

ИССЛЕДОВАНИЕ СВЕРХПРОВОДЯЩИХ ПЕРЕХОДОВ ВИСМУТОВЫХ КЕРАМИК В МАГНИТНЫХ ПОЛЯХ ДО 80 кЭ

А. Г. САРКИСЯН, В. М. АРУТЮНЯН, Э. В. ПУТНЫНЬ,
В. М. АРАКЕЛЯН, Р. С. АКОПЯН

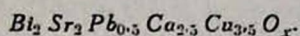
Ереванский государственный университет

Н. М. ДОБРОВОЛЬСКИЙ

Ереванский физический институт

(Поступила в редакцию 3 марта 1990 г.)

Синтезированы сверхпроводящие однофазные образцы висмутовой керамики с номинальным составом



В магнитных полях до 100 Э наблюдались двухступенчатые сверхпроводящие переходы выше 100 К, трансформирующиеся в одноступенчатые в больших полях. Это связывается с концентрацией магнитного поля в прослойках между зернами из-за эффекта Мейснера в зернах.

На однофазных образцах висмутовой керамики в полях до 100 Э наблюдались двухступенчатые сверхпроводящие переходы, трансформирующиеся в одноступенчатые в больших полях. Это связывается с концентрацией магнитного поля в прослойках между зернами из-за эффекта Мейснера в зернах.

Известно, что в висмутовой керамике в зависимости от номинального состава и условий синтеза наблюдается до трех ступеней на температурной зависимости удельного сопротивления или магнитной восприимчивости. Расстояние между ступенями составляет 20—30 К, они относятся к сверхпроводящим политипоидным фазам с различным числом слоев $Cu-O$, в элементарной ячейке. В настоящее время уже многими авторами получены однофазные образцы с $T_c \sim 110$ К, за счет подбора номинального состава и условий синтеза [1, 2].

При исследовании однофазных образцов с номинальным составом $Bi_2 Sr_2 Pb_{0.5} Ca_{2.5} Cu_{3.5} O_x$ мы наблюдали на кривых перехода (измеренного индуктивным методом) две ступеньки выше 100 К (рис. 1, кр. 1). Расстояние между ступенями составляет лишь единицы градусов. С увеличением длительности отжига (при 845° С) вторая ступень становится менее выраженной и при продолжительности отжига свыше 160 ч. обе ступени сливаются в одну, расположенную между ними (рис. 1, кр. 2). Растирание образцов в порошок приводит к исчезнованию низкотемпературной ступени, повторное прессование и отжиг этого порошка приводит к ее восстановлению. Кривые перехода в сверхпроводящее состояние были исследованы в магнитном поле от 0,2 Э (поле Земли) до 80 кЭ. Для получения полей до 1 кЭ использовался электромагнит в азотном криостате, более сильные поля получались с помощью сверхпроводящего магнита. Измере-

ния проводились с помощью сверхпроводящего магнита. Измерения проводились при фиксированных значениях магнитного поля и развертке температуры от 4,2 до 150 К.

На рис. 2 приведено семейство кривых перехода в сверхпроводящее состояние одного из образцов в полях до 1 кЭ. В полях свыше 200 Э наблюдается одноступенчатая кривая перехода, которая и в дальнейшем, в полях до 80 кЭ, не проявляет никаких следов двухступенчатости. Отметим, что общая амплитуда перехода практически не изменяется вплоть до 80 кЭ.

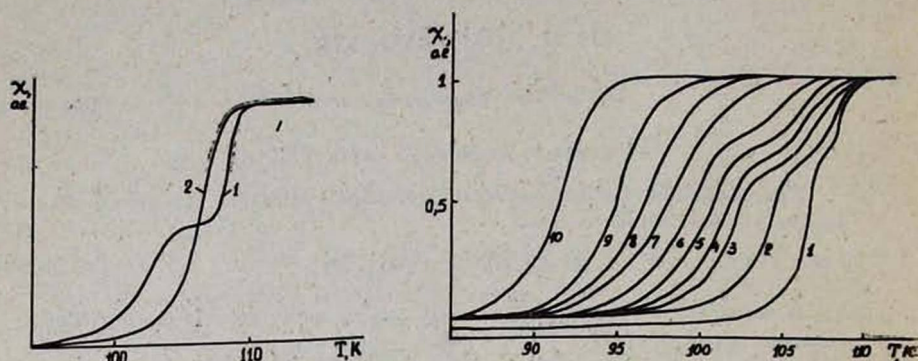


Рис. 1. Кривые перехода висмутового образца в сверхпроводящее состояние после отжига в течение 24 ч. (кривая 1) и 160 ч. (кривая 2).

