

НОВЫЕ ДАННЫЕ ПО СПИНОВОМУ ЭФФЕКТУ

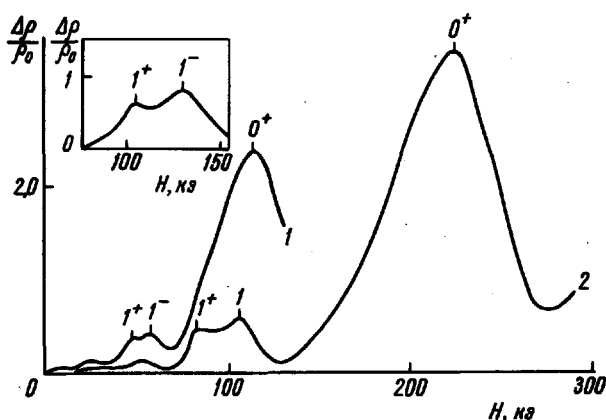
ШУБНИКОВА-ДЕ-ГААЗА В $InSb$

Х.И.Амирханов, Р.И.Баширов

Влияние спинового расщепления нулевого уровня Ландау на эффект Шубникова-де-Гааза впервые экспериментально наблюдалось в $InSb$ и $InAs$ при $20^{\circ}K$ в импульсных магнитных полях [1,2]. При $4,2^{\circ}K$ это явление было обнаружено и исследовано в [3,4]. Однако до сих пор не удавалось наблюдать спинового расщепления уровней Ландау с $N = 1$ (N - номер уровня Ландау). Повысив чувствительность методики измерения и используя однородные монокристаллические образцы $InSb$, нам удалось обнаружить спиновое расщепление первого уровня Ландау. Измерения поперечного магнетосопротивления проводились при $4,2^{\circ}K$ в импульсном поле до 300 кэ.

Фотографировались изменения в магнитном поле напряжения на потенциальных зондах. На рисунке показаны кривые магнетосопротивления в поперечном магнитном поле для об-

разцов *InSb* № 5-7. Кривые имеют несколько максимумов. Максимум 0^+ соответствует расщепленному уровню с $N = 0^+$. Максимумы 1^- и 1^+ - результат спинового расщепления в магнитном поле уровня Ландау с $N = 1$; они расположены у *InSb* № 6 при 105 и 82 кэ, у *InSb* № 7 при 130 и 109 кэ. Расщепление первого уровня у образца *InSb* № 5 выражено значительно слабее.



Поперечное магнетосопротивление
для образцов *InSb* . $T = 4,2^{\circ}\text{K}$.

1 - образец № 5, 2 - образец № 6.

В верхнем левом углу образец № 7

На образцах 3 и 4 наблюдались нулевые максимумы, т.е. максимумы, соответствующие 0^+ - уровню. Первые максимумы на образцах 3 и 4 расположены при более слабых полях, поэтому расщепление 1-го уровня здесь не обнаруживается. Резонансные значения магнитных полей H_0^+ , H_1^- и H_1^+ ,

соответствующие расщепленным уровням с $N = 0, 1$, даны в таблице (при $T = 4,2^{\circ}\text{K}$).

№ № обр	$n, \text{см}^{-3}$	m^*/m	$H_0^+, \text{кэ}$	$H_1^-, \text{кэ}$	$H_1^+, \text{кэ}$	$ g _0^+$	$ g _1^-$	$ g _1^+$	$ g _{\text{пот}}$
1	$2,0 \cdot 10^{15}$	0,0130	7,90	-	-	60	-	-	53
2	$6,7 \cdot 10^{15}$	0,0135	17,0	-	-	55	-	-	51
3	$3,7 \cdot 10^{16}$	0,015	57	-	-	45	-	-	44
4	$7,5 \cdot 10^{16}$	0,019	94	-	-	33	-	-	36
5	$9,4 \cdot 10^{16}$	0,020	113	58	47	29	-	-	33
6	$2,7 \cdot 10^{17}$	0,022	223	105	82	30	32	32	29
7	$3,8 \cdot 10^{17}$	0,024	-	130	104	-	23	20	27

