

Факултет МАШИНСКИ

УНИВЕРЗИТЕТ У БЕОГРАДУ

929/3
(Број захтева)Већу научних области техничких наука(Назив стручног већа коме се захтев упућује, сагласно
Члану 6. и чл. 7 став 1. овог Правилника)09.05.2013.
(Датум)**ЗАХТЕВ**
за давање сагласности на предлог теме докторске дисертације

Молимо да сходно чл. 46. ст.5. тач.3. Статута Универзитета у Београду („Гласник Универзитета“, број 131/06), дате сагласност на предлог теме докторске дисертације

УТИЦАЈ ПАРАМЕТАРА ФРИКЦИОНОГ ЗАВАРИВАЊА МЕШАЊЕМ НА ОТПОРНОСТ НА ЛОМ ЗАВАРЕНОГ СПОЈА ЛЕГУРЕ Al 5083 FRICTION STIR WELDING PARAMETERS INFLUENCING THE FRACTURE RESISTANCE OF AN Al 5083 ALLOY WELDED JOINT

(пун назив предложене теме докторске дисертације)

НАУЧНА ОБЛАСТ Технологија материјала

ПОДАЦИ О КАНДИДАТУ:

- Име, име једног родитеља и презиме кандидата: ABDASALAM MOHAMED MADI ERAMAN
- Назив и седиште Факултета на коме је стекао високо образовање: Универзитет у Триполију
- Година дипломирања: 1990.
- Назив магистарске тезе кандидата: Modelling the pull test using FLAC program
- Назив Факултета на коме је магистарска теза одбрањена: Универзитет у Триполију
- Година одбране магистарске тезе: 2002.
- Назив Факултета на коме је кандидат уписао докторске студије: Машински факултет Београд

Одсек, смер или група: /Година уписа докторских студија: 2009Обавештавамо Вас да је Наставно-научно веће Факултета
(назив надлежног тела Факултета)на седници одржаној 09.05.2013
размотрило предложену тему и закључило да је тема подобна за израду докторске дисертације.ДЕКАН
МАШИНСКОГ ФАКУЛТЕТАПроф.др Милорад Милованчевић

Прилог:

- Предлог теме докторске дисертације са образложењем.
- Акт надлежног тела факултета о подобности теме за израду докторске дисертације.

УНИВЕРЗИТЕТ У БЕОГРАДУ

- МАШИНСКИ ФАКУЛТЕТ -

Број:929/3

Датум: 09.05.2013. године

Београд, Краљице Марије 16

На захтев Abdasalam Mohamed Madi Eramah, dipl.ing., бр. 1976/1 од 31.10.2012. године, извештаја Комисије у саставу: проф.др Александар Седмак, ментор, проф.др Зоран Радаковић, проф.др Марко Ракин, ТМФ Београд, проф.др Александар Саљников и др Срђан Тадић, научни сарадник, И.Ц.М.Ф. Београд број 929/2 од 07.05.2013. године, а на основу чл. 30 Закона о високом образовању и чл. 30 Правилника о докторским студијама Машинског факултета Универзитета у Београду, Наставно-научно веће Машинског факултета у Београду на седници од 09.05.2013. године, донело је следећу

ОДЛУКУ

Прихвата се предлог о испуњености услова и о научној заснованости теме докторске дисертације **«УТИЦАЈ ПАРАМЕТАРА ФРИКЦИОНОГ ЗАВАРИВАЊА МЕШАЊЕМ НА ОТПОРНОСТ НА ЛОМ ЗАВАРЕНОГ СПОЈА ЛЕГУРЕ АІ 5083 FRICTION STIR WELDING PARAMETERS INFLUENCING THE FRACTURE RESISTANCE OF AN AI 5083 ALLOY WELDED JOINT»** докторанта **ABDASALAM MOHAMED MADI ERAMAH**, dipl.ing.

За ментора докторанту Abdasalam Mohamed Madi Eramah, именује се **проф.др Александар Седмак**.

Одлуку доставити: Већу Научних области техничких наука Универзитета у Београду на сагласност, ментору и архиви.

