



УДК 546:548.3

Н. М. Муць, Л. Г. Аксельруд,  
член-кореспондент НАН України Р. Є. Гладішевський

### Модульована структура сполуки (Tb<sub>0,70</sub>Zr<sub>0,30</sub>)(Al<sub>0,17</sub>Si<sub>0,83</sub>)

*Рентгенівським дифракційним методом монокристала визначено кристалічну структуру чотирикомпонентної сполуки (Tb<sub>0,70</sub>Zr<sub>0,30</sub>)(Al<sub>0,17</sub>Si<sub>0,83</sub>): надпросторова група  $R\bar{3}m(00q)$ ,  $a = 0,4152(1)$ ,  $b = 1,0421(3)$ ,  $c = 0,3854(1)$  нм, хвильовий вектор модуляції  $\mathbf{q} = 0,1440(1)$ , базовий структурний тип CrB.*

На сьогодні відомості про дослідження чотирикомпонентних металічних систем, на відміну від подвійних та потрійних, є малочисельними. Введення в системи додаткових компонентів із відмінною електронною будовою атома може змінити характер взаємодії компонентів і привести до утворення сполук з особливими кристалохімічними характеристиками та перспективними властивостями.

Проведені нами дослідження системи Pr–Ni–Al–Ge [1, 2] вказують на утворення протяжних чотирикомпонентних твердих розчинів на основі сполук PrGe<sub>2-x</sub> ( $x = 0,42-0,50$ ), Pr(Ni,Ge)<sub>2-x</sub> ( $x = 0,14$ ) й Pr(Al,Ge)<sub>2</sub>. Твердий розчин на основі сполуки Pr(Ni,Ge)<sub>2-x</sub> із дефектною структурою типу AlB<sub>2</sub> при 873 K та складу Pr(Ni<sub>0,20</sub>Al<sub>0,30</sub>Ge<sub>0,50</sub>)<sub>1,80</sub> характеризується частковим впорядкуванням атомів Ni, Al, Ge, а також вакансій, що описується неспіввимірно модульованою структурою; для складу Pr(Ni<sub>0,23</sub>Al<sub>0,03</sub>Ge<sub>0,74</sub>)<sub>1,85</sub> модуляції відсутні.

Чотирикомпонентна система Tb–Zr–Al–Si, яка є об'єктом цього дослідження, містить, як і згадана вище система, *f*-, *d*- і два *p*-елементи. Діаграми стану подвійних систем Tb–Zr [3], Tb–Al [3], Tb–Si [4], Zr–Al [3], Zr–Si [3] та Al–Si [3] побудовано в повному концентраційному інтервалі. Бінарна сполука ZrAl [5, 6] утворюється за перитектоїдною реакцією при 1548 K. Її структура належить до типу CrB (символ Пірсона *oS8*, просторова група *Cmcm*) і не зазнає змін з пониженням температури. Сполука ZrSi, яка утворюється за перитектичною реакцією при 2483 K, є диморфною: структура високотемпературної модифікації належить до типу CrB [7, 8], тоді як низькотемпературної модифікації (<1733 K) — до типу FeB (*oP8*, *Pnma*) [8].

