

Факултет МАШИНСКИ

УНИВЕРЗИТЕТ У БЕОГРАДУ

1604/5
(Број захтева)Већу научних области техничких наука
(Назив стручног већа коме се захтев упућује, сагласно
Члану 6. и чл. 7 став 1. овог Правилника)25.08.2016.
(Датум)

З А Х Т Е В
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

МАТЕРИЈАЛИ ПОВЕЋАНЕ ЕРОЗИОНЕ ОТПОРНОСТИ ИЗЛОЖЕНИ ЕКСТРЕМНИМ УСЛОВИМА РАДА НА ТЕРМОЕНЕРГЕТСКИМ ПОСТРОЈЕЊИМА

(пун назив предложене теме докторске дисертације)

НАУЧНА ОБЛАСТ Технологија материјала – Машински материјали, заваривање и сродни поступци

ПОДАЦИ О КАНДИДАТУ:

1. Име, име једног родитеља и презиме кандидата: БРАТИСЛАВ (МИЛОШ) РАЈИЧИЋ
2. Назив и седиште Факултета на коме је стекао високо образовање: Машински факултет Београд
3. Година дипломирања: 2004. дипл.инж.маш. (2012. маг.инж.маш.)
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: 2010.Обавештавамо Вас да је _____
Наставно-научно веће Факултета
(назив надлежног тела Факултета)на седници одржаној 25.08.2016
размотрило предложену тему и закључило да је тема подобна за израду докторске дисертације.

ДЕКАН
МАШИНСКОГ ФАКУЛТЕТА

проф. др Радивоје Митровић

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: 1604/5
Датум: 25.08.2016. године
Београд, Краљице Марије 16

На основу захтева студента **Братислава Рајичића**, дипл. инж.маш.,MSc., бр. 1604/1 од 07.07.2016. године да му се одобри израда докторске дисертације, реферата Комисије у саставу: др Гордана Бакић, доц., др Милош Ђукић, доц., др Оливера Поповић, ванр. проф., др Александар Седмак, ред. проф. и др Весна Максимовић, виши научни сарадник, ИНН Винча Београд, број 1604/4 од 22.08.2016. године, а на основу члана 30. Закона о високом образовању („Службени гласник РС“, број 76/2005, 100/2007 – аутентично тумачење, 97/2008, 93/2012 и 89/2013), члана 63. Статута Машинског факултета (број 1876/1 од 04.10.2013. године) и члана 30. Правилника о докторским студијама Машинског факултета, Наставно-научно веће Машинског факултета на седници од 25.08.2016. године, донело је следећу

ОДЛУКУ

Прихвата се научна заснованост теме докторске дисертације и констатује да студент **БРАТИСЛАВ РАЈИЧИЋ**, дипл. инж. маш., MSc. испуњава услове за израду докторске дисертације **«МАТЕРИЈАЛИ ПОВЕЋАНЕ ЕРОЗИОНЕ ОТПОРНОСТИ ИЗЛОЖЕНИ ЕКСТРЕМНИМ УСЛОВИМА РАДА НА ТЕРМОЕНЕРГЕТСКИМ ПОСТРОЈЕЊИМА»**.

За менторе студенту **Братиславу Рајичићу**, именују се др Гордана Бакић, доц. и др Милош Ђукић, доц.

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

ДЕКАН
МАШИНСКОГ ФАКУЛТЕТА

проф. др Радивоје Митровић

ВЕЋУ ДОКТОРСКИХ СТУДИЈА

Предмет: Подобност теме и кандидата студента докторских студија
Братислава М. Рајичића, дипл.инж.маш., MSc, за израду докторске дисертације

Одлуком Наставно-научног већа бр. 1604/3 од 14.07.2016. године, именовани смо за чланове Комисије за оцену подобности теме и кандидата студента докторских студија **Братислава М. Рајичића, дипл.инж.маш., MSc**, бр. индекса D83/10, за израду докторске дисертације и научне заснованости теме **Материјали повећане ерозионе отпорности изложени екстремним условима рада на термоенергетским постројењима.**

На основу материјала приложеног уз Захтев кандидата, Комисија подноси следећи

РЕФЕРАТ

1. Подаци о кандидату

1.1. Биографски подаци

Братислав М. Рајичић рођен је 04.08.1974. године у Чачку, где је завршио основну школу „Филип Филиповић“ са одличним успехом као носилац Вукове, Аласове и Спартакове дипломе. Чачанску Гимназију усмереног образовања, занимање математичко програмерски сарадник у природним наукама, завршава 1993. године такође са одличним успехом. Машински факултет Универзитета у Београду уписао је 1993.год., где је и дипломирао 2004.год. на смеру Термотехника. Дипломски рад на тему „*Процена века паровода свежег паре ТЕ Морава са аспекта стварне радне температуре*“, одбранио је на Катедри за технологију материјала са оценом 10 (десет) и тиме стекао диплому високог образовања и стручни назив *дипломирани инжењер машинства* (дипл.инж.маш.). Од маја 2004. године запослен је као стручни сарадник на Катедри за технологију материјала (Центар за материјале, трибологију и сагоревање), сарадња са конта 12.04. Магистарске студије на Машинском факултету Универзитета у Београду, по старом наставном плану и програму, уписује школске 2004/2005 године на смеру „Машински материјали и заваривање“. Од школске 2005/2006 године, тј. од почетка извођења наставе по новом наставном плану и програму (Болоњска декларација) на Машинском факултету Универзитета у Београду, магистарске студије престају да се изводе и почињу Докторске академске студије (ДАС). Кандидат је са Магистарских студија прешао на ДАС (по новом наставном плану) школске 2010/2011 године. Мастер академске студије (МАС) на Машинском факултету Универзитета

у Београду уписује школске 2010/2011 године, на модулу „Заваривање и заварене конструкције“ (ЗЗК), и исте завршава 2012. године са просечном оценом током студија 9,06 (девет и 06/100), положивши Дипломски (Мастер) рад на тему „*Експертиза лома овесних цеви на термоенергетском постројењу*“ са оценом 10 (десет), чиме је стекао академски назив *мастер инжењер машинства* (MSc). Од 30.08.2012.год. кандидат је запослен као асистент на Катедри за технологију материјала, ужа научна област: технологија материјала – машински материјали, заваривање и сродни поступци, где је и реизабран за асистента 01.09.2015. године.

Братислав М. Рајичић је, прво као стручни сарадник (од школске 2005/2006 године) а затим и као асистент (од школске 2012/2013 године) на Катедри за технологију материјала, активно учествовао у извођењу наставе и држао лабораторијске вежбе на обавезним предметима Основних академских студија (ОАС) из предмета „Машински материјали 1“ и „Машински материјали 2“, и из предмета „Репарација машинских делова и конструкција“ (изборни предмет на ОАС, препорука за усмерење ка модулу ЗЗК). Према анонимним студентским анкетама, које се спроводе у оквиру редовног вредновања педагошког рада наставника и сарадника Машинског факултета Универзитета у Београду, кандидат је за свој рад на поменутиим предметима оцењиван позитивно, и то оценама у распону од 4,47 до 4,81 (од 5). Кандидат има изразиту склоност ка педагошком раду са студентима, а такође и одличну и активну сарадњу са свим члановима Катедре за технологију материјала, као и са осталим наставницима и сарадницима на Машинском факултету. Братислав Рајичић је био секретар Катедре за технологију материјала од 01.10.2012. до 30.09.2015. године.

У периоду од 2005. године до сада, кандидат је активно учествовао у реализацији 5 (пет) националних пројеката Министарства просвете, науке и технолошког развоја (МПНТР), Републике Србије, у областима Технолошког развоја (ТР), Енергетске ефикасности (ЕЕ) и Иновационе делатности (ИД). Такође, учествовао је у изради преко 50 ауторизованих елабората, експертиза и других докумената ограничене циркулације (пројекти сарадње са привредом), пре свега у областима понашања и поузданости материјала у експлоатацији при различитим условима рада, процени и продужетку преосталог радног века компоненти термоенергетских и других индустријских постројења методама заснованим на стању метала и структурној деградацији, испитивањима материјала са и без разарања, заштити материјала од хабања (ерозије) и корозије коришћењем превлака, и сл.

Братислав М. Рајичић је током јуна 2004. године боравио на Bay Zoltan Insitute for Logistic and Produstion Systems, Miskolc, Hungary, где је похађао ЕУ пројект семинар Extending Plant Life through Improved Fabrication and Advanced Repair Methodology (ELIXIR). Кандидат је од 2004. године активно укључен у рад *Лабораторије за испитивање материјала* и *Лабораторије за заваривање* при Катедри за технологију материјала, најпре кроз показно-експериментални рад са студентима током извођења лабораторијских вежби али и кроз научно-истраживачки рад, а од 2014. године учествовао је и у сређивању истих лабораторија и модернизацији опреме за лабораторијска испитивања. Почев од 2013. године до данас, кандидат је активно учествовао у организовању и промоцији Дана модула ЗЗК, који се традиционално одржава током маја месеца на Машинском факултету Универзитета у Београду. Кандидат је члан следећих научно-стручних организација: Друштва термичара Србије, Друштва за интегритет и век конструкција (ДИВК), Европског друштва за интегритет конструкција (ESIS) и Друштва за унапређење заваривања у Србији (ДУЗС).

Братислав М. Рајичић познаје рад на рачунару и служи се свим програмима из Microsoft Windows/Office пакета (поседује сертификат бр.275/G2K од 06.11.2000. за оператера на персоналним рачунарима, Центар за компјутерско образовање и инжењеринг), а такође успешно користи и програме као што су AutoCad, SolidWorks, CorelDraw, MathCad, ProEngineer (похађао курс на Машинском факултету 2005.год.) и сл. Кандидат је одслужио војну обавезу у периоду децембар 2001.-септембар 2002. године, и поседује возачку дозволу од 1992. године. Кандидат активно говори, чита и пише енглески језик, а поседује и елементарно знање руског и немачког језика.

1.2. Стечено научноистраживачко искуство

Током докторских студија на Машинском факултету Универзитета у Београду, Братислав М. Рајичић, бр. индекса D83/10, је положио следеће обавезне и изборне предмете превиђене Планом усавршавања студента докторских студија:

Табела 1. Преглед положених испита кандидата Братислава М. Рајичића, D83/10

Ред. бр.	Назив предмета	Предметни наставник	Година студија (ЕСПБ)				Оцена испита
			1. година		2. година		
			I (30)	II (30)	III (30)	IV (30)	
1.	Виши курс математике	Проф. др Стојан Раденовић	5				10 (десет)
2.	Нумеричке методе	Проф. др Иван Аранђеловић	5				10 (десет)
3.	ОМНИР и комуникација	Проф. др Милош Недељковић	5				10 (десет)
4.	Основни принципи механике лома	Проф. др Александар Седмак	5				10 (десет)
5.	Истраживање и публикавање 1	Др Гордана Бакић, доцент	10				10 (десет)
6.	Одабрана поглавља из механике	Проф. др Јосиф Вуковић		5			10 (десет)
7.	Металургија заварених спојева	Др Оливера Поповић, ван. проф.		5			10 (десет)
8.	Интегритет и век конструкција	Проф. др Зоран Радаковић		5			10 (десет)
9.	Истраживање и публикавање 2	Др Милош Ђукић, доцент		15			10 (десет)
10.	Корозија и заштита материјала	Др Милош Ђукић, доцент			5		10 (десет)
11.	Понашање и поузданост материјала у експлоатацији	Др Гордана Бакић, доцент			5		10 (десет)
12.	Истраживање и публикавање 3	Др Гордана Бакић, доцент			20		10 (десет)
13.	Истраживање и публикавање 4	Др Милош Ђукић, доцент				8	10 (десет)
14.	Пројекат идеје докторске дисертације	Др Г. Бакић, доцент Др М. Ђукић, доцент Проф. др А.Седмак				22	10 (десет)

Братислав М. Рајичић, бр. индекса D83/10, је положио 9 предмета на докторским студијама Машинског факултета Универзитета у Београду, од тога 4 обавезна и 5 изборних предмета (сваки са по 5 ЕСПБ), чиме је стекао 45 ЕСПБ. Кроз рад на Истраживању и публикавању (1, 2, 3 и 4), на Катедри за технологију материјала, остварио је 53 ЕСПБ држањем наставе, учествовањем у научно-истраживачким пројектима МПНТР, објављивањем научно-стручних радова, и сл. Преостала 22 ЕСПБ кандидат је стекао кроз одбрану Пројекта идеје докторске дисертације пред трочланом комисијом, где је изнео главну тему, актуелност, садржај и допринос предложеног истраживања. Кандидат је тиме укупно остварио 120 ЕСПБ, чиме је стекао неопходан услов за пријаву теме докторске дисертације.

