

Факултет Машински

УНИВЕРЗИТЕТ У БЕОГРАДУ

Веће научних области техничких наука
(Назив стручног већа коме се захтев упућује, сагласно

члану 6. и чл. 7 став 1. овог правилника)

347/2

(Број захтева)

21.02.2019. године

(Датум)

ЗАХТЕВ**за давање сагласности на реферат о урађеној докторској дисертацији**

Молимо да, сходно члану 46. ст. 5 тач. 4. Статута Универзитета у Београду („Гласник Универзитета“, број 131/06), дате сагласност на реферат о урађеној докторској дисертацији кандидата:

ИВАНЕ (РАДИША) ЧЕКОВИЋ

(име, име једног од родитеља и презиме)

КАНДИДАТ **ИВАНА (РАДИША) ЧЕКОВИЋ** уписан на Докторске студије 2009. год.

(име, име једног од родитеља и презиме)

Поднео је захтев за израду докторске дисертације:

ПРОЦЕС ГАСИФИКАЦИЈЕ ДРВНЕ СЕЧКЕ У ПОСТРОЈЕЊУ ЗА КОМБИНОВАНУ ПРОИЗВОДЊУ ТОПЛОТНЕ И ЕЛЕКТРИЧНЕ ЕНЕРГИЈЕУниверзитет је дана 26.03.2018. год. својим актом под бр. 61206-1401/2-18 дао сагласност на предлог теме докторске дисертације која је гласила:**ПРОЦЕС ГАСИФИКАЦИЈЕ ДРВНЕ СЕЧКЕ У ПОСТРОЈЕЊУ ЗА КОМБИНОВАНУ ПРОИЗВОДЊУ ТОПЛОТНЕ И ЕЛЕКТРИЧНЕ ЕНЕРГИЈЕ**Комисија за оцену и одбрану докторске дисертације кандидата: **ИВАНЕ (РАДИША) ЧЕКОВИЋ**

(име, име једног од родитеља и презиме)

Образована је на седници одржаној 27.12.2018. године, одлуком факултета под бр. 2933/2, у саставу:

Име и презиме члана комисије	звање	научна област	установа у којој је запослен
1. Др Александар Јововић	Ред. проф.	Процесна техника	Машински факултет Београд
2. Др Марта Трнинић	Научни сарадник	Процесна техника	Машински факултет Београд
3. Др Небојша Манић	Ванр. проф.	Технологија материјала – погонски мат. и сагоревање	Машински факултет Београд
4. Др Душан Тодоровић	Доц.	Процесна техника	Машински факултет Београд
5. Др Раде Карамарковић	Ванр. проф.	Енергетика и заштита животне средине	Универзитет у Крагујевцу, Факултет за Машинство и грађевинарство у Краљеву

Наставно-научно веће факултета прихватило је извештај Комисије за оцену и одбрану докторске дисертације на седници одржаној дана 21.02.2019. године.ДЕКАН
МАШИНСКОГ ФАКУЛТЕТАпроф.др Радивоје Митровић

Прилог: 1. Извештај комисије са предлогом.

2. Акт Наставно-научног већа факултета о усвајању извештаја.

3. Примедбе дате у току стављања извештаја на увид јавности,
уколико је таквих примедби било.

УНИВЕРЗИТЕТ У БЕОГРАДУ
- МАШИНСКИ ФАКУЛТЕТ –
Број: 347/2
Датум: 21.02.2019. године
Београд, Краљице Марије 16

На основу члана 30. Закона о високом образовању („Службени гласник РС“, број 76/2005, 100/2007 – аутентично тумачење, 97/2008, 93/2012 и 89/2013), члана 64. Статута Машинског факултета (број 1450/4 од 14.06.2018. године) и члана 37. Правилника о докторским студијама Машинског факултета и реферата Комисије у саставу: др Александар Јововић, ред. проф., ментор, др Марта Трнинић, научни сарадник, ментор, др Небојша Манић, ванр. проф., др Душан Тодоровић, доц. и др Раде Карамарковић, ванр. проф., Универзитет у Крагујевцу, Факултет за машинство и грађевинарство у Краљеву о оцени докторске дисертације „Процес гасификације дрвне сечке у постројењу за комбиновану производњу топлотне и електричне енергије“ студента докторских студија **Иване Чековић, дипл. инж. маш.**, Наставно-научно веће Машинског факултета на седници одржаној 21.02.2019. године, донело је следећу