© Н. М. Муць, Л. Г. Аксельруд, Р. Є. Гладішевський, 2013

Ізотермічний переріз діаграми стану потрібної системи Tb–Zr–Al при 773 К побудований в області високого вмісту Al (0,67–1 ат. ч. Al) [9]. Виявлено існування двох тернарних сполук:  $(\text{Tb}_{0,65}\text{Zr}_{0,35})\text{Al}_3$  (структурний тип  $\text{AuCu}_3$ ,  $cP4$ ,  $Pm-3m$ ) та  $(\text{Tb}_{0,80}\text{Zr}_{0,20})\text{Al}_3$  ( $\text{HoAl}_3$ ,  $hR60$ ,  $R-3m$ ). Ізотермічний переріз діаграми стану системи Zr–Al–Si при 1073 К представлений авторами роботи [8]. При цій температурі існують дві сполуки:  $\text{Zr}_3\text{Al}_4\text{Si}_5$  (структура власного типу,  $tI24$ ,  $I4_1/amd$ ) та  $\text{Zr}(\text{Al}_{2,7}\text{Si}_{0,3})(\text{TiAl}_3, tI8, I4/mmm)$ . Система характеризується також протяжними твердими розчинами на основі бінарних сполук системи Zr–Si. Твердий розчин  $\text{ZrAl}_x\text{Si}_{1-x}$  ( $x = 0-0,3$ ) [7] має структуру типу CrB, незважаючи на те що структура бінарної сполуки ZrSi, на основі якої він утворюється, при температурі дослідження належить до типу FeB. Ізотермічний переріз діаграми стану системи Tb–Zr–Si побудований при 873 К [10]. Встановлено існування трьох сполук:  $\text{Tb}_{2-1,08}\text{Zr}_{3-3,92}\text{Si}_4$  ( $\text{Sc}_2\text{Re}_3\text{Si}_4$ ,  $tP36$ ,  $P4_12_12$ ),  $(\text{Tb}_{0,6}\text{Zr}_{0,4})\text{Si}$  (CrB,  $oS8$ ,  $Cmcm$ ) та сполуки приблизного складу  $\sim\text{Tb}_{0,30}\text{Zr}_{0,40}\text{Si}_{0,30}$  із ромбічною структурою. Ізотермічний переріз діаграми стану системи Tb–Al–Si при 673 К в області 0–0,50 ат. ч. Pr наведений у роботі [11]. У цій системі утворюється шість сполук:  $\text{TbAl}_2\text{Si}_2$  ( $\text{CaAl}_2\text{Si}_2$ ,  $hP5$ ,  $P-3m1$ ),  $\text{Tb}(\text{Al}_{0,92-0,87}\text{Si}_{0,08-0,13})_3$  ( $\text{CdMg}_3$ ,  $hP8$ ,  $P6_3/mmc$ ),  $\text{Tb}_2\text{Al}_3\text{Si}_2$  ( $\text{Y}_2\text{Al}_3\text{Si}_2$ ,  $mS14$ ,  $C2/m$ ),  $\text{Tb}(\text{Al}_{0,525-0,495}\text{Si}_{0,475-0,505})_2$  ( $\alpha\text{-ThSi}_2$ ,  $tI12$ ,  $I4_1/amd$ ),  $\text{Tb}_2\text{Al}_{1,5}\text{Si}_{1,5}$  ( $\text{Mo}_2\text{FeB}_2$ ,  $tP10$ ,  $P4/mbm$ ),  $\text{Tb}_6\text{Al}_3\text{Si}$  (структура власного типу,  $tI80$ ,  $I4/mcm$ ).

Під час дослідження чотирикомпонентної системи Tb–Zr–Al–Si [12] нами було отримано ряд монокристалів (склади в атомних частках представлено, згідно з результатами хімічного аналізу):  $\text{Tb}(\text{Al}_{0,15}\text{Si}_{0,85})(\text{Tb}_{0,493(8)}\text{Al}_{0,078(9)}\text{Si}_{0,429(9)})$ ,  $(\text{Tb}_{0,70}\text{Zr}_{0,30})(\text{Al}_{0,17}\text{Si}_{0,83})$  ( $\text{Tb}_{0,249(1)}\text{Zr}_{0,108(4)}\text{Al}_{0,108(5)}\text{Si}_{0,535(9)}$ ) і  $(\text{Tb}_{0,03}\text{Zr}_{0,97})(\text{Al}_{0,22}\text{Si}_{0,78})(\text{Tb}_{0,013(2)}\text{Zr}_{0,479(6)}\text{Al}_{0,110(4)}\text{Si}_{0,398(6)})$ . Результати структурного уточнення засвідчили належність структури цих монокристалів до типу CrB з атомами Tb або статистичною сумішшю атомів Tb й Zr у положенні атомів Cr та статистичною сумішшю атомів Al й Si у положенні атомів B.

