

05.2

© 1990

# НЕЛИНЕЙНЫЙ ОТКЛИК МОНОКРИСТАЛЛОВ $\gamma\text{Ba}_2\text{Cu}_3\text{O}_{7-\delta}$ НА НИЗКОЧАСТОТНОЕ МАГНИТНОЕ ПОЛЕ И ВЛИЯНИЕ НА НЕГО ПОСТОЯННОГО МАГНИТНОГО ПОЛЯ

А.И. Головашкин, Н.Д. Кузьмичев,  
И.С. Левченко, И.Н. Макаренко,  
Г.П. Мотулевиц, В.В. Славкин

В работе исследовалась динамическая магнитная восприимчивость монокристаллов  $\gamma\text{Ba}_2\text{Cu}_3\text{O}_{7-\delta}$  на частоте  $f=540$  Гц и изучалось влияние на нее постоянного магнитного поля.

Результаты указывают на сильную нелинейность магнитной восприимчивости, и постоянное магнитное поле частично подавляет эту нелинейность.

В ряде советских и зарубежных работ, в частности [1-6, 8], наблюдался нелинейный отклик керамики  $\gamma\text{Ba}_2\text{Cu}_3\text{O}_{7-\delta}$  на НЧ магнитное поле. В работах [1-3, 5, 6] предложена модель этих свойств на основе межгранулярных слабых связей, в работах [4, 8] данная нелинейность объяснялась проникновением вихрей в образец.

В настоящей работе исследовались монокристаллические образцы  $\gamma\text{Ba}_2\text{Cu}_3\text{O}_{7-\delta}$ , которые представляли собой пластинки размером  $\approx 0.03 \times 2 \times 2$  мм. Критическая температура перехода  $T_c$  образцов, измеренная по магнитной восприимчивости, составляла (середина перехода)  $T_c \approx 90$  К. При измерении  $T_c$  амплитуда переменного магнитного поля частотой 540 Гц составляла  $H_{\sim} \approx 0.1$  Э, диамагнитный отклик регистрировался по первой гармонике. Амплитуды высших гармоник были пренебрежимо малыми. Ширина перехода составляла  $\Delta T_c \approx 3.5$  К.

Нелинейный отклик монокристаллов исследовался на частоте  $f = 540$  Гц. Измерения выполнялись на установках, описанных в работах [5, 6], приспособленных для исследования монокристаллов.

Зависимости напряжения гармоник сигнала отклика от амплитуды напряженности переменного магнитного поля  $H_{\sim}$  для нечетных гармоник приведены на рис. 1. Напряжения четных гармоник сравнимы с напряжением шумов  $U_{ш} \sim 0.5$  мкВ при  $H_{\sim} \lesssim 20$  Э.

Напряжение  $U_1$  первой гармоники вначале резко растет, затем резкий рост сменяется плавным ростом и выходит на насыщение при  $H_{\sim} \sim 56$  Э.

Напряжение третьей гармоники  $U_3$  имеет похожую зависимость, но в отличие от  $U_1$  имеет плавный характер зависимости.

Кривые зависимостей  $U_1(H_{\sim})$  и  $U_3(H_{\sim})$  имеют выпуклость вверх.

Зависимость  $U_5(H_{\sim})$  имеет S-образный вид. В полях  $H_{\sim} \lesssim 10$  Э напряжение пятой гармоники незначительно. Аналогичные