ОДЛУКУ

Усваја се реферат Комисије о урађеној докторској дисертацији **„ПРОЦЕС ГАСИФИКАЦИЈЕ ДРВНЕ СЕЧКЕ У ПОСТРОЈЕЊУ ЗА КОМБИНОВАНУ ПРОИЗВОДЊУ ТОПЛОТНЕ И ЕЛЕКТРИЧНЕ ЕНЕРГИЈЕ“** студента **ИВАНЕ ЧЕКОВИЋ, дипл. инж. маш.**

Докторску дисертацију и реферат Комисије о урађеној докторској дисертацији доставити на давање сагласности Већу научних области техничких наука Универзитета у Београду, по истеку рока од 30 дана у коме су били на увиду јавности.

Одлуку доставити: Већу научних области техничких наука Универзитета у Београду, студенту, ментору и архиви Факултета.

ДЕКАН
МАШИНСКОГ ФАКУЛТЕТА

проф. др Радивоје Митровић

УНИВЕРЗИТЕТ У БЕОГРАДУ
Машински факултет

НАСТАВНО-НАУЧНОМ ВЕЋУ И ВЕЋУ ДОКТОРСКИХ СТУДИЈА

Предмет: Реферат о урађеној докторској дисертацији кандидаткиње Иване Р. Чековић,
дипл. инж. маш.

Одлуком Наставно-научног већа Машинског факултета бр. 2933/2 од 27.12.2018. године, именовани смо за чланове Комисије за преглед, оцену и одбрану докторске дисертације кандидаткиње Иване Р. Чековић, дипл. инж. маш., под насловом

**„Процес гасификације дрвне сечке
у постројењу за комбиновану производњу топлотне и електричне енергије“**

После прегледа достављене Дисертације и других пратећих материјала и разговора са Кандидаткињом, Комисија је сачинила следећи

РЕФЕРАТ

1. УВОД

1.1. Хронологија одобравања и израде дисертације

Кандидаткиња Ивана Р. Чековић, дипл. инж. маш., уписала је Докторске студије Машинског факултета Универзитета у Београду школске 2009/2010. године.

На молбу кандидаткиње Иване Р. Чековић имала је мировање у школској 2014/2015. (решење бр. 9/10557 од 31.09.2014. године), мировање у школској 2015/2016. (решење бр. 9/12386 од 29.09.2017. године), продужење у школској 2017/2018. (молба бр. 9/12387 од 29.09.2017. године и решење бр. 2581/2 од 19.10.2017. године) и продужење у школској 2018/2019. (молба бр. 9/13601 од 03.07.2018. године и решење бр. 1682/1 од 03.07.2018. године).

На основу захтева кандидаткиње Иване Р. Чековић, бр. 308/1 од 05.02.2018. године, да се прихвати тема и одобри израда докторске дисертације под називом **„Процес гасификације дрвне сечке у постројењу за комбиновану производњу топлотне и електричне енергије“**, Наставно-научно веће Машинског факултета у Београду донело је одлуку, бр. 308/3 од 22.02.2018. године, да јој се одобри пријава

теме докторске дисертације и именује Комисија за подношење реферата о теми докторске дисертације у саставу др Александар Јововић (ред. проф., ментор), др Марта Трнинић (научни сарадник, ментор), др Душан Тодоровић (доц.), др Небојша Манић (ванр. проф.) и др Раде Карамарковић (ванр. проф., Факултет за машинство и грађевинарство Универзитета у Крагујевцу). Именована Комисија подноси Реферат, бр. 308/4 од 13.03.2018. године, Наставно-научном већу Машинског факултета у Београду о подобности теме и кандидаткиње за израду докторске дисертације, након чега Веће доноси одлуку, бр. 308/5 од 15.03.2018. године, о прихватању научне заснованости теме докторске дисертације, констатује да кандидаткиња испуњава услове за израду докторске дисертације и именује др Александра Јововића и др Марту Трнинић за менторе. На захтев Машинског факултета Универзитета у Београду, бр. 308/4 од 15.03.2018. године, добија се сагласност Већа научних области техничких наука Универзитета у Београду, бр. 61206-1401/2-18 од 26.03.2018. године, на предлог теме докторске дисертације кандидаткиње Иване Р. Чековић, дипл. инж. маш. под називом **„Процес гасификације дрвне сечке у постројењу за комбиновану производњу топлотне и електричне енергије“** под менторством проф. др Александра Јововића и др Марте Трнинић.

