

Образац 2.

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)

823/3
(Број захтева)

20.05.2013.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:

МИЛИЦЕ (РАЈИЦА) МЛАДЕНОВИЋ

(име, име једног од родитеља и презиме)

КАНДИДАТ **МИЛИЦА (РАЈИЦА) МЛАДЕНОВИЋ**

(име, име једног од родитеља и презиме)

Пријавио је докторску дисертацију под називом:

ИСТРАЖИВАЊЕ ТЕРМОМЕХАНИЧКИХ ПРОЦЕСА ПРИЛИКОМ РАЗГРАДЊЕ ТЕЧНИХ ГОРИВА ВЕЛИКИХ ГУСТИНА У ФЛУИДИЗОВАНОМ СЛОЈУ

Универзитет је дана 10.04.2009. год. својим актом под бр. 612-28/60/09 дао сагласност на предлог теме докторске дисертације која је гласила:

ИСТРАЖИВАЊЕ ТЕРМОМЕХАНИЧКИХ ПРОЦЕСА ПРИЛИКОМ РАЗГРАДЊЕ ТЕЧНИХ ГОРИВА ВЕЛИКИХ ГУСТИНА У ФЛУИДИЗОВАНОМ СЛОЈУ

Комисија за оцену и одбрану докторске дисертације кандидата: **МИЛИЦЕ (РАЈИЦА) МЛАДЕНОВИЋ**

(име, име једног од родитеља и презиме)

Образована је на седници одржаној 27.12.2012. године, одлуком факултета под бр. 2427/2, у саставу:

Име и презиме члана комисије	звање	научна област	установа у којој је запослен
1. <u>Др Мирко Коматина</u>	Редовни професор	Термомеханика	Машински факултет Београд
2. <u>Др Милош Бањац</u>	Ванредни професор	Термомеханика	Машински факултет Београд
3. <u>Др Драгослава Стојиљковић</u>	Редовни професор	Технологија матер.- Погонс.мат. и сагоревање	Машински факултет Београд
4. <u>Др Милан Гојак</u>	Доцент	Термомеханика	Машински факултет Београд
5. <u>Др Стеван Немода</u>	Виши н. сарадник	Термомеханика	ИНН Винча Београд

Наставно-научно веће факултета прихватило је извештај Комисије за оцену и одбрану докторске дисертације на седници одржаној дана 18.04.2013. године.

ДЕКАН
МАШИНСКОГ ФАКУЛТЕТА

Проф.др Милорад Милованчевић

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: 823/2
Датум: 18.04.2013. године
Београд, Краљице Марије 16

На основу чл. 128. Закона о високом образовању и извештаја Комисије у саставу: проф.др Мирко Коматина, ментор, проф.др Милош Бањац, проф.др Драгослава Стојиљковић, доц.др Милан Гојак и др Стеван Немода, виши научни сарадник ИНН Винча о оцени докторске дисертације „Истраживање термомеханичких процеса приликом разградње течних горива великих густина у флуидизованом слоју“ докторанта мр Милице Младеновић, дипл.инж.маш., Наставно-научно веће Машинског факултета на седници одржаној 18.04.2013. године, донело је следећу

ОДЛУКУ

Усваја се извештај за оцену и одбрану докторске дисертације **„ИСТРАЖИВАЊЕ ТЕРМОМЕХАНИЧКИХ ПРОЦЕСА ПРИЛИКОМ РАЗГРАДЊЕ ТЕЧНИХ ГОРИВА ВЕЛИКИХ ГУСТИНА У ФЛУИДИЗОВАНОМ СЛОЈУ“** докторанта **МР МИЛИЦЕ МЛАДЕНОВИЋ**, дипл.инж.маш.

Извештај о оцени и одбрани докторске дисертације, по истеку рока од 30 дана увида јавности, доставља се на сагласност Већу научних области техничких наука Универзитета у Београду.

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

ДЕКАН
МАШИНСКОГ ФАКУЛТЕТА

Проф.др Милорад Милованчевић

НАСТАВНО-НАУЧНОМ ВЕЋУ
МАШИНСКОГ ФАКУЛТЕТА УНИВЕРЗИТЕТА У БЕОГРАДУ

Предмет: Реферат о урађеној докторској дисертацији кандидата мр Милице Младеновић, Магистра техничких наука из области машинства

Одлуком Наставно-научног већа Машинског факултета Универзитета у Београду бр. 2427/2 од 27.12.2012. године именовали смо за чланове Комисије за преглед, оцену и одбрану докторске дисертације кандидата мр Милице Младеновић, Магистра техничких наука из области машинства, под насловом:

**ИСТРАЖИВАЊЕ ТЕРМОМЕХАНИЧКИХ ПРОЦЕСА ПРИЛИКОМ
РАЗГРАДЊЕ ТЕЧНИХ ГОРИВА ВЕЛИКИХ ГУСТИНА У
ФЛУИДИЗОВАНОМ СЛОЈУ**

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

РЕФЕРАТ

1. УВОД

1.1. Хронологија одобравања и израде дисертације

Кандидат мр Милица Младеновић, магистар техничких наука из области машинства, је одбранила Магистарску тезу под насловом *"Избор критеријума за оцену склоности домаћих лигнита ка стварању наслага на грејним површинама енергетских котлова"* на Катедри за технологију материјала, 1.12.2005. године. На основу положених испита на постдипломским студијама, и одбрањене Магистарске тезе, као и на основу научних и стручних активности кандидат је стекао право на пријављивање теме докторске дисертације.

