

Факултет МАШИНСКИ

944/6
(Број захтева)

11.07.2013.
(Датум)

Образац 1.
УНИВЕРЗИТЕТ У БЕОГРАДУ

Већу научних области техничких наука
(Назив стручног већа коме се захтев упућује, сагласно
Члану 6. и чл. 7 став 1. овог Правилника)

ЗАХТЕВ
за давање сагласности на предлог теме докторске дисертације

Молимо да сходно чл. 46. ст.5. тач.3. Статута Универзитета у Београду („Гласник Универзитета“, број 131/06), дате сагласност на предлог теме докторске дисертације

**УТИЦАЈ ОДАБРАНИХ ВРСТА БИОМАСЕ И ПРОЦЕСА САГОРЕВАЊА НА САСТАВ И
КАРАКТЕРИСТИКЕ ГАСОВИТИХ И ЧВРСТИХ ПРОДУКАТА**
(пун назив предложене теме докторске дисертације)

НАУЧНА ОБЛАСТ процесна техника

ПОДАЦИ О КАНДИДАТУ:

1. Име, име једног родитеља и презиме кандидата: ДУШАН (Милорад) ТОДОРОВИЋ

2. Назив и седиште Факултета на коме је стекао високо образовање: Машински факултет Краљево

3. Година дипломирања: 2007.

4. Назив магистарске тезе кандидата: /

5. Назив Факултета на коме је магистарска теза одбрањена: /

6. Година одбране магистарске тезе: /

7. Назив Факултета на коме је кандидат уписао докторске студије: Машински факултет Београд

Одсек, смер или група: /

Година уписа докторских студија: 2007.

Обавештавамо Вас да је Наставно-научно веће Факултета
(назив надлежног тела Факултета)

на седници одржаној 11.07.2013
размотрило предложену тему и закључило да је тема подобна за израду докторске дисертације.

ДЕКАН
МАШИНСКОГ ФАКУЛТЕТА

Проф.др Милорад Милованчевић

Прилог:

1. Предлог теме докторске дисертације са образложењем.

2. Акт надлежног тела факултета о подобности теме за израду докторске дисертације.

УНИВЕРЗИТЕТ У БЕОГРАДУ
- МАШИНСКИ ФАКУЛТЕТ -
Број:944/5
Датум: 11.07.2013. године
Београд, Краљице Марије 16

На захтев Душана Тодоровића, дипл.инж.маш., бр. 944/1 од 29.04.2013. године, извештаја Комисије у саставу: проф.др Александар Јововић, проф.др Мирослав Станојевић, проф.др Драгослава Стојиљковић, проф.др Дејан Радић и проф.др Нико Семец, Машински факултет Марибор, број 944/4 од 08.07.2013. године, а на основу чл. 30 Закона о високом образовању и чл. 30 Правилника о докторским студијама Машинског факултета Универзитета у Београду, Наставно-научно веће Машинског факултета у Београду на седници од 11.07.2013. године, донело је следећу

ОДЛУКУ

Прихвата се предлог о испуњености услова и о научној заснованости теме докторске дисертације **«УТИЦАЈ ОДАБРАНИХ ВРСТА БИОМАСЕ И ПРОЦЕСА САГОРЕВАЊА НА САСТАВ И КАРАКТЕРИСТИКЕ ГАСОВИТИХ И ЧВРСТИХ ПРОДУКАТА»** докторанта **ДУШАНА ТОДОРОВИЋА**, дипл.инж.маш.

За ментора докторанту Душану Тодоровићу, именује се **проф.др Александар Јововић**.

Одлуку доставити: Већу Научних области техничких наука Универзитета у Београду на сагласност, ментору и архиви.

ДЕКАН
МАШИНСКОГ ФАКУЛТЕТА

Проф.др Милорад Милованчевић

**НАСТАВНО-НАУЧНОМ ВЕЋУ
МАШИНСКОГ ФАКУЛТЕТА УНИВЕРЗИТЕТА У БЕОГРАДУ**

Предмет: Подобност теме и кандидата Душана М. Тодоровића, дипл.инж.маш., за израду докторске дисертације

На основу Одлуке Наставно-научног већа Машинског факултета Универзитета у Београду број 944/3 од 13.06.2013. године, сагласности чланова Катедре за процесну технику број 944/2 од 10.06.2013. године, а по Пријави теме докторске дисертације број 944/1 од 29.04.2013. године, именовани смо за чланове Комисије за оцену подобности теме и кандидата **Душана М. Тодоровића**, дипл.инж.маш., студента докторских студија, за израду докторске дисертације и научне заснованости теме

**УТИЦАЈ ОДАБРАНИХ ВРСТА БИОМАСЕ И ПРОЦЕСА САГОРЕВАЊА
НА САСТАВ И КАРАКТЕРИСТИКЕ ГАСОВИТИХ И ЧВРСТИХ ПРОДУКАТА**

На основу материјала приложеног уз Захтев кандидата, Комисија подноси следећи

ИЗВЕШТАЈ

1. Подаци о кандидату

1.1. Биографски подаци

Душан Тодоровић рођен је 06.06.1983. године у Краљеву. Основну школу „Живан Маричић“ у Жичи завршио је 1998. године, а Гимназију у Краљеву, природноматематички смер, 2002. године. Машински факултет у Краљеву Универзитета у Крагујевцу уписао је 2002. године, а дипломирао на Групи за топлотну технику и заштиту животне средине 2007. године, са средњом оценом током студија 9,37 и оценом 10 на дипломском раду. Докторске студије уписао је 2007. године на Машинском факултету Универзитета у Београду.

Од 1. Септембра 2008. године запослен је на Машинском факултету у Београду на Катедри за процесну технику као сарадник.

Током рада на Катедри за процесну технику, поред редовних обавеза, ангажован је у настави на следећим предметима:

- Увод у процесно инжењерство и заштиту животне средине(ОАС),
- Мерења и управљање у процесној индустрији (ДАС),
- Биотехнологија (ДАС),
- Управљање отпадом и отпадним водама (ДАС),
- Принципи заштите животне и радне средине (ДАС).

