

**НАУЧНАЯ СЕССИЯ ОТДЕЛЕНИЯ ОБЩЕЙ ФИЗИКИ
И АСТРОНОМИИ И ОТДЕЛЕНИЯ ЯДЕРНОЙ ФИЗИКИ
АКАДЕМИИ НАУК СССР**

(23—24 апреля 1986 г.)

23 и 24 апреля 1986 г. в Институте физических проблем им. С. И. Вавилова АН СССР состоялась совместная научная сессия Отделения общей физики и астрономии и Отделения ядерной физики АН СССР. На сессии были заслушаны доклады:

23 апреля

1. И. В. Александров, А. Ф. Гончаров, А. Н. Зисман, И. Н. Макаренко, С. М. Стишов. Исследования щелочно-галогидных кристаллов и благородных газов при сверхвысоких давлениях (управления состояния, фазовые переходы, металлизация).

2. И. Т. Белаш, В. Ф. Дегтярева, Е. Г. Понятовский. Новые фазы типа Юм-Розери — сверхпроводники, полученные при высоких давлениях.

3. В. В. Бражкин, В. И. Ларчев, С. В. Попова, Г. Г. Скродкая. Металлические стекла и аморфные полупроводники, полученные закалкой из расплава при высоком давлении.

4. В. Е. Антонов, И. Т. Белаш, Е. Г. Понятовский. Гидриды: исследования при высоких давлениях водорода.

24 апреля

5. В. Н. Гаврин, Е. А. Гаврюсева, Г. Т. Зацепин. Современное состояние и перспективы нейтринной астрономии Солнца.

6. А. А. Рузмайкин. Магнитные поля на Солнце.

7. М. Б. Волошин, М. И. Высоцкий, Л. Б. Окунь. Возможные электромагнитные свойства нейтрино и вариации потока солнечных нейтрино.

Краткое содержание пяти докладов публикуется ниже.

538.945(048)

И. Т. Белаш, В. Ф. Дегтярева, Е. Г. Понятовский. Новые фазы типа Юм-Розери — сверхпроводники, полученные при высоких давлениях. Возможность достижения высоких

давлений вызвала интенсивное исследование зависимости состояния вещества, его структуры и свойств от нового термодинамического параметра — давления. Характеризуя экстенсивный путь развития этих исследований, следует отметить три этапа: I — изучение полиморфизма элементов при высоких давлениях и построение $T - P$ -диаграмм, II — изучение полиморфизма соединений и III — построение объемных $T - C - P$ -диаграмм бинарных и многокомпонентных систем. К настоящему времени I этап практически завершен в достижимом диапазоне давлений. II этап методологически связан с III этапом, так как $T - P$ -диаграмма для бинарного соединения представляет собой изоконцентрационный разрез объемной $T - C - P$ -диаграммы.

Задача III этапа на первый взгляд кажется необъятной. Существующая сложная картина из совокупности разнообразных фазовых $T - C$ -диаграмм при нормальном давлении, казалось бы, должна многократно усложниться при введении третьего параметра — давления — вследствие полиморфизма чистых компонентов, полиморфных превращений промежуточных фаз и соединений, а также возникновения многочисленных новых промежуточных фаз. Однако в действительности, синтез под давлением новых фаз, исследование их структуры и свойств дает важную новую информацию, позволяющую вскрыть ряд общих закономерностей фазообразования в многокомпонентных системах и таким образом упростить общую картину фазовых равновесий в многокомпонентных системах.

Систематические экспериментальные исследования $T - C - P$ -диаграмм проводятся в ИФТТ АН СССР на протяжении двух десятилетий. В качестве модельных систем были выбраны бинарные системы В-элементов. Эти системы удобны по ряду причин: наличие полиморфизма под давлением элементов-компонентов, простой вид $T - C$ -диаграмм, невысокие параметры обработки (давление, температура), обилие получаемых под давлением промежуточных фаз и их сходство с фазами, закаливаемыми из жидкого состояния. Фазовые превращения фиксировали методами ДТА и резистометрии под давлением, а структуру и сверхпроводящие свойства изучали на «закаленных» сплавах при нормальном давлении.

Оказалось, что эволюция фазовых равновесий в бинарных системах определяется «правилом гомологии»: воздействие давления приводит к таким же изменениям фазовых равновесий, что и замена одного из компонентов на более тяжелый элемент той же группы. На $T - C - P$ -диаграммах систем-гомологов существуют подобные изобарические $T - C$ -сечения (для систем с более легким компонентом — при более высоком давлении). Примеры систем-гомологов: $Zn - Sb$ и $Cd - Sb$ ¹, $Pb - Sb$ и $Pb - Bi$, $In - Sb$ и $In - Bi$ [2].

