

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)

266/4
(Број захтева)

05.05.2013.године
(Датум)

З А Х Т Е В
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:

ВИНКА (ЛАЗО) БАБИЋА

(име, име једног од родитеља и презиме)

КАНДИДАТ **ВИНКО (ЛАЗО) БАБИЋ**

(име, име једног од родитеља и презиме)

Пријавио је докторску дисертацију под називом:

НУМЕРИЧКА СИМУЛАЦИЈА И АНАЛИЗА ТРОДИМЕНЗИОНАЛНОГ ДВОФАЗНОГ СТРУЈАЊА ГАСА И ЧВРСТЕ ФАЗЕ У СЕПАРАТОРУ УГЉЕНОГ ПРАХА

Универзитет је дана 28.12.2006. год. својим актом под бр. 16/18 дао сагласност на предлог теме докторске дисертације која је гласила:

НУМЕРИЧКА СИМУЛАЦИЈА И АНАЛИЗА ТРОДИМЕНЗИОНАЛНОГ ДВОФАЗНОГ СТРУЈАЊА ГАСА И ЧВРСТЕ ФАЗЕ У СЕПАРАТОРУ УГЉЕНОГ ПРАХА

Комисија за оцену и одбрану докторске дисертације кандидата: **ВИНКА (ЛАЗО) БАБИЋА**

(име, име једног од родитеља и презиме)

Образована је на седници одржаној 07.02.2013. године, одлуком факултета под бр. 266/2, у саставу:

Име и презиме члана комисије	звање	научна област	установа у којој је запослен
1. Др Титослав Живановић	Редовни професор	Термотехника	Машински факултет Београд
2. Др Драган Туцаковић	Ванредни професор	Термотехника	Машински факултет Београд
3. Др Жарко Стевановић	Научни саветник	Енергетика и енергетска ефикасност	ИНН Винча

Наставно-научно веће факултета прихватило је извештај Комисије за оцену и одбрану докторске дисертације на седници одржаној дана 04.04.2013. 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: 266/4
Датум: 04.04.2013. године
Београд, Краљице Марије 16

На основу чл. 128. Закона о високом образовању и извештаја Комисије у саставу: проф.др Титослав Живановић, ментор, проф.др Драган Туцаковић и др Жарко Стевановић, научни саветник ИНН Винча о оцени докторске дисертације „Нумеричка симулација и анализа тродимензионалног двофазног струјања гаса и чврсте фазе у сепаратору угљеног праха“ докторанта мр Винка Бабића, дипл.инж.маш., Наставно-научно веће Машинског факултета на седници одржаној 04.04.2013. године, донело је следећу

ОДЛУКУ

Усваја се извештај за оцену и одбрану докторске дисертације **„НУМЕРИЧКА СИМУЛАЦИЈА И АНАЛИЗА ТРОДИМЕНЗИОНАЛНОГ ДВОФАЗНОГ СТРУЈАЊА ГАСА И ЧВРСТЕ ФАЗЕ У СЕПАРАТОРУ УГЉЕНОГ ПРАХА“** докторанта **МР ВИНКА БАБИЋА**, 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: Извештај Комисије за оцену и одбрану докторске дисертације кандидата мр Винка Бабића, дипл. маш. инж.

Одлуком Наставно-научног већа Машинског факултета Универзитета у Београду бр. 266/2 од 07.02.2013. године, именовани смо за чланове Комисије за оцену и одбрану докторске дисертације кандидата мр Винка Бабића, дипл. маш. инж., под називом: **"НУМЕРИЧКА СИМУЛАЦИЈА И АНАЛИЗА ТРОДИМЕНЗИОНАЛНОГ ДВОФАЗНОГ СТРУЈАЊА ГАСА И ЧВРСТЕ ФАЗЕ У СЕПАРАТОРУ УГЉЕНОГ ПРАХА"** о чему подносимо следећи

ИЗВЕШТАЈ

1. Увод

1.1. Наслов и обим дисертације

Докторска дисертација кандидата мр Винка Бабића, дипл. маш. инж. под насловом **"НУМЕРИЧКА СИМУЛАЦИЈА И АНАЛИЗА ТРОДИМЕНЗИОНАЛНОГ ДВОФАЗНОГ СТРУЈАЊА ГАСА И ЧВРСТЕ ФАЗЕ У СЕПАРАТОРУ УГЉЕНОГ ПРАХА"** изложена је на 147 страна са биографијом аутора и састоји се од десет поглавља од којих се последња два односе на списак ознака и списак коришћене литературе. Уводни део - наслов, резиме и садржај докторске дисертације - приказани су на 11 посебно нумерисаних страна док су на крају дисертације дата три прилога - изјаве. Поред тога, докторска дисертација садржи 47 слика, 12 табела, 93 нумерисане једначине и 133 навода литературе.

