

О ВОЗМОЖНОСТИ УВЕЛИЧЕНИЯ ДИАМАГНИТНОЙ ВОСПРИИМЧИВОСТИ У ПИРОУГЛЕРОДА

*Н.Б.Брандт, А.С.Котосов, С.В.Кувшинников,
М.В.Семенов*

Обнаружены сильное увеличение диамагнетизма пироуглерода при уменьшении концентрации носителей и зависимость магнитной восприимчивости от напряженности магнитного поля. Наблюдаемая максимальная величина диамагнитной восприимчивости ($\sim 0,2\%$ от $-1/4\pi$) превышает известные нам из литературы значения для всех других веществ, кроме сверхпроводников.

Поиск веществ, обладающих большим диамагнетизмом, сохраняющимся в широкой области магнитных полей и температур, представляют значительный практический интерес для создания различных устройств, использующих явление магнитной левитации. С этой точки зрения наибольший интерес представляют квазидвумерные пироуглеродные материалы с энергетическим спектром, близким к бесщелевому полупроводнику с коническим законом дисперсии [1], у которых можно ожидать сильного увеличения диамагнетизма при приближении уровня Ферми к конической точке.

В настоящей работе исследовалась модуляционным методом [2] дифференциальная магнитная восприимчивость и гальваномагнитные свойства в интервале магнитных полей до 80 кЭ и температур от 2 до 300К у ряда образцов квазидвумерного пироуглерода, осажденного при различных температурах.

На рис. 1 представлены результаты измерения $\chi_{||}$ (поле параллельно гексагональной оси C) как функции магнитного поля H для четырех образцов пироуглерода (кривые 1—4) при 4,2К. Величина восприимчивости $|\chi_{||}|$ в слабых полях несколько возрастает, что, по-видимому, связано с наличием парамагнитных примесей, затем сохраняет постоянное значение и, начиная с некоторого поля H_k , уменьшается, в первом приближении, линейно с ростом магнитного поля.

По данным гальваномагнитных измерений все образцы обладают дырочной проводимостью. Концентрация дырок $n_p|_{H \rightarrow 0}$ в слабом поле при 4,2К составляет, соответственно, 5,7; 2,8; 1,5; $0,6 \cdot 10^{18}$ см $^{-3}$ для образцов №1 — 4. При уменьшении концентрации величина H_k падает а максимальное значение $|\chi_{||}|_{max}$ увеличивается. На рис. 2 представлены зависимости $|\chi_{||}|_{max}$ (кривая 1) и H_k (кривая 2) от $n_p|_{H \rightarrow 0}$.

Для чисто двумерного спектра концентрация носителей прямо пропорциональна экстремальному сечению поверхности Ферми. Поэтому поле, с которого начинается ультраквантовая область можно оценить по формуле: $H_{ук} = \pi \hbar^2 c e^{-1} n_p d$, где d — межслоевое расстояние в кристаллической решетке ($\approx 3,44 \text{ \AA}$). Оценка $H_{ук}$ для образцов №1 — 4 дает, соответственно, значения 42,9; 21,1; 11,3; 4,5 кЭ, которые близки к значениям H_k . По-видимому, H_k соответствуют выходу в ультракванто-

вую область полей. Экспериментальная зависимость H_K от n_p при $H \rightarrow 0$ (см. рис. 2) близка к линейной, что свидетельствует в пользу квазидвумерности спектра данных образцов.

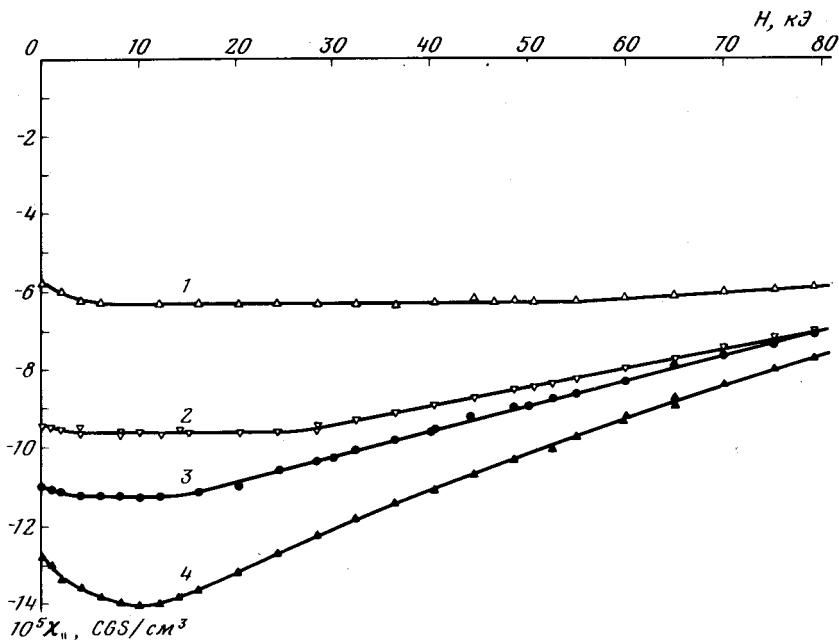


Рис. 1

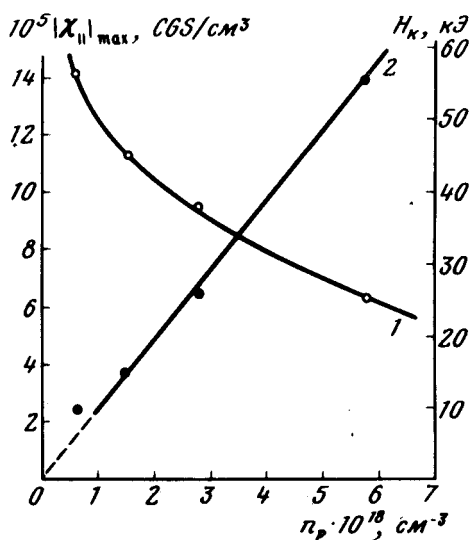


Рис. 2

С уменьшением концентрации носителей диамагнетизм растет, что указывает на преобладающую роль вклада заполненных зон в $\chi_{||}$. Уменьшение $|\chi_{||}|$ в ультраквантовой области полей, где вклад носителей в дифференциальную восприимчивость мал, связано, по-видимому, с изменением вклада заполненных зон.

Максимальное значение $|\chi_{||}|$ у образцов виреуглерода, полученное в настоящей работе, составляет $\sim 0,2\%$ от $-1/4\pi$ и превышает $|\chi_{||}|$

у монокристаллического пирографита в ~ 2 раза при низких и в $\sim 1,5$ раза при комнатной температуре. Наблюдаемая максимальная величина диамагнитной восприимчивости превышает известные нам из литературы значения для всех других веществ, кроме сверхпроводников. Как видно из рис. 2, при дальнейшем снижении концентрации носителей величина диамагнетизма у пироуглерода может быть еще повышена.

В заключение выражаем нашу признательность Ю.П.Гайдукову и С.Д.Бенеславскому за полезное обсуждение результатов работы.

Московский
государственный университет
им. М.В.Ломоносова

Поступила в редакцию
20 апреля 1979 г.
После переработки
11 мая 1979 г.

Литература

- [1] J. C. Slonczewski, P. R. Weiss. Phys. Rev., 109, 272, 1958.
 - [2] М. В. Семенов. Измерительная техника, №5, 59, 1975.
-