

ZAVISNOST ČVRSTOĆE I DUKTILNOSTI Ti_3Al-Nb INTERMETALNOG JEDINJENJA OD TERMIČKE OBRADE

Biljana Dimčić

Intitut za nuklearne nauke „Vinča“, p. Fah 522, 11001 Beograd

Sadržaj – U radu je analiziran uticaj mikrostrukturnih parametara na kompresione osobine Ti_3Al intermetalnog jedinjenja. Uzorci Ti_3Al-Nb su dobijeni topljenjem i livenjem Homogenizacionim žarenjem na $1050^{\circ}C$, 6h i kaljenjem u vodi kao i termičkom obradom na $800^{\circ}C$, 24h i kaljenjem u vodi, projektovane su odgovarajuće mikrostrukture kod Ti_3Al-Nb jedinjenja. Kompresiona ispitivanja su izvršena na sobnoj temperaturi. Za karakterizaciju uzoraka korišćeni su skenirajući elektronski mikroskop i rendgen. Dobijeni rezultati pokazali su odgovarajući uticaj mikrostrukture na mehaničke osobine Ti_3Al intermetalnog jedinjenja.

1. UVOD

Intermetalno jedinjenje Ti_3Al , zbog svoje visoke specifične čvrstoće i otpornosti na koroziju, predstavlja veoma atraktivan konstrukcioni materijal za rad na visokim temperaturama [1]. Međutim, zbog svoje izuzetne krtošći na sobnoj temperaturi ovaj materijal nije našao praktičnu primenu. Poslednjih godina veoma intenzivno se radi na poboljšanju ove osobine, i za sada najbolji efekat je ostvaren dodatkom određene grupe legirajućih elemenata [2]. Iz grupe legura na bazi Ti_3Al kao najbolji se pokazao sistem Ti_3Al-Nb , pošto se dodatkom Nb, osim duktilnosti na sobnoj temperaturi, poboljšava i otpornost na koroziju [3]. Osim toga, odgovarajući termički tretman, koji omogućava odvijanje određenih faznih transformacija omogućava razvoj takvih mikrostrukture koje će jedinjenje Ti_3Al-Nb učiniti atraktivnijim u pogledu mehaničkih osobina i samim tim proširiti oblast njegove primene [4].

Cilj ovog rada bila je analiza uticaja različite mikrostrukture na mehaničke i fraktografske osobine Ti_3Al-Nb intermetalnog jedinjenja.

2. EKSPERIMENTALNI RAD

Uzorci za kompresiona ispitivanja dobijeni su tehnikama topljenja i livenja.

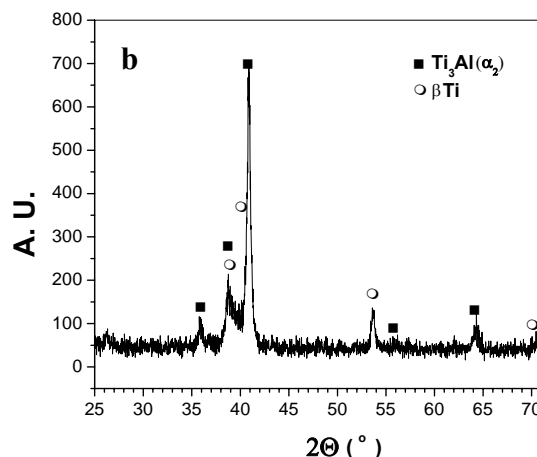
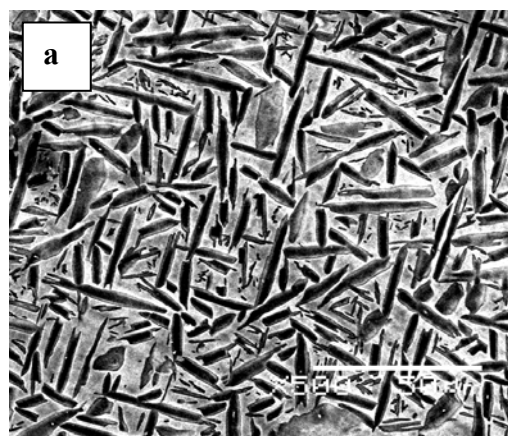
Komadi legure Ti-6Al-4V (mas%) i granule čistog Al i Nb su istopljene u elektrolučnoj peći uz primenu vakuuma i atmosfere argona. Primenjeni kalup je bio od bakra radi sprečavanja kontaminacije legure na visokim temperaturama. Posle hlađenja dobijeni su odlivci dimenzija $8 \times 8 \times 20$ mm koji su homogenizaciono žareni na temperaturi od $1050^{\circ}C$ u trajanju od 6h i zakaljeni u vodi. Zatim su svi uzorci mašinski obrađeni na finalne dimenzije $4 \times 4 \times 8$ mm i termički tretirani na $800^{\circ}C$ u trajanju od 24h i , ponovo zakaljeni u vodi. Kompresiona ispitivanja su izvedena na sobnoj temperaturi pri brzini deformacije od $2.4 \times 10^{-3} s^{-1}$. Prisustvo i identifikacija faza određeni su pomoću rendgena, mikrostrukturna analiza je

izvršena skenirajućim elektronskim mikroskopom (SEM), pomoću koga je analizirana i površina preloma uzoraka.