1.2. Хронологија одобравања израде дисертације

Кандидат мр Винко Бабић, дипл. маш. инж. поднео је Машинском факултету Универзитета у Београду дана 01.11.2006. године захтев за прихватање тезе докторске дисертације под бројем 980/1. На седници Наставно-научног већа Машинског факултета Универзитета у Београду бр. 2/0607 од 09.11.2006. године дато је обавештење о пријави кандидата, пријава је прослеђена Катедри за термотехнику а за ментора је предложен проф. др Титослав Живановић. На основу захтева кандидата и пријаве Наставно-научног већа на седници Већа катедре за термотехнику, одржаној 24.11.2006. године, одлуком број 980/2 од 29.11.2006. године формирана је Комисија за оцену испуњености услова кандидата и научне заснованости теме докторске дисертације. Комисију су сачињавали: ментор проф. др Титослав Живановић, члан др Жарко Стевановић, научни саветник запослен у Институту за нуклеарне науке Винча и члан проф. др Драган Туцаковић.

Комисија за оцену испуњености услова и научне заснованости теме докторске дисертације поднела је, након прегледа захтева, 30.11.2006. године извештај под бр. 980/3 у коме предлаже Наставно-научном већу Машинског факултета Универзитета у Београду да се одобри тема докторске дисертације под називом **"НУМЕРИЧКА СИМУЛАЦИЈА И АНАЛИЗА ТРОДИМЕНЗИОНАЛНОГ ДВОФАЗНОГ СТРУЈАЊА ГАСА И ЧВРСТЕ ФАЗЕ У СЕПАРАТОРУ УГЉЕНОГ ПРАХА"**,

наводећи да је предложена тема адекватна за израду докторске дисертације као и да кандидат испуњава све законске и истраживачке квалификације за рад на дисертацији. Овај извештај је на седници Наставно-научног већа Машинског факултета Универзитета у Београду бр. 4/0607 од 07.12.2006. године усвојен а 14.12.2006. године донета је одлука Наставно-научног већа под бројем 980/4 о прихватању теме и ментора и упућена Стручном већу Универзитета у Београду на сагласност.

У вези са захтевом докторанта мр Винка Бабића да му се одобри израда докторске дисертације, одлуке Наставно-научног већа Машинског факултета Универзитета у Београду број 980/4 од 14.12.2006. године о испуњености услова кандидата за израду докторске дисертације и о именовању ментора, а на основу сагласности Стручног већа Универзитета у Београду за машинске, саобраћајне и организационе науке са седнице од 28.12.2006. године, донет је закључак декана Машинског факултета Универзитета у Београду под бр. 151/1 од 01.02.2007. године, којом се одобрава рад на теми докторске дисертације "НУМЕРИЧКА СИМУЛАЦИЈА И АНАЛИЗА ТРОДИМЕНЗИОНАЛНОГ ДВОФАЗНОГ СТРУЈАЊА ГАСА И ЧВРСТЕ ФАЗЕ У СЕПАРАТОРУ УГЉЕНОГ ПРАХА" под менторством ред. проф. др Титослава Живановића.

С обзиром да је рок за одбрану докторске дисертације истицао дана 01.02.2012. године, кандидат мр Винко Бабић је упутио Наставно-научном већу Машинског факултета Универзитета у Београду благовремену молбу бр. 3008/1 од 06.12.2011. године за продужење поменутог рока у трајању од годину дана. На основу те молбе, а уз сагласност ментора проф. др Титослава Живановића и Шефа Катедре за термотехнику, Наставно-научно веће Машинског факултета Универзитета у Београду на седници одржаној 15.12.2011. године донело је одлуку бр. 3008/2 којом се кандидату мр Винку Бабићу, дипл.маш.инж. одобрава продужење рока за израду докторске дисертације "НУМЕРИЧКА СИМУЛАЦИЈА И АНАЛИЗА ТРОДИМЕНЗИОНАЛНОГ ДВОФАЗНОГ СТРУЈАЊА ГАСА И ЧВРСТЕ ФАЗЕ У СЕПАРАТОРУ УГЉЕНОГ ПРАХА" до 29.12.2012. године.

Кандидат мр Винко Бабић је упутио Наставно-научном већу Машинског факултета Универзитета у Београду нову молбу бр. 2361/1 од 11.12.2012. године за продужење рока за одбрану докторске дисертације у трајању од још годину дана. На основу те нове молбе, а уз сагласност ментора проф. др Титослава Живановића и Шефа Катедре за термотехнику, Наставно-научно веће Машинског факултета Универзитета у Београду на седници одржаној 13.12.2012. године донело је одлуку бр. 2361/2 којом се кандидату мр Винку Бабићу, дипл. маш. инж. одобрава продужење рока за израду докторске дисертације "НУМЕРИЧКА СИМУЛАЦИЈА И АНАЛИЗА ТРОДИМЕНЗИОНАЛНОГ ДВОФАЗНОГ СТРУЈАЊА ГАСА И ЧВРСТЕ ФАЗЕ У СЕПАРАТОРУ УГЉЕНОГ ПРАХА" до 29.12.2013. године.

