

УДК 546:548.736.3

РОЗЧИННІСТЬ Mn У БІНАРНІЙ СПОЛУЦІ Ti₂Co ПРИ 1 070 К

Н. Хмель^{1,2}, Г. Дмитрів¹

¹Львівський національний університет імені Івана Франка,
вул. Кирила і Мефодія, 6, 79005 Львів, Україна

²Медичне училище "Медик",
вул. Поліщука, 76, 79015 Львів, Україна
e-mail: natali.hmel@gmail.com

Методами рентгенівського фазового та структурного аналізів сплавів у системі Ti–Co–Mn при 1 070 К виявлено існування розчинності Mn в бінарній сполуці Ti₂Co. З'ясовано, що у сплаві складу Ti₇₀Co₂₀Mn₁₀ атоми Mn заміщують атоми Co в положенні 32e, а в сплаві складу Ti₆₀Co₃₀Mn₁₀ атоми Mn заміщують атоми Ti в положенні 48f.

Ключові слова: сплави, твердий розчин, рентгенофазовий аналіз, титан, кобальт, манган.

Вивчення систем титану з перехідними металами є дуже важливим з погляду щодо пошуку нових конструкційних матеріалів з огляду на високу міцність, корозійну стійкість таких сплавів [1]. Окремо можна виділити систему Ti–Co–Ni, сплави якої, що мають властивість “ефекту пам’яті”, широко використовують у медицині. Їх можна застосувати в міжзап’ястних, ліктьових, плечових, гомілковостопних і колінних суглобах; з них виготовляють затискачі для защемлення слабких вен, штучні м’язи, які приводять у дію електричним струмом; кріплення, призначені для фіксації протезів на кістках; стрижні для корекції хребта в разі сколіозу; тимчасові фіксувальні елементи в разі імплантації штучного кришталика; оправу для окулярів; ортопедичні імпланти; ортодонтичну дугу для виправлення зубного ряду [2].

Поряд з цим майже немає даних про взаємодію компонентів у потрійній системі Ti–Co–Mn. Наша мета – дослідження взаємодії компонентів у цій системі за температури 1 070 К.

Методом електродугового плавлення в печі з вольфрамовим електродом і мідним водоохолоджуваним подом в атмосфері очищеного аргону (як гетер використовували губчастий титан) синтезовано 18 потрійних сплавів із наважок чистих металів (не нижче 99,9 мас. % вмісту основного компонента). Гомогенізаційне відпалювання проводили в евакуйованих кварцових ампулах за температури 1 070 К упродовж 720 год з подальшим гартуванням сплавів у холодній воді.

Для фазового аналізу з усіх синтезованих сплавів одержано масиви інтенсивностей на автоматичному порошковому дифрактометрі STOE STADI P (MoK α -випромінювання, кроковий метод знімання, $5^\circ \leq 2\theta \leq 67^\circ$, крок сканування – $0,02^\circ$, час сканування в одній точці – 8 с).

Унаслідок початкового фазового аналізу синтезованих зразків виявлено, що у сплавах складу Ti₇₀Co₂₀Mn₁₀ та Ti₆₀Co₃₀Mn₁₀ основною фазою є бінарна сполука

Ti₂Co [3], однак детальніший аналіз дифрактограм цих двох сплавів довів, що відбувається зміщення положення піків на дифрактограмі Ti₆₀Co₃₀Mn₁₀ в бік більших значень кутів 2θ. Це спостереження дало змогу зробити висновок про утворення протяжного твердого розчину Мангану в бінарній сполуці Ti₂Co. Бінарна сполука Ti₂Co, на основі якої утворюється твердий розчин, кристалізується в структурному типі Ti₂Ni (ПГ *Fd-3m*, *a* = 11,33 Å). На рис. 1 показано елементарну комірку та координаційні багатогранники атомів у структурі цієї сполуки.

