

05.4; 09; 12

© 1992

ВОЗДЕЙСТВИЕ ЭЛЕКТРОМАГНИТНОГО ПОЛЯ  
НА ЭКРАНИРУЮЩИЕ ТОКИ ПОЛИКРИСТАЛЛИЧЕСКИХ  
ОБРАЗЦОВ ВТСП В ИЗОТЕРМИЧЕСКОМ РЕЖИМЕГ.В. Г о л у б н и ч а я, А.Я. К и р и ч е н к о,  
И.Г. М а к с и м ч у к, Н.Т. Ч е р п а к

Появившееся недавно предложение по использованию для обнаружения электромагнитного излучения изменений в захваченном магнитном потоке многосвязных сверхпроводников [1] расширяет возможности болометрических приемников излучения. Однако, как и в болометрах, изменения критического состояния таких сверхпроводников под влиянием излучения обуславливается изменениями их температурных режимов.

В то же время известно, что для сверхпроводников с высокой температурой сверхпроводящего перехода (ВТСП) в виде керамических полых цилиндров или колец существует возможность управления экранирующими токами в критическом состоянии, избегая температурных изменений образца (изотермический режим) [2, 3]. Для этих целей используется управление экранирующими токами с помощью транспортного тока, который разрушает лишь слабые межгранульные связи, а сами гранулы остаются в состоянии Мейснера.

Естественно предположить, что наведенные индукционные токи, возникающие при электромагнитном облучении образца, также способны влиять на величину экранирующих токов намагниченных поликристаллических ВТСП образцов. Такая реакция поликристаллических образцов на электромагнитное излучение могла бы позволить не только обнаруживать воздействие излучения, но и измерять его интенсивность и запоминать. Однако такая возможность управления экранирующими токами до настоящего времени в литературе не рассмотрена. Целью настоящей работы и является изучение нетеплового воздействия электромагнитного излучения на намагниченный поликристаллический образец ВТСП, находящийся в критическом состоянии.

При внесении образца ВТСП керамики в постоянное магнитное поле, по величине превышающее значение нижнего критического поля  $H_{c1}$  для гранул, и при последующем его снижении до нуля в образце захватывается магнитный поток даже в случае односвязной его геометрии, обусловленный экранирующими токами, протекающими в толще образца. Это объясняется моделью Бина [4] для критического состояния образца с некоторыми ее модификациями для ВТСП. О величине захваченного в образце магнитного потока можно судить по повышению в нем уровня высокочастотных (ВЧ)

потерь [5]. Измерение поглощения ВЧ энергии производилось путем измерения потерь в радиочастотном контуре, индуктивность которого нагружалась образцом ВТСП керамики. Амплитуда переменного магнитного поля индукционного датчика не превышала 0.05 Э. В измерениях использовались образцы ВТСП керамики  $YBa_2Cu_3O_{7-x}$  в виде диска диаметром 20 мм и высотой 7.2 мм, изготовленные по технологии горячего прессования.

Намагничивание образца производилось после его охлаждения в нулевом магнитном поле (режим ZFC). Для этого на образец ВТСП, охлажденный до температуры кипения азота в нулевом магнитном поле, медленно накладывалось внешнее постоянное магнитное поле, увеличивалось до необходимой величины намагничивания, и затем медленно снижалось до нуля.

Так как в соответствии с моделью Бина захваченное магнитное поле достигает своего максимального значения в центральной части диска, индуктивный датчик, воспринимающий изменение поглощения, размещался вдоль оси диска в его центре (см. вставку на рис. 1). Он представлял собой однослойную катушку длиной 7.5 мм диаметром 4 мм, навитой проводом 0.125 мм. Возмущающее электромагнитное поле, влияющее на намагниченность образца, создавалось индукционной катушкой, располагаемой на одном из оснований диска, соосно с ним. Эта катушка содержала около 2300 витков того же провода, что и катушка датчика. Такое расположение индуктивности позволяло максимальным образом воздействовать ее возмущающими полями на центральную присевую область диска, в которой сосредотачивается в основном захваченный магнитный поток. Измерение поглощения производилось на частоте 9 МГц при температуре кипения азота. Возмущающие поля в катушке создавались синусоидальным сигналом звукового генератора или видеосигналом генератора импульсов.

