

**ВЛИЯНИЕ "КАЧЕСТВА" ОБРАЗЦА
НА ГАЛЬВАНОМАГНИТНЫЕ СВОЙСТВА UBe₁₃**

Н.Е.Алексеевский, А.В.Митин, Е.П.Хлыбов,
А.Гилевский, Б.Грень.

В диапазоне температур от 0,6 до 4,2 К проведены исследования магнетосопротивления большого числа образцов UBe₁₃ с различными значениями $\rho_{300\text{K}} = 10^{-6} - 5 \cdot 10^{-6}$ Ом·м в стационарных (до 22 Т) и импульсных (до 43 Т) магнитных полях. Высказаны предположения о возможных причинах сильного уменьшения сопротивления образцов в магнитном поле.

Как уже ранее отмечалось ^{1, 2}, тяжелофермионное соединение UBe₁₃ имеет ряд интересных особенностей как в нормальном, так и в сверхпроводящем состояниях. Так, например, при понижении температуры от 300 К сопротивление образцов UBe₁₃ обычно возрастает примерно вдвое, достигает максимума при $T \approx 2,5$ К, затем уменьшается и при $T < 0,95$ К обращается в нуль. Кроме довольно острого максимума при $T \approx 2,5$ К на зависимостях $\rho(T)$ у образцов UBe₁₃ наблюдается плавный перегиб при $T \approx 30$ К. У менее совершенных образцов UBe₁₃, например, подвергнутых облучению нейтронами или легированных небольшим количеством примесей, удельное электросопротивление $\rho_{300\text{K}}$ при комнатной температуре имеет большую величину, а на зависимости $\rho(T)$ вместо перегиба появляется широкий максимум, а острый максимум при 2,5 К исчезает. При этом, как отмечалось в ³, зависимость $\rho(T)$ у облученных нейтронами образцов UBe₁₃ становится подобной аналогичной зависимости для несверхпроводящего тяжелофермионного соединения CeAl₃.

Влияние внешнего магнитного поля на $\rho(T)$ образцов UBe₁₃ особенно сильно сказывается при низких температурах. В частности, при $T = 1,9$ К увеличение поля от 0 до 20 Т вызывает уменьшение $\rho(T)$ на 70% ⁴.

В настоящем сообщении приведены данные измерений магнетосопротивления в полях до 45 Т у образцов различного "качества".

Одним из основных критериев "качества" образцов UBe₁₃, на наш взгляд, является величина $\rho_{300\text{K}}$. Образцы разного "качества" были приготовлены путем термической обработки соединения UBe₁₃ в камере высокого давления типа "тороид". Кроме того использовались также образцы UBe₁₃, синтезированные в разных условиях и легированные небольшими количествами Zr или Fe.

На рис. 1 приведены изотермы зависимостей сопротивления от магнитного поля $\rho(B)|_{T = \text{const}}$, полученные в полях до 9 Т при нескольких значениях температур от 0,6 до 2 К, для одного из образцов с $\rho_{300\text{K}} \sim 10^{-6}$ Ом·м.

Охлаждение образцов ниже 1,2 К осуществлялось путем адиабатического размагничивания иттрий-алюминиевого граната с примесью эрбия в приборе, аналогичном описанному в ⁵.

Из рис. 1 видно, что например при $T = 0,6$ К в поле $B > 3$ Т вследствие подавления сверхпроводимости у образца появляется сопротивление, которое достигает максимума при $B \approx 4,7$ Т и затем постепенно уменьшается с ростом поля. Следует отметить, что полученные данные хорошо согласуются с аналогичными зависимостями $\rho(B)|_{T = \text{const}}$ для образца UBe₁₃ с близкой величиной $\rho_{300\text{K}}$ из работы ⁶.

На рис. 2,а приведены значения $\rho(B)$, измеренные при $T = 1,8$ и 4,2 К в стационарных магнитных полях до 22 Т и в импульсных до 42 Т для двух монокристаллов с $\rho_{300\text{K}} = 1,4 \cdot 10^{-6}$ Ом·м и $1,2 \cdot 10^{-6}$ Ом·м, вырезанных вдоль осей C_2 и C_4 , соответственно. Следует отметить хорошее согласие данных, полученных в стационарных и импульсных

полях¹⁾ с длительностью импульса $\sim 10^{-2}$ с. Из рис. 2, а видно, что для обоих образцов имеющих разные ориентации, сопротивление уменьшается практически одинаково, примерно в 10 раз в поле 42 Т. На рис. 2, б для образца с ориентацией $J \parallel C_2$ значения $\rho(B)$ построены в зависимости от $\lg B$. Если полученную зависимость проэкстраполировать на область более сильных полей, то оказывается, что при $B = 50 - 60$ Т $\rho(B)$ может обратиться в нуль²⁾. Предварительные измерения при более низкой температуре ($T = 1,27$ К) позволяют заключить, что в поле 42 Т значение $\rho(B)/\rho(0)$ становится меньше 3%.