На основу обавештења ментора проф. др Александра Јововића и др Марте Трнинић, да је кандидаткиња Иване Р. Чековић, дипл. инж. маш., завршила докторску дисертацију под називом **„Процес гасификације дрвне сечке у постројењу за комбиновану производњу топлотне и електричне енергије“** и предлога Катедре за процесну технику, Наставно-научног већа Машинског факултета у Београду донета је одлука, бр. 2933/2 од 27.12.2018. године, о именовању Комисије за оцену и одбрану докторске дисертације у саставу:

- др Александар Јововић, ред. проф., ментор;
- др Марта Трнинић, научни сарадник, ментор;
- др Небојша Манић, ванр. проф.;
- др Душан Тодоровић, доц.;
- др Раде Карамарковић, ванр. проф., Универзитет у Крагујевцу, Факултет за машинство и грађевинарство у Краљеву.

1.2. Научна област дисертације

Докторска дисертација кандидаткиње Иване Р. Чековић, под називом **„Процес гасификације дрвне сечке у постројењу за комбиновану производњу топлотне и електричне енергије“**, припада области техничких наука –Машинство, ужа научна област –Процесна техника, за коју је матичан Машински факултет Универзитета у Београду.

Ментор др Александар Јововић је редовни професор на Катедри за процесну технику Машинског факултета Универзитета у Београду. Као аутор или коаутор публиковао је укупно 22 рада у часописима са SCI листе.

Ментор др Марта Трнинић је научни сарадник на Машинском факултету Универзитета у Београду. Као аутор или коаутор публиковала је укупно 8 радова у часописима са SCI листе.

1.3. Биографски подаци о кандидаткињи

Ивана Р. Чековић рођена је 16. марта 1985. године у Чачку. Основну школу „Вук Караџић” завршила је 2000. године, а Гимназију у Чачку 2004. године. Због

постигнутих изванредних успеха и у основној и у средњој школи носилац је Вукове дипломе. Машински факултет Универзитета у Београду уписала је 2004. године, а дипломирала је 25. септембра 2009. године са просечном оценом 9,92 (девет и 92/100). Након завршене прве, друге, треће, четврте и пете године студија добијала је награде Машинског факултета за постигнуте изванредне резултате. Ивана Чековић била је студент генерације 2008/2009. Машинског факултета Универзитета у Београду и добитник је награде „Проф. др Војислав К. Стојановић”. На PROCESING-у 2010. године награђен јој је дипломски рад под називом „Идејно решење електричне коморне сушаре за лак”. Током студија била је стипендиста Фонда за младе таленте „Доситеја“. Докторске академске студије уписала је у мају 2010. године на Машинском факултету Универзитета у Београду. Током студија имала је 2 мировања и 2 продужења. Од маја 2010. године запослена је у Иновационом центру Машинског факултета Универзитета у Београду као истраживач, где је ангажована на пројектима технолошког развоја TP 33047 и TP 33053.

2. ОПИС ДИСЕРТАЦИЈЕ

2.1. Садржај дисертације

Докторска дисертација кандидаткиње Иване Р. Чековић, дипл. инж. маш., под називом „Процес гасификације дрвне сечке у постројењу за комбиновану производњу топлотне и електричне енергије“ написана је на српском, ћириличним писмом и изложена је на 129 страна формата А4. Дисертација садржи 48 слика и дијаграма, 29 табела, 28 нумерисаних израза и списак коришћене литературе на 8 страна.

Дисертација садржи следећа поглавља:

1. Увод;
2. Термохемијски процеси конверзије биомасе;
3. Процеси гасификације биомасе;
4. Биомаса;
5. Експериментална испитивања у постројењу за комбиновану производњу топлотне и електричне енергије;
6. Дефинисање математичких модела процеса гасификације дрвне сечке у истосмерном гасификатору;
7. Резултати и анализа математичких модела процеса гасификације дрвне сечке у истосмерном гасификатору и њихово поређење са литературним подацима;
8. Закључак.

Поред поменутог дисертација садржи резиме на српском и енглеском језику, садржај, преглед литературе, као и биографију аутора, изјаву о ауторству, изјаву о истовестности штампане и електронске верзије докторског рада и изјаву о коришћењу.

