

НАСТАВНО-НАУЧНОМ ВИЈЕЋУ

Предмет: Извјештај Комисије о прегледу и оцјени урађене докторске дисертације кандидата мр Драгослава Добраша

Одлуком Наставно-научног вијећа Машинског факултета у Бањалуци број 16/3.137/12 од 09.02.2012. године, именовани смо за чланове Комисије за преглед и оцјену докторске дисертације мр Драгослава Добраша, дипл. инж. маш., под називом: „Истраживање утицаја попречног нагиба горионика код савремених метода МАГ заваривања“.

Комисија у саставу:

1. **др Алекдса Благојевић**, редовни професор - у пензији, ужа научна област: Конструкциони материјали, Машински факултет у Бањалуци,
2. **др Сеад Пашић**, редовни професор, ужа научна област: Технологија спајања материјала, Машински факултет у Мостару,
3. **др Ранко Зрилић**, редовни професор, ужа научна област: Конструкциони материјали, Машински факултет у Бањалуци,

након прегледа и анализе достављене докторске дисертације, сагласно Закону о Универзитету и Статуту Машинског факултета Универзитета у Бањалуци, о својим запажањима и оцјени овог рада подноси Наставно-научном вијећу Машинског факултета у Бањалуци сљедећи

ИЗВЈЕШТАЈ о прегледу и оцјени докторске дисертације

ОПШТИ ПОДАЦИ О ДОКТОРСКОЈ ДИСЕРТАЦИЈИ

Докторска дисертација кандидата мр Драгослава Добраша написана је латиничним писмом (фонт: Arial, величина: 11, проред: 1), штампана на А4 формату и укоричена тврдим повезом. Дисертација се састоји од: 18 страна предговора и садржаја, 130 страна рада и 50 страна прилога. Рад је јасно и прегледно илустрован са 100 слика и 39 табела које прате текст. Дата су и четири прилога чији је садржај саставни дио дисертације. У попису кориштене литературе наведене су 103 библиографске јединице из изучаване области.

Теза је написана прегледно, јасно и језички коректно, изложена је кроз 9 поглавља. На почетку дисертације дати су: подаци за библиографску картицу на српском и енглеском језику, предговор, садржај, сажетак на српском и енглеском језику, попис слика, попис табела, попис кориштених величина, попис ознака, те попис скраћеница. Слиједи поглавља:

1. Уводне напомене
2. Развој електролучног МИГ / МАГ заваривања
3. Утицајни параметри код МАГ заваривања
4. Опис проблема, циљ истраживања и хипотезе
5. Експериментална истраживања
6. Обрада резултата експеримента
7. Закључна разматрања и правци даљег истраживања
8. Литература
9. Прилози

УВОД И ПРЕГЛЕД ЛИТЕРАТУРЕ

Кандидат кориштењем литературних извора из области технологије заваривања МАГ поступком, доказује да се при заваривању у хоризонталном положају захтјева да оса годионика буде окомита и пролази корз осу жљеба. При томе електрични лук равномјерно топи обе ивице припремљеног жљеба. Хлађењем материјала формира се симетричан шав, како у односу на претопљени материјал тако и у односу на зону утицаја топлоте. На овај начин обезбјеђена је симетричност структурног стања, хемијског састава и механичких особина шава по појединим дијеловима зоне утицаја топлоте.

Кроз теоретски дио рада објашњава потребне услове за формирање и одржавање електричног лука, физику настанка и преноса растопљене капљице, те начин управљања величином капљице и брзином њеног преноса кроз електрични лук.

Показује да развој електронике и начина управљања преносом топлоте и масе кроз електрични лук, уграђених у савремену заваривачку опрему, омогућавају аутоматизацију и роботизацију процеса заваривања као и већу продуктивност рада. Ипак се у пракси ручно вођење горионика још увијек интензивно користи. При заваривању, из више разлога, а најчешће због грешке заваривача и неприступачности шава, може доћи до одступања од симетричности осе извора топлоте и осе жљеба, што доводи до неравномјерног загријавања страница жљеба те несиметричности шава и зоне утицаја топлоте. Настају проблеми при формирању шава и грешке заваривања.