Ментор докторске дисертације под називом "НУМЕРИЧКА СИМУЛАЦИЈА И АНАЛИЗА ТРОДИМЕНЗИОНАЛНОГ ДВОФАЗНОГ СТРУЈАЊА ГАСА И ЧВРСТЕ ФАЗЕ У СЕПАРАТОРУ УГЉЕНОГ ПРАХА" проф. др Титослав Живановић обавестио је дана 31.01.2013. године Катедру за термотехнику да је кандидат мр Винко Бабић завршио докторску дисертацију. Катедра за термотехнику је предложила Наставно-научном већу Машинског факултета Универзитета у Београду, дописом бр. 266/1 од 05.02.2013. године, Комисију за оцену и одбрану докторске дисертације у саставу проф. др Титослав Живановић - ментор, проф. др Драган Туцаковић - члан и др Жарко Стевановић, научни саветник запослен у Институту за нуклеарне науке Винча - спољни члан. Одлуком Наставно-научног већа Ма-

шинског факултета Универзитета у Београду бр. 266/2 од 07.02.2013. године, на основу извештаја ментора проф. др Титослава Живановића да је кандидат мр Винко Бабић завршио докторску дисертацију "НУМЕРИЧКА СИМУЛАЦИЈА И АНАЛИЗА ТРОДИМЕНЗИОНАЛНОГ ДВОФАЗНОГ СТРУЈАЊА ГАСА И ЧВРСТЕ ФАЗЕ У СЕПАРАТОРУ УГЉЕНОГ ПРАХА", предлога Катедре за термотехнику и члана 128. Закона о високом образовању, именована је Комисија за оцену и одбрану докторске дисертације у саставу: проф. др Титослав Живановић - ментор, проф. др Драган Туцаковић и др Жарко Стевановић, научни саветник запослен у Институту за нуклеарне науке Винча.

1.3. Место дисертације у одговарајућој научној области

Докторска дисертација под називом "НУМЕРИЧКА СИМУЛАЦИЈА И АНАЛИЗА ТРОДИМЕНЗИОНАЛНОГ ДВОФАЗНОГ СТРУЈАЊА ГАСА И ЧВРСТЕ ФАЗЕ У СЕПАРАТОРУ УГЉЕНОГ ПРАХА" припада области техничких наука – машинство, као и ужим научним областима термоенергетика и термотехника.

1.4. Биографски подаци о кандидату

Винко Бабић је рођен 09.11.1954. године у Приједору, Република Српска, БиХ. У Приједору је завршио основну и средњу школу. Редовне студије на Машинском факултету у Сарајеву је започео је 1973. године. Дипломирао је у априлу 1978. године на енергетском смеру, усмерење Енергетска постројења, са средњом оценом 8,05 (осам и 05/100) и оценом на дипломском раду 10 (десет). Након дипломирања се запослио у Фабрици целулозе и папира у Приједору. Од 1979. до 2003. године радио је у РО Инцел - Бања Лука. У овој фабрици је од 1980. до 2000. године био на радном месту главног инжењера производње у Енергани а затим до 2003. године као инжењер за развој енергетике. У периоду од 1992. до 2000. године обављао је и функцију директора Енергане. Постдипломске студије је уписао 1979/80. године на Факултету за стројарство и бродоградњу у Загребу на смеру Енергетски процеси. Магистарску тезу под насловом „Анализа процеса мљевања и сагоријевања лигнита Станари“ одбранио је 27.12.2002. године на Машинском факултету Универзитета у Београду. У периоду од 1996. до 2003. године радио је хонорарно као асистент из предмета Парни котлови на Машинском факултету у Бањој Луци. Од 2003. године запослен је на истом факултету, на Катедри за термотехнику и термоенергетику, као виши асистент из предмета Парни котлови и Основи термоенергетике. Од 2003. године изабран је у звање Виши истраживач сарадник из области Заштите у енергетици у Институту заштите, екологије и информатике у Бањој Луци.

Члан је Савеза енергетичара Републике Српске где од 1998. године до данас руководи обуком енергетског кадра, а у периоду од 2000. до 2009. године био је главни и одговорни уредник часописа Енергетичар. Од 2005. до 2012. био је председник Надзорног одбора Градске топлане у Бањој Луци, а сад је члан истог одбора.

