

Академик АН УССР А. А. ГАЛКИН, Е. П. ДЕГТЯРЬ,
С. Е. ЖЕВАГО, А. И. ПОПОВИЧ

ПОВЕРХНОСТЬ ФЕРМИ МЫШЬЯКА ПОД ДАВЛЕНИЕМ

В экспериментальных методах по изучению электронных свойств металлов с успехом применяется техника высоких давлений.

В нашей работе впервые изучено поведение гигантских квантовых осцилляций (г.к.о.) и обычных квантовых осцилляций поглощения ультразвуковых волн в мышьяке при различных давлениях. Г.к.о. в мышьяке реализуются на тонких γ -перешейках дырочной Ферми-поверхности, предложенной П. Лином и Л. Фаликовым (¹) (рис. 1).

Под влиянием высокого давления можно ожидать резкого изменения топологии тонких перешейков.

Продольный ультразвук частотой $f = 200$ МГц распространялся вдоль тригональной оси монокристаллов As чистоты 99,999%. Направление магнитного поля H совпадало с волновым вектором q . Для измерения коэффициента поглощения звука при температуре $1,6^\circ$ К применялась импульсная ультразвуковая методика, а получение высокого давления было аналогично методике, описанной в (²). Давление при низких температурах измерялось индиевым сверхпроводящим манометром с использованием данных по разрушению сверхпроводимости магнитным полем (³). Воспроизводимость полученных результатов проверялась на различных образцах при последовательности измерений: нулевое давление — давление — нулевое давление.

Осцилляционный характер коэффициента поглощения звука в магнитном поле и зависимость периодов наблюдаемых осцилляций от давления показаны на рис. 2 и 3 соответственно.

Квантовые осцилляции поглощения ультразвука (рис. 2) в диапазоне магнитных полей 30—40 кэ соответствуют экстремальным, поперечным к полю H сечениям α -участков Ферми-поверхности. Значение периода $\Delta_\alpha(H^{-1}) = 5,33 \cdot 10^{-7}$ э⁻¹ совпадает с данными работ (⁴, ⁵) и не изменяется в пределах ошибки $\pm 3\%$ до давления 6 кбар.

Г.к.о., отвечающие за экстремальную, поперечную к полю H , площадь γ -перешейков дырочной поверхности, дают при нулевом давлении период $\Delta_\gamma(H^{-1}) = 3,71 \cdot 10^{-8}$ э⁻¹, который почти не меняется в пределах ошибки $\pm 3\%$ до давления 2 кбар. При давлении порядка 2,5 кбар строгая периодичность г.к.о. в обратном поле нарушилась, что затруднило вычисление периода. Оценка этого периода дает уменьшение площади поперечного сечения примерно на 15%. При давлении ~ 3 кбар гигантские квантовые осцилляции исчезают, что можно понимать как разрыв γ -перешейков, соеди-

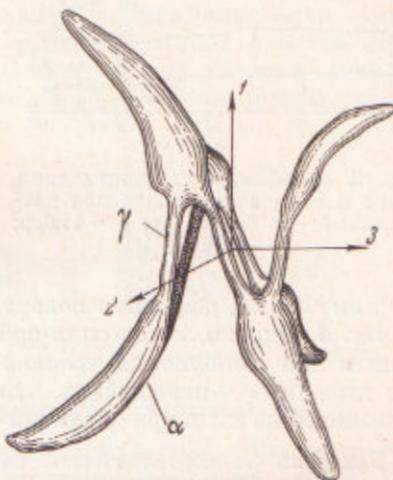


Рис. 1. Дырочная поверхность Ферми мышьяка. 1 — тригональная, 2 — бинарная, 3 — бисекторная ось

няющих α -участки дырочной Ферми-поверхности, т. е. как фазовый переход 2,5 рода, теоретически рассмотренный в работе (6).

Как показал С. Голин (7), наличие дырочных перешейков Ферми-поверхности мышьяка связано с вырождением зонной структуры. Это вырождение может быть снято спин-орбитальным взаимодействием. Пока энергия спин-орбитального расщепления $\lambda \ll 2(E - E_F)$, где E — энергия вырождения, а E_F —

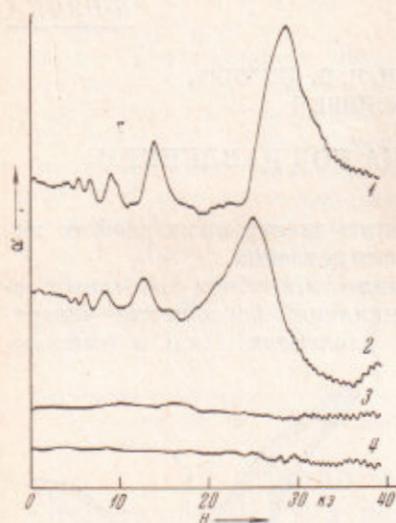


Рис. 2. Коэффициент поглощения звука α в магнитном поле при давлениях: 1 — 0; 2 — 2 кбар; 3 — 4 кбар; 4 — 6 кбар

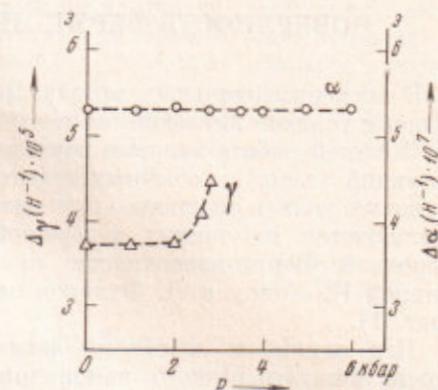


Рис. 3. Зависимость периодов осцилляций коэффициента поглощения звука от давления

энергия Ферми, дырочная поверхность Ферми сохраняет вид, показанный на рис. 1. Однако, когда спин-орбитальное расщепление становится достаточным для выполнения условия $\lambda < 2(E_0 - E_F)$, происходит исчезновение дырочных γ -перешейков, что экспериментально обнаружено нами по исчезновению г.к.о. при давлении свыше 3 кбар.

Донецкий физико-технический институт
Академии наук УССР

Поступило
28 IX 1970

ЦИТИРОВАННАЯ ЛИТЕРАТУРА

- ¹ P. J. Lin, L. M. Falicov, Phys. Rev., 142, 441 (1966). ² Е. С. Ицкевич и др., Приборы и техн. эксп., 6, 161 (1966). ³ Н. Б. Брандт, Н. И. Гинзбург, УФН, 98, в. 1, 95 (1969). ⁴ Y. Shapira, S. J. Williamson, Physics Letters, 14, № 2, 73 (1965). ⁵ Conrad Miziumski, A. W. Lawson, Phys. Rev., 180, 749 (1969). ⁶ И. М. Лифшиц, ЖЭТФ, 38, 1569 (1960). ⁷ Stuart Golin, Phys. Rev., 188, 1154 (1969).