2.2. Кратак приказ појединачних поглавља

У уводном поглављу ове докторске дисертације истакнути су значај, потенцијал и изазови употребе обновљивих извора енергије са нагласком на дрвној биомаси. Посебна пажња посвећена је термохемијском процесу гасификације у постројењима за комбиновану производњу топлотне и електричне енергије (СНР постројења), који представља ефикасан начин конверзије биомасе у енергетске сврхе, карактеристичан

по ефикасном уклањању чврстих честица у произведеном гасу и нижим емисијама свих загађујућих компонената. Изложена је и проблематика истосмерне гасификације дрвне сечке која је разматрана у оквиру комерцијалног СНР постројења у циљу дефинисања ASPEN Plus и ANSYS Fluent модела истосмерне гасификације, а ради испитивања састава и топлотне моћи произведеног гаса.

У другом поглављу издвојени су најбитнији фактори који утичу на избор процеса конверзије биомасе (врста биомасе, жељени облик енергије и др.), а дат је и преглед главних термохемијских процеса (пиролиза, гасификација и сагоревање). Приказане су фазе одвијања наведених процеса, карактеристичне реакције одвијања процеса, производи који се добијају, као и њихове најважније карактеристике.

У трећем поглављу детаљно је приказан процеса гасификације - дати су преглед, опис и карактеристике основних типова реактора (гасификатора), оксидационих средстава и параметара од значаја који су карактеристични за процес гасификације биомасе. Истакнут је и значај познавања састава и топлотне моћи произведеног гаса, количине насталог тера и честица, као и величине насталих честица у гасу. Посебно је анализиран утицај параметара који утичу на правилан рад гасификатора и квалитет гаса добијеног у процесу гасификације (састав и топлотна моћ гаса). Разматрани су следећи утицајни параметри: време задржавања, коефицијент вишка ваздуха, карактеристике биомасе (врста биомасе, величина комада, садржај влаге и волатила, потрошња горива), температура, притисак и ефикасност гасификатора. Приказана је подела постројења у којима се гас производи у процесу гасификације према технологији и врсти, а дата је подела СНР постројења према величини.

У четвртном поглављу дат је преглед дефиниција биомасе. Направљен је осврт на употребу биомасе у енергетске сврхе, на њен потенцијал и на најчешће коришћену дрвну биомасу у СНР постројењима. Дат је преглед карактеристика чврсте биомасе, а приказана је и подела дрвне биомасе према два критеријум, према пореклу и извору и према главном облику у којем се тргује и главним својствима. Посебно детаљно је извршена анализа биомасе која се користи у изведеним комерцијалним СНР постројењима. Анализа је обухватила врсту биомасе која се користи, снагу постројења и технологију гасификације.

Експериментална испитивања у постројењу за комбиновану производњу топлотне и електричне енергије описана су петом поглављу ове докторске дисертације. Детаљно су описани испитна инсталација и мерна места у оквиру постројења где су реализована мерења. За експериментална испитивања коришћено је комерцијално постројење које спада у групу мањих комерцијалних постројења, номиналне снаге од око 250 kW електричне енергије и 600 kW топлотне енергије. Детаљно је описано постројење и методологија испитивања која је коришћена приликом израде ове дисертације. Приказани су резултати карактеризације дрвне сечке из бункера за складиштење и са транспортне траке испред гасификатора, показивања калориметра и вредности одговарајућих температура (резултати мерења са SCADA-e), као и методологија којом је установљена потрошња дрвне сечке. Приказани су резултати мерења који се односе на гас добијен у процесу гасификације. Извршено је укупно 12 серија испитивања на постројењу.

У шестом поглављу дат је кратак осврт на поделу математичких модела процеса гасификације са нагласком на истосмерној гасификацији. Разматрана су два модела процеса гасификације дрвне сечке у истосмерном гасификатору и то: термодинамички равнотежни (0-D), у оквиру софтверског пакета ASPEN Plus, и CFD модел (3-D), у

оквиру софтверског пакета ANSYS Fluent V9, у циљу испитивања састава и топлотне моћи произведеног гаса. У оба случаја детаљно су дефинисане претпоставке модела и јасно је приказана и описана употребљена методологија развоја модела. Приликом развоја ASPEN Plus модела, коришћена је метода вишеструког валидацијског приступа. Посебно су разматрана три случаја са циљем потврде модела. За потребе ANSYS Fluent модела, дефинисана је геометрија и мрежа реактора, истосмерног гасификатора, који омогућавају довољно прецизно дефинисање домена разматраног математичког модела. Током поставке и решавања коришћена је метода коначних запремина. Посебно су дефинисане фиктивне молекулске формуле волатила, хемијске реакције које се узимају у обзир (првостепена деволатилизација, другостепена реакција угљен монооксида и кисеоника из ваздуха и хетерогена реакција коксног остатка), као и одговарајући кинетички параметри (енергије активације и предекспоненцијални фактори).

