

35/324
(Broj zahteva)

VEĆE NAUČNIH OBLASTI TEHNIČKIH NAUKA

11.10.2010.
(datum)

(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:

**„RAZLAGANJE AUSTENITA U SREDNJEUGLJENIČNIM MIKROLEGIRANIM
ČELICIMA: MEHANIZAM, STRUKTURA I SVOJSTVA“**

NAUČNA OBLAST: **HEMIJA I HEMIJSKA TEHNOLOGIJA**

PODACI O KANDIDATU:

1. Ime, ime jednog od roditelja i prezime kandidata:
Mr ABDUNNASER HAMZA FADEL, dipl. inž.
2. Naziv i sedište fakulteta na kome je stekao visoko obrazovanje:
Tripoli, Libija
3. Godina diplomiranja:
4. Naziv magistarske teze kandidata:
**„SOME ASPECTS OF RECRYSTALLIZATION IN MICROALLOYED
STEELS ON HIGH TEMPERATURES“**
5. Naziv fakulteta na kome je magistarska teza odbranjena: Tehnološko-metalurški fakultet u Beogradu
6. Godina odbrane magistarske teze **2003.**

Obaveštavamo 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 ABDUNNASER HAMZA FADEL**, *dipl. inž.*, pod nazivom: **„RAZLAGANJE AUSTENITA U SREDNJEUGLJENIČNIM MIKROLEGIRANIM ČELICIMA: MEHANIZAM, STRUKTURA I SVOJSTVA“**, uz uslov da Veće naučnih oblasti Univerziteta u Beogradu da saglasnost na predlog teme.

Za mentora se određuje **dr Nenad Radović**, vanredni 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: НЕНАД РАДОВИЋ

Звање: Ванредни професор

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

- 1.D.Glišić, N.Radović, A.Koprivica, A.Fadel, Dj,Drobnjak, Influence of Reheating Temperature and Vanadium Content on Transformation Behavior and Mechanical Properties of Medium Carbon Forging Steels, 50 (2010) 601-606 (IF= 0.997) ISSN: 0915-1559
- 2.R.Čirić, S. Čantrak, N.Radovic, K.Raic, Phenomenon Of Carbide Layer Formation At Rotational Friction Welding Of Various Steels, Kovove Materialy (Metallic Materials), prihvaćen za štampu (2006)(IF= 1.138) ISSN: 0023-432X
- 3.G. Simić, V. Lučanin, J. Tanasković, N. Radović, Experimental Research Of Characteristics Of Shock Absorbers Of Impact Energy Of Passenger Coaches, Experimental Techniques, 33 (2009) No4. 29-42 (IF= 0.500) ISSN: 0732-8818
- 4.E.A.F.Hutli, M.S.Nedeljkovic, N.A.Radovic, Mechanics of submerged jet cavitating action: material properties, exposure time and temperature effects on erosion, Arch Appl Mech. 78 (2008) 329-341 (IF= 0.825) ISSN: 0939-1533
- 5.N.Radovic, Z.Kamberovic., D.Panias, Cleaner Metallurgical Industry In Serbia: A Road To Sustainable Development, Chemical Industry and Chemical Engineering Quarterly, 15 (2009) 1-5 (IF= 0.117) ISSN: 1451-9372
- 6.M.Vratnica, Z.Cvijovic, N.Radovic, The Effect of Compositional variations on the Fracture Toughness of 7000 Al-alloys, Materijali in Tehnologije,42 (2008) 191-196 (IF= 0.143) ISSN: 1580-2949

(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.septembra 2010. godine izabrani smo za članove Komisije za ocenu naučne zasnovanosti doktorske disertacije pod naslovom: "RAZLAGANJE AUSTENITA U SREDNJEUGLJENIČNIM MIKROLEGIRANIM ČELICIMA: MEHANIZAM, STRUKTURA I SVOJSTVA", koju je predložio mr Abdunnaser Hamza Fadel, dipl. inž. metalurgije.