Рис. 2. Семейство кривых перехода в сверхпроводящее состояние висмутового образца в магнитном поле (1—поле 0,2 Э, 2—6 Э, 3—15 Э, 4—25 Э, 5—50 Э, 6—100 Э, 7—150 Э, 8—250 Э, 9—375 Э, 10—900 Э).

На рис. 3 приведены температурные зависимости критического поля, определенные как начало, середина и конец перехода в сверхпроводящее состояние (на уровне 10, 50 и 90% от полной амплитуды перехода). Зависимости имеют отрицательную кривизну в исследуемом диапазоне температур и магнитных полей.

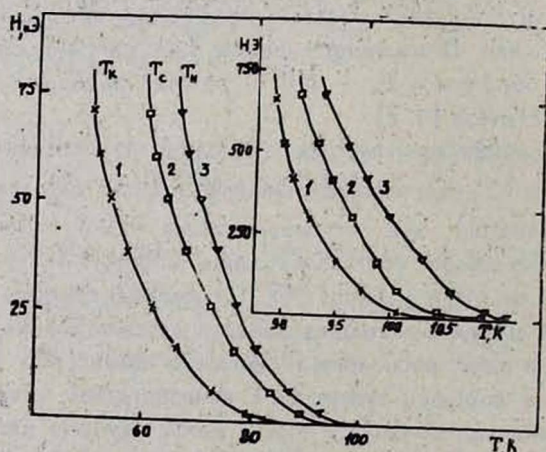


Рис. 3. Температурные зависимости критического поля H_c для образца висмутовой керамики, на уровне 10% (1), 50% (2), 90% (3) от полной амплитуды перехода.

Известная модель, предполагающая наличие в образце двух структурно различных фаз с различными температурами перехода, в данном случае не описывает наблюдаемые факты. Прежде всего, разность T_c полипидных фаз с разным количеством слоев Cu—O в ячейке составляет для висмутовой керамики как минимум 20—30 К, а не 3—7 К, как в наших измерениях. Кроме того, измельчение образцов в этом случае не приводило бы к существенному изменению формы двухступенчатой кривой перехода.

Мы предполагаем, что наблюдавшийся двухступенчатый переход связан с тем, что в однофазном образце имеются области, находящиеся в различных физических состояниях. Вторую ступень можно приписать переходу в сверхпроводящее состояние «псевдозерен» — несверхпроводящих объемов, окруженных сверхпроводящими поверхностями зерен и сверхпроводящими контактами между ними. В принципе, для объяснения низкотемпературной ступеньки даже не является необходимым различие в свойствах границы и объема зерен. Поскольку все измерения проводились как минимум в магнитном поле Земли, 0,2 Э, то ее появление можно объяснить неоднородным распределением поля в образце. При приложении слабого магнитного поля оно сначала концентрируется в порах, трещинах, контактах образца и в первую очередь приводит к снижению T_c «псевдозерен». После превышения H_{c1} зерен поле начинает проникать и в зерна, и с некоторого момента устанавливается однородное распределение магнитного поля в зернах и «псевдозернах», а различие в их поведении исчезает.

Таким образом, наблюдаемые двухступенчатые кривые переходов связаны не с наличием структурно различных фаз, а со сверхпроводимостью зерен и их границ, находящихся в различных физических условиях.