Списак публикованих радова и пројеката кандидата у периоду од 2004. до 2016. год.

Поглавље у монографији међународног значаја (M13)

1. Bakic G.M., Djukic M.B., **Rajicic B.**, Sijacki Zeravcic V., Maslarevic A., Radovic M., Maksimovic V., Milosevic N., *Characterization of Tube Repair Weld in Thermal Power Plant Made of a 12%Cr Tempered Martensite Ferritic Steel*, in: Monograph Fracture at all Scales (2016), Edited by G. Pluvinaige and Lj. Milovic, Springer, ISBN 978-3-319-32633-7, ISSN 3195-4356, 255 pages, doi: 10.1007/978-3-319-32634-4 (eBook ISBN 978-3-319-32634-4) (*In press, Estimated Publication Date: 27th September 2016*) (M13)

Радови објављени у научним часописима међународног значаја (M20)

1. Djukic M.B., Bakic G.M., Sijacki Zeravcic V., Sedmak A., **Rajicic B.**, *Hydrogen Embrittlement of Industrial Components: Prediction, Prevention, and Models*, Corrosion (2016), Vol. 72, Issue 7, pp 943-961, ISSN 0010-9312, doi: 10.5006/1958, IF(2015)=1.391 (M22)
2. Djukic M.B., Sijacki Zeravcic V., Bakic G.M., Sedmak A., **Rajicic B.**, *Hydrogen damage of steels: A case study and hydrogen embrittlement model*, Engineering Failure Analysis (2015), Vol. 58, Part 2, pp. 485-498, ISSN 1350-6307, doi: 10.1016/j.engfailanal.2015.05.017, IF(2015)=1.358 (M22)
3. Bakic G., Sijacki Zeravcic V.M., Djukic M., **Rajicic B.M.**, Tasic M.M., *Remaining Life Assessment of a High Pressure Turbine Casing in Creep and Low Cycle Service Regime*, Thermal Science (2014), Vol. 18, Issue suppl.1, pp. S127-S138, ISSN 0354-9836, doi: 10.2298/TSCI121219179B, IF(2014)=1.222 (M22)
4. Bakic G., Sijacki Zeravcic V., Djukic M., Maksimovic S., Plesinac D., **Rajicic B.**, *Thermal History and Stress State of a Fresh Steam-Pipeline Influencing Its Remaining Service Life*, Thermal Science (2011), Vol. 15, No. 3, pp. 691-704, ISSN 0354-9836, doi: 10.2298/TSCI110509050B, IF(2011)=0.779 (M23)
5. Sijacki Zeravcic V., Bakic G., Djukic M., Markovic D., **Rajicic B.**, *Contemporary Maintenance Management of Power Plant Life Exhaustion Components*, Technics Technologies Education Management-TTEM (2010), Vol. 5, No 3, pp. 431-436, ISSN: 1840-1503, [WOS](#) (Accession Number: WOS: 000283475700003; IDS Number: 671BW) IF(2010)=0.256 (M23)
6. Bakic G., Sijacki Zeravcic V., Djukic M., **Rajicic B.**, Radovic M., Gajic I., Maslarevic A., Jakoviljevic A., *Characterization of Undermatch Welded Joint of X20CrMoV121 Steel After Prolonged Service*, Integritet i vek konstrukcija (Structural integrity and life) (2014) Vol. 14, Issue 2, pp. 133-140, ISSN 1451-3749 (M24)

Саопштење са међународног скупа штампано у целини (M33)

1. Bakic G.M., Djukic M.B., **Rajicic B.**, Sijacki Zeravcic V., Maslarevic A., Milosevic N., *Oxidation behavior during prolonged service of boiler tubes made of 2.25Cr1Mo and 12Cr1Mo0.3V heat resistance steels*, 21st European Conference on Fracture, ECF21, 20-24 June 2016, Catania, Italy, Procedia Structural Integrity (2016), Vol.2, pp. 3647-3653, doi: 10.1016/j.prostr.2016.06.453
2. Djukic M.B., Bakic G.M., Sijacki Zeravcic V., **Rajicic B.**, Sedmak A., Mitrovic R., Miskovic Z., *Towards a unified and practical industrial model for prediction of hydrogen embrittlement and damage in steels*, *Ibid*, pp. 604-611, doi: 10.1016/j.prostr.2016.06.078
3. Bakic G., Djukic M., Mitrovic R., Maslarevic A., Miskovic Z., **Rajicic B.**, Sijacki Zeravcic V., *3D Profiling of 12Cr Heat Resistant Steel Charpy V Notch Fracture Surfaces Obtained at Different Temperatures*, 7th International Scientific and Expert Conference of the International TEAM Society, 15-16th October 2015, University of Belgrade, Faculty of Mechanical Engineering, Proceedings, pp. 496-501, ISBN 978-86-7083-877-2, doi: 10.13140/RG.2.1.2527.8481, Belgrade, Serbia, 2015
4. Maslarevic A., Bakic G., Sijacki Zeravcic V., **Rajicic B.**, Lukic U., *Plasma Transferred Arc Hardfacing With 316L*, The 3rd IIW South-East European Welding Congress - Welding and Joining Technologies for a Sustainable Development and Environment, Proceedings, pp. 283-288, ISBN 978-606-554-955-5, doi: 10.13140/RG.2.1.3808.1520, 3-5 June, Timisoara, Romania, 2015
5. Bakic G., Maksimovic V., Maslarevic A., Djukic M., **Rajicic B.**, Djordjevic A., *Microstructural Characterization of WC and CrC Based Coatings Applied by Different Processes*, MME SEE 2015, Metallurgical & Materials Engineering Congress of South-East Europe, Proceedings, pp. 195-201, ISBN 987-86-87183-27-8, doi: 10.13140/RG.2.1.2101.8645, 3-5 June, Belgrade, Serbia, 2015

6. Maslarevic A., **Rajicic B.**, Bakic G., Djukic M., Djordjevic A., *Metalizacija velikim brzinama u struji produkata sagorevanja-HVOF*, SYNTHESIS, International Scientific Conference of IT and Business-Related Research, Proceedings, pp. 262-267, ISBN: 978-86-7912-595-8, doi: 10.15308/Synthesis-2015-262-267, 15 April, Belgrade, Serbia, 2015
7. Bakic G., Sijacki Zeravcic V., Djukic M., Perunicic V., Prodanovic A., **Rajicic B.**, Gajic I., Sekeljic P., Gregorjev N., *Material characterization of the main steam gate valve made of X20CrMoV 12.1 steel after long term service*, 20th European Conference on Fracture, ECF20, 30.06.-04.07.2014, Trondheim, Norway, Procedia Materials Science (2014), Vol. 3, pp.1512-1517, doi: 10.1016/j.mspro.2014.06.244
8. Djukic M., Sijacki Zeravcic V., Bakic G., Sedmak A., **Rajicic B.**, *Hydrogen embrittlement of low carbon structural steel*, *Ibid.*, pp.1167-1172, doi: 10.1016/j.mspro.2014.06.190
9. Lukic U., Prokic Cvetkovic R., Popovic O., **Rajicic B.**, Jovicic R., Burzic M., *Impact Of Welding Parameters On The Stability Of Gas Metal Arc Welding Process*, Acknowledgment National project Rep.Serbia TR-35024, Proceedings of 18th International Research/Expert Conference "Trends in the Development of Machinery and Associated Technology" TMT 2014, pp 409-412, ISSN 1840-4944, Budapest, Hungary, 2014
10. Bakic G., Sijacki Zeravcic V., Djukic M., Maksimovic V., **Rajicic B.**, *Material characterization of 1Cr0.25Mo0.25V power plant steel after prolonged service*, MME SEE 2013, First Metallurgical & Materials engineering congress of South-East Europe, Proceedings and book of abstracts, pp.387-393, ISBN 987-86-87183-24-7, doi: 10.13140/RG.2.1.2626.1523, 23-25 May, Belgrade, Serbia, 2013
11. **Rajicic B.**, Bakic G., Djukic M., Sijacki Zeravcic V., Braunovic M., Andjelic B., *Pregled savremenih metoda zaštite kotlovskih cevi od erozije*, sa zahvalnicom projektu MPNTR TR-18005, Elektrane 2012, Međunarodna konferencija o elektranama, Zbornik radova, str. 514-523, ISBN 978-86-7877-021-0, 29.10-02.11.2012, Zlatibor, Serbia, 2012
12. Bakić G., Sijacki Zeravcic V., Djukic M., **Rajicic B.**, Andjelic B., *Neke osobine ključne za pouzdanu eksploataciju toplotno postojanog čelika klase 1.25Cr1Mo0.3V*, sa zahvalnicom projektu MPNTR TR-35024, *Ibid.*, str. 503-513, 2012
13. Sijacki Zeravcic V., Bakic G., Djukic M., Andjelic B., **Rajicic B.**, *Povoljne i nepovoljne karakteristike raznorodnih zavarenih spojeva čelika X10CrMoVNb91*, sa zahvalnicom projektu MPNTR TR-35011, *Ibid.*, str. 493-502, 2012
14. Djukic M., Sijacki Zeravcic V., Bakic G., Andjelic B., **Rajicic B.**, *Najnovija saznanja o mehanizmima vodonične krtosti kotlovskih cevi*, *Ibid.*, str. 526-537, 2012
15. Bakic G., **Rajicic B.**, Djukic M., Sijacki Zeravcic V., *Eroziona i abraziona svojstva legiranog belog livenog gvožđa i mogućnosti primene na TE postrojenjima*, *Ibid.*, str.524-525, 2012
16. Sijacki Zeravcic V., Bakic G., Djukic M., **Rajicic B.**, Andjelic B., *Primena savremenih tehnologija u cilju sprečavanja erozije kotlovskih cevi*, 1st International Congress, Engineering, Materials and Management in The Processing Industry, pp. 129, ISBN 978-99955-625-2-6, 14.-16. Oktobar, BiH, Republika Srpska, Jahorina, 2009
17. V. Sijacki Zeravcic, Bakic G., Djukic M., **Rajicic B.**, Veljkovic Z., Sinikovic G., Andjelic B., *Erosion Protection of Pulverized Boiler Coil Preparation Equipment*, 13th International Research/Expert Conference "Trends in the development of machinery and associated technology" TMT 2009, pp.913-916, ISSN: 1840-4944, Hammamet, Tunisia, 16-21 October, 2009
18. Tucakovic D., Zivanovic T., Sijacki Zeravcic V., Bakic G., Djukic M., **Rajicic B.**, *Analysis of possible causes of failure of main steam valve*, International Symposium "ENERGETICS 2008", Association of Energy Department Engineers of Macedonia (ZEMAK), pp. 223-234, ISBN 9989-9914-9-9 (book 1), Macedonia, Ohrid, 09-11 October 2008
19. Bakic G., Sijacki Zeravcic V., Djukic M., **Rajicic B.**, Biljanovski Dj., Djordjevic P., *Vodjenje zapisa o otkazima i kodiranje oštećenja cevni sistema kotlova TE postrojenja u cilju utvrđivanja i otklanjanja glavnih uzroka otkaza*, Međunarodni simpozijum ELEKTRANE 2008, str. 97-98, ISBN 978-86-7877-011-1, 28.-31. Oktobar, Vrnjačka Banja, Srbija, 2008
20. Djukic M., Sijacki Zeravcic V., Bakic G., **Rajicic B.**, Andjelic B., *Preporuke za smanjenje broja otkaza na cevni sistemima kotlova domaćih termoenergetskih postrojenja*, *Ibid.*, str.48-49, 2008
21. Sijacki Zeravcic V., Bakic G., Djukic M., **Rajicic B.**, *Nedostaci zakona o javnim nabavkama i štete prouzrokovane njegovom primenom kod kotlova domaćih termoenergetskih postrojenja*, *Ibid.*, str. 96-97, 2008
22. Sedmak S., Sijacki Zeravcic V., Bakic G., **Rajicic B.**, Sekeljic P., Jakovljevic A.: *Ocena integriteta oštećenih komponentni izloženih visokom pritisku i temperaturi*, Simpozijum ELEKTRANE 2006 sa međunarodnim učešćem, p.67, ISBN 86-7877-009-0, 19-22. septembar, Vrnjačka Banja, Srbija, 2006

