

ЭЛЕКТРОМАГНИТНОЕ ВОЗБУЖДЕНИЕ ЗВУКА В ОЛОВЕ

И.П.Гайдуков, А.П.Перов

Нами изучался поверхностный импеданс в магнитном поле у монокристаллов олова. Измерения проводились при $T = 4,2^\circ\text{K}$ в магнитном поле до 60 кз , создаваемом сверхпроводящим соленоидом. Регистрировалась производная действительной части импеданса $\partial R / \partial H$ с помощью радиоспектрометра с автодином типа Паунда – Найта [1]. Два образца в форме дисков с диаметром 18 мм имели толщины $0,55$ и $0,1 \text{ мм}$. В обоих случаях ось кристалла [010] была перпендикулярна к плоскости образцов.

Исследовалась зависимость амплитуды квантовых осцилляций поверхности импеданса от частоты ВЧ поля при $H \parallel \vec{n}$, где \vec{n} – нормаль к поверхности образца. Было обнаружено следующее явление: в очень узких интервалах Δf в окрестности дискретных значений частоты f_n ($\Delta_n f / f_n \sim 10^{-3} - 10^{-4}$) наблюдалось значительное возрастание амплитуды квантовых осцилляций. На рисунке представлены кривые, полученные при одинаковых условиях для трех близких значений частоты.

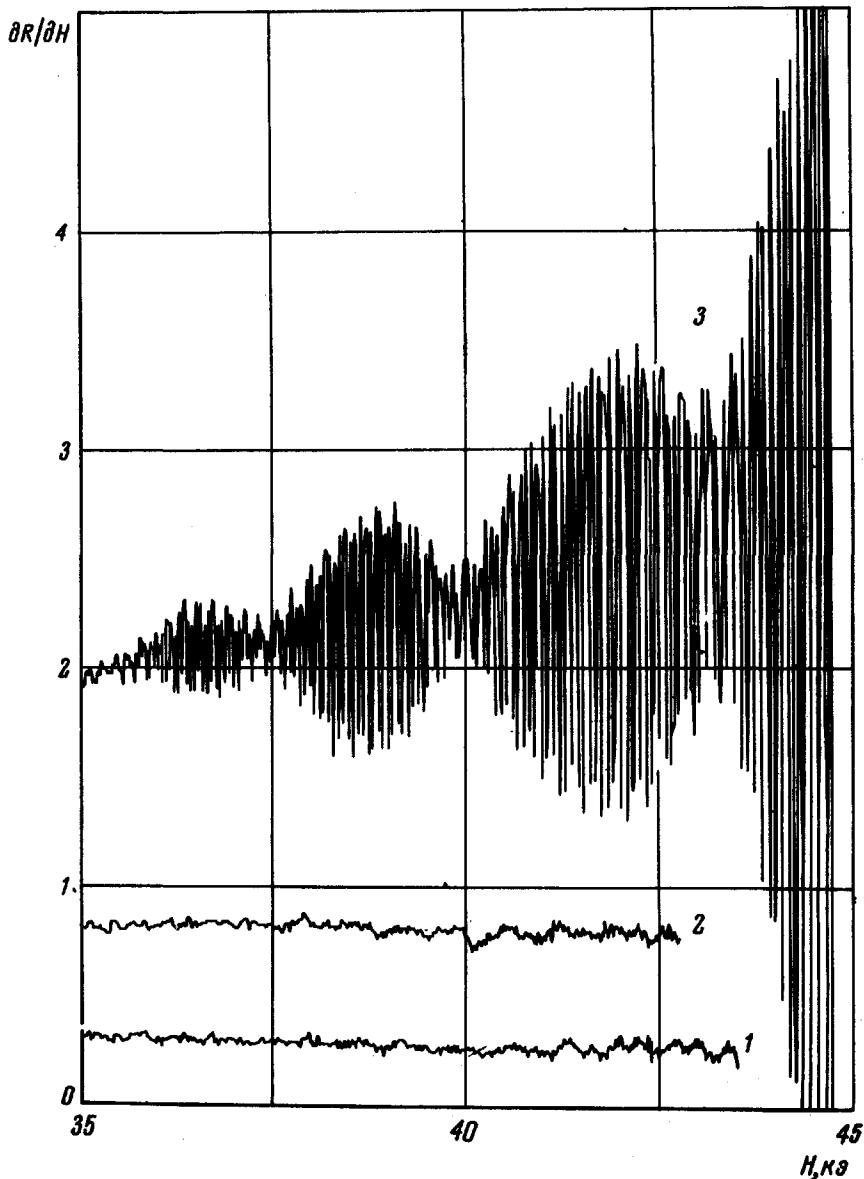
Из приведенной ниже таблицы полученных в опытах значений f_n видно, что $f_n = f_0 n$, где $n = 1, 3, 5, \dots$. Это указывает на то, что наблюдаемое явление связано с образованием в толще металла стоячих волн. Значение скорости распространения волн, вычисленное по толщине образцов и частотам f_n , дает величину $V_s \approx 1,97 \cdot 10^5 \text{ см/сек}$. Это значение слабо зависит от направлений магнитного поля и ВЧ полей и соответствует одному из значений скорости поперечного звука в олове, определенному для направления [010] в работе [2]. Таким образом можно считать, что в олове возбуждается сдвиговая звуковая волна.

