

СВЯЗЬ ЭНЕРГИИ КРИСТАЛЛИЧЕСКОЙ РЕШЕТКИ
ЩЕЛОЧНОГАЛОИДНЫХ КРИСТАЛЛОВ С ТЕМПЕРАТУРНЫМ
ИЗМЕНЕНИЕМ МОДУЛЯ ЮНГА

А. А. БОТАКИ

(Представлена научным семинаром лаборатории энергетики и электроники ионных структур)

Температурная зависимость модуля Юнга ($E = f(t)$) щелочногалоидных кристаллов для температур выше температуры Дебая до точки плавления, как теперь хорошо известно [1], линейна.

Наши измерения, проведенные на монокристаллах KJ, KBr, KCl, NaBr, NaCl, LiF [2], показали, что кроме упоминавшейся линейной зависимости, имеет место еще линейная связь между энергией кристаллической решетки и тангенсом угла наклона $\left(\frac{dE}{dt}\right)$ прямых $E = f(t)$.

Это дало нам возможность записать уравнение прямой в координатах $U, \frac{dE}{dt}$

$$U = (-6,70 \cdot 10^{-3} \frac{dE}{dt} + 5,20 \cdot 10^5) \frac{\partial \mathcal{E}}{\text{моль}}, \quad (1)$$

которое может служить расчетной формулой для определения энергии связи кристаллической решетки по измеренным значениям тангенса угла наклона прямых зависимости модуля Юнга от температуры.

В табл. 1 помещены исходные данные, необходимые для получения этой формулы. Для подтверждения правильности сделанных выводов в этой же таблице помещены значения $\frac{dE}{dt}$, вычисленные по результатам измерения температурной зависимости модуля Юнга, приведенным в работе С. П. Никанорова и А. С. Степанова [1]. Из таблицы видно, что расчет по формуле (1) энергии связи кристаллической решетки на основании данных [1] дает расхождение со значениями, непосредственно измеренными на опыте [3] менее 6%, причем это отклонение носит случайный характер и тем самым подтверждает линейную связь между $\frac{dE}{dt}$ и U .

В твердых растворах NaCl — NaBr, KCl — KBr ионы Cl^- и Br^- случайно распределены среди анионных вакансий. Такая система является веществом с примесью, введенной путем замещения. Физические свойства этих твердых растворов не имеют принципиальных отличий от физических свойств, входящих в их состав щелочногалоидных солей.

Температурная зависимость модуля Юнга данных твердых растворов линейна [4].

Полагая, что температурная зависимость модуля Юнга для твердых растворов разных составов удовлетворяет соотношению (1), можно рассчитать по измеренным на опыте величинам $\frac{dE}{dt}$ для них энергию

Таблица 1

Энергия кристаллических решеток и температурная скорость изменения модуля Юнга монокристаллов галогенидов щелочных металлов

Вещество	$-\frac{dE}{dt};$ $\times 10^7 \frac{H}{м^2 \cdot град}$	$-\frac{dE}{dt};$ $\times 10^7 \frac{H}{м^2 \cdot град}$	$U,$ $\frac{ккал}{моль}$	$U,$ $\frac{ккал}{моль}$	$\frac{\Delta U}{U}, \%$
LiF	7,67	7,30	244	240	1,6
NaF		5,00	217	204	6,0
NaCl	3,60	3,74	185	184	0,5
NaBr	3,23		178		
KCl	3,09	3,44	171	179	-4,7
KBr	2,64	2,98	161	172	-4,2
KI	2,19	2,62	156	164	-5,1
CsBr		1,22	152	144	5,3
CsI		1,15	145	142	2,1
	наши измерения	по работе [1]	по работе [3]	расчет по формуле (1), по данным [1]	1,5% средняя погрешность

связи кристаллической решетки. Результаты расчета помещены в табл. 2.

Таблица 2

Энергия кристаллических решеток твердых растворов галогенидов щелочных металлов

Молекулярные % 1-го компонента	NaCl—NaBr		KCl—KBr	
	$-\frac{dE}{dt}; \times 10^7 \frac{H}{м^2 \cdot град}$	$U; \times 10^4 \frac{дж}{моль}$	$-\frac{dE}{dt}; \times 10^7 \frac{H}{м^2 \cdot град}$	$U; \times 10^4 \frac{дж}{моль}$
100	3,75	76,2	3,25	73,0
75	3,45	74,2	3,07	71,8
50	3,14	72,2	2,90	70,7
25	2,94	70,9	2,77	69,8
0	3,20	72,6	2,85	70,3

Из таблицы следует, что введение в чистый монокристалл примеси замещения понижает энергию связи кристаллической решетки, причем наибольшее отклонение от аддитивного значения приходится на эквимолярные составы.

В заключение приношу благодарность профессору доктору Р. И. Гарбер за высказанные им соображения при обсуждении работы [5], благодаря которым и возникла данная работа.

ЛИТЕРАТУРА

1. С. П. Никаноров, А. В. Степанов. ФТТ, 6, 1987, 1964.
 2. А. А. Ботаки. Изв. вузов МВ ССО СССР—Физика, 4, 92, 1965.
 3. Дж. Гилман. УФН, 80, 455, 1963. С. М. Kachhava and Saxena. Indian Journ of Phys., 38, 8, 388, 1964.
 4. А. А. Ботаки. Изв. ТПИ, 140, 204, 1965.
 5. А. А. Ботаки. Тезисы докладов на 4-й Всесоюзной конференции по релаксационным явлениям в твердых телах. Воронеж, 1965.
-