Відносно високі фактори розбіжності, що отримані в результаті уточнення структури чотирикомпонентної сполуки  $(\text{Tb}_{0,70}\text{Zr}_{0,30})(\text{Al}_{0,17}\text{Si}_{0,83})$  [12] у моделі типу CrB, можна пояснити структурними деформаціями, викликаними впорядкуванням атомів Tb й Zr і/або Al й Si. У цій роботі представлено результати уточнення структури сполуки  $(\text{Tb}_{0,70}\text{Zr}_{0,30})(\text{Al}_{0,17}\text{Si}_{0,83})$  як модульованої в чотиривимірному надпросторі.

Зразок, з якого відібрані кристали, виготовлений сплавленням шихті з вихідних компонентів (Tb — 0,999 мас. ч.; Zr — 0,999 мас. ч.; Al — 0,99985 мас. ч.; Si — 0,99999 мас. ч.) в електродуговій печі на мідному охолоджуваному водою поді за допомогою вольфрамового електрода в атмосфері аргону (0,99998 об. ч. Ar, додатково очищеного за допомогою розплавленого Ti-гетера). Зразок після першого сплавлення проплавили повторно, перевернувши на іншу сторону. Така необхідність викликана присутністю Zr з відносно високою температурою плавлення (2125 К). Температура синтезу не перевищувала температури кипіння алюмінію (2723 К).

Масив рентгенівських дифракційних даних отримали на монокристалічному дифрактометрі Stoe IPDS II. Сильні за інтенсивністю відбиття проіндексовані в ромбічній коміріці типу CrB: просторова група  $Cmcm$ ,  $a = 0,4152(1)$ ,  $b = 1,0421(3)$ ,  $c = 0,3854(1)$  нм. Сателітні відбиття на дифракційних картинах вказали на модуляцію структури вздовж кристалографічного напрямку  $[001]$  з хвильовим вектором модуляції  $\mathbf{q} = 0,1440(1)$ . Уточнення структури в чотиривимірному надпросторі проводили за допомогою програми WinCSD-2000 [13].

Експериментальні умови та результати дослідження кристалічної структури сполуки  $(\text{Tb}_{0,70}\text{Zr}_{0,30})(\text{Al}_{0,17}\text{Si}_{0,83})$  у чотиривимірному надпросторі демонструє табл. 1. Координати та параметри теплового коливання атомів у базовій структурі наведено в табл. 2. Базовою просторовою групою для структурного уточнення була нецентросиметрична група  $Cm2m$ . Перехід від центросиметричної групи  $Cmcm$  структури типу  $\text{CrB}$  до нецентросиметричної дозволив розщепити кожен з правильних систем точок на дві. Систематичні погашення для чотирьох індексів  $h, k, l, m$  були відсутні, тому надпросторова група  $Pcm2m(00q)$  відповідає примітивній ґратці Браве [14]. Було уточнено склад статистичних сумішей атомів Tb та Zr ( $R1$  й  $R2$ ), тоді як склад статистичних сумішей атомів Al та Si ( $M1$  й  $M2$ ) зафіксовано відповідно до результатів хімічного аналізу. Усереднені відстані між атомами в структурі сполуки  $(\text{Tb}_{0,70}\text{Zr}_{0,30})(\text{Al}_{0,17}\text{Si}_{0,83})$  представлені в табл. 3. Коор-

Таблиця 1. Експериментальні умови та результати дослідження кристалічної структури сполуки  $(\text{Tb}_{0,70}\text{Zr}_{0,30})(\text{Al}_{0,17}\text{Si}_{0,83})$