Објавио је 38 научних и стручних радова, који су саопштени на домаћим и међународним скуповима и симпозијумима или објављени у часописима.

2. Опис дисертације

2.1. Структура и садржај дисертације

Докторска дисертација кандидата мр Винка Бабића, дипл.маш.инж. под насловом "НУМЕРИЧКА СИМУЛАЦИЈА И АНАЛИЗА ТРОДИМЕНЗИОНАЛНОГ ДВО-

ФАЗНОГ СТРУЈАЊА ГАСА И ЧВРСТЕ ФАЗЕ У СЕПАРАТОРУ УГЉЕНОГ ПРАХА" написана је на укупно 161 страну, од чега је 11 посебно нумерисаних страна везано за увод, наслов, резиме и садржај дисертације. На крају дисертације наведена је биографија аутора и на три стране дата су три прилога-изјаве. Дисертација је подељена у 10 поглавља од којих се 8 поглавља односи за саму дисертацију:

1. Увод
2. Преглед и резултати досадашњих истраживања
3. Струјни феномени у сепаратору угљеног праха
4. Тродимензионални математички модел двофазног струјања у сепаратору угљеног праха
5. Нумерички поступак
6. Поступак прорачуна струјања у сепаратору угљеног праха
7. Презентација и дискусија резултата
8. Закључак

Дисертација садржи 47 слика, 12 табела, 93 нумерисане једначине и 133 навода литературе.

2.2. Кратак приказ појединачних поглавља

У **1 поглављу** наведен је разлог и циљ израде дисертације везан за модел тродимензионалног двофазног струјања гаса и угљеног праха и његове сепарације у инерцијалном сепаратору ради бољег разумевања процеса који се одвијају у елементима постројења за припрему угљеног праха и побољшању сагоревања угљеног праха у ложиштима котлова као и постизању веће енергетске ефикасности рада постројења у целини. Даље је наведен значај квалитета угљеног праха у енергетици, потреба за моделирањем процеса сепарације да би на крају био истакнут предмет и садржај дисертације.

У **2 поглављу**, у уводу је најпре детаљно приказан преглед нумеричких симулација двофазног струјања гаса и чврсте фазе са поређењем симулација сличних двофазних струјања за флуиде коришћене у пракси. Наведени су и проблеми који су решавани Навије-Стоксовим једначинама за познати флуид као и проблем симулација великог броја честица у познатом пољу брзина транспортног флуида и осредњавање по простору и времену као и резултати досадашњих истраживања. Затим су студиозно приказани модели двофазног струјања и најважнији приступи њиховог дефинисања - Рејнолдсов приступ, Ојлеров приступ, Лагранжеов приступ и тако даље. Такође су наведени модели двофазног струјања коришћени у последње време у Европи и у свету. Споменута су и приказана експериментална истраживања у последње време а на крају поглавља дато је поређење и дискусија најприхватљивијих модела двофазног струјања.

У **2 поглављу**, у уводу је најпре детаљно приказан преглед врста двофазног струјања која се појављују у пракси и карактер струјања аеросмеше у постројењу за припрему угљеног праха. Анализаране су вишеструке специфичности које карактеришу двофазни ток гас-честице, а посебно аеродинамичко узајамно деловање између фаза. Дата је и класификација двофазних токова гас-честице. Показује се да теоријско решавање кретања честица у турбулентној струји представља решавање Навије-Стоксових једначина за флуид, а затим симулација великог броја честица у познатом пољу брзине флуида и усредњавање по простору и времену. Констатује се да се модели двофазног струјања због своје сложености и међусобних утицаја различитих појава описују спрегнутим

системом нелинеарних диференцијалних парцијалних једначина које се могу решити само нумерички. Затим су студиозно приказани модели двофазног струјања које су дали разни аутори на бази Ојлеровог и Лагранжеовог приступа. Такође су наведени модели двофазног струјања коришћени у последње време у Европи и у свету. Споменута су и приказана експериментална истраживања у последње време, а на крају поглавља дато је поређење и дискусија најприхватљивијих модела двофазног струјања.

У **3 поглављу**, струјни феномени у сепаратору угљеног праха, наведена је подела млинских сепаратора као и основне конструкције прилагођене угљевима који се користе у термоелектранама у окружењу. Такође је напоменута улога сепаратора у оквиру постројења за припрему угљеног праха у смислу његове ефикасности – дато је објашњење за степен његове ефикасности и циркулациони број сепаратора. На крају поглавља су приказани струјни феномени у сепаратору угљеног праха везани за карактеристику транспортног флуида као и за честице угљеног праха различите величине, облика и масе.

