

Факултет Машински

УНИВЕРЗИТЕТ У БЕОГРАДУ

Веће научних области техничких наука
(Назив стручног већа коме се захтев упућује, сагласно

члану 6. и чл. 7 став 1. овог правилника)

98/2

(Број захтева)
12.01.2012. године
(Датум)

З А Х Т Е В

за давање сагласности на реферат о урађеној докторској дисертацији

Молимо да, сходно члану 46. ст. 5 тач. 4. Статута Универзитета у Београду („Гласник Универзитета“, број 131/06)“, дате сагласност на реферат о урађеној докторској дисертацији кандидата:

АЛЕКСАНДРА (ГОЈКО) БУКВИЋА

(име, име једног од родитеља и презиме)

КАНДИДАТ **АЛЕКСАНДАР (ГОЈКО) БУКВИЋ**

(име, име једног од родитеља и презиме)

Пријавио је докторску дисертацију под називом:

ИСТРАЖИВАЊЕ УТИЦАЈА ДОДАТНИХ МАТЕРИЈАЛА КОД ФЕРИТНО-АУСТЕНИТНИХ ЗАВАРЕНИХ СПОЈЕВА У ЦИЉУ ОПТИМИЗАЦИЈЕ КОНСТРУКЦИЈЕ

Универзитет је дана 13.03.2009. год. својим актом под бр 612-25/19/09 дао сагласност на предлог теме докторске дисертације која је гласила:

ИСТРАЖИВАЊЕ УТИЦАЈА ДОДАТНИХ МАТЕРИЈАЛА КОД ФЕРИТНО-АУСТЕНИТНИХ ЗАВАРЕНИХ СПОЈЕВА У ЦИЉУ ОПТИМИЗАЦИЈЕ КОНСТРУКЦИЈЕ

Комисија за оцену и одбрану докторске дисертације кандидата: **АЛЕКСАНДРА (ГОЈКО) БУКВИЋА**

(име, име једног од родитеља и презиме)

Образована је на седници одржаној 07.07.2011. године, одлуком факултета под бр 2123/2, у саставу:

Име и презиме члана комисије	звање	научна област	установа у којој је запослен
1. Др Радица Прокић- Цветковић	Редовни професор	Технологија мат.- Маш.матер и заваривање	Машински факултет Београд
2. Др Анђелка Милосављевић	Редовни професор	Технологија мат.- Маш.матер и заваривање	Машински факултет Београд
3. Др Оливера Поповић	Доцент	Технологија мат.- Маш.матер и заваривање	Машински факултет Београд
4. Др Венцислав Грабулов	Научни саветник	Механика лома и заваривање	ИМС Институт Београд
5. Др Зијад Бурзић	Научни саветник	Материјали и механика лома	ВТИ Београд

Наставно-научно веће факултета прихватило је извештај Комисије за оцену и одбрану докторске дисертације на седници одржаној дана 12.01.2012. године.

ДЕКАН
МАШИНСКОГ ФАКУЛТЕТА

Проф.др Милорад Милованчевић

Прилог: 1. Извештај комисије са предлогом.
2. Акт Наставно-научног већа факултета о усвајању извештаја.
3. Примедбе дате у току стављања извештаја на увид јавности, уколико је таквих примедби било.

УНИВЕРЗИТЕТ У БЕОГРАДУ

- МАШИНСКИ ФАКУЛТЕТ –

Број: 98/1

Датум: 12.01.2012. године

Београд, Краљице Марије 16

На основу чл. 128. Закона о високом образовању и извештаја Комисије у саставу: проф.др Радица Прокић-Цветковић, ментор, проф.др Анђелка Милосављевић, доц.др Оливера Поповић, др Венцислав Грабулов, научни саветник, ИМС Институт Београд, др Зијах Бурзић, научни саветник, Војно технички институт Београд о оцени докторске дисертације „Истраживање утицаја додатних материјала код феритно-аустенитних заварених спојева у циљу оптимизације конструкције“ докторанта мр Александра Буквића, дипл.инж.маш., Наставно-научно веће Машинског факултета на седници одржаној 12.01.2012. године, донело је следећу

ОДЛУКУ

Усваја се извештај за оцену и одбрану докторске дисертације **„ИСТРАЖИВАЊЕ УТИЦАЈА ДОДАТНИХ МАТЕРИЈАЛА КОД ФЕРИТНО-АУСТЕНИТНИХ ЗАВАРЕНИХ СПОЈЕВА У ЦИЉУ ОПТИМИЗАЦИЈЕ КОНСТРУКЦИЈЕ“** докторанта **МР АЛЕКСАНДРА БУКВИЋА**, дипл.инж.маш.