$d, \text{мм}$	0,55			1,0		
$R, \text{Мн}$	5,33	9,03	12,46	14,77	22,70	24,74
$n, \lambda/2$	3	5	7	15 ¹⁾	23	25
$V_s, \text{м/сек}$	1956	1980	1960	1970	1970	1980

¹⁾Наблюдаются все частоты с индексами n от 1 до 25.

Впервые электромагнитное возбуждение звука в металле было наблюдано в висмуте [3]. Резкое возрастание амплитуды квантовых осцилляций, связанное, по-видимому, также с возбуждением стоячих

звуковых волн обнаружено в алюминии [4]. Однако, в отличие от алюминия в олове не возможен геликоидальный механизм генерации звука, который был предложен в [4]. Мы полагаем, что звуковая волна в олове возбуждается скрин-током, который в магнитном поле создает



Зависимость производной $\partial R / \partial H$ от магнитного поля и частоты ВЧ поля для образца олова толщиной 0,55 мм. ВЧ ток параллелен [001], $H \parallel [010]$. $T = 4,2^\circ\text{K}$. Кривая 1 — $f = 8,94 \text{ MHz}$, кривая 2 — $f = 9,15 \text{ MHz}$, кривая 3 — $f = 9,03 \text{ MHz}$

периодическое напряжение сдвига вдоль поверхности образца. Дополнительный вклад в поверхностный импеданс при таком механизме воз-

буждения был рассмотрен в работах [5, 6]. Возможно, что увеличение амплитуды наблюдаемых квантовых осцилляций связано также с этим механизмом возбуждения.

В заключение необходимо отметить, что дополнительный вклад в поверхностный импеданс при образовании стоячих звуковых волн в олове является настолько большим, что резонансная кривая легко наблюдается на осциллографе типа С-1-1, (Применена методика ЯМР с глубокой частотной модуляцией). При этом сигнал детектируется непосредственно с контура автодина.

Московский
государственный университет
им. М. В. Ломоносова

Поступило в редакцию
1 октября 1968 г.

Литература

- [1] Е.Н.Вольский. ЖЭТФ, 43, 1120, 1962.
- [2] I. A. Rayne, B. S. Chandrasekhar. Phys. Rev., 120, 1658, 1960.
- [3] В.Ф.Гантмахер, В.Т.Долгополов. LB-10, М-13. М., 1966.
- [4] P. K. Larsen, K. Saermark. Phys. Lett., 24, 374, 1967.
- [5] J. J. Quinn. Phys. Lett., 25, 522, 1967.
- [6] В.Я.Кравченко. ЖЭТФ, 54, 1494, 1968.