

05.4

© 1991

ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНОЕ ОБНАРУЖЕНИЕ ЭФФЕКТА УВЛЕЧЕНИЯ ВИХРЕЙ МАГНИТОСТАТИЧЕСКОЙ ВОЛНОЙ В СЛОИСТОЙ СТРУКТУРЕ ФЕРРИТ - СВЕРХПРОВОДНИК

В.С. Б а б у ш к и н, Н.А. М о р о з о в а

При создании устройств на магнитоэлектрических волнах (МСВ) различного функционального назначения особый интерес представляет изучение взаимодействия МСВ с высокотемпературным сверхпроводником (ВТСП). В работах [1-3] было обнаружено влияние электронного поглощения МСВ в структуре феррит - ВТСП. В [1] было показано, что поле МСВ, проникая в пленку ВТСП, может вызывать в ней движение вихрей с постоянной средней скоростью $\bar{v}_{ср}$:

$$\bar{v}_{ср} = \frac{\Phi_0}{c \cdot \eta} [\bar{j} \cdot \bar{n}]. \quad (1)$$

Здесь η - коэффициент вязкости вихрей, Φ_0 - квант магнитного потока, c - скорость света, \bar{n} - единичный вектор вдоль оси вихря, \bar{j} - плотность переменного тока в ВТСП с эффективной проводимостью $\sigma_B = c^2 \eta / B_0 \Phi_0$ во внешнем магнитном поле B_0 .

Этот результат явился следствием нелинейной связи мгновенной скорости вихря с полем МСВ. В [4] было показано, что необходимо учитывать также эффект возникновения сгустков вихрей, которые попадают в потенциальные ямы, созданные неоднородным полем МСВ.

В данной работе было впервые предпринято экспериментальное обнаружение эффекта увлечения вихрей в структуре, состоящей из пленки ЖИГ и приложенной к ней пленки ВТСП на основе $Y_1Ba_2Cu_3O_7$ (см. рис. 1). На пленке ВТСП с помощью пасты на основе Jn были нанесены контакты K_1 , K_2 и K_3 , которые использовались

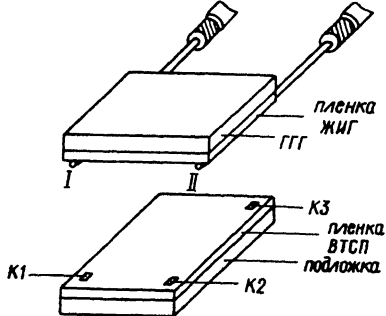


Рис. 1. Макет измерительного устройства.

при измерении ЭДС. Приемная и передающая антенны МСВ в виде закороченных проволочек диаметром 30 мкм прикладывались в той части пленки ЖИГ, которая не перекрывалась пленкой ВТСП. Описанная структура, показанная на рис. 1, помещалась в магнитное поле электромагнита, перпендикулярное плоскости пленок. В этом случае в пленке ЖИГ распространялась прямая объемная МСВ, переменное поле которой проникало также в пленку ВТСП. Измерения проводились в низкотемпературном криостате при температуре 77 К на частоте 7.9 ГГц.

На рис. 2 представлены типичные зависимости проходящей мощности МСВ и напряжения, измеренного с помощью селективного вольтметра типа 232 В на контактах K_2-K_3 . Видно, что максимальное напряжение U_{23} составляло около 60 нВ при верхней оценке мощности МСВ в 15 мкВт. Видно также, что наибольшее напряжение достигалось в магнитных полях, меньших по сравнению с полем максимального прохождения МСВ.

Анализируя полученные результаты, сравним их с оценками, приведенными в [3, 4]. Авторами [4] выведена формула для разности потенциалов U_{\perp} в поперечном относительно направления волнового вектора \vec{q} МСВ:

$$U_{\perp} = \frac{2\pi q'}{cV_0} W_0, \quad (2)$$

где W_0 - мощность МСВ.

Величина вольт-ваттной чувствительности в нашем случае составила $4 \cdot 10^{-3}$ В/Вт. По оценкам [4] эта величина ожидалась $10^{-1} - 10^{-2}$ В/Вт. Однако можно надеяться, что учет ослабления мощности МСВ в конечном зазоре между прилегающими пленками феррита и ВТСП позволит уменьшить полученное расхождение.

Следует отметить, что в эксперименте в пределах погрешности отсутствовала ЭДС на контактах K_1-K_2 . Из выводов [4] следует, что величина ЭДС в продольном относительно \vec{q} направлении U_{\parallel} ожидалась существенно меньшей, чем U_{\perp} .

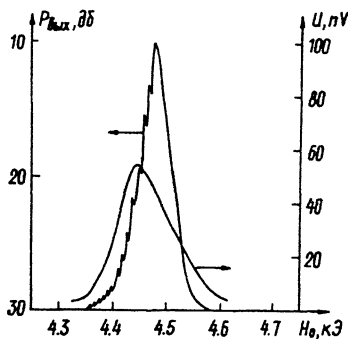


Рис. 2. Спектр МСВ и зависимость ЭДС увлечения \mathcal{U}_1 в структуре ЖИГ - сверхпроводник.

Измерения ЭДС увлечения вихрей, проведенные при другой конфигурации внешнего магнитного поля, а именно тогда, когда в пленке ЖИГ распространялась поверхностная МСВ, показали отсутствие ЭДС на контактах K_1K_2 и K_2K_3 , что можно объяснить отсутствием силы Лоренца, действующей на вихри в ВТСП при такой конфигурации внешнего магнитного поля.

Отсутствие ЭДС на контактах в случае поверхностных МСВ, а также несовпадение формы огибающей спектра МСВ и ЭДС увлечения в случае прямой объемной МСВ (см. рис. 2) свидетельствует об омичности контактов, используемых в эксперименте.

Все выше отмеченное позволяет однозначно утверждать, что в эксперименте наблюдалось увлечение вихрей МСВ в слоистой структуре феррит - ВТСП.

Авторы выражают благодарность В.Н. Скокову и Н.Н. Богданову за предоставленную для измерений пленку ВТСП.

С п и с о к л и т е р а т у р ы

- [1] Попков А.Ф. // ЖТФ. 1989. Т. 59. В. 9. С. 112-117
- [2] Анфиногенов В.Б. и др. // Письма в ЖТФ. 1989. Т. 15. В. 14. С. 24-28.
- [3] Лебедь Б.М., Яковлев С.В. // Письма в ЖТФ. 1989. Т. 15. В. 19. С. 27-29.
- [4] Ползикова Н.И., Раевский А.О. // Письма в ЖТФ. 1990. Т. 16. В. 17. С. 73-77.

Институт физики металлов
УО АН СССР, Свердловск

Поступило в Редакцию
17 апреля 1991 г.