

Использованная модель обладает неплохими экстраполяционными свойствами, что позволяет описывать напряженное состояние металла не на языке дефектов, а с помощью параметров a, d, c .

С п и с о к л и т е р а т у р ы

- [1] Ф о м е н к о В.С. Эмиссионные свойства химических элементов и их соединений. Киев: Наукова думка, 1980. 330 с.
- [2] К а щ е н к о М.П., К р ю к В.И. // ЖТФ. 1979. Т.49. № 1. С. 181-183.
- [3] L a n g N.D., К o h n W. // Phys. Rev. B. 1971. V. 3. № 4. P. 1215-1223.
- [4] П о г о с о в В.В. //ФТТ. 1988. Т. 30. № 8. С. 2310-2313.

Поступило в Редакцию
25 июля 1989 г.

Письма в ЖТФ, том 16, вып. 3

12 февраля 1990 г.

05.4; 09

© 1990

ЗАТУХАНИЕ СПИНОВЫХ ВОЛН В СТРУКТУРЕ ФЕРРИТ-СВЕРХПРОВОДНИК

О.А. Ч и в и л е в а, А.Г. Г у р е в и ч,
А.Н. А н и с и м о в, С.Ф. К а р м а н е н к о

Распространение спиновых волн в структурах, содержащих ферритовые и диэлектрические слои и металлические поверхности, довольно подробно исследовано (см., например, работы [1-3]). В этих теоретических работах рассматривался идеальный металл (удельное сопротивление $\rho = 0$), основное внимание уделялось влиянию металлической поверхности на дисперсию спиновых волн.

В работе [4] исследовалось затухание поверхностных спиновых волн в пленке железо-иттриевого граната (ЖИГ) в зависимости от поверхностного сопротивления $R_{пов}$ металлического слоя, нанесенного на пленку ЖИГ. Как и следовало ожидать, в предельных случаях $R_{пов} \rightarrow 0$ и $R_{пов} \rightarrow \infty$ затухание поверхностных волн было минимальным, максимум затухания имел место при $R_{пов}$, измеряемом десятками Ом.

К настоящему времени получены высококачественные пленки высокотемпературных сверхпроводников (ВТСП) на различных подложках, исследованы их электрические свойства. В связи с этим возник интерес к исследованию структур типа пленка ЖИГ - пленка

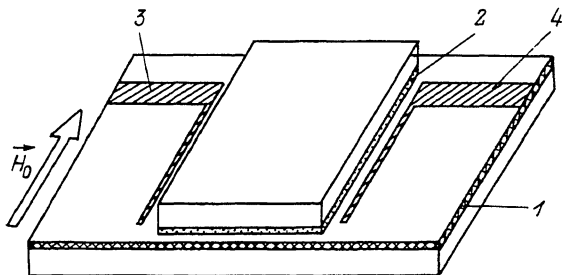


Рис. 1. Схематическое изображение измерительной ячейки: 1 - пленка ЖИГ на подложке из гадолиний-галлиевого граната, 2 - пленка $YBa_2Cu_3O_{7-x}$ на подложке MgO , 3, 4 - возбуждающая и приемная антенны с подводящими преобразователями.

ВТСП. В работах [5, 6] изучалось распространение поверхностных спиновых волн в таких структурах. Исследовался закон дисперсии и амплитудно-частотные характеристики (АЧХ) этих волн выше и ниже температуры сверхпроводящего перехода T_c . Было отмечено существенное различие законов дисперсии выше и ниже T_c , причем дисперсионная кривая ниже T_c отличалась от таковой в структуре ферритовая пленка - идеальный металл. В работе [6] было обнаружено также увеличение затухания поверхностных волн при помещении на поверхность пленки ЖИГ пленки ВТСП как по сравнению со „свободной“ пленкой ЖИГ, так и с пленкой, граничащей с металлом. Оно уменьшалось при переходе ВТСП в сверхпроводящее состояние.

В данном сообщении приводятся результаты исследования распространения поверхностных волн в пленке ЖИГ, граничащей с пленкой ВТСП, в широком диапазоне температур от 4.2 до 300 К. Возбуждающая и приемная антенны методом вакуумного напыления с последующей фотолитографией наносились прямо на поверхность пленки ЖИГ. Измерительная ячейка с пленкой ВТСП схематически изображена на рис. 1. Пленка ВТСП состава $YBa_2Cu_3O_{7-x}$, нанесенная на подложку MgO методом магнетронного распыления, располагалась между антеннами и прижималась к поверхности пленки ЖИГ. Ячейка с подводящими волноводами помещалась в гелиевый криостат, позволяющий плавно регулировать температуру в диапазоне 4.2-300 К. На двухкоординатном самописце фиксировались АЧХ поверхностных волн в такой структуре.

Сопротивление ВТСП-пленки на постоянном токе в зависимости от температуры измерялось четырехзондовым методом [7], измерения проводились как в отсутствие, так и при наличии продольного магнитного поля.