Одобрава се одбрана докторске дисертације, пошто је докторска дисертација са извештајем Комисије за оцену и одбрану била стављена на увид јавности у трајању од 30 дана, па како је после свих разматрања на ННВ М.Ф. на крају извештај Комисије коначно усвојен, доставља се Већу научних области техничких наука Универзитета у Београду да да сагласност на извештај о урађеној докторској дисертацији.

Одлуку доставити: Већу научних области техничких наука Универзитета у Београду, докторанту, ментору и архиви факултета.

ДЕКАН
МАШИНСКОГ ФАКУЛТЕТА

Проф.др Милорад Милованчевић

НАСТАВНО НАУЧНОМ ВЕЋУ МАШИНСКОГ ФАКУЛТЕТА УНИВЕРЗИТЕТА У БЕОГРАДУ

Предмет: Извештај Комисије за оцену и одбрану докторске дисертације кандидата
мр *Александра Буквића*, дипл. инж. машинства

Одлуком Наставно–научног већа Машинског факултета Универзитета у Београду бр. 2123/2 од 07.07.2011. године, именовани смо за чланове Комисије за оцену и одбрану докторске дисертације кандидата мр Александра Буквића, дипл. инж. машинства, под називом: „ИСТРАЖИВАЊЕ УТИЦАЈА ДОДАТНИХ МАТЕРИЈАЛА КОД ФЕРИТНО–АУСТЕНИТНИХ ЗАВАРЕНИХ СПОЈЕВА У ЦИЉУ ОПТИМИЗАЦИЈЕ КОНСТРУКЦИЈЕ“, о чему подносимо следећи

ИЗВЕШТАЈ

1. Увод

1.1. Наслов и обим дисертације

Докторска дисертација кандидата мр Александра Буквића, дипл. инж. машинства, под називом: „ИСТРАЖИВАЊЕ УТИЦАЈА ДОДАТНИХ МАТЕРИЈАЛА КОД ФЕРИТНО–АУСТЕНИТНИХ ЗАВАРЕНИХ СПОЈЕВА У ЦИЉУ ОПТИМИЗАЦИЈЕ КОНСТРУКЦИЈЕ“ је изложена на 142 стране и садржи десет поглавља.

1.2. Хронологија одобравања израде дисертације

Кандидат мр Александар Буквић, дипл. инж. машинства, пријавио је израду докторске дисертације 14.11.2008., под бројем 1221/1 Катедри за технологију материјала Машинског факултета у Београду. Кандидат је за ментора предложио проф. др Радицу Прокић–Цветковић. Извештај о испуњености услова и научној заснованости теме докторске дисертације бр. 1221/2 од 16.12.2008. године усвојен је на седници ННВ од 25.12.2008. године.

Комисија у саставу: проф.др Радица Прокић–Цветковић, проф.др Александар Седмак, проф. др Анђелка Милосављевић, др Зијах Бурзић, научни саветник и др Венцислав Грабулов, виши научни сарадник, је поднела извештај у коме предлаже Наставно–научном већу Машинског факултета у Београду да одобри тему докторске дисертације под радним називом „ИСТРАЖИВАЊЕ УТИЦАЈА ДОДАТНИХ МАТЕРИЈАЛА КОД ФЕРИТНО–АУСТЕНИТНИХ ЗАВАРЕНИХ СПОЈЕВА У ЦИЉУ ОПТИМИЗАЦИЈЕ КОНСТРУКЦИЈЕ“, наводећи да је предложена тема адекватна за израду докторске дисертације, као и да кандидат испуњава све законске и истраживачке квалификације за рад на дисертацији. У вези са захтевом докторанта мр Александра Буквића, дипл. инж. машинства да се одобри израда докторске дисертације, одлуке Наставно–научног већа Машинског факултета о испуњености услова кандидата за израду докторске дисертације и о именовању ментора, а на основу сагласности Већа научних

области техничких наука Универзитета у Београду од 13.03.2009. године бр. 612-25/19/09, , донета је коначна одлука, којом се одобрава рад на теми докторске дисертације „ИСТРАЖИВАЊЕ УТИЦАЈА ДОДАТНИХ МАТЕРИЈАЛА КОД ФЕРИТНО–АУСТЕНИТНИХ ЗАВАРЕНИХ СПОЈЕВА У ЦИЉУ ОПТИМИЗАЦИЈЕ КОНСТРУКЦИЈЕ“, под менторством проф. др Радице Прокић–Цветковић.

