

МЕДЬ БЕСКИСЛОРОДНАЯ 99,999+ % . НЕКОТОРЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЙ в графиках

Исследованы два образца меди - один из классической бескислородной (БК) меди (99.97% Cu), другой из особо чистой (99,999% Cu) бескислородной меди производства ООО "Сибнеотэк" (медь ОСЧ).

Статья 1. Прецизионные резонаторные методы исследований диэлектриков и металлов в диапазоне частот 40 ГГц - 500 ГГц и в интервале температур 4 К - 900 К

В.В. Паршин, Е.А. Серов

Институт прикладной физики РАН

Потери на отражение для медного и бериллиевого образцов на частоте 230 ГГц

(первые результаты, почти "легла" на расчетную кривую)

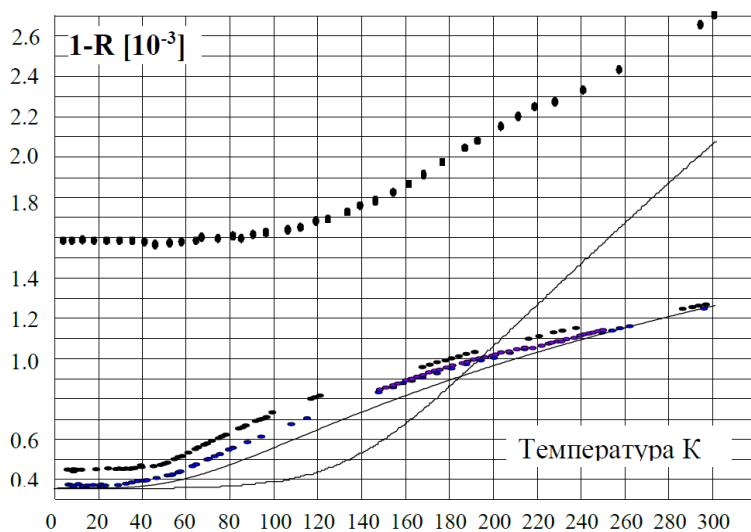


Рисунок 4

Приведены первые результаты исследований ПО (потерь на отражение) для зеркал из ОСЧ медного (медь ООО "Сибнеотэк") и бериллиевого зеркала. Сплошные кривые расчёт соответственно для чистого бериллия и меди. Видно, что для ОСЧ меди (верхние точки до отжига в водороде) ПО при гелиевых и комнатных температурах близки к расчётным, а для бериллиевого зеркала существенно выше как при комнатной и, особенно, при низких температурах. Результат вполне понятен т.к. использовался не чистый бериллий, а его сплав содержащий 97.8% Be.

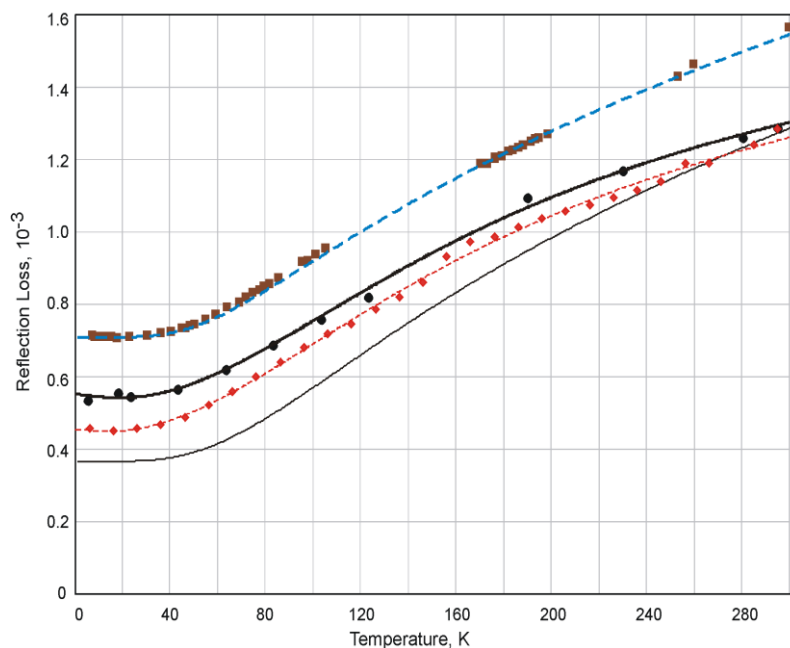
Статья 2. Отражательная способность металлов в миллиметровом диапазоне длин волн при криогенных температурах