23. Vujnovic Lj., Perunicic V., Ricevic P., **Rajicic B.**, Sijacki V., Bakic G., *The initial properties of dissimilar metal weld of pipeline between steels 15CrMoV510 and P91*, p.82, *Ibid.*, 2006
24. Sijacki Zeravcic V., Djukic M., Bakic G., Andjelic B., **Rajicic B.**, *Case Study of Supporting Tube Failure*, Fracture of Nano and Engineering Materials and Structures, Proceedings of 16th European Conference of Fracture ECF 16, Edited by E.E.Gdoutos, Springer, pp. 1081-1082, ISBN-10 1-4020-4971-4 (HB), Alexandroupolis, 03-07. July, Greece, 2006
25. Sijacki Zeravcic V., Bakic G., Djukic M., Andjelic B., **Rajicic B.**, *Structure Integrity of Pressure Vesels Repair Welding Joints*, *Ibid.*, pp. 1083-1085, 2006
26. Djukic M., Sijacki Zeravcic V., Bakic G., **Rajicic B.**, Andjelic B., *Weld Geometry Defect Influence on Boiler Tube Structural Integrity*, Proceedings of 1st South-East European Weding Congress, pp. 169-179, ISBN (10) 973-8359-40-6, ISBN (13) 978-973-8359-40-6, Timisoara, 24-26 May, Romania, 2006
27. Sijacki Zeravcic V., Bakic G., Djukic M., Andjelic B., **Rajicic B.**, *Filler Material Choice for Stop Valve Repair Welding*, *Ibid.*, pp. 412-421, 2006
28. Sijacki Zeravcic V., Bakic G., Djukic M., Andjelic B., Stevic Lj., Jankov N., Vinulovic Z., **Rajicic B.**, *Faze koncepta održavanja usmerenog ka pouzdanosti primenjene na domaće termoenergetsko postrojenje*, Simpozijum ELEKTRANE 2004 sa međunarodnim učešćem, p.35, ISBN 86-7877-0008-2, Vrnjačka banja, Srbija, 2004
29. Sijacki Zeravcic V., Bakic G., Djukic M., **Rajicic B.**, Andjelic B., Milanovic D., *Procena preostalog radnog veka cevi isparivača kotla*, *Ibid.*, p.40, 2004
30. Djukic M., Sijacki Zeravcic V., Bakic G., Kerecki J., Andjelic B., **Rajicic B.**, *Koncept održavanja kotlovskih cevi izloženih korozionom ataku*, *Ibid.*, p.90, 2004

Монографије националног значаја (M44)

1. Sijacki Zeravcic V., Bakic G., Djukic M., **Rajicic B.**, Andjelic B., *Korozija uređaja u termoenergetskim postrojenjima* (str.87-122), Poglavlje u istaknutoj nacionalnoj monografiji „Korozija i zaštita materijala”, Institut za tehnologiju nuklearnih i drugih mineralnih sirovina (ITNMS) i Inženjersko društvo za koroziju, Beograd, 2012, 870 str., ISBN 978-86-913303-2-3 (IDZK), UDK 620.193/.199, COBISS.SR-ID 188587788, 2012 (M44)

Радови у часописима националног значаја (M50)

1. Sijacki Zeravcic V., Bakic G., Djukic M., **Rajicic B.**, Andjelic B., *Prediction and Prevention of Boiler Tubing Systems Erosion in Thermal Plant*, Tehnička dijagnostika, Vol. 9, No. 2, pp. 3-9, ISSN 1451-1975, UDK 621.311.22:621.643.1.02/.04, 2010 (M53)
2. Sijacki Zeravcic V., Bakic G., Djukic M., Andjelic B., **Rajicic B.**, Assoul Y., *Ocena integriteta cevnog sistema vrelovodnog kotla izloženog koroziji*, Termotehnika, Vol. 35, No. 1, pp. 95-110, ISSN 0350-218X, UDK 621.186.3:620.196, BIBLID: 0350-218X, 2009 (M52)
3. Bakic G., Djukic M., Lazovic T., Prokic Cvetkovic R., Popovic O., **Rajicic B.**, *New Methodology for Monitoring and Prevention of Rotating Parts Failures*, FME Transactions, Vol. 35, No. 4, pp. 195-200, ISSN 1451-2092, UDK 621, 2007 (M52)
4. Djukic M., Sijacki Zeravcic V., Bakic G., **Rajicic B.**, Andjelic B., *Integritet kotlova izloženih vodoničnom oštećenju*, Integritet i vek konstrukcija, Vol. 7, No. 2, pp. 141-148, ISSN 1451-3749, UDK 620.193:621.1, 2007 (M52)
5. Sijacki Zeravcic V., Bakic G., Djukić M., Andjelic B., **Rajicic B.**: Analiza oštećenja i naponskog stanja poluga mlinova za ugalj termoelektrane na fosilna goriva, Tehnička dijagnostika, Vol.5, No. 1, pp. 41-44, ISSN 1451-1975, UDK: 620.172.21.8, 2006 (M52)
6. Sijacki Zeravcic V., Bakic G., Djukić M., Rajnović B., Cepic M., Djekić S., **Rajicic B.**: *Pro et contra primene ODA postupka za konzervaciju i čišćenje radnih površina termoenergetskih postrojenja*, Tehnička dijagnostika, Vol. 4, No. 1, pp. 10-14, ISSN 1451-3749, UDK 621.182.4:620.193, 2005 (M52)
7. Sijacki Zeravcic V., Bakic G., Djukic M., Andjelic B., **Rajicic B.**, *Greške zavarivanja kod toplotno postojanih čelika za parovode*, Tehnička dijagnostika, Vol. 3, No. 2, pp. 13-17, ISSN 1451-3749, UDK: 621.791.052, 2004 (M52)

Саопштење са скупа националног значаја штампано у целини (M63)

1. Bakic G., Sijacki V., Djukic M., **Rajicic B.**, Andjelic B., *Metodologija ocene eksploatacione pouzdanosti i unapređenja mera održavanja magistralnih cevovoda sprovedena na primeru*, 14. simpozijum TERMIČARA Srbije, „Energija, ekologija, efikasnost“, str. 599-604, ISBN 978-86-80587-96-7, 13–16. oktobar 2009, Sokobanja, Srbija, 2009
2. Sijacki Zeravcic V., Bakic G., Djukic M., Andjelic B., **Rajicic B.**, *Neka razmatranja o problemima naponske korozije metala*, IX YUCORR, Korozija i zaštita materijala u industriji i građevinarstvu, str.25-42, ISBN 978-86-82343-08-0, 21.-24.05.2007., uvodno predavanje, Tara, Srbija, 2007
3. Druzijanic D., Dinulovic M., Bozovic Z., Latinovic Z., Rajkovic V., **Rajicic B.**, Barjaktarevic D., Popovic S., *Interakcija CO₂ i RE YAG lasera sa biološkim i protetskim materijalima u stomatologiji*, 49. konferencija za elektroniku, telekomunikacije, računarstvo, automatiku i nuklearnu tehniku, ETRAN 2005, str. 296-299, ISBN 86-80509-55-8, 5-10.jun 2005., Budva, 2005
4. Djukic M., Sijacki Zeravcic V., Bakic G., Andjelic B., **Rajicic B.**, *Vodonična oštećenja kotlovskih isparivača*, VII YUCORR, Korozija i zaštita materijala u industriji i građevinarstvu, str 124-129, ISBN 86-82343-06-1, 29.05.-02.06.2005., Tara, Srbija, 2005
5. Bakic G., Sijacki Zeravcic V., Djukic M., Assoul Y., **Rajicic B.**, *Održavanje i pouzdanost korozijom zahvaćenih cevni sistema kotlova termoenergetskih postrojenja*, *Ibid.*, str 130-134, 2005
6. Milanovic D., Sijacki Zeravcic V., Bakic G., Djukic M., **Rajicic B.**, Andjelic B., *Statistički pokazatelji kvaliteta eksploatacije termoelektrana na fosilna goriva*, Savetovanje sa međunarodnim učešćem, ENERGETIKA 2005, str.1-7, jun 2005,Zlatibor, Srbija, 2005

Техничка решења (M80)

1. Sijacki Zeravcic V., Bakic G., Djukic M., **Rajicic B.**, Andjelic B., *Savremena tehnologija zaštite u cilju sprečavanja erozije kotlovskih cevi*, Mašinski fakultet u Beogradu, JP EPS, P.D. „Termoelektrane Nikola Tesla“ d.o.o., Projekat MNTR 18005, 2010. Odluka NNV br.209/2 od 22.04.2010. (M84=3; Bitno poboljšana tehnologija, tehnološki postupak; Tehničke karakteristike: Metalizacija električnim lukom sa dve žice, Fe/Cr/Ti/Si/Mn legura)

Оригинално стручно остварење: Учесће у националним научним пројектима

1. *Razvoj i primena novog antihabajućeg materijala MM antiabraziv za cevovode termoenergetskih postrojenja*, (2013-2014) Ministarstvo prosvete, nauke i tehnološkog razvoja Republike Srbije, Oblast Inovaciona delatnost, ID-Ev.br.451-03-2802/2013-16/138, Nosilac realizacije: BSK doo Obrenovac; Rukovodilac projekta Prof. Dr Vera Šijački, Mašinski fakultet Beograd (**Rajičić B.** – učesnik)
2. *Istraživanje mogućnosti unapređenja tehnologije zavarivanja mikrolegiranih čelika*, (2011-2016) Ministarstvo prosvete, nauke i tehnološkog razvoja Republike Srbije, Program Tehnološkog razvoja, oblast Mašinstvo i industrijski softver; Ev.br. TR 35024; Rukovodilac: Prof. dr Radica Prokić Cvetković (**Rajičić B.** – učesnik)
3. *Primena savremenih legura Al za zavarene konstrukcije*, (2008-2011) Ministarstvo prosvete, nauke i tehnološkog razvoja Republike Srbije, Program Tehnološkog razvoja, oblast Mašinstvo i industrijski softver; Ev.br. TR-14025; Rukovodilac: Prof. dr Radica Prokić Cvetković (**Rajičić B.** – učesnik)
4. *Primena savremenih tehnologija u cilju sprečavanja erozije kotlovskih cevi*, (2008-2011) Ministarstvo prosvete, nauke i tehnološkog razvoja Republike Srbije, Program Tehnološkog razvoja, oblasti Energetske efikasnosti; Ev.br. EE-18005; Rukovodilac: Prof. dr Vera Šijački Žeravčić (**Rajičić B.** – učesnik)
5. *Mere i postupci za praćenje i smanjenje korozione aktivnosti metala u ciklusu voda-para u termoenergetskim postrojenjima*, (2005-2007) Ministarstvo za nauku i zaštitu životne sredine Republike Srbije, Program Tehnološkog razvoja; Ev.br. TR-6634B; Rukovodilac: Prof. dr Ljubinka Rajaković, TMF Beograd (**Rajičić B.** – učesnik)

