

ИЗМЕРЕНИЕ КРИТИЧЕСКОГО ТОКА КОЛЬЦЕВЫХ ОБРАЗЦОВ ВЫСОКОТЕМПЕРАТУРНОГО СВЕРХПРОВОДНИКА БЕСКОНТАКТНЫМ МЕТОДОМ

В.И.Дацков, Л.Миу, И.Н.Гончаров

Описан метод бесконтактного измерения критического тока в кольцевых образцах высокотемпературного сверхпроводника (ВТСП). Показана схема созданного штока, погружаемого в гелиевый дьюар с широким горлом. Диапазон измерения критического тока в образце $5 \div 4000$ А в интервале регулируемой температуры образца $4,2 \div 150$ К. Показаны результаты измерения критического тока образца ВТСП из $Y_1 Ba_2 Cu_3 O_{7-\delta}$.

Работа выполнена в Лаборатории высоких энергий ОИЯИ.

The Measurement of Critical Current in HTSC Ring Probes by the Noncontact Method

V.I.Datskov, L.Miu, I.N.Goncharov

The method of noncontact measurement of critical current in the ring probes of high-temperature superconductor (HTSC) is described. The construction of a created rod inserted in a helium storage dewar with a wide neck is presented. The range of critical current measurement in a probe is $5 \div 4000$ A, and the range of controlled temperature for a probe is $4.2 \div 150$ K. The results of the critical current measurements for the HTSC of $Y_1 Ba_2 Cu_3 O_{7-\delta}$ probe are shown.

The investigation has been performed at the Laboratory of High Energies, JINR.

Известный метод 4-контактного измерения критического тока образцов ВТСП обладает определенным недостатком. В местах подвода тока к керамике имеются резистивные участки, в которых при больших токах возможен нагрев керамики, ведущий к искажению результатов измерения. С другой стороны, известна работа^{1/1} по измерению критических токов обычных сверхпроводников бесконтактным методом, исключаяющим разогрев образца.

Авторы настоящей методики создали шток для бесконтактного измерения критического тока образцов ВТСП. Принципиальная схема измерительной части штока показана на рис. 1. Коль-

цевой образец 1 насаживается на трубку 2 и поджимается прижимом 3 таким образом, чтобы середина образца 1 оказалась на одном уровне с плоскостью датчика Холла 4. Вся сборка помещена в квазиadiaбатическую измерительную камеру 5, температура которой с помощью внешнего электронного терморегулятора, нагревателя 7 и термометра 6 может изменяться от 4,2 до 150 К. Температура образца измеряется с помощью термометра 8 на основе угольного резистора типа ТВО. Измерительная камера 5 помещена в сверхпроводящий соленоид 9, необходимый для создания экранирующего тока в кольцевом образце. На рис. 2 показана блок-схема аппаратного обеспечения методики. Данная методика работает следующим образом. Шток с установленным в нем кольцевым образцом вставляется в гелиевый дьюар с широким горлом

и

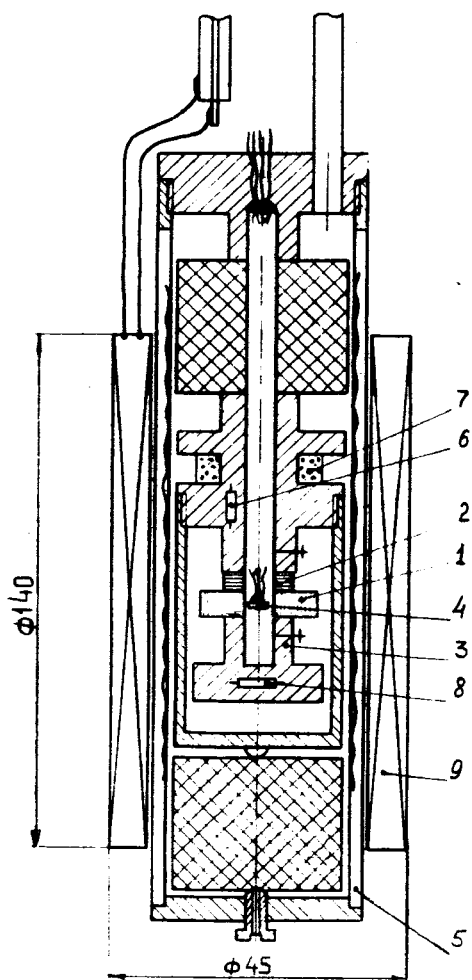


Рис. 1. Схема измерительной части штока.