Квалитет завареног споја оцјењује се на основу геометријских карактеристика шава, количине, распореда и типа грешака које могу бити прихватљиве или не. Кандидат кроз дисертацију дефинише утицај попречног нагиба горионика на квалитет завареног споја. Рад представља развој јединственог модела за истраживање и оцјену квалитета завареног споја, заснованог на праћењу геометријских карактеристика завареног споја у зависности од утицаја попречног нагиба горионика и његове корелације са другим утицајним параметрима код савремених метода МАГ заваривања.

При планирању експерименталног дијела рада, кандидат је уочио да кроз литературу није обрађен и дефинисан утицај грешке позиционирања врха електродне жице. Кроз експериментална истраживања доказао је значајност промјене расподјеле топлоте у зависности од бочног нагиба горионика и мјеста позиционирања врха електродне жице.

Кроз теоретски и експериментални дио рада, обрађен кроз 6 поглавља, кандидат у *првом поглављу* рада даје уводне напомене које се односе на свеобухватност и интердисциплинарност знања потребних при дефинисању оптималних параметара МАГ заваривања неопходних за формирање завареног споја задовољавајућих употребних карактеристика.

У оквиру *другог поглавља*, системски су приказани: историјски развој и класификација електролучних поступака заваривања, услови потребни за успостављање електричног лука, појаве у електричном луку, те начин управљања условима за формирање и пренос капљице течног додатног материјала кроз електрични лук. Поред тога, у овом поглављу, дат је

методолошки приказ карактеристика извора струје и опреме, те специфичности управљања преносом топлоте и масе кроз електрични лук за конвенционалне и савремене - модификоване методе МАГ заваривања.

Кроз *треће поглавље* детаљно су обрађени литературни подаци о утицајним факторима код конвенционалних и савремених поступака МАГ заваривања, са посебним приказом њиховог појединачног и узајамног утицаја на геометријске карактеристике и квалитет завареног споја.

У *четвртом поглављу* рада дат је опис проблема од којег се кренуло при поставци теме дисертације. Проблем уочен у реалним условима планирања експеримента условио је да се кроз дисертацију прате двије одвојене серије експеримента, са позиционирам врха електродне жице на лицу и у корјену штава, те пореде добијени резултати.

Дефинисани су основни циљеви и сврха истраживања, те постављене *хипотезе*:

- H1** - Заварљивост неког материјала дефинисана је вишефакторном осјетљивошћу на локални унос топлоте,
- H2** - Унесена топлота у материјалу може у зависности од њене: количине, густоће и начина уноса, изазвати промјену структуре и механичких особина материјала,
- H3** - На коначан квалитет завареног споја поред количине и густоће унесене топлоте утиче и њена расподјела по ивицама жљеба,
- H4** - Могуће је успоставити корелацију између режима заваривања, промјене бочног нагиба горионика у односу на осу шава и квалитета завареног споја .

Кроз ово поглавље приказани су и *очекивани ефекти*:

- једнозначно одређена гранична вриједност бочног нагиба горионика при којем се остварује заварени спој задовољавајућег квалитета,
- међусобна корелацијска и функционална веза одабраних утицајних параметара учиниће примјенљивим њихов избор у практичним условима,
- добијење подлоге за дефинисање нових или допуну и потврђивање већ постојећих законитости и упутстава за избор параметара заваривања, као и систем и организација истраживања.

Пето поглавље је једно од кључних поглавља дисертације у којем је презентован новоразвијени модел за оцјену квалитета завареног споја, заснован на анализи геометријских карактеристика шава и пропорције величина пенетрације обе стране шава. Што је несиметричност геометријских особина шава већа, већа је и пропорција пенетрације страница шава, те су и разлике у структури и механичким особинама на обе стране шава веће. Приказани су сви детаљи везани за избор серије експеримента, избор константних и варијабилних утицајних параметара и њихову валоризацију. Описан је начин припреме и заваривања експерименталних узорака у реалним производним условима.

Кроз ово поглавље приказана су практична истраживања везана за оцјену квалитета завареног споја у зависности од: попречног нагиба горионика, смјера заваривања и јачине струје електричног лука, у зависности од мјеста позиционирања врха електродне жице. Такође, описана је опрема и методе за припрему и извођење металографских испитивања те испитивање тврдоће, од основног материјала, преко ЗУТ-а до шава. У овом поглављу дати су табеларни прикази резултата испитивања и анализа добијених резултата мјерења.