Кристалічну структуру твердого розчину у сплавах складу Ti₇₀Co₂₀Mn₁₀ та Ti₆₀Co₃₀Mn₁₀ уточнено методом порошку з використанням програми FullProf [4]. У таблиці наведено результати уточнення кристалічної структури твердого розчину Mn в Ti₂Co для обох сплавів.

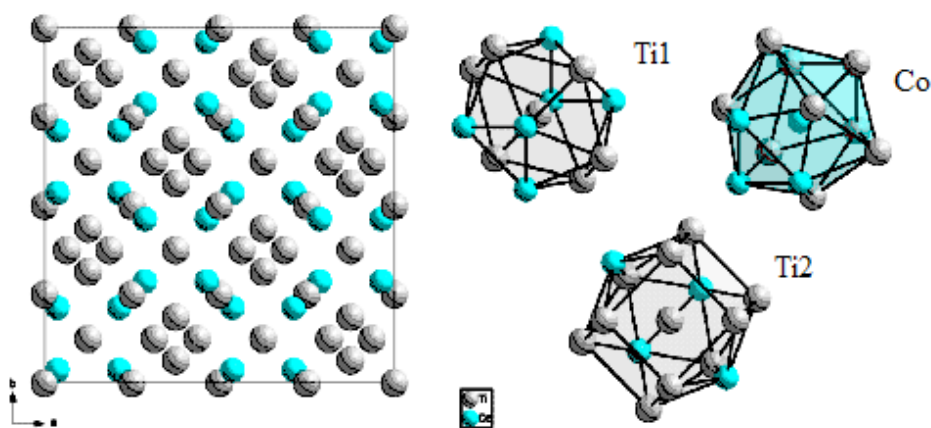


Рис. 1. Проекція елементарної комірки та координаційні багатогранники атомів у структурі сполуки Ti₂Co

Результати уточнення кристалічної структури твердого розчину Mn в Ti₂Co для сплавів Ti₇₀Co₂₀Mn₁₀ та Ti₆₀Co₃₀Mn₁₀

Ti ₇₀ Co ₂₀ Mn ₁₀ (<i>a</i> = 11,3602(2) Å), R _B = 7,5						
Атом	ПСТ	<i>x/a</i>	<i>y/b</i>	<i>z/c</i>	<i>B</i> ₁₃₀ , нм ²	Заселеність, ат, %
Mn	32 <i>e</i>	0,2864(1)	0,2864(1)	0,2864(1)	0,0069(6)	Co 79(1), Mn 21(1)
Ti1	16 <i>c</i>	0	0	0	0,010(1)	100
Ti2	48 <i>f</i>	0,9380(2)	1/8	1/8	0,0048(5)	100
Ti ₆₀ Co ₃₀ Mn ₁₀ (<i>a</i> = 11,3405(4) Å), R _B = 9,2						
Атом	ПСТ	<i>x/a</i>	<i>y/b</i>	<i>z/c</i>	<i>B</i> ₁₃₀ , нм ²	Заселеність, ат, %
Co	32 <i>e</i>	0,2862(2)	0,2862(2)	0,2862(2)	0,0039(7)	100
Ti1	16 <i>c</i>	0	0	0	0,009(1)	100
Ti2	48 <i>f</i>	0,9381(3)	1/8	1/8	0,0098(8)	Ti 93(1), Mn 7(1)

На рис. 2 зображено теоретичний, експериментальний та різницю між експериментальним і теоретичним профілями дифрактограми сплавів складу Ti₇₀Co₂₀Mn₁₀ (*a*) та Ti₆₀Co₃₀Mn₁₀ (*b*).