Кандидат мр Милица Младеновић, магистар техничких наука из области машинства, пријавила је тему докторске дисертације, под бројем 1496/1 од 25.12.2008. год., Катедри за термомеханику Машинског факултета у Београду. Кандидат је за ментора предложио др Мирка Коматину, редовног професора.

На основу сагласности Катедре за термомеханику бр. 230/3 од 12.03.2009. год. и извештаја Комисије, Наставно-научно веће Машинског факултета у Београду, донело је Одлуку бр. 230/3 од 19.03.2009. год., којом се прихвата тема докторске дисертације под насловом

„Истраживање термомеханичких процеса приликом разградње течних горива великих густина у флуидизованом слоју” кандидата мр Милице Младеновић, и именује за ментора проф. др Мирко Коматина. Комисија је Наставно-научном већу Машинског факултета у Београду поднела Извештај о испуњености услова и научне заснованости теме под бр. 230/3 од 12.03.2009. године, наводећи да је предложена тема адекватна за израду докторске дисертације, као и да кандидат испуњава све законске и истраживачке квалификације за рад на дисертацији.

На основу Захтева за давање сагласности на предлог теме докторске дисертације бр. 230/3 од 19.03.2009.год., упућеног од стране Машинског факултета у Београду, Веће научних области техничких наука Универзитета у Београду, донело је Одлуку бр. 612-28/60/09 од 10.04.2009. године којом даје сагласност на предложену тему докторске дисертације. На основу добијене сагласности, Наставно-научно веће Машинског факултета доноси одлуку (Закључак) бр. 564/1 од 15.5.2009.год., којом се одобрава рад на теми докторске дисертације **„Истраживање термомеханичких процеса приликом разградње течних горива великих густина у флуидизованом слоју”**, докторанта мр Милице Младеновић, магистра техничких наука из области машинства, под менторством проф. др Мирка Коматине.

О завршетку докторске дисертације кандидата мр Милице Младеновић, дипл. инж. маш. под називом: **„Истраживање термомеханичких процеса приликом разградње течних горива великих густина у флуидизованом слоју”** и предлогу комисије за оцену и одбрану, ментор проф. др Мирко Коматина обавестио је Катедру за термомеханику, а Катедра дописом бр. 2427/1 од 19.12.2012. год. Наставно-научно веће Машинског факултета у Београду. Предложена је Комисија за оцену и одбрану рада у саставу: проф. др Мирко Коматина, проф. др Милош Бањац, доц.др Милан Гојак, проф.др Драгослава Стојиљковић и др Стеван Немода, виши научни сарадник Института за нуклеарне наука „Винча“.

На основу наведеног дописа Наставно-научно веће је на седници од 27.12.2012. године донело је одлуку бр. 2427/2 од 27.12.2012. године којом је усвојило предлог Комисије за оцену и одбрану докторске дисертације.

1.2. Научна област дисертације

Докторска дисертација под називом **„Истраживање термомеханичких процеса приликом разградње течних горива великих густина у флуидизованом слоју”** припада области техничких наука, машинство, ужој научној области Термомеханика, за коју је матичан Машински факултет Универзитета у Београду.

1.3. Биографски подаци о кандидату

Кандидат Милица Р. Младеновић је рођена у Трстенику 13. марта 1970. Након завршене основне и средње школе у Трстенику 1989. године, октобра 1989. уписала је Машински факултет у Универзитета у Београду, смер Термотехника. Дипломирала је 21. фебруара 1995. на Катедри за термотехнику, на предмету Парни котлови, са оценом 10 на одбрани дипломског рада и просечном оценом у току студија 8,58. Тема дипломског рада била је: *“Идејни пројекат индустријског парног котла са сагоревањем каменог угља у лету”*.

Последипломске студије на Машинском факултету у Београду - смер Примењена термомеханика - уписала је новембра 1995. Магистарску тезу под насловом *"Избор критеријума за оцену склоности домаћих лигнита ка стварању наслага на грејним површинама енергетских котлова"* одбранила је 1.12.2005. године.

Од марта 1995, најпре као стипендиста Министарства за науку и технологију Републике Србије, а затим у радном односу од маја 1996. године, ради као истраживач-сарадник у Институту за нуклеарне науке Винча, у Лабораторији за термотехнику и енергетику.

