

Факултет МАШИНСКИ

208/5
(Број захтева)

18.03.2010.
(Датум)

УНИВЕРЗИТЕТ У БЕОГРАДУ

Образац 1.

Већу научних области техничких наука

(Назив стручног већа коме се захтев упућује, сагласно
Члану 6. и чл. 7 став 1. овог Правилника)

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 ГЕОМЕТРИЈЕ АЛАТА ЗА ПОСТУПАК ЗАВАРИВАЊА ТРЕЊЕМ ПОМОЋУ АЛАТА НА СВОЈСТВА ЗАВАРЕНОГ СПОЈА ЛЕГУРЕ АІ 2024

(пун назив предложене теме докторске дисертације)

НАУЧНА ОБЛАСТ Технологија материјала - заваривање

ПОДАЦИ О КАНДИДАТУ:

1. Име, име једног родитеља и презиме кандидата: АЛЕКСАНДАР (Бранислав) ЖИВКОВИЋ

2. Назив и седиште Факултета на коме је стекао високо образовање: Рударско-геолошки фак. Београд

3. Година дипломирања: 1990.

4. Назив магистарске тезе кандидата: /

5. Назив Факултета на коме је магистарска теза одбрањена: /

6. Година одбране магистарске тезе: /

7. Назив Факултета на коме је кандидат завршио докторске студије: Машински факултет Београд

Одсек, смер или група: /

Година завршетка докторских студија: 2009.

Обавештавамо Вас да је Наставно-научно веће Факултета
(назив надлежног тела Факултета)

на седници одржаној 18.03.2010. године
размотрило предложену тему и закључило да је тема подобна за израду докторске дисертације.

ДЕКАН
МАШИНСКОГ ФАКУЛТЕТА

Проф.др Милорад Милованчевић

Прилог:

1. Предлог теме докторске дисертације са образложењем.

2. Акт надлежног тела факултета о подобности теме за израду докторске дисертације.

УНИВЕРЗИТЕТ У БЕОГРАДУ
- МАШИНСКИ ФАКУЛТЕТ -
Број:208/5
Датум: 18.03.2010. године
Београд, Краљице Марије 16

На захтев Александра Живковића, дипл.инж.рударства, бр. 208/1 од 09.02.2010. године, извештаја Комисије у саставу: проф.др Александар Седмак, проф.др Војкан Лучанин, проф.др Ненад Радовић, ТМФ Београд, бр. 208/4 од 12.03.2010. године, а на основу чл. 128. Закона о високом образовању, Наставно-научно веће Машинског факултета у Београду на седници од 18.03.2010. године, донело је следећу

ОДЛУКУ

Прихвата се предлог о испуњености услова и о научној заснованости теме докторске дисертације **«УТИЦАЈ ГЕОМЕТРИЈЕ АЛАТА ЗА ПОСТУПАК ЗАВАРИВАЊА ТРЕЊЕМ ПОМОЋУ АЛАТА НА СВОЈСТВА ЗАВАРЕНОГ СПОЈА ЛЕГУРЕ AI 2024»** докторанта **АЛЕКСАНДРА ЖИВКОВИЋА**, дипл.инж.рударства.

За ментора докторанту **Александру Живковићу**, 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

НАСТАВНО-НАУЧНОМ ВЕЋУ

Предмет: Извештај о испуњености услова докторанта и научне заснованости теме

На основу пријаве за израду докторске дисертације бр. 208/1 од 9.2.2010. године, коју је подно Александар Живковић, дипл. инг., студент докторских студија, под радним насловом „Утицај геометрије алата за поступак заваривања трењем помоћу алата на својства завареног споја легуре Al 2024“ чланови Комисије у саставу проф. др Александар Седмак, проф. др Војкан Лучанин, др Ненад Радовић, в.проф., Технолошко–металуршки факултет Београд, подносе следећи извештај о испуњености услова за израду докторске дисертације:

ИЗВЕШТАЈ

1. Испуњеност услова кандидата

Биографски подаци

Александар Живковић, дипл.инг. рођен је 25.06.1965. Нашице, Р.Хрватска, СФРЈ. Ожењен је и држављанин је Републике Србије.