ДЕКАН
МАШИНСКОГ ФАКУЛТЕТА

Проф.др Милорад Милованчевић

**NASTAVNO-NAUČNOM VEĆU MAŠINSKOG FAKULTETA
UNIVERZITETA U BEOGRADU**

Predmet: Podobnost teme i kandidata Abdasalam Mohamed Madi Eramah, dipl. ing. za izradu doktorske disertacije

Na osnovu Odluke Nastavno-naučnog veća Mašinskog fakulteta Univerziteta u Beogradu broj 929/1 od 18.04.2013. godine, mišljenja Komisije za Doktorske studije i Koordinatora studija na stranom jeziku, i saglasnosti članova Katedre za tehnologiju materijala br. 2013/12 od 28.03.2013. god., a po Prijavi teme doktorske disertacije br. 1976/1 od 31.10.2012. god. kandidata **Abdasalam Mohamed Madi Eramah, dipl. ing.**, studenta doktorskih studija, imenovani smo za članove Komisije za ocenu ispunjenosti kandidata i naučne zasnovanosti teme doktorske disertacije. Posle proučavanja dostavljenog materijala podnosimo sledeći

IZVEŠTAJ

o podobnosti teme i kandidata Abdasalam Mohamed Madi Eramah, dipl. ing. za izradu doktorske disertacije sa naslovom

Uticaj parametara frikcionog zavarivanja mešanjem na otpornost na lom zavarenog spoja legure Al 5083

(Friction Stir Welding Parameters Influencing the Fracture Resistance of an Al 5083 Alloy Welded Joint)

1. Podaci o kandidatu

1.1 Opšti biografski podaci

Abdsalam Mohamed Madi Eramah rođen je 1.7.1966. u mestu Zentan u Libiji. Oženjen je i državljanin je Libije.

Obrazovanje

- Diplomirao je 1990. godine na Univerzitetu u Tripoliju
- Magistarski rad završio je 2002. godine, takođe na Univerzitetu u Tripoliju.
- Drugu magistarsku tezu završio je u Krakovu, Poljska, na AGH-University of Science and Technology.

Pored formalnog školovanja, završio je treninge i kurseve u Švajcarskoj i Engleskoj:

- Surveying Equipment Conducted From, Leica Geosystems AG, Heerbrugg-Switzerland, 2001.
- Using Microsoft PowerPoint, ILS English, Nottingham- England, 2008.
- Language and Communication, OILSIM, Nottingham-England, 2008.

Abdsalam Mohamed Madi Eramah član je stručnih udruženja:

- Engineering Research and Consultations Bureau (ERCB).
- Libyan Engineering Association.
- Society of Petroleum Engineering (SPE).

1.2 Aktivnosti na doktorskim studijama

U cilju realizacije programa usavršavanja Abdasalam Mohamed Madi Eramah, dipl. ing., kandidat je položio sledeće obavezne i izborne predmete:

Red. br. predmeta	Naziv predmeta	Predmetni nastavnik	Ocena ispita
1	Structural Integrity	Prof. dr Aleksandar Sedmak	9 (nine)
2	Planning, Performing and Controlling Projects	Prof. dr Bojan Babić	9 (nine)
3	Selected Topics in Fluid Mechanics	Prof. dr Zoran Stefanović	9 (nine)
4	Research and Development Methodology	Prof. dr Zlatko Petrović	10 (ten)
5	Actuator Systems	Prof. dr Marko Miloš	9 (nine)
6	Welded Structures	Prof. dr Aleksandar Sedmak	9 (nine)
7	Experimental Methods	Prof. dr Zoran Stefanović	9 (nine)
8	Basics of Composite Materials	Prof. dr Igor Balać	10 (ten)
9	Structural Diagnostics	Prof. dr Taško Maneski	9 (nine)
10	Welding Technology	Prof. dr Aleksandar Sedmak	9 (nine)
11	Finite Elements Modelling	Prof. dr Taško Maneski	9 (nine)
12	Advanced Fracture Mechanics	Prof. dr Aleksandar Sedmak	10 (ten)
13	Non-Destructive Testing	Prof. dr Aleksandar Sedmak	10 (ten)

- Na doktorskim studijama kandidat je položio svih 13 (trinaest) predmeta sa prosečnom ocenom 9,31 (devet zarez tridesetjedan). Kandidat je ostvario dodatne poene radom u laboratorijama Mašinskog fakulteta Univerziteta u Beogradu, a i u pripremi prijave svoje disertacije.