Ангажована је на научно-истраживачким пројектима из области енергетске ефикасности и сагоревања чврстих горива, затим на пројектима сагоревања биомасе и тешких/неконвенцијалних течних горива у котловима са флуидизованим слојем.

Кандидат Милица Младеновић је аутор и коаутор преко 40 научних и стручних радова, објављених у часописима и на научно-стручним скуповима. Показатељи научне компетентности кандидата изражени у бодовима (од 2006-) износе укупно $M=92$.

Поред наведеног обавља посао Руководиоца квалитета акредитоване Лабораторије за испитивање, Лабораторије за термотехнику и енергетику, ИНН Винча.

2. ОПИС ДИСЕРТАЦИЈЕ

2.1. Садржај дисертације

Докторска дисертација кандидата мр Милице Младеновић, магистра техничких наука из области машинства, под насловом „**Истраживање термомеханичких процеса приликом разградње течних горива великих густина у флуидизованом слоју**” је документ формата А4, штампан једнострано, са текстом на српском језику, и изложена је на укупно 220 страна. Дисертација је писана у форми прописаној **Правилником о форми и начину архивирања докторских, магистарских и дипломских радова у Библиотеци Машинског факултета**, и садржи укупно 9 радних поглавља од увода до закључка. Након прве стране са насловом докторске дисертације на следећој су наведени ментор и чланови комисије (звање, титула, име и презиме, назив факултета), затим следе *Предговор*, *Садржај*, *Апстракт* са кључним речима, научна област и ужа научна област (на српском и на енглеском језику, одвојено), *Номенклатура*, након чега је дисертација изложена по следећим поглављима:

1. Увод
2. Сагоревање у флуидизованом слоју
3. Сагоревање течних горива у флуидизованом слоју - преглед литературе
4. Дефинисање полазних једначина модела продора млаза у ФС
5. Нумерички модел процеса млазног дозирања флуидног горива у флуидизовано ложиште
6. Експерименти сагоревања различитих течних горива на полуиндустријској експерименталној инсталацији са флуидизованим слојем у дуготрајним стационарним режимима рада
7. Нумеричка симулација продора млаза течног горива помешаног са водом у загрејан ФС - формулација проблема
8. Технолошко идејно решење сагоревања ТТГ-а у флуидизованом слоју
9. Закључак

Списак референци је дат после сваког поглавља.

Након наведених поглавља дата је биографија аутора и прилози административне природе.

Текст дисертације је илустрован са 101 сликом и дијаграмом, и садржи 32 табеле и 110 нумерисаних једначина. У попису коришћене литературе кандидат је навео 165 литературних навода.

2.2. Кратак приказ појединачних поглавља

Предмет тезе је експериментално истраживање и математичко моделирање сложених и међусобно спрегнутих термомеханичких процеса који се одвијају при термичкој дезинтеграцији неконвенцијалних течних материја великих густина у флуидизованом слоју, у циљу развоја технологије за енергетски ефикасно сагоревање оваквих материја на еколошки прихватљив начин.

У поглављу 1- *Уводу* кандидат представља предмет и циљ истраживања, научне методе истраживања, претпоставке на којима се истраживање базира, очекивани научни допринос и структуру рада.

У поглављу 2 (*Сагоревање у флуидизованом слоју*) дат је сажет приказ основних карактеристика и предности, досадашња достигнућа, статус и перспективе развоја технологије сагоревања у флуидизованом слоју (СФС).

У поглављу 3 (*Сагоревање течних горива у флуидизованом слоју - преглед литературе*) дат је преглед истраживања која указују на досадашња достигнућа и тренутно стање у мултидисциплинарној области истраживања на коју се дисертација односи. Имајући у виду комплексност истраживања и мултидисциплинарност теме, обухваћена су истраживања различитих проблема који су везани за сагоревање течних горива (комерцијалних и некомерцијалних) у флуидизованом слоју. На основу прегледа литературе изведени су општи принципи сагоревања течних горива у ФС са посебним освртом на експериментална и теоријска истраживања која третирају хоризонтални/бочни продор млаза у ФС.

У поглављу 4 (*Дефинисање полазних једначина модела продора млаза у ФС*) представљене су теоријске основе за дефинисање полазних једначина модела продора млаза у ФС. Најпре су представљене основе за модел турбулентног монофазног струјања, а затим и за вишефазно струјање флуида. Посебно је представљен $k-\epsilon$ модел заснован на концепту турбулентне вискозности. За описивање вишефазних струјања, код којих разликујемо континуалну и дисперговану/грануларну фазу представљен је Eulerian Eulerian модел као и кинетичка теорија струјања грануларне фазе из којих су изведене основе Eulerian- Грануларног мултифазног модела. На крају поглавља је дат нумерички поступак решавања једначина модела.