Образовање

1984 – Средња школа техничког смера-техничар за нуклеарну физику, Смед.Паланка, Србија

1990–дипл. инг. рударства-смер машинство, Рударско-геолошки факултет, Универзитет у Београду, Србија

2000– Међународни/Европски инжењер заваривања, по правилима Међународног института за заваривање и Европске заваривачке федерације, стандард EN 719

2003–специјалиста техничких наука у области машинства; специјалистичку тезу "Електролучно заваривање пуњеном електродном жицом у заштити гасова", одбранио код ментора проф.др.Александра Седмака, на Машинском факултету, Универзитета у Београду, Србија

Усавршавање

1993-1994 похађао и завршио курсеве из области Обезбеђења Система квалитета у складу са ISO 9000:

- Основе обезбеђења квалитета-GQE 02
- Елементи система квалитета-GQE 03
- Израда и поступак са документацијом Система квалитета

1997 – завршио специјалистички курс из заваривања, на Машинском факултету у Београду према EWF-02-409-93

2008 – ВИ Стручно научна КОНФЕРЕНЦИЈА ОДРЖАВАЊА "Инжењерство у функцији успешности процеса одржавања" Тиват

Стручне асоцијације и остале стручне активности

- Друштво за интегритет и век конструкција, члан
- 2002.10.11- 06.2003 Члан Управног одбора Института Гоша
- Национално ауторизовано тело за образовање и сертификацију у заваривању (ANB),DUZS CertPres члан Управног одбора-тренутно.

Запослење

ГОША ФАБРИКА ОПРЕМЕ И МАШИНА (ГОША ФОМ)

1991.01.08-1991.03.01, технолог

1991.03.01-1991.05.01, главни технолог за заваривање

1991.05.01-1995.06.30, инжењер за заваривање

1995.07.01-2001.01.31, руководилац технологије израде опреме и координатор за заваривање

2001.02.01-2006.02.03. заменик директора фабрике,

2006.02.04 тренутно, заменик генералног директора и извршни директор за реализацију пословног плана.

2005.12.26 тренутно, члан Управног одбора ГОША ФОМ

2006.01.24 тренутно, члан Извршног одбора ГОША ФОМ

2007.01.25 тренутно, Председник Одбора Удружења за ИНДУСТРИЈУ,ЕНЕРГЕТИКУ,И РУДАРСТВО у Регионалној привредној комори, Пожаревац

Научна и стручна активност

Стручне референце

Пракса у индустрији и производњи на пословима за заваривање

- припреме за атестацију заваривача према EN 287
- израда квалификација технологија за заваривања према EN 288
- припрема документа обезбеђења квалитета према захтевима стандарда ISO 9001

- припреме за атестацију и реатестацију погона за заваривање према DIN 18800 i EN 729-2, која је извршена од стране SLV Munchen, EWF i TÜV.

- увођење процеса заваривања пуњеним електродним жицама у редовну производњу ГОША ФОМ од 1995.

- израда технологије за заваривање и израду за:

- ▣ ауто и железничке мостове (од којих су четири на Дунаву);
- ▣ челичне конструкције (Термоелектрана Кокубара Б, хангар у Етиопији и др.);
- ▣ кранове носивости 5÷100t и распона до 140m;
- ▣ резервоаре за ниске температуре -35°C запремине $V=5÷200m^3$;
- ▣ наваривање карданског вратила за топлу ваљаоницу САРТИД
- ▣ наваривање кранских точкова
- ▣ прописивње технологије санација на кућиштима редуктора, зупчаницима, радном точку роторног багера СРс 2000, кофица багера..)
- ▣ израда полуаутоматскил линија за заваривање цевовода, кранских носача и понтона

Предавач по позиву на курсевима за обуку Међународних/Европских инжењера заваривања, по правилима Међународног института за заваривање и Европске заваривачке федерације, стандард EN 719, у Институту Гоша и Машинском факултету Ниш.

