

Образац 2.

Факултет Машински

УНИВЕРЗИТЕТ У БЕОГРАДУ

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

272/3

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

(Број захтева)
09.02.2012. године
(Датум)

ЗАХТЕВ
за давање сагласности на реферат о урађеној докторској дисертацији

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

МИЛОША (БЛАЖА) ЂУКИЋА

(име, име једног од родитеља и презиме)

КАНДИДАТ **МИЛОШ (БЛАЖА) ЂУКИЋ**

(име, име једног од родитеља и презиме)

Пријавио је докторску дисертацију под називом:

ПРОЦЕНА ИНТЕГРИТЕТА ИСПАРИВАЧКИХ ЦЕВИ КОТЛОВА ИЗЛОЖЕНИХ ДЕЈСТВУ ВОДОНИКА

Универзитет је дана 23.05.2005. год. својим актом под бр 123/3 дао сагласност на предлог теме докторске дисертације која је гласила:

ПРОЦЕНА ИНТЕГРИТЕТА ИСПАРИВАЧКИХ ЦЕВИ КОТЛОВА ИЗЛОЖЕНИХ ДЕЈСТВУ ВОДОНИКА

Комисија за оцену и одбрану докторске дисертације кандидата: **МИЛОША (БЛАЖА) ЂУКИЋА**

(име, име једног од родитеља и презиме)

Образована је на седници одржаној 01.12.2011. године, одлуком факултета под бр. 2944/2, у саставу:

Име и презиме члана комисије	звање	научна област	установа у којој је запослен
1. <u>Др Вера Шијачки-Жеравчић</u>	Редовни професор	Технологија мат.- Маш.матер и заваривање	Машински факултет Београд
2. <u>Др Александар Седмак</u>	Редовни професор	Технологија мат.- Маш.матер и заваривање	Машински факултет Београд
3. <u>Др Владимир Стевановић</u>	Редовни професор	Термоенергетика	Машински факултет Београд
4. <u>Др Драган Туцаковић</u>	Ванредни професор	Термотехника	Машински факултет Београд
5. <u>Др Биљана Анђелић</u>	Ванредни професор	Наука о материјалима	Технички факултет у Чачку

Наставно-научно веће факултета прихватило је извештај Комисије за оцену и одбрану докторске дисертације на седници одржаној дана 09.02.2012. године.

ДЕКАН
МАШИНСКОГ ФАКУЛТЕТА

Проф.др Милорад Милованчевић

Прилог: 1. Извештај комисије са предлогом.
2. Акт Наставно-научног већа факултета о усвајању извештаја.
3. Примедбе дате у току стављања извештаја на увид јавности,
уколико је таквих примедби било.

УНИВЕРЗИТЕТ У БЕОГРАДУ

- МАШИНСКИ ФАКУЛТЕТ –

Број: 272/2

Датум: 09.02.2012. године

Београд, Краљице Марије 16

На основу чл. 128. Закона о високом образовању и извештаја Комисије у саставу: проф.др Вера Шијачки-Жеравчић, ментор, проф.др Александар Седмак, проф.др Владимир Стевановић, проф.др Драган Туцаковић, проф.др Биљана Анђелић, Технички факултет у Чачку о оцени докторске дисертације „Процена интегритета испаривачких цеви котлова изложених дејству водоника“ докторанта мр Милоша Ђукића, дипл.инж.маш., Наставно-научно веће Машинског факултета на седници одржаној 09.02.2012. године, донело је следећу

ОДЛУКУ

Усваја се извештај за оцену и одбрану докторске дисертације **„ПРОЦЕНА ИНТЕГРИТЕТА ИСПАРИВАЧКИХ ЦЕВИ КОТЛОВА ИЗЛОЖЕНИХ ДЕЈСТВУ ВОДНИКА“** докторанта **МР МИЛОША ЂУКИЋА**, дипл.инж.маш.

Одобрава се одбрана докторске дисертације, пошто је докторска дисертација са извештајем Комисије за оцену и одбрану била стављена на увид јавности у трајању од 30 дана, па како је после свих разматрања на ННВ М.Ф. на крају извештај Комисије коначно усвојен, доставља се Већу научних области техничких наука Универзитета у Београду да да сагласност на извештај о урађеној докторској дисертацији.

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

ДЕКАН
МАШИНСКОГ ФАКУЛТЕТА

Проф.др Милорад Милованчевић

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

Предмет: Извештај Комисије за оцену и одбрану докторске дисертације кандидата
мр Милоша Ђукића, дипл. инж.маш.

Одлуком Наставно-научног већа Машинског факултета Универзитета у Београду бр. 2944/2 од 01.12.2011. године, именовани смо за чланове Комисије за оцену и одбрану докторске дисертације кандидата мр Милоша Ђукића, дипл. инж. машинства, под називом: « ПРОЦЕНА ИНТЕГРИТЕТА ИСПАРИВАЧКИХ ЦЕВИ КОТЛОВА ИЗЛОЖЕНИХ ДЕЈСТВУ ВОДОНИКА», о чему подносимо следећи

ИЗВЕШТАЈ

1. Увод

1.1. Наслов и обим дисертације

Докторска дисертација кандидата мр Милоша Ђукића, дипл.инж.маш., под насловом «**Процена интегритета испаривачких цеви котлова изложених дејству водоника**» је изложена на 141 страни и садржи Увод, 10 поглавља, Закључке и Литературу.

