

ORIGINALNI NAUČNI RAD

G.A. Cingara*, A. Mihajlović*

UTICAJ TEMPERATURE PRVOG STEPENA TALOŽENJA NA MEHANIČKE OSOBINE LEGURE Al-5Zn-2Mg

Rezime

Legura Al-4,5t,%Zn-2,03t,%Mn podvrgnuta je termičkoj obrada sa kontinuiranim zagrevanjem sa prvog na drugi stepen termičkog taloženja. Ispitivgn je uticaj temperature prvog stepena taloženja (60, 80, 100°C) na mehaničke osobine legure. Nadjeno je da optimalna temperatura prvog stepena taloženja iznosi oko 80°C. Eksperimenti merenja električne otpornosti u toku izohronog termičkog taloženja pokazuju da je na ovoj temperaturi najveća brzina obrazovanja GP-zona.

THE INFLUENCE OF PREAGEING TEMPERATURES ON THE MECHANICAL PROPERTIES Al-5Zn-2Mg ALLOY

Summary

The investigation was carried out on Al-4,52wt.%Zn-2,03wt.%Mg. The continous heating from the first to the second step of precipitation was applied. In order to get the influence of preageing temperatures on the mechanical properties the different level of temperatures (60, 80, 100) are investigated. It was found that the optimum temperature is 80°C. The electrical resistivity measurements during isochronal ageing show that this temperature is connected with great nucleation and growth of GP-zones.

1.0. Uvod

Ispitivanje uticaja prvog stepena taloženja, tj. tretmana predstarenja, važno je kako sa fundamentalne, tako i sa praktične tačke gledišta, obzirom da se direktno odražava na mehaničke osobine legure. U literaturi se uglavnom istraživanja baziraju na dva režima

*) Dr Gordana Avramović-Cingara, dipl.ing., docent Fakultet tehničkih nauka, Institut za proizvodno mašinstvo, 21000 Novi Sad, V.Perića-Valtera 2.

Dr Aleksandar Mihajlović, dipl.ing., red.prof., Laboratorija za materijale, Institut "Boris Kidrič"-Vinča.

***) Rad je objavljen na III Jugoslovenskom simpozijumu o metalurgiji, Beograd, 1984.

termičke obrade: izotermno taloženje i dvostepeno termičko taloženje sa predstarenjem na sobnoj temperaturi.

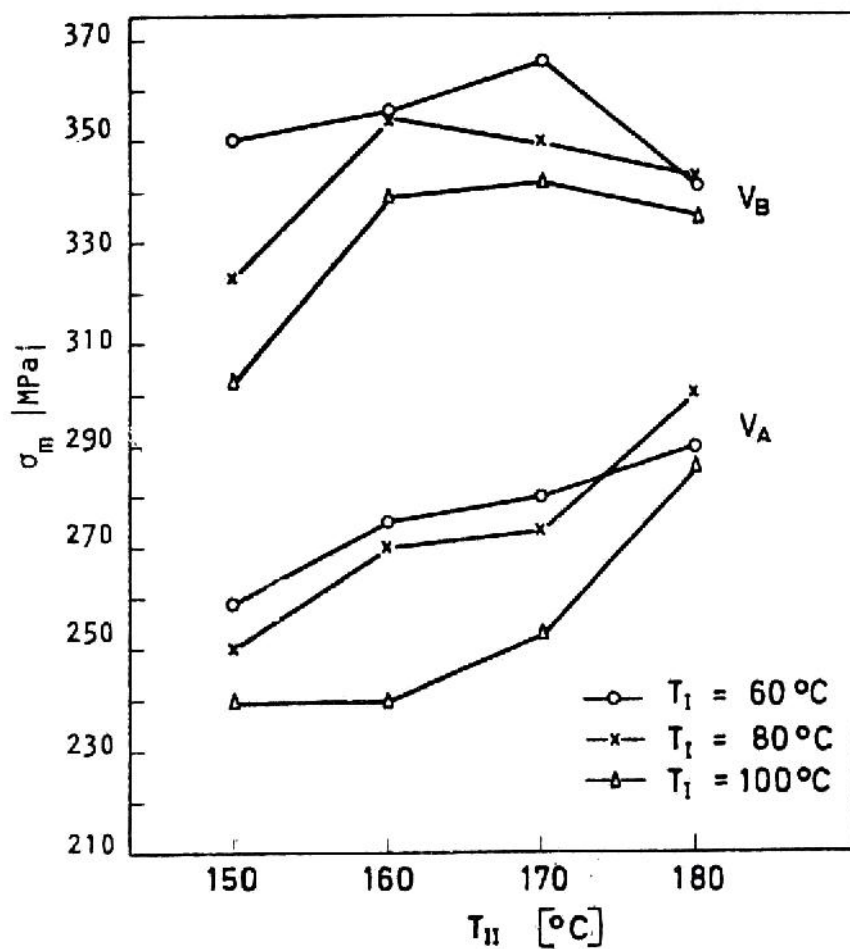
U ovom radu primenjen je režim kontinuiranog zagrevanja sa prvog na drugi stepen termičkog taloženja, koji je ranije detaljno opisan [1,2]. Cilj ovog rada je da u okviru pomenutog režima definiše temperaturu prvog stepena taloženja i ispita njen uticaj na mehaničke osobine legure. Samo nekoliko autora razmatralo je ovaj problem. De Ardo i Simensen [3] su ispitivali leguru Al-3at.%Zn-2,5at.%Mg i pronašli da predstarenje na povišenoj temperaturi ($T_{sobna} < T_I < T_{II}$) daje veću tvrdoću i finiju raspodelu taloga. Löffler i sar. [4,5] zaključuju da se problem ne može jednoznačno definisati za legure različitog sastava i vezuju ga uglavnom za kritičan prečnik GP-zona.

