

## **НАСТАВНО-НАУЧНОМ ВЕЋУ МАШИНСКОГ ФАКУЛТЕТА У НИШУ**

Одлуком Наставно-научног већа Машинског факултета Универзитета у Нишу број 612-748-5/2014, од 24.12.2014. године, именовани смо за чланове Комисије за оцену и одбрану докторске дисертације мр Радована Х. Николића, дипл. маш. инж., под називом:

### **ИСТРАЖИВАЊЕ ТЕМПЕРАТУРСКОГ ПОЉА У РЕЗНОМ АЛАТУ ПРИ ОБРАДИ НА СТРУГУ НА СУВО СА ХЛАЂЕЊЕМ РЕЗНОГ АЛАТА СИСТЕМОМ НА БАЗИ ТЕРМОЕЛЕКТРИЧНОГ МОДУЛА**

Након прегледа докторске дисертације, сагласно Закону о високом образовању и Статуту Машинског факултета Универзитета у Нишу, Комисија подноси следећи

### **ИЗВЕШТАЈ**

#### **Подаци о кандидату**

##### *Лични подаци*

Кандидат мр Радован Х. Николић, дипл. инж. маш., рођен је 07.10.1962. године. Живи у Крушевцу. Ради на Високој техничкој машинској школи струковних студија у Трстенику.

##### *Подаци о досадашњем образовању*

Радован Николић је 1981. године завршио машинско техничку школу „Вељко Влаховић“ у Крушевцу и стекао звање конструктор алата-техничар. Дипломирао је 1988. године на Машинском факултету у Крагујевцу на Катедри за Производно машинство. Последипломске студије на Машинском факултету у Крагујевцу из области производног машинства уписао је 1990. године. Магистарски рад под називом "Прилог истраживању граничних услова и њиховог утицаја на квалитет јонског нитрирања резних алата" одбранио је 1995. године. Од страних језика говори енглески, немачки и руски.

##### *Професионална каријера*

У периоду 13.06.1988.-30.09.1990. Радован Николић је радио у ИМК „14.Октобар“ у Крушевцу на радним местима инжењер у производњи и конструктор. На Машинском факултету у Краљеву радио је у периоду 01.10.1990.- 01.10.1996. године у звању асистент-приправник, а у периоду 01.10.1996.-28.02.2011. године у звању асистент. Држао је вежбе из предмета у области производних технологија и конструкција. У периоду 01.10.1997.-31.08.1998. године радио је у ВИС-Свилајнац као хонорарни сарадник на пословима развоја. Од 01.10.2011. године и данас ради на Високој техничкој машинској школи струковних студија у Трстенику у звању предавач. Држи наставу из предмета у области производних технологија.

##### *Област научно-истраживачког рада*

Области научно-истраживачког рада кандидата су: алати и прибори, термодинамика резања, термичка обрада, термохемијска обрада и површинска заштита, обновљиви извори енергије и енергетска ефикасност.

### ***Награде и признања***

- 1981. Ученик генерације у Машинској техничкој школи у Крушевцу
- 1988. Награда Машинског факултета у Крагујевцу за постигнут успех у току студија
- 1989. Награда за иновацију ИМК „14. Октобар“, Крушевац

Кандидат је аутор или коаутор 26 научних и стручних радова објављених у часописима или изложених на домаћим и међународним конференцијама. Учествовао је у реализацији 5 научно-истраживачких пројеката, од тога 3 које је финансирао Министарство науке и технолошког развоја Републике Србије. Кандидат има признату иновацију у индустријској пракси.