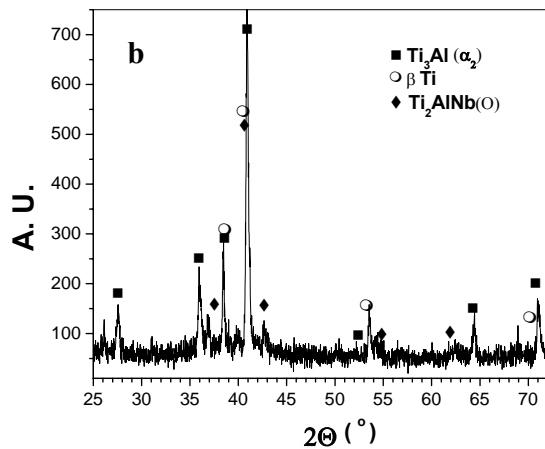
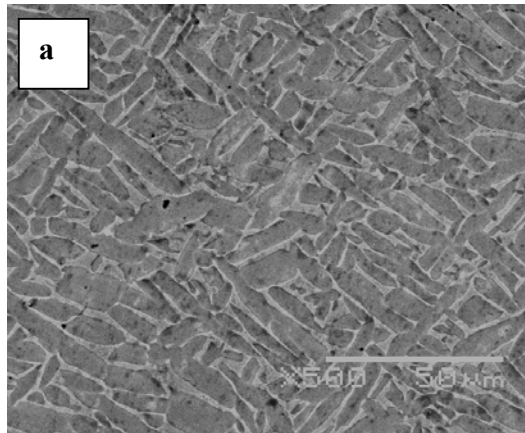
3. REZULTATI I DISKUSIJA

Izgled mikrostrukture, kao i prisustvo faza kod odlivaka, homogenizovanih i termički obrađenih, prikazan je na slikama 1a,b i 2a,b.

Livenjem je dobijena besporozna struktura koja se posle homogenizacionog žarenja ispod β -transus temperature i kaljenja u vodi sastojala iz primarne α_2 faze u β osnovi (Sl. 1 a,b). Termičkom obradom došlo je do obrazovanja ortorombične Ti_2AlNb faze (tzv. O faze), što se ne može detektovati sa slike 2a, ali je njeno prisustvo od $\approx 3\%$ uočeno na rendgenogramu (Sl. 2b.)



Sl. 1. (a) SEM. Mikrostruktura i (b) rendgenogram Ti_3Al-Nb intermetalnog jedinjenja posle homogenizacije.

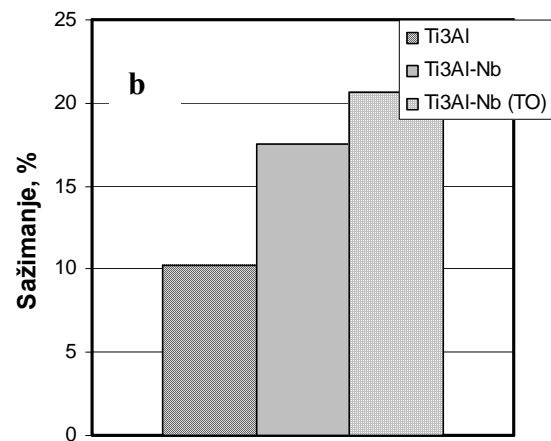
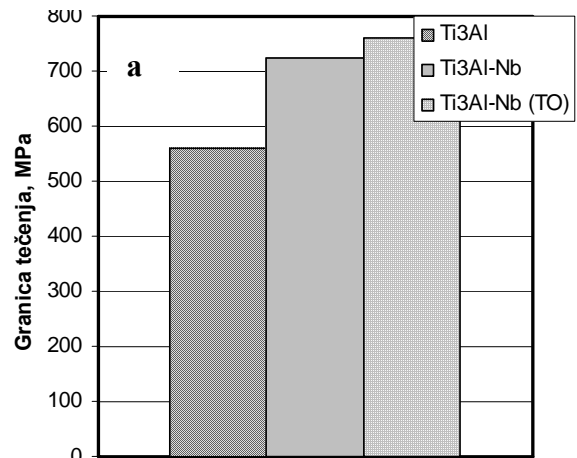


Sl. 2. . (a) SEM. Mikrostruktura i (b) rendgenogram Ti_3Al-Nb intermetalnog jedinjenja posle termičke obrade.