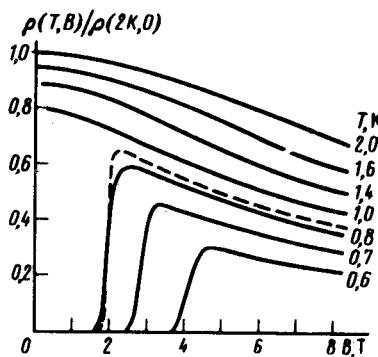


Рис. 1

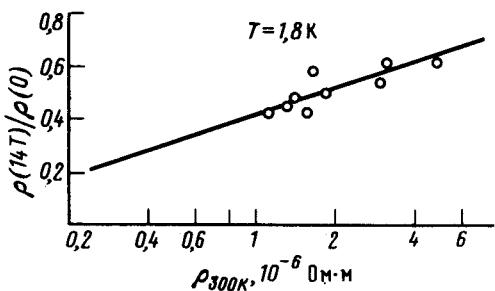


Рис. 3

Рис. 1. Изотермы зависимостей сопротивления от магнитного поля для одного из образцов UBe₁₃ с $\rho_{300K} \sim 10^{-6}$ Ом · м, полученные в полях до 9 Т при нескольких значениях температур от 0,6 до 2 К. Штриховой линией изображена одна из зависимостей $\rho(B)$ при $T = 0,8$ К из работы⁶

Рис. 2. а – Результаты измерений магнетосопротивления монокристаллов UBe₁₃ при $T = 1,8$ и 4,2 К, вырезанных вдоль осей C_2 (○;○) и C_4 (●;●), в стационарных (○, ●) и импульсных магнитных полях (▲, ◆); б – магнетосопротивление образца UBe₁₃, вырезанного вдоль оси C_2 , в зависимости от $\lg B$ ($T = 1,8$ К)

Рис. 3. Магнетосопротивление образцов UBe₁₃ с различными значениями ρ_{300K} в поле 14 Т при $T = 1,8$ К

Сопоставление данных, полученных для различных образцов (рис. 3) показывает, что наиболее сильное уменьшение сопротивления в магнитном поле наблюдается у образцов с минимальными значениями ρ_{300K} ³⁾. Если предположить, что характер изменения

1) Измерительный ток в образцах всегда был перпендикулярен направлению магнитного поля.

2) По мнению авторов⁶, зависимость $\rho(B)$, полученная ими при $T = 0,48$ К в полях до 23 Т, не стремится к нулю. Однако, не исключено, что для более совершенных образцов зависимость $\rho(B)$ уже при этих значениях T и B могла бы быть более крутой.

3) Попытки отжига образцов в инертной атмосфере с целью получения более низких значений ρ_{300K} приводили к тому, что образцы рассыпались.

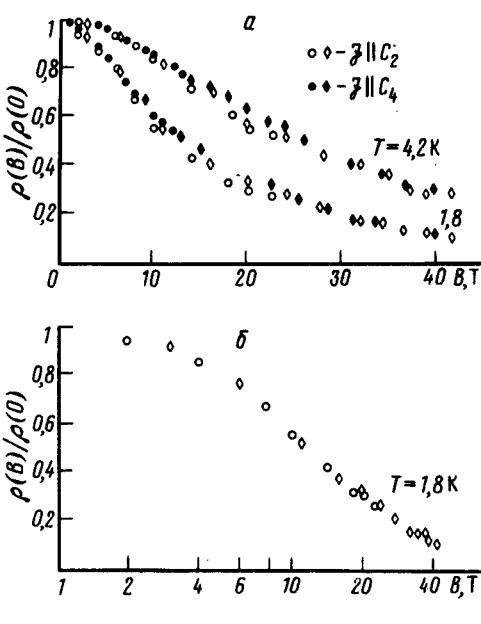


Рис. 2

$\rho(14 T) / \rho(0)$ в зависимости от $\lg \rho_{300K}$ при $T = 1,8$ К будет приближенно описывать прямой и при более низких значениях ρ_{300K} , то можно было бы ожидать, что у гипотетического образца с $\rho_{300K} \leq 7 \cdot 10^{-8}$ Ом · м сопротивление при 1,8 К стало бы близким к нулю в поле 14 Т.

Существует несколько возможностей для объяснения сильного уменьшения электросопротивления в магнитном поле. Одной из таких возможностей применительно к UBe_{13} , как отмечалось ранее⁴, мог бы быть случай индуцированной магнитным полем сверхпроводимости, которая была обнаружена, например, у $\text{Eu}_{1-X}\text{Sn}_X\text{Mo}_6\text{S}_{7,2}\text{Se}_{0,8}$ ⁷. Другие объяснения сильного уменьшения $\rho(B)$ с полем могут быть связаны как с особенностями магнитных свойств UBe_{13} , так и с необычным характером взаимодействия носителей тока из разных зон, приводящих, например, к $s-f$ гибридизации⁸.

Авторы выражают благодарность Ч.Э. Базану и Ю.А. Денискину за помощь в проведении измерений.

Литература

1. Stewart G.R. Rev. Mod. Phys., 1984, **56**, 755.
2. Алексеевский Н.Е., Хомский Д.И. УФН, 1985, **147**, 767.
3. Алексеевский Н.Е., Митин А.В., Нижанковский В.И., Фирсов В.И., Хлыбов Е.П. Письма в ЖЭТФ, 1985, **41**, 355.
4. Alekseevskii N.E., Nizhankovskii V.I., Narozhnyi V.N., Khlybov E.P., Mitin A.V. J. Low Temp. Phys., 1986, **64**, 87.
5. Alekseevskii N.E., Dodokin A.P., Bazan C., Bagdasarov Kh. S., Fedorov E.A., Belyaev L.M. Cryogenics, 1981, **21**, 598.
6. Remenyi G., Jaccard D., Flouquet J., Briggs A., Fisk Z., Smith J.L., Ott H.R. J. de Phys., 1986, **47**, 367.
7. Meul H.W., Rossel C., Decroux M., Fischer Ø. Physica, 1984, **126 B**, 44.
8. Overhauser A.W., Appel J. Phys. Rev. B, 1985, **31**, 193.