

# Вестник МОСКОВСКОГО УНИВЕРСИТЕТА

№ 3—1959

Н. Е. АЛЕКСЕЕВСКИЙ, Г. С. ЖДАНОВ, Н. Н. ЖУРАВЛЕВ

## К ВОПРОСУ О СВЕРХПРОВОДИМОСТИ СОЕДИНЕНИЙ ВИСМУТА СО ЩЕЛОЧНЫМИ МЕТАЛЛАМИ

Как известно, сплавы висмута с литием, натрием, калием, рубидием и цезием [1, 2] переходят в сверхпроводящее состояние. Сверхпроводимость этих сплавов вызывается интерметаллическими соединениями, образованными висмутом и щелочным металлом. Для сплавов висмута с литием, натрием и калием за сверхпроводимость ответственны соединения  $\text{LiBi}$ ,  $\text{NaBi}$ ,  $\text{KBi}_2$ . Для сплавов висмута с рубидием и цезием было установлено, что сверхпроводимость создается соединениями, богатыми висмутом. По данным работ [3, 4], такими соединениями в этих системах являются  $\text{RbBi}_2$  и  $\text{CsBi}_2$ . Рентгенографические исследования [3—5] структуры соединений  $\text{KBi}_2$ ,  $\text{RbBi}_2$ ,  $\text{CsBi}_2$  показали, что эти соединения образуют изоморфную группу, кристаллизуются в кубической сингонии и обладают структурой типа  $\text{Cu}_2\text{Mg}$ . В табл. 1 приведены данные, характеризующие эти кристаллы.

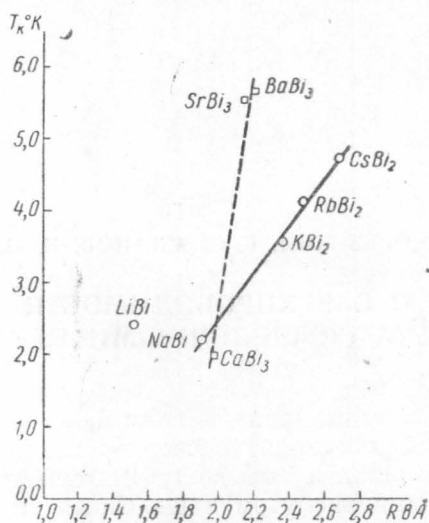
Таблица 1

Соединение	$T_k$	a, Å	R—Me	Минимальные межатомные расстояния, Å		
				Bi—Me	Me—Me	Bi—Bi
$\text{KBi}_2$	3,58	9,501	2,36	3,94	4,11	3,36
$\text{RbBi}_2$	4,25	9,609	2,48	3,98	4,16	3,40
$\text{CsBi}_2$	4,75	9,746	2,68	4,04	4,22	3,44

Если проанализировать критические температуры соединений висмута со щелочными металлами, то можно констатировать наличие линейной зависимости между  $T_k$  соединения и атомным радиусом щелочного металла (см. рис.). При этом соединение  $\text{LiBi}$  выпадает из этой линейной зависимости. Возможно, что такая же линейная зависимость между  $T_k$  и атомным радиусом имеет место и для соединений со щелочноземельными металлами (см. рис.). Следует, однако, отметить, что если для изоморфных соединений  $\text{KBi}_2$ ,  $\text{RbBi}_2$ ,  $\text{CsBi}_2$  сопоставление

$T_k$  с атомным радиусом является вполне допустимым, то для соединения  $\text{NaBi}^*$ , имеющего другую решетку, такое сопоставление менее обоснованно.

Если рассматривать изменение межатомных расстояний при изменении  $T_k$  изоморфных соединений, то можно отметить, что при возрастании  $T_k$  от  $\text{KBi}_2$  к  $\text{CsBi}_2$  происходит увеличение минимальных



межатомных расстояний, причем имеет место линейная зависимость между минимальным расстоянием и  $T_k^{**}$ .

Используя соотношение между  $dH_k/dT$  и  $\gamma$  (коэффициентом при линейном члене электронной теплоемкости), можно по известным значениям  $dH_k/dT$  определить  $\gamma$  для трех изоморфных соединений.

В табл. 2 приведены значения  $dH_k/dT$  и вычисленные из них значения  $\gamma$ . Из табл. 2 видно, что  $\gamma$  возрастает от  $\text{LiBi}$  к  $\text{CsBi}_2$ .

Таблица 2

Соединение	$T_k$ , °К	$\frac{dH_k}{dT}$ , эрг/град	$\sigma_x$ , г/см <sup>3</sup>	$\frac{\gamma}{V} \cdot 10^{-2}$ эрг/град·см <sup>3</sup>
Li Bi	2,47	170	7,48	11,6
Na Bi	2,22	100	6,71	4,0
K Bi <sub>2</sub>	3,58	155	6,908	9,6
Rb Bi <sub>2</sub>	4,25	192	7,536	14,8
Cs Bi <sub>2</sub>	4,75	260	7,903	27,0

\* В связи с тем что  $\text{LiBi}$ , по-видимому, кристаллизуется в двух модификациях [6], сопоставление данных по  $\text{LiBi}$  с другими соединениями наименее убедительно.

\*\* У соединений висмута с никелем, родием и платиной состава  $\text{AB}$  наблюдается линейное уменьшение  $T_k$  с увеличением атомного радиуса второго компонента. При этом наблюдается также обратная зависимость между  $T_k$  и минимальными межатомными расстояниями.

Следует отметить, что для сверхпроводящих соединений висмута со щелочными металлами, по-видимому, не наблюдается отмечавшаяся в литературе [7] линейная зависимость между  $T_k$  и  $\frac{\gamma}{v}$ , где  $v$  — атомный объем. Однако, если построить зависимость  $T_k = f(\gamma^{1/3})$ , то оказывается, что точки располагаются вблизи прямой, проходящей через начало координат. (При определении  $\gamma$  значение  $v$  определим как средний объем на атом соединения.)

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Алексеевский Н. Е., Брандт Н. Б., Костина Т. И. Изв. АН СССР, сер. физ. **16**, 233, 1952.
2. Алексеевский Н. Е. ЖЭТФ, **23**, 610, 1952.
3. Журавлев Н. Н., Мингазин Т. А., Жданов Г. С. ЖЭТФ, **34**, 820, 1958.
4. Журавлев Н. Н. ЖЭТФ, **34**, 827, 1958.
5. Zintl E., Harder A. Z. Phys. Chem., **16**, 206, 1932.
6. Хансен М. Структура бинарных сплавов. ГОИТИ, М.—Л., 1941.
7. Daup J. G. Phys. Rev., **80**, 911, 1950.

Поступила в редакцию  
27.2 1959 г.

Кафедра физики твердого тела