

БЕСКОНТАКТНЫЙ МЕТОД ИЗУЧЕНИЯ ХАРАКТЕРИСТИК ВТСП

Т.Г. САФАРОВА

*Азербайджанский Инженерно-строительный Университет
Баку, ул. А. Султановой, 5*

Модернизирован метод бесконтактных измерений характеристик ВТСП. Этот метод свободен от трудностей, связанных с границей раздела. Суть метода заключается в том, что при вводе проводника внутрь соленоида резонансного LC-контра меняются характеристики последнего, на основании чего, можно судить о величине проводимости материала и ее зависимости от температуры. Метод бесконтактных измерений может стать эффективным экспресс-методом контроля и изучения новых ВТСП.

Электрические характеристики системы электрод-образец усложняются в результате влияния границы раздела, свойства, которой зависят от созданного в них электрического поля. Альтернативный метод создания электрического поля в веществе состоит в наложении изменяющегося во времени магнитного поля, которое индуцирует вихревые токи (1-3). Амплитуда индуцированных вихревых токов зависит от электропроводности матрицы. Таким образом, проводимость можно определить посредством измерения магнитного поля, создаваемого вихревыми токами. По изменениям последних, под действием внешнего воздействия можно также установить и иные характеристики матрицы (4,5). Этот метод, в принципе, свободен от трудностей, связанных с границей раздела. Суть метода заключается в том, что при вводе проводника внутрь соленоида резонансного LC-контра меняются характеристики последнего, на основании чего можно судить о величине проводимости материала и ее зависимости от температуры.

Индуктивность соленоида резонансного LC-контра можно менять путем ввода проводника внутрь соленоида. При этом меняются характеристики контра, в частности, его добротность (рис.1 и 2), и ее зависимость от температуры.

Отметим, что влияние проводника внутри соленоида на добротность контра оказывается зависимым от его положения. Максимальное влияние наблюдается тогда, когда образец находится в середине катушки (рис.1 и 2). При низких частотах на кривых имеется плато, в то же время при высоких частотах зависимость от положения образца повсеместна. На эту зависимость влияет и длина катушки (рис.2).

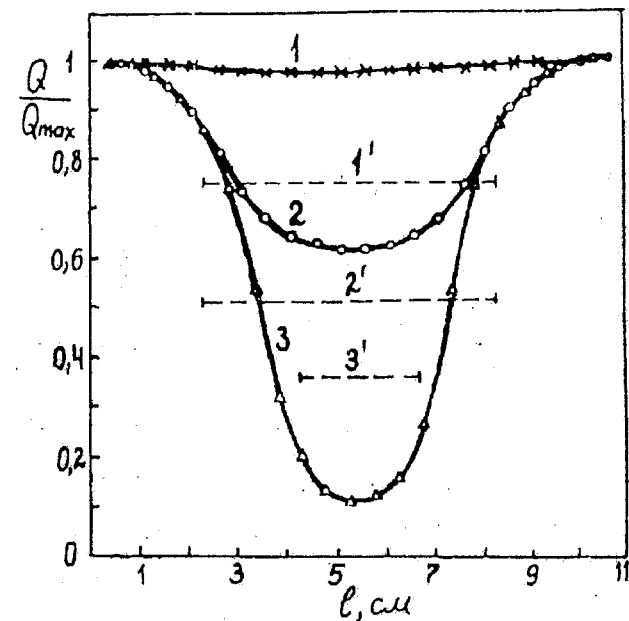


Рис.1. Зависимости показателя добротности Q LC-контра от положения внутри катушки таблетки из $YBa_2Cu_3O_{7.8}$. Резонанс получен при температуре на образце 293 К, а измерения проведены при температуре на образце 77 К. Частота, кГц: 1-50, 2-500, 3-5000. Минимум кривых соответствует середине катушек. Пунктирными прямыми показаны длины катушек, используемых для получения резонанса на частоте 50 (1'), 500 (2') и 5000 (3') кГц.

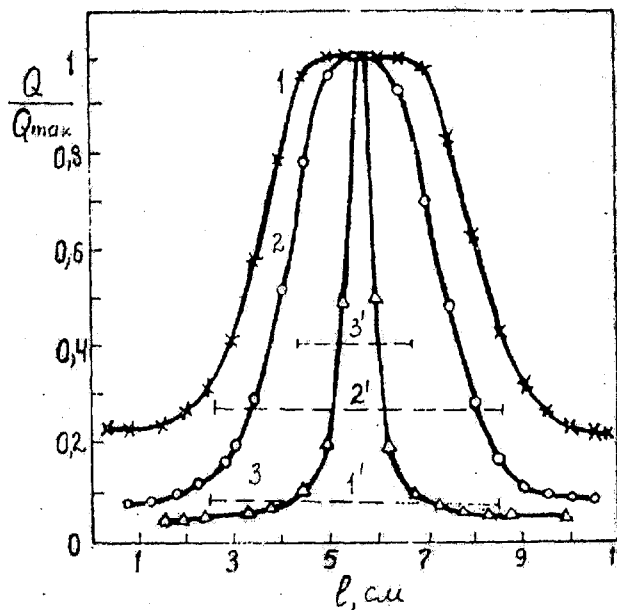


Рис.2. Зависимости показателя добротности Q LC-контра от положения внутри катушки сверхпроводящего образца $YBa_2Cu_3O_{7.8}$. Резонанс получен и измерения проведены при температуре на образце 77 К. Пунктирными прямыми показана длина катушек, используемых для получения резонанса на частоте 50 (1'), 500 (2') и 5000 (3') кГц. Максимум кривых соответствует середине катушек.