У периоду од 4 – 7 маја 2009. године похађао је курс „Analytical Techniques in Combustion“, организоване од стране Норвешког Универзитета за Науку и Технологију (Norwegian University of Science and Technology - NTNU), у Трондхајму, Краљевина Норвешка.

У периоду од септембра до децембра 2009. године боравио је на Норвешким Универзитетом за Науку и Технологију у Трондхајму, у циљу израде дела експерименталних истраживања докторске дисертације. Боравак у и научни рад у Норвешкој реализован је у оквиру програма докторских студија „Sustainable energy and environment in Western Balkans“ у сарадњи са Норвешким Универзитетом за Науку и Технологију у Трондхајму (Norwegian University of Science and Technology-NTNU, Trondheim) и финансиран је од стране владе Краљевине Норвешке.

Течно говори енглески језик, а служи се немачким. Обучен је за рад на рачунару у програмским пакетима MsOffice, AutoCAD, SCREEN 3 и AERMOD View.

1.2. Стечено научноистраживачко искуство

Кандидат је докторске студије уписао школске 2007/2008. године на Машинском факултету Универзитета у Београду.

У циљу реализације програма усавршавања кандидат је положио је све испите предвиђене планом и програмом докторских студија Машинског факултета Универзитета у Београду са просечном оценом 10 (десет). Кандидат је положио следеће предмете:

Ред. број	Назив предмета	Предметни наставник	ЕСПБ бодови	Оцена
1	Виши курс математике (парцијалне диференцијалне једначине и линеарна алгебра)	проф. др Стојан Раденовић проф. др Душан Георгијевић	5	10 (десет)
2	Нумеричке методе	проф. др Слободан Радојевић	5	10 (десет)
3	ОМНИР и комуникација	проф. др Милош Недељковић	5	10 (десет)
4	Заштита животне средине	проф. др Александар Јововић	5	10 (десет)
5	Термодинамика хемијских процеса	проф. др Мирко Коматина	5	10 (десет)
6	Екологија сагоревања	проф. др Драгослава Стојиљковић	5	10 (десет)
7	Одабрана поглавља из механике флуида	проф. др Светислав Чантрак	5	10 (десет)
8	Виши курс из процеса сушења и влажења	проф. др Александар Јововић	5	10 (десет)
9	Процеси и опрема за прераду отпада	проф. др Александар Јововић	5	10 (десет)
10	Лабораторија 1	проф. др Александар Јововић	10	10 (десет)

11	Лабораторија 2	проф. др Александар Јововић	15	10 (десет)
12	Лабораторија 3	проф. др Александар Јововић	20	10 (десет)
13	Лабораторија 4	проф. др Александар Јововић	25	10 (десет)
14	Припрема за пријаву дисертације		5	

На докторским студијама кандидат је положио свих 9 (девет) предмета са просечном оценом 10 (десет). Од тога 4 (четири) обавезна и 5 (пет) изборних предмета од којих сваки вреди 5 ЕСПБ бодова, укупно 45 ЕСПБ бодова. Кандидат је 70 ЕСПБ бодова остварио радом у лабораторијама, а 5 при припреми пријаве дисертације.

Учествовао је на више научно-истраживачких пројеката:

- Иновациони пројекат „Развој индустријског усисивача великог капацитета“ (рађено за Министарство науке и технолошки развој Републике Србије, Београд), Иновациони центар Машинског факултета д.о.о, Београд, "БСК" д.о.о, Обреновац, евиденциони број пројекта 391-00-00027/2009-02/-ИП Тип 1/19, 2009.
- Коришћење отпадне топлоте и отпадних материјала у процесној индустрији, евиденциони број ЕЕ-233009, Министарство науке и заштите животне средине Републике Србије, Београд, Национални програм енергетске ефикасности, 2009.
- EUREKA PROJECT: Sustainable Materials and Products from Poultry Feather Wastes, 5851 FeVal, Fakulteta za strojništvo, Univerza v Mariboru (Словенија), Перутнина Птуј д.д. (Словенија), Оикос д.о.о. (Словенија), Универзитет у Београду Технолошко металуршки факултет (Србија), Универзитет у Београду Машински факултет (Србија), Милбис Аграр д.о.о. (Србија), Пелети д.о.о (Србија), ICECON S.A. (Румунија), Intelectro Iasi SRL (Румунија), трајање пројекта 36 месеци (26.10.2010 – 31.09.2013).
- Пројекат ТР III 42010 „Смањење аерозагађења из термоелектрана у ЈП Електропривреда Србије“, Институт за нуклеарне науке „Винча“, 2011-2014.
- Пројекат ТР 33049 „Развој и изградња демонстрационог постројења за комбиновану производњу топлотне и електричне енергије са гасификацијом биомасе“, Универзитет у Београду Машински факултет, 2011-2014.

У сарадњи са привредом учествовао је у изради више главних и идејних пројеката и техничких документација, великом броју индустријских мерења, испитивањима посуда под притиском, испитивању котлова (анализа и контрола сагоревања, мерење емисије, гаранцијска испитивања) као и изради процена утицаја на животну средину.

Списак објављених радова и других релевантних резултата и активности

Радови у врхунским међународним часописима (M21)

1. Becidan M., Todorovic D., Skreiberg Ø., Khalil R., Beckman R., Goile F., Skreiberg A., Jovovic, A. and Sørsum L.: Ash related behavior in staged and non-staged combustion of biomass fuels and fuel mixtures, Biomass and Bioenergy, Volume 41, Pages 86–93, (2012). ISSN 0961-9534, IF: 2,975.

Радови у међународним часописима (M23)

1. Aleksandar Jovović, Dejan Radić, Dušan Todorović: The emission of particulate matters and heavy metals from cement kilns – case study: co-incineration of tires in Serbia, Chemical Industry & Chemical Engineering Quarterly, Volume 16, Issue 3, Pages: 213–217, (2010). ISSN 1451-9372, IF: 0,580.

