

05.4;12

©1994

ВЫСОКОТЕМПЕРАТУРНАЯ СВЕРХПРОВОДИМОСТЬ В СИСТЕМЕ УГЛЕРОД-МЕДЬ

*В.Ф.Мастеров, О.И.Коньков, А.В.Приходько,
Е.И.Теруков, Б.П.Попов, С.Г.Ястребов*

В настоящей работе сообщается о первых предварительных результатах, свидетельствующих о наблюдении явления высокотемпературной сверхпроводимости в системе углерод-медь. В качестве образцов для измерений использовался порошок, синтезированный в результате реакции фуллерена C_{60} с порошком пиролитической меди. Исходное соотношение C_{60}/Cu составляло 7:1. Смесь отжигалась в вакууме (выше 10^{-5} Тор) при $800^\circ C$ в течение 3 ч. Согласно данным рентгеноструктурного анализа, в результате высокотемпературного отжига и взаимодействия фуллерена C_{60} с медью происходило разрушение кристаллической структуры микрокристаллов фуллерена. Образовавшийся порошок представлял собой смесь аморфного углерода с характерными гало, отвечающими по оценкам характерным размерам среднего порядка 20 и 4 Å. Дополнительно в спектре наблюдался максимум дополнительного гало с размером порядка 58 Å, соответствующем дифракции от кластеров с большим размером, чем в исходном порошке.

На полученном порошке было осуществлено измерение эффекта Мейсснера, температурного хода сопротивления, ВАХ на переменном токе (1 кГц) по методу, описанному в работе [1] и микроволнового поглощения. Для проведения измерений порошок помещался в полиэтиленовую (либо в кварцевую) трубку и подвергался механическому сжатию. Следует подчеркнуть, что величина наблюдаемых эффектов зависела от степени сжатия порошка.

На рис. 1 приведена температурная зависимость магнитной восприимчивости, измеренная мостовым методом на частоте 1 кГц. Скачки в нормальное состояние в области фазового перехода, по-видимому, связаны с большим значением магнитного поля в измерительной катушке ($H \approx 150$ Э).

На рис. 2 изображена температурная зависимость сопротивления порошка, зажато между контактами из стеклоуглерода. Как отмечалось выше, сопротивление образца зависело от сжатия порошка в трубке и при величине со-

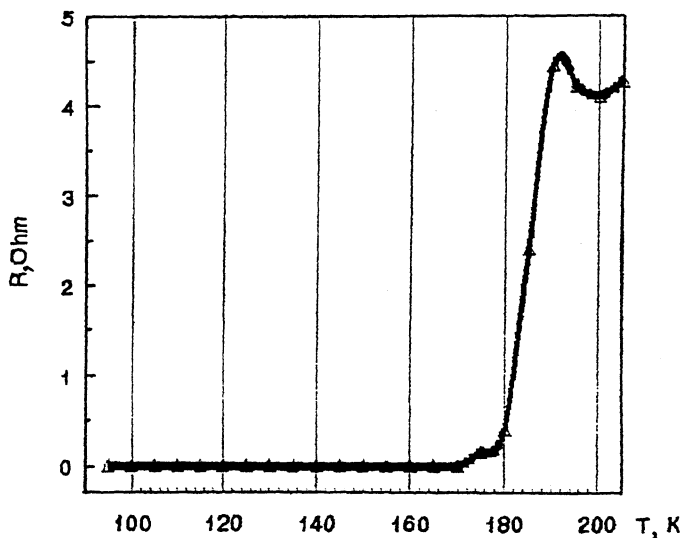


Рис. 1. Температурная зависимость сопротивления образца $F-1$ системы $Cu-C$ на частоте 1 кГц.

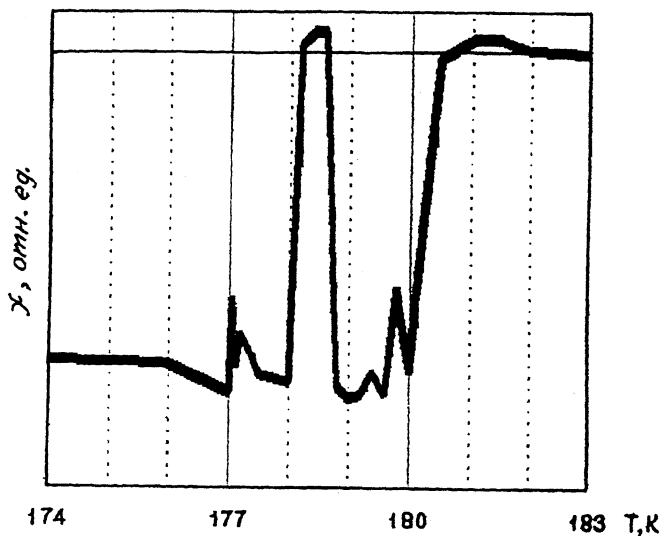


Рис. 2. Температурная зависимость магнитной восприимчивости образца $F-1$ на частоте 1 кГц.