Uticaj mikrostrukturnih karakteristika, iniciranih homogenizacionim žarenjem i odgovarajućom termičkom obradom, na kompresione osobine Ti_3Al intermetalnog jedinjenja, grafički je prikazan na Sl. 3a i b.

U odnosu na Ti_3Al intermetalno jedinjenje, dodatak Nb povećava vrednosti i granice tečenja (Sl. 3a) i duktilnosti (Sl. 3b). Poznato je da je Nb jedan od najboljih stabilizatora β faze koja se odlikuje i većom čvrstoćom i boljom duktilnosti u odnosu na Ti_3Al intermetalno jedinjenje [3], odnosno α_2 fazu, čime se i objašnjava poboljšanje mehaničkih svojstava legura sa dodatkom Nb (Sl.3).

Termičkom obradom Ti_3Al-Nb intermetalnog jedinjenja inicirano je dalje povećanje kompresionih osobina (Sl. 3), a kao rezultat izdvajanja O-faze (Sl. 2b). O faza, praktično, sprečava lom zrna α_2 faze, koja u ovim sistemima predstavljaju mesta inicijacije prskotine, blokirajući klizanje dislokacija. Iz tog razloga je potrebno primeniti veće makroskopsko naprezanje kako bi došlo do pojave prskotine na znima primarne α_2 faze [1]. Na isti način se objašnjava povećanje duktilnosti kod termički tretiranih uzoraka.



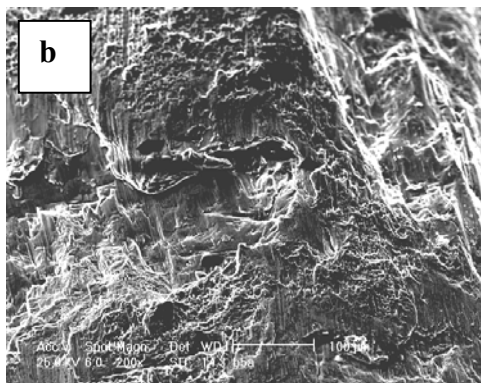
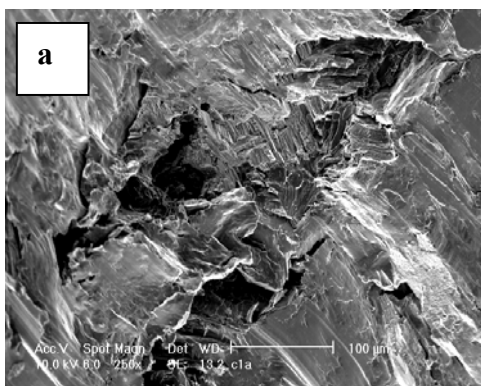
Sl. 3. Vrednosti a) granice tečenja i b) sažimanja odlivaka intermetalnog jedinjenja Ti_3Al dobijene posle kompresionih ispitivanja na sobnoj temperaturi

Fraktografskom analizom, dopunjena je prethodna diskusija. Sa prikazanih slika površine preloma (Sl. 4a, b), mogao se uočiti isključivo krt prelom kod Ti_3Al intermetalnog jedinjenja (Sl. 4a), dok kod legura sa dodatkom Nb površinu preloma karakteriše i izvestan udeo duktilnog loma.

4. ZAKLJUČAK

1. Homogenizacionim žarenjem u $\alpha_2 + \beta$ oblasti i kaljenjem u vodi, kao i termičkom obradom projektovane su mikrostrukture koje su imale određen uticaj na kompresione karakteristike materijala.

2. Prisustvo $\alpha_2 + \beta$ faze, kao i izdvajanje O-faze, koje je inicirano dodatkom Nb, doprinelo je poboljšanju kompresionih karakteristika Ti_3Al intermetalnog jedinjenja.



Sl. 4. SEM fotografije preloma. (a) Ti_3Al i (b) Ti_3Al-Nb .

LITERATURA

- [1] Y. Wu, L. Zhen, M. S. Kim, S. K. Hwang, Y. Umakoshi, *Intermetallics*, Vol. 12, 2004, p. 43
- [2] G. Sauthoff, *Z. Metallkde.*, Bd. 80, 1989, p.337
- [3] R.G. Rowe, in *Proc. High Temperature in Proc. Aluminides and Intermetallics*, 1989, p.375.

ZAHVALNOST

Autori se zahvaljuju na finansijskoj podršci koju su imali u toku izrade ovog rada od strane Ministarstva za nauku i zaštitu životne sredine Republike Srbije.

Abstract -The object of this work was to analyze the compression characteristics of Ti_3Al intermetallics with the addition of alloying elements. For this study specimens were processed by melting and casting. Compression tests were performed at room temperature in order to examine mechanical characteristics of this material, while using X- ray and scanning electron microscopy the characterization of the structure and fracture was performed

INFLUENCE OF THE THERMICAL TREATMENT ON THE MECHANICAL CHARACTERISTICS OF Ti_3Al-Nb INTERMETALLICS

Biljana Dimčić