### ***Радови објављени у међународним часописима***

1. Todorović P., Tadić B., Vukelić Đ., Jeremić M., Randelović S., Nikolić R.: Analysis of the influence of loading and the plasticity index on variations in surface roughness between two flat surfaces, *Tribology International*, January 2015, Vol. 81, pp. 276–282
2. Nikolić R., Radovanović M., Živković M., Nikolić A., Rakić D., Blagojević M.: Modeling of thermoelectric module operation in inhomogeneous transient temperature field using finite element method, *Thermal Science*, 2014, Vol. 18, Suppl. 1, pp. S239-S250
3. Nikolić R., Radovanović M., Karić M., Pešić O.: Simulation of cutting tools cooling by the system on the basis of thermoelectric modules, *Metalurgia International*, 2012, Vol. 17, No. 9, pp. 203-210
4. Karić M., Brkić M., Erić O. J., Nikolić R.: Efficient and environment – friendly heating system, *Metalurgia International*, 2012, Vol. 17, No. 9, pp. 97-100

### ***Радови објављени у националним часописима***

1. Nikolić R., Radovanović M., Dumanović M.: Analiza uticaja termoelektričnog hlađenja na temperatursko polje u reznom alatu pri uzdužnoj obradi struganjem na suvo, *Energetske tehnologije*, Vol. 11, No. 1-2, 2014, pp. 5-11
2. Nikolić R.: Dosadašnji rezultati i iskustva u primeni pasivnih i aktivnih sistema solarnog grejanja, *Energetske tehnologije*, Vol. 10, No. 1, 2014, pp. 57-62
3. Nikolić R., Đorđević LJ.: Temperature field in the turning circle tool in the process of Č.1730 steel final dry cutting, *ИМК-14 Истраживање и развој*, 2010, Vol. 35, No. 2, pp. 55-57
4. Karić M., Nikolić R., Škundrić N.: Korišćenje drvne biomase u energetske svrhe – sagorevanje i gasifikacija, *Revija agronomska saznanja*, 0354-2092 (2012) 22, 1-2, pp.28-32

### ***Радови саопштени на међународним скуповима***

1. Nikolić R., Pešić O., Karić M., Marić A.: Ecological Aspects and Modern Tendencies in Zinc Coating Application by the Electrolytic Procedure, 13<sup>th</sup> International Conference RaDMI 2013, Kopaonik, 12.-15.9.2013., Vol. 1, pp. 453-461
2. Nikolić R., Đorđević LJ., Karić M., Čajetinac S.: Review of research in the field of thermoelectric cooling, 12<sup>th</sup> International Conference Research and Development in Mechanical Industry – RaDMI 2012, Vrnjačka Banja, 14.-17.9.2012., Vol. 2, pp. 247-255
3. Nikolić R., Radovanović M., Karić M., Mihajlović G., Pešić O.: Cooling cutting tool for turning system based on thermoelectric module, 12<sup>th</sup> International Conference Research and Development in Mechanical Industry – RaDMI 2012, Vrnjačka Banja, 14.-17.9.2012., Vol. 2, pp. 256-260
4. Karić M., Nikolić R., Škundrić N.: The geothermal system for heating and cooling the residential space, 12<sup>th</sup> International Conference Research and Development in Mechanical Industry – RaDMI 2012, Vrnjačka Banja, 14.-17.9.2012., Vol. 1, pp. 1030-1036