Теория "спинового" эффекта Шубникова-де-Гааза разработана Л.Э.Гуревичем и А.Л.Эфросом [5]. Недавно С.Т.Павлов¹⁾ вычислил положения осцилляционных максимумов поперечного магнетосопротивления с учетом температурной поправки химпотенциала и получил:

$$\left(\frac{1}{H}\right)_N^+ = \frac{e}{2\hbar c} \left(\frac{2}{\pi^2 n}\right)^{2/3} \left[\sum_{k=0}^N \left(\sqrt{k} + \sqrt{k + \frac{m^*}{m_{сн}}} \right) + 0,53 \sqrt{\frac{k_0 \Gamma m^* c}{\hbar e H}} \right]^{2/3}, \quad (1)$$

для N^- - уровней

$$\left(\frac{1}{H}\right)_N^- = \frac{e}{2\hbar c} \left(\frac{2}{\pi^2 n}\right)^{2/3} \left[\sum_{k=1}^N \left(\sqrt{k} + \sqrt{k - \frac{m^*}{m_{сн}}} \right) + 0,53 \sqrt{\frac{k_0 \Gamma m^* c}{\hbar e H}} \right]^{2/3}. \quad (2)$$

Здесь $|g| = \frac{2m}{m_{\text{сп}}}$; n - концентрация электронов; $\hbar = \frac{h}{2\pi}$;
 h - постоянная Планка; k_0 - постоянная Больцмана;
 H - магнитное поле; m^* - эффективная масса; $m_{\text{сп}}$ - спи-
 новая масса; m - масса свободного электрона; e - заряд
 электрона.

В таблице даны величины g - фактора, вычисленные из
 (1) и (2) по экспериментальным значениям H_0^+ , H_1^- и H_1^+ .
 Там же приводятся значения $g_{\text{пот}}$, рассчитанные по форму-
 ле Рота:

$$g_{\text{пот}} = 2 \left[1 - \left(\frac{m}{m^*} - 1 \right) \left(\frac{\Delta}{3\varepsilon_g + 2\Delta} \right) \right]. \quad (3)$$

Для InSb $\varepsilon_g = 0,23$ эв; $\Delta = 0,9$ эв. При расчетах
 использовались эффективные массы, взятые из [6]. Как и сле-
 довало ожидать, температурная поправка существенна при
 слабых магнитных полях. По этой причине в работе [4], где
 расчет проводился по формулам, не учитывающим температур-
 ную поправку, величины $|g|$ завышены.

В таблице (образцы № 1,2) мы приводим также значе-
 ния g - фактора, вычисленные по результатам [4] с учетом
 температурной поправки. Погрешность определения резонанс-
 ных значений магнитного поля 7-10%, так что g - фактор,
 вычисленный по (3) и по нашим экспериментальным данным, со-
 гласуется вполне удовлетворительно.

Институт физики Дагестанского
 филиала Академии наук СССР
 г.Махачкала

Поступило в редакцию
 2 марта 1965 г.

Литература

- [1] Х.И.Амирханов, Р.И.Баширов, Ю.Э.Закиев. ДАН СССР, 148, 1279, 1963.
- [2] Х.И.Амирханов, Р.И.Баширов, Ю.Э.Закиев. ФТТ, 5, 469, 1963.
- [3] Х.И.Амирханов, Р.И.Баширов. Тезисы докладов XI Всес. сов. по физике низких температур, стр. 36. Минск, 1964.
- [4] Х.И.Амирханов, Р.И.Баширов, М.М.Гаджиалиев. ЖЭТФ, 47, 2076, 1964.
- [5] Л.Э.Гуревич, А.А.Эфрос. ЖЭТФ, 48, 561, 1962.
- [6] Г.Н.Гусева, И.М.Цидильковский. ФТТ, 5, 263, 1963.

¹⁾ Авторы благодарны С.Т.Павлову за любезное предоставление формул (1) и (2).