Установлена общая последовательность структурных типов для промежуточных В — В-фаз². С ростом электронной концентрации (n_e) сплава наблюдается переход к структурам с понижением плотности упаковки (координационного числа):

г. ц. к., г. п. у. (12) → о. ц. к. (8) → простая гексагональная (2 + 6) →
→ β -Sn (4 + 2) → простая кубическая (6).

Для металлических фаз с $n_e > 3$ эл/атом характерными структурами являются простая гексагональная (γ) и простая кубическая (π), а также их искаженные варианты. Данные фазы продолжают ряд известных электронных фаз Юм-Розери, характерных для сплавов В-элементов с $n_e = 1 - 2$ эл/атом.

Существенно расширенный за последнее десятилетие круг В — В-фаз позволяет рассмотреть некоторые корреляции между сверхпроводящими

свойствами (T_K) сплавов, их структурой и электронной концентрацией (см. рисунок).

1. В пределах устойчивости каждого структурного типа наблюдается монотонный рост T_K с ростом n_e . Интересно отметить, что при следовании вдоль каждой кривой, в соответствии с данными рентгеноструктурного анализа, электронная плотность n_e/v эл/Å³ остается приблизительно постоянной.

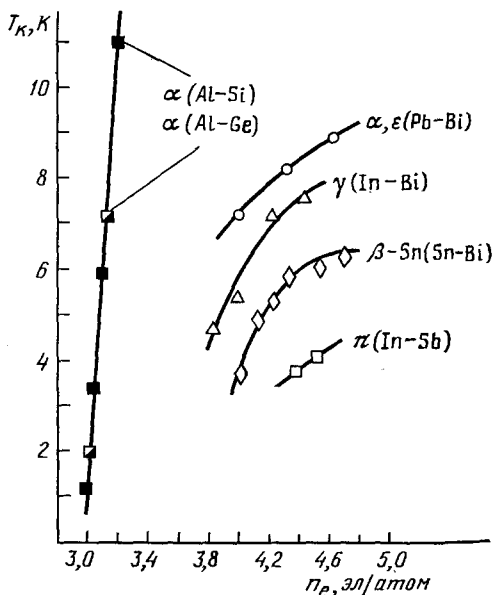
2. Для одних и тех же значений n_e в различных сплавах элементов V и VI периодов получены близкие значения T_c для фаз с одинаковой структурой.

3. Сравнение данных по T_K для сплавов с равной электронной концентрацией, имеющих различные структуры, показывает, что более высокие T_K характерны для более компактных структур.

4. Для фаз с одинаковым типом структуры более высокие значения T_c достигаются в сплавах с более легкими компонентами. Для г.д.к.-твердых растворов кремния в алюминии получено значение $T_K = 11$ К, наиболее высокое для сплавов переходных элементов³.

Рассмотренный новый класс сверхпроводников В-металлов ввиду простоты их электронного строения, высокой симметрии кристаллической структуры, а также вследствие простых и однозначных корреляций между T_K , электронной концентрацией и структурой является удобной модельной системой для дальнейшего развития теории сверхпроводимости. Отметим, что данный класс сверхпроводников остался вне поля зрения авторов ранее опубликованных обзоров по сверхпроводимости, включая два последних обзора в УФН⁴.

В заключение мы хотели бы выделить один интересный эффект воздействия давления на структурное состояние сплавов, хотя и не предвиденный заранее, по оказавшийся вполне закономерным и объяснимым — аморфизацию сплавов. Это состояние возникает в сплавах с «закаленными» фазами высокого давления как промежуточная метастабильная ступень на пути возврата сплавов к равновесному состоянию. Как правило, мы наблюдали аморфное состояние в сплавах, имеющих в равновесном состоянии полупроводниковую фазу (в сплавах Zn — Sb, Cd — Sb и Al — Ge это ZnSb, CdSb и Ge соответственно).



Температура перехода в сверхпроводящее состояние некоторых В — В-фаз, полученных воздействием давления^{2, 3}

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Aptekar I. L., Belash I. T., Ponyatovskii E. G. // High Temp.—High Press. 1977. V. 9. P. 641.
Belash I. T., Ponyatovskii E. G. // Ibidem. P. 645.
2. Десярева В. Ф., Понятовский Е. Г. // ФТТ 1982. Т. 24. С. 2672.
3. Degtyareva V. F., Chipenko G. V., Belash I. T., Barkalov O. I., Ponyatovskii E. G. // Phys. Stat. Sol. Ser. a. 1985. V. 89. P. K. 127.
4. Beasley M. R., Geballe T. H. // Phys. Today. 1984. V. 37. No. 10. P. 60. Перевод: Бисли М. Р., Геболл Т. Х. // УФН. 1986. Т. 148. С. 345.
Головашкин А. И. // Ibidem. С. 363.