Списак објављених радова

- A.Živković, Lj.Cvetković,D.Tanasković:"**Zavarivanje rezervoara za tečni CO₂ od čelika TStE355**", -Međunarodno savetovanje: "Zavarivanje 96 – zavarivanje u energetici", Beograd, septembar 1996;
- A.Živković,M.Kutin,S.Sedmak,Z.Milutinović,M.Milanović,M.Arsić:"**Mikroprslina u ZUT spojeva finozrnih čelika zavarenih u zaštiti CO₂**" - Internacionalna konferencija "Gas-shielding arc welding-Equipment, technologies, applications", Timisoara jun 2002;
- A.Živković:"**Karakteristike i osnovni principi zavarivanja HARDOX I WELDOX čelika**" Medjunarodna konferencija "Zavarivanje 2003 – zavarivanje i zavarene konstrukcije", Beograd, septembar 2003;
- D.Mitić, A.Živković,M.Milanović:"**Reparaturno navarivaje kardanskog vratila za USSteel**" Savetovanje "IBR 2006 i Zavarivanje 2006 ", Zlatibor, april 2006;
- A.Živković,S.Đurić,P.Dašić,D.Mitić:"**Reparaturno zavarivanje i navarivaje kandžastog vratila**" VI KONFERENCIJA ODRŽAVANJA – KOD 2008, sa medjunarodnim učešćem, Crna Gora –Tivat, jun 2008;
- Mijajlović M. Miroslav, Dragan S. Milčić, Đurđanović B. Miroslav,Dragan J. Mitić, Živković B.Aleksandar*: "**PROCES GENERISANJA TOPLOTE KOD FRIKCIONOG ZAVARIVANJA SA MEŠANJEM – FSW** 14th Symposium on Termal Science and Engineering of Serbia, October 13-16, 2009, Sokobanja, Serbia

2. Научна заснованост тезе

Назив пријављене докторске дисертације

Утицај геометрије алата за поступак заваривања трењем помоћу алата (FSW) на својства завареног споја легуре Al 2024

Предмет истраживања

Поступком заваривања трењем помоћу алата, могу се успешно међусобно спајати материјали веома различити по својим механичким и топлотнофизичким карактеристикама, а такође и материјали, који су склони стварању кртих интерметалоидних једињења.

Данас у Србији, и поред великог броја предузећа која се баве изработом опреме, склопова и/или конструкција, не постоји развијена индустријска употреба поступка заваривања трењем алатом; шта више – он је скоро непознат. Са друге стране, данас се овај поступак проучава у великом броју истраживачких институција у свету, у оквиру континуираног процеса праћења нових технологија.

Предмет ове докторске дисертације је истраживање и анализа утицаја геометријских параметара алата за FSW поступак заваривања на својства завареног споја легуре алуминијума 2024.

Заваривање трењем помоћу алата (Friction Stirr Welding - FSW) је процес спајања материјала у тзв. чврстој фази, комбинованим деловањем топлоте и механичког рада. FSW поступак је посебно погодан за спајање алуминијумских легура са великим распоном дебљина плоча. Могуће је заварити алуминијумске лимове дебљине до 50 mm у једном пролазу, односно до 75 mm дебљине формирањем двостраног зава. Поред спајања готово свих врста алуминијумских легура, данас је могуће овим поступком успешно заваривати: бакар и њихове легуре, олово, титанијум и његове легуре, легуре магнезијума, цинк, меки челик, нерђајући челик, легуре никла, итд.

Поступак заваривања трењем помоћу алата, као веома савремени поступак, нашао је своје место у производњи процесне опреме, производњи шинских возила, бродоградњи, аутомобилској индустрији, у авиоиндустрији, производњи космичких летилица, итд. Овим поступком могу се заварити плоче, лимови, цилиндрични делови, склопни делови и то у свим могућим међусобним положајима.

У поступку заваривања трењем помоћу алата, кључни услов за формирање споја је адекватно генерисање топлоте на површини контакта алат-метал и могућност мешања овако

загрејаног метала.

