

26 СВЕРХПРОВОДИМОСТЬ СПЛАВОВ СИСТЕМЫ Nb_3Al-Nb_3Ge

Н.Е.Алексеевский, Н.В.Алеев, Н.Н.Михайлов, В.Ф.Шамрай

Ранее уже сообщалось [1 – 4], что при исследовании системы Nb_3Al-Nb_3Ge на зависимости T_K от состава наблюдался максимум, расположенный вблизи состава $(Nb_3Al)_4Nb_3C_2$, величина которого существенно возрастала при термообработке.

Мы провели дополнительные исследования свойств этих сплавов и влияния термообработки на T_K .

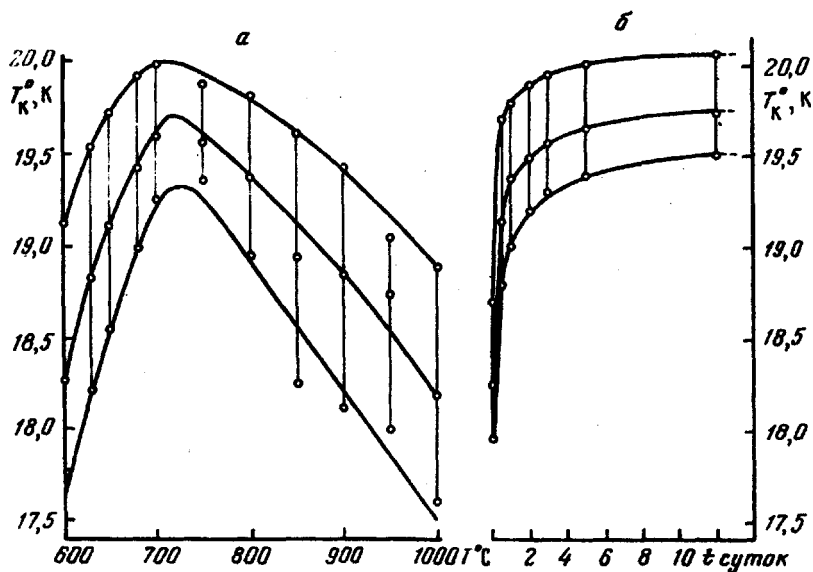


Рис. 1. *a* – зависимость T_K от температуры термообработки. Вертикальные линии характеризуют ширину перехода; *b* – зависимость T_K от времени термообработки при $T = 700^\circ C$. Вертикальные линии характеризуют ширину перехода

Для проведения термообработки образцы помещались в кварцевую трубку, которая откачивалась, заполнялась чистым газообразным гелием и отплавлялась. Кварцевая ампула с образцами помещалась в печь и после окончания отжига быстро погружалась в воду с $T = 0^\circ C$. Для определения оптимального режима термообработки отжиг проводился при различных температурах и в течение различного времени (рис.1,2).

На рис. 2 приведено изменение сопротивления в области перехода для одного из металлокерамических образцов подвергнутых оптимальной термообработке.

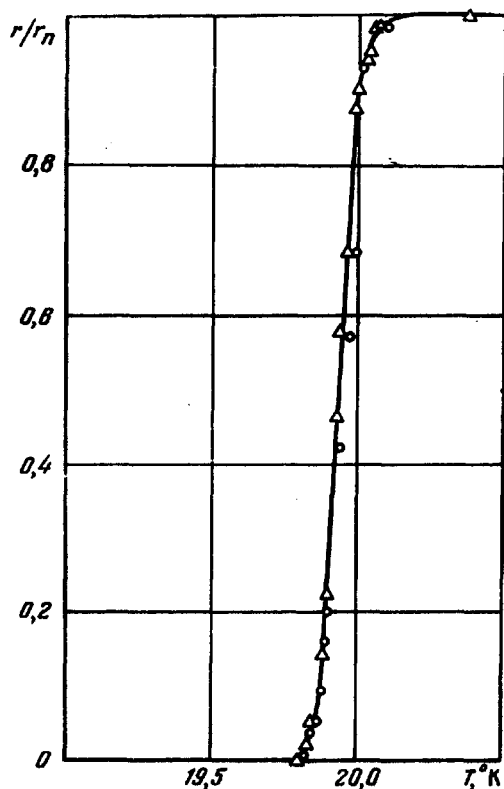


Рис. 2. Изменение сопротивления одного из термообработанных образцов в точке перехода. \circ — соответствуют повторным измерениям, проведенным через 7 дней

