

ОПРЕДЕЛЕНИЕ ПЕРИОДА ПОЛУРАСПАДА ТРИТИЯ
ИЗОТОПНО-ГЕЛИЕВЫМ МЕТОДОМ

Ю.А. А к у л о в, Б.А. М а м ы р и н,
Л.В. Х а б а р и н, В.С. Ю д е н и ч,
Н.Н. Р ы з а н ц е в а

Период полураспада трития ($T_{1/2}$) является важнейшей характеристикой β -распада. Данные о периоде полураспада трития и свободного нейтрона позволят получить количественную оценку констант, характеризующих слабое взаимодействие.

Кроме того, теоретические расчеты показывают, что вероятности распада ядра трития, входящего в различные химические соединения, могут отличаться на десятые доли процента [1]. Экспериментальная проверка этого факта дала бы возможность выявить влияние электромагнитных полей на процессы, связанные со слабым взаимодействием.

Современные данные о $T_{1/2}$ различаются более, чем на 1.5%. Анализ существующих методов определения $T_{1/2}$ указывает на наличие в них систематических погрешностей, обусловленных необходимостью измерений абсолютных количеств трития и ^3He . Предложенный нами изотопно-гелиевый метод [2] свободен от этого недостатка.

Основная особенность изотопно-гелиевого метода заключается в замене абсолютных измерений относительными. Методика состоит в следующем. В стеклянные ампулы напускается одна и та же смесь тритированного водорода и гелия-4. При этом количество газа и величина соотношения его компонентов могут быть известны лишь приблизительно, важно только, чтобы соотношение этих компонентов во всех ампулах было строго одинаково, а содержание ^3He в исходном газе было ниже определенной величины. В результате β -распада в ампулах будет накапливаться гелий-3, и, измеряя отношение $^3\text{He}/^4\text{He}$ в разные моменты времени, можно вычислить [2] $T_{1/2}$ из выражения

$$\frac{(^3\text{He}/^4\text{He})_1}{(^3\text{He}/^4\text{He})_2} = \frac{1 - \exp\left[-\frac{\ln 2}{T_{1/2}}(t_1 - t_0)\right]}{1 - \exp\left[-\frac{\ln 2}{T_{1/2}}(t_2 - t_0)\right]}.$$

Время от момента создания тритированной смеси до последней серии измерений составило 846 дней.

Измерение изотопных отношений проводилось с помощью калибровочных смесей, с которыми осуществлялись практически те же операции, что и с пробами: 1) расфасовка в несколько ампул и хранение их в жидком азоте, 2) очистка от трития, 3) расфасовка в

несколько десятков измерительных ампул, 4) поочередное измерение пробы и калибровочной смеси.

В качестве тритированного водорода была взята смесь, содержащая 50% дейтерия и 50% трития, а калибровочная смесь состояла из изотопов гелия с отношением $^3\text{He}/^4\text{He} = 1.7 \cdot 10^{-2}$. Измерение отношений $^3\text{He}/^4\text{He}$ проводилось на двухлучевом магнитном резонансном масс-спектрометре [3], позволяющем измерять токи $\text{HD}^+ + \text{H}_3^+$ и $^3\text{He}^+$ в тракте высокого разрешения, а суммарный ток $\text{HD}^+ + \text{H}_3^+ + ^3\text{He}^+$ и $^4\text{He}^+$ - в тракте низкого разрешения. Совокупность таких измерений, кроме измерения величин, входящих в формулу, позволяла ввести поправку на возможную недоочистку гелия от трития.

Для определения количеств трития, контроля за степенью очистки от трития и остаточных его количеств в вакуумных магистральных использовалась низкофоновая тритиевая установка [4].

Были рассмотрены следующие источники систематических погрешностей: 1) утечка газов за время экспозиции и при приготовлении образцов, 2) ошибки при калибровке образцов, 3) нелинейность зависимости выходных токов масс-спектрометра от парциальных давлений ^3He и ^4He , 4) наличие ^3He в исходной смеси и трития в измерительных ампулах, 5) эффекты памяти, 6) неточности отсчета интервалов времени накопления ^3He .