У току мешања долази до значајне пластичне деформације, тако да се у основи овог процеса могу идентификовати сви елементи на којима је заснована термомеханичка прерада на повишеним температурама. Наиме, при деформацији и рекристализацији (статичке и/или динамичке) настаје вема интензивно уситњавање зрна у структури звареног споја. У зависности од комбинације параметара процеса, ситнозрна структура створена у зони мешања, по правилу, има бољу и жилавост и чврстоћу од основног метала. Пошто при заваривању нема течне фазе, заварени спој престаје да буде критично место у конструкцији јер нема присуства структура које могу довести до појаве било које од четири врсте прслина карактеристичних за заварене спојеве.

Сам процес FSW не захтева употребу додатног материјала и/или заштитног гаса. Радна средина у којој се изводи овај поступак заваривања је еколошки потпуно чиста: нема штетних испарења, дима, непријатних мириса, ултравиолентних и других штетних зрачења. Осим тога, није неопходна посебна припрема површина и ивица делова који се заварују, што умањује трошкове заваривања. Оптимална количина топлоте, генерисане трењем на месту заваривања, обезбеђује минимална кривљења и скупљања, као и минимални утицај унете топлоте на фазне промене у основном металу.

Овим поступком заваривања добијају се заварени спојеви без топлих прслине и порозности, што је пратећа појава код свих поступака заваривања топљењем. Такође, добија се квалитетан заварени спој одличних механичких карактеристика. Ефикасност споја овим поступком заваривања достиже вредност 90%, па чак и 100% (односно чврстоће звареног споја и основног материјала), док типичан заварени спој, добијен заваривањем поступком топљења, за истоветне легуре алуминијума ојачане старењем, може достићи ефикасност свега 50%.

Кључни параметри који обезбеђују успешно заваривање су унета топлота и могућност алата да реализује мешање загрејаног материјала. На оба параметра највише утиче геометријска конструкција радног сегмента алата, тзв. трна. Трн је део алата који, својим кретањем, на контакту са површинама делова који се заварују, трењем генерише топлоту и својим специфичним обликом, меша тако загрејани материјал.

Количина генерисане топлоте на фронту непосредно испред трна зависи од већег броја фактора:

1. Физички параметри (топлотна проводљивост):

1.1 врста материјала који се заварује;

1.2 врста материјала од кога је направљен алат;

1.3 димензије комада који се заварују

2. Процесни параметри:

2.1 геометриски параметри алата;

2.2 брзина ротације алата (број обртаја);

2.3 брзина translације алата (брзина заваривања);

2.4 сила притиска алата на површину комада;

2.5 стање површине комада који се заварује

2.6 оптимално изабрана геометрија трна.

За геометрију трна се може сматрати да је веома слична за највећи број материјала, пошто је сама физичка суштина процеса иста у свим материјалима, тј. у свима се процес одиграва на довољно високим температурама када су њихове реолошке карактеристике приближне. Међутим, модификацијом геометриских параметара може да се утиче на процес трења између алата и радног комада, што доводи до различитог развоја топлоте и мешања материјала у завареном споју.

У првом делу рада биће приказана примена топлоте генерисане трењем на FSW поступак, уз објашњење самог поступка заваривања кроз карактеристике завареног споја, и анализом процеса формирања споја. Анализираће се легуре алуминијума, са аспекта заварљивости и упоређивањем са конвенционалним поступцима заваривања (заваривање топљењем). Објасниће се конструкција алата за FSW поступак и утицај на добијање завареног споја задовољавајућих карактеристика.

У другом делу рада биће приказано сопствено експериментално истраживање. Приликом овог истраживања користиће се легура алуминијума 2024 дебљине 7mm. Заваривање ће бити вршено са сетом алата различитих геометриских параметара. Након добијања заварених узорака, урадиће се испитивање завареног споја без разарања радиографским и пенетрантним методама испитивања. Такође ће се извршити испитивање завареног споја разарањем и то: испитивање тврдоће, затезних карактеристика и жилавости, савијање и испитивање макроструктуре.

Научни циљ дисертације

Основни научни циљ дисертације је испитивање утицаја геометриских параметара алата за FSW и анализа њиховог утицаја на својства завареног споја. Генерални захтев који мора бити задовољен јесте - добијање завареног споја који ће бити без грешака, (топле прслине, хладне прслине, ламеларно цепање, прслине након накнадне термичке обраде, лункери, порозности, непровар, витоперење и кривљење, итд.)

