

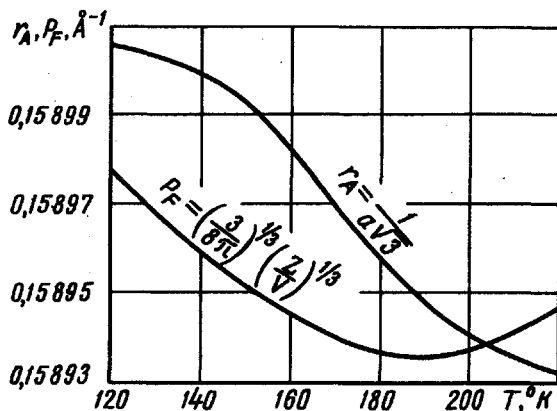
К ВОПРОСУ ОБ АНОМАЛИЯХ ЭЛЕКТРОННЫХ СВОЙСТВ РЕДКОЗЕМЕЛЬНЫХ МЕТАЛЛОВ

М.И.Казанов, В.А.Финкель

В работах по изучению кристаллической структуры редкоземельных металлов – гадолиния [1], тербия [2] и диспрозия [3] – в магнитоупорядоченном состоянии на кривых температурной зависимости атомного объема обнаружены максимумы ($T_{\max} \sim 200^\circ\text{K}$ для Gd, 210°K для Tb и 145°K для Dy), связанные с различной температурной зависимостью периодов гексагональных плотноупакованных решеток ($da/dT > 0$, $dc/dT < 0$) в ферромагнитной (Gd, Tb) или антиферромагнитной (Dy) области. Приблизительно при тех же температурах наблюдались аномалии различных физических свойств [4]: удельной намагниченности, электросопротивления, термо ЭДС и др. Цель нашей заметки – обратить внимание на то, что аномалии физических свойств редкоземельных металлов в T_{\max} могут быть следствием изменения топологии ферми-поверхности [5,6], происходящего в результате пересечения ее границ первой зоны Бриллюэна. В данном случае изменение размеров зоны Бриллюэна происходит не за счет приложения давления (как рас-

смотрено в [5]), а из-за аномальной тепловой деформации решетки.

Если для простоты ограничиться изотропным законом дисперсии, то легко убедиться, что при немонотонной температурной зависимости атомного объема ($V = a^2 c \sqrt{3}/H$) может иметь место ситуация, изображенная на рисунке, когда кратчайшее расстояние от центра до границ зоны ($r_A = 1/\sigma\sqrt{3}$) равно в T_{\max} (или вблизи T_{\max}) радиусу поверхности Ферми ($P_F = (3/8\pi)^{1/3}(Z/V)^{1/3}$, где Z — число электронов в зоне). Оценка Z из условия $r_A = P_F$ (например, 1,11 для гадолиния) близка к значению Z (1,15), полученному по формуле Джонса [7] для числа электронов в первой зоне Бриллюэна.



Температурная зависимость радиуса поверхности Ферми P_F и кратчайшего расстояния до границ первой зоны Бриллюэна r_A для гадолиния.

Ясно, что сравнительно высокотемпературные характеристики металла определяются не только электронами с ферми-поверхности, но и электронами, энергия которых отличается на величину порядка kT . Это приводит к значительному сглаживанию аномалий, действительно наблюдаемому в эксперименте (вблизи T_{\max} все перечисленные выше величины имеют очень размытый экстремум [4]).

Для проверки сделанного предположения желательным было бы обнаружить металлы, у которых подобная аномалия наблюдается при низких температурах. Возможно, это имеет место у гольмия, эрбия и тулия. В случае справедливости высказанной здесь точки зрения аномалии должны обостриться. Кроме того, наблюдение аномалий при низких температурах позволило бы непосредственно исследовать топологию ферми-поверхности.

Литература

- [1] В.В.Воробьев, Ю.Н.Смирнов, В.А.Финкель. ЖЭТФ, 49, 1774, 1965.
- [2] В.А.Финкель, Ю.Н.Смирнов, В.В.Воробьев. ЖЭТФ, 51, 32, 1966.
- [3] В.А.Финкель, В.В.Воробьев. ЖЭТФ, 51, 786, 1966.
- [4] К.П.Белов, Р.З.Левитин, С.А.Никитин. УФН, 82, 449, 1964; К.П.Белов, М.А.Белянчикова, Р.З.Левитин, С.А.Никитин. Редкоземельные ферро- и антиферромагнетики. Изд-во "Наука", М., 1965.
- [5] И.М.Лифшиц. ЖЭТФ, 38, 1569, 1960.
- [6] И.Е.Дзялошинский. ЖЭТФ, 47, 336, 1964.
- [7] H.Jones. Proc. Roy. Soc., 147A, 396, 1934.