

## ВЛИЯНИЕ ДАВЛЕНИЯ НА КРИТИЧЕСКУЮ ТЕМПЕРАТУРУ СВЕРХПРОВОДЯЩЕГО ПЕРЕХОДА СИСТЕМЫ $Fe_xSnMo_6S_8$

*Н.Е.Алексеевский, В.Н.Нарожный*

Исследуется влияние давления на критическую температуру системы  $Fe_xSnMo_6S_8$ . Обнаружено, что введение железа ( $x = 0,04$ ) увеличивает значение  $|dT_K/dP|$  примерно в три раза.

Ранее сообщалось [ 1 ], что критическая температура  $T_K$  сверхпроводящего перехода тройных сульфидов молибдена (ТСМ) резко уменьшается при введении небольшого количества примеси железа. Величина  $dT_K/dc$  для  $Fe_xSnMo_6S_8$  составляет  $-26$  К/ат.%,  $c$  — концентрация примеси. При этом было показано, что уменьшение  $T_K$  ТСМ с концентрацией тем больше, чем больше значение электронной теплоемкости [ 1 ]. С другой стороны, было показано, что ТСМ имеют большие отрицательные значения производной  $T_K$  по давлению [ 2, 3 ]. Можно было предположить, что при увеличении концентрации магнитной примеси влияние давления на критическую температуру будет возрастать.

Для проверки этого предположения нами были проведены исследования влияния давления на критическую температуру системы  $Fe_xSnMo_6S_8$  для  $x = 0; 0,02; 0,04$ . Образцы были приготовлены прямым синтезом из элементов. Содержание железа контролировалось при помощи активационного анализа<sup>1)</sup>. При номинальном содержании Fe в образцах  $x = 0; 0,02; 0,04$  соответственно  $0; 0,133; 0,266$  ат.%, анализ на содержание Fe показал  $5,3 \cdot 10^{-3}; 0,11; 0,25$  ат.%. Давление создавалось в бомбе фиксированного давления, аналогичной описанной в [ 4 ]. Температура измерялась термопарой Cu — CuFe<sub>0,01%</sub>, введенной в область высокого давления. Переход в сверхпроводящее состояние фиксировался индуктивным методом. Для получения более однозначных результатов критическая температура всех трех образцов измерялась в одном эксперименте: три образца находились одновременно в бомбе высокого давления.

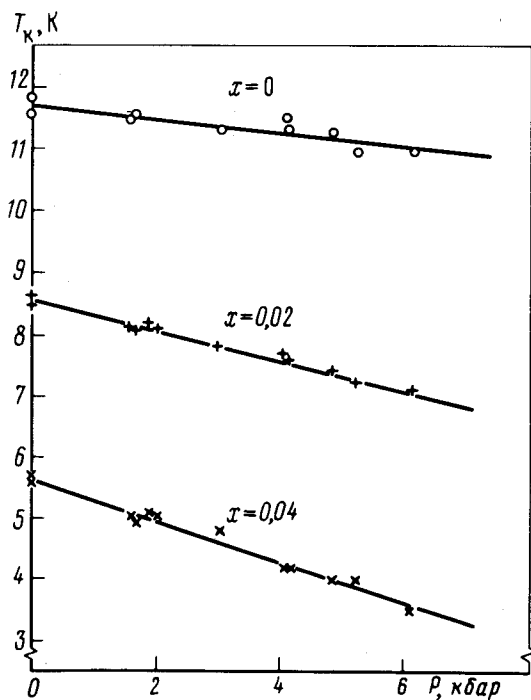
На рисунке показана зависимость  $T_K$  от давления для образцов с различным содержанием железа. Из приведенных данных видно, что введение в образец небольшого количества железа ( $c < 0,3$  ат.%) резко увеличивает падение  $T_K$  под давлением. Величина  $dT_K/dP$  для образцов  $x = 0; 0,02; 0,04$  составляет соответственно  $-1,2 \cdot 10^{-4}; -2,4 \cdot 10^{-4}; -3,4 \cdot 10^{-4}$  К  $\cdot$  бар<sup>-1</sup>, т.е. возрастает по абсолютной величине почти в три раза. Значение  $|dT_K/dP| = 3,4 \cdot 10^{-4}$  К  $\cdot$  бар<sup>-1</sup> примерно вдвое больше максимальных значений  $|dT_K/dP|$  для ТСМ [ 3 ] и, таким образом, является рекордной. Как известно, величина  $|dT_K/dP|$  для сверхпроводников составляет обычно  $\sim 10^{-5}$  К  $\cdot$  бар<sup>-1</sup>.

