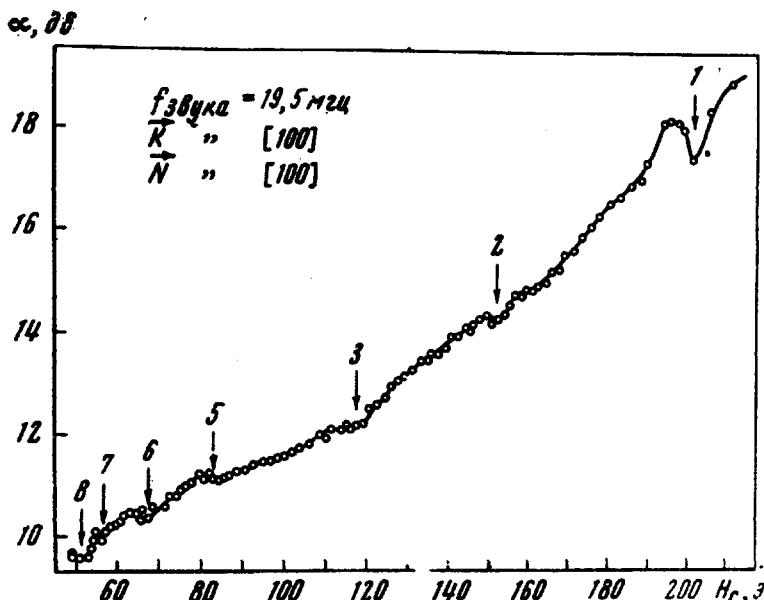


ВЛИЯНИЕ МАГНИТНОГО ПОЛЯ НА ПОГЛОЩЕНИЕ УЛЬТРАЗВУКА СВЕРХПРОВОДЯЩИМ ОЛОВОМ В ПРОМЕЖУТОЧНОМ СОСТОЯНИИ

Н.А.Безуглый, В.И.Денисенко, В.Д.Филь, В.Ф.Городинский

Андреевым показано [1], что при соблюдении условий существования осцилляций геометрического резонанса в нормальном состоянии [2], в промежуточном состоянии также должна наблюдаться немонотонная зависимость поглощения ультразвука от магнитного поля. Возникновение этих особенностей обусловлено резонансным поглощением звука, имеющим место при совпадении размеров орбиты электронов с толщиной нормального слоя.



Общее выражение для осциллирующей части поглощения имеет вид (смысл обозначений см. в [1]):

$$\Delta\Gamma \sim \Gamma_0^{(N)} n k a \left(\frac{a}{R}\right)^{1/2} \sum_{n=1}^{\infty} \frac{n^{1/2} [1 - (-1)^n \cos ka]}{(n^2 - k^2 a^2 / \pi^2)^2} \sin \left[\frac{\pi R_{\text{ext}}}{a} n \pm \frac{\pi}{4} \right]. \quad (1)$$

Физическая природа появления подобного рода осцилляций заключается в том, что электрон, движущийся в нормальном слое и отражающийся от границы раздела фаз, находится в возмущающем поле только части длины звуковой волны. При этом период возмущающего поля равен удвоенной толщине нормального слоя и приведенное выше выражение для $\Delta\Gamma$ есть не что иное, как обычный геометрический резонанс на гармониках разложения этого поля в ряд Фурье.

В работе [1] предсказываются осцилляции поглощения ультразвука с медленно меняющимся периодом

$$\delta H = 2\alpha^2 / \frac{\partial \alpha}{\partial H} R_{ext}. \quad (2)$$

Для олова с его характерными величинами R_{ext} , [3] период осцилляций $\delta H \sim H_c$ и поэтому наблюдать эти осцилляции в обычной постановке опыта [4] невозможно.

Однако имеется другая возможность наблюдения осцилляций, связанная с тем, что если менять H_c и при этом выдерживать постоянной величину n , мы должны получить кривую для $\Delta\Gamma$, весьма похожую на запись обычного геометрического резонанса с периодом осцилляций обратным по критическому полю H_c .

На рисунке представлена зарегистрированная на олове зависимость коэффициента поглощения ультразвука в промежуточном состоянии от критического поля. Образцы и геометрия опыта были такими же как и в [4], чистота олова 99,99%. Точный вид зависимости критического поля от температуры был взят из работы [5].

Видно, что поглощение звука носит немонотонный характер, хотя наблюмые особенности и не являются сильно выраженнымми. Последнее, конечно, трудно было ожидать, так как маловероятно, чтобы все нормальные слои в образце имели одну и ту же толщину.

Из формулы (1) следует, что основной вклад в поглощение будет давать гармоника с $n \sim ka/\pi$, а при $ka/\pi \ll 1$ с $n = 1$. В этом случае из условий периодичности можно получить выражение для величины α_0/n , где α_0 толщина нормального слоя при 0°К:

$$\alpha' = \frac{\alpha_0}{n} = \frac{c P_{ext} \Delta \left(\frac{\sqrt{1 - T/T_c}}{H_c} \right)}{e}, \quad (3)$$

в котором учтена также на основании работы [6] температурная зависимость толщины нормальных слоев. Из приведенной формулы видно, что для наблюмых осцилляций приращения Δ функции $\phi(T) = -(\sqrt{1 - T/T_c})/H_c(T)$ должны быть постоянны. Это неплохо согласуется с экспериментом (таблица), хотя осцилляции под № 4 не наблюдались.

Значения T , H_c и $\phi(T)$, отвечающие минимумам коэффициента поглощения на рисунке

№ осцилляций	1	2	3	5	6	7	8
$T, ^\circ\text{K}$	2,10	2,56	2,85	3,12	3,25	3,33	3,37
$H_c, \text{ э}$	204	152	117	82,5	67	57	50,5
$\phi(T) \cdot 10^3$	3,97	4,96	5,96	7,72	8,92	10,00	11,00

Для исследованной ориентации p_{ext} , найденное из периода магнитоакустических осцилляций [3] равно $0,525 \cdot 10^{-19} \text{ г.см.сек}^{-1}$. Отсюда можно определить величину a' . Остается решить, какой номер гармоники дает вклад в ΔG . Поскольку в нашем случае $ka'/\pi < 1$, нетрудно убедиться, что наиболее приемлемой величиной следует считать $n=1$, т.е. $a' = a_0$. При этом толщина нормальных слоев равна $33 \mu\text{к}$, что неплохо согласуется с результатами работы [4] для соответствующих значений концентрации нормальной фазы n .

Следует отметить, что картина поглощения звука в промежуточном состоянии существенным образом зависит от дислокационной структуры образца, и повторяющиеся результаты можно получить только для хорошо отожженных образцов.

Физико-технический институт
низких температур
Академии наук Украинской ССР

Поступила в редакцию
31 июля 1970 г.

Литература

- [1] А.Ф.Андреев. ЖЭТФ, 53, 680, 1967.
- [2] В.Л.Гуревич. ЖЭТФ, 37, 71, 1680, 1959.
- [3] T.Olsen. J.Phys. Chem. Sol., 24, 649, 1963.
- [4] П.А.Безуглый, В.И.Денисенко, В.Д.Филь. Письма в ЖЭТФ, 10, 214, 1969.
- [5] D.K.Finnemore, D.E.Mapother. Phys. Rev., 140, A507, 1965.
- [6] Ю.В.Шарвин, В.Ф.Гантмахер. ЖЭТФ, 38, 1456, 1960