Склад, згідно з уточненням	$(\text{Tb}_{0,79(1)}\text{Zr}_{0,21(1)})(\text{Al}_{0,17}\text{Si}_{0,83})$
Надпросторова група	$Pcm2m(00q)$
Параметри елементарної комірки, нм:	
$a$	0,4152(1)
$b$	1,0421(3)
$c$	0,3854(1)
$V$ , нм <sup>3</sup>	0,1668(1)
Вектор модуляції $\mathbf{q}$	0,1440(1)
Кількість формульних одиниць $Z$	4
$F(000)$	280
Густина, г · см <sup>-3</sup>	6,858(5)
Коефіцієнт абсорбції, мм <sup>-1</sup>	35,528
Розмір кристала, мм	0,058 × 0,044 × 0,025
Форма кристала	пластинка
Колір кристала	сірий з металічним блиском
Проміня, довжина хвилі, нм	Mo $K\alpha$ , 0,071073
Фактори достовірності (кількість відбиттів)	
$R$ (основні відбиття)	0,0476 (456)
$R$ (сателіти)	0,2409 (309)
$R$ (усі відбиття)	0,0672 (765)
$S$	0,990
Метод сканування	$\varphi$ -обертання
Уточнення на основі	$F$
Кількість уточнюваних параметрів	18
Коефіцієнт екстинкції	0,00092(9)

Таблиця 2. Координати та параметри теплового коливання атомів ( $10^{-2}$  нм<sup>2</sup>) у базовій структурі сполуки  $(\text{Tb}_{0,70}\text{Zr}_{0,30})(\text{Al}_{0,17}\text{Si}_{0,83})$  (символ Пірсона  $oS8$ , просторова група  $Cm2m$ ,  $a = 0,4152(1)$ ,  $b = 1,0421(3)$ ,  $c = 0,3854(1)$  нм)

Атом	Правильна система точок	Координати атомів			$B_{\text{ізо}}$	$B_{11}$	$B_{22}$	$B_{33}$
		$x_0$	$y_0$	$z_0$				
$R1$	$2b$	0	0,71705(9)	1/2	0,93(1)	1,23(2)	0,87(2)	0,67(2)
$R2$	$2a$	0	0,0	0	1,26(2)	1,71(4)	1,20(3)	0,86(3)
$M1$	$2b$	0	0,4328(6)	1/2	0,8(1)	1,2(2)	0,5(2)	0,7(2)
$M2$	$2a$	0	0,2788(5)	0	0,9(1)	1,2(2)	0,7(2)	0,8(2)

Примітка.  $R1 = \text{Tb}_{0,813(2)}\text{Zr}_{0,187(2)}$ ,  $R2 = \text{Tb}_{0,76(1)}\text{Zr}_{0,24(1)}$ ;  $M1 = M2 = \text{Al}_{0,17}\text{Si}_{0,83}$ ;  $B_{12} = B_{13} = B_{23} = 0$ .

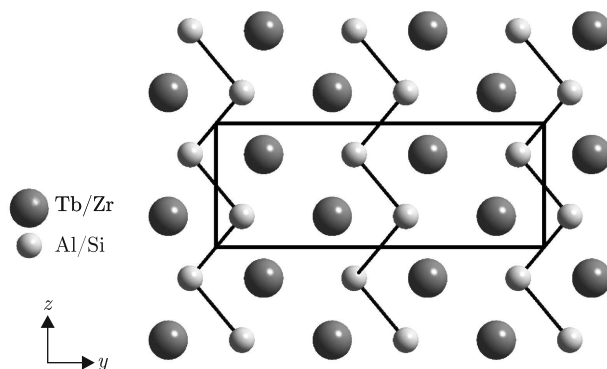


Рис. 1. Розташування атомів Tb/Zr і Al/Si у структурі сполуки  $(\text{Tb}_{0,70}\text{Zr}_{0,30})(\text{Al}_{0,17}\text{Si}_{0,83})$ : проекція вздовж кристалографічного напрямку [100]; елементарну комірку базової структури типу CrB виділено прямокутником

динати атомів у чотиривимірному надпросторі змінюються, згідно з рівняннями, поданими у табл. 4.