5. Đorđević LJ., Trifunović D., Mihajlović G., Nikolić R.: Hydraulic and pneumatic component reengineering by hard chrome plating, 11<sup>th</sup> International Conference Research and Development in Mechanical Industry – RaDMI 2011, Sokobanja, 15.-18.9.2011., pp. 1168-1171
6. Mihajlović G., Đorđević LJ., Nikolić R., Trifunović D.: The problem of maintaining copper on grinding machines, 11<sup>th</sup> International Conference Research and Development in Mechanical Industry – RaDMI 2011, Užice, 7.-8.10.2011., pp. 1118-1122.
7. Đorđević LJ., Mihajlović G., Nikolić R., Trifunović D.: Managing quality in the process of tube production, 4<sup>th</sup> International Conference Science and Higher Education in Function of Sustainable Development – SED 2011, Užice, 7.-8.10.2011., pp. 93-98
8. Nikolić R., Đorđević LJ., Trifunović D.: Model of temperature field in the cutting tool during dry machining as a basis for researching the new cooling sistem, 10<sup>th</sup> International Conference Research and Development in Mechanical Industry – RaDMI 2010, Donji Milanovac, 16.-19.9.2010., Vol. 1, pp. 378-383
9. Nikolić R., Nešović J., Stanković H.: Effect of tools layering by ionic nitration aimed to forging of caterpillar track link, 4<sup>th</sup> International Scientific Conference Heavy Machinery - HM'02, Kraljevo, 27.-30.jun.2002., pp. D43-46
10. Nešović J., Jevtić J., Nikolić R.: Optimised dimensions of ellipsoid-shape-bottomed pressure vessels, 4<sup>th</sup> International Scientific Conference Heavy Machinery - HM'02, Kraljevo, 27.-30.jun.2002., pp. F57-60
11. Nikolić R., Nešović J. : Određivanje optimalnih režima jonskog nitriranja zavojnih burgija, 6<sup>th</sup> International Conference on Flexible Technologies - MMA 97, Novi Sad - Sombor, juni .1997., pp. 353-358
12. Dumanović M., Stanić J., Đorđević S., Nikolić R.: Primena postupka jonskog nitriranja za oplemenjivanje površina alata i mašinskih delova, The First International Scientific Conference Heavy Machinery - HM'93, Kruševac-Vrnjačka Banja, 8.10.-10.10.1993., knjiga 4., pp. 47-51
13. Dumanović M., Stanić J., Đorđević A., Nikolić R.: Određivanje parametara hrapavosti pri završnom struganju čelika Č 4120 izmenljivim pločicama izrađenim od kubnog bornitrida, The First International Scientific Conference Heavy Machinery - HM'93, Kruševac- Vrnjačka Banja, 8.10.-10.10.1993., knjiga 3., pp. 287-292.

#### *Радови саопштени на националним скуповима*

1. Nikolić R., Pešić O., Karić M.: Nove tendencije u antikorozivnoj zaštiti cinkovanjem komponenata u autoindustriji, Naučni forum F15, Razvoj i upravljanje - 2012., Vrnjačka Banja, 22. - 23. Novembar, 2012
2. Nikolić R., Nešović J.: Određivanje optimalne dubine difuzionog sloja zavojnih burgija oslojenih postupkom jonskog nitriranja, XXVI Međunarodno savetovanje proizvodnog mašinstva, Budva, 1996
3. Dumanović M., Đorđević A., Nikolić R., Đorđević LJ.: Optimizacija procesa čeonog struganja pločicom od kubnog bornitrida, 12. jugoslovenski simpozijum, CIM u strategiji tehnološkog razvoja industrije prerade metala, Prohor-Pčinjaški, 28. juni - 1 juli 1993., str. 197-202
4. Dumanović M., Nikolić R., Stanić J., Majić M., Đorđević S.: Pozitivni aspekti oslojavanja reznih alata izrađenih od brzoreznih čelika postupkom jonskog nitriranja, XVIII Jupiter konferencija, 14. jugoslovenski simpozijum NU-ROBOTI-FTS, Kopaonik, 28.6.-3.7.1992., pp. 59-64.
5. Dumanović M., Đorđević A., Nikolić R., Đorđević LJ.: Optimizacija režima rezanja pri poprečnom struganju reznim alatom od kubnog bornitrida u realnim uslovima, XVIII Jupiter konferencija, 14. jugoslovenski simpozijum NU-ROBOTI-FTS, Kopaonik, 28.6.-3.7.1992., pp. 65-68

#### *Магистарски рад*

Nikolić R.: Prilog istraživanju graničnih uslova i njihovog uticaja na kvalitet jonskog nitriranja reznih alata, magistarski rad, Mašinski fakultet, Kragujevac, oktobar. 1995

## ***Учешће на пројектима***

1. Ispitivanje mogućnosti povećanja veka trajanja alata za presovanje vatrostalnih opeka, inovacioni projekat I. , MNT Srbije, 1995
2. Elektrohemijski generator gasa za zavarivanje i sečenje materijala, inovacioni projekat I.2.1217, MNT Srbije, 1996/1997
3. Elektrohemijski generator gasa za zavarivanje i sečenje materijala, prototip, Fabrika vagona Kraljevo, 1996
4. Super luk - višenamenski univerzalni aparat za zavarivanje, ekspres starter i ispravljač, nov proizvod, "Univerzal" Kraljevo, 1996
5. Konstrukcija i izrada prototipa pogona za transportere, konvejjere, skladišne sisteme, dizalične uređaje, mašine za pakovanje i mašine u procesnoj industriji, inovacioni projekat I.5.1102, MNT Srbije, 1996/1997