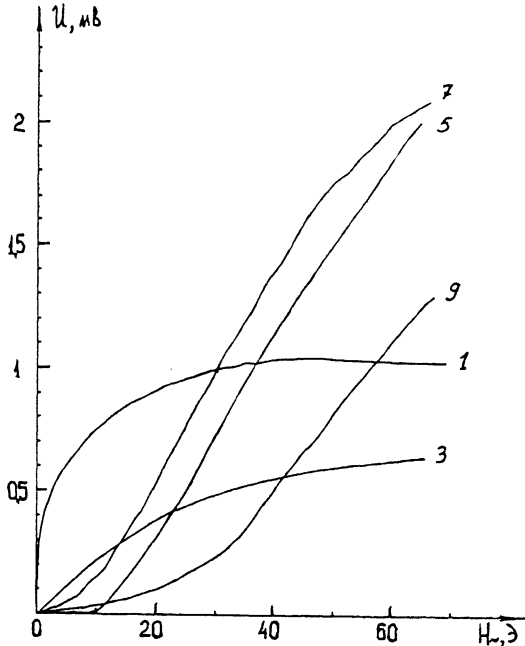


Рис. 1. Зависимость напряжений 1, 3, 5, 7 и 9-й гармоник сигнала отклика монокристалла  $\text{YBa}_2\text{Cu}_3\text{O}_{7-\delta}$  от величины амплитуды напряженности  $H_{\sim}$  переменного магнитного поля. Номера гармоник отмечены на рисунке. Внешнее постоянное магнитное поле  $H=0$ .

зависимости имеют и  $U_7(H_{\sim})$  и  $U_9(H_{\sim})$ . Наблюдались и высшие гармоники, нечетные с номерами до  $n=25$  включительно. В гармониках  $n=11$  и  $15$  в области магнитных полей  $0 \leq H_{\sim} \leq 14$  Э имеется незначительный максимум при  $H_{\sim} \approx 7$  Э. Аналогичные максимумы наблюдаются в  $U_{17}$  и  $U_{19}$ .

Были выполнены исследования влияния внешнего постоянного магнитного поля на напряжение 3-й гармоники сигнала отклика. Результаты приведены на рис. 2. Измерения проводились при  $H_{\sim} = 4.5$  и  $H_{\sim} = 22.3$  Э. Кривые  $U_3(H_0)$  имеют различные зависимости для разных  $H_{\sim}$  и напоминают результаты для керамических образцов  $\text{YBa}_2\text{Cu}_3\text{O}_{7-\delta}$  [1, 2, 5, 6].

Ранее в работах [1-6] исследовались вышеуказанные зависимости для керамических образцов  $\text{YBa}_2\text{Cu}_3\text{O}_{7-\delta}$ . В настоящей работе в зависимостях  $U_n(H_{\sim})$  (рис. 1) максимумов, которые наблюдались в работах [2, 6], не наблюдаются за исключением незначительных максимумов в гармониках с  $n \geq 11$ . В указанных работах происхождение этих максимумов хорошо описывается моделью квазиоднородной системы слабых связей.

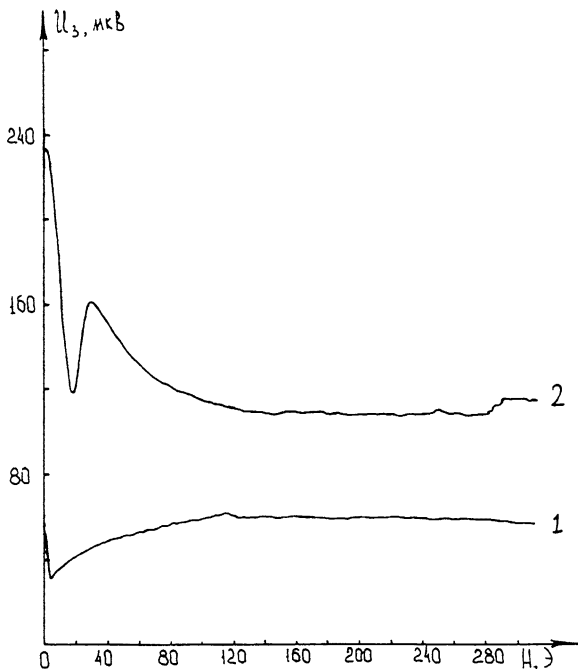


Рис. 2. Зависимость напряжения третьей гармоники от величины напряженности внешнего постоянного магнитного поля. Амплитуда модуляции равна  $H_m = 4.5 \text{ Э}$  (кривая 1) и  $H_m = 22.3 \text{ Э}$  (кривая 2).

