

## О НАБЛЮДЕНИИ НЕЭКСТРЕМАЛЬНЫХ СЕЧЕНИЙ ПОВЕРХНОСТИ ФЕРМИ В РАЗМЕРНО-КВАНТОВАННЫХ ПЛЕНКАХ ВИСМУТА

*Е.П.Фесенко, В.Н.Луцкий*

В работе [1] нами был предложен метод исследования топологии ферми-поверхности твердых тел с помощью квантового размерного эффекта при наложении квантующего магнитного поля. Было показано, что используя модель пленки в виде бесконечной потенциальной ямы с плоским дном, можно получить немонотонную часть термодинамического потенциала, содержащую осциллирующие члены, период которых по обратному магнитному полю равен

$$\Delta(H^{-1}) = \frac{\pi h}{cS(n, \mathcal{E}_F)}, \quad (1)$$

где  $S(n, \mathcal{E}_F)$  — площадь сечения ферми-поверхности, соответствующая  $n$ -ной размерной зоне. Таким образом, при наложении квантующего магнитного поля в направлении перпендикулярном плоскости пленки, каждое из разрешенных размерным квантованием сечений будет играть роль экстремального. Это позволяет в пленке, в отличие от массивных образцов, наблюдать неэкстремальные сечения и, в принципе, восстановить форму поверхности Ферми исследуемого материала.

В настоящей работе приводятся результаты измерения дифференциального магнетосопротивления пленок висмута толщиной  $\sim 1000 + 3000 \text{ \AA}$  в магнитном поле, направленном перпендикулярно плоскости пленки (вдоль тригональной оси кристалла) при  $4,2^\circ\text{K}$ .

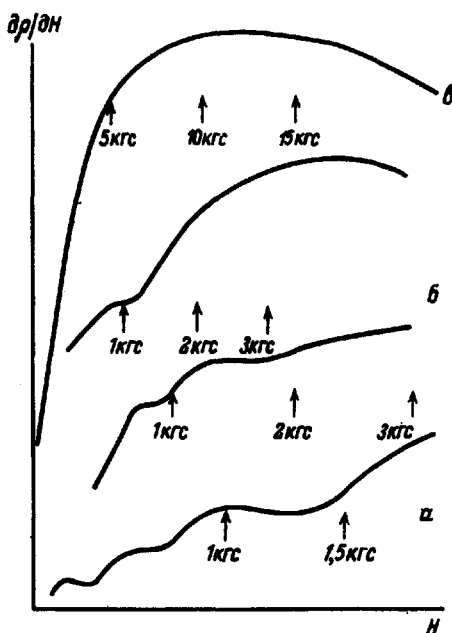
Наблюдаются три характерных типа кривых: 1) осциллирующая зависимость  $\partial\rho/\partial H = f(H)$ , ( $d = 1200 \text{ \AA}$ ) рис. 1, а; 2) кривые с одной или двумя особенностями ( $d = 1100$  и  $900 \text{ \AA}$ ) рис. 1, б; 3) кривые, характеризующие монотонное изменение магнетосопротивления ( $d = 1700 \text{ \AA}$ ) рис. 1, в (масштабы кривых различны).

Период наблюдаемых осцилляций дифференциального магнетосопротивления лежит в пределах  $10^{-3} + 10^{-4} \text{ c}^{-1}$ . В массивных образцах при той же ориентации поля осцилляции с таким большим периодом не наблюдаются.

Площадь электронного экстремального сечения в массивном висмуте соответствует периоду  $1,2 \cdot 10^{-5} \text{ с}^{-1}$  [2].

Наличие низкочастотных осцилляций в тонких пленках и их отсутствие в массивном материале находятся в полном согласии с выводами работы [1].

Низкочастотные осцилляции наблюдаются в относительно слабых полях ( $500 + 5000 \text{ с}$ ), для которых не выполняется критерий сильного поля  $\mu H \gg 1$  ( $\mu \sim 20000 \text{ см}^2/\text{в.сек}$  при  $d \sim 2000 \text{ \AA}$ ). Приведенный факт можно объяснить следующим образом.



Пленки висмута представляют собой мозаичный монокристалл со средним размером кристаллитов  $\sim 5 \text{ мк}$ . Естественно предположить, что рассеяние носителей тока в основном происходит на границах кристаллитов. В этом случае условия квантования в магнитном поле будут определяться соотношением между диаметром орбиты и размерами кристаллитов, т.е. будут различными для электронов, принадлежащих различным размерным зонам. Это обстоятельство объясняет наличие низкочастотных и отсутствие высокочастотных осцилляций в "слабых" полях.

Кривые рис. 1, б относятся к случаю, когда в пределах одной размерной зоны (соответствующей малому сечению) под уровнем Ферми находится только один или два уровня Ландау.

И, наконец, кривые рис. 1, *в* характеризуются такой толщиной пленки, когда малое сечение поверхности Ферми отсутствует, а сечение большой площади не проявляется в силу невыгодного соотношения между поперечником орбиты и размером кристаллитов.

Отметим, что результаты измерений зависимости  $\partial^2\rho/\partial H^2(H)$  полностью коррелируют с приведенными данными и, кроме того, позволяют наблюдать в ряде случаев одновременно два неэкстремальных сечения, площади которых отличаются в  $\sim 4 + 10$  раз.

Авторы искренне признательны М.И.Елинсону за постоянный интерес к работе, Н.Б.Брандту и Я.Г.Пономареву за обсуждение результатов и С.В.Новикову за помощь в проведении экспериментов.

Институт  
радиотехники и электроники  
Академии наук СССР

Поступило в редакцию  
2 декабря 1968 г.

#### Литература

- [1] В.Н.Луцкий, Е.П.Фесенко. ФТТ, 10, 12, 1968. (см. также тезисы доклада XIV Всесоюзного Сопещания по физике низких температур, г.Харьков, июнь 1967 г.)
- [2] L.S.Lerner. Phys. Rev., 127, 1480, 1962.