Предвиђене научне методе рада

Приликом израде дисертације биће коришћене теоријске и експерименталне методе.

Теоретски део ће садржати:

- приказ и анализу физичких и процесних параметара који утичу на количину генерисане топлоте трењем и при FSW
- разматрање геометрије алата. Предности и мане.
- анализу и предлог могућих побољшања конструкције алата

Предвиђено експериментално истраживање ће садржати приказ:

- карактеристика материјала алата и предмета обраде,
- приказ нове-предложене конструкције алата
- резултате испитивања без разарања завареног споја
- резултате испитивања са разарањем завареног споја
- Поређења и анализе добијених резултата, са резултатима добијеним у истраживачким центрима у свету

Очекивани научни допринос

Имајући у виду резултате добијене током експерименталних истраживања, очекује се да ће промена геометриских параметара алата имати утицаја на карактеристике завареног споја добијеног FSW поступком.

Остварени научни доприноси омогућиће добијање структуре завареног споја са побољшаним својствима, и то избором адекватних геометријских параметара алата за FSW.

Добијени резултати ће бити применљиви у производним условима и омогућиће поновљивост поступка.

Закључак и предлог

На основу анализе пријаве докторске дисертације Александра Живковића, бр. 208/1 од 9.2.2010., Комисија за оцену испуњености услова кандидата и научне заснованости теме докторске дисертације закључила је да је предложена тема адекватна за израду докторске

дисертације као и да кандидат испуњава законске и друге услове за рад на докторској дисертацији, тако да предлаже Наставно-научном већу Машинског факултета Универзитета у Београду да кандидату **Александру Живковићу, дипл. инг.** одобри израду докторске дисертације са темом: **Утицај геометрије алата за поступак заваривања трењем помоћу алата на својства завареног споја легуре Al 2024**, из научне области: Машински материјали – Заваривање материјала.

За ментора рада, на овој докторској дисертацији, предлаже се проф. др Александар Седмак, редовни професор Машинског факултета у Београду.

ЧЛАНОВИ КОМИСИЈЕ

1. Проф. др, Александар Седмак
Машински факултет у Београду
2. Проф.др. Војкан Лучанин
Машински факултет у Београду
3. Проф. др Ненад Радовић
Технолошко-металуршки факултет у Београду

Додатак уз образац 1.

ПОДАЦИ О МЕНТОРУ

Име и презиме: Александар С. Седмак

Звање: редовни професор

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

1. Rakin, M., Gubeljak, N., Dobrojević, M., **Sedmak, A.**: *Modelling of ductile fracture initiation in strength mismatched welded joint*, Engineering Fracture Mechanics 75 (11), pp. 3499-3510, 2008. **IF=1.319 ISSN 0013-7944**
2. Milović, L., Vuherer, T., Zrilić, M., **Sedmak, A.**, Putić, S.: *Study of the simulated heat affected zone of creep resistant 9-12% advanced chromium steel*, Materials and Manufacturing Processes 23 (6), pp. 597-602, 2008.
IF= 0.706 ISSN 1042-6914
3. Vojvodic Tuma, J., **Sedmak, A.**: *Analysis of the unstable fracture behaviour of a high strength low alloy steel weldment*, Engineering Fracture Mechanics, 71 (9-10), pp. 1435-1451., 2004. **IF=1.319 ISSN 0013-7944**
4. Rakin, M., Cvijovic, Z., Grabulov, V., Putic, S., **Sedmak, A.**: *Prediction of ductile fracture initiation using micromechanical analysis*, Engineering Fracture Mechanics, 71 (4-6), pp. 813-827., 2004. **IF=1.319 ISSN 0013-7944**
5. Shaji, E.M., Kalidindi, S.R., Doherty, R.D., **Sedmak, A.S.**: *Plane strain fracture toughness of MP35N in aged and unaged conditions measured using modified CT specimens*, Materials Science and Engineering A, 340 (1-2), pp. 163-169. 2003. **IF=1.347 ISSN 0921-5093**

(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
