

- [8] Карпман В.И. Нелинейные волны в диспергирующих средах. М.: Наука, 1973. 176 с.
- [9] Рабинович М.И., Фабрикант А.Л. // ЖЭТФ. 1979. Т. 77. № 2. С. 617-629.
- [10] Звездин А.К., Попков А.Ф. // ЖЭТФ. 1983. Т. 84. В. 2. С. 606-615.
- [11] Давыдов А.С. Солитоны в молекулярных системах. Киев: Наукова думка, 1984. 287 с.

Поступило в Редакцию
27 февраля 1989 г.

Письма в ЖТФ, том 15, вып. 12

26 июня 1989 г.

05.4

ШУМОВЫЕ СВОЙСТВА $Y - Ba - Cu - O$ ПЛЕНОК

С.В. Гапонов, М.А. Калягин,
М.Б. Краюхин, Л.В. Малышева,
П.А. Павлов, Д.Г. Павельев,
А.Д. Ткаченко, И.А. Хребтов,
А.Ю. Чурин

В ряде работ [1-3] уже сообщалось о возможности создания на основе высокотемпературных сверхпроводящих пленок состава $Y - Ba - Cu - O$ приемников излучения. Расчет показывает, что с учетом полученных к настоящему времени электро- и теплофизических параметров пленок можно создать болометры, работающие в области азотных температур с обнаружительной способностью $D \approx 2 \cdot 10^{10} \text{ Вт}^{-1} \cdot \text{Гц}^{1/2} \cdot \text{см}$ при быстродействии $10^{-2} - 10^{-3}$ с. Однако такие предельные характеристики можно реализовать при отсутствии избыточных шумов. В настоящей работе приведены результаты первых шумовых исследований ряда образцов $Y - Ba - Cu - O$ пленок, изготовленных лазерным испарением [4].

Пленки состава $YBa_2Cu_3O_{7-x}$ толщиной 1000-1500 Å напыляли на подложки из $SrTiO_3$, имеющие толщину 1 мм. В пленке лазерным скрайбированием или методом фотолитографии выделяли площадки с размерами 1x1 мм или 100x100 мкм, формировали последовательность меандров с периодами 100 и 10 мкм соответственно. Контактными служили напыленные серебряные пленки. Подложки приклеивались к медному основанию, имеющему механический контакт с дном азотного резервуара металлического криостата. Температуру образца устанавливали проволоочным нагревателем. Образец включали в схему с нагрузочным сопротивлением как в двухконтактном, так и четырехконтактном варианте. Шумовые сигналы после малощумящего предусилителя подавали на анализаторы спектра типа С4-35 и СК4-56. Измеряли частотные зависимости шума

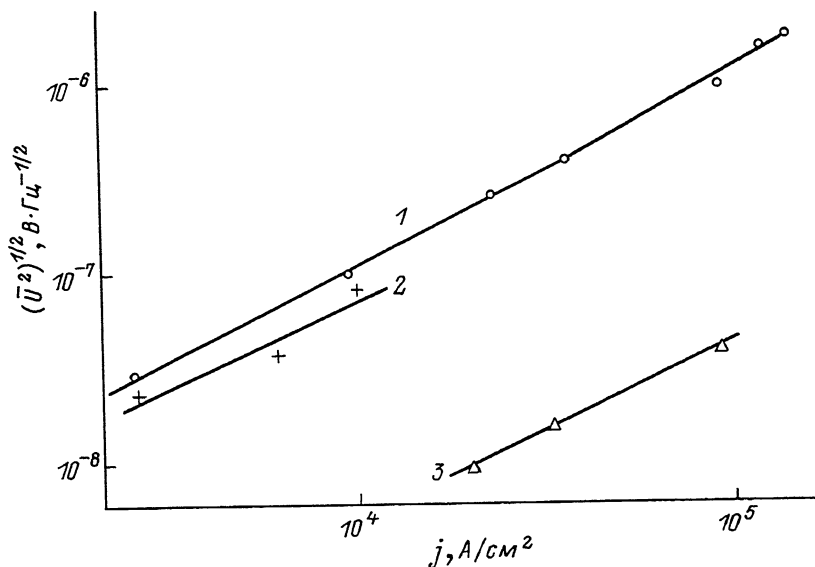


Рис. 1. Зависимость напряжения шума от плотности тока: 1 - обр. № 7.3, $R = 3.4 R_N$, $T=293$ К; 2 - обр. № 7.3 $R = 0.6 R_N$; 3 - обр. № 4.4, $R = 0.4 R_N$.