Результаты настоящей работы трудно описать моделью, развитой в работах [2, 3, 6], поэтому нелинейность диамагнитного отклика монокристалла и наблюдаемые зависимости  $U_H(H_m)$  и  $U_H(H_0)$  возможно частично описываются (для  $H_m < 30 \text{ Э}$ ) моделью квази-однородной системы слабых связей и частично моделью проникновения вихрей в блоки монокристалла [7, 8] (для  $H_m, H_0 < 30 \text{ Э}$ ).

#### С п и с о к л и т е р а т у р ы

- [1] Головашкин А.И., Кузьмичев Н.Д., Левченко И.С., Мотулевич Г.П., Славкин В.В. // ФТТ. 1989. № 4. Т. 31. С. 233-235.
- [2] Головашкин А.И., Кузьмичев Н.Д., Левченко И.С., Мотулевич Г.П., Славкин В.В. // ФТТ. 1990. Т. 33. № 4. С. 120-125.
- [3] Jeffries C., Lam Q., et al. // Phys. Rev. B. 1988. V. 37. N 16. P. 9840-9843.

- [4] Muller K.H., et al. // Physica C. 1989. V. 158. P. 366-370.
- [5] Головашкин А.И., Кузьмичев Н.Д. и др. Препринт 41, М., ФИАН, 1989.
- [6] Головашкин А.И., Кузьмичев Н.Д. и др. Препринт 151, М., ФИАН, 1989.
- [7] Веаи С.Р. // Rev. Mod. Phys. 1964. V. 36. P.39.
- [8] Гинзбург С.Л., Лузянин И.Д. и др. Препринт № 1524, Л., ЛИЯФ, 1989.

Поступило в Редакцию  
6 июля 1990 г.

Письма в ЖТФ, том 16, вып. 18 26 сентября 1990 г.

05.4

© 1990

### „ГИГАНТСКИЕ“ ПЕРЕКЛЮЧЕНИЯ НАПРЯЖЕНИЯ В ПОЛИКРИСТАЛЛИЧЕСКИХ ПЛЕНКАХ ВТСП

В.Л. Бакуменко, Е.Д. Бекешко,  
Л.Н. Курбатов, В.И. Михасько

Скачки напряжения, наблюдающиеся при подаче тока смещения на одиночные джозефсоновские переходы, составляют по порядку величины несколько милливольт [1]. Подачей СВЧ смещения на линейку, состоящую из более чем  $10^4$  джозефсоновских переходов, удается переключать напряжение около 10 В [2]. Здесь мы сообщаем о наблюдении переключения напряжения на несколько вольт при подаче постоянного тока на сужение в поликристаллических пленках ВТСП.

Результаты были получены на пленках висмутовой системы, состоящих в основном из фазы 2212, приготовленных либо дитратной технологией [3], либо осаждением из спиртовой взвеси [4]. Кристаллиты, образующие пленки, ориентированы осью „С“ перпендикулярно плоскости подложки. В качестве подложек использован монокристаллический фианит. Толщина пленок 0,17–0,27 мкм. Механическим скрайбированием в пленках прорезался рисунок с сужением типа мостика. Пример такого рисунка показан на вставке рис. 1. Контакты либо паяные индиевые, либо напыленные и затем отожженные серебряные. Ширина и длина сужений – в пределах 20–100 и 60–800 мкм соответственно. Все приводимые ниже результаты получены при температуре 4,2 К с подачей на образцы смещения от источника постоянного тока.

Начальный участок вольт-амперных характеристик (ВАХ) (рис. 2) следует зависимости  $I - I_c \sim \left(\frac{V}{I}\right)^{3/4}$ , которая согласуется