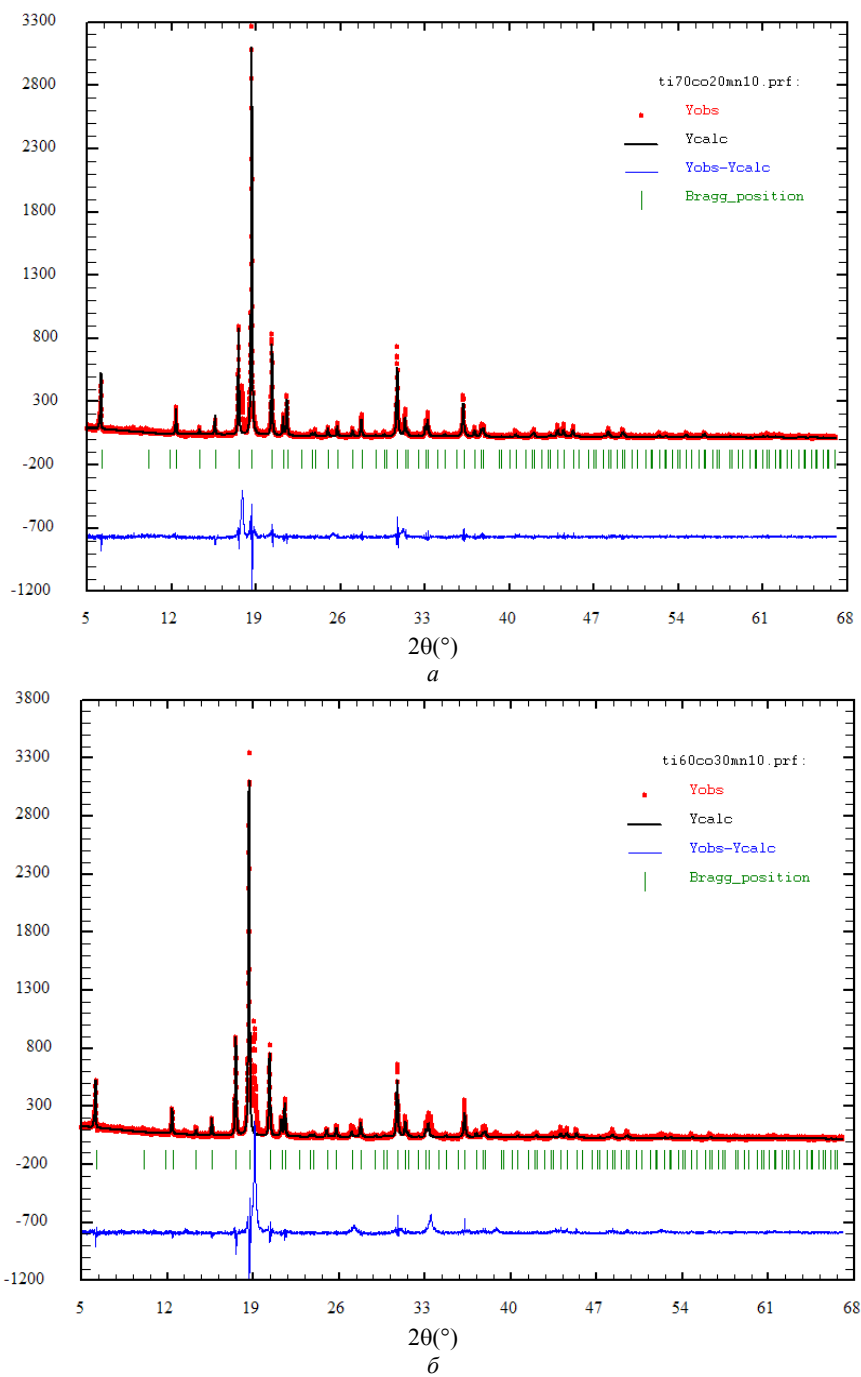


Рис. 2. Теоретичний, експериментальний та різниця між експериментальним і теоретичним профілями дифрактограми сплавів складу $Ti_{70}Co_{20}Mn_{10}$ (а) та $Ti_{60}Co_{30}Mn_{10}$ (б)

Як бачимо з рис. 2, обидва сплави $Ti_{70}Co_{20}Mn_{10}$ та $Ti_{60}Co_{30}Mn_{10}$ містять незначні домішки неідентифікованих фаз.