Оригинално стручно остварење: Студије финансиране од стране Електропривреде Србије

1. *Procena stepena degradacije i oštećenja materijala i preostalog veka vitalnih komponenti termoblokova EPS (procedura sa primerom primene)*, u okviru oblasti A, Termoelektrika i ermotehnika; Studija EPS-a na 1 godinu (2005); Rukovodilac: Prof. dr Vera Šijački Žeravčić (**Rajičić B.** – učesnik)

1. Bakić G., Šijački Žeravčić V., Đukić M., **Rajičić B.**, Maslarević A., Procena preostalog radnog veka i eksploatacione upotrebljivosti parovoda sveže pare (RA linije), parovoda međupregrejjane pare (RB linije), cevovoda napojne vode (RL linije) i spusnog cevovoda (izl.kol.EKO2-ul.kol.isp.) bloka 1 u TENT B; Mašinski fakultet u Beogradu, Izveštaj 12-01a-12.04/2016, 73 strane
2. Bakić G., Šijački Žeravčić V., Đukić M., **Rajičić B.**, Maslarević A., Procena preostalog radnog veka i eksploatacione upotrebljivosti parovoda sveže pare (RA linije), parovoda međupregrejjane pare (RB linije), cevovoda napojne vode (RL linije) i spusnog cevovoda (izl.kol.EKO2-ul.kol.isp.) bloka 2 u TENT B; Mašinski fakultet u Beogradu, Izveštaj 12-01b-12.04/2016, 74 strane
3. Bakić G., Šijački Žeravčić V., Đukić M., **Rajičić B.**, Maslarević A., Procena preostalog radnog veka i eksploatacione upotrebljivosti separatora, startne boce, poveznog cevovoda separator-startna boca, bifluksa, poveznog parovoda P1-P2 i poveznog parovoda P3-P4 bloka 1 u TENT-B, Mašinski fakultet u Beogradu, Izveštaj broj 12-03a-12.04/2015, 50 strana
4. Bakić G., Šijački Žeravčić V., Đukić M., **Rajičić B.**, Maslarević A., Procena preostalog radnog veka i eksploatacione upotrebljivosti separatora, startne boce, poveznog cevovoda separator-startna boca, bifluksa, poveznog parovoda P1-P2 i poveznog parovoda P3-P4 bloka 2 u TENT-B, Mašinski fakultet u Beogradu, Izveštaj broj 12-03b-12.04/2015, 47 strana
5. Bakić G., Šijački Žeravčić V., Đukić M., **Rajičić B.**, Maslarević A., Izveštaj „Ispitivanje i ekspertiza materijala“: Procena preostalog radnog veka i eksploatacione upotrebljivosti poveznog parovoda P2-P3 bloka 1 u TE Kostolac B; mašinski fakultet u Beogradu, Izveštaj 12-02a-12.04/2015, 22 strane
6. Bakić G., Šijački Žeravčić V., Đukić M., **Rajičić B.**, Maslarević A., Izveštaj „Ispitivanje i ekspertiza materijala“: Procena preostalog radnog veka i eksploatacione upotrebljivosti poveznog parovoda P2-P3 bloka 2 u TE Kostolac B, Mašinski fakultet u Beogradu, Izveštaj 12-02b-12.04/2015, 22 strane
7. Bakić G., Šijački Žeravčić V., Đukić M., **Rajičić B.**, Maslarević A., Izveštaj „Ispitivanje i ekspertiza materijala“: Procena preostalog radnog veka i eksploatacione upotrebljivosti cevnog sistema kotla bloka 1 u TE Kostolac B, Mašinski fakultet u Beogradu, Izveštaj 12-04a-12.04/2015, 27 strana
8. Bakić G., Šijački Žeravčić V., Đukić M., **Rajičić B.**, Maslarević A., Izveštaj „Ispitivanje i ekspertiza materijala“: Procena preostalog radnog veka i eksploatacione upotrebljivosti cevnog sistema kotla bloka 2 u TE Kostolac B, Mašinski fakultet u Beogradu, Izveštaj 12-04b-12.04/2015, 37 strana
9. Bakić G., Šijački Žeravčić V., Đukić M., **Rajičić B.**, Maslarević A., Procena preostalog radnog veka vitalnih elemenata bloka A5: Procena preostalog radnog veka cevnog sistema kotla 6, bloka A5, TE Kolubara; Mašinski fakultet u Beogradu, Izveštaj 12-05a-12.04/2015, 48 strana
10. Bakić G., Šijački Žeravčić V., Đukić M., **Rajičić B.**, Maslarević A., Procena preostalog radnog veka vitalnih elemenata bloka A5: Procena preostalog radnog veka materijala vitalnih elemenata turbine bloka A5, snage 110MW, Škoda, TE Kolubara, Mašinski fakultet u Beogradu, Izveštaj 12-05b-12.04/2015, 47 strana
11. Bakić G., Šijački Žeravčić V., Đukić M., **Rajičić B.**, Maslarević A., Procena preostalog radnog veka i eksploatacione upotrebljivosti grejnih površina cevnog sistema kotla bloka TENT A4, Mašinski fakultet u Beogradu, Izveštaj 12-06-12.04/2015, 81 strana
12. Bakić G., Šijački Žeravčić V., Đukić M., **Rajičić B.**, Maslarević A., Procena preostalog radnog veka i eksploatacione upotrebljivosti grejnih površina cevnog sistema kotla bloka TENT A3, Mašinski fakultet u Beogradu, Izveštaj 12-07-12.04/2015, 51 strana
13. Bakić G., Đukić M., **Rajičić B.**, Maslarević a., Šijački Žeravčić V., Elaborat o proceni stanja i upotrebljivosti opreme kotlovskog postrojenja i čelične konstrukcije blokova 1 i 2 za Projekat TE “Kolubara B”, kao i opravdanost primene antikorozone zaštite za potrebe izvođenja radova na antikorozijskoj zaštiti opreme na gradilištu Projekta TE “Kolubara B” u Kaleniću Izveštaj 12-05-12.04/2014, 29 strana + 33 strane u Prilogu
14. Bakić G., Šijački Žeravčić V., Đukić M., **Rajičić B.**, Maslarević A., Procena preostalog radnog veka cevnog sistema kotla TENT B2, Mašinski fakultet, Izveštaj broj 12-01b-12.04/2014, 83 strane
15. Bakić G., Šijački Žeravčić V., Đukić M., **Rajičić B.**, Maslarević A., Procena preostalog radnog veka cevnog sistema kotla TENT B1, Mašinski fakultet, Izveštaj broj 12-01a-12.04/2014, 83 strane
16. Bakić G., Šijački Žeravčić V., Đukić M., **Rajičić B.**, Anđelić B., Procena preostalog radnog veka RA, RC, RL, MP1-MP2, MP2-MP3 bloka 1 u TENT-B, Mašinski fakultet u Beogradu, Izveštaj broj 12-03a-12.04/2013, 112 strana

17. Bakić G., Šijački Žeravčić V., Đukić M., **Rajičić B.**, Anđelić B., Procena preostalog radnog veka RA, RC, RL, MP1-MP2, MP2-MP3 bloka 2 u TENT-B, Mašinski fakultet u Beogradu, Izveštaj broj 12-03b-12.04/2013, 67 strana
18. Bakić G., Šijački Žeravčić V., Đukić M., **Rajičić B.**, Anđelić B., Procena preostalog radnog veka i eksploatacione upotrebljivosti kolektora EKO, P1, P2, P3, P4, MP1, MP2 i MP3 bloka 1 u TENT B, Mašinski fakultet u Beogradu, Izveštaj broj 12-04a-12.04/2013, 98 strana
19. Bakić G., Šijački Žeravčić V., Đukić M., **Rajičić B.**, Anđelić B., Procena preostalog radnog veka i eksploatacione upotrebljivosti kolektora EKO, P1, P2, P3, P4, MP1, MP2 i MP3 bloka 2 u TENT B, Mašinski fakultet u Beogradu, Izveštaj broj 12-04b-12.04/2013, 98 strana
20. Bakić G., Šijački Žeravčić V., Đukić M., **Rajičić B.**, Anđelić B., Ekspertiza mehanizama i uzroka oštećenja cevi isparivača kotla 6 bloka A5 u TE Kolubara, Mašinski fakultet u Beogradu, Izveštaj broj 12-01-12.04/2012, 26 strana
21. Šijački Žeravčić V., Bakić G., Đukić M., **Rajičić B.**, Procena preostalog radnog veka RA, RB, RC i RL linija u u JP EPCG TE „Pljevlja“, Mašinski fakultet u Beogradu, Izveštaj 12-07-12.04/2012, 147 strana; Opis: Procena preostalog radnog veka cevni lukova i zavarenih spojeva na osnovu rezultata ispitivanja dogovorenih pozicija
22. Šijački Žeravčić V., Bakić G., Đukić M., **Rajičić B.**, Procena preostalog radnog veka cevni lukova i zavarenih spojeva RB, GRD1-PPTO i GRD2-SŠ linija i grejne površine SRD 2 sa mišljenjem o trenutnom stanju i daljoj upotrebljivosti u TEKO-A2 210 MW, Kostolac, Konzorcijum Kontrol Inspekt, Mašinski fakultet i Institut za ispitivanje materijala Srbije, Izveštaj 12-15-12.04/2011, 223 strane; Opis: Procena preostalog radnog veka cevnog sistema kotla i cevovoda van kotla u cilju redovnog održavanja
23. Šijački Žeravčić V., Bakić G., Đukić M., **Rajičić B.**, Anđelić B., Procena preostalog radnog veka cevnog sistema kotla blokova 1 i 2, TENT B, I deo-Isparivači, Mašinski fakultet, Izveštaj broj 12-09a,b-12.04/2010, 20 strana
24. Šijački Žeravčić V., Bakić G., Đukić M., **Rajičić B.**, Anđelić B., Procena preostalog radnog veka cevnog sistema bloka TENT B2, Mašinski fakultet, Izveštaj broj 12-09b-12.04/2010, 109 strana; Opis: Procena preostalog radnog veka cevnog sistema kotla kao podloga za revitalizaciju bloka
25. Šijački Žeravčić V., Bakić G., Đukić M., **Rajičić B.**, Anđelić B., Procena preostalog radnog veka cevnog sistema bloka TENT B1, sveska 1, Mašinski fakultet, Izveštaj broj 12-10-12.04/2010, 37 strana; Opis: Procena preostalog radnog veka cevnog sistema kotla kao podloga za revitalizaciju bloka
26. Šijački Žeravčić V., Bakić G., Đukić M., **Rajičić B.**, Anđelić B., Procena preostalog radnog veka RA linije bloka TENT B2, Mašinski fakultet, Izveštaj broj 12-07a-12.04/2010, 37 strana; Opis: Procena preostalog radnog veka RA linije kao podloga za revitalizaciju bloka
27. Šijački Žeravčić V., Bakić G., Đukić M., **Rajičić B.**, Anđelić B., Procena preostalog radnog veka RA linije bloka TENT B1, Mašinski fakultet, Izveštaj broj 12-07b-12.04/2010, 38 strana; Opis: Procena preostalog radnog veka RA linije kao podloga za revitalizaciju bloka
28. Šijački Žeravčić V., Bakić G., Đukić M., **Rajičić B.**, Anđelić B., Ekspertiza o mogućim mehanizmima i uzrocima loma cevi u ložištu i EKO-u kotla u JKP »Toplana Valjevo«, Izveštaj broj IC 12-05-12.04/2010, 48 strana;
29. Šijački Žeravčić V., Bakić G., Đukić M., **Rajičić B.**, Anđelić B., Studija o proceni preostalog radnog veka sa mišljenjem o trenutnom stanju i daljoj upotrebljivosti grejnih površina cevnog sistema bloka 3 u TENT A, Mašinski fakultet, Izveštaj broj 12-03-12.04/2010, 63 strane; Opis: Procena veka grejnih površina sa analizom uzroka dosadašnjih otkaza i merama za njihovo smanjenje
30. Šijački Žeravčić V., Bakić G., Đukić M., **Rajičić B.**, Anđelić B., Procena preostalog radnog veka elemenata cevnog sistema kotla P-65 bloka TE »Kostolac A2« sa mišljenjem o trenutnom stanju i daljoj upotrebljivosti, Mašinski fakultet, Izveštaj 12-06-12.04/2010, 19 strana
31. Šijački Žeravčić V., Bakić G., Đukić M., **Rajičić B.**, Anđelić B., ekspertiza loma u zoni zbira ovesnih cevi kotla bloka 2 TENT-B, , Mašinski fakultet, Izveštaj 12-02-12.04/2009, 59 strana
32. Šijački Žeravčić V., Bakić G., Đukić M., **Rajičić B.**, Anđelić B., Izbor materijala za izradu žaluzina u kanalima aerosmeše TENT-B na osnovu uporednih ispitivanja antiabrazivnih svojstava različitih materijala u laboratorijskim uslovima – I deo i II deo, Mašinski fakultet, Izveštaj 12-04a i 04b-12.04/2009, 8 strana + 14 strana
33. Šijački Žeravčić V., Bakić G., Đukić M., **Rajičić B.**, Anđelić B., Studija o proceni preostalog radnog veka sa mišljenjem o trenutnom stanju i daljoj upotrebljivosti grejnih površina cevnog sistema bloka 5 u TENT A, Mašinski fakultet, Izveštaj broj 12-09-12.04/2009, 79 strana; Opis: Procena veka grejnih površina sa analizom uzroka dosadašnjih otkaza i merama za njihovo smanjenje