Таблиця 3. Усереднені міжатомні відстані в структурі сполуки  $(\text{Tb}_{0,70}\text{Zr}_{0,30})(\text{Al}_{0,17}\text{Si}_{0,83})$

Атом	$\delta$ , нм	Атом	$\delta$ , нм
$R1$	$-4M2$ 0,2905(1)	$R2$	$-1M2$ 0,2906(5)
	$-1M1$ 0,2963(7)		$-4M1$ 0,2918(2)
	$-2M1$ 0,3059(5)		$-2M2$ 0,3102(4)
	$-2R2$ 0,3522(1)		$-2R1$ 0,3522(1)
	$-4R2$ 0,3625(1)		$-4R1$ 0,3625(1)
	$-2R1$ 0,3854(1)		$-2R2$ 0,3854(1)
$M1$	$-2M2$ 0,2507(5)	$M2$	$-2M1$ 0,2507(5)
	$-4R2$ 0,2918(2)		$-4R1$ 0,2905(1)
	$-1R1$ 0,2963(7)		$-1R2$ 0,2906(5)
	$-2R1$ 0,3059(5)		$-2R2$ 0,3102(4)

Таблиця 4. Функції для координат атомів і коефіцієнтів заповнення позицій в чотиривимірному надпросторі для структури сполуки  $(\text{Tb}_{0,70}\text{Zr}_{0,30})(\text{Al}_{0,17}\text{Si}_{0,83})$  (надпросторова група  $P\bar{C}m2m(00q)$ )

Атом	Функція
$R1$	$x = x_0$ $y = y_0 + \cos(x_4) \times 0,0003(3) + \cos(2x_4) \times 0,0060(2) + \cos(3x_4) \times 0,0060(2)$ $z = z_0 + \sin(x_4) \times 0,0017(7) + \sin(2x_4) \times 0,0106(8) + \sin(3x_4) \times 0,0119(6)$ $G = \cos(x_4) \times 0,157(4) - \cos(2x_4) \times 0,134(2) + \cos(3x_4) \times 0,168(3)$
$R2$	$x = x_0$ $y = y_0 + \cos(x_4) \times 0,0073(2) + \cos(2x_4) \times 0,0025(3) + \cos(3x_4) \times 0,0004(3)$ $z = z_0 + \sin(x_4) \times 0,0164(7) + \sin(2x_4) \times 0,0098(8) - \sin(3x_4) \times 0,0020(9)$ $G = \cos(x_4) \times 0,088(4) + \cos(2x_4) \times 0,120(4) + \cos(3x_4) \times 0,046(5)$
$M1$	$x = x_0$ $y = y_0 - \cos(2x_4) \times 0,015(1) - \cos(3x_4) \times 0,006(2)$ $z = z_0 + \sin(2x_4) \times 0,020(4)$
$M2$	$x = x_0$ $y = y_0 + \cos(x_4) \times 0,004(1)$ $z = z_0 + \cos(2x_4) \times 0,002(1)$

Примітка.  $x_0, y_0$  й  $z_0$  — координати атомів у базовій структурі (див. табл. 2);  $x_4$  — четверта координата атома в надпросторі;  $G$  — коефіцієнт заповнення позиції Tb/Zr.