Е.А. Серов¹, В.В. Паршин¹, Г.М. Бубнов^{1,2}

¹ *Институт прикладной физики РАН*

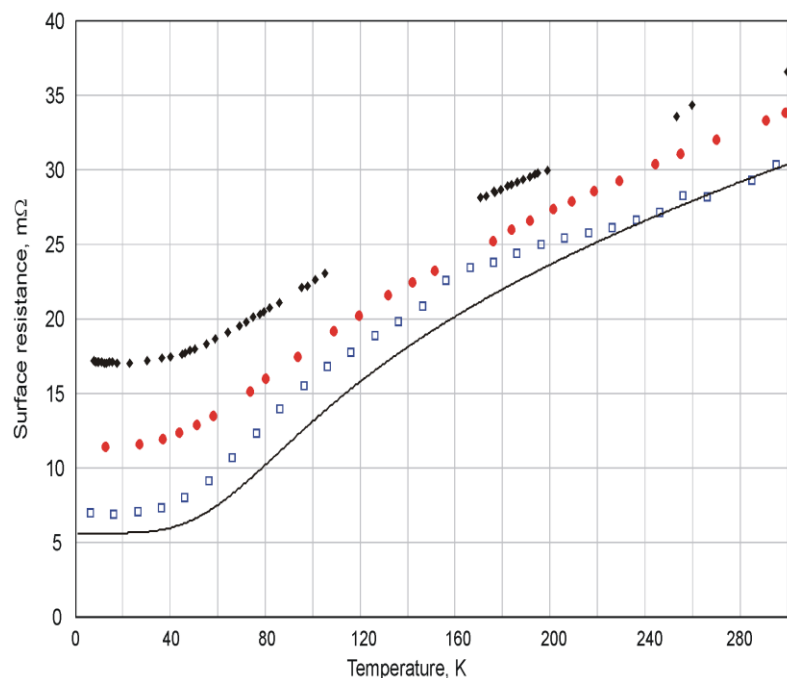
² *Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е. Алексеева*

Потери на отражение для медных образцов на частоте 190-250, усреднение, ГГц



Потери на отражение для медных образцов на частоте 230 ГГц в зависимости от температуры. Тонкая сплошная линия – расчет для чистой меди с учетом аномального скин-эффекта. Квадратики – пересчет экспериментальной зависимости, полученной для образца БК (Cu OF 99.97%) меди на частоте 150 ГГц, жирная пунктирная линия – аппроксимация этой зависимости. Кружочки – экспериментальная зависимость для образца из ОСЧ меди (медь ООО "Сибнеотэк", усреднение по нескольким частотам в диапазоне 190-250 ГГц), жирная сплошная кривая – аппроксимация этой зависимости. Ромбики – экспериментальная зависимость для образца из ОСЧ меди после отжига в водороде (усреднение по нескольким частотам в диапазоне 190-250 ГГц), тонкая пунктирная линия – аппроксимация этой зависимости.