1.3 Spisak objavljenih radova i drugih relevantnih rezultata i aktivnosti koje opredeljuju afinitet kandidata za rad na predloženoj temi

1. S. Tadić, A. Sedmak, R. Prokić-Cvetković, A.M. Eramah, R. Rudolf, Superplastic Deformation of X7093 Al Alloy, prihvaceno za štampu u J. Materials & Technology (SCI)
2. A. Sedmak, V. Grabulov, M.O. Abukhres, A.M. Eramah, S. Sedmak, Mechanical and non-destructive testing role in weldment integrity assessment, The 4th International conference, Timisoara, Romania, 2011, p. 234-238

1.4 Ocena podobnosti kandidata za rad na predloženoj temi

Svojim dosadašnjim istraživačkim aktivnostima kandidat je ispoljio kvalitet, zainteresovanost i stručnost za naučni i istraživački rad.

Publikovani i izloženi radovi u časopisima i na konferencijama međunarodnog i nacionalnog značaja ukazuju na izrazit smisao kandidata da se bavi kako teorijskim, tako i složenim eksperimentalnim istraživanjima.

Dosadašnji objavljeni radovi i istraživačka delatnost kandidata su suštinski povezani sa naučnom oblašću kojoj pripada tema predložene doktorske disertacije i kvalifikuju kandidata za uspešan i efikasan teorijski i eksperimentalni rad na predloženoj temi.

Na osnovu biografskih podataka kandidata, položenih ispita na doktorskim studijama, njegovih naučnih i stručnih aktivnosti, kao i objavljenih radova, Komisija smatra da je kandidat podoban za rad na predloženoj temi doktorske disertacije.

2. Predmet i cilj istraživanja

2.1 Prikaz predmeta istraživanja i hipotetičkih stavova o problemu koji se istražuje

Predmet istraživanja doktorske disertacije je istraživanje i analiza uticaja geometrijskih parametara alata za FSW postupak zavarivanja na svojstva zavarenog spoja legure aluminijuma 5083.

Frikciono zavarivanje mešanjem pomoću alata (*Friction Stir Welding* - FSW) je proces spajanja materijala u tzv. čvrstoj fazi, kombinovanim delovanjem toplote i mehaničkog rada. Ovaj postupak je posebno pogodan za spajanje aluminijumskih legura sa velikim rasponom debljina ploča. Pored spajanja gotovo svih vrsta aluminijumskih legura, danas je moguće ovim postupkom uspešno zavarivati: bakar i njihove legure, olovo, titanijum i njegove legure, legure magnezijuma, cink, meki čelik, nerđajući čelik, legure nikla, itd. Ovaj postupak zavarivanja našao je svoje mesto u proizvodnji procesne opreme, proizvodnji šinskih vozila, brodogradnji, automobilskoj industriji, u avio industriji, proizvodnji kosmičkih letilica, itd. Ovim postupkom mogu se zavariti ploče, limovi, cilindrični delovi, sklopni delovi i to u različitim međusobnim položajima.

U postupku frikcionog zavarivanja mešanjem, ključni uslov za formiranje spoja je adekvatno generisanje toplote na površini kontakta alat-metal i mogućnost mešanja ovako zagrejanog metala. U toku mešanja dolazi do značajne plastične deformacije, tako da se u osnovi ovog procesa mogu identifikovati svi elementi na kojima je zasnovana termomehanička prerada na povišenim temperaturama. Naime, pri deformaciji i rekristalizaciji (statičke i/ili dinamičke) nastaje veoma intenzivno usitnjavanje zrna u strukturi zavarenog spoja. U zavisnosti od kombinacije parametara procesa, sitnozrna struktura stvorena u zoni mešanja, po pravilu, ima bolju i žilavost i čvrstoću od osnovnog metala. Pošto pri zavarivanju nema tečne faze, zavareni spoj prestaje da bude kritično mesto u konstrukciji jer nema prisustva struktura koje mogu dovesti do pojave bilo koje od četiri vrste prslina karakterističnih za zavarene spojeve. Postupkom frikcionog zavarivanja mešanjem, mogu se uspešno međusobno spajati materijali veoma različiti po svojim mehaničkim i toplotno-fizičkim karakteristikama, a takođe i materijali, koji su skloni stvaranju krutih intermetaloidnih jedinjenja.