34. Šijački Žeravčić V., Bakić G., Đukić M., **Rajičić B.**, Anđelić B., Izveštaj o stanju delova cevnog sistema unutar i van kotla blokova 1 i 2 na lokaciji Kalenić, TE Kolubara B, Mašinski fakultet, Izveštaj IC 12-04-12.04/2009, 73 strane; Opis: Podloga za odluku o upotrebljivosti uskladištenih cevi malog i velikog prečnika u nastavku izgradnje bloka
35. Šijački Žeravčić V., Bakić G., Đukić M., **Rajičić B.**, Anđelić B., Izveštaj o stanju metala i eksploatacionoj upotrebljivosti cevi zagrejača vode br.2 (EKO 2) kotla 6 u TE Kolubara, Mašinski fakultet, Izveštaj 12-02-12.04/2008, 60 strana
36. Šijački Žeravčić V., Bakić G., Đukić M., **Rajičić B.**, Anđelić B., Izveštaj sa mišljenjem o trenutnom stanju, daljoj upotrebljivosti i proceni preostalog radnog veka grejnih površina cevnog sistema bloka 3 u TENT A, Mašinski fakultet, Izveštaj 12-09-12.04/2008, 102 strane
37. Šijački Žeravčić V., Bakić G., Đukić M., **Rajičić B.**, Anđelić B., Ekspertiza o uzrocima loma gornjeg vratila rosta na bloku B1 TENT-B, Mašinski fakultet u Beogradu, Izveštaj 12-08-12.04/2007, 26 strana
38. Šijački Žeravčić V., Bakić G., Đukić M., **Rajičić B.**, Anđelić B., Elaborat o stanju cevnog sistema parnog kotla i parovoda sa ocenom upotrebljivosti na bloku B1 u TE Kostolac, Mašinski fakultet u Beogradu, Izveštaj 12-07a-12.04/2007, 32 strane + 78 strana (RB linija)
39. Šijački Žeravčić V., Bakić G., Đukić M., **Rajičić B.**, Anđelić B., Elaborat o stanju cevnog sistema parnog kotla i parovoda sa ocenom upotrebljivosti na bloku B2 u TE Kostolac, Mašinski fakultet u Beogradu, Izveštaj 12-07b-12.04/2007, 29 strana + 98 strana (RB linija)
40. Šijački Žeravčić V., Bakić G., Đukić M., **Rajičić B.**, Anđelić B., Ekspertize o uzrocima oštećenja cevi međupregrejača pare 1 (ø38x4), kotla 6 u TE Kolubara, Mašinski fakultet u Beogradu, Izveštaj 12-05-12.04/2007, 35 strana
41. Šijački Žeravčić V., Bakić G., Đukić M., Anđelić B., **Rajičić B.**, Mišljenje o stanju i mogućnosti dalje reparacije diska mlinskog kola br.331 u TE Morava Svilajnac, Mašinski fakultet u Beogradu, Izveštaj 12-06-12.04/2007, 12 strana
42. Šijački Žeravčić V., Bakić G., Đukić M., **Rajičić B.**, Anđelić B., Procena preostalog radnog veka cevni lukova i zavarenih spojeva RB linija bloka 2 u TENT B, Obrenovac, Mašinski fakultet, Izveštaj broj 12-12-12.04/2006, 47 strana
43. Šijački Žeravčić V., Bakić G., Đukić M., **Rajičić B.**, Anđelić B., Studija o proceni preostalog radnog veka cevnog sistema i kolektora bloka 2 TENT-B, Mašinski fakultet, Izveštaj broj 12-05-12.04/2005, 241 strana
44. Šijački Žeravčić V., Bakić G., Đukić M., **Rajičić B.**, Anđelić B., Procena preostalog radnog veka cevnog sistema kotla bloka 1 TENT B, Mašinski fakultet, Izveštaj broj 12-09a-12.04/2006, 41 strane
45. Šijački Žeravčić V., Bakić G., Đukić M., **Rajičić B.**, Anđelić B., Procena preostalog radnog veka cevnog sistema kotla bloka 2 TENT B, Mašinski fakultet, Izveštaj broj 12-09b-12.04/2007, 41 strane
46. Šijački Žeravčić V., Bakić G., Đukić M., **Rajičić B.**, Anđelić B., Milanović D., Procena preostalog radnog veka cevnog sistema kotla bloka 2, TEKO-B, Mašinski fakultet u Beogradu, Izveštaj 12-07b-12.04/2006, 68 strana
47. Šijački Žeravčić V., Bakić G., Đukić M., **Rajičić B.**, Anđelić B., Milanović D., Procena preostalog radnog veka cevnog sistema kotla bloka 1, TEKO-B, Mašinski fakultet u Beogradu, Izveštaj 12-07a-12.04/2006, 68 strana
48. Šijački Žeravčić V., Bakić G., Đukić M., **Rajičić B.**, Anđelić B., Procea preostalog radnog veka cevni lukova i zavarenih spojeva RB, RL i KŠ-KPP linija u TEKO-A2 210 MW, Kostolac, Mašinski fakultet u Beogradu, Izveštaj 12-13-12.04/2006, 67 strana
49. Šijački Žeravčić V., Bakić G., Đukić M., Anđelić B., **Rajičić B.**, Program kontrole i ispitivanja metala turbine bloka 4 termoelektrane TE Kolubara A, Mašinski fakultet, Izveštaj 12-15-12.04/2006, 6 strana
50. Šijački Žeravčić V., Bakić G., Đukić M., **Rajičić B.**, Anđelić B., Milanović D., Program ispitivanja, stanje i dalja upotrebljivost kolektora i poveznih cevovoda kotla bloka 1 TENT B sa procenom preostalog radnog veka, Mašinski fakultet u Beogradu, Izveštaj 12-15-12.04/2005, 23 strane
51. Šijački Žeravčić V., Bakić G., Đukić M., **Rajičić B.**, Anđelić B., Ekspertiza stanja i procena eksploatacione upotrebljivosti korišćenih vratila mlinova čekićara u TE Kolubara A u funkciji dovođenja u radno stanje, Mašinski fakultet u Beogradu, Izveštaj 12-06-12.04/2006, 28 strana
52. Šijački Žeravčić V., Bakić G., Đukić M., Anđelić B., **Rajičić B.**, Ekspertiza loma cevi pregrejača pare 3, kotla bloka 2, TENT B, Mašinski fakultet u Beogradu, Izveštaj 12-09-12.04./2005, 31 strane
53. Šijački Žeravčić V., Bakić G., Đukić M., **Rajičić B.**, Anđelić B., Procena preostalog radnog veka cevovoda sveže pare bloka 210 MW u TE Kostolac A, Mašinski fakultet u Beogradu, Izveštaj 12-07-12.04/2005, 62 strane

54. Šijački Žeravčić V., Bakić G., Đukić M., **Rajičić B.**, Anđelić B., Program kontrole i ispitivanja doboša i cevi konvektivnog isparivača parnog kotla br. BF-9501 u NIS »Rafineriji nafte«-»Energana«, Pančevo, analiza rezultata i procena eksploatacione upotrebljivosti (Studija pod rukovodstvom prof. Titoslava Živanovića), Mašinski fakultet u Beogradu, Izveštaj 12-01-12.04/2005, 39 strana
55. Šijački Žeravčić V., Bakić G., Đukić M., **Rajičić B.**, Anđelić B., Procena preostalog radnog veka cevovoda visokih parametara (linije RA, RB, RC i RL) TE »Oslomej« Kičevo, Mašinski fakultet u Beogradu, Izveštaj 12/2005 (u saradnji sa »Inovator« Beograd), 73 strane
56. Šijački Žeravčić V., Bakić G., Đukić M., **Rajičić B.**, Anđelić B., Milanović D., Procena preostalog radnog veka cevnog sistema kotla i parovoda bloka 6, TENT-A, Mašinski fakultet u Beogradu, Izveštaj 12-03-12.04/2004, 70 strana
57. Šijački Žeravčić V., Bakić G., Đukić M., **Rajičić B.**, Anđelić B., Milanović D. Procena preostalog radnog veka cevnog sistema kotla i parovoda bloka 4, TENT-A, Mašinski fakultet u Beogradu, Izveštaj 12-03-12.04/2004, 99 strana + 116 strana Priloga
58. Šijački Žeravčić V., Bakić G., Đukić M., Anđelić B., **Rajičić B.**, Milanović D., Utvrđivanje trenutnog stanja na osnovu ispitivanja uzoraka i ocena dalje eksploatacione upotrebljivosti parovoda TE Kostolac A – TE Kostolac B sa planom preventivnog održavanja, Mašinski fakultet u Beogradu, Izveštaj 12-05-12.04/2004, 43 strane

1.3. Оцена подобности кандидата за рад на предложеној теми

Током својих досадашњих стручних и научно–истраживачких активности, Братислав М. Рајичић је испољио висок ниво заинтересованости, способности и стручности за научну област Технологија материјала-Машински материјали, заваривање и сродни поступци, којој припада предложена тема докторске дисертације.

Досадашњи радови кандидата, објављени у часописима и публикацијама са међународних и домаћих конференција, учешће у националним пројектима, као и активности на изради великог броја ауторизованих елабората, експертиза и других докумената ограничене циркулације кроз сарадњу са привредом, су суштински повезани са научном облашћу којој припада предложена тема докторске дисертације, и квалификују кандидата за успешан теоријски и експериментални рад на предложеној теми.

Кроз положене предмете на докторским студијама, кандидат је на адекватан начин усмерен у предметну проблематику, чиме су испуњени сви формални и суштински услови за наставак рада кандидата на докторској дисертацији са предложеним насловом.