2.0. EKSPERIMENTALNI DEO

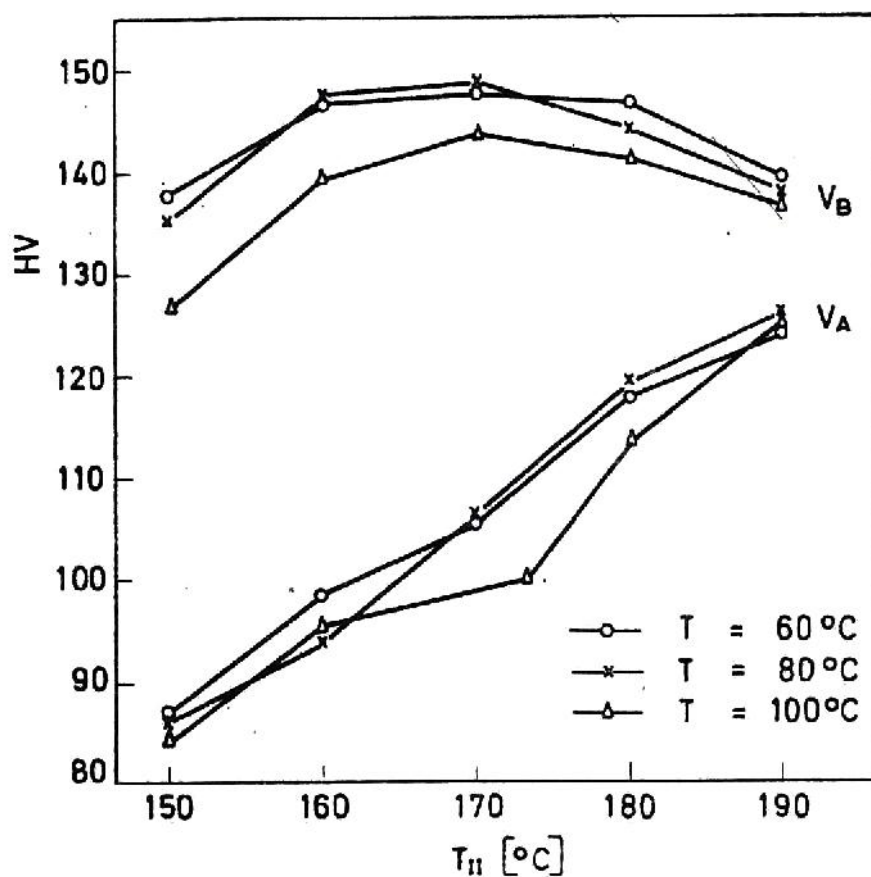
U radu je ispitivana legura Al-4,52t.%Zn-2,03t.%Mg, napravljena od aluminijuma čistoće 99,999%. Liveni ingot homogenizovan je 24^h na 465°C i toplo valjan do lima debljine 1 mm. Zatezne karakteristike određivane su na proporcionalnoj kratkoj epruveti merne dužine 35 mm, ukupne dužine 100 mm i širine 10 mm. Uzorci za ispitivanje tvrdoće bili su veličine 20x20x1 mm.