О завршетку докторске дисертације „ИСТРАЖИВАЊЕ УТИЦАЈА ДОДАТНИХ МАТЕРИЈАЛА КОД ФЕРИТНО–АУСТЕНИТНИХ ЗАВАРЕНИХ СПОЈЕВА У ЦИЉУ ОПТИМИЗАЦИЈЕ КОНСТРУКЦИЈЕ“, ментор проф. др Радица Прокић–Цветковић обавестила је Катедру за технологију материјала, као и Наставно–научно веће Машинског факултета у Београду. Предложена је Комисија за оцену и одбрану рада у саставу: проф.др Радица Прокић–Цветковић, проф. др Анђелка Милосављевић, доц. др Оливера Поповић, др Венцислав Грабулов, научни саветник и др Зијаж Бурзић, научни саветник.

На основу наведеног дописа Наставно–научно веће је на седници од 07.07.2011. године једногласно усвојило обавештење о завршетку дисертације кандидата мр Александра Буквића, дипл. инж. машинства, под називом: „ИСТРАЖИВАЊЕ УТИЦАЈА ДОДАТНИХ МАТЕРИЈАЛА КОД ФЕРИТНО–АУСТЕНИТНИХ ЗАВАРЕНИХ СПОЈЕВА У ЦИЉУ ОПТИМИЗАЦИЈЕ КОНСТРУКЦИЈЕ“ и усвојило предлог Комисије за оцену и одбрану докторске дисертације.

1.3. Место дисертације у одговарајућој научној области

Докторска дисертација „ИСТРАЖИВАЊЕ УТИЦАЈА ДОДАТНИХ МАТЕРИЈАЛА КОД ФЕРИТНО–АУСТЕНИТНИХ ЗАВАРЕНИХ СПОЈЕВА У ЦИЉУ ОПТИМИЗАЦИЈЕ КОНСТРУКЦИЈЕ“ припада области техничких наука, машинство, ужој научној области Машински материјали – Заваривање и Механика лома.

1.4. Биографски подаци о кандидату

Мр Александар Буквић, дипл. инж. машинства, рођен је 26. 04. 1968. у Сомбору. Након завршетка основне и средње школе уписао је Војно–техничку академију 1987. године у Загребу (Р. Хрватска). Дипломирао је 1992. године на Катедри за моторе СУС ВТА КоВ ЈНА, код ментора проф. др Јована Коцопељића.

По завршетку студија почео да ради у техничким јединицама војске ЈНА, ЈА, ВСЦГ и ВС. 1997. године уписује специјалистичке постдипломске студије на Машинском факултету у Београду, а специјалистички рад је одбранио 2000. године под називом „АСПЕКТИ ПРИМЕНЕ АЛТЕРНАТИВНИХ ГОРИВА КОД МОТОРА СУС“, код ментора проф. др. Стојана Петровића. 2002. године уписује магистарске постдипломске студије на Машинском факултету у Београду, а магистарску тезу под називом „АСПЕКТИ ПРИМЕНЕ БИОДИЗЕЛА РМЕ И АНАЛИЗА ИНДИКАТОРСКИХ ДИЈАГРАМА ДИЗЕЛ–МОТОРА С–44 СА ДИРЕКТНИМ УБРИЗГАВАЊЕМ ДИЗЕЛА Д–2, БИОДИЗЕЛА РМЕ И ЊИХОВИХ МЕШАВИНА“ одбранио је 2006. године, код ментора проф. др. Стојана Петровића.

2. Опис дисертације

2.1. Структура и садржај дисертације

Докторска дисертација кандидата мр Александра Буквића, дипл. инж. машинства, под називом: „ИСТРАЖИВАЊЕ УТИЦАЈА ДОДАТНИХ МАТЕРИЈАЛА КОД ФЕРИТНО–АУСТЕНИТНИХ ЗАВАРЕНИХ СПОЈЕВА У ЦИЉУ ОПТИМИЗАЦИЈЕ КОНСТРУКЦИЈЕ“ је изложена на 142 страна и садржи десет поглавља.