На основу биографских података кандидата, прегледа публикованих научних и стручних радова, учешћа у научно-истраживачким пројектима, положених испита на докторским студијама, Комисија сматра да је кандидат подобан и у потпуности способан за успешан рад на предложеној теми докторске дисертације.

2. Предмет и циљ истраживања

Пролазећи кроз све фазе процеса добијања, прераде и израде полупроизвода или финалног производа, материјал је изложен дејству великог броја чинилаца који утичу на његово коначно употребно стање.

Ерозионо хабање елемената термоенергетских (ТЕ) постројења настаје релативним кретањем чврстих честица из угља и/или пепела, у струји носећег флуида (аеро смеша или димни гас) и саме површине материјала од којих су израђене компоненте ТЕ постројења. Чврсте честице из угља и/или пепела ерозионо делују и на површине транспортних система у ТЕ постројењу (разделнике, канале аеро-смеше, сепараторе, елементе горионика угља, цевоводе за пнеуматски транспорт пепела, итд.).

На основу анализе експлоатационог понашања компоненти ТЕ постројења која раде са домаћим угљевима, може се закључити да су оштећења изазвана ерозијом, у преткотловском постројењу, котлу и систему за отпепељавање, један од доминантних узрока оштећења посебно у каналима аеро-смеша и зонама цевовода за отпепељавање. Зато су и развијани

савремени поступци заштите материјала од ерозије у екстремним условима рада, о којима постоји велики број литературних навода, и они могу да се сврстају у три основне категорије: а) наношење превлака повећане отпорности на ерозију, б) конструктивна заштита или ц) супституција материјала са материјалом повећане отпорности.

Заштита компоненти од ефеката ерозије, абразије и корозије поступцима наношења превлака повећане отпорности на ове механизме оштећења, примењује се већ дуги низ година на савременим ТЕ постројењима у свету и код нас. Овакав вид заштите на домаћим ТЕ постројењима је примерен за делове млинског постројења и канале аеро смеше, док је код цевовода за отпепељавање најчешћи вид заштите облагање цеви слојем базалта или неке врсте полукерамике. Ово је устаљена пракса у свету и код нас, међутим, не постоји довољан број података о понашању ових материјала у екстремним условима рада, као што су ерозионе средине које су резултат употребе угљева са врло високим садржајем минералних примеса, који се користе на домаћим ТЕ постројењима.

Заштита материјала конструктивним изменама и модификацијама у профилу струјања има највише ограничења и, према подацима из праксе и литературе, примена оваквог вида заштите је од најмањег значаја у дугорочном побољшању рада компоненти ТЕ постројења.

Развој нових врста материјала, тј. супституција основног материјала са материјалом повећане ерозионе отпорности, представља техно-економски оптимално решење по питању подизања отпорности материјала на екстремне услове рада у дужем временском периоду. Тиме се избегава скуп поступак наношења превлака на супстрат и неефикасна примена конструктивних заштита. Такви материјали би у исто време требали да буду погодни за обраду и репарацију током експлоатације, чиме би и са аспекта одржавања имали задовољавајуће карактеристике. Такође, велики значај за домаћу индустрију би имао развој и израда легуре са довољно високим карактеристикама ерозионе отпорности, која би као таква могла да се производи код нас и пласира на домаћа ТЕ постројења. За овакав процес освајања производа неопходна су опсежна истраживања која би обезбедила потпуну карактеризацију материјала и његове ерозионе отпорности.

Као иницијална идеја при избору ове теме докторске дисертације послужила је актуелност истраживања ерозионих оштећења која се јављају на систему за транспорт пепела на домаћим ТЕ постројењима, као и велики обим оштећења на компонентама ТЕ постројења услед ерозионог дејства летећег пепела, услед сагоревања угљева са високим садржајем минералног остатка (високи садржај кварца-SiO₂). С обзиром на врсту и квалитет материјала који се транспортује цевоводом (високоерозиони пепео) и брзине транспорта пепела посебно у нижим зонама цевовода, долази до убрзаног трошења и изразитих оштећења материјала од којих су цевоводи израђени, посебно у зони цевних лукова. Оригиналним пројектом је предвиђено да цевни лукови буду заштићени (обложени) базалтом а касније и полукерамиком, као материјалима повећане отпорности на хабање. Међутим, на цевоводима за транспорт високоерозионог пепела су константно приметна оштећења која условљавају учесталу појаву застоја и поправки, па се неретко јавља и потреба за заменом делова цевовода после свега 1,5-2 године експлоатације од претходне заштите/репарације.

Циљ ове докторске дисертације је истраживање могућности замене постојећих материјала, недовољне отпорности на ерозиона оштећења, са високо легираним белим ливеним гвожђем као новим материјалом који има већу отпорност и постојаност у екстремним радним условима. Посебан циљ ове дисертације је детаљна карактеризација могућих заменских материјала који би омогућили израду компоненти изложених екстремним условима рада, са знатно дужим радним веком уз остваривање повољних економских ефеката. Продужетак радног века компоненти изложених екстремним условима рада би као резултат имао смањење броја и трајања отказа, што може директно да утиче на смањење непланираних трошкова одржавања постројења.

Преглед литературе релевантне за предложену тему дисертације

1. Iain Finnie: Erosion of surfaces by solid particles, *Wear*, 3 (1960) pp. 87-103
2. Iain Finnie: Some observations on the erosion of ductile metals, *Wear*, 19 (1972) pp. 81-90
3. Janne Nurminen, Jonne Näkki, Petri Vuoristo: Microstructure and properties of hard and wear resistant MMC coatings deposited by laser cladding, *Int. Journal of Refractory Metals & Hard Materials* 27 (2009) pp. 472-478
4. B.Hinckley, K.F.Dolman, R.Wuhrer, W.Yeung, A.Ray: SEM investigation of heat treated high-chromium cast irons, *Materials Forum Volume* 32, (2008) pp. 55-71
5. J. Asensioa, J.A. Pero-Sanz, J.I. Verdeja: Microstructure selection criteria for cast irons with more than 10 wt.% chromium for wear applications, *Materials Characterization* 49 (2003) pp. 83-93
6. X.H. Tang, R. Chung, D.Y. Li, B. Hinckley, K. Dolman: Variations in microstructure of high chromium cast irons and resultant changes, in resistance to wear, corrosion and corrosive wear, *Wear* 267 (2009) pp. 116-121
7. S.D.Carpente, D.Carpenter, J.T.H.Pearce: XRD and electron microscope study of an as-cast 26.6% chromium white iron microstructure, *Materials Chemistry and Physics* 85,2004pp. 32-40
8. E. Zumelzu, I. Goyos, C. Cabezas, O. Opitz, A. Parada: Wear and corrosion behaviour of high-chromium (14-30% Cr) cast iron alloys, *Journal of Materials Processing Technology* 128 (2002) pp. 250-255
9. Sudsakorn Inthidech, Prasonk Sricharoenchai and Yasuhiro Matsubara: Effect of Alloying Elements on Heat Treatment Behavior of Hypoeutectic High Chromium Cast Iron, *Materials Transactions*, Vol. 47, No. 1 (2006) pp. 72-81
10. O.N. Dogan, J.A. Hawk, G. Laird: Solidification Structure and Abrasion Resistance of High Chromium White Irons, *Metallurgical and Materials Transactions A*, Volume 28a, (1997) pp.1315-1328
11. Hans Berns: Comparison of wear resistant MMC and white cast iron, *Wear*254 (2003) pp.47-54
12. O.N. Dogan, J.A. Hawk: Effect of carbide orientation on abrasion of high Cr white cast iron, *Wear* 189 (1995) pp. 136-142
13. Jian-Dong Xing, Yi-Min Gao, En-Ze Wang, Chong-Gao Bao, Effect of phase stability on the wear resistance of white cast iron at 800 °C, *Wear* 252 (2002) pp. 755-760
14. Braunović, M., Šijački Žeravčić, V., Bakić, G., Đukić, M., Marković, D., Boiler Tube Erosion in Thermal Power Plants, CEATI Project and Report No. T052700-0122, CEA Technologies Inc. (CEATI), 2006, 112 pages, Canada
15. Šijački Žeravčić, V., Bakić, G., Đukić, M., Rajičić, B., i dr., Primena savremenih tehnologija u cilju sprečavanja erozije kotlovskih cevi, Projekat MNTR Republike Srbije, Oblast Energetska efikasnost, br.projekta TR-18005, 2008-2010
16. Šijački Žeravčić, V., Bakić, G., Đukić, M., Rajičić, B., Anđelić B., Izbor materijala za izradu žaluzina u kanalima aerosmeše TENT-B na osnovu uporednih ispitivanja antiabrazivnih svojstava različitih materijala u laboratorijskim uslovima – 1. i 2. deo, Mašinski fakultet, Beograd, Izveštaj 12-04a-12.04/2009 (6 str.) i 12-04b-12.04/2009 (12.str)
17. Kratina, P., McMillan, J., Fly ash erosion in utility boilers: Prediction and protection, Canadian Electrical Assoc. Conf, Regina, Saskatchewan, October 1982
18. Drennen, J.F.P., Kratina, P., Dooley, R.B., Control and prevention of fly ash erosion, Power-Gen'88: Conf. for Fossil and Solid Fuel Power Generation, Orlando, FL, Dec. 1988
19. A. Brain, E.A. Rogers, Experience of erosion of metal surfaces in UK fluid bed boilers, EPRI Workshop Proc. Wastage of Inbed Surfaces in Fluidized Bed Combustors, Argonne, IL, 1987, Paper 2.12
20. Herman, H., Sampath, S., McCune, R. Thermal Spray: Current Status and Future Trends, *MRS Bulletin/July* 2000
21. Method for coating and protecting a substrate, United States Patent 6428630
22. Šijački, V., Bakić, G., Đukić, M., Rajičić, B., Anđelić B., Prediction and prevention of boiler tubing systems erosion in thermal plant, *Tehnička dijagnostika*, Vol. 9, br. 2, (2010) str. 3-9

