

К ВОПРОСУ О СВЕРХПРОВОДИМОСТИ СПЛАВОВ В СИСТЕМЕ $Nb_3Al - Nb_3Ge^*$

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

Как уже сообщалось [1], при исследовании сплавов четверной системы ниобий – алюминий – германий – олово была обнаружена β -фаза, имеющая структуру бета – вольфрама и представляющая собой твердый раствор $Nb_3Al - Nb_3Sn - Nb_3Ge$.

Исследование зависимости критической температуры T_K , перехода в сверхпроводящее состояние, от состава в псевдобинарных разрезах $Nb_3Al - Nb_3Sn$ и $Nb_3Al - Nb_3Ge$, показало плавное уменьшение T_K от одного соединения к другому. Однако, для сплавов разреза $Nb_3Al - Nb_3Ge$ зависимость T_K от состава имела максимум, находящийся около 20% Nb_3Ge . Сплавы готовились методом бестигельной плавки во взвешенном состоянии. После отливки в медную изложницу сплавы отжигались при 600° в течение 250 час и закаливались в воде. В связи с тем, что представляло интерес выяснить возможность еще большего повышения наблюдаемого максимума критической температуры, нами были предприняты исследования сплавов системы $Nb_3Al - Nb_3Ge$ в области составов, близких к максимуму T_K . Для этой цели были приготовлены сплавы путем спекания порошков металлов в кварцевой ампуле, помещенной в высокочастотную печь при температуре $2000^\circ C$ в атмосфере чистого гелия, продувавшегося через ампулу. Спрессованный образец подвешивался на ниобиевой проволоке таким образом, что во время спекания он свободно висел в ампуле, не касаясь ее стенок.

Измерения магнитного момента образца производились сразу после спекания и после термической обработки. Для проведения отжига спеченный образец подвешивался в другой кварцевой ампуле, которая заполнялась чистым аргоном и отпаивались, после чего помещалась в

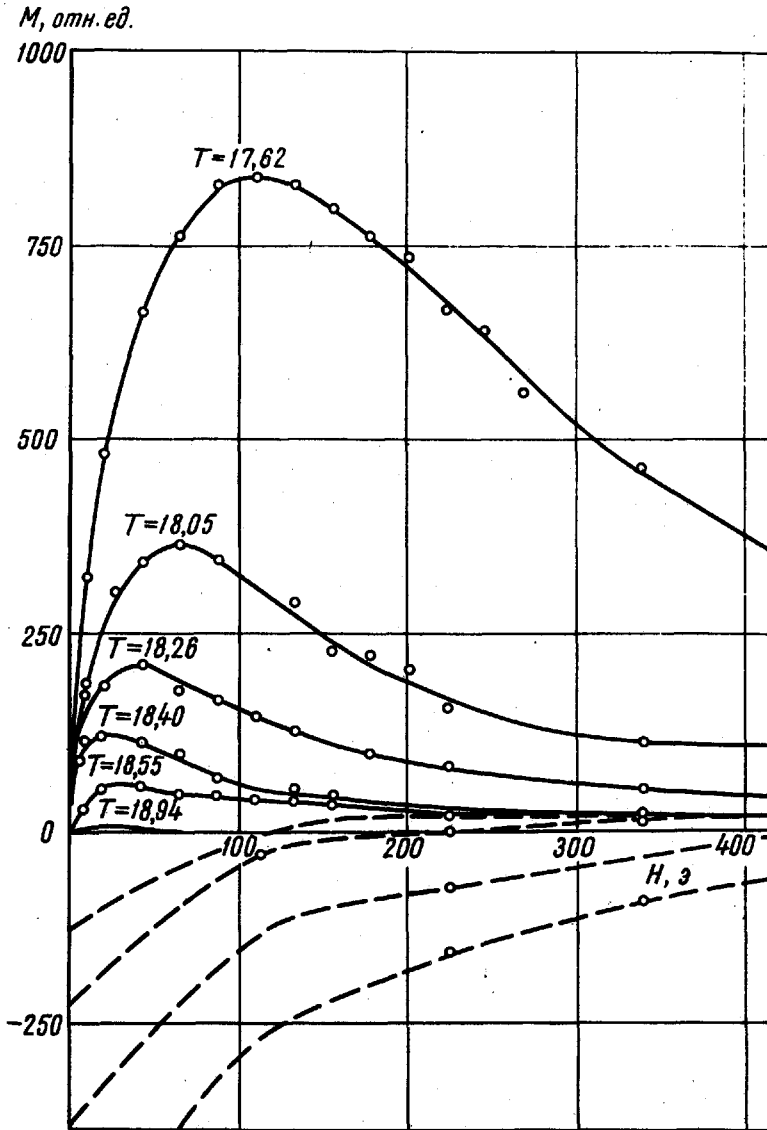


Рис.1. Зависимость магнитного момента (M) (в относительных единицах) от магнитного поля (H , э), полученная на термообработанном образце $(\text{Nb}_3\text{Al})_4\text{Nb}_3\text{Ge}$. (Сплошные линии соответствуют возрастанию поля, пунктирные — убыванию)

печь, выдерживалась в течение 100 час при 900° и закаливалась в воде при 0°C . Измерение магнитных моментов и кривой перехода на мосте переменного тока, проводившееся по изменению индуктивности из-

мерительной катушки, показали существенное увеличение критической температуры образца после термической обработки. Уже при температуре 19°K , такой образец обнаруживал заметный магнитный момент, хотя крутая часть кривой перехода лежала при несколько более низкой температуре. Значение T_K , полученное из экстраполяции зависимости $M_{\max}(T)$ для данного образца равно $19,1^{\circ}\text{K}$ (M_{\max} – максимальное значение M на кривой $(M)_{T=\text{const}} = f(H)$). На рис.1 приведены кривые зависимости магнитного момента от поля для одного из термообработанных образцов.