Зная величину сжимаемости, можно определить изменение  $T_K$  с объемом. Если в качестве верхнего предела сжимаемости  $\kappa$  взять величину  $\kappa = 2,8 \cdot 10^{-6}$  бар<sup>-1</sup> [ 5 ] и предположить, что

<sup>1)</sup> Авторы выражают благодарность В.Н.Самосюку за проведение анализа.

она мало меняется при введении небольшого количества Fe, то можно оценить величину  $d\ln T_K/d\ln V$ . При  $x = 0$  производная  $d\ln T_K/d\ln V$  равна 3,6, а для  $x = 0,04$  она возрастает примерно в шесть раз и достигает значения 21.

Большие значения  $dT_K/dc$  [ 1 ], сильная температурная зависимость магнитной восприимчивости, а также минимум на зависимости электросопротивления от температуры [ 6 ] свидетельствует о наличии локализованного магнитного момента на примесных атомах Fe.



Зависимость критической температуры сверхпроводящего перехода от давления для трех образцов системы  $Fe_xSnMo_6S_8$

Ранее сообщалось [ 1 ], что большие значения эффективного момента  $\mu_{\text{эфф}}$  на атомах железа, полученные из измерения магнитной восприимчивости, могут быть следствием косвенного обмена и указывают на возможность ферромагнитной неустойчивости в этих системах, подобной рассмотренной в работе [ 7 ].

Если построить наши данные в виде зависимости  $T_K$  от концентрации при различных давлениях, то окажется, что величина  $|dT/dc|$  при давлении 6 кбар возрастает на 30%, т.е. от 23К/ат.% до 29 К/ат.%<sup>1)</sup>.

Полученный результат можно рассматривать как усиление под давлением взаимодействия электронов проводимости с локализованными магнитными моментами атомов примеси.

#### Литература

1. Алексеевский Н.Е., Вольф Г., Добровольский Н.М., Ельцев Ю.Ф., Закосаренко В.М., Цебро В.И. Письма в ЖЭТФ, 1979, 29, 138.
2. Алексеевский Н.Е., Добровольский Н.М., Нижанковский В.И., Цебро В.И. ЖЭТФ, 1975, 69, 662.
3. Shelton R.N., Lawson A.C., Johnston D.C. Mater. Res. Bull., 1975, 10, 297.
4. Алексеевский Н.Е., Нижанковский В.И. Письма в ЖЭТФ, 1973, 17, 352.

<sup>1)</sup> Если воспользоваться теорией Абрикосова и Горькова [ 8 ], то это соответствует увеличению константы обменного взаимодействия от 0,26 до 0,29.

5. *Webb A.W., Shelton R.N. J. Phys. F. Metal Phys., 1978, 8, 261; Алексеевский Н.Е., Евдокимова В.В., Козинцев В.М., Тандит А.В., Новокшонов В.Н., Хлыбов Е.П. ДАН СССР 1980, 252, 1369.*
6. *Ельцев Ю.Ф., Закосаренко В.М., Карасик В.Р., Цебро В.И. Письма в ЖЭТФ, 1980, 31, 741.*
7. *Berk N.E., Schriffer T.R. Phys. Rev. Lett., 1966, 17, 443.*
8. *Абрикосов А.А., Горьков Л.П. ЖЭТФ, 1960, 39, 1781.*

Институт физических проблем  
Академии наук СССР

Поступила в редакцию  
9 ноября 1981 г.