Поверхностное сопротивление меди (мОм) на частоте 13.6 ГГц

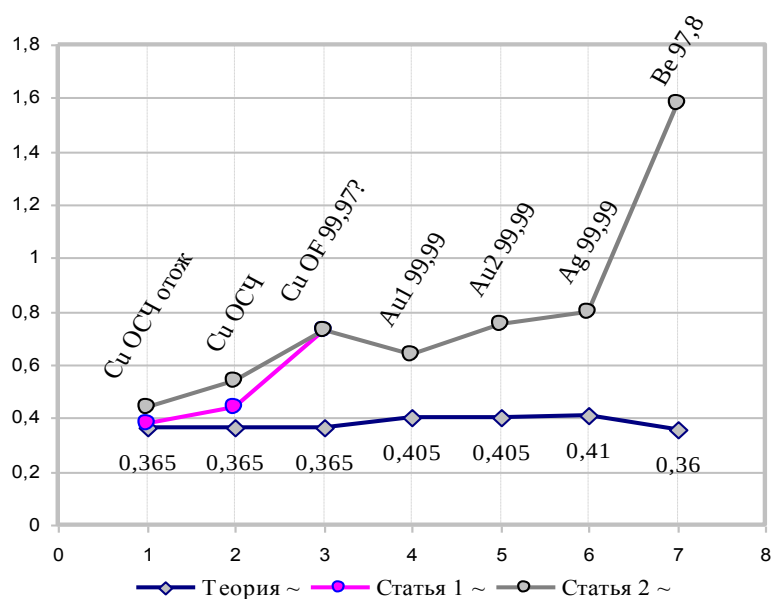


Поверхностное сопротивление меди (мОм) на частоте 13.6 ГГц в зависимости от температуры. Тонкая сплошная линия – расчет для чистой меди с учетом аномального скин-эффекта. Ромбики – пересчет экспериментальной зависимости, полученной для образца БК меди на частоте 150 ГГц, кружочки – экспериментальные данные по меди БК из работы [22], квадратики – пересчет экспериментальной зависимости, полученной для образца ОСЧ меди (медь ООО "Сибнеотэк") после отжига в водороде в диапазоне частот 190-250 ГГц.

22. S. Inagaki, E. Ezura, J.-F. Liu, H. Nakanishi, "Thermal expansion and microwave surface reactivity of copper from the normal to anomalous skin effect region," *J. Appl. Phys.*, vol. 82, no. 11 5401-5410, 1997.

Некоторые обобщенные сведенные результаты Статей 1 и 2 и комментарии

Некоторые общие/сведенные ~ результаты Статей 1 и 2.



Некоторое сравнение результатов Статей 1 и 2 и некоторые другие результаты ПО на частотах 190-250 ГГц при ~ 0-40 К. Cu ОСЧ - медь ООО "Сибнеотэк".

Исследуются потери на отражение наиболее отражающих металлов. Потери на отражение (ПО) - $1-R$, где R – коэффициент отражения. Наличие даже небольшого количества примесей может в разы увеличить потери на отражение при температуре жидкого гелия.

Результаты измерений ПО в первой статье (измерения почти "легли" на расчетную кривую) лучше, чем во второй. Во второй статье приведены усредненные результаты нескольких измерений в диапазоне 190-250 ГГц. Измерения на пределе условий и характеристик - вещь многофакторная (измеряемые величины малы, существенное влияние качества поверхности и т. д.) и требуется определенная осторожность в процессе измерений и формирования конечных результатов. В любом случае, в обеих статьях результаты на очень высоком **ожидаемом** уровне и близки к расчетам.

В других задачах, может понадобиться отражать "не природный и более существенный по мощности поток излучения". Следовательно, необходимо будет учитывать и другие (кроме ПО) характеристики - **теплопроводность, температуропроводность, теплоемкость и т. д.** Сами ПО по величине не большие, но они "греют поверхность отражения" и возникают вопросы отвода тепла и другие. Пример - мощные лазерные установки.

ПО зависят не только от температуры, но и от длины волны, и с повышением частоты/уменьшением длины волны отношение значений при комнатных и низких температурах уменьшается. Другие характеристики, такие как объемное сопротивление и теплопроводность, будут иметь более значительные отличия при комнатных и при низких температурах, в том числе для нашей меди от другой меди в разы.

Такие характеристики как RRR (RRR ожидается $\sim 1500+/-10\%$) и теплопроводность ожидаются на таком же высоком уровне, как и результаты исследований на ПО, близкие к расчетным. Эти характеристики ожидаются в 5-10 раз выше (*при соответствующих низких температурах*) аналогичных характеристик стандартных марок М0б, М00б (RRR $\sim 120-250$) и их зарубежных аналогов, что может представлять интерес для соответствующих задач.

Предварительные измерения электрической проводимости дают не случайный высокий результат в 104-105 % IACS. Для М0б, М00б и их зарубежных аналогов С10200, С10100 электрическая проводимость 100-102 % IACS.

Применение большинства сверх/особо чистых (не просто высоко чистых) элементов может носить проектный характер или иметь узкие области применения, где действительно есть существенные преимущества. Мы и ориентированы на продукты высочайшего качества и не массового использования, которые произвести крайне сложно или почти невозможно стандартными технологиями.

Наша медь удовлетворит самым серьезным требованиям.

ООО «Сибнеотэк»

sibneotech@mail.ru
www.sibneotech.com