

**ФАКУЛТЕТ ЗА МАШИНСТВО И ГРАЂЕВИНАРСТВО  
У КРАЉЕВУ**

**Универзитета у Крагујевцу**

Факултет за машинство и грађевинарство  
у Краљеву  
Универзитета у Крагујевцу,  
Број: 670  
Датум: 16.04. 2019. год.  
Краљево, Доситејева 19.

**1. НАСТАВНО-НАУЧНОМ ВЕЋУ ФАКУЛТЕТА ЗА МАШИНСТВО И ГРАЂЕВИНАРСТВО  
У КРАЉЕВУ И ВЕЋУ ЗА ТЕХНИЧКО-ТЕХНОЛОШКЕ НАУКЕ УНИВЕРЗИТЕТА У  
КРАГУЈЕВЦУ**

**Предмет:** Извештај комисије о оцени научне заснованости теме докторске дисертације и испуњености услова кандидата Ђорђа Новчића, маг. инж. маш.

Одлуком већа за техничко-технолошке науке Универзитета у Крагујевцу, број **IV-04-183/14** од **13.03.2019.** године, именовани смо за чланове комисије за оцену научне заснованости теме докторске дисертације и испуњености услова кандидата **Ђорђа Новчића** мастер инжењера машинства, као и оцену теме докторске дисертације под насловом:

**ПРИМАРНЕ МЕРЕ ЗА СМАЊЕЊЕ ЕМИСИЈЕ ЗАГАЂУЈУЋИХ МАТЕРИЈА ИЗ  
КОТЛОВА НА БИОМАСУ**

која припада научној области машинско инжењерство и ужој научној области топлотна техника и заштита животне средине. На основу увида у приложену документацију, Комисија подноси Наставно научно већу Факултета за машинство и грађевинарство у Краљеву, Универзитета у Крагујевцу следећи:

**ИЗВЕШТАЈ**

**2. Научни приступ проблему предложеног нацрта докторске дисертације и процена научног доприноса крајњег исхода рада**

Иако је дрво еколошко гориво и обновљив извор енергије, његовим сагоревањем емитују се велике количине загађујућих материја у атмосферу. О значају и величини ових емисија најбоље говоре повећане концентрације загађујућих материја у областима са већим бројем индивидуалних ложишта у многим градовима у Републици Србији. Котлови на чврсту биомасу (огревно дрво, пелет, брикет) емитују бројне загађиваче од којих се највише пажње поклања угљен моноксиду (CO), прашкастим материјама, оксидима азота NOx и непотпуно оксидисаним органским једињењима. Предмет рада били би топоводни гасификациони котлови на дрва термичке снаге до 50 kW.

Циљ рада је да се систематизују и предложи конкретна конструктивна решења унутар котлова на чврсту биомасу која ће довести до смањења емисија гасовитих загађивача (угљен монооксида CO, азотних оксида NOx и непотпуно оксидисаних органских

једињења) и прашкастих материја). Испитивао би се утицај конструктивних карактеристика ложишта на емисије гасовитих и чврстих продуката тако да задовоље и најстрожије анексе емисије стандарда SRPS EN 303-5.

Ради смањења емисије из ових котлова примењују се:

- ▶ примарне мере које обухватају техничка решења која теже да остваре потпуно сагоревање и спрече емисију прашкастих материја конструктивним елементима унутар самог котла, и
- ▶ секундарне мере које подразумевају уградњу уређаја за контролу емисије продуката сагоревања (циклони, филтри, скрубери итд.) који се у струјном ланцу додају низводно од котла.

Предлагала би се, моделирала, израдила и експериментално верификовала решења која треба да обезбеде смањење емисија током отпочињања са радом, у стационарном радном режиму и током налагања горива у котлау. Решења би дала акценат на примарним мерама за сузбијање емисије загађујућих материја зато што су она атрактивнија и економски исплативија од секундарних мера.

Циљ решења је да се емисије гасовитих загађивача сниже на месту сагоревања горивог гаса а да се емисије прашкастих материја смањују помоћу вишестепених sukcesивних мера у процесима: гасификације дрвета, сагоревања горивог гаса и размене топлоте између димног гаса и топле воде. При одабиру мера тежња је да се емисија прашкастих материја смањи на технички што једноставнији и економски најисплативији начин без уградње додатних низводних елемената за контролу емисија као што су циклони, мултициклони или филтери.