Текст је илустрован са 92 слике и дијаграма, као и 38 табела. У попису коришћене литературе кандидат је навео 107 литературних навода. Дисертација садржи десет поглавља:

1. Увод
2. Избор основног материјала

3. Карактеристике и заваривање високолегираних челика
4. Карактеристике и заваривање микролегираних челика
5. Заваривање разнородних материјала
6. Експериментални део
7. Резултати испитивања
8. Дискусија
9. Закључак
10. Литература

2.2. Кратак приказ појединачних поглавља

У *првом поглављу* (Увод) истакнут је предмет докторске дисертације, тј. анализа утицаја врсте додатног материјала на својства феритно–аустенитног завареног споја. Дат је приказ технологије заваривања којом се директно утиче на квалитет заварених спојева, интегритет конструкција, а самим тим и на дужи радни век конструкције. Због све критичнијих радних услова заварених конструкција, првенствено при раду на сниженим температурама, намећу се све строжији захтеви по питању квалитета метал шавова, нарочито када је у питању нискотемпературна жилавост. Представљен је значај раздвајања укупне енергије лома на енергију настанка прслине и енергију ширења прслине за практичну примену заварених спојева. Укратко су дате и друге методе експерименталних истраживања које је могуће применити у оцени квалитета завареног споја.

У *другом поглављу* (Избор основног материјала) приказан је начин избора основног материјала. Од избора основног материјала у великој мери зависи успех израде заварене конструкције. Правилан избор поступка заваривања директно утиче на механичка и друга својства основног материјала у зони заваривања као и завареног споја у целини. При избору поступка тежи се да основни материјал мора остварити тражена својства после заваривања ослањајући се на добру заварљивост и економичност. У овом поглављу обрађује се и појам заварљивости основног материјала који мора да испуни тражене захтеве и радне услове. Појашњавају се појмови експерименталне и аналитичке оцене заварљивости. Акценат се даје на приказу искуствених формула заснованих на тзв. „еквиваленту угљеника“.

У *трећем поглављу* (Карактеристике и заваривање високолегираних челика) дате су опште карактеристике високолегираног челика. Акценат у овом раду дат је на аустенитне нерђајуће челике. То су челици који садрже мање од 0,1 %C, од 16,0 до 25,0 %Cr и 7,0 до 20,0 %Ni. Потом се наглашава њихова добра заварљивост и штетне фазе које настају у процесу заваривања ових челика. Наводе се механизми отпорности излучивању штетних фаза код ових челика.

У *четвртном поглављу* (Карактеристике и заваривање микролегираних челика) обрађени су микролегирани челици са акцентом на феритне и феритно–перлитне микролегиране челике. Дате су њихове опште карактеристике и способност добре заварљивости. Објашњена је структура и својства микролегираних челика. Пред крај поглавља описан је микролегирани челик НИОМОЛ 490К са карактеристикама које се могу очекивати његовом употребом, како то препоручује произвођач. У трећем делу овог поглавља дата је заварљивост микролегираног феритног челика са ТТТ–дијаграмом да би се лакше закључило на основу познатих вредности температуре $T_{8/5}$ каква ће структура настати и тврдоћа при хлађењу завареног споја. На крају овог поглавља дат је осврт на механизме отпорности према корозији, издвајању штетних фаза и појави прслина код микролегираних челика.

У *петом поглављу* (Заваривање разнородних материјала) обрађује се теоријски приступ заваривању разнородних материјала и неки примери који су до сада имали успеха у овим спојевима. Поред теоријских претпоставки из литературе о саставу метал шавова

наведени су и важни проблеми који се могу јавити при заваривању разнородних материјала. Примена Шефлеровог дијаграма при заваривању разнородних материјала дата је у овом поглављу као и одређивање метал шави при оваквим разнородним спојевима. На крају поглавља разматра се теоретски приступ механици лома као дисциплини у којој је неизбежно повезивање теоријских разматрања са експерименталним резултатима, са једне, и са појавом ломова и хаварија у експлоатацији конструкција, са друге стране.

У *шестом* поглављу (Експериментални део) представљен је ток експерименталних истраживања и примењене методе испитивања завареног споја. Приказане слике микроструктура основних материјала, хемијска и механичка својства основних и додатних материјала. Дефинисани су параметри изабране технологије заваривања. Наведена су хемијска својства примењених заштитних гасова и гасних мешавина при заваривању. Облик жлеба је изабран у односу на дебљину лима у складу са одговарајућим стандардима. Детаљно је описан избор параметара заваривања и хемијског састава заштитног гаса који даје слику са каквим материјалима ће се изводити експериментални део рада. На крају овог поглавља дата је технологија заваривања са количинама унете топлоте по завареној плочи и шематски изглед полагања додатног материјала по пролазима током заваривања за сваку заварену плочу.