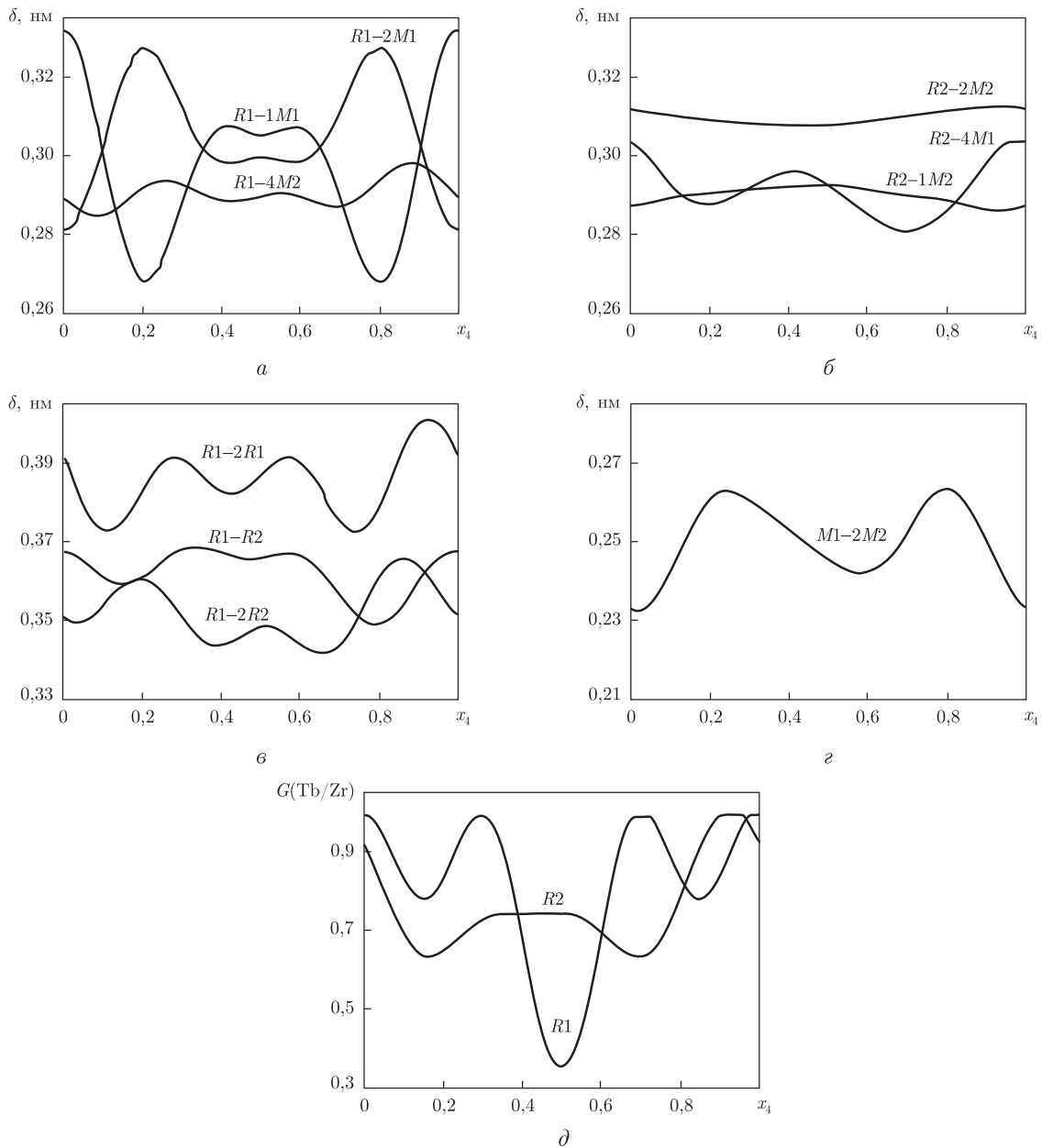


Рис. 2. Залежності міжатомних відстаней  $R-M$  (а, б),  $R-R$  (в) і  $M-M$  (г) та заповнення положень  $R$  (д) від координати  $x_4$  надпростору в структурі сполуки  $(\text{Tb}_{0,70}\text{Zr}_{0,30})(\text{Al}_{0,17}\text{Si}_{0,83})$  ( $R1 = \text{Tb}_{0,813(2)}\text{Zr}_{0,187(2)}$ ,  $R2 = \text{Tb}_{0,76(1)}\text{Zr}_{0,24(1)}$ ;  $M1 = M2 = \text{Al}_{0,17}\text{Si}_{0,83}$ )

У структурі чотирьохкомпонентного монокристалу  $(\text{Tb}_{0,70}\text{Zr}_{0,30})(\text{Al}_{0,17}\text{Si}_{0,83})$  спостерігаються модуляції зміщення атомів з ідеальних позицій базової структури типу  $\text{CrB}$  і заміщення атомів  $\text{Tb}/\text{Zr}$ , що виявлені нами в результаті рентгеноструктурного дослідження. Хвильовий вектор модуляції направлений вздовж зигзагоподібних ланцюжків атомів  $\text{Al}$  й  $\text{Si}$  (рис. 1). Не виключено, що впорядкування (повне або часткове) атомів  $\text{Al}$  й  $\text{Si}$  у цих ланцюжках і є головною причиною (неспіввимірної) модуляції структури, однак рентгеновські дифракційні дані не дозволяють нам перевірити таке припущення.