У поглављу 5 (*Нумерички модел процеса млазног дозирања флуидног горива у флуидизовано ложисти*) су приказана два поступка CFD нумеричке симулације флуидизованог слоја, у складу са дво-флуидним приступом моделирања, где се гас и густа фаза ФС (систем гас-честице при условима минималне флуидизације) посматрају као два флуида са различитим карактеристикама.

Први модел представљен у тези је флуид-порозни медијум модел продора гасовитог млаза у флуидизовани слој, засниван на поступку прорачуна код кога се густа фаза ФС посматра као фиксни порозни медијум. Математички модел састављен од сета међусобно повезаних, нелинеарних парцијалних диференцијалних једначина, решаван је нумеричким методама базираним на методи контролних запремина и TEACH алгоритму, уз формирање низа сопствених алгоритама и рутина, неопходних за дефинисање свих специфичности оваквог система. Коришћени програмски код је написан у програмском језику FORTRAN 77.

Други нумерички поступак симулације процеса у ФС, представљен у тези, је Euler-Euler модел са кинетичком теоријом грануларног тока и применом професионалног CFD кода (FLUENT 6.3.26) за моделирање интеракције између флуида и честица флуидизованог слоја.

Резултати прорачуна применом предложених CFD модела се врло добро слажу међусобно, а упоређени су и верификовани са експериментима из литературе.

У поглављу 6 (*Експерименти сагоревања различитих течних горива на полуиндустријској експерименталној инсталацији са флуидизованим слојем у дуготрајним стационарним режимима рада*) су презентовани резултати експерименталних испитивања сагоревања "алтернативних" течних, у тези названих тешка течна горива (ТТГ) у ФС. Дат детаљан опис експерименталне инсталације за сагоревање течних отпадних материја у флуидизованом слоју. Посебан значај је посвећен систему за дозирање горива, опису експерименталног поступка, као и приказу и анализи експерименталних резултата сагоревања неколико типова течних горива/отпадних течних материја различитих густина и вискозитета, са и без садржаја

нечистоћа, са и без додавања воде, у дуготрајним, стационарним режимима, са акцентом на ефикасности и стабилности сагоревања. Разматран је садржај штетних продуката сагоревања у димном гасу, уз анализу температурског профила у ложишту ради одређивања локације зоне интензивног сагоревања у зависности од карактеристика горива.

Поред потврде резултата нумеричких модела, експерименти на пилот постројењу са ФС са сагоревањем неколико врста течних горива различитих по саставу и термо-физичким карактеристикама, су потврдили значај адекватне припреме флуидизационог ложишта и начина дозирања течних горива у флуидизован слој.

У поглављу 7 (*Нумеричка симулација продора млаза течног горива помешаног са водом у загрејан ФС - формулација проблема*) су у циљу потврде претпоставке о ефекту бољег мешања горива са оксидатором када се течном горивом, које садржи знатну количину влаге, дозира у флуидизационо ложиште, урађене нумеричке симулације продора млаза трофазних система, применом Eulerian- грануларног мултифазног модела ФС: гас (волатили, оксидатор и водена пара), честице слоја и течна вода/течно гориво.

У поглављу 8 (*Технолошко идејно решење сагоревања ТТГ-а у флуидизованом слоју*) на основу серије нумеричке симулације процеса и експерименталних испитивања сагоревања различитих тешких течних горива на пилот инсталацији са ФС, предложено је оригинално технолошко идејно решење сагоревања ТТГ-а у флуидизованом слоју, са десулфатизацијом на лицу места, у зависности од квалитета и карактеристика горива.

У поглављу 9 (*Закључак*) налазе се закључци које кандидат изводи на основу резултата истраживања проблема који је предмет дисертације и наведени доприноси Дисертације. Осим тога, сугерисани су и правци даљих истраживања.

3. ОЦЕНА ДИСЕРТАЦИЈЕ

3.1. Савременост и оригиналност

Докторска дисертација **„Истраживање термомеханичких процеса приликом разградње течних горива великих густина у флуидизованом слоју“** кандидата мр Милице Младеновић, магистра техничких наука из области машинства, представља савремен и оригиналан приступ у сложеној проблематици разградње течних горива и допринос савременим могућностима моделирања термомеханичких процеса и појава, предвиђања понашања система и оптимизације процеса приликом дозирања и сагоревања течних горива великих густина у флуидизованом слоју. Савременост истраживања се огледа у афирмацији коришћења алтернативних, неконвенцијалних и обновљивих извора енергије, уз решавање проблема индустријског и другог течног отпада и његовог потенцијалног искоришћења у енергетске сврхе уз примену „чисте“- еколошки прихватљиве, технологије за производњу енергије- технологије сагоревања у ФС, препоручене од стране ЕУ за сагоревање/ инсинерацију наведених материја. Ове активности истовремено задовољавају и концепт *одрживог енергетског развоја* -главног чиниоца у очувању природних ресурса и заштити животне средине.