У **4 поглављу** дисертације детаљно је приказан диференцијални математички модел струјања двофазне смеше гас-честице угљеног праха. Одабран је концепт Ојлер-Лагранжеовог приступа у формирању оваквих модела, који су у пракси показали најбоље резултате. За континуалну гасну фазу развијен је Ојлеров модел струјања континуума при чему је за опис турбулентних карактеристика струјања усвојен двоједначински k - ϵ дисипативни модел турбуленције. Дисперзна фаза честица угљеног праха је описана Лагранжеовим концептом кретања група честица по својим трајекторијама. И у овом моделу је уграђен одговарајући стохастички модел турбуленције при чему је третиран утицај турбулентних карактеристика гасне фазе на стохастичке особине кретања честица, док обрнути утицај присуства чврсте фазе на модулацију турбулентних карактеристика гасне фазе није разматран. Оба модела су спрегнута у јединствену целину дефинисањем додатних интерфазних чланова у основним једначинама кретања гасне фазе.

У **5 поглављу** на сажет начин су представљене основне поставке дискретизационе методе коначних запремина којим се решава постављени математички модел диференцијалног типа у претходном поглављу. Такође, представљен је и алгоритам нумеричког решавања постављеног система парцијалних диференцијалних једначина двофазног струјања гас-честице угљеног праха.

У **6 поглављу** дисертације детаљно је приказан поступак дефинисања геометријског модела на основу реалне геометрије инерцијалног сепаратора, формирање нумеричке мреже и поступак дефинисања граничних услова за усвојене сценарије нумеричких симулација. Због непостојања мерених параметара директно на улазу и излазу из сепаратора, а према расположивим подацима мерења на одговарајућим местима у целом млинском склопу, приказан је начин прерачунавања и добијања граничних услова за домен интеграције који третира само геометрију сепаратора. На бази ових граничних услова, извршене су нумеричке симулације, а резултати послужили за валидацију постављеног математичког модела, на бази којег су вршене даље симулације за усвојене сценарије.

У **7 поглављу**, презентација и дискусија резултата, приказани су резултати нумеричке симулације тродимензионалног двофазног струјања гаса и чврсте фазе у млинском сепаратору преко спроведених тестова. Наиме, направљени су одговарајући тестови везани за капацитет сепарације, односно капацитет млевења вентилаторског млина, као и за степен његове ефикасности у зависности од положаја

сепарационих клапни - четири карактеристична положаја. Прво су урађени тестови за гасну фазу – дате су струјне слике за карактеристичне положаје сепарационих клапни а затим су урађени тестови за чврсту фазу – дате су трајекторије група честица по фракцијама такође у зависности од положаја сепарационих клапни. На крају су приказани интегрални резултати концентрација чврстих честица угљеног праха у транспортном флуиду, гасној фази, на излазу из сепаратора. Након дискусије добијених резултата математичким моделирањем презентирана је зависност капацитета сепаратора и финоће млевења од карактеристичних положаја регулационих клапни сепаратора и циркулациони број сепарације.

У **8 поглављу - закључку** извршен је преглед целокупне дисертације и наглашен је научни допринос.

У **9 и 10 поглављу** дат је списак коришћених ознака и наведена је литература коришћена приликом рада на изради дисертације.

3. Оцена дисертације

3.1. Савременост, оригиналност и значај

Докторска дисертација "НУМЕРИЧКА СИМУЛАЦИЈА И АНАЛИЗА ТРОДИМЕНЗИОНАЛНОГ ДВОФАЗНОГ СТРУЈАЊА ГАСА И ЧВРСТЕ ФАЗЕ У СЕПАРАТОРУ УГЉЕНОГ ПРАХА" представља савремен, оригиналан, мултидисциплиниран и значајан допринос моделирању просторне дистрибуције угљеног праха у сепараторима постројења за његову припрему, постизању оптималног степена његове ефикасности и касније квалитетнијег сагоревања у ложиштима енергетских парних котлова. Значај теоријских и рачунарских истраживања приказаних у дисертацији представља примена оваквих модела, с обзиром да корисницима савремене термоенергетске опреме омогућава поузданије одлучивање при њиховом избору и касније даљој модернизацији. Оригиналност дисертације огледа се у усавршавању комплексног модела процеса у млинском сепаратору, успостављању двофазног струјања гаса и чврсте фазе како на излазу из сепаратора у канал аеросмеше тако и њеног рециркулисања у млин на поновно млевење крупнијих фракција угљеног праха, омогућавању детаљнијег увида у структуру двофазних токова и расветљавању недовољно истражених феномена транспорта.