Измеряя сопротивление образца как функцию магнитного поля при разных температурах, можно построить зависимость критического поля от температуры. Значение $\partial H_k / \partial T$ для T , близких к T_k при этом оказывается равным $30 \text{ кэ}/^\circ\text{К}$. Если оценить H_k при $T = 0^\circ\text{К}$, считая, что $H_k = H_{k_0} [1 - (T/T_k)^{3/2}]$, то H_{k_0} должно составлять 380 кэ .

Исследование кривой перехода, полученной на массивном образце (имевшем форму неправильного цилиндра, высота которого обычно была 7 мж , а диаметр $4 - 5 \text{ мж}$) и на порошке, приготовленном из этого цилиндра, показали, что кривая перехода порошка смещена в область более низких температур и сильно растянута по сравнению с кривой массивного образца, причем при увеличении дисперсности образца такое смещение и размазанность кривой увеличиваются. Рентгеновские исследования, проведенные на порошке сплава, прошедшем отжиг при различных температурах, обнаружили возрастание параметра решетки при увеличении температуры отжига. Полученные данные приведены в таблице.

Образец	Постоянная решетка фазы со структурой А
Исходный порошок, приготовленный путем измельчения в ступке массивного образца, подвергнутого оптимальной термообработке	5,1744 ± 0,0004
Тот же порошок после отжига при 700°С в течение суток	5,1754 ± 0,0004
Тот же порошок после отжига при 800°С в течение суток	5,1760 ± 0,0004
Тот же порошок после отжига при 900°С в течение суток	5,1767 ± 0,0004

Исследование кривых перехода образца, прошедшего отжиг при различных температурах, и параллельное определение формы линии (622) показало, что наряду с смещением в область низких температур и размытием кривой перехода при увеличении температуры отжига наблюдается сильное размытие рентгеновской линии, что можно рассматривать как следствие распада сплава при увеличении температуры отжига (см. рис. 3).

Приведенные данные показывают, что в системе $Nb_3Al - Nb_3Ge$ имеется область сплавов, расположенная вблизи состава $(Nb_3Al)_4Nb_3Ge$, критические температуры которых достигают 20°К. Высокие критические температуры получаются в том случае, когда образцы сплавов подвергаются специальной обработке, в результате которой в сплаве, имеющем решетку $\beta - W$, возможно, возникает упорядочение. Оптимальная температура термообработки равна 700 – 750°С. Повышение температуры термообработки до 1000°С приводит к понижению T_K . Понижение T_K может быть вызвано частичным распадом соединения состава, близкого к $(Nb_3Al)_4Nb_3Ge$, которое образуется при оптимальной температуре термообработки.

Если при этом возникает упорядочение среди атомов Al и Ge, то оно должно сопровождаться появлением на рентгенограммах сверхструктурных линий. Большой период сверхструктуры, равный нескольким периодам исходной решетки, может привести к возникновению дополнительной ветви колебаний, граничная частота которой будет значительно ниже, чем основная граничная частота сплава. возникнове-