У седмом поглављу приказани су резултати развијених ASPEN Plus и ANSYS Fluent модела процеса гасификације дрвне сечке у истосмерном гасификатору. Резултати модела обухватају следеће параметре: капацитет гасификатора, излазну температуру произведеног гаса, коефицијент вишка ваздуха, састав (CO_2 , H_2 , CO , CH_4 и N_2) и топлотну моћ произведеног гаса. Резултати оба модела су анализирани, упоређени и потврђени упоређивањем са одговарајућим литературним изворима. Извршена је упоредна анализа резултата примењених модела и анализирани су разлике добијених резултата и дата су образложења за уочене разлике у резултатима модела.

У осмом поглављу дати су детаљни закључци са критичком анализом остварених резултата проистекли из приказаног истраживања. Указане су могућности примене развијених модела гасификације приликом пројектовања и праћења рада гасификатора са посебним освртом на могућност анализе утицаја појединих утицајних параметара на састав и топлотну моћ добијеног гаса. Закључено је да развијени модели могу да се користе у пракси и да уз одговарајуће податке добијене експерименталним испитивањима омогућавају анализу утицаја карактеристика биомасе (врсте биомасе, садржаја влаге и волатила) на процес гасификације. На крају, истакнут је научни допринос дисертације, као и смернице за будућа истраживања.

Литература коришћена при изради докторске дисертације је приказана у посебном поглављу.

3. ОЦЕНА ДИСЕРТАЦИЈЕ

3.1. Савременост и оригиналност

Докторска дисертација под називом „Процес гасификације дрвне сечке у постројењу за комбиновану производњу топлотне и електричне енергије“ представља савремен, оригиналан и значајан допринос разматраном проблему истосмерне гасификације дрвне сечке.

Енергетске стратегије одрживог развоја разматрају технолошке изазове данашњице кроз рационалну потрошњу енергије, постизање веће енергетске ефикасности процеса производње енергије и замену фосилних горива различитим изворима обновљиве енергије. На глобалном нивоу око 15% енергије обезбеђује се из обновљивих извора, а највећи део представља хидроенергија и енергија пореклом из дрвних горива у земљама у развоју. Избор биомасе зависи од крајњег облика енергије

који треба да се испоручи, а на избор процеса конверзије утичу како врста, тако и облик биомасе.

Технички искористив потенцијал обновљивих извора енергије у Републици Србији процењује се на око 5,6 милиона тое (тона еквивалентне нафте, *ten*) годишње. Од тога биомаси припада 3,4 милиона тое, односно око 60,7%, а чине је пре свега остаци или отпад пореклом из шума, дрвне индустрије и пољопривреде. Иако је потенцијал биомасе значајан, тренутно се користи само 35% укупног расположивог техничког потенцијала.

Савремене технологије конверзије биомасе, поред сагоревања, разматрају и пиролизу и гасификацију биомасе. У поређењу са сагоревањем, чија је укупна ефикасност производње топлоте мала, технологије гасификације су у предности јер се овим процесом сировине ниске енергетске вредности могу се конвертовати не само у електричну енергију, већ и у друге хемијске сировине. Савремене технологије гасификације обезбеђују да енергетска ефикасност процеса буде велика, а емисије NO_x једињења мале, јер су температуре које се остварују ниже, у поређењу са процесом сагоревања. Комбинована производња топлотне и електричне енергије у такозваним СНР постројењима, осим велике енергетске ефикасности, карактеристична је по ефикасном уклањању чврстих честица у произведеном гасу и нижим емисијама свих загађујућих продуката.

Предмет и научни допринос докторске дисертације представља истраживање процеса гасификације дрвне сечке у комерцијалном СНР постројењу и развој модела процеса гасификације који омогућавају праћење процеса и утицаја карактеристичних параметара на састав и топлотну моћ произведеног гаса. Моделско испитивање састава и топлотне моћи произведеног гаса у оквиру комерцијалног индустријског постројења, које представља систем који се значајно разликује од оног најчешћег у лабораторијским условима у којима су инсталације посебно пројектоване и изведене за потребе испитивања, смањује трошкове истраживања и ризике који се јављају током различитих испитивања, али и омогућава унапређење процеса производње топлотне и електричне енергије и самог гасификатора, чиме је омогућено отклањање проблема не само у раду СНР постројења, већ и сличних енергетских система са истосмерном гасификацијом.

