

**НАСТАВНО-НАУЧНОМ ВЕЋУ
ФАКУЛТЕТА ЗА МАШИНСТВО И ГРАЂЕВИНАРСТВО У КРАЉЕВУ**

и

**ВЕЋУ ЗА ТЕХНИЧКО-ТЕХНОЛОШКЕ НАУКЕ
УНИВЕРЗИТЕТА У КРАГУЈЕВЦУ**

На седници Већа за техничко-технолошке науке Универзитета у Крагујевцу одржаној 24.12.2025. године (број одлуке: IV-04-752/16) одређени смо за чланове Комисије за оцену и одбрану докторске дисертације под насловом: „Мултифункционалност керамичких и металних додатака у котловима на биомасу”, кандидата Ђорђа Новчића, студента докторских академских студија Факултета за машинство и грађевинарство у Краљеву, за коју је именован ментор др Раде Карамарковић, ванредни професор.

На основу података којима располажемо достављамо следећи:

**ИЗВЕШТАЈ
О ОЦЕНИ УРАЂЕНЕ ДОКТОРСKE ДИСЕРТАЦИЈЕ**

1. Подаци о докторској дисертацији
1.1.Наслов докторске дисертације:
Мултифункционалност керамичких и металних додатака у котловима на биомасу
1.2.Опис докторске дисертације (навести кратак садржај са назнаком броја страница, поглавља, слика, шема, графикона, једначина и референци) (до 500 карактера):
Дисертација је написана на 219 страница, садржи 75 слика, 61 једначину и 201 референцу. Подељена је на 6 поглавља. После уводног, које представља проширени апстракт, даје се преглед биомасе као обновљивог извора енергије. Треће поглавље описује конструкције гасификационих котлова, приказује резултате експерименталних испитивања и детаље примењеног CFD модела. Четврто се бави геометријом и положајем керамичких елемената у комори за сагоревање. Пето поглавље анализира металне додатке у конвективном делу котла. Дисертација се завршава са главним закључцима и правцима будућих истраживања.
1.3.Опис предмета истраживања (до 500 карактера):
Дисертација се експериментално и теоријски бави керамичким и металним додацима у гасификационим котловима на биомасу. Керамички додаци се користе у гасификационој и комори за сагоревање горивог гаса. Главне функције су им да обезбеде енергију за ендотермне гасификационе реакције, да омогуће што потпуније сагоревање горивог гаса са што мање загађујућих материја, као и да поспеше пренос топлоте у зони сагоревања. Метални додаци,

турбулатори, се користе да поспеше прелаз топлоте са димног гаса на котловску воду у деловима котла у којима доминира конвективни трансфер топлоте.

1.4. Анализа испуњености полазних хипотеза:

1. Прва хипотеза заснивала се на претпоставци да се применом вишестепеног сагоревања, уз коришћење ватросталних елемената, може постићи: потпуније сагоревање, бољи трансфер топлоте и мање емисије загађујућих материја.

- Резултати симулација су показали да продужено задржавање димних гасова у комори за сагоревање има позитиван утицај на трансфер топлоте. Варијанте са дужом керамиком (минимално 1/2, а оптимално до 2/3 дужине ложишта) остварују највећи трансфер топлоте. Најбоља путања гаса је у облику слова "П", при чему керамика одваја улаз гаса од излаза гаса из коморе за сагоревање. Постављање керамике под углом од 5° у односу на подужну осу ложишта, показало се повољно са аспекта издвајања честица и пепела. Такође, предгревање ваздуха за гасификацију и за сагоревање има позитиван утицај на трансфер топлоте. На основу наведеног може се закључити да је прва хипотеза потврђена.

2. Друга хипотеза претпостављала је да постоји оптимални пречник и корак жице турбулатора у облику опруге и да они зависе од Рејнолдсовог броја димног гаса при струјању у димоводној цеви кружног попречног пресека. Другој хипотези придружена је и претпоставка да додавање конусног жичаног дела на слободном крају турбулатора утиче на ранију побуду турбуленција у језгру протока и да је позитивно са аспекта његове ефикасности.

- Резултати су показали да постоји оптималан опсег Рејнолдсових бројева (2500-3500), односно брзина димних гасова (1.35-1.8 m/s), за уградњу турбулатора у облику жице у димоводним цевима конвективног дела котла. У температурском опсегу од 150-350°C, зрачење гаса има највећи утицај на ефикасност турбулатора при малим Рејнолдсовим бројевима. Кандидат је дефинисао коефицијент перформансе турбулатора који омогућава поређење различитих конструкција које се истовремено користе за побољшање трансфера топлоте и спречавање прљања цеви. Дефинисани коефицијент омогућава одабир оптималног пречника и корака жице. Додавање конусне опруге на слободном крају турбулатора повећава ефекат ротације струјног језгра и за последицу има повећање коефицијента прелаза топлоте са димног гаса на цев. На основу претходно наведених исечака из закључка, потврђује се и друга хипотеза дисертације.