## ***Иновације у индустријској пракси***

1. Šundić M., Nikolić R.: Univerzalni alat za izradu strela za ULT-160, ULT-220 i Fiat- alis, rešenje komisije za inovacije 12/90 od 13. 04. 1990., IMK "14. Oktobar" Kruševac

## **Анализа докторске дисертације**

Докторска дисертација кандидата мр Радована Николића, дипл. маш. инж., написана је на 170 страна А4 формата. Проблематика анализирана у докторској дисертацији изложена је у 9 поглавља. Садржај и увод су дати на почетку, а на крају је дат списак литературе са 138 библиографске јединице. Докторска дисертација садржи 84 слика и 9 табела.

Докторска дисертација садржи следећа поглавља:

### Увод

1. Преглед досадашњих истраживања у области термодинамике резања и електротермије
2. Обрада резањем, основе процеса и израчунавање снаге резања
3. Термодинамичке појаве у зони резања
4. Основе термоелектричног хлађења
5. Моделирање температурског поља применом методе коначних елемената
6. Прорачун температурског поља применом методе коначних елемената
7. Експериментална истраживања температурског поља
8. Анализа резултата истраживања
9. Закључак

### Литература

У првом поглављу је дат преглед досадашњих истраживања у области прорачуна температурских поља у резном алату. Како је тежиште рада термоелектрично хлађење резног алата при обради на стругу суво, дат је и преглед досадашњих истраживања у области електрохемије.

У другом поглављу су дата теријска разматрања основа процеса резања која су у вези са температурским појавама у зони резања. Полазећи од основних модела настанка струготине дефинисане су основне величине из геометрије и механике резања (карактеристични углови, отпори резања и напони у зони резања), њихове међусобне везе и методе прорачуна. Одређене су карактеристичне величине потребне за израчунавање снаге топлотних извора.

У трећем поглављу су анализирани топлотни извори и понори у обрадном систему. Дат је и преглед метода мерења температура резања. Полазећи од постојећих модела, применом нових сазнања из области конвекције и кондукције топлоте, а имајући у виду ограничења и могућности постојећег софтвера, развијен је математички модел прорачуна температурског поља у резном алату при обради на стругу на суво, без хлађења. Овај модел представља основу за даљи прорачун

температурског поља у условима хлађења резног алата системом на бази термоелектричног модула.

У четвртном поглављу су размотрене основе термоелектричног хлађења. Полазећи од основа термоелектричних појава објашњена је суштина термоелектричних процеса. Посматрајући основни термоелемент изведене су основне једначине за прорачун. Дефинисан је појам термоелектричног модула, а једначине изведене за термоелемент примењене су на термоелектрични модул. Детаљном анализом рада термоелектричног модула дефинисан је топлотни флуks који модул црпи из резног алата који се хлади. Ова једначина представља гранични услов на месту термоелектричног модула.

У петом поглављу је развијен математички модел за прорачун температура у резном алату при обради на стругу на суво са хлађењем помоћу термоелектричног модула. Основу модела представља постојећи верификовани модел, дорађен узимањем у обзир савремених сазнања о конвекцији и кондукцији топлоте и додавањем граничног услова који представља топлотни понор на месту термоелектричног модула.

У шестом поглављу је дат прорачун температурског поља применом методе коначних елемената. Рачунско одређивање температуре урађено је применом методе коначних елемената коришћењем софтвера PAK-T развијеном на Катедри за примењену механику Факултета инжењерских наука у Крагујевцу. Дате су мреже коначних елемената за све разматране случајеве, описан је начин уношења почетних и граничних услова и дат је преглед резултата добијених рачунским путем.