Саопштење са међународног скупа штампано у целини (М33):

1. Душан Тодоровић, Александар Јововић, Данијела Божанић, Дејан Радић, Марко Обрадовић, Мирослав Станојевић: *Трговина емисијама ГХГ као нова обавеза оператора*, Зборник радова: ECOMAN - Регионална конференција о захтевима заштите животне средине и њиховом утицају на савремену менаџмент теорију и праксу, Сремски Карловци, Србија, 17-20. 09. 2012., pp. 78-84.
2. Skreiberg Ø, Todorović D, Jovović A et al.: *Ash related behavior in staged and non-staged combustion of biomass fuels and fuel mixtures*, Proceedings of the Impacts of fuel quality on Power Production & Environment, August 29th-September 3rd 2010, Lapland, Finland., pp. 1052-10560.
3. Beckman R, Khalil R, Todorović D et al.: *The effect of peat ash addition on the combustion of demolition wood under well controlled conditions*, Proceedings of the Impacts of fuel quality on Power Production & Environment, August 29th-September 3rd 2010, Lapland, Finland., pp. 623-628.
4. Khalil R, Todorović D, Skreiberg Ø et al.: *The effect of kaolin on the combustion of demolition wood under well controlled conditions*, Proceedings of the Impacts of fuel quality on Power Production & Environment, August 29th-September 3rd 2010, Lapland, Finland., pp. 180-184.
5. Todorović D, Skreiberg Ø, Jovović A: *Reduction of pollutant emissions in biomass combustion and ash related operational challenges*, Zbornik radova: II Регионална конференција о индустријској енергетици и заштити животне средине у земљама југоисточне Европе – IEER '10, Посебна сесија - Special Session, Zlatibor, 22 – 26. jun 2010, Srbija, pp. 11-16.
6. Skreiberg Ø, Todorović D, Khalil R et al.: *Ash related behavior in staged and non-staged combustion of biomass fuels and fuel mixtures*, Proceedings of the Renewable Energy Research Conference – Renewable Energy Beyond 2010, June 7th – 8th 2010, Trondheim, Norway., pp. 56-61.
7. Khalil R, Todorović D, Skreiberg Ø et al.: *The effect of kaolin and peat ash on the combustion of demolition wood under well controlled conditions* Proceedings of the Renewable Energy Research Conference – Renewable Energy Beyond 2010, June 7th – 8th 2010, Trondheim, Norway., pp. 84-90.
8. Čudić Vladica, Jovović Aleksandar, Todorović Dušan i dr: *Biomass produced from trace metal and Arsenic phytoextraction as a energy source*, Proceedings of the 18th European Biomass Conference and Exhibition, 3 – 7 May 2010, Lyon, France., pp. 2281-2285.
9. Jovović Aleksandar, Radić Dejan, Todorović Dušan i dr: *Pollutants emitted by cement kilns – case study: co-incineration of tyres in Serbia*, Proceedings of the 2nd International WeBIOPATR Workshop, Међавник, Srbija 29.08. to 02.09.2009., pp. 121-128.
10. Јововић Александар, Стојиљковић Драгослава, Радић Дејан, Обрадовић Марко, Тодоровић Душан, Станојевић Мирослав: *Мogućности коришћења отпадних материјала у цементној индустрији и емисије загађујућих компонената у ваздух*, Зборник радова: Научно-стручни скуп Еколошка истина, Кладово, Србија, 31.05 – 02. 06. 2009., pp. 15-26.

Поглавља у монографијама националног значаја (М42)

1. Др Александар Јововић, Др Дејан Радић, Др Мирослав Станојевић, Марко Обрадовић, Душан Тодоровић, Мр Христина Радовановић Јовин, Мр Зорана Георгијев, Др Богдана Вујић, Зоран Шандин, Мр Татјана Ђурић, Даница Попин (2011): Ваздух. Пп. 40-93. Ин: Пузовић, С. и Радовановић-Јовин, Х. (едс): Животна средина у Аутономној Покрајини Војводини: Стање-изазови-перспективе. Покрајински секретаријат за урбанизам, градитељство и заштиту животне средине, Нови Сад. (ISBN 978-86-912465-4-9).

Радови у водећим часописима националног значаја (М51)

1. Јововић Александар, Радић Дејан, Тодоровић Душан и др: *Анализа расподеле емисије загађујућих компонената из новог "влажног" димњака ТЕ "Костолац Б"*, Термотехника, Volume 35, бр. 2, стр. 177 – 192, (2009).

Саопштење са скупа националног значаја штампано у целини (М63):

1. Јововић А, Станојевић М, Радић Д, Тодоровић Д.: *Анализа расподеле емисије загађујућих компонената из новог „влажног“ димњака ТЕ Костолац Б*, Симпозијум са међународним учешћем Електране 2008, Врњачка бања, 2008., pp. 154-158.