ЛИТЕРАТУРА

1. *Uzumaki T., Yamanaka K., Komahara N. et al. Appl. Phys. Lett., 54, 2253 (1989)*
2. *Maeda A., Noda K., Uchinokura K. et al. J. Journal Phys., 23, 576 (1989).*

ՎԻՍՄՈՒԹԱՅԻՆ ԿԵՐԱՄԻԿԱՆՆԵՐԻ ԳԵՐՀԱՂՈՐԴԻՉ ԱՆՑՈՒՄՆԵՐԻ ՈՒՍՈՒՄՆԱՍԻՐՈՒՄԸ ՄԻՆԶԵՎ 80 ԿԷ ՄԱԳՆԵՏԱԿԱՆ ԴԱՇՏՆԵՐՈՒՄ

Ա. Գ. ՍԱՐԳՍՅԱՆ, Վ. Մ. ՀԱՐՈՒԹՅՈՒՆՅԱՆ, Է. Վ. ՊՈՒՏԵՆԻՆ,
Ն. Մ. ԴՈՐՐՈՎՈԼՍԿԻ, Վ. Մ. ԱՌԱՔԵԼՅԱՆ, Ռ. Ս. ՀԱԿՈԲՅԱՆ

Մինչև 100 է դաշտերում վիսմութային կերամիկայի միաֆազ նմուշների վրա նկատվել են երկու գերհաղորդիչ անցումներ, որոնք մեծ դաշտերում փոխարկվում են մեկի: Դա բացատրվում է հատիկներում Միյաների էֆեկտի հետևանքով մազնիսական դաշտի խտացումով միջհատիկային շերտերում:

INVESTIGATION OF SUPERCONDUCTING TRANSITIONS OF BISMUTH CERAMICS IN MAGNETIC FIELDS UP TO 80 kOe

A. G. SARKISYAN, V. M. ARUTYUNYAN, E. V. PUTNYN',
N. M. DOBROVOL'SKY, V. M. ARAKELYAN, R. S. AKOPYAN

Two-step superconducting transitions in magnetic fields up to 10⁵ Oe and their transformation into one-step ones in stronger magnetic fields were observed in single phase samples of bismuth ceramics. This is attributed to the magnetic field concentration in intergrain layers due to the Meissner effect in the grains.

Изв. АН Армении, Физика, т. 25, вып. 5, 274—281 (1990)

УДК 535.3,361:621.371:551.576,593

ВОЗМОЖНОСТИ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ФОРМУЛ РЭЛЕЯ ДЛЯ РАСЧЕТОВ ОСЛАБЛЕНИЯ И РАДИОЛОКАЦИОННОГО ОТРАЖЕНИЯ ММ И СБММ ВОЛН В ОБЛАКАХ

Г. М. АЙВАЗЯН

Институт радиофизики и электроники АН Армении

(Поступила в редакцию 21 апреля 1990 г.)

Выполнены расчеты ослабления и радиолокационного отражения ММ и СБММ волн в облаках по точным формулам Ми и приближенным формулам Рэлея. Результаты сравнения позволили определить погрешности и границы применимости приближенных формул Рэлея для расчетов ослабления и радиолокационного отражения ММ и СБММ волн в облаках основных типов.

В в е д е н и е

Известно, что приближенные формулы Рэлея [1—3] можно использовать для расчетов ослабления и радиолокационного отражения электромагнитных волн в облаках при условии малости размеров капель по сравнению с длиной волны падающего излучения. Для случая присутствия в облаке малых капель (радиусами от 1 до 20 мкм) для миллиметрового диапазона (ММ) граница применимости формул Рэлея оценивалась ориентировочно не ниже $\lambda \sim 1\text{—}2\text{ мм}$ (см., например, [4]).

Однако, в последние годы в облаках почти всех типов обнаружены неизвестные до этого крупные и сверхкрупные (см., например, [5—7]) капли размерами от 85 до 1500 и более мкм. Расширился и диапазон мелких капель — до 45 мкм. Несмотря на малую концентрацию сверхкрупных капель, они оказывают существенное влияние на рассеяние и радиолокационное отражение ММ и субмиллиметровых (СБММ) волн в облаках. В этой связи интересно знать, как влияют вышеуказанные капли на расчеты по приближенным формулам Рэлея в коротком ММ и СБММ диапазонах. Для этого нами выполнены расчеты по точным формулам Ми и приближенным формулам Рэлея коэффициентов ослабления и радиолокацион-