У *шестом поглављу* приказана је обрада експерименталних резултата. Кориштена је регресиона анализа трофакторијалног експеримента са два нивоа утицајних параметара, тј. анализа резултата добијених у двије одвојене серије узорака на моделу типа 2^3 . Након израчунавања свих коефицијената линеарне регресионе једначине, извршена је провјера њихове значајности а затим и провјера адекватности модела. Пошто је адекватност модела доказана, дата је графичка интерпретација резултата експеримента у природним координатама.

Из приказаних графика изведени су закључци о квалитету завареног споја у зависности од корелације утицаја попречног нагиба горионика са смјером заваривања и јачином струје у зависности од мјеста позиционирања врха електродне жице.

У седмом поглављу дата су закључна разматрања која су настала као резултат претходних теоретских и практичних истраживања. Изведени су закључци и дате препоруке корисне при дефинисању и оптимизацији процеса МАГ заваривања у условима када није могуће остварити суосност оса горионика и шава. Такође, дат је приједлог могућих праваца даљих истраживања везаних за овај докторски рад.

Осмо поглавље представља списак библиографских јединица кориштених у теоретском и практичном дијелу рада.

У задњем, деветом поглављу дати су прилози: атеста основног и додатног материјала, металографски макроснимци свих кориштених узорака са мрежом преко које је очитана вриједност површина пенетрације на обе стране шава, микроструктуре узорака кориштених у регресионој анализи и за мјерење тврдоће, те табеле коефицијената потребних за регресиону анализу.

Током израде докторске дисертације, кандидат је за преглед литературе, приказ и дискусију резултата користио већи број штампаних и електронских библиографских јединица од којих су у попису кориштене литературе наведена 103 актуелна извора везана за подручје изучаваних области. Списак литературних извора је систематизован према врсти извора: књиге и уџбеници, докторске дисертације, чланци, веб – странице, стандарди и каталози и правилно цитиран у тексту.

МАТЕРИЈАЛ И МЕТОД РАДА

За израду експерименталног дијела рада и анализу добијених резултата, на основу масовности употребе, могућности набавке и цијене, за материјал узорака одабран је угљенични конструкциони челик затезне чврстоће 235 МПа. Као додатни материјал кориштена је електродна жица одговарајућег квалитета, препоручена за ову класу основног материјала. При заваривању узорака је, ради поновљивости услова и режима, кориштена роботска јединица за заваривање. Узорци су припремљени у виду сучеоног „V“ споја на лиму дебљине 8 мм, а једнопролазно заваривање изведено у хоризонталном положају.

Кандидат је сагласно усвојеном плану, извршио теоретску анализу савремених извора струје за заваривање и метода МАГ заваривања, а кроз експериментална истраживања користио стандардизоване методе металографског испитивања и тврдоће.

Резултате добијене металографским испитивањима микроструктуре шава искористио је да развије сопствени модел анализе утицаја попречног нагиба горионика на геометријске карактеристике завареног споја. Преко макроснимка споја нанешена је мрежа преко које је очитана вриједност површина попречног пресека појединих дијелова шава: пенетрација у обе стране основног материјала, количина депозита и угорине са обе стране шава.

Процентуални однос пенетрација у обе стране основног материјала уврштен је, у формирану математички модел типа 2^3 , као излазна вриједност зависна од константних и промјенљивих вриједности параметара заваривања. Регресионом анализом постављеног експерименталног модела, за обе серије узорака, одређена је корелациона зависност одабраних утицајних параметара, презентована преко графикана.

Анализом микроструктуре и тврдоће основног материјала, ЗУТ-а и шава, доказао је утицај различите расподјеле топлоте на величину и облик структуре материјала те механичке особине завареног споја, у условима када се оса горионика не поклапа са осом шава.

Кандидат је, примјеном примјерених и савремених метода испитивања на референтној количини узорака довољној за дати модел, доказао адекватност модела регресионе једначине. Добијене резултате је на једнозначан, прецизан и јасан начин представио графички, а затим дошао до закључака и препорука примјенљивих у пракси: Ако није могуће остварити суосност оса горионика и шава, за корјени пролаз препоручује се:

- уколико је позиционирање врха електродне жице могуће остварити у корјену шава, без обзира на вриједност бочног нагиба горионика – заваривање техником рада удесно,
- ако се врх електродне жице позиционира на страницама или лицу шава – заваривање техником рада улијево.

