

НАСТАВНО-НАУЧНОМ ВЕЋУ МАШИНСКОГ ФАКУЛТЕТА УНИВЕРЗИТЕТА У НИШУ

Одлуком Наставно-научног већа Машинског факултета у Нишу бр. 612-91-6-4/2014 од 16.01.2014. године, именована је Комисија у саставу: др Мирослав Радовановић, ред. проф., Машински факултет у Нишу, др Миодраг Манић, ред. проф., Машински факултет у Нишу и др Богдан Недић, ред. проф., Факултет инжењерских наука у Крагујевцу, за писање извештаја о стицању истраживачког звања истраживач сарадник кандидата др Милоша Мадића, дипломираног инжењера машинства. Сходно Закону о научноистраживачкој делатности, Правилнику о поступку и начину вредновања и квантитативном исказивању научноистраживачких резултата истраживача и Статуту Машинског факултета у Нишу, а на основу прегледаног поднетог материјала, подносимо следећи

ИЗВЕШТАЈ

1. БИОГРАФСКИ ПОДАЦИ

Кандидат др Милош Ј. Мадић је рођен 14.05.1981. године у Нишу. Основну школу и гимназију „Бора Станковић”, природно-математичког смера, завршио је у Нишу са одличним успехом. Дипломирао је на Машинском факултету Универзитета у Нишу 2006. године са просечном оценом 9.18 (девет и 18/100), одбранивши дипломски рад под називом „Примена Монте Карло методе у моделирању и симулацији логистичких процеса” са оценом 10.

Школске 2007/08 уписао је академске докторске студије на Машинском факултету Универзитета у Нишу на студијском програму Информационо-производне технологије и менаџмент. Све програмом предвиђене испите на докторским студијама положио је са просечном оценом 10. Докторирао је на Машинском факултету Универзитета у Нишу новембра 2013. године одбранивши докторску тезу под називом „Математичко моделирање и оптимизација процеса ласерског сечења применом метода вештачке интелигенције”.

Као стипендиста Министарства науке и заштите животне средине Републике Србије (од 2008. до 2011. године) учествовао је у реализацији научно истраживачких пројеката финансираних од стране Министарства за науку и технологију Републике Србије. Новембра 2010. године изабран је у звање истраживач сарадник, а од јануара 2012. године запослен је на Машинском факултету Универзитета у Нишу као истраживач сарадник. На Машинском факултету Универзитета у Нишу ангажован је као сарадник на извођењу вежби из више предмета: Производне технологије, Алата и прибори, Производна средства, Моделирање и оптимизација обрадних процеса и Инжењерске методе.

Кандидат се у периоду 2008. - 2013. године активно бавио научно-истраживачким радом. Поред учешћа у реализацији научно истраживачких пројеката, кандидат је објавио већи број радова у међународним часописима са Thomson Reuters SCI листе, часописима националног значаја, као и међународним и скуповима националног значаја.

2. ПРЕГЛЕД ДОСАДАШЊЕГ НАУЧНОГ И СТРУЧНОГ РАДА КАНДИДАТА

2.1. Радови у часописима међународног значаја

2.1.1. **Madić, M.**, Kovačević, M., Marinković, V., Radovanović, M.: Software prototype for optimization and control of manufacturing processes, *Strojarstvo*, Vol. 54, No. 2, 2012, pp. 161-168, ISSN 0562-1887.

2.1.2. **Madić, M.**, Radovanović, M.: Application of RCGA-ANN approach for modeling kerf width and surface roughness in CO₂ laser cutting of mild steel, *Journal of the Brazilian Society of Mechanical Science and Engineering*, Vol. 35, No. 2, 2013, pp. 103-110, ISSN 1678-5878.

2.2. Радови у часописима верификованих посебном одлуком

2.2.1. **Madić, M.**, Radovanović, M.: Optimal selection of ANN training and architectural parameters using Taguchi method: a case study, *FME Transactions*, Vol. 39, No. 2, 2011, pp. 79-86, ISSN 1451-2092.

2.2.2. **Madić, M.**, Radovanović, M.: An artificial intelligence approach for the prediction of surface roughness in CO₂ laser cutting, *Journal of Engineering Science and Technology*, Vol. 7, No. 6, 2012, pp. 679-689, ISSN 1823-4690.

