

А. А. ГАЛКИН и Б. Г. ЛАЗАРЕВ

О НЕКОТОРЫХ ДЕТАЛЯХ СВЕРХПРОВОДЯЩЕГО ПЕРЕХОДА

(Представлено академиком С. И. Вавиловым 18 VI 1948)

Принято считать, что переход однородного металла из нормального состояния в сверхпроводящее при понижении температуры происходит либо скачком (т. е. в очень узком интервале температуры), либо плавным уменьшением сопротивления до нуля.

При осциллографировании сверхпроводящего перехода была замечена аномалия в переходе из одного состояния в другое. Сверхпроводимость в этих измерениях разрушалась токами звуковых частот, разность потенциалов на образце наблюдалась катодным осциллографом. При весьма медленном понижении температуры ($0,001^\circ$ за несколько минут) сначала наблюдалось, как и следовало ожидать, появление сверхпроводящего состояния. Однако, при дальнейшем понижении температуры сопротивление образца восстанавливалось. Область существования этого состояния очень узка ($\sim 2 \cdot 10^{-40}$), и при понижении или повышении температуры оно исчезает, переходя в сверхпроводящее. Благодаря безинерционности осциллографа удается наблюдать это состояние достаточно длительное время. При повторных понижениях и повышениях температуры картина воспроизводится.

Для проверки того, что наблюдаемое явление не вызывается ошибками измерений на токах звуковых частот, были проведены детальные исследования кривой сверхпроводящего перехода олова при малом измерительном постоянном токе. Применялись образцы, изготовленные из монокристаллической проволоки диаметром $\approx 0,03-0,05$ мм.

Гальванометром Молля с периодом 1,3 сек. измерялась разность потенциалов на образце при медленном непрерывном понижении температуры. Через образцы пропускались токи от 0,3 до 20 мА.

Ниже приведены предварительные результаты этих исследований.

Измерения кривой перехода подтвердили результаты, указанные выше, с выявлением дополнительных деталей. Оказалось, что при непрерывном охлаждении сопротивление образца несколько раз (при малом токе 2—3 раза) падает до нуля и вновь возвращается до нормального. Число возвратов к нормальному состоянию растет с увеличением силы пропускаемого тока при одновременном расширении интервала перехода. Ширина каждого «пика» сопротивления 10^{-40} и меньше. Изменение скорости понижения температуры в несколько раз не меняет характера явления.

При нагревании измерение температуры не производилось, но качественно картина остается прежней.

Магнитное поле влияет на эффект различно, в зависимости от того, направлено ли оно вдоль образца или перпендикулярно к нему. Температурные кривые перехода в продольном магнитном поле утрачивают описанный характер и становятся ступенчатыми.

В поперечном магнитном поле на общем растянутом по температуре спаде сопротивления появляется большое число пиков, которые из-за их многочисленности, повидимому, не все разрешаются гальванометром.

На образце деформированном (закрученном несколько раз около оси) явление сохраняется, но число пиков больше, а высота их меньше.

Качественно та же картина наблюдалась на образце тантала.

По поводу наблюдаемых явлений можно привести следующие соображения:

1. Эффект не может быть объяснен колебаниями температуры и тока. Это следует из того обстоятельства, что одно из «нормальных» состояний может быть удержано длительное время. Кроме того, такая возможность объяснения исключается экспериментом в продольном магнитном поле.

2. Объяснение явления колебанием сопротивления вследствие нагревания и охлаждения благодаря магнето-калорическому эффекту при переходах из состояния в состояние трудно связать с результатами измерения в продольном поле — в этом случае магнето-калорический эффект должен бы быть большим.

3. Явление, возможно, имеет связь с «overshoot» — эффектом Сильсби, Скотта и Брикведа (1). Эти авторы наблюдали у тантала и олова (главным образом у первого) при пропускании больших токов зависимость сопротивления от времени и пикообразный характер кривой перехода для тантала, если разрушение сверхпроводимости производилось поперечным полем или нагреванием. Этот эффект отсутствовал при охлаждении.

4. На явления влияет деформация; при этом деформированный образец можно описывать как ряд сверхпроводников с несколько отличными свойствами. Это совместимо с увеличением числа пиков и с их высотой у такого образца.

5. Возможно, что наблюдаемые эффекты связаны с неустойчивостью зародышей сверхпроводящей фазы вблизи температуры перехода. Может быть, эффекты отражают новые свойства сверхпроводника.

В заключение авторы приносят благодарность Я. С. Кан и А. И. Судовцову за помощь в измерениях.

Физико-технический институт
Академии Наук УССР

Поступило
19 II 1948

ЦИТИРОВАННАЯ ЛИТЕРАТУРА

¹ F. B. Silsbee, F. G. Brickwedde and R. B. Scott, J. Res. NBS. 18, 295 (1937).