РЕЗУЛТАТИ И НАУЧНИ ДОПРИНОС ИСТРАЖИВАЊА

На основу изложене анализе докторске дисертације кандидата мр Драгослава Добраша, под називом: **"Истраживање утицаја попречног нагиба горионика код савремених метода МАГ заваривања "** Комисија сматра да је кандидат:

- поднио рад који по садржају у потпуности одговара теми прихваћеној од стране Наставно-научног вијећа Машинског факултета и Универзитета у Бањалуци;
- поднио дисертацију која представља самосталан и оригиналан научни рад у области технологије заваривања, гдје је примјеном адекватних метода инжењерства испитивана корелација утицаја бочног нагиба горионика на квалитет завареног споја;
- изложио дисертацију у виду конзистентног научног рада у којем су сва поглавља логички повезана основном идејом;
- успјешно и на систематичан начин спојио знања из разних области с циљем изучавања постављеног задатка, те успјешно овладао знањем потребним за теоретско и експериментално истраживање у области технологије заваривања;
- организовао и извео сложена теоретска и практична истраживања која су вреднована и презентована у форми најприкладнијој за инжењерску праксу;
- развио и презентовао јединствену методу оцјене квалитета завареног споја, засновану на макро - металографској анализи процентуалног односа пенетрације на обе стране сучеоног „V“ шава, у зависности од попречног нагиба горионика, смјера заваривања, јачине струје електричног лука и мјеста позиционирања врха електродне жице;
- полазећи од постојећих - стандардизованих модела пројектовања технологије МАГ заваривања, кориштењем системског приступа и резултата добијених у експерименталном дијелу рада, дошао до значајних резултата који представљају научни допринос у продручју дефинисања технологије заваривања у условима када није могуће остварити суосност оса горионика и шава, чиме је омогућено оптималније пројектовање технологије заваривања, као и реалнија претпоставка могућег квалитета завареног споја;
- дао нове методе оптимизације и препоруке за израду технологије заваривања које се могу ефикасно користити у пракси и даљим истраживањима;
- кроз дисертацију успјешно поставио и обрадио сложен теоретски и практични проблем технологије заваривања, утврдио одговарајућу методологију за његово рјешавање уз примјену научног приступа и савремених научних метода, указао на правце будућих истраживања у овој области, те указао на могућности практичне примјене постигнутих резултата истраживања, уз њихове мање корекције, на другим основним и додатним материјалима, другим условима заваривања, као и на другим поступцима електролучног заваривања.

Комисија је, дакле, констатовала да је рад садржајно и технички примјерено и квалитетно урађен.

ЗАКЉУЧАК И ПРИЈЕДЛОГ КОМИСИЈЕ


На основу прегледа и анализе достављене дисертације, Комисија констатује да докторска дисертација кандидата мр Драгослава Добраша представља самосталан и оригиналан научни допринос у оптимизацији израде технологије МАГ заваривања, са становишта теоретских и практичних истраживања.

Комисија је једногласно оцијенила да је кандидат мр Драгослав Добраш, успјешно обрадио прихваћену и поднешену докторску дисертацију под називом: " ИСТРАЖИВАЊЕ УТИЦАЈА ПОПРЕЧНОГ НАГИБА ГОРИОНИКА КОД САВРЕМЕНИХ МЕТОДА МАГ ЗАВАРИВАЊА " и предлаже Наставно-научном вијећу Машинског факултета у Бањалуци да прихвати овај Извјештај и покрене поступак за јавну одбрану докторске дисертације.

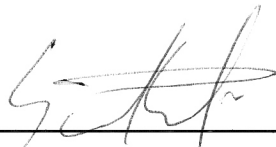
У Бањалуци, фебруара 2012. год.

Комисија у саставу:

др Алекса Благојевић, редовни професор у пензији – ментор
Машински факултет Бањалука, Универзитет у Бањалуци
(ужа научна област: Конструкциони материјали)



др Сеад Пашић, редовни професор – коментор
Машински факултет Мостар, Универзитет у Мостару
(ужа научна област: Технологија спајања материјала)



др Ранко Зрилић, редовни професор
Машински факултет Бањалука, Универзитет у Бањалуци
(ужа научна област: Конструкциони материјали)