1.5. Анализа примењених метода истраживања:

Примењена методологија истраживања заснована је на интеграцији теоријских, нумеричких и експерименталних метода. Истраживање је започето систематским прегледом релевантне научне и стручне литературе, на основу које су дефинисане теоријске основе за развој нових конструктивних решења ватросталних елемената и турбулатора, као и идентификовани параметри који имају кључан утицај на трансфер топлоте. У другој фази примењена је инжењерска метода пројектовања, док је централни део дисертације заснован на примени нумеричких метода, односно CFD анализе. Ова метода се показала значајном јер је омогућила испитивање више различитих варијанти конструкција без непосредне израде физичких прототипова, чиме су остварене уштеде у времену и трошковима истраживања. Након израде модела приступило се њиховој експерименталној валидацији. У последњој фази, помоћу модела извршена је оптимизација геометрије конструктивних додатака. Дакле, примењени

истраживачки приступ се може окарактерисати као мултидисциплинарни, интегрални, верификациони и оптимizacionи.
1.6.Анализа испуњености циља истраживања:
<p>У Пријави теме дисертације од 10.10.2022. год., кандидат је јасно дефинисао две врсте циљева за две врсте испитиваних котловских додатака: керамичких елемента и металних турбулатора. Мултифункционалност је заједничка за обе врсте додатака, зато што обе служе за унапређење трансфера топлоте и смањење емисија и цене котлова. Керамички елементи поспешују потпуније сагоревање, побољшавају трансфер топлоте и омогућавају енергију за ендотермне гасификационе реакције. Са друге стране турбулатори побољшавају трансфер топлоте и смањују емисије прашкастих материја. Као циљ рада, кандидат је навео предлагање конкретних конструктивних решења наведених уметака. У дисертацији је предложио, моделирао и анализирао 146 различитих конструкција керамичких елемената и 110 конструкција турбулатора. Коришћене CFD моделе, верификовао је помоћу експерименталних испитивања керамичких елемената и турбулатора.</p> <p>146 различитих конструкција керамичких елемената служило је кандидату да одговори на циљеве које је у облику питања навео у Пријави дисертације: (i) да ли постоји њихов оптималан облик и димензије?; (ii) како помоћу њих побољшати таложење честица у ложишту?; и (iii) које су опште смернице за брзину струјања димног гаса, положај и величину керамичких елемената у зони сагоревања ради унапређења размене топлоте?</p> <p>110 испитиваних конструкција турбулатора, служило је кандидату да одговори на циљеве дате у облику питања у Пријави дисертације: (i) при којим вредностима Рејнолдсовог броја у цевима котла је оптимално примењивати турбулаторе облика жичане опруге?; (ii) колики треба да буду кораци опруге и пречници жице у зависности од пречника цеви у којој су они смештени?; и (iii) какав је утицај конуса опруге на слободном крају турбулатора на њихову ефикасност?</p> <p>На свих шест питања одговори се налазе у закључку дисертације. Неки су већ и поменути у оквиру тачке 1.4 овог извештаја. Стога комисија закључује да је кандидат испунио дефинисане циљеве истраживања.</p>
1.7.Анализа добијених резултата истраживања и списак објављених научних радова кандидата из докторске дисертације (аутори, наслов рада, назив часописа, волумен, година објављивања, странице од-до, DOI број ¹ , категорија):
<p>Из садржаја дисертације, кандидат је до сада објавио један рад из категорије M22, два рада из категорије M33, један рад из категорије M53, и један рад се налази на рецензији у часопису категорије M23:</p> <p>[1] - Đ. A. Novčić, M. V. Nikolić, D. M. Todorović, R. M. Karamarković, and M. O. Obradović, "EXPERIMENTAL AND CFD ANALYSIS OF WIRE COIL TURBULATORS IN BIOMASS BOILERS," <i>Thermal Science</i>, vol. 27, 2023, pp. 71-87, DOI: 10.2298/TSCI2301071N, M22</p> <p>[2] - R. Karamarković, D. Todorović, Đ. Novčić, M. Obradović, and M. Nikolić, "Eksperimentalna ispitivanja gasifikacione komore kotla na drva," in <i>Zbornik Međunarodnog kongresa o procesnoj industriji - Procesing</i>, 2023, pp. 63-72, ISBN: 978-86-85535-15-4, M33</p> <p>[3] - Đ. Novčić, M. Nikolić, R. Karamarković, and D. Šimunović, "Gradual combustion of wood logs by the use of preheated air," in <i>Proceedings X Triennial international conference heavy machinery – HM 2021</i>, Faculty of Mechanical and Civil Engineering in Kraljevo, 2021, pp. 57-62, ISBN: 978-86-81412-09-1, M33</p> <p>[4] - R. Karamarković, Đ. Novčić, M. Nikolić, M. Karamarković, and D. Šimunović, "Eksperimentalno ispitivanje gasifikacionog kotla: dizajn komore za sagorevanje," in <i>Procesna</i></p>