У *седмом поглављу* (Резултати испитивања) дати су резултати испитивања. На самом почетку дати су резултати испитивања без разарања. Коришћена је метода радиографског прозиравања γ -зрацима. Потом су приказани резултати метода испитивања са разарањем. Тврдоћа је испитивана по Викерсовој методи од 10 daN. Након тих испитивања приступило се одређивању затезних карактеристика метал шави и споја у целини. Код дела који обрађује затезне карактеристике споја у целини дати су: напони у карактеристичним тачкама дијаграма σ - ϵ за епрувете које су подвргнуте затезању, промене контракција попречног пресека епрувета и шематски изглед епрувета након кидања.

После овог испитивања приступило се испитивању ударне живавости на инструментираном Шарпи клатну. Ова испитивања су изведена на епруветама из основног материјала и епруветама са зарезом у метал шаву и ЗУТ са стране микролегираног челика. Температуре испитивања су биле +20 °C, -40 °C и -60 °C. Код свих испитивања дата је укупна енергија удара, а одвојено су дате енергије стварања и раста прслине. На крају ових испитивања дати су упоредни прикази укупних енергија потребних за лом епрувета за све узорке у зависности од температуре на којој су испитивани.

Следећи део овог поглавља даје резултате живавости лома при равној деформацији. Испитивање је извршено на епруветама са прслином која показује локално понашање материјала око врха прслине и полази од претпоставке да је материјал око прслине довољно хомоген. То значи да се резултати локалног понашања могу третирати глобално, односно да се могу непосредно пренети на одговарајућу конструкцију. Овде су такође испитиване две групе епрувета: епрувете са врхом заморне прслине у метал шаву и епрувете са врхом заморне прслине у ЗУТ са стране микролегираног челика. Циљ овога експеримента је одређивање критичне вредности J интеграла, J_{IC} , а поступак испитивања се огледа у добијању R -криве, односно J - Δa криве, која се састоји од вредности J интеграла за равномерне прираштаје прслине Δa . Овде су одређене вредности критичног фактора интензитета напона K_{IC} и критичне дужине прслине a_c .

Пред крај овог поглавља дато је испитивање одређивања параметара раста заморне прслине. Анализа стања напона и деформација на врху растуће заморне прслине поступцима линеарно-еластичне механике лома (ЛЕМЛ) довела је до формулисања Парисове једначине за све метале и легуре. Она доводи у везу брзину раста заморне

прслине са опсегом фактора интензитета напона на врху прслине. Примена ове једначине је нарочито плодносна у подручју замора конструкција израђених од материјала повишене и високе чврстоће. Стога је на свакој епрувети иницирана заморна прслина. Испитивање је изведено на собној температури у циљу одређивања брзине раста заморне прслине da/dN и прага замора ΔK_{th} на стандардним Шарпи епруветама. Примењена је метода савијања епрувете у три тачке на резонантном високофреквентном пулзатору. Испитиване су две група епрувета у зависности од места врха прслине: епрувете са врхом прслине у метал шаву и епрувете са врхом прслине у ЗУТ са стране микролегираног челика. У зависности од примењеног променљивог оптерећења исказаног кроз промену опсега фактора интензитета напона, ΔK , цртају се криве $\log(da/dN) - \log(\Delta K)$. Утицај хетерогености структуре односно места постављања зареза и иницијације прслине, као и експлоатациони услови, имају одлучујући утицај на вредности прага замора ΔK_{th} . На крају овог поглавља дата су макроструктурна и микроструктурна испитивања.

У *осмом поглављу* (Дискусија) разматрани су добијени експериментални резултати. Детаљно је анализиран утицај параметара заваривања на механичка и ударна својства основних материјала, метал шави и споја у целини феритно–аустенитних материјала. Детаљно су разматрани резултати укупне енергије потребне за лом епрувете, енергије стварања и енергије ширења прслине, за различите температуре испитивања. Дискутовано и анализирано је понашање завареног споја у присуству грешке типа прслине у условима динамичког деловања силе. Такође су дискутовани резултати микроструктурних испитивања. Изведено је поређење израчунатих вредности брзине раста заморне прслине завареног споја у односу на примењену заштитну атмосферу и утврђена њихова веза са експериментално варираним параметрима.

У *деветом поглављу* (Закључак) изведени су закључци на основу добијених и анализираних експерименталних резултата и дат је предлог даљих истраживања.

У *десетом поглављу* наведена је коришћена литература.

