

## МАГНИТОСОПРОТИВЛЕНИЕ ВЫСОКОПРОВОДЯЩЕГО КОМПЛЕКСА $\text{TtT}_2\text{J}_3$

*Ю.С.Каримов, Г.И.Зверева, Э.Б.Ягубский*

Монокристаллы комплекса тетратиотетрацена (ТТТ) с йодом обладают положительным магнитосопротивлением, достигающим 45% при 1,43 К в поле 55 кэ. Эффект изотропен, пропорционален квадрату внешнего поля и обратно пропорционален квадрату температуры.

Недавно был описан комплекс  $\text{TtT}_2\text{J}_3$ , который имеет высокую проводимость на частоте  $10^{10}$  гц ( $\sigma_{300} \approx 10^3 \text{ ом}^{-1} \text{ см}^{-1}$ ) [1]. Характерной особенностью структуры этого комплекса является неупорядоченное

расположение атомов йода. Различные йодные цепочки, находящиеся между проводящими стопками ТТТ, не коррелируют друг с другом [1]. Структурный беспорядок может приводить к локализации электронных состояний квазиодномерной проводящей системы [2]. Для получения дополнительных сведений о механизме проводимости в настоящей работе изучена проводимость на постоянном токе и магнитосопротивление монокристаллов  $\text{TTT}_2\text{J}_3$ .

Кристаллы  $\text{TTT}_2\text{J}_3$  были получены при медленном охлаждении реакционного раствора в нитробензоле от  $100^\circ\text{C}$  до комнатной температуры в сосуде Дьюара. Соотношение исходных реагентов, взятых в реакцию,  $\text{J}/\text{TTT} = 1,7$ . Наиболее крупные кристаллы имели размеры  $10 \times 0,2 \times 0,1 \text{ мм}^3$ . Сопротивление образцов измерялось четырехконтактным методом. Контакты между медными проводниками и кристаллом выполнялись проводящей графитовой пастой, переходное сопротивление обычно составляло  $10 - 15 \text{ ом}$  и слабо зависело от температуры. Магнитное поле до  $55 \text{ кэ}$  создавалось сверхпроводящим соленоидом.

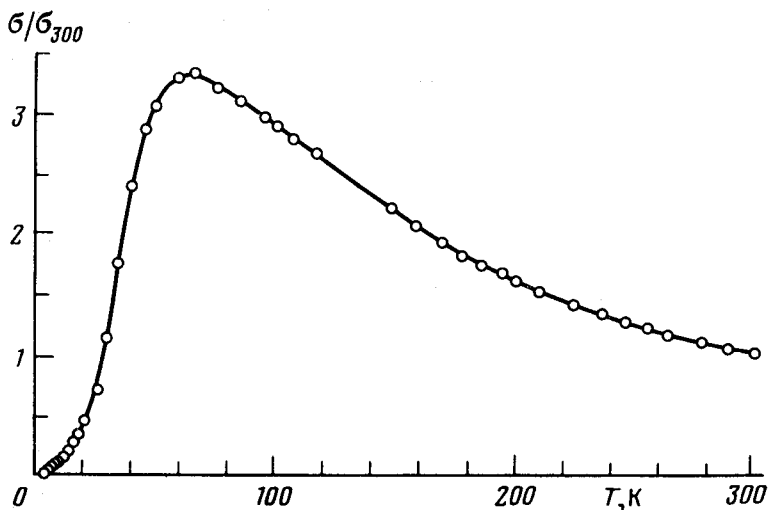


Рис. 1. Температурная зависимость проводимости  $\text{TTT}_2\text{J}_3$

Проводимость кристаллов вдоль длинной оси при комнатной температуре составляет  $1050 \pm 100 \text{ ом}^{-1} \cdot \text{см}^{-1}$ . С понижением температуры проводимость возрастает, проходя через широкий максимум в районе  $60\text{К}$ , так что  $\sigma_{\text{max}}/\sigma_{300} = 3,0 \div 3,7$  для разных кристаллов (рис. 1). Ниже  $50\text{К}$  начинается быстрое падение проводимости. Если температурную зависимость проводимости описывать обычным активационным процессом  $\sigma \sim \exp(-W/kT)$ , то энергия активации  $W$  будет зависеть от температуры. Она уменьшается от  $W/k = 95\text{К}$  при  $30\text{К}$  до  $W/k = 7\text{К}$  при  $2\text{К}$ . Наилучшее согласие наблюдается для зависимости  $W \sim T^{2/3}$ , тогда  $\sigma \sim \exp(-T_0/T)^{1/3}$ . Такой закон хорошо выполняется в температурном интервале  $1,4 - 25\text{К}$ , характеристическая температура  $T_0 = 1980\text{К}$ .

При температурах ниже  $10\text{К}$  сопротивление образцов увеличивается при наложении внешнего магнитного поля. Эффект возрастает при низ-

ких температурах (рис. 2), так что в поле 55 кэ при 1,43К величина  $\Delta\rho/\rho = (\rho(H) - \rho(0))/\rho(0)$  достигает 45%. Монокристаллы располагались как поперек, так и вдоль направления магнитного поля, при этом магнитосопротивление не зависело от ориентации образца. Наблюдаемое различие было существенно меньше, чем разброс в величине магнитосопротивления для разных монокристаллов.

