

Особенности колебательных спектров многослойных кристаллических структур типа ВТСП

И.А. Господарев, В.И. Гришаев, Е.С. Сыркин, С.Б. Феодосьев
Физико-технический институт низких температур им. Б.И. Веркина НАН Украины,
пр. Ленина, 47, 61103, Харьков, Украина.

Роль фононов в механизме высокотемпературной сверхпроводимости остается до сих пор до конца невыясненной. С одной стороны, обычно применяемые для металлических (низкотемпературных) сверхпроводников прямые экспериментальные методы обнаружения вклада фононов в куперовское спаривание не дают результата, однозначно такой вклад подтверждающего. Отметим однако, что обычная трактовка таких экспериментов апеллирует как правило к модели «дебаевских фононов», вполне адекватно описывающей решеточные возбуждения в металлических сверхпроводниках при температурах ниже критической, но совершенно непригодной для описания колебательного спектра сложных многослойных структур, каковыми являются большинство высокотемпературных сверхпроводников. С другой стороны при столь высоких (для фононов) температурах колебания решетки должны сильно мешать куперовскому спариванию, разрушая куперовские пары, если механизм содействия фононов этому процессу действительно отсутствует.

Для большинства ВТСП, к которым относятся соединения с достаточно высокой (азотной и выше) температурой сверхпроводящего перехода ($YBaCuO$, ВТСП на основе таллия и висмута) присуща сложная кристаллическая структура, период решетки которой вдоль одного из кристаллографических направлений (вдоль оси c) существенно превышает характерный радиус межатомного взаимодействия. Это обстоятельство ставит такие многослойные структуры как бы в «промежуточное» положение между кристаллическими и неупорядоченными системами. Как показали наши расчеты [1,2] фононным спектрам таких многослойных соединений и в отсутствие каких-либо дефектов присущи квазилокализованные состояния – малодисперсионные моды, обусловленные малостью периода обратной решетки. Заметим, что практически у всех ВТСП характерная дебаевская частота значительно превышает максимальную частоту собственно акустической зоны. Кроме того, в таких структурах крайне ослаблено влияние на колебательные характеристики дальнего порядка в расположении атомов. Поэтому в ВТСП-соединениях, таких например как $YBaCuO$, при малой анизотропии упругих модулей, весьма существенно проявляется анизотропия в межатомном взаимодействии близких соседей, что приводит к квазидвумерному распространению

колебаний, порождаемых смещениями большинства атомов, только плоскость такого распространения от атома к атому меняется.

Предлагаемая работа содержит анализ локализации и распространения колебаний, порождаемых одновременным смещением нескольких атомов в таких многослойных структурах, в частности, соответствующих эффектам, наблюдаемым экспериментально оптическими методами (рамановская и ИК-спектроскопия).

1. A.M. Kosevich, E.S. Syrkin, S.B. Feodosyev, *Phys. Lett.*, A 167, 94 (1992).

2. S.B. Feodosyev, I.A. Gospodarev, A.M. Kosevich, E.S. Syrkin, *Phys. Low-Dim. Str.* 9/10, 209 (1995).