23. Rajičić, B., Bakić, G., Đukić, M., Šijački Žeravčić, V., Braunović, M. and Anđelić, B.: Overview of advanced methods of boiler tubes erosion protection, International Conference Power Plants 2012, pp. 1-10, Zlatibor, Serbia, 2012.
24. Kirchgaßner, M., Badisch, E. and Franek, F.: Behaviour of iron-based hardfacing alloys under abrasion and impact, *Wear*, Vol. 265, pp. 772-779, doi: 10.1016/j.wear.2008.01.004, 2008.
25. Hans Berns, Comparison of wear resistant MMC and white cast iron, *Wear*, Volume 254, Issues 1–2, (2003) pp. 47-54
26. Zum Gahr, K.-H.: *Microstructure and wear of materials*, Elsevier Science Publishers B.V., Amsterdam, ISBN 978-0-08-087574-3, 1987.
27. Badisch, E., Ilo, S. and Polak, R.: Multivariable modelling of impact-abrasion wear rates in metal matrix-carbide composite materials, *Tribology Letters*, Vol. 36, (2009) pp. 55-62
28. Davis, J.R.: *Handbook of thermal spray technology*, ASM International, ISBN 0-87170-795-0, pp. 54-76, 2004
29. Harris, P. and Smith, B.L.: Factorial techniques for weld quality prediction, *Metal Construction*, Vol. 15, pp. 661-666, ISSN 0307-7896, 1983.
30. Gartner, F., Stoltenhoff, T., Schmidt, T. and Kreye, H.: The cold spray process and its potential for industrial applications. *Journal of thermal spray technology*, Vol. 15, (2006) pp. 223-232
31. Pawlowski, L.: *The science and engineering of thermal spray coatings: second edition*, Chichester: John Wiley & Sons Ltd, ISBN: 978-0-471-49049-4, 2008.
32. Zikin, A., Hussainova, I., Katsich, C., Badisch, E. and Tomastik C.: Advanced chromium carbide-based hardfacings, *Surface & Coatings Technology*, Vol. 206, (2012) pp. 4270–4278, doi:10.1016/j.surfcoat.2012.04.039
33. Flores, J.F., Neville, A., Kapur, N. and Gnanavelu, A.: Erosion–corrosion degradation mechanisms of Fe–Cr–C and Wc–Fe–Cr–C PTA overlays in concentrated slurries, *Wear*, Vol. 267, (2009) pp. 1811-1820
34. Schoop, M. U.: Improvements in or connected with the coating of surfaces with metal, applicable also for soldering or uniting metals and other materials, UK Patent 5,712. 1910.
35. S.A. Brain, A.J. Minchener, in E.J. Anthony (ed.), *Minimization of wastage in bubbling atmospheric fluidized bed boilers*, 11th Int. Conf. Fluidized Bed Combustion, ASME, New York, 1991, pp. 619-629
36. Hua-Nan Liu, Michiru Sakamoto, Mikio Nomura, Keisaku Ogi: Abrasion resistance of high Cr cast irons at an elevated temperature, *Wear* 250 (2001) pp. 71–75
37. Bakic G., Djukic M., Mitrovic R., Maslarevic A., Miskovic Z., Rajicic B., Sijacki Zeravcic V.: 3D profiling of 12Cr heat resistant steel Charpy V notch fracture surfaces obtained at different temperatures. *Proceedings of the TEAM 2015*, 7th international scientific conference of the international TEAM society, Belgrade, 2015
38. Bakic G., Maksimovic V., Maslarevic A., Djukic M., Rajicic B., Djordjevic A.: Microstructural characterization of WC and CrC based coatings applied by different processes. *Proceedings and book of abstracts MME SEE 2015*, Metallurgical & Materials engineering congress of South-East Europe, Belgrade, 2015
39. Maslarevic A, Bakic G et al (2015) Plasma transferred arc hardfacing with 316L. In: *Proceedings of The 3rd IIW South-East European welding congress*, Welding and joining technologies for a sustainable development and environment, Timisoara 3-5 June 2015
40. G.Bakic, V. Sijacki-Zeravcic, M. Djukic, V. Maksimovic, B. Rajicic, *Material Characterization of 1Cr0.25Mo0.25V Power Plant Steel after Prolonged Service*, First Metallurgical & Materials Engineering Congress of South-East Europe (MME SEE 2013), Belgrade, Serbia, 23-25 May (2013) pp. 380-387, ISBN 987-86-87183-24-7
41. „Razvoj i primena novog antihabajućeg materijala MM antiabraziv za cevovode termoelektričnih postrojenja“, Inovacioni Projekat Ministarstva prosvete, nauke i tehnološkog razvoja Srbije, 2013-2014, Ev.br.451-03-2802/2013-16/138, Podnosilac prijave: BSK doo Obrenovac, Rukovodilac Projekta: Prof. dr Vera Šijački, B.Rajičić – učesnik.

3. Полазне хипотезе

Предметна истраживања, предвиђена у оквиру ове докторске дисертације, заснивају се на следећим хипотезама:

- Продужетак радног века компоненти ТЕ постројења које су изложене интензивној ерозији у гасном тракту котла и систему за транспорт пепела је остварљив применом адекватних мера заштите које су усмерене на делујући механизам ерозионог/абразионог оштећења, као што су супституција полазног материјала или наношење превлака веће ерозионе отпорности.
- Микроструктурно стање високолегираних белих ливених гвожђа, добијено за контролисани садржај легирајућих елемената и одабране параметре термичке обраде, контролише дуготрајност ових легура у условима деловања ерозије/абразије у систему за транспорт пепела и гасном тракту термоенергетских постројења. Контролисано добијање микроструктурног стања у функцији садржаја легирајућих елемената и параметара режима термичке обраде је основа на којој се даље развија комплетна методологија истраживања и од чега зависи квалитет добијених резултата.
- Репарација (санација) белог ливеног гвожђа наваривањем је могућа уз правилан избор одговарајуће технологије наваривања, што доприноси додатном продужетку радног века компоненти система за транспорт пепела.

4. Научне методе истраживања

Израдом ове докторске дисертације треба једнозначно да се дефинише материјал, његове карактеристике и употребна својства, за израду елемената ТЕ постројења изложених екстремној ерозији, који би имао дужи радни век од постојећих елемената.

Предвиђено је да докторска теза садржи:

- Опис постојећег стања система на ТЕ постројењу (систем за транспорт пепела, делови канала аеро-смеше);
- Анализу до сада коришћених материјала и њихових карактеристика са аспекта дуготрајности у датим условима рада;
- Експериментална испитивања и анализу својстава предложеног материјала са аспекта његове погодности за израду елемената цевовода;
- Компаративна анализа својстава постојећег и предложених материјала са аспекта дуготрајности, у експериментално симулираним условима рада и посебно са аспекта интегритета односно иницијације и раста прслина;
- Израда пробних узорака цевног лука и сегмента равне деонице и уградња у цевовод за транспорт високоерозионог пепела (испитивања *in vivo*);
- Учестало периодично праћење брзине одношења материјала уграђених пробних узорака методама без разарања и посебна испитивања методама без разарања у периодима застоја;
- Карактеризација узорака са аспекта микроструктурних и механичких својстава, пре и после експлоатације, и анализа добијених резултата испитивања.

Сви наведени аспекти морају да буду разјашњени у циљу детаљне карактеризације материјала и његове конкретне примене у екстремним условима рада, који су присутни на ТЕ постројењима.

Делови компоненти ТЕ постројења који су израђени од материјала који немају композитну структуру, поседују низ значајних предности у односу на делове који се заштићују превлакама различитог типа и то пре свега са аспекта интегритета компоненти.

Једна од могућности за заштиту делова је коришћење тврдих превлака са високим садржајем карбидо-образујућих елемената као што су W, V и Cr, у мекој и деформабилној основи, на бази Co, Ni или Fe, нанетих наваривањем. Оваква заштита од ерозионих оштећења није до сада коришћена на систему за отпепељавање. Наварене превлаке имају јаку

металуршку везу са супстратом и висок квалитет са врло малим бројем грешака (посебно ниским уделом порозности), при чему је присутан широк опсег легура различитог хемијског састава које је могуће користити као додатни материјал за наваривање.

Следећа могућност је израда делова од високо отпорних легура, као што су високолегирана бела ливена гвожђа. Мала дуктилност и лоша заварљивост ових легура их чини непогодним за директну примену, међутим модификацијом хемијског састава, применом адекватног режима ливења као и различитих термичких обрада, могуће је ублажавање ових недостатака у оној мери у којој је то довољно да би се израдили делови цевовода и обезбедила висока отпорност на ерозију, што и јесте предмет истраживања ове докторске дисертације. Такође, предвиђена истраживања се односе како и на могућност фабриковања делова цевовода, посебно критичних зона као што су цевни лукови, тако и на могућност њихове касније санације наваривањем.

Посебно интересантан аспект истраживања код високо легираних легура представља утицај садржаја легирајућих елемената и термичке обраде на полазно микроструктурно стање, као и утицај добијеног микроструктурног стања на отпорност на ерозију. Из тог разлога, план је да истраживања у овој докторској дисертацији буду усмерена у правцу додатног легирања и оптимизације садржаја постојећих легирајућих елемената у материјалу и оптимизације режима ливења и термичке обраде са циљем побољшања његове ерозионе отпорности. У вишекомпонентном белом ливеном гвожђу, које садржи мноштво елемената који образују карбиде, очекује се таложење неколико типова карбида. Пројектовање хемијског састава вишекомпонентног белог ливеног гвожђа узима у обзир, не само структуре приликом очвршћавања, односно тип и морфологију карбида издвојених током очвршћавања, већ и понашање структуре услед трансформације током термичких обрада.

У циљу подизања отпорности на ерозију, од собне до високих температура, велику улогу имају тврди карбиди и структуре ојачане секундарним таложењем током термичке обраде. Посебну улогу има Cr који побољшава прокаливост ливеног гвожђа, одлагањем перлитних и беинитних трансформација, и који услед формирања карбида доприноси доброј отпорности на ерозију.

Потпуна карактеризација материјала и његове ерозионе отпорности, могућа је уз опсежна истраживања (експериментална и *in vivo*) која би се састојала из следећег:

1. израде пробних узорака од високолегираног белог ливеног гвожђа са различитим садржајем легирајућих елемената уз примену различитих термичких обрада;
2. израде пробних узорака материјала заштићеног полукерамиком и базалтом, као и наношењем тврдох преграда са високим садржајем W, V и Cr;
3. анализа и испитивање ерозионе отпорности пробних узорака;
4. карактеризација предложених материјала са аспекта ерозионе отпорности, пре уградње и након испитивања и експлоатације, методама са и без разарања, оптичком микроскопијом и скенинг-електронском микроскопијом.

Актуелност истраживања се огледа и у томе што још увек нема довољно података који описују могућност избора оптималне мере заштите материјала изложених екстремним условима рада на ТЕ постројењу. С тим у вези, резултати експерименталних истраживања у овој докторској дисертацији треба у коначном да обезбеде довољан број података да би се извршила оцена материјала са аспекта добијеног састава и расподеле микроструктурних фаза, утицај легирајућих елемената и параметара режима термичких обрада на својства обрадљивости и репарације, као и класификација ерозионе отпорности материјала у зависности од механизма ерозионог оштећења.

5. Очекивани научни допринос

Очекивани научни доприноси у оквиру предложене теме усмерени су на нови начин решавања проблема продужетка радног века система за транспорт пепела и елемената у

гасном тракту котла (жалузина) термоенергетских постројења изложених екстремним условима рада, односно изразитој ерозији/абразији. Овај оригиналан приступ могао би да се примени на већини сличних компоненти на другим термоенергетским постројењима и елементима који раде у сличним условима рада у другим гранама индустрије. Резултати истраживања у оквиру ове докторске тезе омогућили би примену нових материјала у циљу знатног продужетка радног века елемената за транспорт пепела, који у садашњим условима рада и са уграђеним материјалима имају радни век краћи од једног међурементног периода постројења, а што би имало значајне економске ефекте на рад целокупног термоенергетског постројења. Такође, резултати истраживања у оквиру ове тезе би омогућили да се материјали који се до сада нису примењивали за израду система за транспорт пепела и делова гасног тракта котла уведу у употребу, користећи капацитете ливница у Србији. Кроз експериментална истраживања у оквиру ове дисертације, у лабораторијским условима и истраживањима *in vivo*, очекују се следећи доприноси:

- Постављање нових полазних основа за продужетак радног века компоненти система за отпепељавање и елемената у гасном тракту котла супституцијом постојећих материјала материјалима који до сада нису коришћени у ту сврху, а који би могли да се примене и на другим постројењима како у термоенергетици тако и у другим гранама индустрије, уз значајан допринос расположивости и економичности рада ових постројења;
- Анализа тренутног стања истраживања у области експлоатационих карактеристика материјала повећане отпорности на ерозију и дефинисање могућности супституције полазног материјала новим материјалом, високолегираним белим ливеним гвожђем, на елементима система за транспорт пепела;
- Високолегирано бело ливено гвожђе карактеришу мала дуктилност и лоша заварљивост што условљава потребу за модификацијом хемијског састава, режима ливења и дефинисања одговарајуће термичке обраде, да би се омогућила израда делова ТЕ постројења уз очување/побољшање високе отпорности на ерозију. У овом раду ће бити извршено пројектовање хемијског састава вишекомпонентног белог ливеног гвожђа, са циљем да се постигне техно-економски оптимална легура која има задовољавајућу отпорност на ерозију на различитим температурама (коју дефинишу микроструктурне карактеристике и морфологија издвојених карбида); такође, размотриће се могућност фабрикације делова компоненти ТЕ постројења и извршиће се поређење супституцијског материјала са материјалима који се тренутно користе за израду система за отпепељивање, као што су цеви заштићене полукерамиком и базалтом, као и са навареним тврдим превлакама са високим садржајем карбидо-образујућих елемената;
- Израда делова цевовода система за отпепељавање од одабраног супституцијског материјала и њихова уградња на постројење, ће омогућити верификацију резултата истраживања кроз експериментална истраживања у лабораторијским условима и истраживањима *in vivo*, и комплетно дефинисање утицаја садржаја легирајућих елемената и термичке обраде на ерозиону отпорност у екстремним условима рада и радни век компоненти ТЕ постројења, и успостављање корелације између микроструктуре и механизма одношења материјала услед ерозије у реалним условима рада код делова израђених од супституцијског материјала и делова заштићених наваривањем;
- Дефинисање технологије репаратуре, предлог додатних и потрошних материјала са најприхватљивијим особинама са аспекта заварљивости, као и дефинисање врсте и обима контроле репаратуре;
- Систематизација препорука и дефинисање конкретних упутстава у смислу израде компоненти од предложеног супституцијског материјала и процена продужетка радног века компоненти ТЕ постројења изложених екстремним условима рада и оштећењима услед ерозије;
- Публиковање научно-истраживачког рада и верификација резултата истраживања, кроз успостављање сарадње међу истраживачима у предметној области, у земљи и иностранству.