Posle pregleda i analize prijave koju je kandidat dostavio podnosimo sledeći

IZVEŠTAJ

1. Podaci o kandidatu

Abdunnaser Hamza Fadel je rođen 1964 godine u mestu Agelat, Libija. Dodiplomske studije iz oblasti nauke o materijalima je završio u Tripoliju, Libija. Na Katedri za Metalurško inženjerstvo Tehnološko metalurškog fakulteta je 2003 godine odbranio magistarsku tezu pod naslovom „Some Aspects of Recrystallization in Microalloyed Steels on High Temperatures”.

Zaposlen je na Univerzitetu „Sedmi April“, u mestu Zawia, Libija gde radi kao saradnik u nastavi na Katedri za metalurgiju i geologiju. Do sada je objavio četiri naučna rada. Oženjen je i otac petoro dece.

Spisak objavljenih naučnih radova

Radovi objavljeni u časopisima međunarodnog značaja, M₂₁

- 21.1. D.Glišić, N.Radović, A.Koprivica, **A.Fadel**, Dj.Drobnjak, Influence of Reheating Temperature and Vanadium Content on Transformation Behavior and Mechanical Properties of Medium Carbon Forging Steels, *ISIJ International* 50 (2010) 601-606
ISSN: 0915-1559

Radovi objavljeni u časopisima nacionalnog značaja, kategorija M₅₂,

- 52.1. N.Radović, A.Koprivica, D.Glišić, **A.Fadel**, Dj.Drobnjak, Influence of Cr, Mn and Mo on structure and properties of V microalloyed medium carbon forging steels, *Metalurgija* 16 (2010) 1-10 ISSN: 0354-6306

Rad saopšten na skupu međunarodnog značaja štampan u celini, M₃₃

- 33.1. **A.Fadel**, N.Radović, D.Drobnjak, Static Recrystallization in Nb/Ti Low Carbon Microalloyed Steel, 4th International Conference on Processing and Structure of Materials Conf.Proc., Eds: E.Romhanji, M.T.Jovanović, N.Radović, May 2010, Palić, 13-18 ISBN: 86-87183-17-9

- 33.2. N.Radović, A.Koprivica, D.Glišić, **A.Fadel**, Dj.Drobnjak, Influence of V and N on Transformation Behavior and Mechanical Properties of Medium Carbon Forging Steels, Int.Conference on Thermomechanical Processing of Advanced Materials (THERMEC 2009), Eds. T.Chandra et al., August 2009, Berlin, Germany, *Materials Science Forum Vols. 638-642 (2010) 3459-3464* ISBN: 3-908454-91-3

2. Predmet i cilj istraživanja

Srednjeugljenični mikrolegirani čelici, koji se danas koriste u auto industriji, naftnoj industriji i mašinogradnji razvijani su u prethodnom periodu sa ciljem da zamene tradicionalne srednje legirane čelike visoke čvrstoće za kovanje, čije se konačna mehanička svojstva postižu kaljenjem i otpuštanjem nakon završne plastične deformacije. Sa druge strane, u srednjeugljeničnim mikrolegiranim čelicima visoka čvrstoća postiže se hlađenjem sa završnih temperatura kovanja, čime se postupak naknadnog kaljenja i otpuštanja eliminiše, i time znatno snižavaju troškovi proizvodnje. Glavni legirajući elementi u srednjeugljeničnim mikrolegiranim čelicima su titanijum, vanadijum i niobijum. Efekat legiranja zavisi takođe i od sadržaja ugljenika i azota, budući da, usled velikog afiniteta, mikrolegirajući elementi imaju težnju da grade čestice karbida, nitrida ili karbonitrida. Visoka čvrstoća postiže se mehanizmom disperznog ojačavanja česticama vanadijum-nitrida i karbida, koje se talože tokom hlađenja sa temperature toplog kovanja. Sličnu ulogu ima i dodatak niobijuma, s tim što niobijum-karbonitridi dodatno mogu doprineti i rafinaciji austenitne strukture sprečavanjem rasta austenitnih zrna na temperaturama progrevanja komada pre kovanja. Glavnu ulogu u kontroli veličine austenitnog zrna ima dodatak titanijuma. Čestice titanijum-nitrida se izdvajaju prilikom očvršćavanja čelika i teško su rastvorne na temperaturama tople prerade, te stoga najefikasnije blokiraju neželjeni porast austenitnog zrna. Ovaj pristup je limitiran pojavom dosta grubih čestica titanijum-nitrida, koja predstavljaju preferentna mesta za nukleaciju mikropcrskotine, što je praćeno sniženjem žilavosti, koja je niža i od tradicionalnih srednje legiranih čelike visoke čvrstoće. Usled nižeg sadržaja kako legirajućih elemenata, tako i ugljenika, najveću mogućnost za povećanje žilavosti, uz zadržavanje istog nivoa čvrstoće, pruža rafinacija strukture.