Одабрана учешћа на пројектима сарадње са привредом

1. Радић Д, Станојевић М, Тодоровић Д. и др: Главни пројекат реконструкције сагоревања мазута на блоковима Б1, Б2 Свеска 3: Главни машинско-технолошки пројекат и Главни електро-енергетски пројекат са системом мерења и управљања, (рађено за ЈП Електропривреда Србије, ПД Термоелектране Никола Тесла Б д.о.о, Обреновац), број страна 141, Машински факултет у Београду, Београд, бр. извештаја 551/707/2008, септембар 2008.
2. Радић Д, Обрадовић М, Тодоровић Д: Испитивање процеса сагоревања и мерење емисије загађујућих компонената из процеса сагоревања гасовитог горива за катао фабрички број 4165 према Правилнику о граничним вредностима емисије, начину и роковима мерења и евидентирања података (Службени гласник Републике Србије, бр. 30/97), (рађено за ПКБ Корпорацију – ПЈ ПКБ Енерготехника, Београд), број страна 14, Машински факултет у Београду, Београд, бр. извештаја 511/707/2008, фебруар 2008.
3. Јововић А, Обрадовић М, Радић Д, Тодоровић Д: Контрола емисија загађујућих компонената у ваздух – контрола емисије из цементне пећи, (рађено за фабрику цемента Нови Поповац, Holcim Company), број страна 49, Машински факултет у Београду, Београд, бр. извештаја 547/707/2008, септембар 2008.
4. Станојевић М, Радић Д, Обрадовић М, Тодоровић Д: Одређивање карактеристика узорака техничког филца, (рађено за ФИЛЦ ТРАДЕ доо, Нови Сад), број страна 8, Машински факултет у Београду, Београд, бр. извештаја 552/707/2008, септембар 2008.
5. Јововић А, Станојевић М, Радић Д, Обрадовић М, Тодоровић Д, Каран М, Секуловић Б: Студија о процени утицаја на животну средину пројекта уградње вреловодног колтловског постројења од 116 MW и преласка на индиректни режим рада у ТО Вождовац, Општина Вождовац, (рађено за ЈКП "Београдске електране"), Машински факултет Београд, ИнСиту доо, бр. извештаја 554/707/2008, октобар 2008.
6. Јововић А, Обрадовић М, Радић Д, Станојевић М, Каран М, Тодоровић Д: Пројекат увођења континуалног мерења емисије у рафинерији нафте Нови Сад, (рађено за НИС А.Д. Нови Сад, Огранак НИС-Петрол Београд, Рафинерија нафте Нови Сад), број страна 41, Машински факултету Београду, Београд, бр. извештаја 555/707/2008, новембар 2008.
7. Јововић А, Обрадовић М, Радић Д, Тодоровић Д: Мерење емисије чврстих честица из стационарног извора емисије – димњак врећастог филтра млина угља, (рађено за Lafarge Беочински фабрику цемента а.д), број страна 17, Машински факултет у Београду, Београд, бр. извештаја 558/707/2008, децембар 2008.
8. Јововић А, Станојевић М, Радић Д, Обрадовић М, Тодоровић Д, Каран М, Секуловић Б: Студија о процени утицаја на животну средину пројекта доградње котларнице, уградње вреловодног котловског постројења од 140 MW, изградње измењивачке станице и измештања гасне регулационе станице у ТО Нови Београд, (рађено за ЈКП "Београдске електране"), Машински факултет Београд, InSitu д.о.о, бр. извештаја 562/707/2008, децембар 2008.
9. Јововић А, Обрадовић М, Радић Д, Станојевић М, Каран М, Тодоровић Д: Пројекат увођења континуалног мерења емисије у ТЕ Морава Свилајнац, (рађено за ЈП ЕПС, Привредно друштво Термоелектране Никола Тесла д.о.о, Обреновац), број страна 37, Машински факултет у Београду, Београд, бр. извештаја 502/707/2009, април 2009.

10. Живановић Т, Радић Д, Лучанин В, Туцаковић Д, Станојевић М, Јововић А, Обрадовић М, Тодоровић Д, Милковић Д, Стојановић Н: Пријемна испитивања котловског постројења СУРИ П 15х14 БИО, Свеска 2 - Извештај испитивања, (рађено за СОЈАПРОТЕИН А.Д. за прераду соје, Бечej), број страна 71, Иновациони центар Машинског факултета у Београду, Београд, бр. извештаја 09/02/11, јун 2009.
11. Јововић А, Радић Д, Обрадовић М, Тодоровић Д: Студија о стању животне средине у АП Војводини – проблеми и изазови, за елементе животне средине: ваздух и климатске промене, (рађено за Покрајински секретаријат за заштиту животне средине и одрживи развој), Машински факултет Београд, бр. извештаја 508/707/2009, јун 2009.
12. Јововић А, Обрадовић М, Радић Д, Станојевић М, Каран М, Тодоровић Д: Пројекат увођења континуалног праћења емисије у ЈКП Новосадска топлана, (рађено за ЈКП Новосадска топлана, Нови Сад), број страна 37, Машински факултет у Београду, Београд, бр. извештаја 511/707/2009, септембар 2009.
13. Радић Д, Станојевић М, Тодоровић Д. и др: Главни пројекат изведеног стања система за визуелизацију, праћење, контролу и анализу пламена у ложишту котла ТЕНТ Б2, (рађено за ЈП Електропривреда Србије, ПД Термоелектране Никола Тесла Б д.о.о, Обреновац), број страна 67, Машински факултет у Београду, Београд, бр. извештаја 510/707/2009, септембар 2009.
14. Радић Д, Обрадовић М, Тодоровић Д: Извештај о испитивању хладним воденим притиском репарационих спојки (рађено за Металик траде д.о.о), број страна 7, Машински факултет у Београду, Београд, бр. извештаја 502/707/2010., април 2010.
15. Јововић А, Станојевић М, Радић Д, Обрадовић М, Тодоровић Д, Секуловић Б и др: ТЕ Костолац Б постројење за одсумпоравање димних гасова – Студија о процени утицаја на животну средину, (рађено за ЈП Електропривреда Србије), Машински факултет Београд, бр. извештаја 541-3/МФ/2008, јун 2010.
16. Станојевић М, Радић Д, Јововић А, Обрадовић М, Тодоровић Д: Извештај о испитивању млина М-12 на ТЕНТ-Б1 пре и после реконструкције, (рађено за ЈП Електропривреда Србије, ПД Термоелектране Никола Тесла Б д.о.о, Обреновац), број страна 65, Машински факултет у Београду, Београд, бр. извештаја 507/707/2010, јул 2010.
17. Јововић А, Станојевић М, Радић Д, Обрадовић М, Тодоровић Д, Секуловић Б: Студија о процени утицаја на животну средину пројекта контроле квалитета и количина примљеног угља на ТЕНТ Б, Обреновац, (рађено за ЈП Електропривреда Србије, ПД Термоелектране Никола Тесла д.о.о, Обреновац), Машински факултет Београд, бр. извештаја 509/707/2010, август 2010.
18. Јововић А, Радић Д, Станојевић М, Обрадовић М, Тодоровић Д, Глигић Б, Спремо М: Идејни пројекат са студијом оправданости за контролу квалитета и количине примљеног угља на ТЕНТ Б, (рађено за ЈП Електропривреда Србије, ПД Термоелектране Никола Тесла Б д.о.о, Обреновац), број страна 134, Машински факултет у Београду, Београд, бр. извештаја 508/707/2010, август 2010.
19. Станојевић М, Радић Д, Каран М, Обрадовић М, Тодоровић Д, Шкатарић Д: Идејни пројекат са студијом оправданости система за визуелизацију, праћење, контролу и анализу пламена у ложишту котла А-6 (рађено за ЈП Електропривреда Србије, ПД Термоелектране Никола Тесла А д.о.о, Обреновац), број страна 58 (књига 1 – Идејни пројекат) и 97 (књига 2 – Студија оправданости), Машински факултет у Београду, Београд, бр. извештаја 511/707/2010, август 2010.
20. Јововић А, Станојевић М, Радић Д, Обрадовић М, Тодоровић Д, Секуловић Б: Студија о процени утицаја на животну средину пројекта спаљивања заплењених цигарета и наркотика у ТЕ Никола Тесла Обреновац, (рађено за ПД Термоелектране Никола Тесла д.о.о, Обреновац), Машински факултет Београд, бр. извештаја 520/707/2010, новембар 2010.
21. Јововић А, Тодоровић Д, Станојевић М, Радић Д, Обрадовић М, Секуловић Б и др.: Студија о процени утицаја на животну средину пројекта Привремено складиштење и коришћење чврстих