3. Оцена дисертације

3.1. Савременост, оригиналност и значај

Докторска дисертација „ИСТРАЖИВАЊЕ УТИЦАЈА ДОДАТНИХ МАТЕРИЈАЛА КОД ФЕРИТНО–АУСТЕНИТНИХ ЗАВАРЕНИХ СПОЈЕВА У ЦИЉУ ОПТИМИЗАЦИЈЕ КОНСТРУКЦИЈЕ“ представља савремен, оригиналан и значајан допринос разматраној проблематици. Значај ових истраживања огледа се кроз актуелност теме која третира проблематику заваривања разнородних материјала. Савременост истраживања потврђују примењене технологије заваривања и актуелност примењених метода испитивања квалитета завареног споја, што се посебно односи на одређивање понашања завареног споја у условима динамичког оптерећења и оцену параметара раста заморне прслине. Оригиналност се огледа у приступу решавања проблема и добијању резултата који су, у радовима, публиковани и саопштени на научним и стручним скуповима.

3.2. Осврт на референтну и коришћену литературу

У докторској дисертацији коришћена је обимна литература из области Заваривања и Механике лома, са акцентом на проблеме заваривања феритно–аустенитних материјала. Ова литература је кандидату послужила као полазна основа за приказ постојећег стања у овој области, везано за проблематику која се тиче докторске дисертације. Коришћена литература представља избор савремене и актуелне литературе на енглеском, руском, шпанском, немачком, словеначком и српском језику, као и одређени број домаћих и

страних стандарда, а уједно указује и на могућности даљег проширења научног сазнања у датој области.

3.3. Анализа примењених научних метода и њихова адекватност за спроведено истраживање

Истраживање се заснива на унапређењу технологије заваривања високолегираних аустенитних и микрелегираних феритних и феритно–перлитних челика различитим додатним материјалима. Примењене су теоријске и експерименталне методе које су се заснивале на прикупљању и проучавању података о заварљивости феритно–аустенитних челика различитим додатним материјалима уз дефинисање основних параметара заваривања, уз накнадна механичка и металографска испитивања и испитивања без разарања. Резултати испитивања брзине раста заморне прслине и раздвајање енергије удара на енергију стварања и раста прслине, добијени стандардним методама испитивања, у оквиру израде ове дисертације, су публиковани на међународним конференцијама и у научним часописима.

3.4. Оцена примењивости и верификације остварених резултата

Остварени резултати се могу директно применити у пракси, јер су на основу урађених испитивања, одређени параметри који дају потпуну оцену квалитета феритно–аустенитног завареног споја у условима деловања статичког и динамичког оптерећења на собној и сниженим температурама. Развијена технологија заваривања са сигурношћу се може користити у пракси за израду феритно–аустенитних заварених конструкција.

3.5. Оцена способности кандидата за самостални научни рад

Кандидат је током израде ове дисертације показао да је у стању да самостално решава инжењерске и научне проблеме и да успешно влада научним и истраживачким методама, што представља одличну основу за даља достигнућа у науци.

4. Остварен научни допринос

4.1. Приказ оствареног научног доприноса

Полазећи од основног научног циља дисертације, по којем је било потребно успоставити везу између параметара заваривања феритног и аустенитног челика са различитим додатним материјалима, микроструктуре и својстава добијених заварених спојева, остварени научни допринос огледа се у следећем:

- Утврђено је да највећи утицај на својства завареног феритно-аустенитног споја има избор врсте додатног материјала као и унета количина топлоте која директно утиче на степен мешања. У овој тези је одабран додатни материјал и одређени параметри заваривања који дају најбоља својства;
- Доказано је да се применом одговарајућег додатног материјала добија повољнија структура завареног споја, чиме се директно утиче на боља механичка својства, сигурност, као и на дужи радни век и економичност израде завареног споја, а самим тим и читавих конструкција;
- Дат је прилог дефинисању параметара заваривања при заваривању микрелегираног феритног и аустенитног челика, укључујући најповољнији састав додатног материјала као и унуту количину топлоте којима се остварује најбољи квалитет феритно-аустенитног завареног споја.

На основу свих презентованих експерименталних резултата, као и теоријских истраживања, дефинисани су основни параметри заваривања који треба да омогуће већу сигурност и поузданост заварених конструкција од микрелегираног феритног, феритно–перлитног и високолегираног аустенитног челика. Коначан резултат ових

истраживања треба да буде уштеда у маси уграђеног материјала, смањење трошкова израде, те значајно смањење опасности од појаве лома.

