

НИЗКОТЕМПЕРАТУРНЫЕ АНОМАЛИИ ЭЛЕКТРИЧЕСКИХ И МАГНИТНЫХ СВОЙСТВ В МОНОСУЛЬФИДЕ ВАНАДИЯ

Г. В. Лосева, Г. М. Мукоед, А. Г. Клименко, Н. И. Киселев

Моносульфид ванадия VS в области 800—900 К претерпевает два последовательных фазовых перехода, которые сопровождаются аномалиями электрических, магнитных и тепловых свойств. Это — структурный переход MnP—NiAs с удвоением периода решетки в базисной плоскости при $T_s \sim 850$ К и электронный с частичной диэлектризацией соединения при $T_c \sim 920$ К [1-3]. Расчеты поверхности Ферми высокотемпературной металлической NiAs фазы VS [3] и совокупность экспериментальных данных позволили рассмотреть высокотемпературные превращения в VS

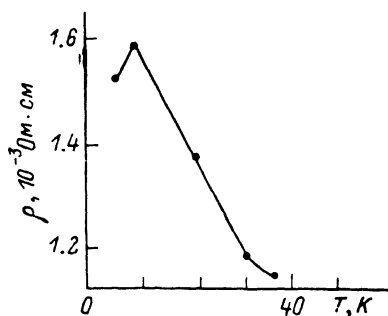
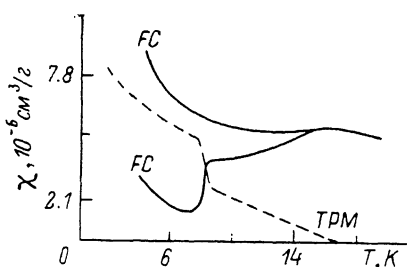


Рис. 1. Температурная зависимость магнитной восприимчивости отожженного образца VS.

Рис. 2. Температурная зависимость относительного сопротивления ρ/ρ_{300} К отожженного образца VS.

в рамках модели [4, 5] экситонного диэлектрика (ЭД) как переход в экситонное состояние с образованием волны зарядовой плотности (ВЗП) [1]. Представляло интерес изучение физических свойств VS как системы с электрон-дырочным спариванием в области низких температур.

В данной работе сообщаются результаты исследования магнитной восприимчивости и удельного электросопротивления поликристаллических образцов VS в области 4.2—50 К.

Эксперименты выполнены на керамических образцах, полученных методом вакуумированных кварцевых ампул из смеси порошков электролитического ванадия и серы чистоты 99.999 %, взятых в соотношении 50 ат. % ванадия и 50 ат. % серы. Дополнительно образцы прошли термообработку при 1000 °С в течение 3 ч. Фазовый анализ образцов проведен рентгенофлуоресцентным методом на установке «Спарк» с погрешностью ~5 %. Параметры решетки образцов определялись при 100, 200, 300 К на дифрактометре ДРОН-2 в Cu K_α -излучении. Магнитная восприимчивость измерена на СКВИД-магнитометре в статических полях до 130 Э, в интервале температур 4.2—30 К. Измерения электросопротивления проведены четырехзондовым потенциометрическим методом на постоянном токе в интервале 4.2—300 К.

Согласно данным рентгенофлуоресцентного анализа, примесных элементов в образцах не обнаружено. На рентгенограммах образцов VS присутствуют основные линии, соответствующие MnP-структуре VS, которая, согласно [2, 3], представляет собой искаженный вариант NiAs-решетки с удвоенным периодом. Параметры решетки образцов при комнатной температуре составляют $a=5.84$, $b=3.308$, $c=5.82$ Å, $a/b=1.77$

и в пределах точности измерений согласуются с данными [2]. MnP-структура в образцах сохраняется до 100 К.

На рис. 1 приведена температурная зависимость магнитной восприимчивости отожженного образца VS. В области 16—30 К магнитная восприимчивость описывается законом Кюри—Вейсса $\chi=C/(T-\theta)$, где $C=1.44 \cdot 10^{-4}$ см³·К/г — постоянная Кюри, $\theta=-10$ К — парамагнитная температура Кюри. Величина восприимчивости при 20 К равна $\sim 5 \times 10^{-6}$ см³/г. Магнитный момент в парамагнитной области составляет ~ 0.3 μ_B на грамм-молекулу VS. Поведение магнитной восприимчивости ниже 16 К зависит от того, как охлаждался образец от 300 до 4.2 К — в магнитном поле (FC) или без него (ZFC). FC-восприимчивость возрастает с понижением температуры, имея размытый максимум при $T_m \sim 16$ К. Температура максимума восприимчивости T_m при увеличении поля от 6.5 до 130 Э понижается от 16 до 14.5 К. Термоостаточная намагниченность (TRM) исчезает при T_m . В отличие от FC-восприимчивости ZFC-восприимчивость VS имеет дополнительно аномалию (скачок диамагнитного типа) при $T_p=8$ К. Величина удельного электросопротивления образца при 300 К $\rho=2 \cdot 10^{-3}$ Ом·см и практически совпадает с данными [2]. С понижением температуры сопротивление уменьшается незначительно, а затем возрастает с относительно резким падением в области аномалии магнитной восприимчивости (рис. 2). При термоциклировании скачок сопротивления смещается в область низких температур.

Из результатов эксперимента следует, что моносulfид ванадия в области низких температур ($T < 30$ К) имеет последовательность аномалий магнитной восприимчивости, сопровождаемых аномалией сопротивления. Практическое отсутствие локализованных магнитных моментов выше T_m , наличие максимума восприимчивости при температуре T_m , зависящей от величины магнитного поля, предполагают, что в VS ниже T_m формируется магнитоупорядоченное состояние зонного типа, например, типа волны спиновой плотности в модели ЭД [6, 7]. Частичный диамагнитный скачок восприимчивости в сочетании с резким падением электросопротивления, возможно, связан с возникновением сверхпроводящего спаривания электронов при наличии диэлектрического в ограниченной области температур. Возможность одновременного сосуществования сверхпроводящего и диэлектрического спариваний электронов в системах с электрон-дырочным спариванием рассмотрена в [4].

Авторы выражают благодарность А. Г. Петраковскому и С. Г. Овчинникову за полезные обсуждения и А. И. Круглику за помощь в проведении рентгеноструктурных исследований.

С п и с о к л и т е р а т у р ы

- [1] Лосева Г. В., Абрамова Г. М., Овчинников С. Г. // ФТТ. 1983. Т. 25. № 10. С. 3165—3167.
- [2] Franzen H. f., Wieggers G. A. / J. Sol. St. Chem. 1975. V. 13. P. 114—117.
- [3] Liu S. H. // Phys. Rev. B. 1974. V. 10. N 8. P. 6919—6925.
- [4] Копяев Ю. В. // Тр. ФИАН. 1975. Т. 86. С. 3—100.
- [5] Келдыш Л. В., Копяев Ю. В. // ФТТ. 1964. Т. 6. № 9. С. 2791—2799.
- [6] Куликов Н. И., Тугушев В. В. // УФН. 1984. Т. 144. № 4. С. 643—681.
- [7] Волков Б. А. // Тр. ФИАН. 1978. Т. 104. С. 3—57.

Институт физики им. Л. В. Киренского СО АН СССР
Красноярск

Поступило в Редакцию
6 марта 1989 г.