Характеристика	№ образца		
	3.4	4.4	7.3
Размер площадки, мм	1x1	1x1	0.1x0.1
Сопротивление на квадрат в нормальном состоянии $R_{\square N}$, Ом/а	22	39	17
Отношение $\frac{R_{\square ком}}{R_{\square N}}$	22	3.0	3.4
Температура перехода T_K , К	85.8	86.2	83.3
Ширина перехода (0.1-0.9) $R_N - \Delta T$, К	1.7	1.2	3.5
Сопротивление в рабочей точке R , кОм	1.0	1.6	0.6
Ток смещения I , мА	1.5	0.9	0.3
Напряжение шума $(\bar{U}^2)^{1/2}$ на частоте 12 Гц	$1.5 \cdot 10^{-8}$	$3.7 \cdot 10^{-8}$	$1.2 \cdot 10^{-8}$

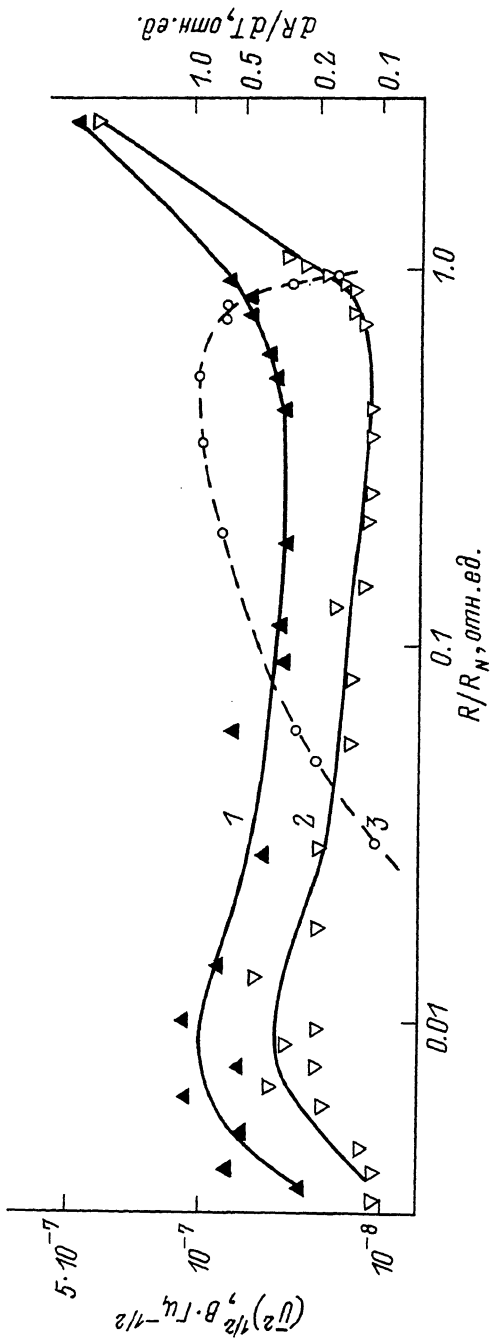


Рис. 2. Зависимость напряжения шума и крутизны от соотношения (обр. № 7.3): 1 - $j = 1 \cdot 10^5 \text{ А} \cdot \text{см}^{-2}$, 2 - $j = 3.3 \cdot 10^4 \text{ А} \cdot \text{см}^{-2}$, 3 - dR/dT .