#### Веза са досадашњим истраживањима

Постоје три ослонца од којих се полази у израду дисертације. Први су полазне конструкције и на њима уочени проблеми гасификационих котлова на биомасу произведених од стране компаније „Радијатор инжењеринг“ у Краљеву. Другу основу чине истраживања и резултати бројних радова и патената за смањење емисије и побољшање ефикасности котлова који су предмет дисертације. Овде издвајамо ново принципско решење названо Ниско емисиони систем сагоревања<sup>1</sup>, који је по конструкцији и начину управљања потпуно различит од система који доминирају на тржишту и литератури. Трећу везу са досадашњим истраживањима представљају резултати остварени на Катедри за енергетику и заштиту животне средине, на којој кандидат ради своју докторску дисертацију и који су представљени у пријави дисертације.

### **3. Образложење предмета, метода и циља који уверљиво упућују да је предложена тема од значаја за развој науке**

#### Предмет рада

Енергетске стратегије многих земаља фаворизују коришћење обновљивих извора енергије. Због тога се биомаси, као обновљивом извору енергије придаје велика важност. И поред чињенице да се дрво користи као огревни материјал још од почетка људске

---

<sup>1</sup> Решење је публиковано у раду Aleysa M, Meriee S., Akbary N., Ecker M., Innovative Combustion System for Economic and Ecological Thermal Utilization of Solid Fuels in Heating Boilers, Chem. Eng. Technol. 2018, 41, No. 11, 2120-2131.

цивилизације још увек су могућа значајна техничка побољшања у његовом сагоревању. Циљ им је да се смање велике количине загађујућих материја које се емитују у атмосферу. У свим областима са већим бројем индивидуалних ложишта емитују се огромне количине загађујућих материја. Котлови на чврсту биомасу топлотне снаге испод 50 kW су предмет предложене дисертације. Ови котлови као енергенте користе огревно дрво, пелет, брикет, и друге облике биомасе при томе емитујући бројне загађиваче од којих се највише пажње поклања угљен моноксиду (CO), прашкастим материјама, оксидима азота NOx и непотпуно оксидисаним органским једињењима. Суштину дисертације представља одговор на питање: како конструктивним мерама спречити настајање и снизити емисију загађујућих материја из котлова на чврсту биомасу? Ради смањења емисије из ових котлова примењују се примарне и секундарне техничке мере. Примарне мере обухватају техничка решења која теже да остваре потпуно сагоревање и спрече емисију прашкастих материја конструктивним елементима унутар самог котла. Ове мере су најбоље ако истовремено смањују емисију загађујућих материја и побољшавају трансфер топлоте. Секундарне мере подразумевају уградњу уређаја за контролу емисије продукта сагоревања (циклони, филтри, скрубери итд.) који се у струјном ланцу додају низводно од котла. Како се рад ограничава на котлове мале снаге акценат се ставља на примарне мере које су атрактивније и економски исплативије од секундарних.

#### Научни циљ рада

Научни циљ рада дефинисан је у тачки 2 овог извештаја. У најкраћем испитивао би се утицај конструктивних карактеристика ложишта на смањење емисија гасовитих и чврстих продуката сагоревања. Можда није уобичајено али се при дефинисању докторске дисертације ради квантификовања циља водило рачуна да предложена конструктивна решења унутар котлова на чврсту биомасу доведу до смањења емисија гасовитих загађивача (угљен монооксида CO, азота оксида NOx и непотпуно оксидисаних органских једињења) и прашкастих материја тако да задовоље и најстрожије анексе емисије стандарда SRPS EN 303-5. Разлог за овако дефинисање циља је што анекси поменутог стандарда дефинишу реално најстрожије границе емисије.

У дисертацији би се након систематизације постојећих, предложила нова техничка решења која би се израдила и експериментално испитивала. Ради побољшања предложене конструкције извршило би се њено моделирање. Модел би се верификовао са претходним експерименталним испитивањима. Циљ је да се предложеним решењима обезбеди смањење емисија током отпочињања са радом, у стационарном радном режиму и током налагања горива у котлу. Решења би, као што је више пута поновљено у овом извештају, дала акценат на примарним мерама за сузбијање емисије загађујућих материја. Савремена истраживања у овој области теже да смање емисије гасовитих загађујућих једињења пре свега при отпочињању са радом и током налагања (додавању горива) у гасификационе котлове. 90% гасовитих једињења се емитује у овим релативно кратким периодима рада. У поређењу са гасовитим загађујућим материјама, прашкасте материје се емитују много више у стационарном радном режиму, који обухвата више од 95% времена рада. Циљ је да предложена решења смање емисије загађивача на технички и еколошки најједноставнији начин. Због тога се ради избегавања коришћења додатне опреме за смањење емисије (циклони, мултициклони, адсорбциони филтри, влажни издвајачи и сл.) жели емисије гасовитих загађивача снизити на месту сагоревања горивог гаса а емисија прашкастих материја помоћу вишестепених сукцесивних мера у процесима: гасификације дрвета, сагоревања горивог гаса и размене топлоте између димног гаса и топле воде.

