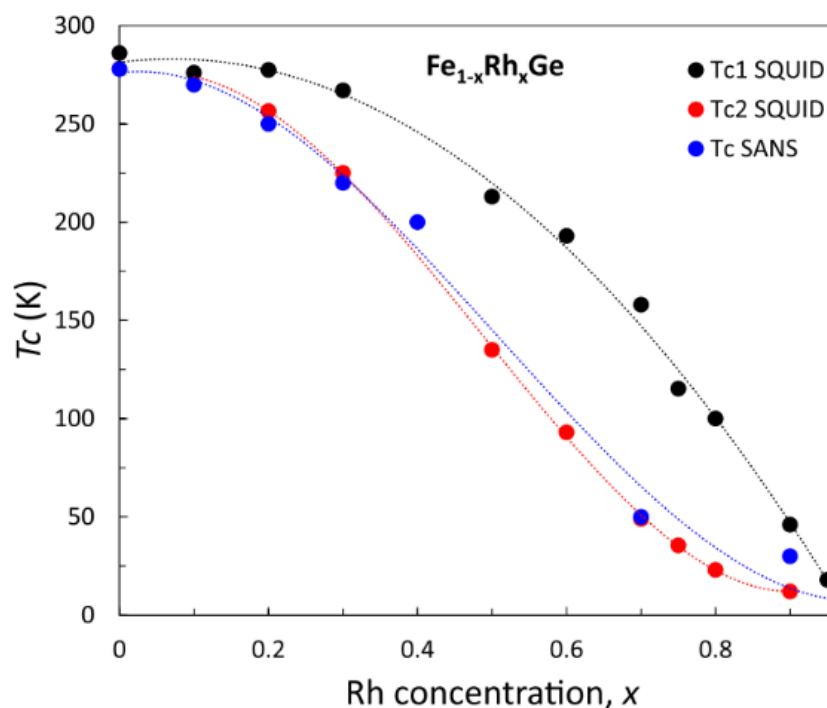


Рис.1 Зависимость критических температур в $\text{Fe}_{1-x}\text{Rh}_x\text{Ge}$ от концентрации Rh. Черные и красные точки – магнитометрия; синие точки – МУРН.

Авторы благодарят за поддержку Российский научный фонд (проект № 22-12-00008)

- [1] A.V. Tsvyashchenko, J. Less-Common Met. 99, L9 (1984).
- [2] I.E. Dzyaloshinskii, Zh. Eksp. Teor. Fiz. 46 1420 (1964).
- [3] P. Bak, M.H. Jensen, J. Phys. C13 L881 (1980).
- [4] B. Lebech, et. al., Journal of Physics: Condensed Matter **1**, 6105 (1989).
- [5] A.V. Tsvyashchenko et al., J. of All. and Comp., vol. 686, pp. 431–437 (2016).

Результаты исследований опубликованы: Journal of Alloys and Compounds “Split of the magnetic and crystallographic states in $\text{Fe}_{1-x}\text{Rh}_x\text{Ge}$ ” D.O. Skanchenko, E.V. Altynbaev, V.A. Sidorov, et al. // J. Alloys Compd. 2023. Vol. 935. P. 167943. DOI 10.1016/j.jallcom.2022.167943