горива из отпада (СРФ) за њихово комбиновано сагоревање (коинсинерацију) са основним фосилним горивима у ротационој пећи у ТИТАН цементари Косјерић д.о.о., Машински факултет Београд, бр. извештаја 508-2/707/2011, 2011.

22. Јововић А, Тодоровић Д, Станојевић М, Радић Д, Обрадовић М, Секуловић Б и др.: Студија о процени утицаја на животну средину пројекта одсумпоровања димних гасова у ТЕ „Никола Тесла А“ Обреновац, Машински факултет Београд, бр. извештаја 503/707/2012, 2012.
23. Јововић А, Тодоровић Д, Станојевић М, Радић Д и Обрадовић Д.: Моделирање дисперзије SO₂, NO₂ и PM₁₀ пре и после изградње постројења за одсумпоровање димних гасова на блоковима А3-А6 ТЕ „НИКОЛА ТЕСЛА А“, Обреновац, Машински факултет Београд, бр. извештаја 510/707/2012, 2012.
24. Јововић А, Тодоровић Д, Станојевић М, Радић Д, Обрадовић М, Секуловић Б и др.: Студија о процени утицаја на животну средину пројекта постројења за одсумпоровање димних гасова блокова Б1 и Б2 у ТЕ „Никола Тесла Б“ Обреновац, Машински факултет Београд, бр. извештаја 508/707/2013, 2013.
25. Станојевић М, Радић Д, Тодоровић Д и Карличић Н.: Испитивање керамичког дистрибутера ваздуха за аерацију вода (рађено за „Текер“ Чачак), Машински факултет Београд, бр. извештаја 507/707/2013, 2013.

1.3. Оцена подобности кандидата за рад на предложеној теми

Својим досадашњим истраживачким активностима кандидат је испољио квалитет, заинтересованост и стручност за научни и истраживачки рад.

Публиковани радови у часописима и на конференцијама међународног и националног значаја, указују на изразит смисао кандидата да се бави како теоријским, тако и сложеним експерименталним истраживањима.

Досадашњи објављени радови и истраживачка делатност кандидата су суштински повезани са научном облашћу којој припада тема предложене докторске дисертације и квалификују кандидата за успешан и ефикасан теоријски и експериментални рад на предложеној теми. На основу биографских података кандидата, положених испита на докторским студијама, његових научних и стручних активности, као и објављених радова, Комисија сматра да је кандидат подобан за рад на предложеној теми докторске дисертације.

2. Предмет и циљ истраживања

2.1. Предмет истраживања

Редукција штетних продуката сагоревања може се остварити кроз спречавање њиховог настајања (примарне мере) или њиховог уклањања из димног гаса (секундарне мере). Генерално, примарне мере представљају модификацију процеса сагоревања и горива, док је примена секундарних мера предвиђена након самог процеса сагоревања. Предмет докторске дисертације представља истраживање могућих процеса смањења штетних продуката сагоревања применом примарних метода при сагоревању биомасе, односно експериментално испитивање могућности и степена смањења одређених штетних продуката сагоревања одабране биомасе (сировог не третираног дрвета, отпадног дрвета и отпадне биомасе из процеса производње кафе, као и њихових мешавина) применом изабраних примарних мера. У циљу свеобухватне анализе утицаја одабраних примарних мера на продукте сагоревања биомасе састав и карактеристике ложишног пепела биће такође предмет овог истраживања.

2.2. Циљ истраживања

Приликом истраживања, као гориво у форми пелета, користиће се сирово не третирано дрво, као најзаступљенија врста биомасе за енергетске сврхе, затим отпадно дрво, које представља велики енергетски потенцијал, а које и даље углавном завршава на депонијама, и отпадна биомаса из процеса производње кафе, која представља велики потенцијал на светском нивоу обзиром на очекивану продукцију од 8,76 милиона тона сирове кафе у сезони 2012-2013.

Општи циљ докторске дисертације је проучавање утицаја вишестепеног довођења ваздуха за сагоревање и модификације састава горива, као примарних мера, на смањење настанка штетних продуката сагоревања три одабрана типа биомасе и њихових мешавина. Докторат ће садржати и систематизацију постојећих резултата и сазнања из области примарних метода за редукцију штетних продуката сагоревања и проблема везаних за пепео.