6. План истраживања и структура рада

На основу предмета истраживања, а у општем контексту и на основу анализе стања у предметној научној области, на изазове предметне проблематике биће одговорено теоретским и експерименталним истраживањима кроз следеће фазе:

1. Преглед и анализа досадашњих доступних знања из предметне научне области;
2. Осмишљавање и спровођење одговарајућих експерименталних истраживања;
3. Анализа добијених резултата експерименталних истраживања;
4. Публиковање добијених експерименталних резултата и верификација истих;
5. Предлог и примена нових сазнања кроз системизована упутства и препоруке, а у циљу процене и продужетка радног века компоненти ТЕ постројења применом нових материјала повећане ерозионе отпорности, који су изложени екстремним условима рада на ТЕ постројењима.

Прва фаза истраживања ће обухватити прикупљање, анализу и систематизацију релевантних информација о материјалима и постојећим врстама заштите од ерозије, на термоенергетским постројењима код нас и у свету.

Друга фаза истраживања односи се на лабораторијска испитивања, израду пробних узорака и уградњу узорака на оштећеном критичном систему ТЕ постројења (испитивања *in vivo*).

Трећа и четврта фаза обухватају анализу добијених резултата истраживања, њихово поређење са релевантним и постојећим литературним и практичним подацима из предметне научне области, као и верификацију добијених резултата кроз публиковање научно-истраживачког рада.

Пета фаза истраживања ће сублимирати све претходно, кроз систематизоване предлоге и потенцијалну примену нових материјала повољније отпорности на ерозиона оштећења на ТЕ постројењима, а у циљу процене и продужетка радног века и могућности фабриковања делова критичних зона на оштећеним компонентама ТЕ постројења.

Проблеми током рада у екстремним ерозионим условима су веома изражени практично код свих ТЕ постројења, а посебно код оних који сагоревају лигните ниске топлотне моћи. Могућност развоја нових материјала и израде делова од легура високо отпорних на ерозију, као што су легуре из класе високолегираних белих ливених гвожђа, је од великог значаја за продужетак радног века компоненти ТЕ постројења.

7. Закључак и предлог

Анализом података из пријаве кандидата **Братислава М. Рајичића**, дипл.инж.маш., MSc, Комисија закључује да је предложена тема актуелна и подобна за израду докторске дисертације, да кандидат испуњава све законом предвиђене услове и при том поседује неопходне истраживачке способности за рад на предложеној докторској дисертацији.

Имајући у виду претходно наведено Комисија предлаже Наставно-научном већу Машинског факултета Универзитета у Београду да кандидату

Братиславу М. Рајичићу, дипл.инж.маш., MSc

одобри израду докторске дисертације под називом

**„МАТЕРИЈАЛИ ПОВЕЋАНЕ ЕРОЗИОНЕ ОТПОРНОСТИ ИЗЛОЖЕНИ
ЕКСТРЕМНИМ УСЛОВИМА РАДА НА ТЕРМОЕНЕРГЕТСКИМ ПОСТРОЈЕЊИМА“**

у научној области Технологија материјала-Машински материјали, заваривање и сродни поступци, за коју је Машински факултет Универзитета у Београду матичан.

За **менторе** докторске дисертације, предлажу се доц. др Гордана Бакић и доц. др Милош Ђукић са Катедре за технологију материјала Машинског факултета Универзитета у Београду.

У Београду, 22.08.2016. год.

ЧЛАНОВИ КОМИСИЈЕ

Др Гордана Бакић, доцент
Универзитет у Београду, Машински факултет

Др Милош Ђукић, доцент
Универзитет у Београду, Машински факултет

Др Оливера Поповић, ван.проф.
Универзитет у Београду, Машински факултет

Проф. др Александар Седмак
Универзитет у Београду, Машински факултет

Др Весна Максимовић, виши научни сарадник
Институт за нуклеарне науке „Винча“
Универзитет у Београду

ПОДАЦИ О МЕНТОРУ

Име и презиме: **Гордана Бакић**

Звање: **Доцент**

Списак радова објављених у научним часописима са Science Citation Index (SCI) листе који квалификују ментора за вођење докторске дисертације:

1. Milos B. Djukic, **Gordana M. Bakic**, Vera Sijacki Zeravcic, Aleksandar Sedmak, and Bratislav Rajicic: Hydrogen Embrittlement of Industrial Components: Prediction, Prevention, and Models, Corrosion 72 (2016) 7, pp 943-961, ISSN 0010-9312 (IF=1.391), DOI: 10.5006/1958, **M22**
2. Đukić M., Šijački Žeravčić V., **Bakić G.**, Sedmak A., Rajičić B.: Hydrogen damage of steels: A case study and hydrogen embrittlement model,- Engineering Failure Analysis 58 (2015) 2, pp 485–498, ISSN 1350-6307 (IF=1.358), DOI:10.1016/j.engfailanal.2015.05.017, **M22**
3. **Bakić G.**, Šijački Žeravčić V., Đukić M., Rajičić B., Tasić M.: Remaining Life Assessment of a High Pressure Turbine Casing in Creep and Low Cycle Service Regime, - Thermal Science 18 (2014) 1, pp S127-S138, ISSN 0354-9836 (IF=1.222), DOI:10.2298/TSCI121219179B, **M22**
4. Vasović I., Maksimović S., Stamonković D., Stupar S., Maksimović M., **Bakić G.**: Fracture Mechanics Analysis of Damaged Turbine Rotor Discs Using Finite Element Method, - Thermal Science 18 (2014) 1, pp S107-S112, ISSN 0354-9836 (IF=1.222), DOI:10.2298/TSCI121107176V, **M22**
5. Mladenović S., Šijački Žeravčić V., **Bakić G.**, Lozanović Šajić J., Rakin M., Đurđević A., Đukić M.: Numerical Analysis of Thermal Stresses in Welded Joint Made of Steels X20 and X22, - Thermal Science 18 (2014) 1, pp. S121-S126, ISSN 0354-9836 (IF=1.222), DOI:10.2298/TSCI131211178M, **M22**
6. Vasović I, Maksimović S., Maksimović K., Stupar S., **Bakić G.**, Maksimović M.: Determination of Stress Intensity Factors in Low Pressure Turbine Rotor Discs, - Mathematical Problems in Engineering (2014), Volume 2014, Article ID 304638, 9 pages, ISSN 1024-123x (IF=0.762), <http://dx.doi.org/10.1155/2014/304638>, **M22**
7. **Bakić G.**, Šijački Žeravčić V., Đukić M., Maksimović S., Plešinac D, Rajičić B.: Thermal History and Stress State of a Fresh Steam-Pipeline Influencing Its Remaining Service Life, - Thermal Science 15 (2011) 3, pp 691-704, ISSN 0354-9836 (IF=0.706), DOI:10.2298/TSCI110509050B, **M23**
8. Šijački Žeravčić V., **Bakić G.**, Đukić M., Marković D., Rajičić B.: Contemporary Maintenance Management of Power Plant Life Exhaustion Components, - Technics Technologies Education Management-TTEM 5 (2010) 3, pp 431-436, ISSN: 1840-1503 (IF=0.256), <http://connection.ebscohost.com/c/articles/55821600/contemporary-maintenance-management-power-plant-life-exhaustion-components>, **M23**

(навести најмање један рад у случају менторства дисертације која се пријављује до 31.12.2008. године, односно најмање три рада у случају менторства дисертације која се пријављује у периоду од 1.01.2009. до 31.12.2009. године, односно најмање пет радова у случају менторства дисертације која се пријављује почев од 1.01.2010. године)

ДЕКАН ФАКУЛТЕТА

ПОДАЦИ О МЕНТОРУ

Име и презиме: **Милош Ђукић**

Звање: **Доцент**

Списак радова објављених у научним часописима са Science Citation Index (SCI) листе који квалификују ментора за вођење докторске дисертације:

1. **Milos B. Djukic**, Gordana M. Bakic, Vera Sijacki Zeravcic, Aleksandar Sedmak, and Bratislav Rajicic: Hydrogen Embrittlement of Industrial Components: Prediction, Prevention, and Models, Corrosion 72 (2016) 7, pp 943-961, ISSN 0010-9312 (**IF=1.391**), DOI: 10.5006/1958, **M22**
2. **Djukic M.**, Sijacki Zeravcic V., Bakic G., Sedmak A., Rajicic B.: Hydrogen damage of steels: A case study and hydrogen embrittlement model,- Engineering Failure Analysis 58 (2015) 2, pp 485-498, ISSN 1350-6307 (**IF=1.358**), DOI:10.1016/j.engfailanal.2015.05.017, **M22**
3. Bakić G., Šijački Žeravčić V., **Đukić M.**, Rajičić B., Tasić M.: Remaining Life Assessment of a High Pressure Turbine Casing in Creep and Low Cycle Service Regime, Thermal Science 18 (2014) 1, pp S127-S138, ISSN 0354-9836 (**IF=1.222**), DOI:10.2298/TSCI121219179B, **M22**
4. Mladenović S., Šijački Žeravčić V., Bakić G., Lozanović Šajić J., Rakin M., Đurđević A., **Đukić M.**: Numerical Analysis of Thermal Stresses in Welded Joint Made of Steels X20 and X22, Thermal Science 18 (2014) 1, pp. S121-S126, ISSN 0354-9836 (**IF=1.222**), DOI:10.2298/TSCI131211178M, **M22**
5. Bakić G., Šijački Žeravčić V., **Đukić M.**, Maksimović S., Plešinac D., Rajičić B.: Thermal History and Stress State of a Fresh Steam-Pipeline Influencing Its Remaining Service Life, Thermal Science 15 (2011) 3, pp 691-704, ISSN 0354-9836 (**IF=0.706**), DOI:10.2298/TSCI110509050B, **M23**
6. Šijački Žeravčić V., Bakić G., **Đukić M.**, Marković D., Rajičić B.: Contemporary Maintenance Management of Power Plant Life Exhaustion Components, - Technics Technologies Education Management-TTEM 5 (2010) 3, pp 431-436, ISSN: 1840-1503(**IF=0.256**),<http://connection.ebscohost.com/c/articles/55821600/contemporary-maintenance-management-power-plant-life-exhaustion-components>, **M23**

(навести најмање један рад у случају менторства дисертације која се пријављује до 31.12.2008. године, односно најмање три рада у случају менторства дисертације која се пријављује у периоду од 1.01.2009. до 31.12.2009. године, односно најмање пет радова у случају менторства дисертације која се пријављује почев од 1.01.2010. године)

ДЕКАН ФАКУЛТЕТА