¹ Уколико публикација нема DOI број уписати ISSN и ISBN

<p>tehnika, vol. 30, 2018, pp. 20-26, DOI: 10.24094/ptc.018.30.1.20, M53</p> <p>[5] - R. M. Karamarković, Đ. A. Novčić, M. V. Nikolić, D. M. Todorović, and M. O. Obradović, "Impact of Refractory Elements Design on Heat Transfer in the Combustion Chamber of Wood-Log Gasification Boilers," Journal of Thermal Engineering (under review: JTEN-2026-83), M23</p>
<p>1.8. Оцена да је урађена докторска дисертација резултат оригиналног научног рада кандидата у одговарајућој научној области и анализа извештаја о провери докторске дисертације на плагијаризам (до 1000 карактера):</p>
<p>Имајући у виду да је:</p> <ul style="list-style-type: none"> - дисертација позитивно оцењена у Оцени ментора о извештају о провери оригиналности докторске дисертације од 06.11.2025., - из садржаја дисертације кандидат до сада објавио 1 рад у часопису категорије М22 са СЦИ листе, 2 рада у категорији М33, 1 рад у категорији М53, и да се још 1 рад налази на рецензији у часопису категорије М23 са СЦИ листе, - сваки од потписника Извештаја сматра за плод оригиналног научног рада, <p>закључује се да је дисертација „Мултифункционалност керамичких и металних додатака у котловима на биомасу“ резултат оригиналног научног рада кандидата Ђорђа Новчића маг. инж. маш.</p>
<p>1.9. Значај и допринос докторске дисертације са становишта актуелног стања у одређеној научној области:</p>
<p>Иако гасификационим котловима на дрва припада 20% целокупног тржишта котлова на биомасу, сем патената и патентних захтева врло је мало научне литературе везане за дизајн керамичких елемената у њима. Дисертација покушава да систематизује знања везана за облик, постављање и димензионисање керамичких елемената у коморама за сагоревање гасификационих котлова на биомасу. У ту сврху се користе, у научној анализи врло актуелни, CFD модели верификовани на основу експерименталних резултата. Представљени експерименти су због сложености и затворености најзначајнијих произвођача котлова, такође врло ретки.</p> <p>За разлику од керамичких елемената, метални турбулатори су далеко заступљенији у научној литератури због коришћења у разним врстама размењивача топлоте. И поред тога, и за њих, као и за керамичке елементе, у котловима на биомасу постоје врло оскудни подаци. Кандидат турбулаторе описује истом, актуелном методологијом: CFD моделирањем и експерименталном валидацијом. Смернице које даје су практичне и могу се користити у науци и инжењерству.</p>
<p>1.10. Оцена испуњености услова за одбрану докторске дисертације у складу са студијским програмом, општим актом факултета и општим актом Универзитета (до 1000 карактера):</p>
<p>Кандидат је испунио све услове за одбрану докторске дисертације у складу са следећим општим актима:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Правилником о правилима студирања на докторским академским студијама Факултета за машинство и грађевинарство у Краљеву (бр. 1878/6 од 04.12.2019. године); - Правилником о пријави, изради и одбрани докторске дисертације Универзитета у Крагујевцу (од 29.12.2023. године); - Правилником о измени и допуни Правилника о пријави, изради и одбрани докторске дисертације Универзитета у Крагујевцу (од 16.01.2026. године), <p>зато што је:</p>

- Објавио један научни рад директно повезан са темом и садржајем докторске дисертације, у коме је потписан као први аутор, а рад је објављен у часопису са импакт фактором који се налази на SCI листи, чиме су у потпуности задовољени критеријуми члана 17. Правилника о пријави, изради и одбрани докторске дисертације Универзитета у Крагујевцу;
- Добио позитиван Извештај о урађеној докторској дисертацији (Образац бр. 4 са прилозима) на основу члана 18. Правилника о пријави, изради и одбрани докторске дисертације Универзитета у Крагујевцу;
- Добио позитивну оцену ментора у извештају о провери оригиналности докторске дисертације од 06.11.2025. године на основу члана 20. Правилника о пријави, изради и одбрани докторске дисертације Универзитета у Крагујевцу.

2. ЗАКЉУЧАК

На основу анализе докторске дисертације и приложене документације Комисија за оцену и одбрану докторске дисертације под насловом „**Мултифункционалност керамичких и металних додатака у котловима на биомасу**”, кандидата **Ђорђа Новчића**, предлаже надлежним стручним органима да се докторска дисертација прихвати и да се одобри њена одбрана.

Чланови комисије:

1. др Душан Тодоровић, ванредни професор
Машински факултет Универзитета у Београду
Ужа научна област: Процесна техника

Председник комисије

2. др Марко Обрадовић, редовни професор
Машински факултет Универзитета у Београду
Ужа научна област: Процесна техника

Члан комисије

3. др Милош Николић, доцент
Факултет за машинство и грађевинарство у
Краљеву Универзитета у Крагујевцу
Ужа научна област: Енергетика и заштита
животне средине

Члан комисије