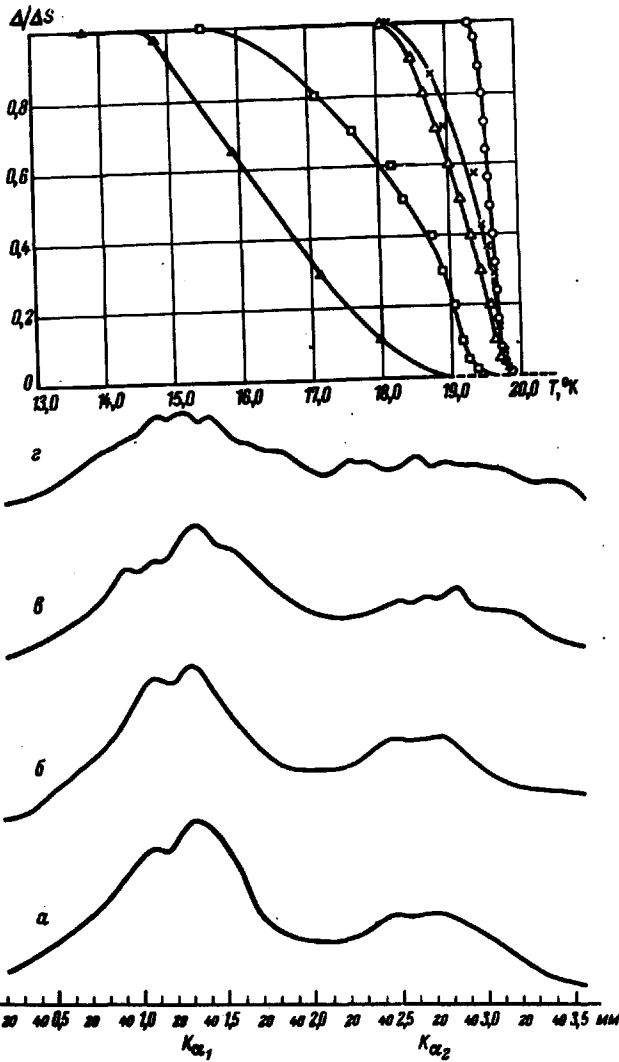


Рис. 3. Кривые перехода и форма рентгеновской линии (622) образцов термообработанных при разных температурах. Рентгенограммы снимались при комнатной температуре: о – массивный образец после оптимальной термообработки; ×, а – порошок, полученный из этого массивного образца; Δ, б – тот же порошок после отжига при 700°С в течение суток; □, в – тот же порошок после отжига при 800°С; ▽, г – тот же порошок после отжига при 900°С

ние дополнительной низкочастотной ветви может способствовать увеличению эффективного притяжения между электронами за счет обмена возбуждениями этой ветви. Экспериментальное доказательство суще-

ствования такой ветви могло бы объяснить причину повышения T_K не только в данном, но и в других многокомпонентных сплавах.

Нельзя исключить также и то, что добавление небольших количеств германия увеличивает плотность состояний электронов на поверхности Ферми $N(0)$ и именно поэтому вызывает увеличение T_K , приближая $N(0)$ к максимуму зависимости $N(0)$ от числа электронов на атом [5].

Если воспользоваться формулой для T_K из микроскопической теории сверхпроводимости, $T_K = 1,14\theta_e \cdot 1/\rho$ и принять $\theta \approx 180^\circ\text{K}$, то можно оценить величину ρ , которая оказывается равной 0,42.

На основании теоретических работ [5], ρ не может превышать значение 0,5; при больших ρ решетка становится нестабильной. Полученное нами значение ρ близко к предельному, вследствие чего такой сплав может легко распадаться. Возможно, поэтому порошок, приготовленный из термообработанного образца сплава, имеет смещенную в область более низких температур кривую перехода при этом смещение увеличивается при увеличении дисперсности порошка.

Институт
физических проблем
Академии наук СССР

Поступило в редакцию
14 ноября 1968 г.

Литература

- [1] Н.Е.Алексеевский, Н.В.Агеев, В.Ф.Шамрай. Изв. АН СССР. Неорганические материалы, 11, 2156, 1966.
- [2] Н.В.Агеев, Н.Е.Алексеевский, Н.Н.Михайлов, В.Ф.Шамрай. Письма в ЖЭТФ, 6, 901, 1967.
- [3] Н.Е.Алексеевский. УФН, 95, 953, 1968.
- [4] Н.Е.Алексеевский, Н.В.Агеев, Н.Н.Михайлов, В.Ф.Шамрай. Докл. на XI Междунар. конф. по физике низких температур Sent-Andrus, Англия 1968 г.
- [5] F. G. Morin, G. P. Maita. Phys. Rev., 129, 1115, 1963.