Покрытый защитным слоем цилиндрический образец с медь-константановой термопарой охлаждается жидким азотом в специальной камере внутри соленоида. Сам соленоид остается при комнатной температуре. Спай термопары помещается в специальную канавку в центре образца. Температуру образца при измерениях изменяли

медленно (~2 К/мин.), чтобы исключить ошибки в связи с неоднородностью температуры образца.

Эксперименты проводились тремя методами. Методом резонанса LC-контура с проводником внутри соленоида резонанс добиваются при температуре образца, превышающей критическую, например, при комнатной температуре (рис.3). Затем образец охлаждается до температуры жидкого азота и регистрируется расстройка резонансного контура, которая определяется по шкале добротности при разных температурах. При этом меняется проводимость образца и, тем самым, возникающие в нем вихревые токи. Это приводит к изменению индуктивности и расстройке резонанса в контуре, что и регистрируется в виде изменений показания вольтметра, проградуированного в единицах добротности. Регистрацию расстройке резонанса в контуре можно провести при помощи запоминающего осциллографа. Вихревые токи максимальны тогда, когда образец находится в сверхпроводящем состоянии. Следовательно, крутой подъем в температурной зависимости регистрируемой добротности LC-контура соответствует переходу образца в сверхпроводящее состояние.

Другим методом резонанс контура с образцом внутри соленоида достигается при возможно более низкой температуре, например, при температуре жидкого азота, когда

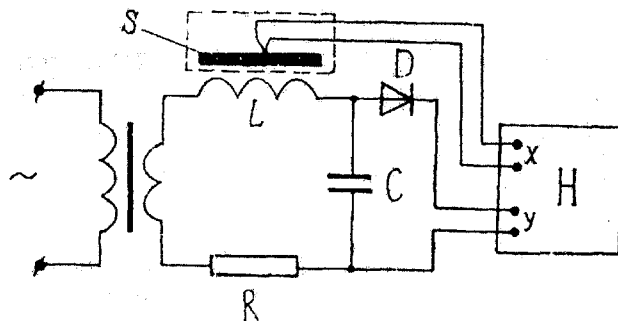


Рис.3. Схема измерения бесконтактного метода изучения характеристик ВТСП.

образец находится в сверхпроводящем состоянии. В этом случае крутой спад в температурной зависимости регистрируемой добротности LC-контура соответствует переходу образца в сверхпроводящее состояние.

Третьим методом резонанс в LC-контуре поддерживается в течение всего измерения путем регулировки переменной емкости LC-контура. При этом регистрируется истинное значение добротности, которое претерпевает разрыв при переходе образца из сверхпроводящего состояния в нормальное.

[1] K.A. Muller, K.W. Blazey, J.G. Bednorz, M. Takashige. Physica B, 1987, v.148, p.149-154.
 [2] D.Stround, C.Ebner. Physica C, 1988, v.153-155, p.63-66.
 [3] I. Morgenstern, K.A. Muller, J.G. Bednorz. Physica B, 1988, v.152, p.85-94.

[4] Д.Ж. Бардин и др. Теория сверхпроводимости, М.: ИЛ, 1960, с.103.
 [5] C.W. Hagen et al. Physica C, 1988, v.153-155, p.32.

T.Q. Səfərova

YÜKSƏKTEMPERATURLU İFTARKEÇİRİCİLƏRİN ÖYRƏNİLMƏSİNİN KONTAKTSIZ ÖLÇMƏ ÜSULLARI

Yüksəktemperaturlu ifratkeçiricilərin öyrənilməsinin kontaktsız ölçmə üsulları işlənib hazırlanmışdır. Bu üsulların məqsədi ondan ibarətdir ki, keçirici, rezonanslı LC-konturun solenoidin içərisinə daxil edilərkən onun xassələri dəyişir. Bu əsasla da, materialın keçiriciliyi və temperaturdan asılılığı haqqında danışmaq olar. Kontaktsız ölçmələrin bu üsulları effektiv olmaqla yanaşı, yeni yüksəktemperaturlu ifratkeçiricilərin nəzarət və öyrənilməsi ekspress üsulu ola bilər.

T.G. Safarova

NON-CONTACT METHODS OF ANALYSIS OF HTSC CHARACTERISTICS

It is worked out the methods of the non-contact measurements of the analysis of high temperature superconductors. These methods are free from difficulties, connected with the interface. The essence of these methods is that during the input of conductor inside of solenoid of a resonance LC-contour, its characteristics are changed and it can be possible to judge on magnitude of conductivity of a material and its temperature dependence. These methods of non-contact measurements can become effective and express-methods of control and analysis of new high temperature superconductors.