У надпросторовій групі  $P6_3/m(00q)$ , в якій було уточнено модульовану структуру, статистичні суміші атомів  $R = \text{Tb/Zr}$  та  $M = \text{Al/Si}$  займають по два положення (див. табл. 2). Хвилі модуляції для різних положень, як і різне заповнення позицій  $R1$  й  $R2$  атомами  $\text{Tb}$  й  $\text{Zr}$ , підтверджують нецентросиметричність структури. Різниця між максимальним і мінімальним значеннями міжатомної відстані  $M-M$  у межах вектора модуляції є більшою, ніж відповідна різниця для відстаней  $R-R$  (рис. 2). Велику різницю амплітуди хвилі мають міжатомні відстані  $R1-2M1$  та  $R1-1M1$ , остання з яких є віддалю від “центру” тригональної призми, зайнятого атомами  $\text{Al/Si}$ , до “шапки” тригональної призми  $\text{Tb/Zr}$ , тобто до атома, що центрує одну з трьох прямокутних граней призми. Мінімальне значення цієї відстані відповідає максимальному значенню відстані  $M1-2M2$  і навпаки, що є віддалю від “центру” тригональної призми до двох інших її “шапок”. Щодо заселеності положень атомів більшого розміру (співвідношення  $\text{Tb/Zr}$ ), то найбільша її амплітуда спостерігається для положення  $R1$  (від 1,00 до 0,35 частки  $\text{Tb}$ ).

