

Распределение магнитного поля у поверхности массивных ВТСП

В.П. Хавронин, С.Л. Гинзбург

Петербургский Институт Ядерной Физики им. Б.П. Константинова РАН, 188300, Гатчина, Россия

В предыдущих работах по изучению низкополевой электродинамики керамических ВТСП (см. напр. [1,2]) мы изучали критическое состояние по поведению динамической восприимчивости, измеренной радиочастотными методами. В них была показана применимость теории критического состояния к ВТСП керамике, определены важные параметры ВТСП, в частности, зависимость критического тока от приложенного поля – $j_c(H)$. Тем не менее, это были косвенные измерения.

Однако хотелось бы наблюдать критическое состояние непосредственно, а именно изучить профиль магнитного потока в этих же образцах при различных полях.

С этой целью были проведены эксперименты по изучению распределения профиля магнитного поля у поверхности керамических образцов ВТСП методом сканирования датчиком Холла. Мы использовали датчики с размером чувствительной зоны $0.2 \times$

$H=12$ Э). Видно, что до величины 3.9 Э распределение поля, с точностью до ошибок измерения, почти идеально совпадает с картиной проникновения потока в образец по модели Бина. При увеличении магнитного поля выше 3.9 Э распределение магнитного потока выполаживается по следующей причине:

В [1,2] было показано, что

$$j_c(H) = j_0(H_0^2 / (H^2 + H_0^2)),$$

где $H_0 \approx 3$ Э. Поэтому при $H > 3$ Э простая картина с $j_c(H) = \text{const}$ уже не работает. Поскольку $H_0 \ll 12$ Э, то при $H=12$ Э j_c мало и мы имеем простую формулу для $H(x)$ (см. также формулу (2):

$$H(x) = H; |x| > R; H(x) = \mu_{\text{eff}} H; |x| < R \quad (1),$$

где R – радиус образца.

На рис.2 приведены результаты сканирования при уменьшении поля от $H=12$ Э до $H=0$ Э. При этом мы наблюдаем обратный ход по петле гистерезиса, которая имеется в критическом состоянии. В силу гистерезисных свойств эта картина не является зеркальным отображением рис.1.

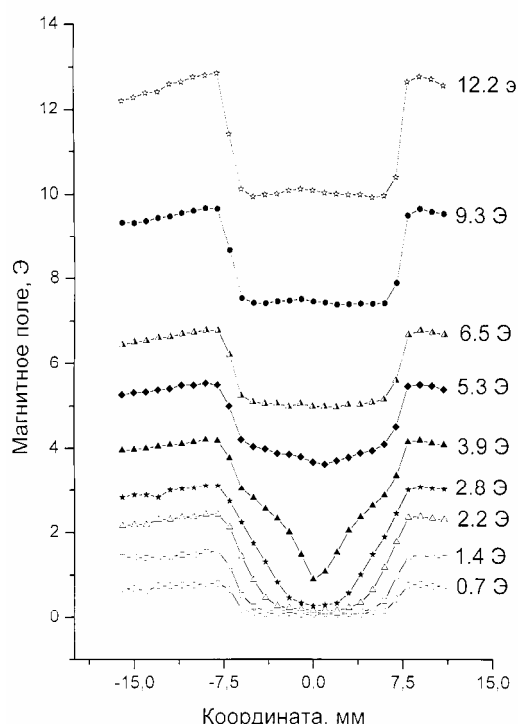


Рис. 1. Распределение магнитного поля у поверхности образца при увеличении поля.

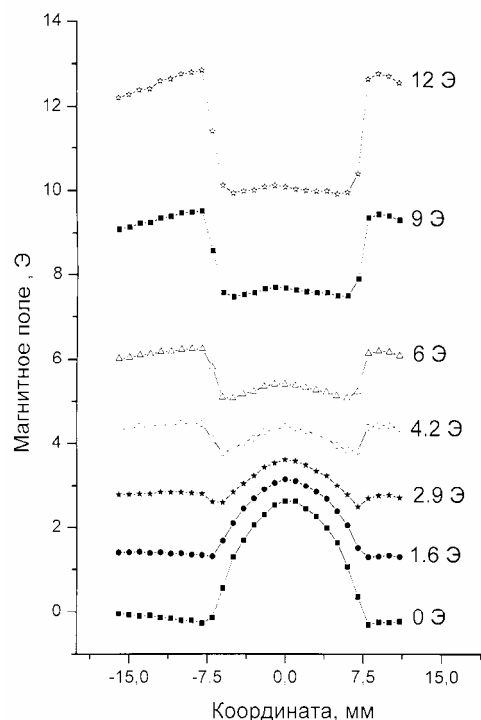


Рис. 2. Распределение магнитного поля у поверхности образца при уменьшении поля.

0.2 мм^2 . Образцы были вырезаны в форме дисков толщиной 1 - 4 мм и диаметром 15 мм. Все измерения проводились при температуре жидкого азота.

На рис. 1 приведены результаты сканирования магнитного поля у поверхности образца с самого начала проникновения магнитного потока внутрь образца. (магнитное поле увеличивается от $H=0$ до

резиса, которая имеется в критическом состоянии. В силу гистерезисных свойств эта картина не является зеркальным отображением рис.1.

При $H \approx H_0$ легко получить, учитывая явный вид $j_c(H)$, выражение для $H(x)$, например для нисходящей ветви:

$$H_{\text{нисх}}(x) = \mu_{\text{eff}} \{H^3 + (1-x/R) h_1^3\}^{1/3}$$

$$h_1^3 = 3\pi j_0 H_0^2 R \quad (2)$$

что качественно соответствует рис.2

Из распределения поля (рис.2) при $H=12$ Э легко определить величину μ_{eff} . Для изучаемой керамики видно, что $\mu_{\text{eff}} \approx 0,8$

Следует отметить, что распределение магнитного поля у поверхности образцов является достаточно информативным методом изучения ВТСП керамики

Таким образом из проведенных измерений следует, что:

- 1) сканирование датчиком Холла позволяет непосредственно наблюдать профиль потока при установлении критического состояния (величина поля до 3,9 Э рис.1) и в самом критическом состоянии (поле выше 3,9 Э).
- 2) параметры изучаемой среды такие как: μ_{eff} , H_0 , Из результатов сканирования легко определить конкретную модель критического состояния.

1. S.L. Ginzburg, V.P. Khavronin at al., Physica C 174, 109 (1991).

2. С.Л. Гинзбург, Г.Ю. Логвинова и др., ЖЭТФ 100, 532, (1991)