Један од циљева доктората је испитивање утицаја вишестепеног довођења ваздуха за сагоревање на настанак азотних оксида, као и формирање азот субоксида, приликом сагоревања три типа различите биомасе (отпадна биомаса из процеса производње кафе, отпадна дрвна биомаса, дрвна биомаса). Истраживања ће обухватити и намешавање поменутих типова биомасе у различитим односима. Током истраживања тежиће се да се оствари највеће могуће смањење настанка азотних оксида, а добијени резултати ће моћи да се користе како за даља научна истраживања у овој области, тако и за унапређење карактеристика постројења за сагоревање биомасе, без обзира на капацитет. Такође докторат има за циљ да испита утицај температуре на емисије штетних продуката сагоревања отпадне дрвне биомасе, са посебном пажњом на азотне оксиде. Сагоревање отпадне дрвне биомасе представља веома заступљен начин добијања енергије, наравно треба имати у виду и корист решавања питања ове врсте отпада. Како отпадна дрвна биомаса има различито порекло, тако садржи и разне састојке, као последице обраде и коришћења, као што су: метали, боје, пластика итд., што ће се неповољно, кроз емисије, одразити на стање животне средине. У раду, посебан осврт биће дат на висок удео азота у отпадној дрвној биомаси у поређењу са сировом не третираном дрвном биомасом. Предвиђена су детаљна испитивања без и са вишестепеним довођењем ваздуха, како би се испитали утицаји температурских варијација, техника сагоревања као и коефицијента вишка ваздуха.

Како би се испунио општи циљ докторске дисертације, предвиђена су такође истраживања утицаја модификације горива и вишестепеног довођења ваздуха за сагоревање на:

- емисије SO_2 и HCl ,
- расподелу величине честица летећег пепела,
- састав ложишног пепела,
- карактеристике топливости пепела,
- састав летећег пепела,
- конверзију хлора (Cl) из биомасе,
- конверзију сумпора (S) из биомасе.

У оквиру докторске дисертације, у циљу минимизације проблема зашљакивања и корозије, испитаће се утицај адитива, каолина и летећег пепела тресета, на карактеристике пепела биомасе.

Резултати претходних истраживања показују да алуминосиликати из каолина реагују са базним једињењима и формирају једињења са вишом тачком топљења. Један од циљева доктората је испитивање реактивности каолина на алкална једињења у димном гасу, који се ослобађа при сагоревању отпадног дрвета, као и његове ефикасности на превенцију зашљакивања и корозије термоенергетских постројења, у зависности од различитих услова процеса сагоревања.

Овим радом учиниће се један од првих покушаја на утврђивању свеобухваног утицаја летећег пепела тресета, као адитива, на састав ложишног пепела, летећег пепела и састав димног гаса, при строго контролисаним условима сагоревања отпадног дрвета. Један од разлога за одабир отпадног дрвета је висок садржаја цинка и олова, због кога се отпадно дрво сматра проблематичним, са гледишта корозије.

3. Полазна хипотеза

Анализе животног циклуса показују да, са становишта заштите животне средине, највећи проблем приликом сагоревања биомасе представљају емисије азотних оксида. Удео азотних оксида износи око 40% од укупних емисија, које обухватају азотне оксиде, чврсте честице, CO, сумпорне оксиде, NH₃, CH₄, неметанска испарљива органска једињења (NMVOC) и друго. У складу са тиме, до сада је пуно напора уложено на карактеризацију биомасе у циљу смањења настајања азотних оксида при сагоревању. Модификација горива, како је наведено такође представља једну од примарних мера за смањење штетних продуката сагоревања. Приликом вишестепеног довођење ваздуха, примарни ваздух (70-90% од укупно потребне количине ваздуха) се доводи у зону примарног сагоревања, где долази до деволатилизације волатила из горива, чиме се формира гас, који се већином састоји од CO, H₂, C_xH_y, H₂O, CO₂, и N₂ као и малих количина NH₃, HCN и NO_x из азота у гориву. Секундарни ваздух доводи се изнад зоне примарног сагоревања и у тој зони сагоревање је потпуно, а температуре сагоревања су релативно ниске и ограничено је образовање термичког NO_x. Избор места за постављање отвора за довод секундарног ваздуха представља најважнији део овог поступка, јер утиче на ефикасност сагоревања.

Формирање азотних оксида одвија се кроз четири главна механизма:

- Термички механизам (*Zeldovich*)
- Промптни механизам (*Fenimore*)
- N₂O механизам
- Гориви механизам

Прва три механизма се заснивају на конверзији азота из ваздуха за сагоревање у азотне оксиде. Теоријска и експериментална истраживања су показала да су ова три механизма много мање заступљена у процесу формирања азотних оксида при сагоревању биомасе, у поређењу са горивим механизмом, односно конверзијом азота из горива. Наиме, термички механизам (*Zeldovich*) је доминантан при температурама вишим од 1500°C, док су температуре при сагоревању биомасе знатно ниже. Допринос формирању азотних оксида путем промптог механизма (*Fenimore*) такође није значајан обзиром да је он повезан са условима богате смеше, ниске температуре и кратког времена задржавања у ложишту, што такође није случај приликом сагоревања биомасе. N₂O механизам је од важности у случајевима сиромашне смеше и ниско температурских услова. Истраживања су показале да у системима у којима се одвија сагоревање угља у спрашеном стању више од 80% емисија азотних оксида настају путем горивог механизма, док остале емисије представљају резултат термичког механизма. Услед температурских услова који владају у постројењима за сагоревање биомасе, гориви механизам је још доминантнији у односу на остале механизме. Сагоревање биомасе се обично одвија на решетки или флуидизованом слоју, при условима релативно ниске температуре, што повећава важност горивог механизма, док сагоревање при повишеним притисцима и температурама у случајевима сагоревања угља доводи до повећања утицаја других механизма за настајање азотних оксида.

Вишестепено довођење горива и ваздуха за сагоревање представљају две најзначајније примарне мере за смањење настајања азотних оксида у процесу сагоревања биомасе. Досадашњи резултати су

показали да кофицијент вишка ваздуха примарног ваздуха, број степени довођења ваздуха, температура као и време задржавања утичу на ниво смањења азотних оксида.

Поред емисија штетних продуката сагоревања, веома битно је размотрити и проблеме везане за пепео, као што су корозија и зашљакивање. Проблеми око корозије се углавном везују за алкалне метале (Na, K) као и за Cl, Pb и Zn. Коришћење легура и премаза отпорних на корозију, побољшане конструкције ложишта, побољшање процеса сагоревања, боље методе чишћења као и употреба адитива представљају неке од мера за отклањање ових проблема.