3.2. Осврт на референтну и коришћену литературу

У докторској дисертацији коришћена је обимна литература у циљу прегледа досадашњих истраживања при дефинисању модела двофазног струјања, њиховог поређења и дискусије постигнутих резултата. Даље је наведена литература из области везаних за струјне феномене који се одигравају у млинском сепаратору, математичког моделирања процеса везаних за гасну и чврсту фазу - моделирање дисперзије честица, формирање једначина трајекторије и импулса честица, stochasticмодела турбуленције чврсте фазе користећи Лагранжеов концепт кретања и одређивање интерфазних чланова. Такође је коришћен већи број навода литературе приликом спровођења нумеричког поступка и дефинисања нумеричке мреже, задавања граничних услова као и при спровођењу прорачуна струјања у самом сепаратору. На крају су примењена и искуства других аутора у начину представљања резултата прорачуна. Коришћена је литература на енглеском, руском и српском језику.

3.3. Анализа примењених научних метода и њихова адекватност за спроведено истраживање

Приказан диференцијални математички модел струјања двофазне смеше гас-честице угљеног праха базиран је на концепту Ојлер-Лагранжеовог приступа у формирању оваквих модела, који су у пракси показали најбоље резултате. За континуалну гасну фазу развијен је Ојлеров модел струјања континуума. Дисперзна фаза честица угљеног праха је описана Лагранжеовим концептом кретања група честица по својим трајекторијама. И у овом моделу је уграђен одговарајући стохастички модел турбуленције при чему је третиран утицај турбулентних карактеристика гасне фазе на стохастичке особине кретања честица. Оба модела су спрегнута у јединствену целину дефинисањем додатних интерфазних чланова у основним једначинама кретања гасне фазе. На крају, представљен је и алгоритам нумеричког решавања постављеног система парцијалних диференцијалних једначина двофазног струјања гас-честице угљеног праха.

3.4. Оцена примењивости и верификације остварених резултата

Основни резултат рада на докторској дисертацији је повезивање успостављеног тродимензионалног математичког модела двофазног струјања гаса и чврсте фазе у млинском сепаратору са сличном опремом на реалном котловском постројењу у циљу решавања текућих проблема сепарације као и за пројектовање нове опреме. Може се очекивати директна примена остварених резултата дисертације у пракси, јер формирани компјутерски програм за симулацију процеса у млинском сепаратору омогућава анализу процеса његове сепарације, остваривање потребног масеног протока угљеног праха и оптималне концентрације чврстих честица у транспортном флуиду. Оваква истраживања била би веома значајна корисницима енергетских парних котлова, који би са великом сигурношћу могли предвидети понашање појединих фракција угљеног праха у процесу његовог сагоревања у реалним ложиштима и у различитим погонским ситуацијама.

3.5. Оцена способности кандидата за самостални научни рад

Кандидат је током израде дисертације решавао сложене проблеме који су захтевали детаљно познавање струјних двофазних процеса који се одвијају у млинском сепаратору инерцијалног типа, нумеричких симулација везаних за степен ефикасности његове сепарације и процеса који се одвијају у самом млину за млевење угља. Комисија сматра да је кандидат у потпуности оспособљен за самостално решавање научних проблема у области математичког моделирања и нумеричких симулација процеса сепарације и транспорта угљеног праха у склопу комплексних процеса који се одвијају у постројењу за његову припрему.

4. Остварен научни допринос

4.1. Приказ оствареног научног доприноса

Остварени научни допринос дисертације огледа се у следећем:

- Развијен је математички модел тродимензионалног двофазног струјања аеросмеше (гас – угљени прах) у сложеној геометрији инерцијалног сепаратора угљеног праха. При развоју модела кориштен је Ојлер–Лагранжеов приступ. Математички модел је решаван нумеричком методом коначних запремина.

- Математички модел повезује финоћу самлевеног угљеног праха на излазу из сепаратора и положај (нагиб) његових регулационих клапни. За стабилно сагоревање у ложиштима енергетских и индустријских котлова битна компонента је финоћа угљеног праха јер се повећаном финоћом може скратити време стабилизације сагоревања и остварити пројектована температура продуката сагоревања на излазу из ложишта. Такође се овим моделом даје допринос остваривању сагоревања са ниским садржајем азотних оксида.
- Добијене су путање појединих фракција угљеног праха за различите нагибе регулационих клапни сепаратора. На овај начин је добијен добар алат за оптимизацију постојећих и пројектовање нових конструкција инерцијалних сепаратора угљеног праха.
- Добијено је векторско и скаларно поље брзине гасне фазе, што је такође значајно за анализу рада постојећих и конструисање нових инерцијалних сепаратора угљеног праха.
- Посебно значајно је то што су добијена концентрациона поља чврсте фазе у транспортном флуиду појединих фракција угљеног праха у излазном пресеку сепаратора. На овај начин се омогућава оптимизација положаја канала изнад сепаратора за одвођење аеросмеше ка горионцима угљеног праха.
- Модел омогућава израчунавање циркулационог броја сепарације, чиме се на директан начин располаже податком о стварном оптерећењу млина, његовом капацитету млевења као и о ангажованој снази електромотора за његов погон.
- Модел је урађен тако да омогућава његово даље усавршавање као и повезивање модела млинског сепаратора са моделима других важнијих делова постројења за припрему угљеног праха код генератора паре.