Sam proces FSW ne zahteva upotrebu dodatnog materijala i/ili zaštitnog gasa. Radna sredina u kojoj se izvodi ovaj postupak zavarivanja je ekološki potpuno čista: nema štetnih isparenja, dima, neprijatnih mirisa, ultravioletnih i drugih štetnih zračenja. Osim toga, nije neophodna posebna priprema površina i ivica delova koji se zavaruju, što umanjuje troškove zavarivanja. Optimalna količina toplote, generisane trenjem na mestu zavarivanja, obezbeđuje minimalna krivljenja i skupljanja, kao i minimalni uticaj unete toplote na fazne promene u osnovnom metalu.

Ovim postupkom zavarivanja dobijaju se zavareni spojevi bez toplih prslina i poroznosti, što je prateća pojava kod svih postupaka zavarivanja topljenjem. Takođe, dobija se kvalitetan zavareni spoj dobrih mehaničkih karakteristika. Efikasnost spoja ovim postupkom zavarivanja dostiže vrednost 90%, u nekim slučajevim i 100% (odnos čvrstoće zavarenog spoja i osnovnog materijala), dok tipičan zavareni spoj, dobijen zavarivanjem postupkom topljenja, za istovetne legure aluminijuma ojačane starenjem, može dostići efikasnost svega 50%.

2.2 Naučni cilj disertacije

Osnovni naučni cilj disertacije je ispitivanje uticaja geometrijskih parametara alata za FSW i analiza njihovog uticaja na svojstva zavarenog spoja. Generalni zahtev koji mora biti zadovoljen jeste – dobijanje zavarenog spoja koji će biti bez grešaka, (tople prsline, hladne prsline, lamelarno cepanje, prslina nakon naknadne termičke obrade, lunke, poroznosti, neprovar, vitoperenje i krivljenje, itd.). Međutim, naučni cilj disertacije jeste analiza minimalne količine unete toplote neophodne za dobar spoj. Ova toplota, tj. rad, biće analitičkim i nume-

ričkim metodama dovedena u korelaciju sa tehnološkim parametrima frikcionog zavarivanja. Pored toga, mikrostrukturnim ispitivanjima daće se doprinos boljem razumevanju kretanja materijala tokom frikcionog zavarivanja. Ovaj fenomen, naime, nije još uvek sasvim rasvetljen u teorijskim analizama frikcionog zavarivanja.

3. Polazne hipoteze

Ključni parametri koji obezbeđuju uspešno zavarivanje ovim postupkom su uneta toplota i mogućnost alata da realizuje mešanje zagrejanog materijala. Na oba parametra najviše utiče geometrijska konstrukcija radnog segmenta alata, tzv. trna. Trn je deo alata koji, svojim kretanjem, na kontaktu sa površinama delova koji se zavaruju, trenjem generiše toplotu i svojim specifičnim oblikom, meša tako zagrejani materijal. Količina generisane toplote na frontu neposredno ispred trna zavisi od većeg broja faktora:

1. Fizički parametri (toplotna provodljivost):

- (i) vrsta materijala koji se zavaruje;
- (ii) vrsta materijala od koga je napravljen alat;
- (iii) dimenzije komada koji se zavaruju

2. Procesni parametri:

- (i) geometrijski parametri alata;
- (ii) brzina rotacije alata (broj obrtaja);
- (iii) brzina translacije alata (brzina zavarivanja);
- (iv) sila pritiska alata na površinu komada;
- (v) stanje površine komada koji se zavaruje
- (vi) optimalno izabrana geometrija trna.

