

35/325
(Broj zahteva)
11.10.2010.
(datum)

VEĆE NAUČNIH OBLASTI TEHNIČKIH NAUKA

(naziv stručnog veća kome se zahtev upućuje, shodno
čl.75 Statuta Univerziteta u Beogradu i čl.7 st.1. ovog Pravilnika)

Beograd
Studentski trg br. 1

ZAHTEV**za davanje saglasnosti na predlog teme doktorske disertacije**

Molimo da, shodno članu 46. st.5. tač.3. Statuta Univerziteta u Beogradu ("Glasnik Univerziteta" br. 131/06),
date saglasnost na predlog teme doktorske disertacije:

**„STRUKTURA I ZAVARLJIVOST Al-Mg LEGURA VISOKE
ČVRSTOĆE ZA BRODOGRADNJU“**

NAUČNA OBLAST: **HEMIJA I HEMIJSKA TEHNOLOGIJA**

PODACI O KANDIDATU:

1. Ime, ime jednog od roditelja i prezime kandidata:
Mr AKRAM ARIEBI M. HALAP, dipl. inž.
2. Naziv i sedište fakulteta na kome je stekao visoko obrazovanje:
AL-FATEH UNIVERSITY, Faculty of Engineering, Tripoli
3. Godina diplomiranja: 1990
4. Naziv magistarske teze kandidata:
„A CONTRIBUTION TO WELDBILITY STUDY OF MICROALLOYED STEEL“
5. Naziv fakulteta na kome je magistarska teza odbranjena: Tehnološko-metalurški fakultet u Beogradu
6. Godina odbrane magistarske teze **2000.**

Obaveštavam vas da je Nastavno-naučno veće Tehnološko-metalurškog fakulteta u Beogradu na
sednici održanoj

(naziv nadležnog tela fakulteta)

07.10.2010. godine razmotrilo predloženu temu i zaključilo da je tema podobna za izradu doktorske
disertacije.

DEKAN FAKULTETA

Prof. dr Ivanka Popović

Prilog:

1. Predlog teme doktorske disertacije sa obrazloženjem
2. Odluka Nastavno-naučnog veća Tehnološko-metalurškog fakulteta u Beogradu o
podobnosti teme za izradu doktorske disertacije
3. Podaci o mentoru

DII

Na osnovu čl. 128. Zakona o visokom obrazovanju i čl. 122. Statuta TMF-a, na sednici Nastavno-naučnog veća Tehnološko-metalurškog fakulteta održanoj 07.10.2010. godine, doneta je

O D L U K A

***o prihvatanju Izveštaja Komisije za ocenu naučne zasnovanosti
teme doktorske disertacije i odobrenju izrade doktorske disertacije***

Prihvata se Izveštaj Komisije za ocenu naučne zasnovanosti predložene teme i odobrava izrada ***doktorske disertacije*** **mr AKRAM ARIEBI M. HALAP**, ***dipl. inž.***, pod nazivom: „**STRUKTURA I ZAVARLJIVOST Al-Mg LEGURA VISOKE ČVRSTOĆE ZA BRODOGRADNJU**“, uz uslov da Veće naučnih oblasti Univerziteta u Beogradu da saglasnost na predlog teme.

Za mentora se određuje **dr Endre Romhanji**, redovni profesor TMF

Odluku dostaviti: Veću naučnih oblasti na saglasnost, kandidatu, mentoru, Službi za nastavno studentske poslove i Arhivi Fakulteta.

D E K A N

Prof.dr. Ivanka Popović

ПОДАЦИ О МЕНТОРУ

Име и презиме: ЕНДРЕ РОМХАЊИ

Звање: Редовни професор ТМФ, Београд

Списак радова објављених у научним часописима са Science Citation Index (SCI) листе који квалификују ментора за вођење докторске дисертације:

1. E. Romhanji, M. Popović, V. Radmilović, "Room Temperature Deformation Behaviour of AlMg6.5 Alloy Sheet", Z. Metallkde., No4, 90(1999)305-310. **M21**, IF=0.704, ISSN 0044-3093

2. E. Romhanji, D. Mitlin, V. Radmilovic, "Deformation pattern and strain hardening in a highly textured 8090 Al-Li alloy sheet", Mat. Sci. & Eng., A291(2000)160-167. **M21**, IF=0.897, ISSN 0921-5093