1. *Муць Н., Дендюк К., Гладисhevський Є., Гладисhevський Р.* Потрійна система  $\text{PrNi}_2\text{-PrAl}_2\text{-PrGe}_2$  в області багатій на  $\text{PrGe}_2$  при 873 К // Вісн. Львів. ун-ту. Сер. хім. – 2005. – **46**. – С. 39–47.
2. *Lyaskovska (Muts) N., Gladyshevskii R.* Solid solutions in the  $\text{PrNi}_2\text{-PrAl}_2\text{-PrGe}_2$  system // XX Congr. Int. Union Crystallogr // Acta Crystallogr. – 2005. – **A61**. – P. 368.
3. *Villars P., Cenzual K., Daams J. L. C., Hulliger F., Massalski T. B., Okamoto H., Osaki K., Prince A., Berndt M., Brandenburg K., Putz H., Iwata S.* Pauling File. Inorganic Materials Database. Binaries Edition. – Materials Park, Ohio: ASM International, 2002.
4. *Bulanova M. V., Mikolenko A. N., Meleshevich K. A. et al.* Terbium-silicon system // Z. Metallk. – 1999. – **90**, No 3. – S. 216–222.
5. *Pötzschke M., Schubert K.* Zum Aufbau einiger zu  $\text{T}^4\text{-B}^3$  homologer System. II. Die Systeme Titan-Aluminium, Zirkonium-Aluminium, Molybdäure Systeme // Z. Metallk. – 1962. – **53**, No 3. – S. 548–560.
6. *Kemattick R. J., Franzen H. F.* Thermodynamic study of the zirconium-aluminum system // J. Solid State Chem. – 1984. – **54**. – P. 226–234.
7. *Schob O., Nowotny H., Benesovsky F.* Strukturbestimmung an einigen Phasen in den Systemen:  $\text{Zr-Al-Si}$  und  $\text{Hf-Al-Si}$   $\{\text{ZrAl}_3(\text{Si}); \text{ZrSi}(\text{Al}); \text{Hf}(\text{Si}, \text{Al}); \text{Zr}_3\text{Si}_2; \text{Hf}_3\text{Si}_2\}$  // Monatsh. Chem. – 1961. – **92**. – S. 1218–1226.
8. *Raman A., Schubert K.* Über den Aufbau einiger zu  $\text{TiAl}_3$  verwandter Legierungsreihen. II. Untersuchungen in einigen  $\text{T-Al-Si}$ - und  $\text{T}^4 \dots^6\text{-In-Systemen}$  // Z. Metallk. – 1965. – **56**, No 1. – S. 44–52.
9. *Тыванчук А. Т.* Тройные системы  $\text{Al} - \{\text{La}, \text{Ce}, \text{Pr}, \text{Nd}, \text{Gd}, \text{Tb}, \text{Dy}, \text{Ho}, \text{Lu}\} - \{\text{Zr}, \text{Hf}, \text{Nb}\}$  в области 66,7–100 ат. % алюминия: Автореф. дис. ... канд. хим. наук: 02.00.01 / Львов. гос. ун-т. – Львов, 1979. – 24 с.
10. *Муць Н. М.* Кристалічна структура нових багатокомпонентних алюмінійсиліцидів та алюмінійгермідів  $\text{Pr}(\text{Tb})$  і  $d$ -елементів  $\text{Ni}(\text{Zr}, \text{Hf})$ : Автореф. дис. ... канд. хім. наук: 02.00.01 / Львів. нац. ун-т. – Львів, 2007. – 20 с.
11. *Melnyk I., Pikus S., Semus'о N., Gladyshevskii R.* Phase diagrams of the  $\text{Ln-Al}\{-\text{Si}, \text{Ge}\}$  systems // Arch. Nauki Mater. – 2004. – **25**, No 2. – P. 113–131.
12. *Muts N., Gladyshevskii R.* CrB-type phases in the  $\text{Tb-Zr-Al-Si}$  system // Z. Anorg. allg. chem. – 2006. – **632**. – P. 2345–2349.
13. *Akselrud L. G., Zavalii P. Y., Grin Yu. N. et al.* // Mater. Sci. Forum. – 1993. – **133–136**. – P. 335–340.
14. *International Tables for Crystallography* / Ed. T. Hahn. – Dordrecht: Kluwer, 2002. – **A**. – 911 p.; Ed. A. J. C. Wilson, E. Prince. – Dordrecht: Kluwer, 1999. – **C**. – 992 p.

**Н. М. Муць, Л. Г. Аксельруд,**  
член-корреспондент НАН Украины **Р. Е. Гладышевский**

**Модулированная структура соединения  $(\text{Tb}_{0,70}\text{Zr}_{0,30})(\text{Al}_{0,17}\text{Si}_{0,83})$**

*Рентгеновским дифракционным методом монокристалла определена кристаллическая структура четырехкомпонентного соединения  $(\text{Tb}_{0,70}\text{Zr}_{0,30})(\text{Al}_{0,17}\text{Si}_{0,83})$ : сверхпространственная группа  $P\text{C}m2m(00q)$ ,  $a = 0,4152(1)$ ,  $b = 1,0421(3)$ ,  $c = 0,3854(1)$  нм; волновой вектор модуляции  $\mathbf{q} = 0,1440(1)$ , базовый структурный тип CrB.*

**N. M. Muts, L. G. Akselrud,**  
Corresponding Member of the NAS of Ukraine **R. E. Gladyshevskii**

**Modulated structure of the compound  $(\text{Tb}_{0.70}\text{Zr}_{0.30})(\text{Al}_{0.17}\text{Si}_{0.83})$**

*The crystal structure of the compound  $(\text{Tb}_{0.70}\text{Zr}_{0.30})(\text{Al}_{0.17}\text{Si}_{0.83})$  is refined on the basis of X-ray single-crystal diffraction data: modulated structure, superspace group  $P\text{C}m2m(00q)$ ,  $a = 0.4152(1)$ ,  $b = 1.0421(3)$ ,  $c = 0.3854(1)$  nm; modulation wave vector  $\mathbf{q} = 0.1440(1)$ , basic structure type CrB.*