У седмом поглављу је приказана конструкција експерименталног уређаја за хлађење резног алата на бази термоелектричног модула и мерна опрема која се користи за мерење вредности температура, распоред мерних места на резном алату као и остали услови извођења експеримента. За мерење температуре коришћен је уређај Temperature Scanner 2300A, холандске фирме Fluke. Ефекти хлађења праћени су мерењем постојаности алата за различите услове хлађења.

У осмом поглављу је извршена упоредна анализа резултата добијених, рачунским и експерименталним путем, при обради на стругу на суво са хлађењем резног алата системом на бази термоелектричног модула.

У деветом поглављу су изведени закључци до којих се дошло на основу анализе резултата истраживања процеса хлађења резног алата системом на бази термоелектричног модула и назначени су могући правци даљих истраживања у овој области.

### **Научни допринос докторске дисертације**

Научни доприноси докторске дисертације су:

- Хлађење резног алата системом на бази термоелектричног модула
- Хлађење резног алата у условима када није могућа примена средства за хлађење и подмазивање,
- Могућност утицаја на температурско поље у резном алату преко режима хлађења,
- Развој математичког модела за прорачун температурског поља у резном алату хлађеном системом на бази термоелектричног модула,
- Могућност избора режима хлађења за комбинацију материјала обратка и резног алата,
- Хлађењем помоћу система на бази термоелектричног модула смањују се термички утицаји на резни алат при обради на суво и њихови утицаји на интензификацију хабања, термичке деформације и тачност.

### **ЗАКЉУЧАК И ПРЕДЛОГ**

На основу изложене анализе докторске дисертације и остварених резултата чланови Комисије за оцену и одбрану докторске дисертације закључују да:

- садржај поднете докторске дисертације у потпуности одговара теми прихваћеној од стране Наставно-научног већа Машинског факултета Универзитета у Нишу,
- кандидат је овладао потребним знањима из различитих области, а нарочито из области производних технологија, технологије обраде резањем и термодинамике обраде резањем,
- кандидат је испољио потребну самосталност и инвентивност у научноистраживачком раду,
- кандидат је дошао до оригиналних резултата који су публиковани у међународним часописима и саопштени на конференцијама из уже научне области којој припада тема докторске дисертације,
- добијени резултати омогућују даље усавршавање развијеног прототипа система за хлађење резног алата на бази термоелектричног модула и примену у металопрерађивачкој индустрији,
- рад је одговарајуће конципиран, технички квалитетно урађен и омогућава прегледно праћење изложеног садржаја и добијених резултата истраживања.

На основу изложеног, чланови Комисије су мишљења да поднета докторска дисертација представља вредан допринос изучавању проблематике хлађења резног алата на бази термоелектричног модула. Комисија предлаже Наставно-научном већу Машинског факултета у Нишу да поднесу рад кандидата мр Радована Николића, дипл. маш. инж., под називом

**ИСТРАЖИВАЊЕ ТЕМПЕРАТУРСКОГ ПОЉА У РЕЗНОМ АЛАТУ  
ПРИ ОБРАДИ НА СТРУГУ НА СУВО СА ХЛАЂЕЊЕМ РЕЗНОГ АЛАТА  
СИСТЕМОМ НА БАЗИ ТЕРМОЕЛЕКТРИЧНОГ МОДУЛА**

прихвати као докторску дисертацију и кандидата позове на усмену јавну одбрану.

У Нишу и Крагујевцу  
јануара 2015. године

**ЧЛАНОВИ КОМИСИЈЕ**

---

др Мирослав Радовановић, редовни професор  
Машинског факултета Универзитета у Нишу  
Ужа научна област: Производни системи и технологије

---

др Богдан Недић, редовни професор  
Факултета инжењерских наука Универзитета у Крагујевцу  
Ужа научна област: Производно машинство

---

др Миодраг Манић, редовни професор  
Машинског факултета Универзитета у Нишу  
Ужа научна област: Производни системи и технологије

---

др Мића Вукић, ванредни професор  
Машинског факултета Универзитета у Нишу  
Ужа научна област: Термотехника,  
термоенергетика и процесна техника

---

др Предраг Јанковић, доцент  
Машинског факултета Универзитета у Нишу  
Ужа научна област: Производни системи и технологије