3. M. Cancarević, M. T. Jovanović, E. Romhanji, S. Zec, "Mechanism and kinetics of aging of high strength Cu-5 wt.% Ni-2.5 wt.% Ti alloy", Z. Metallkde., No1, **96**(2005)78-82. **M21**, IF=0.842, ISSN 0044-3093

4. M. Popović, E. Romhjni, „Characterization of microstructural changes in an Al-6.8wt.Mg alloy by electrical resistivity measurement“, Materials Science and Engineering A, 492(2008)460-467. **M21**, IF=1.806, ISSN 0921-5093

5. T. Radetić, M. Popović, E. Romhanji, B. Verlinden, „The effect of ECAP and Cu addition on the aging response and grain substructure evolution in an Al-4.4 wt.% Mg alloy“, Materials Science and Engineering A, 527(2010)634-644. **M21**, IF=2.21, ISSN 0921-5093

6. E. Romhanji, M. Popović, S. Stanojević, "Precipitation processes in Al-Mg-(Mn,Cu) type alloy sheets evaluated through electrical resistivity variations", Journal of Nondestructive Evaluation, No1, 29(2010)43-48. **M22**, IF= 0.808, ISSN 0195-9298

(навести најмање један рад у случају менторства дисертације која се пријављује до 31.12.2008. године, односно најмање три рада у случају менторства дисертације која се пријављује у периоду од 1.01.2009. до 31.12.2009. године, односно најмање пет радова у случају менторства дисертације која се пријављује почев од 1.01.2010. године).

ДЕКАН ФАКУЛТЕТА
Проф. др Иванка Поповић

NASTAVNO-NAUČNOM VEĆU
TEHNOLOŠKO-METALURŠKOG FAKULTETA
UNIVERZITETA U BEOGRADU

Na sednici Nastavno-naučnog veća od 23.09.2010.god. izabrani smo za članove Komiosije za ocenu naučne zasnovanosti doktorske didertacije „Struktura i zavarljivost Al-Mg legura visoke čvrstoće za brodogradnju“ koju je predložio Akram Ariebe M. Halap. Posle pregleda prijave koju je kandidat dostavio, podnosimo sledeći :

IZVEŠTAJ

1. Podaci o kandidatu

Akram Ariebe M. Halap rođen je 25.06.1968.god. u mestu Zwara u Libiji. Nakon osnovne i srednje škole diplomirao je na Univerzitetu Al-Fatah, na grupi za Metalurško inženjerstvo, u Libiji. Poslediplomske studije pohađao je na Tehnološko-metalurškom fakultetu u Beogradu u periodu 1997-2000.god. U toku magistarskih studija položio je 10 ispita sa prosečnom ocenom 9.10 i uspešnom je odbranio magistarsku tezu.

2. Predmet i cilj istraživanja

Čelik predstavlja dugi niz godina jedini materijal u različitim konstrukcijama, a pogotovu u sredstvima masovnog transporta zbog dobrih mehaničkih osobina i niske cene. Međutim, u novije vreme trka za uštedom energije postaje veoma značajna pa su moguće izmene u konstrukcijama sredstava masovnog transporta velikim delom usmerene na smanjenje težine uvođenjem aluminijuma koji je približno 2.5 puta lakši (gustina čelika je $\rho = 7.8 \text{ gr/cm}^3$ a aluminijuma je $\rho = 2.78 \text{ gr/cm}^3$). Ova ideja se pokazala posebno značajnom u oblasti broskog transporta i vodnih platformi zbog izuzetno visokih ušteda. Dosadašnja iskustva ukazuju na mogućnost povećanja nosivosti korisnog tereta brodova i preko 50%. Drugi važan činilac u korist uvođenja aluminijuma u konstrukcije brodova i drugih plovila ili vodenih platformi jeste saznanje da je aluminijum oko 100 puta otporniji na koroziju od ugljeničnih čelika. Ova činjenica implicira i značajno manje zahteve u pogledu korozione zaštite i redovnog održavanja spoljnih površina (ređe farbanje) što donosi veoma značajne uštede.