У циљу бољег разумевања процеса, значаја и правилног начина коришћења течних неконвенцијалних горива, осмишљени су и формирано сложени математичко-нумерички модели који омогућавају симулацију продора бочног млаза у флуидизован слој. На бази детаљног литералног прегледа, осмишљена су и спроведена сопствена експериментална истраживања у недовољно истраженој области у складу са савременим светским трендовима. Обимна експериментална истраживања су омогућила веродостојан опис сложених процеса који се јављају при дозирању и сагоревању тешких течних горива, са примарним циљем развоја система дозирања ТТГ-а директно у ФС и стицања искуства у сагоревању ове врсте горива.

3.2. Осврт на референтну и коришћену литературу

Међу укупно 165 цитираних публикација, наведених на крају сваког радног поглавља понаособ као коришћена литература/референце, налази се 105 научних радова објављених у реномираним међународним часописима, 20 монографија и књига, 20 саопштења са међународних конференција и скупова и 4 докторске дисертације, као и неколико домаћих и иностраних стандарда, директива и прописа. Од тога је 62 публикације и навода објављено у последњих 10 година. Наведене референце су представљале извор информација, знања и идеја за развој модела и извођење експерименталних истраживања.

3.3. Опис и адекватност примењених научних метода

У раду су примењене савремене и оригиналне научне методе при теоријском и експерименталном истраживању које одговарају методологији истраживања из области проблема моделирања и експерименталног истраживања термомеханичких процеса и појава при дозирању и сагоревању течних горива у ФС. Савремена и оригинална експериментална истраживања су спроведена у лабораторијским и контролисаним условима. Модел који су развијени током израде докторске дисертације поседују универзалност и погодни су за коришћење и за будућа истраживања из ове области.

3.4. Применљивост остварених резултата

Математички флуид-порозни медијум модел продора гасовитог млаза у флуидизовани слој је погодан за инжењерске прорачуне стационарног стања флуидизационог медијума у постројењима са ФС, док грануларни Еулер-Еулер модел кинетичке теорије грануларног тока симулације ФС омогућава симулације при нестационарним условима. Верификација резултата добијених применом постављених модела остварена је, најпре упоређивањем са резултатима модела и експеримената других аутора и међусобно, као и са сопственим експерименталним резултатима.

Презентовани резултати су од практичног значаја за оптимизацију сагоревања различитих течних горива у ФС, нарочито оних неконвенцијалних, као што су нафтни талози и отпадне течне материје, чије би се сагоревање поспешило увођењем одговарајуће оптималне смеше горива и воде.

3.5. Оцена достигнутих способности кандидата за самостални научни рад

Кандидат је током израде докторске дисертације показао да је у стању да самостално решава научне проблеме и да влада научним и истраживачким методама. Кандидат је прошао кроз целокупну процедуру почев од дефинисања теме рада, проучавања литературе и сагледавања стања науке из области проблема моделирања и експерименталног истраживања термомеханичких процеса и појава при дозирању и сагоревању течних горива у ФС, планирања и реализације истраживања и уобличавања резултата у виду презентираних докторске дисертације. Поседује широко стручно и радно искуство и теоријско знање потребно за даљи научно-истраживачки рад.

4. ОСТВАРЕНИ НАУЧНИ ДОПРИНОС

4.1. Приказ остварених научних доприноса

Остварени научни допринос докторске дисертације **„Истраживање термомеханичких процеса приликом разградње течних горива великих густина у флуидизованом слоју”** је вишеструк и огледа се у следећем:

- У презентованим резултатима обимних експерименталних истраживања која су омогућили веродостојан опис сложених процеса који се јављају при дозирању и сагоревању тешких течних горива.
- Оформљеним 2Д математичко-нумеричким моделима млазног дозирања у ФС, састављеним од више међусобно спрегнутих сегмената који омогућавају релативно једноставну анализу низа могућих техничких решења увођења горива различитог састава и жељеног капацитета у реактор са ФС, уз што ефикасније мешање са инертним материјалом ФС.
- У Euler-Euler грануларном моделу флуидизованог слоја коришћеном за анализу ефекта повлачења зона интензивног сагоревања ка областима дубље испод површине слоја приликом сагоревања течностног горива са значајним садржајем воде, регистровано у експериментима на флуидизационом пилот ложишту са дозирањем течностног горива у слоју.
- У резултату експеримената и нумеричке симулације, да вода у гориву потпомаже ефекат мешања горива и оксидатора у слоју, услед наглог преласка воде у парно стање и проширења улазног млаза код лакше, односно услед разбијања течностног горива на ситне капи, код тешко испарљивих горива, што је круцијални допринос ове тезе. Презентирани резултати су од практичног значаја за оптимизацију сагоревања различитих течних, неконвенцијалних материја у ФС јер већи садржај воде у њима представља реалне услове дозирања овог типа горива. Мешање тешких течних горива са водом је пожељно и са аспекта олакшаног транспорта/дозирања, услед смањења вискозности емулзије.
- На основу серије експерименталних испитивања и нумеричке симулације процеса дозирања/сагоревања различитих тешких течних горива на пилот инсталацији са ФС, предложено је оригинално решење термичке дезинтеграције ТТГ у ложишту са ФС и приказани су резултати инертизација пепела добијеног сагоревањем ТТГ-а путем солидификације.