Област, у којој је остварен научни допринос, је актуелна, а посебан квалитет истраживању даје и могућност примене постигнутих резултата на шире подручје примене биомасе у енергетске сврхе, док свеобухватан приступ анализи и примена савремених научних метода указују на висок степен оригиналности који је присутан у овој докторској дисертацији.

3.2. Осврт на референтну и коришћену литературу

Списак литературе која је коришћена у овој докторској дисертацији издвојен је као посебно поглавље. Прегледом цитиране литературе, може се закључити да је кандидаткиња у току израде дисертације користила литературу која је референтна и актуелна. Коришћена литература, из домаћих и међународних часописа, стручних уџбеника, релевантних међународних стандарда, референтних докумената и извештаја, послужила је као основа за приказ стања у области истраживања приказаној у оквиру ове докторске дисертације.

У докторској дисертацији у поглављу ЛИТЕРАТУРА цитирана је обимна коришћена литература из следећих области:

- биомасе као обновљивог извора енергије;
- теорије и експерименталних истраживања процеса гасификације;

- моделовања процеса гасификације;
- теорије хемијске кинетике.

Кандидаткиња је детаљно проучила и цитирала наведену литературу која јој је послужила као основа за систематизацију постојећих сазнања из области која је предмет дисертације.

3.3. Опис и адекватност примењених научних метода

Циљ докторске дисертације, кандидаткиње Иване Р. Чековић, је био проучавање процеса гасификације дрвне сечке у постројењу за комбиновану производњу топлотне и електричне енергије. Током израде ове докторске дисертације коришћене су познате и признате научноистраживачке методе. Примењене су теоријске, експерименталне и лабораторијске методе, као и методе нумеричке симулације, као што су:

- Постављање проблема истраживања на основу прегледа литературе и анализе приказаних резултата;
- Упоредна анализа експерименталних испитивања – упоредна анализа експерименталних испитивања у лабораторијским условима и испитивања одговарајућих параметара у реалном индустријском постројењу, избор утицајних величина које се могу испитивати у лабораторијским условима и на реалном постројењу;
- Примена теоријских модела за математичко описивање процеса истосмерне гасификације дрвне сечке;
- Развој модела за предвиђање састава и топлотне моћи произведеног гаса у процесу истосмерне гасификације дрвне сечке;
- Формирање веродостојних и поузданих математичких модела;
- Развој алгоритама у оквиру коришћених софтверских пакета за симулацију и анализе истосмерне гасификације дрвне сечке;
- Методе анализе и верификације резултата засноване на поређењу са референтним литературним подацима.

На основу приказаног, може се закључити да су за израду ове докторске дисертације коришћене адекватне методе у циљу одређивања најважнијих параметара процеса гасификације, састава и топлотне моћи произведеног гаса у процесу истосмерне гасификације дрвне сечке у постројењу за комбиновану производњу топлотне и електричне енергије.

3.4. Применљивост остварених резултата

Поред несумљивог научног доприноса, практичан значај остварених резултата треба посматрати из три правца: 1) унапређење рада постојећих постројења за гасификацију биомасе и комбиновану производњу топлотне и електричне енергије, 2) могућност сагледавања ефеката коришћења различитих врста биомасе на састав и топлотну моћ произведеног гаса, и 3) примена приликом пројектовања нових постројења за гасификацију биомасе. Додатно, остварени резултати могу се користити за даља истраживања у овој области применом развијених модела што значајно доприноси смањењу трошкова истраживања и ризика од могућих проблема приликом експерименталних испитивања, али и у погледу унапређења процеса производње топлотне и електричне енергије и самог гасификатора, чиме је омогућено отклањање проблема не само у раду СНР постројења, већ и сличних енергетских система са истосмерном гасификацијом.

3.5. Оцена достигнутих способности кандидата за самостални научни рад

Чланови комисије сматрају да је кандидаткиња Ивана Р. Чековић кроз рад на овој докторској дисертацији показала да има осећај и знања да самостално препозна и систематски решава инжењерске и научне проблеме, примењујући савремене теоријске, експерименталне и нумеричке методе, да вешто користи расположиву литературу, као и да успешно влада савременим истраживачким методама. Резултати докторске дисертације су доказ способности кандидаткиње за самостални научно-истраживачки рад.