Danas je poznato da legure 5000 u startu, tj. u procesu proizvodnje nosi potencijal od najmanje 10% niže cene u odnosu na sve ostale, za ovu namenu pogodne legure. Uzimajući u obzir i ostale osobine kao što su zavarljivost, duktilnost, koroziona stabilnost itd, Al-Mg legure nose apsolutni primat u poželjnosti ugradnje u konstrukcije transportnih sredstava.

Dalji veoma važni upotrebnici zahtevi kod Al-legura jesu vezani za unapređenje procesa zavarivanja, jer je poznato da zbog visoke toplotne provodnosti kod aluminijuma u oblasti zavarenih spojeva dolazi do visoke degradacije mehaničkih osobina. Ovaj problem se direktno reflektuje i na problem zamora zavarenih spojeva, kao u ostalom i očuvanje korozione stabilnosti i sposobnosti oblikovanja nakon zavarivanja.

Stanje istraživanja u svetu. U razvijenim zemljama vrše se veoma opsežna istraživanja na unapređenju osobina Al-Mg legura sa 4.5% ÷ 6% Mg-a koje bi bile pogodne za primenu u brodogradnji. Osnovni zahtev u proizvodnji Al-Mg legura sa više od 3% Mg-a odnosi se na kontrolu taloženja intermetalne β - faze (mesto izdvajanja, količina i raspored) zbog njene osetljivosti na koroziju. Iz tog razloga nije poželjno kontinuirano

taloženje β - faze na granicama zrna kao i prisustvo pljosnatih – izduženih zrna (“pancake“) i segregacije nastalih u procesu očvršćavanja. Diskontinuirano taloženje β - faze i prisustvo ravnoosnih zrna u strukturi značajno smanjuju sklonost ka koroziji po granicama zrna i eksfolijaciji, respektivno. Ovakvo ponašanje ukazuje na veliki značaj i osetljivost procesiranja materijala. Dobijanje ravnoosne trukture zasniva na pravilnom izboru kombinacije hemijskog sastava i procesnih parametara (homogenizacija, kontrolisano taloženje i plan provlaka toplog i hladnog valjanja). Prema sadašnjem stanju znanja poboljšanje osobina Al-Mg legura, koje su termički ne obradive, zasniva se na modifikaciji hemijskog sastava (najveća pažnja se posvećuje legiranju sa Zn i Zr) i definisanju režima termomehaničke prerade. Pored ovoga, u nekim slučajevima, da bi se u Al-Mg legurama povećao efekat ojačavanja, dodatak bakra izaziva taloženje, analogno legurama koje termički ojačavaju, a da ne utiče na precipitaciju β - faze.

U toku zavarivanja do najveće degradacije osobina u zavarenom spoju dolazi pod uticajem toplote (ZUT). Primarni je cilj smanjiti degradaciju osobina, smanjenjem veličine ZUT-a. Istraživanja će biti usmerena ka analizi efekata sniženja unosa energije kao i drugih parametara kod različitih postupaka zavarivanja, ili pak dodatnim legiranjem sa elementima koji optežavaju širenje ZUT-a (pre svega blokadom procesa rekristalizacije). Predpostavlja se da je ovaj efekat ZUTa odlučujući za ponašanje zavarenog spoja pri zamoru, te je indirektno veoma značajno što se poboljšanjem uslova zavarivanja u velikoj meri unapređuju i zamorne karakteristike zavarenih spojeva.

Cilj istraživanja u ovom radu je sagledavanje uticaja sekundarnih legiranih elemenata (Zn, Zr) i različitih termo-mehaničkih tretmana na procese diskontinuirane precipitacije intermetalne β - faze. Takođe, ova istraživanja treba da doprinesu optimizaciji uslova zavarivanja i to u dva različita dimenziona opsega (> 6 mm i < 6 mm), gde se koristi različiti tehnološki pristupi zavarivanja. Stabilizacija strukture i suzbijanje ZUT-a su od posebnog interesa.

3. Polazne hipoteze

Na temperaturama preko 70°C kod Al-Mg legura sa sadržajem Mg-a preko 3% izdvaja se intermetalno jedinjenje, β - faza, koja je odgovorna za povišenu korozionu osetljivost i sniženje mehaničkih svojstava materijala. Prva je pretpostavka da se uvođenjem malih stepena deformacije, kada se u lokalnim područjima povećava gustina dislokacija i formiraju centri koji su energetski povoljni za nukleaciju β - faze, može uspešno kontrolisati njeno izdvajanje. Druga je pretpostavka da se dodatnim legiranjem mogu formirati precipitati koji narušavaju neprekidne nizove β - faze po granicama zrna i na taj način doprinose korozionoj stabilnosti strukture. Na taj način, osnovna je hipoteza da se može razviti termo-mehanički režim prerade ovih legura koji će zadovoljiti zahteve za stvaranjem navedene strukture.