4.2. Критичка анализа резултата истраживања

Сагледавањем постојећег стања, циљева истраживања и добијених резултата, може се констатовати да су разрешена сва битна питања и дилеме које су се наметнуле у току истраживања. Јасно су презентиране све предности сагоревања неконвенцијалних течних горива великих густина применом технологије сагоревања у флуидизованом слоју.

4.3. Очекивана примена резултата у пракси

Примена резултата који су добијени у овој докторској дисертацији отвара нове перспективе у истраживању и развоју технологије сагоревања течних вискозних неконвенцијалних и отпадних материја у ФС уз постизање енергетских ефеката и задовољење еколошких прописа. Имајући у виду све већу потребу и неопходност решавања проблема акумулације тешких течних горива (талога у резервоарима сирове нафте, искоришћених индустријских уља и мазива и сл.) у Србији па и у региону, могуће је градити савремене, ефикасне и еколошки прихватљиве котлове са сагоревањем у ФС за производњу енергије (топлотне и електричне) у индустрији и у системима даљинског грејања сагоревајући овај тип горива који се у котловима других типова не могу сагоревати, или се не може остварити потребна ефикасност сагоревања и задовољити обавезне еколошке норме.

4.4. Верификација научних доприноса

Научни допринос је верификован следећим публикацијама које су резултат истраживања у оквиру докторске дисертације:

Категорија M21

1. Sevan Nemoda, Milica Mladenovic, Srđan Belošević, Rastko Mladenović, and Dragoljub Dakić, **Numerical Model of Gaseous Fuel Jet Injection into a Fluidized Furnace**, *International Journal of Heat and Mass Transfer*, 52 (2009) 3427–3438. DOI:10.1016/j.ijheatmasstransfer.2009.02.045 (IF=2.407)

Категорија M23

2. Mladenović, M. R., et al.: **Combustion of low grade fractions of Lubnica coal in fluidized bed**, *Thermal Science*, Year 2012, Vol. 16, No. 1, pp. 297-311 DOI: 10.2298/TSCI 1201297M. (IF=1.18) (<http://www.doiserbia.nb.rs/img/doi/0354-9836/2012/0354-98361201297M.pdf>)
3. Mladenović Milica R., Nemoda Stevan Đ., Komatina Mirko S., Dakić Dragoljub V., **Numerical simulation of non-conventional liquid fuels feeding in a bubbling fluidized bed combustor**, *Thermal Science*, 2013, DOI:10.2298/TSCI121116007M. (IF=1.18)

Категорија M33

4. С. Немода, С. Белошевић, М. Младеновић, Д. Дакић, В. Спасојевић, **”Нумеричка симулација продора гасовитог млаза у флуидизовани слој**, Међународни Симпозијум ЕЛЕКТРАНЕ 2008, 28. до 31. октобар 2008. године, Врњачка Бања, Зборник радова на CD-ROM-у, Уредник: Предраг Стефановић.
5. Милица Младеновић, Драгољуб Дакић, Стеван Немода, Срђан Белошевић, Растко Младеновић, Александар Ерић, Бранислав Репић, **„Research of thermal desintegration of heavy liquid fuel in fluidised bed”**, CD-ROM -у, Међународни Симпозијум ЕЛЕКТРАНЕ 2008, 28. до 31. октобар 2008. године, Врњачка Бања, Зборник радова на CD-ROM-у, Уредник: Предраг Стефановић, Рад бр.89, стр.1-11.
6. Милица Младеновић, Драгољуб Дакић, Стеван Немода, Растко Младеновић, Александар Ерић, Дејан Ђуровић, Бранислав Репић, **Fluidized bed combustion of low grade fractions of Lubnica coal**, ЕЛЕКТРАНЕ 2010, Врњачка Бања, 26-29 Октобар 2010, Зборник радова на CD-ROM-у, Сесија „Истраживање и моделирање процеса“, стр.1-12., ISBN 978-86-7877-020-3.
7. мр Милица Младеновић, др Стеван Немода, др Драгољуб Дакић, мр Александар Ерић, мр Дејан Ђуровић, др Бранислав Репић, Андријана Стојановић, **Примена технологије сагоревања у флуидизованом слоју нискоквалитетних фракција угљева и ванбилансних резерви**, 3rd International Symposium ENERGY MINING 2010, 8-11. септембар 2010, Бања Јунаковић, Апатин, Зборник радова, Уредници: Ристовић, И., Вулић, М., стр. 272-281, ISBN 978-86-7352-215-9.
8. Mladenović M. R., Dakić, D. V., Nemoda, S. Đ., Mladenović, R. V., Erić, A. M., Paprika, M. J., Komatina, M. S., **Vertical temperature profile in the installation for the combustion of waste fuels in the fluidized bed furnace**, *Proceedings*, 15th Symposium on Thermal Science and Engineering of Serbia, Sokobanja, Serbia, October 18–21, 2011, Conference proceedings on CD-ROM, ISBN 978-86-6055-018-9, pp. 490-499.
9. Stevan Đ. Nemoda, Milica R. Mladenović, Dragoljub V. Dakić, Mirko S. Komatina, Aleksandar M. Erić, Dejan M. Đurović, **Numerical simuation of gas and liquid fuel feeding in a fluidized bed using fluid-porous media model and two-fluid Euler-Euler granular flow model**, *International Conference Power Plants 2012*, October 30–November 2nd 2012, Zlatibor, Serbia, Proceedings on CD ROM, pp. 1150-1169., ISBN 978-86-7877-021-0
10. Milica R. Mladenović, Dragoljub V.Dakić, Stevan Đ. Nemoda, Aleksandar M. Erić, Milijana J. Paprika, Dejan M. Đurović, Mirko S. Komatina, **A paper waste combustion in a demo-industrial facility with FB**, *International Conference Power Plants 2012*, October 30–November 2nd 2012, Zlatibor, Serbia, Proceedings on CD-ROM, pp. 1220-1236., ISBN 978-86-7877-021-0.