Аналіз заселеності статистичних сумішей у положеннях 32e в сплаві $Ti_{70}Co_{20}Mn_{10}$ та 48f в сплаві $Ti_{60}Co_{30}Mn_{10}$ свідчить про те, що твердий розчин Mn у бінарній сполуці Ti_2Co на ізотермічному перетині системи Ti–Co–Mn при 1 070 K матиме складну форму, оскільки простежується заміщення атомами магнію атомів як титану, так і кобальту. У сплаві $Ti_{70}Co_{20}Mn_{10}$, у якому відбувається заміна атомів меншого розміру (Co) на атоми більшого розміру (Mn), спостережено зростання періоду ґратки від 11,33 до 11,3602(2) Å, а у сплаві $Ti_{60}Co_{30}Mn_{10}$, у якому відбувається заміна атомів більшого розміру (Ti) на атоми меншого розміру (Mn), період зростає значно менше – лише до 11,3405(4) Å. В обох сплавах не утворюються статистичні суміші в положенні 16c, котрі зайняті атомами титану і яким відповідає координаційний багатогранник найменшого розміру (див. рис. 1).

Одним із завдань подальшого дослідження взаємодії компонентів у системі Ti–Co–Mn буде з'ясування меж твердого розчину Mn в бінарній сполуці Ti_2Co .

1. Коваль Ю. М. Сплави з ефектом пам'яті форми – потужний клас функціональних матеріалів // Наука та інновації. 2005. Т. 1. № 2. С. 80–95.
2. Гюнтер В.Э., Итин В.И., Монасевич Л.А., Паскаль Ю.И. Эффекты памяти формы и их применение в медицине. Новосибирск : Наука, 1992. 742 с.
3. Purdy G.R., Parr J.G. The Composition Range of Ti_2Co // Trans. Metall. Soc. AIME. 1960. Vol. 218. P. 225–227.
4. Rodriguez-Carvajal J. Program FullProf. 2k (Version 2.90. Sep. 2004. LLB JRC).

Mn SOLUBILITY IN BINARY COMPOUND Ti_2Co at 1 070 K

N. Hmel^{1,2}, G. Dmytriv¹

¹ Ivan Franko National University of Lviv,
Kyryla & Mefodiya Str., 6, 79005 Lviv, Ukraine

²Medical school "Medic"
Polishchuk Str., 76, 79015 Lviv, Ukraine
e-mail: natali.hmel@gmail.com

The limited solid solution of Mn in the binary compound Ti_2Co has been investigated in the Ti–Co–Mn ternary system at 1070 K by X-ray powder diffraction. Found that Mn atoms substitute Co atoms in the 32e wyckoff position in the alloy with composition $Ti_{70}Co_{20}Mn_{10}$ and Ti atoms in the 48f wyckoff position in the alloy with composition $Ti_{60}Co_{30}Mn_{10}$.

Key words: alloys, solid solution, X-ray analysis, titanium, cobalt, manganese.

РАСТВОРИМОСТЬ Mn В БИНАРНОМ СОЕДИНЕНИИ Ti₂Co ПРИ 1 070 К**Н. Хмель^{1,2}, Г. Дмитрів¹**

¹*Львовский национальный университет имени Ивана Франко,
ул. Кирилла и Мефодия, 6, 79005 Львов, Украина*

²*Медицинское училище "Медик",
ул. Полищука, 76, 79015 Львов, Украина
e-mail: natali.hmel@gmail.com*

Методами рентгеновского фазового и структурного анализов сплавов в системе Ti–Co–Mn при 1 070 К обнаружено существование растворимости Mn в бинарном соединении Ti₂Co. Установлено, что в сплаве состава Ti₇₀Co₂₀Mn₁₀ атомы Mn замещают атомы Co в положении 32e, а в сплаве состава Ti₆₀Co₃₀Mn₁₀ атомы Mn замещают атомы Ti в положении 48f.

Ключевые слова: сплавы, твердый раствор, рентгенофазовый анализ, титан, кобальт, марганец.

Стаття надійшла до редколегії 31.10.2012

Прийнята до друку 26.12.2012