## Хипотезе од којих се полази

Готово сва комерцијално присутна решења из области топоводних гасификационих котлова на чврсту биомасу се састоје из две зоне за убацивање ваздуха, чији се проток контролише помоћу аутоматских клапни. Проток ваздуха се остварује услед разлике притисака између околине и котла који се помоћу једног исисног вентилатора одржава на потпритиску. Услед коришћења истосмерне гасификације, тј. конструкција у којима је зона гасификације изнад зоне сагоревања гаса већа количина честица бива унесена у гасној струји. Како су ове честице различите по саставу (дрвени кокс, минералне материје) њиховим непотпуним сагоревањем, брзим хлађењем и узношењем емитују се веће количине загађујућих материја. Циљ дисертације је да се измени овај концепт. Измена концепта се базира на хипотези да се вишестепеним сагоревањем горивог гаса у несиметричној комори за сагоревање може обезбедити адекватно сагоревање, оптималан трансфер топлоте и значајно смањење емисија гасовитих и прашкастих загађујућих материја. Друга хипотеза рада је аналогна првој. Наиме, као што се адекватно сагоревање горивог гаса постиже вишестепеним увођењем секундарног ваздуха тако се и смањење емисије прашкастих материја постиже вишестепеним сукцесивним мерама од зоне гасификације, преко зона сагоревања горивог гаса, до зона кроз које пролази димни гас као што су ложиште и конвективни део котла. У ту сврху осим несиметричне зоне сагоревања горивог гаса пројектовале би се несиметрично ложиште и једноставан конвективни део котла.

## Методe истраживања

Истраживање би почело прикупљањем адекватне литературе а наставило би се низом фаза у којима би доминирале научне методе нумеричке симулације и експерименталног испитивања. Логички распоред фаза дефинише и јасно показује истраживачке методе које би се у раду користиле:

- ▶ Прво би се пројектовала одговарајућа конструкциона решења топоводних котлова на огревно дрво.
- ▶ Потом би се паралелно са израдом пројектоване конструкције вршила њена нумеричка симулација.
- ▶ Након израде модела и конструкције, приступило би се експерименталној верификацији модела.
- ▶ На основу изведеног и верификованог модела оптимирала би се (побољшала) геометрија предложене конструкције.

## Оквирни садржај докторске дисертације

Оквирно дисертација би се састојала из следећих поглавља:

1. Преглед конструкција топоводних котлова на чврсту биомасу
2. Основни загађивачи код котлова на чврсту биомасу и мере за њихово смањење и елиминацију
3. Предложена конструкција топоводног гасификационог котла на чврсту биомасу
4. Експериментално испитивање изведеног техничког решења
5. Нумеричко моделирање испитиване конструкције
6. Експериментална верификација израђеног модела
7. Оптимизација изведеног решења
8. Закључак и даљи циљеви истраживања

## 9. Литература

### **4. Образложење теме за израду докторске дисертације које омогућава закључак да је у питању оригинална идеја или оригинални начин анализирања проблема**

Оригиналност теме докторске дисертације и оригиналност идеје која се у њој разрађује базиране су на следећим чињеницама:

- ▶ Проблеми који се решавају су специфични. У дисертацији се полази од посебног и иде ка општем. Полази се од специфичних проблема на конкретним котловима на чврсту биомасу а методе које се користе у решавању ових проблема као и предложена решења треба да резултирају општим и применљивим закључцима.
- ▶ У дисертацији се предлажу оригинална конструктивна решења унутар котлова на чврсту биомасу која ће довести до смањења емисије гасовитих загађивача (угљен монооксида CO, азотних оксида NOx и непотпуно оксидисаних органских једињења) и прашкастих материја тако да задовоље и најстрожије анексе емисије стандарда SRPS EN 303-5.