Результаты измерений приведены на рис. 2. Как видно из рисунка (кривая 1), ВТСП-пленка выше T_c обнаруживает металлический ход удельного сопротивления, переход в сверхпроводящее состояние происходит при $T = 81-73$ К, ширина перехода по уров-

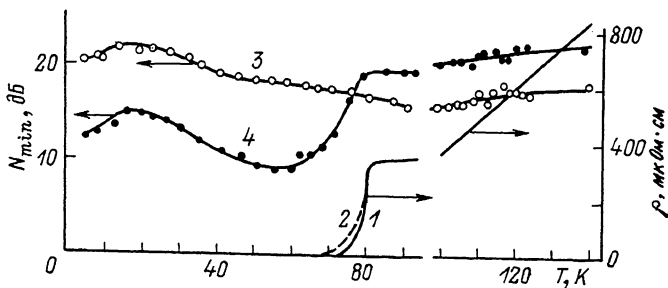


Рис. 2. Температурные зависимости удельного сопротивления ВТСП-пленки (кривые 1, 2) и затухания поверхностных волн в пленке ЖИГ (кривая 3) и структуре ЖИГ-ВТСП (кривая 4).

ню 0,1–0,9 порядка 5 К. Включение продольного магнитного поля $H_0 = 540$ Э (при таком поле исследовалось затухание спиновых волн) слегка затягивает переход, при этом выход ρ на нулевой уровень происходит при $T \approx 68$ К (кривая 2).

В качестве параметра, характеризующего затухание спиновых волн, измерялись минимальные суммарные потери N_{min} , соответствующие максимуму АЧХ при волновых числах спиновых волн порядка 10^2 см $^{-1}$. Затухание поверхностных волн в свободной пленке (кривая 3) обнаруживает температурный ход, характерный для пленок ЖИГ [8]: выше $T \approx 100$ К затухание слабо зависит от T , при $T \approx 20$ К наблюдается широкий максимум затухания, обусловленный наличием в пленке быстрорелаксирующих примесных ионов.

Температурный ход затухания поверхностных волн в структуре пленка ЖИГ–пленка ВТСП (кривая 4) имеет следующие особенности. Выше T_c затухание волны увеличивается по сравнению с таковым для свободной пленки. В области сверхпроводящего перехода наблюдается существенное уменьшение затухания. Эти результаты находятся в соответствии с результатами работы [4], поскольку высокочастотное поверхностное сопротивление ВТСП-пленки в сверхпроводящей фазе мало; поверхностное же сопротивление ее при $T > T_c$ на постоянном токе $R_{нов} \approx 10$ Ом, а высокочастотное поверхностное сопротивление, по-видимому, того же порядка. Следует заметить, что уменьшение затухания поверхностных волн в структуре пленка ЖИГ–пленка ВТСП при переходе ВТСП в сверхпроводящее состояние обусловлено также и изменением закона дисперсии волн [6] – увеличением их групповой скорости. Максимум же затухания при $T \approx 20$ К имеет место и при наличии пленки ВТСП.

Таким образом, наличие ВТСП-пленки у поверхности пленки ЖИГ существенным образом влияет на затухание спиновых волн как в нормальной, так и в сверхпроводящей фазе ВТСП. Переход в сверхпроводящее состояние ясно виден на зависимости $N_{min}(T)$. Не-

сколько большая ширина этого перехода, чем определенная из зависимости $\rho(T)$, обусловлена тем, что величину N_{min} определяет поверхностный импеданс ВТСП-пленки на частоте возбуждаемых волн. Температурные зависимости его действительной части для керамических образцов состава $YBa_2Cu_3O_{7-x}$ были исследованы в работе [9], ширина перехода превышала таковую для статического поверхностного сопротивления.

Авторы выражают признательность А.П.Некрасову за изготовление измерительной ячейки на пленке ЖИГ.

С п и с о к л и т е р а т у р ы

- [1] S e s h a d r i S.R. // Proc. IEEE. 1970. V. 58. N 3. P. 506-507.
- [2] B o n g i a n n i W.L. // JAP. 1972. V. 43. N 6. P. 2541-2548.
- [3] Y u k i m a T., T a k e d a S., A b e K., I k e n o u e J. // IEEE Trans. on MAG. 1980. V. MAG-16. N 5. P. 687-689.
- [4] Гусев Б.Н. Автореф. канд. дис. Л., 1987.
- [5] Лебедь Б.М., Яковлев С.В. // Письма в ЖТФ. 1989. Т. 15. В. 19. С. 27-30.
- [6] Афиногенов В.Б., Ползикова Н.И., Зильберман П.Е. // Письма в ЖТФ. 1989. Т.15. В. 19.
- [7] M o n t g o m e r y H.C. // JAP. 1971. V. 42. N 7. P. 2971-2975.
- [8] Чивилева О.А., Эмирян Л.М., Гусев Б.Н. и др. // ФТТ. 1985. Т. 27. № 2. С. 534-536.
- [9] Бельски М., Вендик О.Г., Гайдуков М.М. и др. // Письма в ЖЭТФ. 1987. Приложение. С. 172-175.

Физико-технический
институт им. А.Ф. Иоффе
АН СССР, Ленинград

Поступило в Редакцию
14 октября 1989 г.

Письма в ЖТФ, том 16, вып. 3

12 февраля 1990 г.

01; 09

© 1990

ЭФФЕКТЫ ЭЛЕКТРОМАГНИТНОЙ ИНТЕРФЕРЕНЦИИ В МЕТАЛЛИЧЕСКИХ ПЛАСТИНКАХ

В.В. С и д о р е н к о в, В.В. Т о л м а ч е в

Экспериментально установлено [1], что электромагнитную интерференцию в металлической пластинке можно наблюдать, если на ее противоположную сторону подать другую электромагнитную волну, когерентную с первой. Проявляющееся при этом явление туннельной электромагнитной интерференции (внутри пластинки реальная часть волнового вектора пренебрежимо мала в сравнении