Zavisno od hemijskog sastava, temperature progrevanja i brzine hlađenja, razlaganjem austenita ovih čelika mogu nastati veoma različiti produkti transformacije: martenzit, beinit, acikularni ferit, proeutektoidni granični idiomorfi i/ili alotriomorfi, Vidmanštetenov (Widmanstätten) ferit, degenerisani Vidmanštetenov ferit i M/A (martenzitno-austenitni) konstituent. Od navedenih produkata, smatra se da acikularni ferit obezbeđuje najbolju kombinaciju mehaničkih žilavosti, čvrstoće i tvrdoće.

Poznato je da struktura acikularnog ferita dovodi do povećanja žilavosti. Pretpostavlja se da je razlog tome velika gustina granica pod velikim uglom, koje predstavljaju efikasne prepreke napredovanju prskotine. Kako se acikularni ferit sastoji od velikog broja pločica/iglica malih dimenzija (mikrometerske i submikrometerske veličine), koje nemaju kristalografsku podudarnost, to je kretanje mikropcrskotine nastale na nekoj od krupnih čestica otežano, jer zahteva dodatnu energiju za promenu ravni cepanja na granicama pod velikim uglom. Postoje eksperimentalni dokazi da je napredovanje prskotine zaustavljeno u osnovi acikularnog ferita gde se lom dalje odvija duktilnim mehanizmom.

Glavni cilj istraživanja je da se odrede optimalni uslovi pod kojima će se razlaganjem austenita obezbediti struktura u kojoj dominira acikularni ferit. Takođe, biće ispitan i uticaj

sadržaja legirajućih elemenata i procesnih parametara prerade na transformacione karakteristike, strukturu i mehanička svojstva ovih čelika.

3. Polazne hipoteze

Acikularni ferit povećava značajno žilavost srednjeugljeničnih mikrolegiranih čelika; pretpostavlja se da je za kretanje prskotine kroz granice pod velikim uglom između tankih pločica acikularnog ferita potrebna dodatna energija.

Klice acikularnog ferita se stvaraju unutar austenitnih zrna, u temperaturnom intervalu koji je niži u odnosu na područje izdvajanja perlita ili proeutektoidnih ferita i koji odgovara beinitnom području. Smatra se da je za stvaranje acikularnog ferita neophodno sprečiti izdvajanje ferita po granicama zrna, te se tako stvara dovoljno veliko pothlađenje koje će omogućiti stvaranje acikularnog ferita unutar samog zrna. Ovo implicira da se kontrolom veličine austenitnog zrna može očekivati uticaj na sadržaj acikularnog ferita u strukturi. Nukleacija unutar zrna se odigrava na prisutnim česticama koje dodatno smanjuju energetska barijeru za razlaganje austenita. Da bi se ovi fenomeni detaljnije izučili, eksperimentalni deo će obuhvatiti:

- uticaj veličine polaznog austenitnog zrna (varijacija temperature i vremena progrevanja austenita i/ili sadržaj titanijuma u čeliku),
- uticaj prisustva čestica taloga titanijumnitrida i vanadijum nitrida (čelici sa različitim sadržajem titanijuma, vanadijuma i azota),
- uticaj promene pothlađenja (primena različitih brzina hlađenja),
- uticaj temperature na brzinu stvaranja klica i njihovog rasta (serije izotermalnih testova na različitim temperaturama)
- uticaj prisustva legirajućih elemenata koji menjaju prokaljivost čelika (dodatci molibdena, mangana i hroma)

4. Naučne metode istraživanja

Razlaganje austenita će se izvoditi u uslovima izotermalnog razlaganja i u uslovima kontinuiranog hlađenja. Predviđena su mikrostrukturalna i fraktografska ispitivanja upotrebom svetlosne mikroskopije, transmisione elektronske mikroskopije i skenirajuće elektronske mikroskopije (SEM), kao i indentifikacija čestica sekundarnih faza i uključaka pomoću mikroanalizatora (EDAX). Mehanička svojstva će biti određena na uređajima za merenje tvrdoće i mikrotvrdoće, i uređaju za ispitivanje jednoosnim zatezanjem. Karakterizacija žilavosti biće izvršena određivanjem apsorbovane energije loma pomoću Šarpijevog klatna na sobnoj temperaturi i temperaturi tečnog azota (-196°C).

5. Očekivani naučni doprinos

Upoznavanje mehanizma i kinetike izdvajanja acikularnog ferita, kao i bolje razumevanje uticaja legirajućih elemenata i procesnih parametara na transformaciono ponašanje i ojačavanje, otvaraju mogućnosti za poboljšanje mehaničkih svojstava komercijalnih srednjeugljeničnih mikrolegiranih čelika za kovanje i njihovu širu primenu u auto industriji, naftnoj industriji i mašinstvu.

6. Plan istraživanja i struktura rada

- 1.) Literaturni pregled prethodnih istraživanja.
- 2.) Izbor odgovarajućeg režima termičke obrade i priprema uzoraka za ispitivanje u izotermalnim uslovima i uslovima kontinuiranog hlađenja
- 3.) Mikrostrukturalna ispitivanja:
 - optička mikroskopija,
 - skenirajuća elektronska mikroskopija
 - transmisiona elektronska mikroskopija
- 4.) Mehanička ispitivanja:
 - ispitivanje tvrdoće po Vickersu
 - ispitivanje mikrotvrdoće
 - ispitivanje jednoosnim zatezanjem,
 - određivanje udarne žilavosti po Šarpiju i
- 6.) Ispitivanje površine preloma - Fraktografska ispitivanja:
 - stereo optička mikroskopija,
 - skenirajuća elektronska mikroskopija sa mikroanalizom čestica.
- 7.) Konstruisanje dijagrama transformacija-temperatura-vreme i kvantifikacija kinetike razlaganja austenita.

7. Zaključak i predlog

Na osnovu izloženog Komisija smatra da je tema doktorske disertacije "Razlaganje austenita u srednjeugljeničnim mikrolegiranim čelicima: mehanizam, struktura i svojstva", koju je predložio mr Abdunnaser Hamza Fadel, dipl. inž. metalurgije naučno zasnovana, pa predlaže Nastavno-naučnom veću Tehnološko-metalurškog fakulteta da je prihvati i da za mentora imenuje dr Nenada Radovića, vanrednog profesora Tehnološko-metalurškog fakulteta u Beogradu. Predložena tema pripada naučnoj oblasti Metalurgija.

U Beogradu, 28.09.2010.

ČLANOVI KOMISIJE:

1. Dr Nenad Radović, van. prof., mentor
Tehnološko-metalurški fakultet, Beograd
2. Dr Zorica Cvijović, red. prof.
Tehnološko-metalurški fakultet, Beograd
3. Dr Branka Jordović, red. prof.
Tehnički fakultet Čačak