4. ОСТВАРЕНИ НАУЧНИ ДОПРИНОС

4.1. Приказ остварених научних доприноса

Ова докторска дисертација је документовано проширила постојећа знања и остварила научни и практични допринос у области процесне технике. Остварени допринос докторске дисертације под називом „Процес гасификације дрвне сечке у постројењу за комбиновану производњу топлотне и електричне енергије“ се огледа у следећем:

- Синтези заснованој на истраживању значаја процеса гасификације, сагледавању утицајних параметара на процес гасификације, а посебно на састав и топлотну моћ произведеног гаса;
- Истраживању концепта испитивања процеса гасификације на основу расположиве литературе, прегледу карактеристика метода које су расположиве за испитивања и поређењу услова испитивања у лабораторијским условима и на реалним постројењима;
- Истраживању и прегледу модела процеса гасификације на основу референтних литературних извора на основу којих је утврђено да постоји потреба за развојем нових модела процеса гасификације дрвне сечке у истосмерном гасификатору намењених за примену код мањих комерцијалних СНР постројења која се значајно разликују од експерименталних инсталација;
- Развоју два математичка модела процеса гасификације у циљу утврђивања састава и топлотне моћи произведеног гаса у процесу истосмерне гасификације дрвне сечке у оквиру СНР постројења. Термодинамички равнотежни (0-D), развијен је у оквиру софтверског пакета ASPEN Plus V9, и CFD модел (3-D), развијен у оквиру софтверског пакета ANSYS Fluent v18.0. Ови модели могу се користити за пројектовање и оптимизирање рада изведених постројења за гасификацију;
- Анализирању резултата добијених на основу развијених модела и експерименталних испитивања процеса гасификације, као и поређење резултата модела са резултатима других истраживача;
- Успостављању зависности између претпоставки уведених приликом развоја модела и добијених резултата, односно састава и топлотне моћи гаса;
- Утврђивању могућности примене развијених модела на унапређење процеса производње топлотне и електричне енергије и самог истосмерног гасификатора,

чиме се омогућава отклањање проблема не само у раду СНР постројења, већ и сличних енергетских система са истосмерном гасификацијом;

- Примени развијених модела на сагледавање утицаја промене биомасе (врсте дрвне биомасе, квалитета исте дрвне биомасе) на састав и топлотну моћ произведеног гаса, односно на количину топлотне и електричне енергије која се произведе;
- Дефинисање могућности даљег унапређења ANSYS Fluent модела у погледу модификације реакције деволатилизације, повећања броја хемијских реакција које описују процес гасификације и модификације саме кинетике одабраних реакција. Тиме се отвара простор за нова и још комплекснија истраживања, а могућност повезивања ANSYS Fluent симулатора са другим софтверским пакетима, попут Matlab-а, то и те како омогућава.

Остварени научни допринос докторске дисертације се заснива на оригиналном приступу експерименталним истраживањима и развоју модела, обради и анализи добијених резултата, као и коначним корелацијама и закључцима.

4.2. Критичка анализа резултата истраживања

На основу прегледа релевантне литературе и сагледавања постојећих решења из области докторске дисертације, може се констатовати да је у докторској дисертацији на адекватан начин извршена систематизација постојећих знања из области истосмерне гасификације дрвне сечке у оквиру постројења за комбиновану производњу топлотне и електричне енергије. Истраживања спроведена у оквиру докторске дисертације обухватила су интеграцију експерименталних истраживања и развоја одговарајућих модела у циљу дефинисања зависности између параметара процеса гасификације и састава и топлотне моћи гаса произведеног у овом процесу. Истовремено, на основу увида у задате циљеве истраживања и резултате представљене у докторској дисертацији, констатујемо да су пружени одговори на сва релевантна питања и да су решени проблеми са којима се кандидаткиња сусрела.

Приказани резултати истраживања су од изузеног значаја и научно су утемељени. Поред значајног научног доприноса овој области, дисертација има и практичан значај. Наиме, даља примена развијених модела омогућава унапређења процеса производње топлотне и електричне енергије и самог гасификатора, чиме је омогућено отклањање проблема не само у раду СНР постројења, већ и сличних енергетских система са истосмерном гасификацијом. Развијени модели омогућавају сагледавање утицаја промене биомасе (врсте дрвне биомасе и квалитета биомасе) на састав и топлотну моћ произведеног гаса, односно на количину топлотне и електричне енергије која се произведе.