4. Naučne metode istraživanja

Predviđena su mikrostrukturna ispitivanja putem svetlosne, skenirajuće elektronske (SEM) i transmisivne elektronske mikroskopije (TEM), kao i identifikacija precipitata pomoću mikroanalizatora (EDAH). Temperaturna zavisnost precipitacionih sekvenci će se takođe pratiti putem merenja promene električnog otpora pomoću Sigma testa D2.068. Navedene metode kao i metode ispitivanja žilavosti i stvaranja zamornih prslina će se takođe primenjivati kod zavarenih spojeva.

5. Očekivani naučni doprinos

Kontrola precipitacije β - faze kod legura sa sadržajem Mg-a između 4.5% i 5.5% i definisani parametri zavarivanja koji će minimalno narušavati čvrstoću primarnog materijala.

6. Plan rada

I. Literaturni pregled

I.1 Istorijski razvoj ideje i prakse uvođenja aluminijuma u brodske konstrukcije.

I.2 Osnovni koncept zamene čelika sa aluminijumom

I.3 Izbor Al-legura pogodnih za brodske konstrukcije

I.4 Al-Mg legure u brodogradnji

1. Al-Mg legure koje su trenutno u upotrebi
2. Osnovni zahtevi u pogledu kvaliteta Al brodskih limova i traka (H321 i H116 stanja)
3. Problemi korozije kod Al-Mg legura
4. Osnovne karakteristike čvrstoće, žilavosti i zamorne čvrstoće kod Al- Mg legura
5. Procesiranje i struktura H321 i H116 kvaliteta Al-Mg limova i traka

I.5 Zavarivanje Al-Mg brodskih limova i traka.

1. Problemi degradacije čvrstoće u ZUT-u i rast zrna
2. Zamor zavarenih spojeva
3. Korozija zavarenih spojeva
4. Zavarljivost i izbor postupaka zavarivanja

II. Eksperimentalni deo

II.1 Definisanje termo-mehaničkog režima prerade Al-Mg legura pogodnih za primenu u brodskim konstrukcijama

To će zahtevati

- (i) Karakterizaciju strukture u različitim fazama procesiranja (optička mikroskopija, SEM, TEM),
- (ii) Ispitivanja mehaničkih osobina,
- (iii) Ispitivanja korozione stabilnosti prema standardima ASTM B928.
- (iv) definisanje brodskih kvaliteta Al-Mg legura: H116/H321 stanja.

II.2 Optimizacija uslova zavarivanja u odnosu na minimizaciju degradacije mehaničkih osobina unutar ZUT-a, korozione stabilnosti i zamornih karakteristika

- (i) Ispitivanja mehaničkih osobina osnovnog metala, šava i ZUT-a.
- (ii) Zamorne karakteristike: S-N kriva i brzina rasta prsline dA/dN (u metalu šava i ZUT-u)
- (iii) Žilavost: Absorbovana Charpy energija – energija inicijacije i širenja prskotine

(iv) Ispitivanje korozijske stabilnosti

Zaključak

Na osnovu izloženog Komisija smatra da je tema doktorske disertacije „Struktura i zavarljivost Al-Mg legura visoke čvrstoće za brodogradnju“, koju je predložio Mr.ing. Akram Ariebe M. Halap, naučno zasnovana, pa predlaže Nastavno-naučnom veću Tehnološko-metalurškog fakulteta da je prihvati i da za mentora imenuje dr. Endrea Romhanjia, red. profesora TMF. Predložena tema pripada naučnoj oblasti Metalurgija.

U Beogradu, 27.09.2010.

Članovi Komisije

1. Dr. Endre Romhanji, red.prof,TMF, Beograd
2. Dr. Vencislav Grabulov, nauč. Savetnik ITNMS
3. Dr Miljana Popović, docent TMF, Beograd
4. Dr Tamara Radetić, viši nauč. Sarad., TMF, Beograd