Показано, что вносимая ими суммарная относительная погрешность не превышает 0.1%.

Таким образом, по пяти сериям измерений было определено, что период полураспада трития составляет (12.279 ± 0.033) года, где 0.033 года - одно стандартное отклонение. Величина 12.279 года находится вблизи от результатов, полученных методом накопления гелия для тритида лития: (12.25 ± 0.08) года [5] и молекулярного газообразного трития: (12.262 ± 0.004) года [6].

Возможные неучтенные систематические погрешности значения $T_{1/2}$ в нашей работе имеют другую природу, чем в работах [5] и [6]. Статистическая совместимость его при этом с [5] и [6] свидетельствует о достаточно высокой достоверности имеющихся данных, полученных методом накопления гелия. Мы надеемся, что дальнейшее совершенствование методики позволит получить достоверный результат с погрешностью 0.1% и ниже.

Л и т е р а т у р а

- [1] S h e r k P.M. - Phys. Rev., 1949, v. 75, N 4, p. 789-791.
- [2] А к у л о в Ю.А., М а м ы р и н Б.А., Х а б а р и н Л.В., Ю д е н и ч В.С. - ЖТФ, 1987, т. 57, в. 2, с. 291-294.
- [3] М а м ы р и н Б.А., Ш у с т р о в Б.Н., А н у ф р и е в Г.С. и др. - ЖТФ, 1972, т. 42, в. 12, с. 2577-2583.
- [4] М а м ы р и н Б.А., А к у л о в Ю.А., Х а б а р и н Л.В., Ю д е н и ч В.С. - ПТЭ, 1982, в. 2, с. 151-152.

- [5] Jones P.M.S. - Nucl. Mater., 1967, v. 21, N 2, p. 239-240.
[6] Jones W.M. - Phys. Rev., 1955, v. 100, N 1, p. 124-125.

Физико-технический
институт им. А.Ф. Иоффе
АН СССР, Ленинград

Поступило в Редакцию
24 февраля 1988 г.

Письма в ЖТФ, том 14, вып. 10

26 мая 1988 г.

ТУННЕЛЬНАЯ ЭЛЕКТРОННАЯ СПЕКТРОСКОПИЯ СВЕРХПРОВОДЯЩЕЙ КЕРАМИКИ $YBa_2Cu_3O_{7-\delta}$

А.О. Голубок, Д.Н. Давыдов,
С.Я. Типисев, М.П. Петров,
В.И. Березкин, М.В. Красинькова

Туннельная электронная спектроскопия [1] дает информацию о величине энергетической щели, плотности электронных состояний, спектре фононов и других возбуждений в сверхпроводниках. Для измерения туннельного спектра необходимо создание туннельного контакта, электроды которого подлежат исследованию. Как правило, это две металлические пленки, разделенные тонким ($\sim 10-20 \text{ \AA}$) искусственно созданным диэлектрическим слоем. Для традиционных сверхпроводников в виде металлов и их сплавов существует достаточно хорошо разработанная технология приготовления туннельных контактов.

На пути получения качественных туннельных спектров металлооксидных сверхпроводящих соединений имеется ряд трудностей. Среди них следует выделить наличие на поверхности образцов слоя, свойства которого существенно отличаются от свойств основного объема [2-5], а также чувствительность сверхпроводящих керамик к содержанию кислорода. Последнее обстоятельство требует определенной осторожности при формировании диэлектрического туннельного барьера. Например, в [6] изготовление туннельного барьера с использованием тлеющего разряда в кислороде привело к существенному снижению критической температуры исследуемой керамики. Неудивительно поэтому, что опубликованные в литературе туннельные спектры металлооксидных керамик имеют зачастую слабо выраженные щелевые особенности.

В настоящей работе исследовалась керамика $YBa_2Cu_3O_{7-\delta}$, изготовленная стандартным методом твердофазного синтеза с последующим отжигом в кислороде. Образцы имели кристаллические включения с максимальным размером $\sim 200-300$ мкм. Температура перехода в сверхпроводящее состояние T_c , измеренная резистивным и магнитным методами, составляла 92 ± 1 К.