2.3. Радови у часописима ван SCI листе, часописима националног значаја и зборницима са рецензијом

2.3.1. **Madić, M.**, Radovanović, M.: Methodology of developing optimal BP-ANN model for the prediction of cutting force in turning using early stopping method, *Facta Universitatis: Series Mechanical engineering*, Vol. 9, No. 1, 2011, pp. 21-32, ISSN 0354-2025.

2.3.2. **Madić, M.**, Radovanović, M.: Experimental investigations of CO₂ laser cut quality: a review, *Nonconventional Technologies Review*, Vol. 15, No. 4, 2011, pp. 35-42, ISSN 1454-3087.

2.3.3. **Madić, M.**, Marković, D., Radovanović, M.: Comparison of meta-heuristic algorithms for solving machining optimization problems, *Facta Universitatis: Series Mechanical engineering*, Vol. 11, No. 1, 2013, pp. 29-44, ISSN 0354-2025.

2.3.4. **Madić, M.,** Radovanović, M.: Application of the Monte Carlo method for laser cutting optimization, *Nonconventional Technologies Review*, Vol. 17, No. 4, 2013, pp. 46-49, ISSN 1454-3087.

2.4. Радови саопштени на међународним скуповима

2.4.1. **Madić, M.,** Radovanović, M., Petković, D.: Taguchi and GA based optimization of drag line separation in laser cutting, 6th International Conference on Manufacturing Science and Education - MSE 2013, Lucian Blaga University of Sibiu, Engineering Faculty, Sibiu, Romania, June 12-15, 2013, pp. 159-162.

2.4.2. **Madić, M.,** Marinković, V., Radovanović, M.: Pareto based optimization of laser cut quality characteristics, 35th International Conference on Production Engineering, Faculty of Mechanical and Civil Engineering in Kraljevo, Kopaonik, Serbia, September 25-28, 2013, pp. 125-128.

2.5. Учесће у реализацији пројеката

2.5.1. **Моделирање корелација параметара процеса резања плазмом методама вештачке интелигенције.** Научно-истраживачки пројекат у оквиру Програма технолошког развоја, који финансира Министарство за науку и технолошки развој Републике Србије. Евиденциони број пројекта: ТР 14060. Реализација пројекта: 2008/2010. Руководилац пројекта: Проф. др Драгољуб Лазаревић. Позиција на пројекту: истраживач-докторант.

2.5.2. **Виртуелни коштано зглобни систем човека и његова примена у претклиничкој и клиничкој пракси.** Научно-истраживачки пројекат у оквиру Програма интегралних и интердисциплинарних истраживања, који финансира Министарство просвете и науке Републике Србије. Евиденциони број пројекта: ИИИ 41017. Реализација пројекта: 2011/2014. Руководилац пројекта: Проф. др Мирослав Трајановић. Позиција на пројекту: истраживач-докторант.

2.5.3. **Истраживање примене савремених неконвенционалних технологија у производним предузећима са циљем повећања ефикасности коришћења, квалитета производа, смањења трошкова и уштеде енергије и материјала.** Научно-истраживачки пројекат у оквиру Програма технолошког развоја, који финансира Министарство просвете и науке Републике Србије. Евиденциони број пројекта: ТР 35034. Реализација пројекта: 2011/2014. Руководилац пројекта: Проф. др Мирослав Радовановић. Позиција на пројекту: истраживач-докторант.

3. ПОДАЦИ О ОБЈАВЉЕНИМ РАДОВИМА

У раду 2.1.1. представљен је софтверски прототип за оптимизацију и управљање производних процеса који се заснива на математичком итеративном претраживању целокупног простора могућих улазних вредности фактора. На тај начин, развијени софтверски прототип је у могућности да одреди глобалне екстремне тачке математичког модела процеса и одговарајуће улазне вредности фактора. Поред тога, софтверски прототип може да одреди оптималне улазне вредности фактора које задовољавају одређене услове за излазне вредности и тачност тј. омогућује управљање процеса. Развијени софтверски прототип карактерише надоградива архитектура, флексибилно корисничко окружење и једноставна примена. Способност софтверског прототипа је демонстрирана на две студије случаја. Прва студија случаја је разматрала моделирање процеса стругања хладно ваљаног легираног челика помоћу регресионе анализе. Друга студија случаја је разматрала моделирање процеса стругања полиамида помоћу вештачких неуронских мрежа.

