

ФОКУСИРОВКА ЭЛЕКТРОНОВ В МЕТАЛЛЕ ПОПЕРЕЧНЫМ МАГНИТНЫМ ПОЛЕМ

В. С. Цой

При помощи микроконтактной техники обнаружена фокусировка электронов в висмуте поперечным однородным магнитным полем. Наблюдена фокусировка в кратных полях.

Шарвин предложил [1] и осуществил с сотрудниками [2, 3] эксперимент по созданию и наблюдению в металле с большой длиной свободного пробега пучков электронов, исходящих из определенной точки образца и сфокусированных продольным магнитным полем в другую точку образца.

Представляет интерес фокусировка электронов в поперечном однородном магнитном поле. Используемая для этой цели схема опыта показана на рис. 1. К монокристаллической висмутовой пластине M толщиной 2 мм, у которой $C_3 \perp$ поверхности, приваривались два тонких острия B и C из медной проволоки $\phi 0,1$ мм. Расстояние между остриями $L \approx 0,15$ мм, диаметр контактов порядка микрона. В цепи острия B про-

пускался ток в 500 мка . Разность напряжений U между острием C и периферийной точкой образца регистрировалась гальванометрическим усилителем V и самописцем. Образец был помещен в магнитное поле H , которое можно было изменять по величине и вращать в плоскости образца.

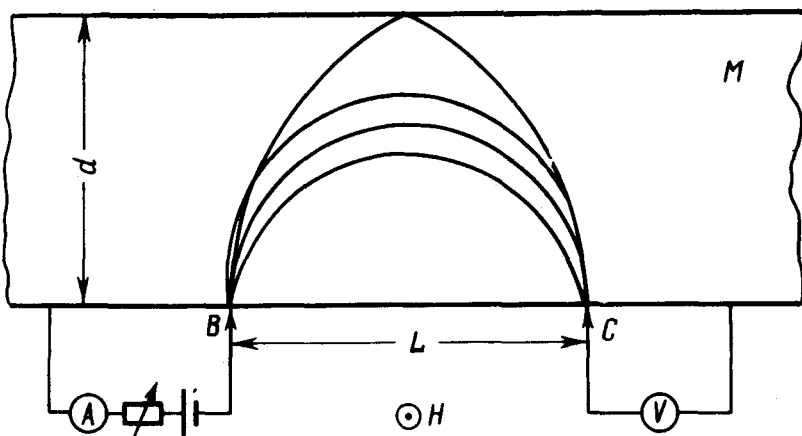


Рис 1 Схема эксперимента

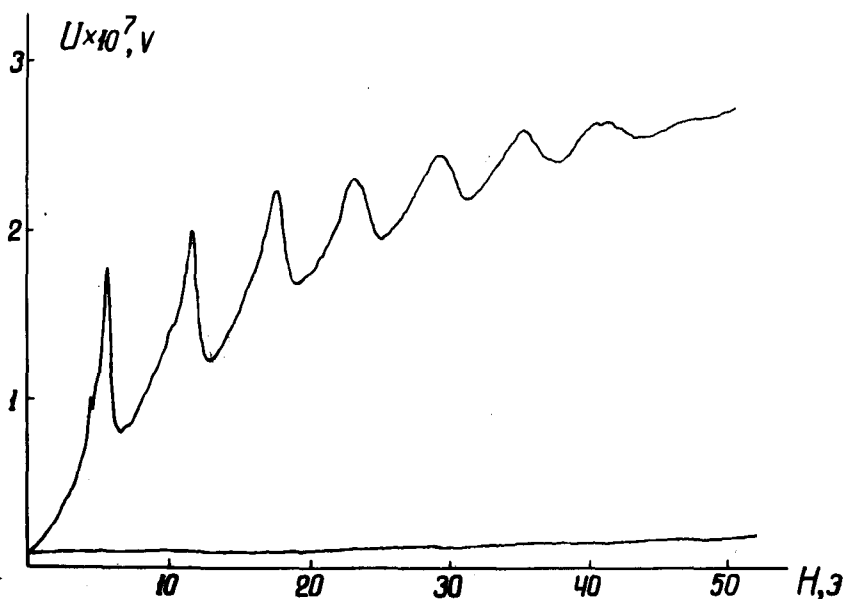


Рис 2 Зависимость $U(H)$

Если отрезок BC не перпендикулярен C_1 , U монотонно возрастает с увеличением H . При $BC \perp C_1$ зависимость $U(H)$ представлена на рис. 2. Пик напряжения в поле $\approx 6 \text{ э}$ может быть объяснен фокусировкой электронов цилиндрической части "эллипсоида", направление большей главной полуоси которого перпендикулярно AB . Величина поля H^* в максимуме $U(H)$ согласуется с вычисленным значением по известным пара-

метрам электронного "эллипсоида". При отклонении \mathbf{H} от нормали к BC на угол ϕ $H(\phi) = H_{\phi=0} \operatorname{cosec} \phi$. При $\mathbf{H} \perp BC$, но направленным таким образом, что траектории электронов, вылетающих из контакта B , закручиваются от C , эффект пропадает (см. нижнюю кривую рис. 2). Изменение направления тока через острие B меняет знак U , а на форму кривой не влияет. Амплитуда пика U при $H = H^*$ в $\sim 10^4$ раз меньше напряжения на контакте B , что находится в согласии с оценками эффекта, подобными приведенным в [1]. При понижении температуры от 4,2 до 1,7°К амплитуда пика увеличивалась на $\sim 50\%$.

Возникновение пиков в кратных полях $2H^*$, $3H^*$, ... (см. рис. 2) возможно по двум причинам. 1) Вследствие возникновения цепочки всплесков. При поле $2H^*$, например, на расстоянии $L/2$ от B из-за фокусировки электронов возникает всплеск напряжения, служащий ускоряющим потенциалом для электронов, фокусируемых в C . Аналогично случай $3H^*$ и т. д. 2) Зеркальность отражения электронов, падающих на поверхность образца под углом близким к 90° , должна приводить к фокусировке при $H = 2H^*$, $3H^*$, ... Так как после протравливания образца амплитуда пиков U резко спадала с возрастанием номера пика и осцилляции U практически пропадали при $H > 3H^*$, можно утверждать, что определяющим условием существования пиков в кратных полях является зеркальность отражения электронов. Полагая амплитуду n -го пика $A_n = A_1 q^{n-1}$ (q — коэффициент зеркальности), для случая, представленного на рис. 2, получим $q \approx 0,75$.

Исследование наблюдаемого эффекта может дать сведения об экстремальных размерах ферми-поверхности, величине свободного пробега и его зависимости от температуры и энергии электронов, коэффициенте зеркальности отражения электронов поверхностью образца (измерения в кратных полях и при $d \lesssim L$).

Я благодарен Ю.В.Шарвину и В.Ф.Гантмахеру за полезные советы по экспериментальной технике.

Институт физики твердого тела
Академии наук СССР

Поступила в редакцию
10 декабря 1973 г.

Литература

- [1] Ю.В.Шарвин. ЖЭТФ, 48, 984, 1965.
- [2] Ю.В.Шарвин, Л.М.Фишер. Письма в ЖЭТФ, 1, 5, 54, 1965.
- [3] Ю.В.Шарвин, Н.И.Богатина. ЖЭТФ, 56, 772, 1969.