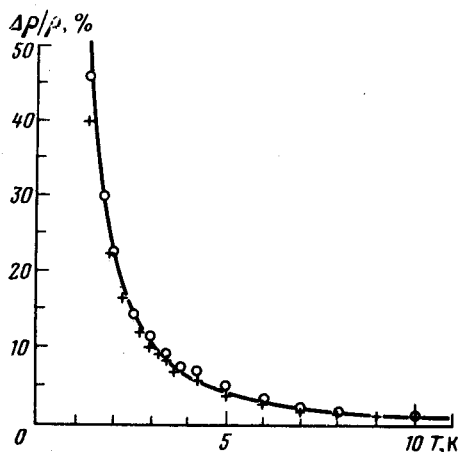


Рис. 2. Температурная зависимость магнитосопротивления двух кристаллов  $\text{TTT}_2\text{J}_3$  в поле 47,2 кэ

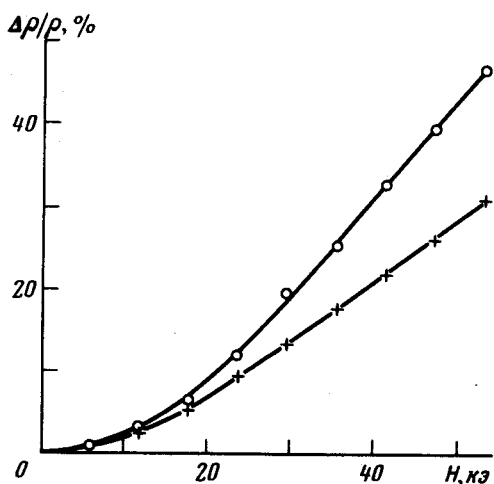


Рис. 3. Зависимость магнитосопротивления от поля двух кристаллов  $\text{TTT}_2\text{J}_3$ ,  $T = 1,43\text{K}$  (o — кристалл  $\sigma_{4,2\text{K}} = 21 \text{ ом}^{-1} \cdot \text{см}^{-1}$ ; + —  $\sigma_{4,2\text{K}} = 31 \text{ ом}^{-1} \cdot \text{см}^{-1}$ )

На рис. 3 приведена зависимость магнитосопротивления от магнитного поля при самой низкой температуре. В полях до 30 кэ наблюдается квадратичная зависимость  $\Delta\rho \sim H^2$ , а в более высоких полях  $\Delta\rho$  выходит на линейную зависимость от поля. При температурах  $T > 2\text{K}$ , где величина эффекта в поле 50 кэ меньше 20%, зависимость  $\Delta\rho \sim H^2$  сохраняется во всем интервале полей.

Различные кристаллы  $\text{TTT}_2\text{J}_3$ , полученные в одних и тех же условиях, имеют разную величину эффекта, максимальное различие достигает 40%. Такие кристаллы имеют также разную проводимость при низких температурах, так что величина  $\sigma_{4,2\text{K}}$  лежит в интервале  $10 \div 30 \text{ ом}^{-1} \cdot \text{см}^{-1}$ . При этом чем ниже проводимость, тем более высоким магнитосопротивлением обладают образцы.

Падение проводимости при низких температурах по всей видимости связано с локализацией проводящих электронов, а не с пайерлсовским переходом металл – диэлектрик, как это имеет место в известном комплексе ТТФ – ТЦХМ [3]. Такая локализация может возникать из-за структурного беспорядка, присущего  $\text{TTT}_2\text{J}_3$ . Следует также отметить, что ТТФ – ТЦХМ обладает отрицательным магнитосопротивлением [4] и имеет проводимость при 4,2К на 4 порядка ниже, чем комплекс  $\text{TTT}_2\text{J}_3$ . Все это свидетельствует о том, что характер электронных состояний в  $\text{TTT}_2\text{J}_3$  и ТТФ – ТЦХМ различен.

Если электронные состояния локализованы, то проводимость будет носить прыжковый характер, как это имеет место в большинстве других одномерных систем [5, 6]. Температурная зависимость проводимости подтверждает это предположение. При этом энергия  $W$  есть средний разброс энергетических уровней центров, по которым перемещается электрон [7]. Экспериментальные результаты можно описать, если допустить, что магнитное поле увеличивает разброс энергетических уровней центров:  $W(H) = W(0) + a\mu_0^2 H^2/kT$ , где  $a$  – константа. Величина магнитосопротивления при  $W > a\mu_0^2 H^2/kT$ :  $\Delta\rho/\rho = a(\mu_0 H/kT)^2$ . Такая зависимость хорошо описывает наши результаты: проведенная на рис. 2 кривая соответствует  $a = 0,094$ . Однако обосновать сделанное предположение в рамках теории прыжковой проводимости весьма трудно.

В заключение выражаем глубокую благодарность И.Ф.Шеголеву и Э.И.Рашба за полезное обсуждение.

Институт химической физики  
Академии наук СССР

Поступила в редакцию  
31 января 1977 г.

### Литература

- [1] L.I.Buravov, G.I.Zvereva, V.F.Kaminskii, L.P.Rosenberg, M.L.Khidelkel, R.P.Shibaeva, I.F.Shchegolev, E.B.Yagubskii. Chem. Comm., 720, 1976.
- [2] I.F.Shchegolev. Phys. Stat. Sol. (a) 12, 9, 1972.
- [3] F.Dehoyer, R.Comes, A.F.Garito, A.J.Heeger. Phys. Rev. Lett., 35, 445, 1975.
- [4] T.Tiedje, J.F.Carolan, A.J.Berlinsky. Can. J. Phys., 53, 1593, 1975.
- [5] A.N.Bloch, R.B.Weisman, C.M.Varma. Phys. Rev. Lett., 28, 753, 1972.
- [6] А.А.Гоголин, В.И.Мельников, Э.И.Рашба. ЖЭТФ, 69, 327, 1975.
- [7] Н.Мотт, Э.Дэвис. Электронные процессы в некристаллических веществах. М., изд. Мир, 1974.