Uzorci su držani 60 min na temperaturi rastvarajućeg žarenja (465°C), a zatim zakaljeni na temperaturu prvog stepena taloženja. Vreme držanja na prvom stepenu bilo je konstantno i iznosilo je 60 min, a temperatura je varirana: 60, 80 i 100°C. Uzorci su zatim kontinuirano zagrevani brzinama $V_A=1,35$ i $V_B=0,167$ °C/min do temperature drugog stepena taloženja (150, 160, 170, 180 i 190°C). Po dostizanju temperature drugog stepena uzorci su zakaljeni u vodi.

Merenja električne otpornosti izvodjena su na Tomsonovom mostu, na temperaturi tečnog azota. Metoda merenja i način izrade uzorka prikazani su u radu [8]. Ispitana je promena električne otpornosti u toku izohronog taloženja. Referentno stanje u ovim eksperimentima dobijeno je kaljenjem uzorka sa 465°C (30 min) na -70°C (2 min). Uzorci su zatim podvrgnuti taloženju od po dva minuta u temperaturnom opsegu od -70 do 205°C; pri čemu je temperatura stepenasto rasla za oko 20°C.



SL.1. Zavisnost zatezne čvrstoće od temperature II stepena, pri brzinama zagrevanja $V_A=1,35^\circ\text{C}/\text{min}$ i $V_B=0,167^\circ\text{C}/\text{min}$.



SL.2. Zavisnost tvrdoće od temperature II stepena, pri brzinama zagrevanja $V_A=1,35^\circ\text{C}/\text{min}$ i $V_B=0,167^\circ\text{C}/\text{min}$.

3.0. REZULTATI I DISKUSIJA

Na slikama 1. i 2. prikazani su dijagrami zavisnosti zatezne čvrstoće i tvrdoće od temperature drugog stepena taloženja (rezultati izduženja nisu prikazani usled ograničenosti prostora).

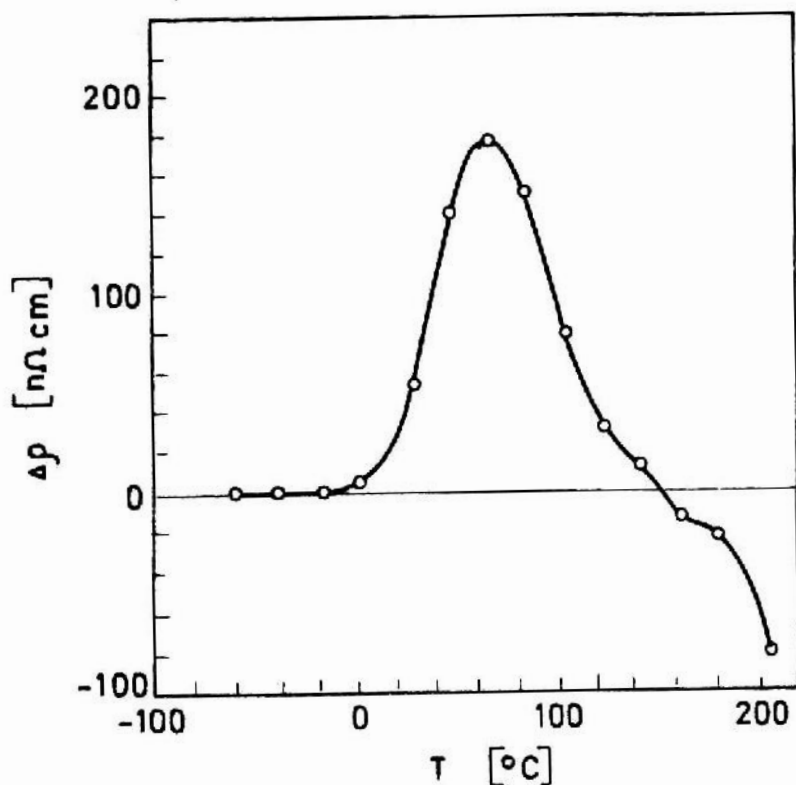
Analiziranjem rezultata uočava se da se za manju brzinu zagrevanja, V_B , postižu znatno veće vrednosti zatezne čvrstoće i tvrdoće, dok je izduženje veće u slučaju brzine V_A . Položaj krivih kod brzine zagrevanja V_B ukazuje da se padom temperature prvog stepena od 100 do 60°C, zatezna čvrstoća i tvrdoća rastu po redosledu 100, 80, 60°C. Isti je slučaj sa brzinom V_A .