У зависности од састава, адитиви се генерално могу поделити у групе које садрже: калцијум (Ca), фосфор (P), сумпор (S), алуминијум или алуминосиликате (Al_2SiO_5). До сада су спроведена обимна теоријска и експериментална истраживања са неколико различитих врста адитива. И поред ових истраживања и остварених резултата и даље постоје бројне непознанице у погледу разумевања њиховог механизма функционисања. Коришћењем адитива могуће је смањити количину алкалних једињења у димном гасу, односно утицати на њихово везивање за ложишни пепео, и на тај начин умањити проблем корозије. Адитиви се могу користити путем мешања са горивом пре сагоревања, додавањем у испуну у случају сагоревања у флуидизованом слоју или убризгавањем у одређене зоне ложишта.

Поред адитива, различите врсте отпадних материја или нус-продуката могу садржати довољне количине хемијских једињења, која позитивно утичу на проблеме везане за корозију и зашљакивање, и као таква могу се користити као супституција за адитиве. Пепео тресета, има могућност апсорпције алкалних једињења као и неких микроелемената (Pb, Zn). Механизам дејства пепела тресета је комплексан, сходно саставу који је и сам веома комплексан а често и веома променљив. Бројни радови, углавном о косагоревању тресета са другим горивима, показују потенцијал ове врсте адитива. Тресет такође садржи инертне компоненте пепела као што су силикати и оксиди који не реагују са осталим једињењима. Међутим сам физички ефекат овог инертног дела пепела је веома значајан, јер доводи до механичког уклањања наслага са размењивачких површина. Део оксидираног пепела има способност да апсорбује алкална једињења, а висок удео калцијума подстиче формирање једињења калцијума која разлажу натријум, а могуће и олово и цинк. Тресет садржи релативно висок удео сумпора, који доводи до формирања алкалних сулфата уместо хлорида, што доводи до смањења зашљакивања и корозије.

Истраживања су показала да поред доминатне улоге адитива велику улогу, на карактеристике пепела, може имати температура као и вишестепено довођење ваздуха за сагоревање. Битно је напоменути да осим неколико теоретских радова, до сада није било значајнијег истраживања у вези утицаја вишестепеног довођења ваздуха на карактеристике пепела.

Полазне хипотезе ове дисертације су:

- да је могуће, само применом појединих примарних мера (као што су вишестепено довођење ваздуха за сагоревање и коришћење мешавина више врста биомасе), остварити значајно смањење емисија азотних оксида из процеса сагоревања одабраних врста биомасе;
- да вишестепено довођење ваздуха за сагоревање и коришћење мешавина више врста биомасе може имати веома позитиван утицај на проблеме везане за пепео (корозија и зашљакивање);
- да до смањења проблема везаних за пепео (корозија и зашљакивање) приликом сагоревања отпадног дрвета, које је посебно проблематично због свог састава, може доћи коришћењем адитива, као што су пепео тресета и каолина.

4. Научне методе истраживања

У истраживањима која су предмет дисертације примениће се:

- теоријска анализа досадашњих сазнања и резултата,

- експериментална истраживања у којима ће се користити најсавременије методе и опрема у складу са важећим стандардима из ове области,
- обрада и анализа добијених резултата.

У оквиру експерименталних истраживања за узорковање и анализу продуката сагоревања одабраних типова биомасе планирана је употреба аутоматског гасног анализатора, гасног хроматографа, анализатора гасова типа FTIR и електростатичког импактора за одређивање гранулометријске расподеле летећег пепела (ELPI). Лабораторијске анализе обухватиће техничке и елементарне анализе свих врста горива (чиста горива и њихове мешавине) које ће се користити у истраживањима, анализе пепела употребом скенирајућег електронског микроскопа са енергодисперзивним детектором рендгенских зрака (SEM/EDX), затим употребу спектроскопских метода ICP-AES (Inductively Coupled Plasma-Atomic Emission Spectrometry) и ICP-SFMS (Inductively Coupled Plasma-Sector Field Mass Spectrometry), као и анализе топљивости пепела. Приликом обраде и анализе података о саставу димног гаса биће коришћен рачунарски алат Fuelsim Average V1.2.

5. Очекивани научни доприноси

Како предвиђена истраживања у оквиру израде докторске дисертације обухватају веома детаљне анализе продуката сагоревања биомасе, овим радом оствариће се допринос проучавању утицаја вишестепеног довођења ваздуха за сагоревање и модификације састава горива на састав гасовитих продуката сагоревања биомасе и карактеристике пепела. Добијени резултати као и приказане корелације између посматраних величина у докторској дисертацији омогућиће боље разумевање механизма формирања азотних оксида и сложеног састава ложишног и летећег пепела, а представљаће и основу за будућа истраживања у овој области.

Са аспекта задовољења све строжијих еколошких захтева и експлоатационих карактеристика, резултати остварени у овом раду имаће практичан значај за даља унапређења постројења за термичку конверзију биомасе, без обзира на њихов капацитет и употребу, што представља посебни допринос.

Научни доприноси предложене докторске дисертације који се очекују су:

- Идентификација најутицајнијих параметара процеса сагоревања биомасе у погледу смањења емисија NO_x , N_2O , CO и C_xH_y ;
- Утврђивање утицаја одабраних адитива (пепела тресета и каолина) на састав ложишног и летећег пепела отпадног дрвета, у зависности од карактеристика процеса сагоревања;
- Утврђивање утицаја карактеристика процеса сагоревања, вишестепеног довођење ваздуха и мешања више врста биомасе, на проблеме везане за корозију, путем праћења понашање натријума, калијума, олова, цинка, хлора и сумпора, у гасовитим и чврстим продуктима сагоревања;
- Развој процедуре за одређивање састава „сланог дела“ (сулфати и хлориди калијума, натријум, цинк и олово) летећег пепела, засноване на SEM/EDX анализама (скенирајући електронски микроскоп са енергодисперзивним детектором рендгенских зрака).

