

ВЛИЯНИЕ ЧИСТОТЫ СВЕРХПРОВОДЯЩЕГО НИОБИЯ НА ФОРМУ КРИВОЙ НАМАГНИЧИВАНИЯ

*В.Р.Карасик, Л.А.Нисельсон, И.В.Петрусевич, А.И.Шальников,
И.Ю.Шебакин*

Растяннутость кривой намагничивания характерна для ниобия, единственного представителя сверхпроводников второго рода среди индивидуальных веществ. Важно установить, в какой мере это свойство не является для ниобия — химически очень активного металла — следствием неизбежных загрязнений азотом и кислородом, а также сопутствующим танталом.

Магнитные свойства чистого ниобия в сверхпроводящем состоянии подробно изучались в работе [1], однако исследованные образцы содержали до 0,0175 вес. % тантала.

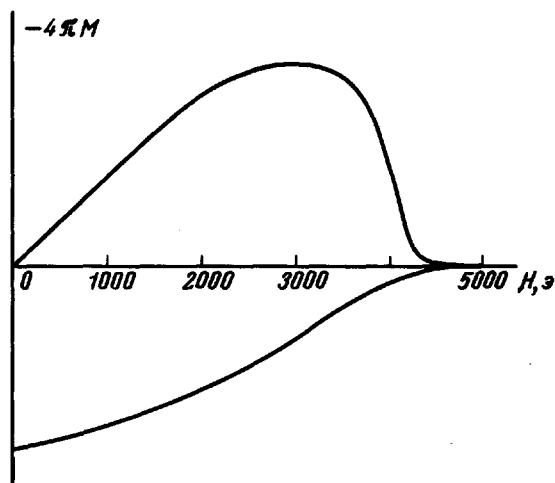


Рис. 1. Кривая намагничивания исходной необезгаженной проволоки

Для получения еще более чистых образцов нами была использована установка для одновременной глубокой очистки пентахлорида ниобия и последующего восстановления его до металла [2,3].

Исходный NbCl_5 , содержащий 0,15% тантала, двукратно ректифицировался на колонке с 30-ю реальными тарелками (данные анализа ректифицированного NbCl_5 приведены в таблице), а затем подавался вместе с водородом (мольное отношение $\text{H}_2/\text{NbCl}_5 \approx 15$) из термостатированного испарителя в сосуд, где металлический ниобий высаживался (по де Буру) на П-образной ниобиевой проволоке ($\varnothing 0,8 - 1,0$ мм)

или ленте (8×0,2 мм) длиной 600 мм. При подаче ~50 г/час пентахлорида массовая скорость осаждения составляла 10-15 г/час, что соответствовало выходу до 60%. За один опыт удавалось получить ~350 г металла. Осадок имел вид хорошо сформированных монокристаллов размером до 12 мм.

Примеси в расчете на металл в NbCl ₅	Метод анализа	Чувствительность метода анализа (масс.%)	Данные анализа (масс.%)
Ta	активационный	$1 \cdot 10^{-6} + 1 \cdot 10^{-7}$	$2,6 \cdot 10^{-5}$
Si	спектральный	$2 \cdot 10^{-3}$	не обнаружено
Al	спектральный	$5 \cdot 10^{-4}$	не обнаружено
Fe	химико-спектральный	$5 \cdot 10^{-4}$	не обнаружено
Ti	химико-спектральный	$1 \cdot 10^{-4}$	не обнаружено
Bi	химико-спектральный	$1 \cdot 10^{-5}$	не обнаружено
Cd	химико-спектральный	$2 \cdot 10^{-5}$	не обнаружено
Zn	химико-спектральный	$5 \cdot 10^{-5}$	$1 \cdot 10^{-5}$
Cu	химико-спектральный	$2 \cdot 10^{-6}$	$1 \cdot 10^{-5}$
Mn	химико-спектральный	$5 \cdot 10^{-6}$	не обнаружено
Pb	химико-спектральный	$1 \cdot 10^{-5}$	не обнаружено
Co	химико-спектральный	$1 \cdot 10^{-5}$	не обнаружено
Ni	химико-спектральный	$1 \cdot 10^{-5}$	не обнаружено
In	химико-спектральный	$1 \cdot 10^{-5}$	не обнаружено
W	химический	$2 \cdot 10^{-3}$	не обнаружено
Mo	химический	$5 \cdot 10^{-4}$	не обнаружено

В электроннолучевой печи кристаллы ниобия переплавлялись в слиток, из которого протяжкой изготавливалась проволока $\phi 1 - 0,4$ мм.

Кривые намагничивания снимались баллистическим методом в продольном магнитном поле при температуре $4,2^\circ\text{K}$. Отношение длины образцов к диаметру составляло 75.

На рис.1 дана кривая намагничивания исходной необезгаженной проволоки. Видно, что наличие газовых примесей и наклепа существенно искажают форму кривой.

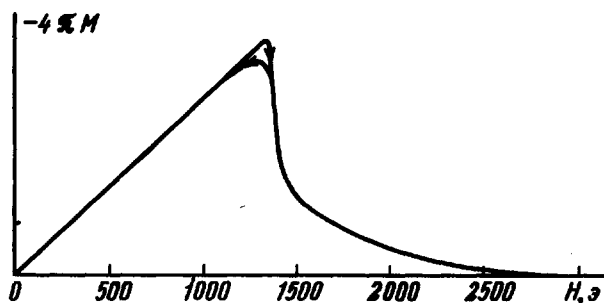


Рис. 2. Кривая намагничивания той же проволоки, обезгаженной в вакууме $5 \cdot 10^{-11}$ тор

На рис.2 показана кривая намагничивания, снятая на образцах из той же проволоки, что и на рис.1, но обезгаженной в вакууме $5 \cdot 10^{-11}$ тор.

Таким образом, при достигнутой нами степени очистки и обезгаживания ниобий полностью сохранил свойства сверхпроводника второго рода.

В заключение отметим, что отношение сопротивлений у наиболее чистых наших образцов достигало 14 000.

Авторы благодарны Г.Ф.Ивановскому, Т.Н.Загорской, И.А.Баранову, Л.П.Хавкину и Р.Ф.Шмулевичу за помощь в приготовлении образцов и Т.В.Черкашиной за химико-спектральный анализ пентахлорида ниобия.

Физический институт
им.П.Н.Лебедева
Академии наук СССР

Поступило в редакцию
21 августа 1968 г.

Литература

- [1] D. K. Finnemore, T. F. Stromberg, C. A. Swenson. Phys. Rev., 149, 231, 1966.
- [2] Л.А.Нисельсон. Ж. Неорг. химии, 3, 2603, 1958.
- [3] Л.А.Нисельсон, О.Р.Гаврилов. Ж. Неорг. химии, 12, 3166, 1967.