Za geometriju trna se može smatrati da je veoma slična za najveći broj materijala, pošto je sama fizička suština procesa ista u svim materijalima, tj. u svima se proces odigrava na dovoljno visokim temperaturama kada su njihove reološke karakteristike približne. Međutim, modifikacijom geometrijskih parametara može da se utiče na proces trenja između alata i radnog komada, što dovodi do različitog razvoja toplote i mešanja materijala u zavarenom spoju.

Imajući u vidu navedene karakteristike frikcionog zavarivanja mešanjem očigledna je potreba da se on dalje proučava u cilju detaljnijeg utvrđivanja uticaja parametara postupka na svojstva zavarenih spojeva i njegovog šireg uvođenja u praksu.

4. Naučne metode istraživanja

Prilikom izrade disertacije biće korišćene teorijske i eksperimentalne metode.

Teoretski deo će sadržati:

- prikaz i analizu fizičkih i procesnih parametara koji utiču na količinu generisane toplote trenjem i pri FSW
- kretanje materijala tokom frikcionog zavarivanja
- analizu i predlog mogućih poboljšanja konstrukcije alata.

Predviđeno eksperimentalno istraživanje će sadržati prikaz:

- karakteristika materijala alata i predmeta obrade,

- prikaz nove-predložene konstrukcije alata
- rezultate ispitivanja bez razaranja zavarenog spoja
- rezultate ispitivanja sa razaranjem zavarenog spoja
- poređenja i analize dobijenih rezultata, sa rezultatima dobijenim u istraživačkim centrima u svetu.

5. Očekivani naučni doprinos

Imajući u vidu rezultate dobijene tokom eksperimentalnih istraživanja, očekuje se da će se ostvariti doprinos boljem razumevanju uticaja tehnoloških parametara frikcionog zavarivanja na karakteristike zavarenog spoja dobijenog FSW postupkom. Pored toga, mehanicistički i termodinamički pristup ispitivanja daće uvid u mehanizam i kinetiku frikcionog zavarivanja.

Ostvareni naučni doprinosi omogućiće dobijanje strukture zavarenog spoja sa poboljšanim svojstvima, i to izborom adekvatnih geometrijskih parametara alata za FSW.

Dobijeni rezultati će biti primenljivi u proizvodnim uslovima i omogućiće ponovljivost postupka.

6. Plan istraživanja i struktura rada

Predviđen **plan istraživanja** sastoji se iz sledećih faza:

- pregled savremene literature koja razmatra uticaje fizičkih i procesnih parametara na proces zavarivanja postupkom frikcionog zavarivanja mešanjem;
- izrada eksperimentalnih modela od legure aluminijuma Al 5083 za ispitivanje ponašanja pri procesu zavarivanja u laboratorijskim uslovima;
- ispitivanje parametara u procesu frikcionog zavarivanja uz mešanje;
- obrada i analiza dobijenih rezultata;
- zaključak

Okvima **struktura rada** može se predstaviti sledećim celinama:

1. Uvod
2. Klasa i karakteristike osnovnog materijala legura aluminijuma, posebno Al 5083
3. Karakteristične strukture aluminijumskih legura za zavarivanje
4. Opis i teoretske osnove izvođenja postupka zavarivanja frikcionog zavarivanja uz mešanje
5. Opis konkretnih ispitivanih zavarenih materijala izrađenih od legure Al 5083
6. Eksperimentalno određivanje parametara u postupku zavarivanja frikcionim mešanjem
7. Karakteristike materijala alata i predmeta obrade
8. Analiza i prikaz mogućih poboljšanja konstrukcije alata
9. Rezultati ispitivanja bez razaranja i sa razaranjem zavarenog spoja
10. Diskusija
11. Zaključak
12. Reference

7. Zaključak i predlog

Analizom Prijave kandidata Abdasalam Mohamed Madi Eramah, dipl. ing., Komisija zaključuje da je predložena tema adekvatna za izradu doktorske disertacije, kao i da kandidat ispunjava i zakonske i istraživačke kvalifikacije za rad na doktorskoj disertaciji (zaključak 1.4).