6. План истраживања и структура рада

Фазе израде докторске дисертације су следеће:

- преглед и систематизација података из доступне литературе;
- формирање испитне инсталације;

- израда пелета од три одабране врсте биомасе и њихових мешавина, као и израда пелета са различитим уделима адитива;
- лабораторијске анализе;
- обрада и анализа добијених експерименталних резултата;
- провера постојећих корелација из доступне литературе;
- извођење закључака.

Општа **структура рада** предложене докторске дисертације:

- Увод;
- Тренутни статус биомасе као обновљивог извора енергије;
- Различити типови и карактеристике биомасе која се користи у енергетске сврхе;
- Третман биомасе пре коришћења за енергетске сврхе;
- Методе термичке конверзије биомасе;
- Утицај сагоревања биомасе на животну средину;
- Опис експерименталне инсталације и поступка експерименталних истраживања;
- Анализа добијених резултата и извођење закључака о корелацијама између посматраних величина;
- Закључак;
- Литература;
- Прилози.

7. Закључак и предлог

Анализом Пријаве кандидата Душана М. Тодоровића, дипл. инж. маш., Комисија закључује да је предложена тема адекватна за израду докторске дисертације, као и да кандидат испуњава и законске и истраживачке квалификације за рад на докторској дисертацији (закључак 1.4).

Комисија зато предлаже Наставно-научном већу Машинског факултета Универзитета у Београду да кандидату

Душану М. Тодоровићу, дипл. инж. маш.

одобри израду докторске дисертације под називом

**„УТИЦАЈ ОДАБРАНИХ ВРСТА БИОМАСЕ И ПРОЦЕСА САГОРЕВАЊА
НА САСТАВ И КАРАКТЕРИСТИКЕ ГАСОВИТИХ И ЧВРСТИХ ПРОДУКАТА“**

у научној области Процесна техника за коју је Машински факултет Универзитета у Београду матичан, при чему се као ментор предлаже **проф. др Александар Јововић**, редовни професор на катедри за Процесну технику Машинског факултета у Београду.

У Београду, 05.07.2013. год.

Чланови Комисије

проф. др Александар Јововић

Универзитет у Београду, Машински факултет

проф. др Мирослав Станојевић

Универзитет у Београду, Машински факултет

проф. др Драгослава Стојиљковић

Универзитет у Београду, Машински факултет

др Дејан Радић, в. проф.

Универзитет у Београду, Машински факултет

проф. др Нико Семец

Универзитет у Марибору, Машински факултет

ПОДАЦИ О МЕНТОРУ

за кандидата Душана Тодоровића, дипл.инж.маш.

Име и презиме ментора: Александар Јововић
Звање: редовни професор

Списак радова који квалификују ментора за вођење докторске дисертације:

1. Tucakovic, D., Stevanovic, V., Zivanovic, T., Jovovic, A., Ivanovic, V., Thermal-hydraulic analysis of a steam boiler with rifled evaporating tubes, APPLIED THERMAL ENGINEERING, (2007) vol.27 br.2-3 str. 509-519 (IP 0,868), ISSN 1359-4311
2. Jovovic, A., Kovacevic Z., Radic, D., Stojiljkovic, D., Obradovic, M., Todorovic, D., Stanojevic, M, The Emission of particulate matters and heavy metals from cement kilns – case study: Co-incineration of tires in Serbia, CHEMICAL INDUSTRY & CHEMICAL ENGINEERING QUARTERLY, (2010), vol. 16 br. 3, str. 213-217, (IP 0,580 za 2010) ISSN 1451-9372
3. Đuric, S., Stanojevic, P., Djakovic, D., Jovovic, A., Study on the effect of fractional composition and ash particle diameter on ash collection efficiency at the electrostatic precipitator, Chemical Industry & Chemical Engineering Quarterly CHEMICAL INDUSTRY & CHEMICAL ENGINEERING QUARTERLY, (2010), vol. 16 br. 3, str. 229-236, (IP 0,580 za 2010) ISSN 1451-9372
4. Radic, D., Obradovic, M., Stanojevic, M., Jovovic, A., Stojiljkovic, D., A Study on the Grindability of Serbian Coals, THERMAL SCIENCE, (2011), vol. 15 br. 1, str. 267-274, (IP 0,706 za 2010) ISSN 0354-9836
5. Jovovic, A., Vujic, G., Pavlovic, M., Radic, D., Jevtic, D., Stanojevic, M., Spontaneous Ignition/Low Temperature Oxidation of Municipal Solid Waste, REVISTA DE CHIMIE, (2011), vol. 62 br. 1, str. 108-112 (IP 0,693 za 2010) ISSN 0034-7752
6. Becidan M., Todorovic D., Skreiberg Ø., Khalil R., Beckman R., Goile F., Skreiberg A., Jovovic, A. and Sørum L.: Ash related behavior in staged and non-staged combustion of biomass fuels and fuel mixtures, Biomass and Bioenergy, Volume 41, Pages 86–93, (2012). ISSN 0961-9534, IF: 2,975

Заокружити одговарајућу опцију (А, Б, В или Г):

А) У случају менторства дисертације на докторским студијама у групацији техничко-технолошких, природно-математичких и медицинских наука ментор треба да има најмање три рада са SCI, SSCI, AHCI или SCIE листе, као и Math-Net.Ru листе.

Б) У случају менторства дисертације на докторским студијама у групацији друштвено-хуманистичких наука ментор треба да има најмање три рада са релевантне листе научних часописа (Релевантна листа научних часописа обухвата SCI, SSCI, AHCI и SCIE листе, као и ERIH листу, листу часописа које је Министарство за науку класификовало као M24 и додатну листу часописа коју ће, на предлог универзитета, донети Национални савет за високо образовање. Посебно се вреднују и монографије које Министарство науке класификује као M11,M12,M13,M14,M41 и M51.)

В) У случају израде докторске дисертације према ранијим прописима за кандидате који су стекли академски назив магистра наука ментор треба да има пет радова (референци) које га, по оцени Већа научних области, квалификују за ментора односно дисертације.

Г) У случају да у ужој научној области нема квалификованих наставника, приложити одлуку Већа докторских студија о именовању редовног професора за ментора.

ДЕКАН ФАКУЛТЕТА

Датум _____

М.П.
