

УД К 538.945

Д.В. Денисов 6 курс (СПбГПУ) ФТФ кафедры ФТТ
К.Д. Цэндин д.ф.-м.н., внс., ФТИ им. А.Ф. Иоффе РАН

О ПСЕВДОЩЕЛЕВЫХ ОСОБЕННОСТЯХ В ВТСП СИСТЕМАХ YBaCuO

В работе рассматривается модель U-минус центров и ее применимость для описания различных процессов, происходящих в высокотемпературных сверхпроводниках.

Одно из основных предположений данной модели заключается в том, что в веществе выше точки сверхпроводящего перехода (T_c) уже существуют электроны, связанные в пары. При T_c происходит только конденсация этих пар: они переходят в когерентное состояние, что приводит к сверхпроводимости.

Модель U-минус центров была применена для объяснения сверхпроводимости в высокотемпературных сверхпроводниках типа $Y_1Ba_2Cu_3O_7$ (а также для ВТСП на основе купратов вообще). С её помощью удалось дать правильную оценку T_c , а также объяснить куполообразную зависимость T_c от содержания кислорода в ВТСП [1]. Дальнейшее использование модели U-минус центров позволило проанализировать возможность изменения температуры сверхпроводящего перехода путем замещения атомов кислорода в ВТСП на атомы халькогенов. Исследовано поведение температуры сверхпроводящего перехода при частичной и полной замене атомов. Показано, что возможна ситуация, когда температура сверхпроводящего перехода возрастет на 20-30 градусов [2].

В настоящее время в физике ВТСП существует проблема так называемой псевдощели. Выражается это в том, при понижении температуры ВТСП ниже T^* ($T^* > T_c$) в энергетическом спектре материала возникает щель, однако эффекта сверхпроводимости не возникает. Модель U-минус центров была применена для объяснения данного феномена. Был проведен анализ поведения удельного сопротивления недодопированных образцов $Y_1Ba_2Cu_3O_x$ ($x=6.4\dots6.7$) при температурах выше критической $T > T_c$, то есть когда образцы находятся в нормальном, несверхпроводящем состоянии. Показано, что модель U-минус центров правильно описывает переход при $T \approx T^*$ из состояния с металлической в состояние с полупроводниковой проводимостью, происходящий при понижении температуры (T^* обычно лежит на несколько градусов выше T_c). В этой модели состояние с так называемой "псевдощелью" трактуется как состояние, в котором уровень Ферми, закрепленный посередине между состояниями U-минус центров, лежит над верхом валентной зоны на расстоянии порядка T^* , то есть нескольких мЭв [3]. При температурах выше T^* будет происходить тепловое "замывание" щели, то есть материал ведет себя как металл, а сама щель перестает наблюдаться экспериментальными методами.

Так как полученные с помощью модели U-минус центров теоретические данные хорошо согласуются с экспериментальными, то возможно расширить применимость рассматриваемой модели для всех ВТСП на основе купратов (а не только для YBaCuO).

ЛИТЕРАТУРА:

1. K.D. Tsendin, B.P. Popov, Negative-U centers model of high- T_c superconductivity in metal oxides. Supercond. Sci. Technol. V.12, N5, p.255, 1999.
2. K.D. Tsendin, D.V. Denisov, Journal of Optoelectronics and Advanced Materials, 3, 549 (2001).
3. K.D. Tsendin, D.V. Denisov, Semiconducting conduction in underdoped YBaCuO system – the problem of the 'pseudo-gap', Supercond. Sci. Technol. V15 №1-5, 2002.