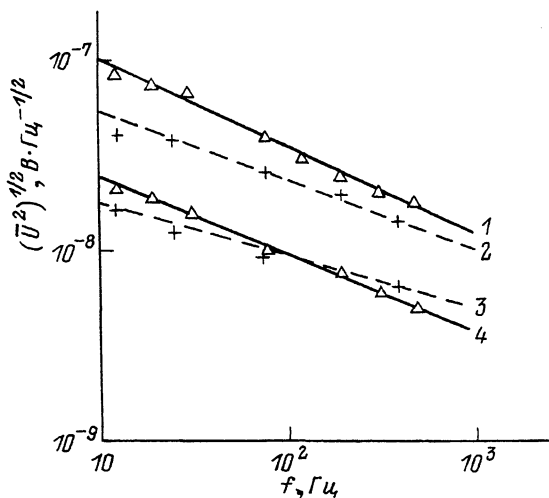


Рис. 3. Зависимость напряжения шума от частоты: 1 - обр. № 4.4, $R = 0.5 R_N$, $j = 1.1 \cdot 10^4 \text{ А} \cdot \text{см}^{-2}$; 2 - обр. № 3.4, $R = 0.5 R_N$, $j = 1.1 \cdot 10^4 \text{ А} \cdot \text{см}^{-2}$; 3 - обр. № 4.4, $R = 0.5 R_N$, $j = 0.4 \times 10^4 \text{ А} \cdot \text{см}^{-2}$; 4 - обр. № 3.4, $R = 0.5 R_N$, $j = 0.3 \cdot 10^4 \text{ А} \cdot \text{см}^{-2}$.

в диапазоне 1.6 Гц - 20 кГц, токовые зависимости шума, а также зависимость шума от температуры и сопротивления. В таблице приведены некоторые параметры исследованных образцов.

Наблюдаемый шум носил избыточный характер, т.е. он превышал расчетный тепловой, обусловленный шумом Джонсона и теплопередачей в подложку. Для частоты 10 Гц это превышение для $(\bar{u}^2)^{1/2}$ составляло 3-4 раза. Избыточный шум $(\bar{u}^2)^{1/2}$ был пропорционален плотности тока, что видно из рис. 1, и шум не был связан, как показали измерения по четырехконтактной схеме, с контактами.

Для всех образцов наблюдали рост шума с возрастанием сопротивления в области перехода из сверхпроводящего состояния в нормальное при $R \approx (0.2-1) R_N$ и далее, вплоть до сопротивления, соответствующего комнатной температуре. Для образца с площадкой $100 \times 100 \text{ мкм}$ наблюдали особенности поведения шума на "хвосте" перехода, т.е. в области малых сопротивлений $R < 0.01 R_N$. Здесь зависимость шума от сопротивления имеет ряд экстремумов. На рис. 2 показан усредненный ход зависимости. На самом деле он имеет более тонкую структуру, которая четко незарегистрирована из-за экспериментальных трудностей. Из кривой 3 этого же рисунка, отображающей зависимость крутизны dR/dT от сопротивления, следует, что шум не связан с dR/dT .

На рис. 3 приведены спектры шума двух пленок, имеющих одинаковые размеры площадок $1 \times 1 \text{ мм}^2$, при разных токах. Температура образцов соответствовала примерно середине перехода, где крутизна dR/dT наибольшая. Измеренные спектры близки к зависимости $\bar{u}^2 \propto 1/f$, характерной для фликкер-шума.