В захваченном магнитном поле после воздействия постоянного магнитного поля напряженностью в 1.65 Э (для исследуемого образца  $H_{c1} \approx 70$  Э) добротность  $Q$  измерительного контура с образцом снижается примерно на 20–25% по сравнению с добротностью  $Q_0$  в нулевом магнитном поле. Возмущающее электромагнитное поле, накладываемое в течение 1–2 с на намагниченный образец, приводит к размагничиванию, что отмечается по снижению потерь в измерительном контуре. Для примера на рис. 1 приведены зависимости добротности контура – датчика, индуктивность которого нагружена намагниченным образцом керамики, при кратковременном воздействии на последний электромагнитного поля возмущающей индуктивности на нескольких частотах. Вдоль оси абсцисс приведено значение амплитуды синусоидального напряжения, подаваемого на вход возмущающей индуктивности. Ввиду кратковременной подачи возмущающего сигнала, тепловое воздействие на образец отсутствовало, а установившееся значение добротности сохранялось более часа. Снижение добротности с повышением частоты, по-видимому, не связано с характеристиками образца, а обусловлено возрастанием сопротивления возмущающей индуктивности.

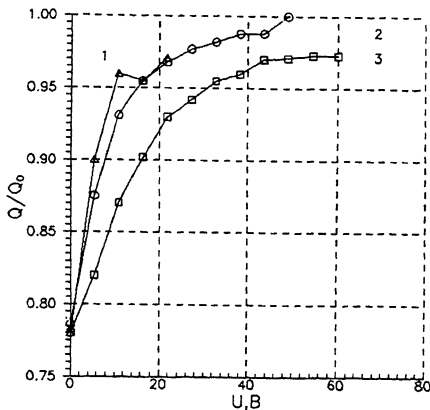


Рис. 1. Возрастание добротности контура  $Q/Q_0$ , нагруженного намагниченным образцом, от величины амплитуды  $U$  синусоидального напряжения, подаваемого на возмущающую катушку индуктивности на частотах: 1 - 100; 2 - 500; 3 - 1000 Гц. На вставке схематическое изображение измерительной ячейки: 1 - образец ВТСП, 2 - индуктивность-датчик; 3 - индуктивность, создающая возмущающее поле.

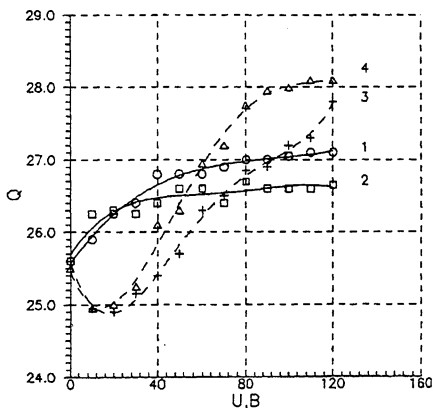


Рис. 2. Зависимости добротности  $Q$  контура, нагруженного намагниченным образцом, от амплитуды  $U$  положительного (сплошные кривые) и отрицательного (пунктирные кривые) видеопульсов при частоте следования: 1.3 -  $10^2$ ; 2.4 -  $10^4$  Гц.

Повышение добротности намагниченного образца наблюдалось также при подаче на концы возмущающей катушки индуктивности серии видеопульсов длительностью в несколько микросекунд и с частотой следования импульсов, изменяющейся в интервале 100-10000. При этом, как следует из кривых, приведенных на рис. 2,

характер изменения добротности зависит от полярности видеоимпульса. Более того, подача на возмущающую катушку индуктивности одиночного видеоимпульса длительностью в 10 мс приводила к эффекту размагничивания образца, что проявлялось в повышении добротности.

Проведенные эксперименты свидетельствуют о размагничивающем воздействии переменных магнитных полей на намагниченный массивный поликристаллический ВТСП образец в изотермическом режиме. Уменьшение намагниченности образца, находящегося в критическом состоянии, может быть объяснено снижением экранирующих токов, поддерживающих захваченный магнитный поток, за счет ослабления межгранульных связей в момент воздействия переменного магнитного поля. Тем самым продемонстрирована возможность использования намагниченного образца ВТСП для регистрации кратковременного воздействия на него низкочастотного электромагнитного излучения.

#### С п и с о к л и т е р а т у р ы

- [1] K h e i f e t s A.S., V e i n g e r F.I., P a r i t s k y L.G. // Physica C. 1991. V. 174. N 1/3. P. 86-92.
- [2] Башкиров Ю.А., Баранова Р.Х., Кириченко Н.Ф., Лутидзе К.Ш., Флейшман Л.С. // СФХТ. 1989. Т. 2. В. 6. С. 43-46.
- [3] Шелых А.И., Кудинов Е.К., Смирнов И.А. // ФТТ. 1991. Т. 33. В. 5. С. 1613-1615.
- [4] В e a n C.P. // Rev. Mod. Phys. 1964. V. 36. N 1. P. 31-39.
- [5] Голубничая Г.В., Кириченко А.Я., Черпак Н.Т., Загоскин В.Т., Литвиненко Ю.Г., Лобас С.В., Розенберг Г.Х. // СФХТ. 1992. Т. 5. В. 3. С. 486-494.

Поступило в Редакцию  
4 ноября 1992 г.