У раду 2.1.2. је представљен приступ заснован на вештачкој интелигенцији за креирање предикционих модела за CO_2 ласерско сечење средње угљеничног челика на основу примене вештачких неуронских мрежа и реално кодираног генетског алгорита. Експеримент ласерског сечења, који је планиран и изведен у складу са Тагучијевим експерименталним планом користећи ортогонални низ L_{25} , обезбедио је скуп података за креирање модела вештачких неуронских мрежа за предикцију ширине реза и храпавости површине реза. Улази за оба математичка модела су били брзина сечења, снага ласера и притисак помоћног гаса. Имајући у виду недостатке класичног алгорита пропагације грешке уназад, за тренирање вештачких неуронских мрежа је примењен реално кодирани генетски алгорита. Статистички резултати су показали добру корелацију експерименталних података и предикцију модела вештачких неуронских мрежа, што потврђује валидност примењеног приступа. Коначно, коришћењем креираних модела истраживани су утицаји интеракција фактора на карактеристике квалитета реза.

Рад 2.2.1. бави се истраживањем примене Тагучијеве методе за оптимизацију параметара вештачких неуронских мрежа тренираних применом Левенберг-Маркеовог алгорита. Примена овог приступа илустрована је на студији случаја за моделирање отпора резања код стругања. Параметри вештачких неуронских мрежа су распоређени у ортогонални низ L_{18} , а предикционе перформансе вештачких неуронских мрежа су рачунате према предложеној једначини. Применом анализе варијансе и средњих вредности идентификовани су оптимални нивои параметара вештачких неуронских мрежа. Затим је креиран Тагучијев оптимизациони модел вештачке неуронске мреже који је показао високу тачност предикције. Анализе и експерименти показују да се избор оптималних параметара вештачких неуронских мрежа може извршити на систематичан начин чиме се избегава дуготрајан поступак „пробе и грешке“.

Рад 2.2.2. се бави моделирањем процеса CO_2 ласерског сечења средњеугљеничног челика применом вештачких неуронских мрежа. Модел вештачке неуронске мреже за предикцију храпавости површине реза је креиран узимајући

брзину сечења, снагу ласера и притисак помоћног гаса као улазне факторе процеса. Статистички резултати су показали да развијени модел предикције храпавости површине има добру тачност. Такође, показано је да се вештачке неуронске мреже могу успешно користити за анализирање утицаја фактора процеса на храпавост површине реза.

У раду 2.3.1. је представљена методологија моделирања за предикцију главног отпора резања код стругања челика AISI 1043 заснована на вештачким неуронским мрежама. На основу претходних теоријских и експерименталних истраживања извршена је свеобухватна анализа параметара архитектуре и тренирања вештачких неуронских мрежа, а све у циљу креирања оптималног модела високих предикционих перформанси. У циљу побољшања генерализације модела вештачке неуронске мреже у процесу тренирања примењена је метода раног заустављања. Тренирање модела неуронске мреже је извршено применом алгорита пропагације грешке уназад. На основу неколико статистичких критеријума 3-2-1 модел неуронске мреже је изабран као оптимални. Утврђено је да овај модел има добре предикционе перформансе у смислу слагања са експерименталним подацима.

Рад 2.3.2. је прегледни рад у коме су сумирани резултати експерименталних истраживања CO₂ ласерског сечења за протеклих 15 година. У раду је извршена анализа најчешће истраживаних материјала, фактора процеса и перформанси процеса. Поред тога, у раду је извршена анализа најчешће коришћених експерименталних планова за истраживање процеса CO₂ ласерског сечења, као и најчешће коришћене методе моделирања и оптимизације.

Рад 2.3.3. се бави компаративном анализом мета-хеуристичких алгоритама за решавање проблема оптимизације параметара обраде. Разматрана су четири мета-хеуристичка алгорита и то: реално кодирани генетски алгоритам, симулирано каљење, побољшани алгоритам хармонијског претраживања и алгоритам кукавице. Помоћу ових мета-хеуристичких алгоритама тражене су оптималне комбинације различитих параметара обраде за пет студија случаја узетих из литературе. Резултати оптимизације, добијени помоћу претходно наведених пет мета-хеуристичких алгоритама, су упоређени са резултатима последњих истраживања.

У раду 2.3.4. је на основу експерименталних података креирана вештачка неуронска мрежа за предикцију храпавости површине реза код CO₂ ласерског сечења нерђајућег челика помоћу азота. Улази модела су били снага ласера, брзина сечења, притисак помоћног гаса и положај жиже. Експериментални подаци су добијени извођењем експерименталних опита према Тагучијевом експерименталном плану користећи ортогонални низ L₂₇. Тренирање вештачке неуронске мреже је извршено применом Левенберг-Маркеовог алгорита. Поред моделирања, други циљ рада је био да се одреде режими ласерског сечења у којима се добија минимална храпавост површине реза. За разлику од већине претходних студија, где се у циљу оптимизације користе мета-хеуристички алгоритми, у овом раду је приказан приступ заснован на примени Монте-Карло методе за оптимизацију модела вештачких неуронских мрежа.