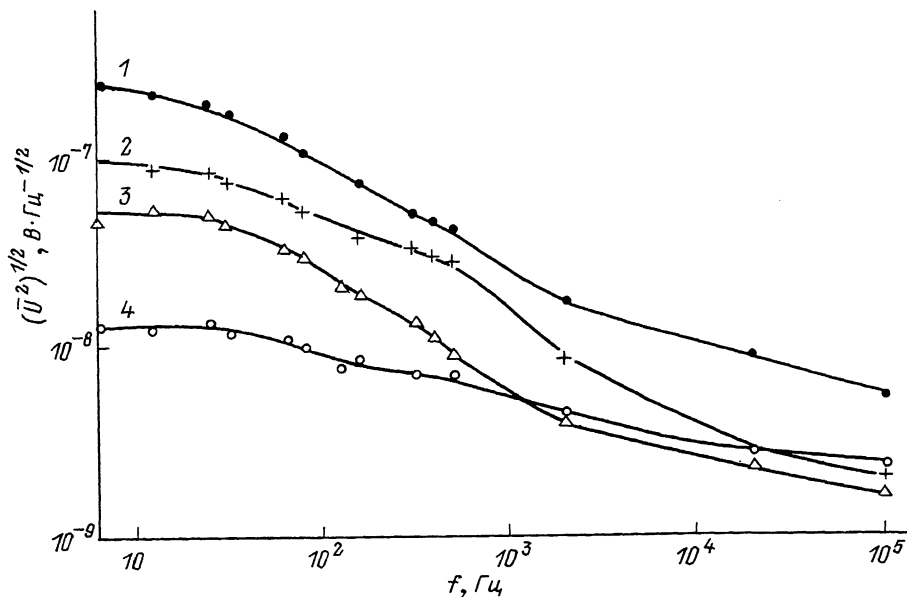


Рис. 4. Зависимость напряжения шума от частоты обр. № 7.3:
 1 - $R = 3.4 R_N$, $j = 2.8 \cdot 10^4$ А·см⁻²; 2 - $R = 0.01 R_N$, $j = 9.8 \times 10^4$ А·см⁻²; 3 - $R = 0.01 R_N$, $j = 3.4 \cdot 10^4$ А·см⁻²; 4 - $R = 0.16 R_N$, $j = 3.4 \cdot 10^4$ А·см⁻².

На рис. 4, где представлены спектры шума пленки с шириной полоски в меандре 7 мкм, прослежен характер частотной зависимости шума от сопротивления в диапазоне $0.01 R_N - R_{\text{кан}}$. Здесь, в отличие от образцов с площадкой 1x1 мм, можно отметить тенденцию к появлению плато в области низких частот < 100 Гц.

Результаты исследования шумов носят предварительный характер, получены на ограниченном количестве образцов без варьирования технологии приготовления, поэтому на данном этапе полной ясности о механизме шума нет. Наличие токов на „хвосте” перехода можно связывать с движением вихревой структуры смешанного состояния, что наблюдали и ранее на „классических” сверхпроводниках [5]. Монотонный рост шума с температурой в области перехода и выше, вплоть до комнатной, можно связать с увеличением доли нормальных зон, структурные дефекты которых, либо контакты между зернами, обуславливают появление избыточного шума, как это происходит в пленках из несверхпроводящих материалов. Появление низкочастотного плато в спектрах малых размеров возможно связано с размерными эффектами.

Основной вывод проведенных исследований - наличие избыточного шума у ВТСП пленок, что надо учитывать при изготовлении на их основе элементов криоэлектроники.

С п и с о к л и т е р а т у р ы

- [1] L e n n g M., B r o u s s a r d P.R., C l a s s e n J.H., O s o t s k y M., W o l f S.A., S t r o m U. // Appl. Phys. Lett. 1987. V. 51. N 24. P. 2046.
- [2] Ткаченко А.Д., Хребтов И.А. В сб.: Тепловые приемники излучения, Л., ГОИ, 1988, с. 5.
- [3] Алфеев В.Н., Александров А.С., Глухов Н.С., Галкин С.Г., Иванов А.А., Кулаков А.В., Личагин Ю.В., Малюк А.А., Пискунов В.Б., Протасов Е.А., Хряков В.Т., Юрков В.Н. // Письма в ЖТФ. 1988. Т. 14. В. 14. С. 1268-1271.
- [4] Гапонов С.В., Салашенко Н.Н. // Электронная пром. 1976. В. 1 (4а). С. 11.
- [5] Зайцев Г.А., Ткаченко А.Д., Хребтов И.А. В сб.: Тепловые приемники излучения, Л., ГОИ, 1986, с. 17.

Поступило в Редакцию
13 февраля 1989 г.

Письма в ЖТФ, том 15, вып. 12

26 июня 1989 г.

05.3

ВЫСОКОТОЧНЫЙ МЕТОД РАСЧЕТА ФАЗОВЫХ РАВНОВЕСИЙ РАСПЛАВ - ТВЕРДОЕ ТЕЛО В СИСТЕМАХ A^3B^5 (НА ПРИМЕРЕ $In-Ga-As-Sb$)

А.А. Гусейнов, Б.Е. Джуртанов,
А.М. Литвак, М.А. Мирсагатов,
Н.А. Чарыков, В.В. Шерстнев,
Ю.П. Яковлев

Точное знание диаграмм фазовых равновесий жидкость-твердое тело является необходимым условием успешного использования метода жидкофазной эпитаксии для выращивания соединений многокомпонентных твердых растворов в системах A^3B^5 и др.

До настоящего времени для анализа фазовых равновесий расплав-твердое тело использовались модели регулярных, субрегулярных и ассоциированных растворов. Методы расчета, основанные на этих моделях, весьма неточны, в особенности в области концентраций, прилегающей к зоне несмешиваемости твердого раствора.

В данной работе рассматривается принципиально новый метод расчета, отличительной чертой которого является то, что все используемые параметры имеют строгий физический смысл и могут