### **5. Усклађеност дефиниције предмета истраживања, основних појмова, предложене хипотезе, извора података, метода анализе са критеријумима науке уз поштовање научних принципа у изради коначне верзије докторске дисертације**

Научне методе које кандидат треба да примени у дисертацији су: анализа, хипотеза, евалуација и експериментална потврда. Предмет истраживања, основни појмови, обрада експерименталних и рачунских података заснива се на поштовању основних научних принципа области науке којој дисертација припада: Закона одржања масе, Закона одржања количине кретања и Закона одржања енергије. Сва мерења и експериментална испитивања и све нумеричке симулације које у дисертацији треба да се обаве заснивају се на поштовању напред наведених научних принципа. Сва експериментална испитивања заснивају се на стандардизованим мерењима. Поменута мерења обухватају одређивање: количине прашкастих материја у гасној струји, количине и састава продуката сагоревања, брзине димног гаса у затвореним каналима, температуре димног гаса и котловских површина, протока воде и топлотног протока кроз чврсте површине котла. Напред наведени принципи и мерења представљају темељ свега што треба да се реализује у дисертацији. Литература, коју је кандидат доставио у пријави дисертације улива сигурност са аспекта поштовања научних принципа јер је прошла детаљну рецензију. Чланови комисије гаје наду да ће кандидат у изради дисертације поштовати набројане принципе, мерне стандарде, као и да ће користити проверене и релевантне изворе података у свом раду.

### **6. Преглед научно-истраживачког рада кандидата**

Ђорђе А. Новчић, је рођен 04.12.1991. године у Краљеву. Основну школу „Чибуквачки партизани“ је завршио у Краљеву. У средњој Електро - саобраћајној техничкој школи „Никола Тесла“ матурирао је на смеру: Техничар друмског саобраћаја.

Основне академске студије на Машинском факултету (сада Факултет за машинство и грађевинарство) у Краљеву уписао је школске 2010/11. године и завршио их је у

предвиђеном року, одбранивши завршни рад 13.09.2013. године. Током основних студија остварио је просечну оцену 9.36 (девет и 36/100).

Мастер академске студије на Факултету за машинство и грађевинарство у Краљеву уписао је школске 2013/14. године. Мастер рад на изборном модулу Енергетско машинство и аутоматско управљање одбранио је 29.09.2015. године. Током мастер студија остварио је просечну оцену 10.00 (десет и 0/100).

Добитник је више награда за остварени успех током студија. На такмичењу у знању „Машинијада“ из предмета, Механика, освојио је прво место.

Током основних и мастер студија био је стипендиста Министарства просвете, науке и технолошког развоја.

Докторске академске студије уписао је школске 2015/16. године на Факултету за машинство и грађевинарство у Краљеву на модулу машинство.

У периоду од 01.04.2016. до 30.04.2018. године био је стипендиста Министарства просвете, науке и технолошког развоја ангажован на пројекту „Развој енергетски ефикасног постројења за гасификацију и когенерацију чврсте биомасе“, ев. бр. ТР 33027, као истраживач-стипендиста.

Од 01.05.2018. године запослен је на Факултету за машинство и грађевинарство у Краљеву као истраживач-приправник ангажован на пројекту „Развој енергетски ефикасног постројења за гасификацију и когенерацију чврсте биомасе“, ев. бр. ТР 33027.

Изабран је у истраживачко звање истраживач приправник на Факултету за машинство и грађевинарство у Краљеву 25.08.2016. Тренутно је студент III (треће) године докторских академских студија. Положио је све испите предвиђене студијским програмом са просечном оценом 9.94 (девет и 94/100).

Научно-истраживачка активност кандидата припада области топлотна техника и заштита животне средине. Кандидат је објавио 4 научна и стручна рада у домаћим часописима и на међународним скуповима, као и 1 техничко решење.

На основу увида у његов досадашњи рад сматрамо да је кандидат Ђорђе Новчић показао интересовање, склоност и способност за научно-истраживачки рад.

#### Објављени радови кандидата

#### Саопштења на међународним научним скуповима (категорија М33):

- [1] Марашевић М., Карамарковић В., Стојић Н., Николић М., **Новчић Ђ.**, Designing recuperator on a rotary kiln supplied with enriched air during the calcination of dolomite, IX Triennial international conferece "Heavy Machinery-НМ 2017", Faculty of Mechanical and Civil Engineering, Kraljevo, pp. F.29 - F.36, isbn: 978-86-82631-89-7, Златибор, Србија, 28. Jun - 1. Jul, 2017. (М33)
- [2] Раде Карамарковић, Владан Карамарковић, **Ђорђе Новчић**, Ненад Стојић, Милош Николић: „Energetic and Exergetic Analysis for Reconstruction of a Direct District Heating Substation“, Proceedings of the 4th International Conference on Mechanical Engineering in XXI Century (MASING 2018), Niš, Sebia, 19-20 April 2018, p. 6. ISBN: 978-86-6055-103-2. (М33)