4.2. Критичка анализа резултата истраживања

Сагледавањем постојећег стања, циљева истраживања и добијених резултата, можемо констатовати да су разрешена сва битна питања и дилеме који су се наметнули у току истраживања. Имајући у виду значај феритно–аустенитних заварених спојева на којима су спроведена истраживања, ова докторска дисертација представља важан корак у даљем истраживачком раду у погледу потпуног освајања технологија заваривања. Очекује се имплементација ове дисертације у различитим гранама индустрије где се користе феритни и аустенитни челици као конструкциони материјал у циљу смањења трошкова израде, продужетка радног века и повећања експлоатацијске сигурности.

4.3. Очекивана примена резултата у пракси

Примена резултата који су добијени у овој докторској дисертацији отвара нове перспективе у пројектовању нових конструкција намењених за рад на сниженим температурама. У досадашњој пракси у нашој земљи, феритно–аустенитни заварени спојеви су заваривани искључиво високолегираним додатним материјалима. Међутим, показано је да постоје оправдани разлози за примену и других додатних материјала у зависности од врсте употребе конструкције, чиме се значајно повећава квалитет завареног споја. С обзиром на све ширу примену ових заварених спојева као конструкционог материјала у различитим гранама индустрије као на пример: енергетици, хемијској, прехранбеној и процесној индустрији, железници, бродоградњи посебно је значајно што је у раду доказана могућност смањења грешака у завареном споју што директно утиче на повећање експлоатацијске сигурности конструкција.

Имајући у виду да су овом докторском дисертацијом обухваћени релевантни параметри који директно утичу на квалитет заварених спојева израђених од ових материјала, може се очекивати њена већа примена у пракси и имплементација у домаћој индустрији. С обзиром на технологије заваривања које се примењују у свету, може се очекивати да се део резултата из овог истраживања након објављивања, може технолошки верификовати и применити и ван граница наше земље.

4.4. Верификовани научни доприноси

Научни допринос докторске дисертације је верификован радовима објављеним у часописима и саопштеним на конференцијама током вишегодишњег истраживања:

M23 Рад у међународном часопису

1. O.Popović, R.Prokić-Cvetković, A.Sedmak, G.Buyukyildirim, A.Bukvić, *The influence of buffer layer on the properties of surface welded joint of high-carbon steel*, Materials and technology 45(6)(2011) 579-584

ISSN: 1580-2949 Impact factor: 0.312 (2010)

2. A.Bukvić, R.Prokić-Cvetković, O.Popović, R.Jovičić, M. Burzić, Z. Burzić, *Influence of Welding Technology on the Impact Behaviour of Ferritic-Austenitic Welding Joint*, Tehnički vijesnik, (очекује се објављивање).

M33 Саопштење са међународног скупа штампано у целини

1. R.Jovičić, O.Popović, A.Bukvić, D.Jovičić, M.Pilipović, I.Najvirt, *Effect of basic material on tensile properties austenitic-ferritic welded joints*, 43rd October conference on Mining and Metallurgy, Kladovo (Serbia), October 12-15, 2011, pp.598-601.

2. R. Jovičić, A. Sedmak, O. Popović, S. Tadić, A. Bukvić, K. Jovičić, *Influence of tensile flow aspects on the fracture of austenite-ferrite welding joints*, Proceedings of the 15th International Research/Expert Conference «Trends in the development of machinery and associated technology TMT 2011», Prague, Czech Republic, 12-18 September, 2011, pp.709-712.
3. R. Jovičić, A. Sedmak, A. Bukvić, O. Popović, R. Prokić-Cvetković, *Tensile Properties of Ferrite-Austenitic Welded Joint*, Proceedings of the 14th International Research/Expert Conference «Trends in the development of machinery and associated technology TMT 2010», Mediterranean Cruise, 11-18 September, 2010, pp.65-68.
4. A. Bukvić, *Reducing greenhouse gas emissions by using alternative fuels* - SYM-OP-IS 2003, Herceg Novi, pp.116-121.

M52 Рад у часопису националног значаја

1. А. Буквић, *Примена природног гаса код дизел-мотора* - „Војнотехнички гласник“ бр. 02, 2003, стр. 188-202.
2. А. Буквић, *Моделирање струјно-термодинамичких процеса у дизел-мотору* - „Војнотехнички гласник“ бр. 02, 2005, стр. 216-223.
3. А. Буквић, *Индикаторски показатељи рада дизел-мотора са употребом дизел горива Д-2 и биодизела РМЕ* - „Војнотехнички гласник“ бр. 01, 2007, стр. 424-435.
4. А. Буквић, *Смањења емисије издувних гасова употребом алтернативних горива* - „Војнотехнички гласник“ бр. 03, 2007, стр. 19-29.