Категорија M51

11. Немода С., Белошевић С., Младенововић М., Дакић Д., Стефановић П, Грубор Б., Цветиновић Д., Спасојевић В., **“Нумеричка симулација продора гасовитог млаза у флуидизован слој”**, *Термотехника* UDC:532.546:662.922/.924:66.011; BIBLID:0350-218X, 34 (2008), 2-3, стр. 97-116.
12. Младеновић М., Дакић Д., Немода С., Белошевић С., Младеновић Р., Ерић А., Репић Б., **“Испитивање сагоревања истрошених уља и масти на полуиндустријској апаратури са флуидизованим слојем”**, *Термотехника* UDC:662.753-912; BIBLID:0350-218X, 34 (2008), 2-3, стр. 147-160. ISSN 0350-218X
13. Милица Р. Младеновић, Стеван Ђ. Немода, Драгољуб В. Дакић, Бранислав С. Репић, Александар М. Ерић, Дејан М. Ђуровић, Мирко С. Коматина: **Експерименти сагоревања различитих течних горива у ложишту са флуидизованим слојем**, *Термотехника*, XXXVI, (2010), 1, 133–142.
14. Младеновић, М. Р., Паприка, М. Ј., Дакић, Д. В., Немода, С. Ђ., Ерић, А. М., Коматина, М. С: **Вертикални профил температуре у инсталацији за сагоревање отпадних горива са флуидизованим слојем**, *Термотехника*, XXXVIII (2012), 1, стр. 11-24.

Категорија M63

15. М. Младеновић, С. Немода, С. Белошевић, Д. Дакић, Р. Младеновић, А. Ерић, М. Паприка, Б. Репић: **“Резултати испитивања сагоревања течног горива на полуиндустријској експерименталној инсталацији са флуидизованим слојем у дуготрајним стационарним режимима”**, Зборник радова на CD-ROM-у, 13. Симпозијум термичара Србије, Сокобања, 16-19 октобар 2007, ISBN 978-86-80-587-80-6, стр. 1-8.
16. Младеновић, М., Немода, С., Дакић, Д., Репић, Б., Ерић, А., Ђуровић, Д., Коматина, М.: **“Експерименти сагоревања различитих течних горива у ложишту са флуидизованим слојем”**, 14 Симпозијум термичара Србије „Енергија, екологија, ефикасност“, Сокобања, 13-16 октобар 2009, Зборник радова на CD ROM-у, стр.585-592., ISBN 978-86-80587-96-7.
17. Милица Р. Младеновић, Драгољуб В.Дакић, Стеван Ђ. Немода, Растко В. Младеновић, Александар М. Ерић, Мирко С. Коматина, **Демонстрационо постројење за сагоревање тешког течног горива у флуидизационом ложишту**, 6.Симпозијум „Рециклажне технологије и одржив развој”, Зборник радова-Proceedings, ISBN 978-86-80987-86-6, стр. 156-164, Соко Бања, Србија, Септембер 18 - 21, 2011.

Категорија M82

18. Д. Дакић, М. Младеновић, С. Немода, Б. Репић, М. Паприка, Ж.Симовић, **Индустријски демонстрационо-експериментални котао са флуидизационим ложиштем за сагоревање неконвенционалних горива**, *Техничка и развојна решења - Индустријски прототип*, урађено у оквиру пројекта Министарства просвете и науке ТР33042 и ИИИ42011, за корисника истраживања: ТИПО Котлоградња, Београд и ИНН Винча, Лабораторија за термотехнику и енергетику, 2011.