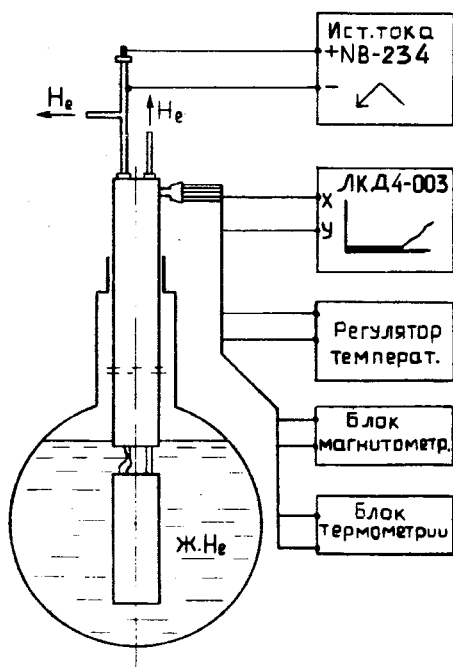
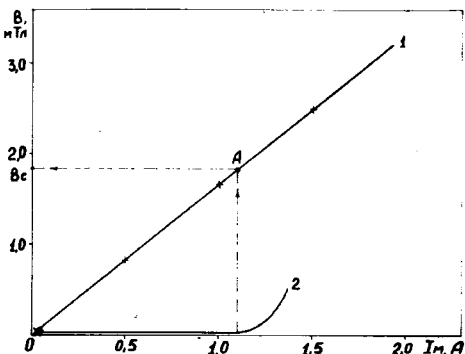


Рис. 2. Блок-схема аппаратного обеспечения методики.

Рис. 3. Зависимость показаний датчика Холла от тока соленоида штока: 1 – без образца ВТСП; 2 – с образцом ВТСП.



диаметром ≥ 45 мм. Затем после охлаждения с помощью терморегулятора устанавливается необходимая температура образца. Измерительный ток датчика Холла ≈ 100 мА стабильностью 10^{-4} . При введении тока в соленоид (рис. 3) поле в нем нарастает по зависимости 1, сигнал с датчика Холла соответствует зависимости 2. В это время в кольцевом образце ВТСП наводится экранирующий ток, препятствующий проникновению магнитного поля соленоида в отверстие с датчиком Холла. При достижении критической величины экранирующий ток в образце начинает разрушаться, и датчик Холла показывает проникновение поля соленоида во внутреннее отверстие образца. Величина магнитного поля соленоида в данный момент соответствует положению точки А на зависимости I и равна V_c . Критический ток I_c кольцевого образца можно определить по формуле:

$$I_c = K \cdot I_M', \quad (1)$$

где I_M' — ток соленоида в момент перехода кольца, K — коэффициент пропорциональности, получаемый экспериментально при калибровке. Калибровка заключается в замене образца ВТСП на разрезное медное кольцо с теми же размерами и введении в него такого тока, чтобы получить аналогичное показание датчика Холла $\approx V_c$ (рис. 3). После каждого перехода кольца ВТСП необходимо его подогреть до температуры выше критической ($\sim 100 \div 150$ К) для снятия остаточных замороженных токов и затем охлаждать до нужной температуры.

На данном штоке был испытан кольцевой образец ВТСП из $Y_1Ba_2Cu_3O_{7-6}$, приготовленный Л.Миу. Размеры образца и полученная зависимость $I_c = f(T)$ показаны на рис. 4. Шток имеет второй сменный соленоид, позволяющий вставлять его в апертуру (~ 40 мм) большого сверхпроводящего соленоида в гелиевом криостате. В большом соленоиде можно испытывать образцы в магнитном поле $0 \div 8$ Тл.

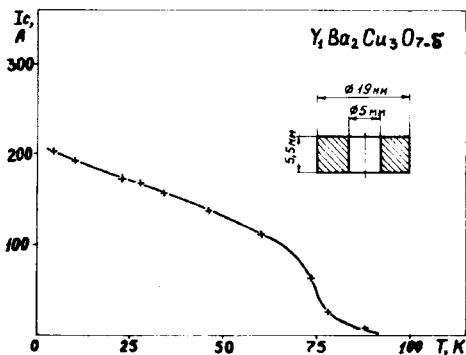


Рис. 4. Зависимость критического тока I_c кольцевого образца из $Y_1Ba_2Cu_3O_{7.5}$ от температуры T .

Технические характеристики методики:

1. Диапазон регулирования температуры $4,2 \div 150$ К с точностью $\sim 0,05 \div 0,1$ К.

2. Стабильность поддержания внешнего магнитного поля

с большим соленоидом в криостате $0 \div 8$ Тл с точностью $0,01$ Тл;

3. Диапазон измеряемых критических токов кольцевых образцов $\sim 5 \div 4000$ А с точностью $0,5$ А.

4. Размеры кольцевых образцов:

- внутренний диаметр 5 мм;
- внешний диаметр $\sim 10 \div 19$ мм;
- высота кольца $\sim 5 \div 10$ мм.

Авторы считают своим долгом выразить благодарность Е.В.Митьковскому за помощь при изготовлении штока, Ю.А.Шিশову, В.М.Дробину за полезные обсуждения.

Л и т е р а т у р а

1. Kim Y.B., Heampstead C.F., Strnad A.R. — Phys.Rev.Lett., 1962, 9, p.306; — Phys.Rev., 1963, 129, p.528.

Рукопись поступила 4 мая 1988 года.