Магистарски рад

1. „Аспекти примене биодизела РМЕ и анализа индикаторских дијаграма дизел-мотора С-44 са директним убризгавањем дизела Д-2, биодизела РМЕ и њихових мешавина“ – Магистарски рад, Машински факултет у Београду, 2006. године

Специјалистички рад

1. *Аспекти примене алтернативних горива код дизел-мотора* - Специјалистички рад, Машински факултет у Београду, 2000. године

5. Закључак и предлог

Докторска дисертација под називом „ИСТРАЖИВАЊЕ УТИЦАЈА ДОДАТНИХ МАТЕРИЈАЛА КОД ФЕРИТНО–АУСТЕНИТНИХ ЗАВАРЕНИХ СПОЈЕВА У ЦИЉУ ОПТИМИЗАЦИЈЕ КОНСТРУКЦИЈЕ“ кандидата мр Александра Буквића, дипл. инж. машинства, представља савремен и оригиналан научни допринос кроз свеобухватно сагледавање проблематике израде феритно–аустенитних заварених конструкција. На основу онога што је приказано у докторској дисертацији и чињеници да је анализирана проблематика веома актуелна у научној јавности, са задовољством се констатује да је кандидат мр Александар Буквић, дипл. инж. машинства, успешно завршио докторску дисертацију у складу са предвиђеним предметом и постављеним циљевима докторске дисертације.

На основу прегледа докторске дисертације од стране Комисије за оцену и одбрану докторске дисертације под називом „ИСТРАЖИВАЊЕ УТИЦАЈА ДОДАТНИХ МАТЕРИЈАЛА КОД ФЕРИТНО–АУСТЕНИТНИХ ЗАВАРЕНИХ СПОЈЕВА У ЦИЉУ ОПТИМИЗАЦИЈЕ КОНСТРУКЦИЈЕ“ кандидата мр Александра Буквића, дипл. инж. машинства, Комисија за оцену и одбрану са задовољством констатује да је урађена докторска дисертација написана према свим стандардима у научно истраживачком раду, као и да испуњава све услове предвиђене Законом о високом образовању, стандардима и Статутом Машинског факултета у Београду. Комисија предлаже Наставно–научном већу Машинског факултета у Београду да овај Извештај прихвати, дисертацију стави на увид јавности, и упути извештај на коначно усвајање Већу научних области техничких наука Универзитета у Београду, а да се након тога кандидат позове на јавну одбрану.

У Београду 27.12.2011. год.

Чланови Комисије за оцену и одбрану:

др Радица Прокић-Цветковић, ментор
ред. проф. Машинског факултета у Београду

др Анђелка Милосављевић,
ред. проф. Машинског факултета у Београду

др Оливера Поповић,
доцент Машинског факултета у Београду

др Венцислав Грабулов,
научни саветник, ИМС Институт, Београд

др Зијах Бурзић,
научни саветник, Војно технички институт, Београд

УНИВЕРЗИТЕТ У БЕОГРАДУ
- МАШИНСКИ ФАКУЛТЕТ –
Број:98/3
Датум:01.02.2012.
Београд, Краљице Марије бр. 16

На основу члана 128. Закона о високом образовању и члана 12.2 Статута Машинског факултета, Наставно-научно веће на седници одржаној 12.01.2012. године, донело је

ОДЛУКУ

I Прихвата се извештај о позитивној оцени урађене докторске дисертације коју је поднео мр АЛЕКСАНДАР БУКВИЋ и одобрава јавна одбрана дисертације по добијању сагласности од Универзитета, под насловом: „ИСТРАЖИВАЊЕ УТИЦАЈА ДОДАТНИХ МАТЕРИЈАЛА КОД ФЕРИТНО-АУСТЕНИТНИХ ЗАВАРЕНИХ СПОЈЕВА У ЦИЉУ ОПТИМИЗАЦИЈЕ КОНСТРУКЦИЈЕ“

II Универзитет је дана 13.03.2009. године, својим актом број 612-25/19/09 дао сагласност на предлог теме докторске дисертације кандидата.

III Радови кандидата у часопису међународног значаја:

1. O.Popović, R.Prokić-Cvetković, A.Sedmak, G.Buyukyildirim, A.Bukvić, *The influence of buffer layer on the properties of surface welded joint of high-carbon steel*, Materials and technology 45(6)(2011) 579-584
ISSN: 1580-2949 Impact factor: 0.312 (2010)

Одлуку доставити: кандидату, ментору, Катедри за технологију материјала и архиви факултета.

ДЕКАН
МАШИНСКОГ ФАКУЛТЕТА

Проф.др Милорад Милованчевић