

ВСТАНОВЛЕННЯ ТИПУ ТВЕРДИХ РОЗЧИНІВ У БІНАРНИХ СИСТЕМАХ

Собко О.О., Грицив В.І.

Житомирський державний університет імені Івана Франка

Тверді розчини займають важливе місце в матеріалознавстві. Розуміння хімічної будови і кристалічної структури твердих розчинів дає можливість одержувати матеріали з наперед заданими властивостями. В даній роботі розглянуто поведінку систем з безперервним рядом твердих розчинів на прикладі сплавів Ti-Mo, які використовуються в атомній енергетиці.

Рентгенографічні дослідження показують, що тверді розчини можуть бути побудовані за одним із типів: заміщення, включення і виключення. У твердих розчинах заміщення, утворених, наприклад, двома металами, атоми В стають у ґратці на місце будь-якого атома А. Тип ґратки і число атомів у комірці зберігаються, але змінюються

її мольний об'єм V_m і густина r [1947Апо, с. 313]:

$$V_m r = n[M_1 + (M_2 - M_1)N_2],$$

(1)

де n - число атомів; N_2 - мольна частка компонента В; M_1 та M_2 - молярні маси компонентів сплаву.

У твердих розчинах включення добуток $V_m r$ зростає незалежно від знаку $(M_2 - M_1)$ [1947Апо, с. 314]:

$$V_m r = n(1 + N_2)[M_1 + (M_2 - M_1)N_2]$$

(2)

Таким чином, якщо густина відома, використовуючи рівняння (1) та (2), можна встановити тип твердих розчинів, що утворюються в системі.

Значення параметрів кристалічної ґратки твердих розчинів на основі bTi у системі Ti-Mo взяті з роботи [1987Mur] аналізом графічної залежності. Значення в табл. 1 відносяться до температури $900^{\circ}C$, при якій, згідно [1990Lam], для чистого bTi $a = 0,329$ нм.

Рентгенографічна густина сплавів $r = M / V_m$ розраховувалася із значень параметра кристалічної ґратки:

$$r = \frac{M}{N_A \times \frac{a^3}{2}},$$

(3)

де $M = M_1(1 - N_2) + M_2N_2$, N_A - число Авогадро.

Розраховані значення рентгенографічної густини наведені в табл.

Таблиця.

Густина і мольний об'єм сплавів системи Ti-Mo при $900^{\circ}C$

N_2	$a, \text{ нм}$	M	$r, \text{ г/см}^3$	$V = M / r$	$r_v, \text{ г/см}^3$	%	$V = M /$
0,00	0,3290	47,8670	4,46343	10,72427	4,46343	0,00000	10,72426
0,10	0,3262	52,6743	5,03926	10,45278	5,03927	-0,00024	10,45276
0,20	0,3238	57,4816	5,62236	10,22376	5,61511	0,12904	10,23694
0,30	0,3216	62,2889	6,21846	10,01678	6,19096	0,44426	10,06127
0,40	0,3194	67,0962	6,83775	9,81262	6,76680	1,04853	9,91550
0,50	0,3175	71,9035	7,46000	9,63854	7,34264	1,59834	9,79260
0,60	0,3163	76,7108	8,04969	9,52966	7,91848	1,65698	9,68756
0,70	0,3154	81,5181	8,62758	9,44855	8,49432	1,56876	9,59677
0,80	0,3149	86,3254	9,17996	9,40368	9,07017	1,21049	9,51751
0,90	0,31473	91,1327	9,70688	9,38846	9,64601	0,63105	9,44771
1,00	0,3147	95,94	10,2218	9,38578	10,22185	0,00000	9,38578

Якщо порівняти праву частину рівняння (1) із значенням виразу (3), то можна виявити наявність тотожності в останньому. Дійсно,

$$[M_1 + (M_2 - M_1)N_2] = M = M_1(1 - N_2) + M_2N_2.$$

(4)

$M = M_1(1 - N_2) + M_2N_2 = M_1 - M_1N_2 + M_2N_2 = M_1 + M_2N_2 - M_1N_2 = [M_1 + (M_2 -$
 Поява тотожності обумовлена тим, що в комплекті рівнянь, з
 використанням яких розраховувалися значення густини,

$$M = M_1 \cdot (1 - X) + M_2 \cdot X$$

$$d = M / (N_a \cdot Y^3 \cdot 10^{-21} / 2)$$

і в рівнянні (1) присутній один і той же множник
 $M_1(1 - N_2) + M_2N_2 = [M_1 + (M_2 - M_1)N_2]$.

Для усунення тотожності необхідно використовувати у
 рівнянні (1) значення пікнометричної густини, яку для сплавів Ti-Mo
 не виявлено. Можна використати значення густини r_v , розрахованої
 за законом Вегарда.

Порівняємо ці значення густини

$$\% = \frac{r_{pr} - r_{teo}}{r_{teo}} \times 100 = \frac{r - r_v}{r_v} \times 100 = \frac{7,46000 - 7,34264}{7,34264} \times 100 = +1,598$$

Відсутність закономірного ходу при $N_2=0,1$ показує, що
 значення параметра ґратки недостатньо оптимізовані. Похибки
 можуть появитися при зчитуванні графічної інформації або при
 порушенні умов оптимізації. До тих пір, поки не виконана в достатній
 мірі оптимізація аналітичної залежності густини від складу, немає
 потреби перевіряти використання рівняння (2). На основі цих
 попередніх значень можна зробити висновок, що в системі Ti-Mo
 переважно утворюються тверді розчини заміщення.

Література

1947 Ано. Аносов В.Я., Погодин С.А. Основные начала
 физико-химического анализа. -М.-Л.: Из-во. АН СССР, 1947. -876 с.

1987 Mur. Murray J.L. The Mo-Ti (Molybdenum-Titanium)
 System//1987. -P. 169-175.

1990 Lam. Lampman S. Wrought Titanium and Titanium alloys//
 In: Specific metals and alloys. -ASM International. -P. 592-633.