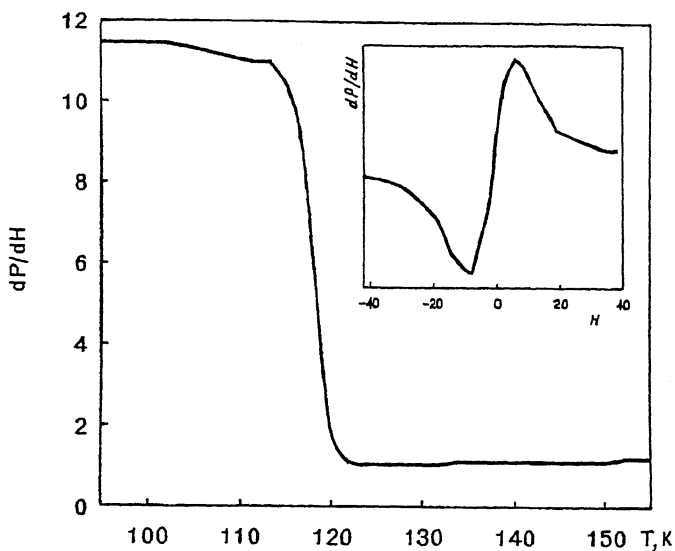


Рис. 3. Температурная зависимость амплитуды микроволнового поглощения для образца ($F-1$) на частоте 9.5 ГГц.

На вставке — форма линии микроволнового поглощения. (Образец ($F-1$) имеет меньшую степень сжатия по сравнению с $F-1$).

противления менее 200 Ом в температурном ходе сопротивления наблюдался резкий скачок; при температурах ниже 180 К значение сопротивления выходило на приборный ноль. Сравнение рис. 1 и 2 указывает на корреляцию поведения диамагнитного отклика и зануления сопротивления образца, что свидетельствует о переходе образца в сверхпроводящее состояние. Подтверждением этого эффекта ниже 120 К являются также данные по температурной зависимости микроволнового поглощения (рис. 3) и форме зависимости ВАХ (рис. 4), снятых на образце при температуре 77 и 300 К. Различия в температурах фазового перехода на рис. 1, 2 и 3, по-видимому, связаны с различной степенью сжатия порошка или изменением параметров сверхпроводящего состояния на сверхвысоких частотах. Однако этот результат требует дальнейшей проверки.

Итак, предварительные исследования системы углерод-медь, полученной путем синтеза порошков $C_{60}-Cu$, говорят о наличии в этих образцах явления сверхпроводимости с высокой критической температурой. Природа данного явления, возможно, связана с наличием в образце известных фуллеренов, например C_{60} , или макромолекулярных кластеров, легированных медью. Известно, что при

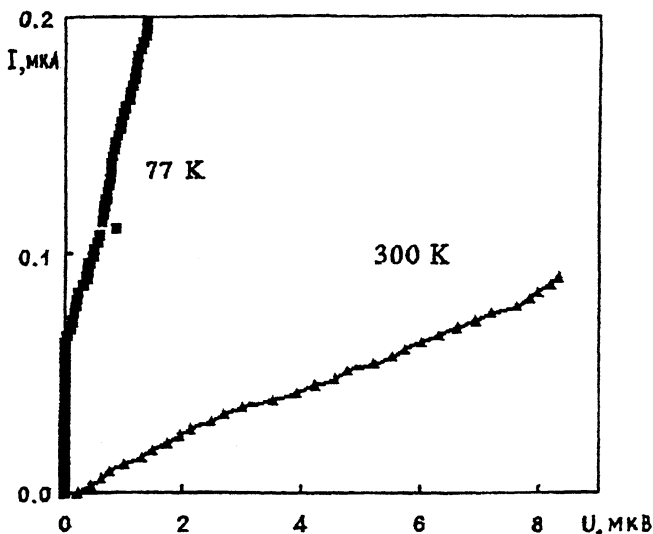


Рис. 4. Вольт-амперная характеристика образца $F-1$ при $T = 77$ К и $T = 300$ К.

возможности реализации в процессе легирования стехиометрической формуле $Cu_{1.5}C_{60}$ соответствует другая известная формула Me_3C_{60} в предположении о том, что медь в такой системе является донором двух электронов. При этом возможно формирование сверхпроводящего состояния по механизму, аналогично наблюдаемому в системе Me_3C_{60} . При этом возможным механизмом может служить существование обменно-корреляционного взаимодействия в системе углерод-медь, идея которого впервые была высказана Андерсоном. Однако нельзя исключать возможность существования сверхпроводящего состояния в аморфной фазе $C-Cu$.

Авторы выражают благодарность Фонду Интеллектуального Сотрудничества за частичную поддержку данной работы и М.В.Сбайдаковой за проведение рентгеноструктурных исследований.

Список литературы

- [1] *Masterov V.F. et al.* // *Int. J. Infrared and Millimeter Waves*. 1993. V. 14. N 3. P. 629.

Санкт-Петербургский государственный
технический университет

Поступило в Редакцию
28 апреля 1994 г.