Категорија M83

- 19.Д. Дакић. С. Немода, С. Белошевић, А. Ерић, М. Младеновић, Р. Младеновић, М. Паприка, Б. Репић, **Полуиндустријска експериментална инсталација са флуидизованим слојем за сагоревање тешког течног горива**, *Ново експериментално постројење* урађено у оквиру пројекта МНТР НПЕЕ 232004, за корисника истраживања: НИС Рафинерија Панчево, 2008.

5. ЗАКЉУЧАК И ПРЕДЛОГ

Докторска дисертација „Истраживање термомеханичких процеса приликом разградње течних горива великих густина у флуидизованом слоју” кандидата мр Милице Младеновић, магистра техничких наука из области машинства, представља савремен и оригиналан приступ и допринос савременим могућностима моделирања термомеханичких процеса и појава, предвиђања понашања система и оптимизације система дозирања и сагоревања неконвенцијалних течних горива великих густина у флуидизованом слоју. На основу онога што је приказано у докторској дисертацији и чињеници да је анализирана проблематика мултидисциплинарна и веома актуелна у научној јавности, констатује се да је кандидат мр Милица Младеновић, успешно завршила докторску дисертацију у складу са предвиђеним предметом и постављеним циљевима докторске дисертације.

На основу прегледа докторске дисертације под називом “ **Истраживање термомеханичких процеса приликом разградње течних горива великих густина у флуидизованом слоју**”, мр Милице Младеновић, магистра техничких наука из области машинства, Комисија за 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 предлаже Наставно-научном већу Машинског факултета у Београду да се докторска дисертација под називом “ **Истраживање термомеханичких процеса приликом разградње течних горива великих густина у флуидизованом слоју** ” прихвати, изложи на увид јавности и упути на коначно усвајање Већу научних области техничких наука Универзитета у Београду.

Београд, 10.04. 2013. год.

ЧЛАНОВИ КОМИСИЈЕ

Проф. др Мирко Коматина, ментор
Машински факултет Универзитета у Београду

Проф. др Милош Бањац,
Машински факултет Универзитета у Београду

Проф. др Драгослава Стојиљковић,
Машински факултет Универзитета у Београду

Доц.др Милан Гојак,
Машински факултет Универзитета у Београду

др Стеван Немода,
виши научни сарадник Института за нуклеарне науке
„Винча“.

УНИВЕРЗИТЕТ У БЕОГРАДУ
- МАШИНСКИ ФАКУЛТЕТ –
Број: 823/4
Датум: 18.04.2013. године
Београд, Краљице Марије бр. 16

На основу члана 128. Закона о високом образовању и члана 12.2 Статута Машинског факултета, Наставно-научно веће на седници одржаној 18.04.2013. године, донело је

ОДЛУКУ

I Прихвата се извештај о позитивној оцени урађене докторске дисертације коју је поднела мр МИЛИЦА МЛАДЕНОВИЋ и одобрава јавна одбрана дисертације по добијању сагласности од Универзитета, под насловом: „ИСТРАЖИВАЊЕ ТЕРМОМЕХАНИЧКИХ ПРОЦЕСА ПРИЛИКОМ РАЗГРАДЊЕ ТЕЧНИХ ГОРИВА ВЕЛИКИХ ГУСТИНА У ФЛУИДИЗОВАНОМ СЛОЈУ“

II Универзитет је дана 10.04.2009. године, својим актом број 612-28/60/09 дао сагласност на предлог теме докторске дисертације кандидата.

III Радови кандидата у часопису међународног значаја:

1. Sevan Nemoda, Milica Mladenovic, Srđan Belošević, Rastko Mladenović, and Dragoljub Dakić, **Numerical Model of Gaseous Fuel Jet Injection into a Fluidized Furnace**, *International Journal of Heat and Mass Transfer*, 52 (2009) 3427–3438. DOI:10.1016/j.ijheatmasstransfer.2009.02.045 (IF=2.407)
2. Mladenović, M. R., et al.: **Combustion of low grade fractions of Lubnica coal in fluidized bed**, *Thermal Science*, Year 2012, Vol. 16, No. 1, pp. 297-311 DOI: 10.2298/TSCI 1201297M. (IF=1.18) (<http://www.doiserbia.nb.rs/img/doi/0354-9836/2012/0354-98361201297M.pdf>)
3. Mladenović Milica R., Nemoda Stevan Đ., Komatina Mirko S., Dakić Dragoljub V., **Numerical simulation of non-conventional liquid fuels feeding in a bubbling fluidized bed combustor**, *Thermal Science*, 2013, DOI:10.2298/TSCI121116007M. (IF=1.18)

Одлуку доставити: кандидату, ментору, Катедри за термомеханику и архиви факултета.

ДЕКАН
МАШИНСКОГ ФАКУЛТЕТА

Проф.др Милорад Милованчевић