Komisija zato predlaže Nastavno-naučnom veću Mašinskog fakulteta Univerziteta u Beogradu da kandidatu Abdasalam Mohamed Madi Eramah, dipl. ing. odobri izradu doktorske disertacije sa naslovom

Uticaj parametara frikcionog zavarivanja mešanjem na otpornost na lom zavarenog spoja legure Al 5083

(Friction Stir Welding Parameters Influencing the Fracture Resistance of an Al 5083 Alloy Welded Joint)

u naučnoj oblasti Mašinski materijali i zavarivanje za koju je Mašinski fakultet Univerziteta u Beogradu matičan, pri čemu se kandidatu predlaže mentor **dr Aleksandar Sedmak, red. prof.** Mašinskog fakulteta Univerziteta u Beogradu.

U Beogradu, 24. april 2013. god.

Članovi Komisije

Prof. dr Aleksandar Sedmak (mentor),
Univerzitet u Beogradu, Mašinski fakultet

Prof. dr Zoran Radaković,
Univerzitet u Beogradu, Mašinski fakultet

Prof. dr Marko Rakin,
Univerzitet u Beogradu, Tehnološko-metalurški fakultet

Prof. dr Aleksandar Saljnikov,
Univerzitet u Beogradu, Mašinski fakultet

Dr Srđan Tadić,
naučni saradnik, Inovacioni centar Mašinskog fakulteta
Univerziteta u Beogradu

ПОДАЦИ О МЕНТОРУ

за кандидата Abdassalam Mohamed Madi Eramah, dipl. ing.

Име и презиме ментора: Александар Седмак, др дипл. инж.
Звање: редовни професор

Списак радова који квалификују ментора за вођење докторске дисертације:

- Rakin, M., Gubeljak, N., Dobrojević, M., Sedmak, A., *Modelling of ductile fracture initiation in strength mismatched welded joint*, Engng. Frac. Mech. Vol.75 (11) : 3499-3510 2008 (ISSN
1. 2. Ratković, N., Sedmak, A., Jovanović, M., Lazić, V., Nikolić, R., Krstić, B., Quality analysis of Al-Cu friction welded joints, Technical Gazette Vol.16, No.3 pp.3-7, 2009, (ISSN 1330-3651)
- Medjo, B., Rakin, M., Gubeljak, N., Predan, J., Arsić, M., Sedmak, A., *Influence of crack length on ductile fracture initiation in welded joints with one and two weld metals*, Materials Structure &
3. Micromechanics of Fracture, 2011, 465 () : 578-581.
- Međo, B., Rakin, M., Gubeljak, N., Predan, J., Arsić, M., Sedmak, A., *Influence of crack length on ductile fracture initiation in welded joints with one and two weld metals*, Key Engineering Materials, Vol.465, 2011:
4. 578-581 (ISBN 1013-9826)
- Perović, M., Veljić, D., Rakin, M., Radović, N., Sedmak, A., Bajić, N., *Friction-Stir Welding of High-Strength Aluminium Alloys and a Numerical Simulation of the Plunge Stage*, Materials and Technology 46
5. (2012) 3, pp.105-111.

Заокружити одговарајућу опцију (А, Б, В или Г):

☒ А) У случају менторства дисертације на докторским студијама у групацији техничко-технолошких, природно-математичких и медицинских наука ментор треба да има најмање три рада са SCI, SSCI, AHCI или SCIE листе, као и Math-Net.Ru листе.

Б) У случају менторства дисертације на докторским студијама у групацији друштвено-хуманистичких наука ментор треба да има најмање три рада са релевантне листе научних часописа (Релевантна листа научних часописа обухвата SCI, SSCI, AHCI и SCIE листе, као и ERIH листу, листу часописа које је Министарство за науку класификовало као M24 и додатну листу часописа коју ће, на предлог универзитета, донети Национални савет за високо образовање. Посебно се вреднују и монографије које Министарство науке класификује као M11, M12, M13, M14, M41 и M51.)

В) У случају израде докторске дисертације према ранијим прописима за кандидате који су стекли академски назив магистра наука ментор треба да има пет радова (референци) које га, по оцени Већа научних области, квалификују за ментора односне дисертације.

Г) У случају да у ужој научној области нема квалификованих наставника, приложити одлуку Већа докторских студија о именовању редовног професора за ментора.

ДЕКАН ФАКУЛТЕТА

Датум _____ М.П. _____