#### Радови у националним часописима (категорија М50):

- [3] Dragana Vukajlović, Rade Karamarković, **Dorđe Novčić**, Sofija Novčić: Primena analize škripca na projektovanje gasifikacionog kotla na pelet, IMK – 14 – Reasearch & Development in Heavy Machinery, Vol. 22(2016)1, SR9-14, UDC 621 ISSN 0354-6829. (M53)
- [4] Раде Карамарковић, **Ђорђе Новчић**, Милош Николић, Миодраг Карамарковић, Драгиша Шимуновић: „Eksperimentalno ispitivanje gasifikacionog kotla: dizajn komore za sagorevanje“, Procesna tehnika, Vol. 30, n.1, pp. 20-26, Jul 2018, ISSN 2217-2319 (M53)

#### Техничка и развојна решења (категорија М80)

- [5] Раде Карамарковић, Владан Карамарковић, Миљан Марашевић, Ненад Стојић, Милош Николић, **Ђорђе Новчић**, ЛОЖИШТЕ СА СИСТЕМОМ ЗА САМОЧИШЋЕЊЕ СТАКЛА ПЕЛЕТ КАМИНА VIOLUX 20, Ново техничко решење примењено на међународном нивоу (M81)

#### Учешће на научно-истраживачким пројектима

1. ТР-33027, финансиран од стране Министарства просвете, науке и технолошког развоја Републике Србије, 2011-2018, „Развој енергетски ефикасног постројења за гасификацију и когенерацију чврсте биомасе“. Руководилац пројекта проф. др Владан Карамарковић. Носилац истраживања Факултет за машинство и грађевинарство у Краљеву.

На основу наведеног у извештају, Комисија доноси следећи

### ЗАКЉУЧАК И ПРЕДЛОГ КОМИСИЈЕ

Ђорђе Новчић, мастер инжењер машинства, испунио је све услове предвиђене за израду докторске дисертације.

Комисија предлаже Наставно-научном већу Факултета за машинство и грађевинарство у Краљеву Универзитета у Крагујевцу и Већу за техничко-технолошке науке Универзитета у Крагујевцу да предложеној тему докторске дисертације:

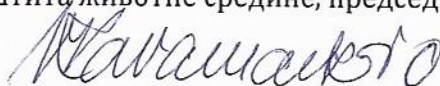
## ПРИМАРНЕ МЕРЕ ЗА СМАЊЕЊЕ ЕМИСИЈЕ ЗАГАЂУЈУЋИХ МАТЕРИЈА ИЗ КОТЛОВА НА БИОМАСУ

прихвати и њену израду одобри кандидату Ђорђу Новчићу маг. инж. маш.

Комисија предлаже да ментор ове докторске дисертације буде др Раде Карамарковић, ванредни професор Факултета за машинство и грађевинарство у Краљеву Универзитета у Крагујевцу.

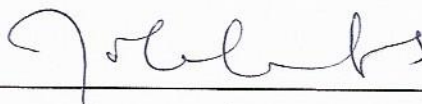
### ЧЛАНОВИ КОМИСИЈЕ

1. **др Владан Карамарковић**, редовни професор, Факултет за машинство и грађевинарство у Краљеву, ужа научна област: Топлотна техника и заштита животне средине, председник.



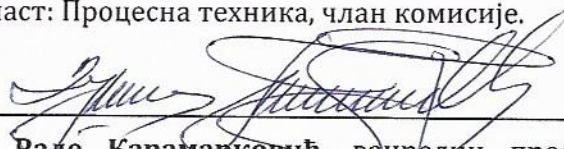
---

2. **др Александар Јововић**, редовни професор, Машински факултет Универзитета у Београду, ужа научна област: Процесна техника, члан комисије.



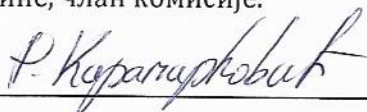
---

3. **др Душан Тодоровић**, доцент, Машински факултет Универзитета у Београду, ужа научна област: Процесна техника, члан комисије.



---

4. **др Раде Карамарковић**, ванредни професор, Факултет за машинство и грађевинарство у Краљеву Универзитета у Крагујевцу, ужа научна област: Топлотна техника и заштита животне средине, члан комисије.



---

5. **др Миљан Марашевић**, доцент, Факултет за машинство и грађевинарство у Краљеву, ужа научна област: Топлотна техника и заштита животне средине, члан.



---

У Краљеву,  
Април 2019. године.