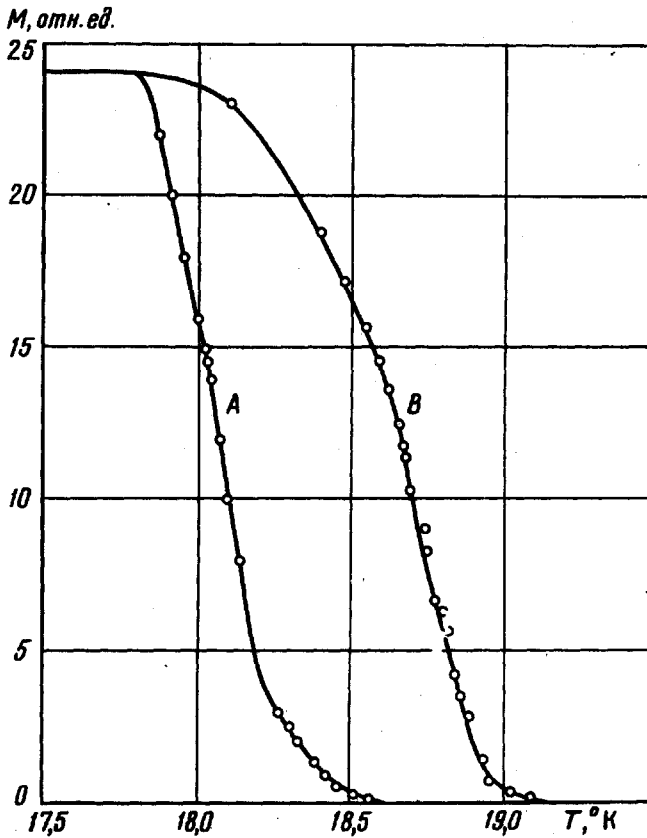


Рис.2. Кривые перехода в сверхпроводящее состояние, снятые на мосте переменного тока. *A* – нетермообработанный образец; *B* – после термообработки

танных образцов. На рис.2 приведены кривые перехода, снятые по изменению взаимной индукции для одного из образцов до и после гомогенизации.

Недавно появилось сообщение [2], в котором излагаются результаты исследования теплоемкости и магнитных моментов такого же сплава; при этом авторам удалось поднять его критическую температуру до $20,05^{\circ}\text{K}$, используя быстрое охлаждение (закалку) образцов. Можно пред-

положить, как это делается и авторами [2], что причиной повышения T_K является приближение фазы, ответственной за высокое значение T_K , к стехиометрическому составу и увеличение упорядоченности в сплаве при быстром охлаждении. Такое повышение T_K имеет место в некоторых других сплавах, например, в системе ниобий – азот – углерод. Специфические особенности фазы с решеткой β -W, имеющей в обычных условиях сдвинутый к ниобию состав в системе ниобий – германий, отвечающий примерно $Nb_{3,3}Ge$, делают такое предположение возможным. Само соединение Nb_3Ge при закалке также повышает температуру начала уменьшения сопротивления, однако подобно исследованному в данной работе сплаву его электросопротивление, начиная падать при $17^\circ K$, не обращается в нуль даже при $6^\circ K$ [3]. В настоящее время, однако, нельзя полностью исключить и другие причины увеличения T_K , например, влияние неконтролируемых примесей, попадающих в сплав при длительном отжиге. Такими примесями могли бы быть кислород и азот, а также кремний, который может попасть в образец из стенок ампулы [4]. Авторы работы [2] сообщают, что величина электронной теплоемкости исследованного ими сплава, т.е. величина коэффициента при линейном члене γ , по крайней мере, в два раза меньше, чем γ Nb_3Sn и V_3Si . Отсюда они делают вывод о несоответствии полученных ими результатов современной микроскопической теории сверхпроводимости, на основании которой следовало бы ожидать рост T_K при росте плотности состояния электронов $N(O)$. Однако в работе [2] не приводится фазовый состав образцов, поэтому низкие значения γ могут соответствовать среднему значению по всему образцу, тогда как величина γ фазы, ответственной за высокие T_K , может быть больше такого среднего значения. Кроме того, при большой плотности состояний перестает быть справедливым простое выражение, связывающее γ и $N(O)$. Вероятно, для такого утверждения, какое делается в [2], необходимы дополнительные исследования. Увеличение предельной критической температуры сверхпроводимости на два градуса представляет несомненный интерес, который имеет не только чисто научный характер.

Институт металлургии
им. А.А.Байкова
Академии наук СССР

Поступило в редакцию
18 сентября 1967 г.

Литература

- [1] Н.Е.Алексеевский, Н.В.Агеев, В.Ф.Шамрай. Изв. АН СССР, серия Неорганические материалы, 11, 2156, 1966.
- [2] B.T.Matthias, T.H.Geball, L.D.Lenginabti, E.Corinzwit, G.W.Hull, R.H.Willens, G.P.Maita. Science. 156, 645, 1967.
- [3] B.T.Matthias, T.H.Geball. Phys. Rev., 139, A1501, 1965.
- [4] Н.Е.Алексеевский, Н.Н.Михайлов. Письма ЖЭТФ, 6, 584, 1967.

* Предварительные результаты этой работы были сообщены на 14 Всесоюзной конференции по физике низких температур (июнь 1967 г.).