4.3. Верификација научних доприноса

Доприноси докторске дисертације су верификовани кроз рад који је кандидат објавио као први аутор у међународном часопису који је на SCI листи:

Категорија M23:

- Čeković, I., Manić, N., Stojilković, D., Trninić, M., Todorović, D., Jovović, A.: MODELLING OF WOOD CHIPS GASIFICATION PROCESS IN ASPEN PLUS WITH MULTIPLE VALIDATION APPROACH, - Chemical Industry and Chemical Engineering Quarterly (IF 2017= **0.944**) (ISSN 1451-9372) (DOI: 10.2298/CICEQ180709034C)

5. ЗАКЉУЧАК И ПРЕДЛОГ

На основу прегледа и детаљне анализе докторске дисертације под називом: „**Процес гасификације дрвне сечке у постројењу за комбиновану производњу топлотне и електричне енергије**“, кандидаткиње Иване Р. Чековић, дипл. инж. маш., Комисија за преглед, оцену и одбрану констатује да је урађена докторска дисертација написана према свим стандардима у научно-истраживачком раду, као и да испуњава све услове предвиђене Законом о високом образовању, стандардима и Статутом Машинског факултета у Београду.

Комисија за оцену и одбрану докторске дисертације закључила је да дисертација представља оригинални научни рад са научним доприносом у области техничких наука–Машинство, ужа научна област Процесна техника, па сагласно томе предлаже Наставно-научном већу Универзитета у Београду–Машинског факултета да прихвати Реферат Комисије и упути га Већу научних области техничких наука Универзитета у Београду на усвајање, а дисертацију „**Процес гасификације дрвне сечке у постројењу за комбиновану производњу топлотне и електричне енергије**“, кандидаткиње Иване Р. Чековић, дипл. инж. маш., стави на увид јавност.

Београд, 15.02.2019. године

ЧЛАНОВИ КОМИСИЈЕ

др Александар Јововић, редовни професор, ментор
Универзитет у Београду, Машински факултет

др Марта Трнинић, научни сарадник, ментор
Универзитет у Београду, Машински факултет

др Небојша Манић, ванредни професор
Универзитет у Београду, Машински факултет

др Душан Тодоровић, доцент
Универзитет у Београду, Машински факултет

др Раде Карамарковић, ванредни професор
Универзитет у Крагујевцу, Факултет за машинство
и грађевинарство у Краљеву

УНИВЕРЗИТЕТ У БЕОГРАДУ
- МАШИНСКИ ФАКУЛТЕТ –
Број: 347/2
Датум: 21.02.2019. године
Београд, Краљице Марије бр. 16

На основу члана 40. Закона о високом образовању („Службени гласник РС“, број 88/2017 и 27/2018-др. закон), члана 48. Правилника о докторским студијама, члана 64. Статута Машинског факултета (број 1450/4 од 14.06.2018. године) и члана 37. Правилника о докторским студијама Машинског факултета, Наставно-научно веће на седници одржаној 21.02.2019. године, донело је

ОДЛУКУ

Усваја се реферат Комисије о урађеној докторској дисертацији **„ПРОЦЕС ГАСИФИКАЦИЈЕ ДРВНЕ СЕЧКЕ У ПОСТРОЈЕЊУ ЗА КОМБИНОВАНУ ПРОИЗВОДЊУ ТОПЛОТНЕ И ЕЛЕКТРИЧНЕ ЕНЕРГИЈЕ“** студента **ИВАНЕ ЧЕКОВИЋ**, дипл. инж. маш.

Јавна одбрана докторске дисертације обавиће се по добијању сагласности Универзитета у Београду.

Универзитет у Београду је својом Одлуком број 61206-1401/2-18, од 26.03.2018. године, дао сагласност на предлог теме докторске дисертације.

Објављени радови студента у часописима међународног значаја:

Категорија M23:

- Čeković, I., Manić, N., Stojiljković, D., Trninić, M., Todorović, D., Jovović, A.: MODELLING OF WOOD CHIPS GASIFICATION PROCESS IN ASPEN PLUS WITH MULTIPLE VALIDATION APPROACH, - Chemical Industry and Chemical Engineering Quarterly (IF 2017= **0.944**) (ISSN 1451-9372) (DOI: 10.2298/CICEQ180709034C)

Одлуку доставити: студенту, ментору, Катедри за процесну технику и архиви Факултета.

ДЕКАН
МАШИНСКОГ ФАКУЛТЕТА

проф. др Радивоје Митровић