Brzinom zagrevanja V_B dobija se maksimalna vrednost tvrdoće, odnosno zař. čvrstoće na oko 170°C. U slučaju manje brzine V_A , medjutim, u ispitivanom opsegu temperatura drugog stepena taloženja, zatezna čvrstoća i tvrdoća rastu skoro linearno.

Iz dobijenih rezultata zaključeno je da je optimalna temperatura prvog stepena taloženja 80°C.

Promena specifične električne otpornosti, $\Delta\rho$, u toku izohronog taloženja prikazana je na sl.3. Svaka tačka na dijagramu rezultat je tri merenja. Analiza rezultata ukazuje da otpornost počinje da raste od oko -20°C. Maksimum promene električne otpornosti postiže se na oko 70°C. Porast otpornosti, prema većini autora [6] izazvan je obrazovanjem GP-zona. (Mi smo u istraživanju usvojili pretpostavku da veličini ovog maksimuma doprinose praznine, nakupnine praznina i stranih atoma, a posle 1ⁿ na temperaturi prvog stepena taloženja verovatno najviše doprinose GP-zone). U ovoj fazi taloženja čestice su još sitne i ne mogu se videti transmisivnom mikroskopijom, a na slici difrakcije (sl.4.) vide se izduženja u recipročnom prostoru, koja govore o prisustvu GP-zona. Zahra i sar. [7] su leguru Al-5t.%Zn-1t.%Mg vrlo detaljno ispitivali na DSC kalorimetru. Oni takodje nalaze da su do ≈70°C GP-zone jedini produkt raspada čvrstog rastvora i da je maksimalna brzina njihovog obrazovanja kod oko 70°C. Oni pretpostavljaju da metastabilna η' faza u ovom opsegu nastaje preko GP-zona.

Pad otpornosti na sl.3, na temperaturama većim od oko 70°C govori o stvaranju nove, u ovom slučaju η - faze.



S1.3. Izohrono termičko taloženje



S1.4. Prvi stepen taloženja: 80°C/60 min. |011| orijentacija. Izduženja u recipročnom prostoru, |111| pravci, govore o GP-zonama.

4.0. ZAKLJUČAK

Legura Al-4,5t.%Zn-2,2t.%Mg podvrgnuta je termičkoj obradi sa kontinuiranim zagrevanjem sa prvog na drugi stepen taloženja. Ispitivan je uticaj temperature prvog stepena taloženja na mehaničke osobine legure i nadjeno je:

1. Optimalna temperatura prvog stepena taloženja iznosi 80°C (60 min).
2. U ovoj fazi taloženja obrazuju se GP-zone, s tim što je najveća brzina njihovog obrazovanja na ≈70°C.

Literatura

- [1] G. Avramović-Cingara, A. Mihajlović: II Jugoslovenski simpozijum o metalurgiji, Beograd (1978)
- [2] G. Avramović-Cingara: Magistarski rad, Beograd (1976)
- [3] A. J. De Ardo, Chr. Simensen: Met. Trans 4 (1973) 2413
- [4] H. Löffler, E. Korngiebel, R. Gerlach: Crystal res. Technol.: 16,4 (1981) 475
- [5] H. Löffler, O. Kabisch, B. Gueffroy, M. Radomsky, Gy. Honyer, T. Ungar: Kristall und Technik, 14,6 (1979) 721

- |6| C.Radomsky, H.Löffler: Phys.Stat.Sol(a) 50 (1978) 123
- |7| A.Zahra, C.Y.Zahra, M.Laffitte, W.Lacom, H.Degischer: Z.Metallkde, 70 (1979) 173.
- |8| H.Inoue, T.Sato, Y.Kojima, T.Takahashi: Met.Trans., 12A (1981) 1429
- |9| G.Avramović-Čingara, A.Mihajlović: III Jugoslovenski simpozijum o termičkoj obradi i metalnim materijalima, Novi Sad (1983).