У раду 2.4.1. је приказана оптимизација закривљености стрија код CO₂ ласерског сечења нерђајућег челика применом Тагучијеве методе. У циљу испитивања постојања бољег оптимизационог решења, примењен је и приступ заснован на регресионој анализи и генетском алгоритму. Резултати показују да је

оптимизација заснована на коришћењу модела сложенија јер обавата интеграцију метода математичког моделирања и метода оптимизације. Међутим, са друге стране, за разлику од Тагучијеве методе оптимизације, омогућено је континуално претраживање оптималног решења у простору допустивих решења.

У раду 2.4.2. представљена је метода вишекритеријумске оптимизације заснована на примени Парето концепта за оптимизацију процеса CO₂ ласерског сечења нерђајућег челика. У реализацији експеримента ласерског сечења, који је планиран и изведен у складу са Тагучијевим експерименталним планом користећи ортогонални низ L₂₇, варирана су четири фактора: снага ласера, брзина сечења, притисак помоћног гаса и положај жиже. Користећи експерименталне податке креирани су математички модели за предикцију хрпавости површине и ширине реза. Ови модели су затим коришћени као циљне функције у формулацији проблема вишекритеријумске оптимизације. Као резултат оптимизације, одређен је скуп решења на основу којих је креиран Парето фронт. Утврђено је да је функционална зависност решења за хрпавост површине реза и ширину реза нелинеарна, као и да се може описати полиномом вишег реда.

4. МИШЉЕЊЕ О ИСПУЊЕНОСТИ УСЛОВА ЗА ИЗБОР

Члан 70. Закона о научноистраживачкој делатности и члан 8. Правилника о поступку и начину вредновања и квантитативном исказивању научноистраживачких резултата истраживача дефинишу услове за стицање звања истраживач-сарадник. Ово звање може стећи лице које је уписало докторске студије, односно докторске академске студије, које је претходне нивое студирања завршило са укупном просечном оценом најмање осам (8), бави се научно-истраживачким радом и има објављене рецензиране научне радове.

На основу претходно наведених чланова Закона и Правилника закључује се да кандидат др Милош Модић, дипломирани инжењер машинства, испуњава формалне и суштинске услове за избор у истраживачко звање истраживач сарадник.

5. ЗАКЉУЧАК И ПРЕДЛОГ

На основу претходне анализе рада и ангажовања кандидата, чланови Комисије закључују да је др Милош Модић:

- као докторант и стипендиста Министарства за науку Републике Србије, активно учествовао у реализацији научно истраживачких пројеката,
- био ангажован као сарадник на извођењу вежби из више предмета на Машинском факултету Универзитета у Нишу,
- својим досадашњим стручним и научно-истраживачким радом испољио способност да се самостално бави научним истраживањем,
- докторирао на Машинском факултету Универзитета у Нишу новембра 2013. године,

- објавио већи број радова у међународним часописима са Thomson Reuters SCI листе, часописима националног значаја, као и међународним и скуповима националног значаја.

На основу свега изложеног Комисија константује да кандидат др Милош Мадић, дипломирани инжењер машинства, испуњава све услове предвиђене Законом о научноистраживачкој делатности, Правилником о поступку и начину вредновања и квантитативном исказивању научно-истраживачких резултата истраживача и Статутом Машинског факултета у Нишу које треба да поседује истраживач-сарадник. Због тога, чланови Комисије предлажу Наставно-научном већу Машинског факултета Универзитета у Нишу да др Милоша Мадића, дипломираног инжењера машинства, изабере у звање истраживач-сарадник.

Ниш, Крагујевац
јануар 2014. године

ЧЛАНОВИ КОМИСИЈЕ:

др Мирослав Радовановић, ред. проф., Машински факултет у Нишу,
(ужа научна област: Производни системи и технологије)

др Миодраг Манић, ред. проф. Машински факултет у Нишу,
(ужа научна област: Производни системи и технологије)

др Богдан Недић, ред. проф. Факултет инжењерских наука у Крагујевцу,
(ужа научна област: Производно машинство)