Научни резултат, који представља допринос унапређењу научне мисли, је развијени математички модел тродимензионалног двофазног струјања аеросмеше у сложеној геометрији и начин његовог решавања нумеричком методом коначних запремина. Он у суштини представља унапређење методе истраживања двофазног струјања (гас – чврсте честице) у инерцијалним сепараторима угљеног праха. Истраживање струјања аеросмеше у инерцијалним сепараторима угљеног праха је важно за оптимирање нових конструкција и рад постојећих сепаратора овог типа, који се често користе у постројењима за припрему угљеног праха у нашим термоенергетским објектима.

4.2. Критичка анализа резултата истраживања

Докторска дисертација садржи оригинални научни допринос развоју метода математичког моделирања тродимензионалног двофазног струјања аеросмеше (гас – угљени прах) у сложеној геометрији инерцијалног сепаратора угљеног праха при чему је коришћен Ојлер–Лагранжеов приступ. Пројектовани модел повезује финоћу самлевеног угљеног праха на излазу из сепаратора и нагиб његових регулационих клапни и омогућује праћење различитих путања угљених честица појединих фракција, добијених млевењем угља у млину, кроз сепарациони простор у зависности од поменутог нагиба регулационих клапни. Добијено векторско и скаларно поље брзине гасне фазе искоришћено је за дефинисање концентрационог поља чврсте фазе у транспортном флуиду. Математички модел је тестиран у већем броју радних услова на стварном моделу и показано је да се његовом применом добијају реалне вредности релевантних физичких величина сепарације.

4.3. Очекивана примена rezultata у пракси

Формирани математички модел омогућава повезивање финоће самлевоног угљеног праха и положаја постављања регулационих клапни млинског сепаратора, што је важно за стабилно сагоревање угљеног праха у лету у ложиштима енергетских и индустријских котлова, у смислу остваривања веће стабилизације сагоревања као и сагоревања са ниским садржајем азотних оксида. Поред тога, моделом се омогућава израчунавање циркулационог броја сепарације чиме се на директан начин може располагати податком о стварном оптерећењу млина угљем, његовом капацитету млевења као и о потребној ангажованој снази за млевење угља. Модел у суштини представља унапређење методе истраживања двофазног струјања (гас – чврсте честице) у инерцијалним сепараторима угљеног праха што је такође значајно за оптимирање постојећих конструкција сепаратора овог типа као и за пројектовање нових конструкција.

4.4. Верификовани научни доприноси

Проблематика докторске дисертације и њен научни допринос су приказани у радовима објављеним у часописима и саопштеним на конференцијама током периода истраживања:

Часописи:

1. Z. N. Milovanovic, V. Babic: **Estimation of Reliability of Thermo-Energy Plants on Macro-Level**, Termotehnika, 2010. XXXVI, 1, 71-78

Конференције са међународним учешћем и домаће конференције:

1. N. Vukmirovic, V. Babic, S. Vucenovic: **Feasibility study for the Project Reconstruction and modernization of the Boiler P-64 of the mine and Thermal Power Station Ugljevik I –Phase I**, Faculty of Economics University of Banja Luka, 2008.
2. В. Бабић: **Прилог комплексном изучавању сагоријевања лигнита Станари**, IX Међународна конференција о достигнућима електротехнике, машинства и информатике DEMI 2009, Бања Лука, 2009.
3. V. Babic, Z. N. Milovanovic, D. Jeremic, S. Dumonjic-Milovanovic: **Analyses of Cause for Operating problems of Steam Boiler of 300 MW Block in Thermal Power Plant Gacko**, Power Plants 2010, Vrnjačka Banja, Serbia, 2010.
4. V. Babic, T. Zivanovic, Z. Stevanovic, Z. N. Milovanovic: **Numerical Simulation of the Flow in Coal Powder Inertial Separator**, International Conference Power Plants 2012, Zlatibor, Serbia, 2012.

5. Закључак и предлог

Докторска дисертација под насловом "НУМЕРИЧКА СИМУЛАЦИЈА И АНАЛИЗА ТРОДИМЕНЗИОНАЛНОГ ДВОФАЗНОГ СТРУЈАЊА ГАСА И ЧВРСТЕ ФАЗЕ У СЕПАРАТОРУ УГЉЕНОГ ПРАХА" кандидата **мр Винка Бабића**, дипл. маш. инж., представља савремен и оригиналан научни допринос кроз свеобухватно сагледавање процеса који се истовремено интегрално одвијају у млинском сепаратору угљеног праха инерцијалног типа, коришћењем различитих математичких модела као и иновационом приступу проблему усклађивања са процесима материјализованим на стварном објекту. Ценећи оно што је приказано у докторској дисертацији, као и чињеницу да је анализирана проблематика веома актуелна,

са задовољством се констатује да је кандидат **мр Винко Бабић**, дипл. маш. инж., успешно завршио докторску дисертацију у складу са предвиђеним предметом и постављеним циљевима докторске дисертације. Треба истаћи да је кандидат дошао до оригиналних и проверљивих резултата, и показао висок ниво способности и самосталности у доношењу и спровођењу одлука током израде докторске дисертације.

На основу прегледа докторске дисертације од стране Комисије за оцену и одбрану докторске дисертације под називом "НУМЕРИЧКА СИМУЛАЦИЈА И АНАЛИЗА ТРОДИМЕНЗИОНАЛНОГ ДВОФАЗНОГ СТРУЈАЊА ГАСА И ЧВРСТЕ ФАЗЕ У СЕПАРАТОРУ УГЉЕНОГ ПРАХА" кандидата **мр Винка Бабића**, дипл. маш. инж., Комисија за оцену и одбрану докторске дисертације са задовољством 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 Универзитета у Београду. Комисија предлаже Наставно-научном већу Машинског факултета Универзитета у Београду да овај Извештај прихвати, дисертацију стави на увид јавности и упути Извештај на коначно усвајање Већу научних области техничких наука Универзитета у Београду, а да се након тога кандидат позове на јавну одбрану.

У Београду, 29.03.2013. године

ПОТПИСНИЦИ ИЗВЕШТАЈА - КОМИСИЈА

др Титослав Живановић
редовни професор Универзитета у Београду, Машински факултет, ментор

др Драган Туцаковић
ванредни професор Универзитета у Београду, Машински факултет, члан

др Жарко Стевановић
научни саветник, Институт за нуклеарне науке Винча, члан

УНИВЕРЗИТЕТ У БЕОГРАДУ
- МАШИНСКИ ФАКУЛТЕТ –
Број: 266/5
Датум: 04.04.2013. 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 04.04.2013. године, донело је

ОДЛУКУ

I Прихвата се извештај о позитивној оцени урађене докторске дисертације коју је поднео мр ВИНКО БАБИЋ и одобрава јавна одбрана дисертације по добијању сагласности од Универзитета, под насловом: „**НУМЕРИЧКА СИМУЛАЦИЈА И АНАЛИЗА ТРОДИМЕНЗИОНАЛНОГ ДВОФАЗНОГ СТРУЈАЊА ГАСА И ЧВРСТЕ ФАЗЕ У СЕПАРАТОРУ УГЉЕНОГ ПРАХА**“

II Универзитет је дана 28.12.2006. године, својим актом број 16/18 дао сагласност на предлог теме докторске дисертације кандидата.

III Радови кандидата у часопису међународног значаја:

1. Z. N. Milovanovic;, V. Babic: **Estimation of Reliability of Thermo-Energy Plants on Macro-Level**, Termotehnika, 2010. XXXVI, 1, 71-78
2. V. Babic, T. Zivanovic, Z. Stevanovic, Z. N. Milovanovic: **Numerical Simulation of the Flow in Coal Powder Inertial Separator**, International Conference Power Plants 2012, Zlatibor, Serbia, 2012.

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

ДЕКАН
МАШИНСКОГ ФАКУЛТЕТА

Проф.др Милорад Милованчевић

УНИВЕРЗИТЕТ У БЕОГРАДУ
- МАШИНСКИ ФАКУЛТЕТ –
Број: 2361/2
Датум: 13.12.2012. године
Београд: Краљице Марије 16

У вези захтева мр Винка Бабића, дипл.инж.маш., уз сагласност ментора проф.др Титослава Живановића и Шефа Катедре за термотехнику, да му се продужи рок за израду докторске дисертације, Наставно-научно веће Машинског факултета сагласно чл. 128. Закона о високом образовању, на седници одржаној 13.12.2012. године донело је следећу

О Д Л У К У

Одобрава се продужење рока за израду докторске дисертације **«НУМЕРИЧКА СИМУЛАЦИЈА И АНАЛИЗА ТРОДИМЕНЗИОНАЛНОГ ДВОФАЗНОГ СТРУЈАЊА ГАСА И ЧВРСТЕ ФАЗЕ У СЕПАРАТОРУ УГЉЕНОГ ПРАХА»** кандидата мр **ВИНКА БАБИЋА**, дипл.инж.маш. до 29.12.2013. године.

Одлуку доставити: ментору, Катедри, кандидату и архиви.

ДЕКАН
МАШИНСКОГ ФАКУЛТЕТА

Проф. др Милорад Милованчевић