1.2. Хронологија одобравања израде дисертације

Кандидат мр Милош Ђукић, дипл.инж.маш., пријавио је израду докторске дисертације 07.03.2005.год., под бројем 269/1 Катедри за технологију материјала Машинског факултета у Београду. Кандидат је за ментора предложила проф. др Веру Шијачки Жеравчић. На основу пријаве кандидата и предлога Катедре, одлуком ННВ бр. 269/3 од 14.04.2005. године, прихваћен је предлог Комисије о испуњености услова кандидата и научне заснованости теме у саставу: проф. др Александар Седмак, проф. др Владимир Стевановић, др Драган Туцаковић, ван. проф., др Биљана Анђелић, ван. проф., Технички факултет у Чачку и проф. др Вера Шијачки-Жеравчић.

Комисија је поднела Извештај у коме предлаже Наставно-научном већу Машинског факултета у Београду да одобри тему докторске дисертације под радним називом «ПРОЦЕНА ИНТЕГРИТЕТА ИСПАРИВАЧКИХ ЦЕВИ КОТЛОВА ИЗЛОЖЕНИХ ДЕЈСТВУ ВОДОНИКА», наводећи да је предложена тема адекватна за израду докторске дисертације, као и да кандидат испуњава све законске и истраживачке квалификације за рад на дисертацији. У вези са захтевом докторанта Милоша Ђукића, дипл.инж.маш. да се одобри израда докторске дисертације, одлуке Наставно-научног већа Машинског факултета од 14.04.2005.год. о испуњености услова кандидата за израду докторске дисертације и о именовању ментора, а на основу сагласности Стручног већа за машинске, саобраћајне и организационе науке Универзитета у Београду од 23.05.2005. године, донета је коначна одлука бр. 123/3 од 24.05.2005.год., којом се одобрава рад на теми докторске дисертације «ПРОЦЕНА ИНТЕГРИТЕТА ИСПАРИВАЧКИХ ЦЕВИ КОТЛОВА ИЗЛОЖЕНИХ ДЕЈСТВУ ВОДОНИКА», под менторством проф. др Вере Шијачки Жеравчић. Одлуком ННВ МФ од

26.05.2011.год. донета је одлука, из одређених животних оправданих околности, о продужетку рока израде дисертације до 24.05.2012.год.

О завршетку докторске дисертације «ПРОЦЕНА ИНТЕГРИТЕТА ИСПАРИВАЧКИХ ЦЕВИ КОТЛОВА ИЗЛОЖЕНИХ ДЕЈСТВУ ВОДНИКА», ментор проф. др Вера Шијачки Жеравчић обавестила је Катедру за технологију материјала, као и Наставно-научно веће Машинског факултета у Београду. Предложена је Комисија за оцену и одбрану рада у саставу: проф др Вера Шијачки Жеравчић, проф. др Александар Седмак, проф. др Владимир Стевановић, др Драган Туцаковић, ван. проф., др Биљана Анђелић, ван. проф., Технички факултет у Чачку.

На основу наведеног дописа Наставно-научно веће је на седници од 01.12.2011. године једногласно усвојило обавештење о завршетку дисертације кандидата мр Милоша Ђукића под називом «ПРОЦЕНА ИНТЕГРИТЕТА ИСПАРИВАЧКИХ ЦЕВИ КОТЛОВА ИЗЛОЖЕНИХ ДЕЈСТВУ ВОДНИКА» и усвојило предлог Комисије за оцену и одбрану докторске дисертације (одлука бр. 2944/2 од 01.12.2011.год.).

1.3. Место дисертације у одговарајућој научној области

Докторска дисертација «ПРОЦЕНА ИНТЕГРИТЕТА ИСПАРИВАЧКИХ ЦЕВИ КОТЛОВА ИЗЛОЖЕНИХ ДЕЈСТВУ ВОДНИКА» припада области техничких наука, машинство, ужој научној области Машински материјали – наука о материјалима.

1.4. Биографски подаци о кандидату

Мр Милош Ђукић, дипл.инг.маш. је рођен 02.04.1967. год. у Београду. Основну школу, XIV београдску гимназију и Машински факултет, смер термотехника, је завршио у Београду. Дипломирао је 1997. године на Катедри за Технологију материјала Машинског факултета. Исте године је уписао последипломске студије на Машинском факултету у Београду, смер Материјали и заваривање, које је 2002. год. завршио одбраном магистарске тезе под називом *"Дејство водоника на метал испаривачких цеви котлова"*.

Одмах по завршетку студија запослио се на Машинском факултету при Катедри за Технологију материјала као стручни сарадник, да би 2003. године, по магистирању, био изабран за асистента за предмет Машински материјали где и данас ради. Од 2006. год. у оквиру предмета Катедре за технологију материјала и модула Заваривање и заварене конструкције учествује у одржавању наставе на предметима Машински материјали 1, Машински материјали 2, Репарација машинских делова и конструкција и Обезбеђење контроле квалитета заварених спојева. Поред вежби и осталих факултетских активности, ангажован је активно и на пословима сарадње са привредом посебно у области проблема везаних за термоенергетска постројења.

Коаутор је Приручника за лабораторијске вежбе: Р.Прокић Цветковић, П.Смиљанић, З.Радаковић, Г.Бакић, О.Поповић, М.Ђукић: *Машински материјали* - 1. део, Машински факултет, 2004.

Учесник је на пројектима:

Научни пројекти МНЗС:

1. "Развој и примена концепта одржавања усмереног ка поузданости у циљу подизања расположивости и ефикасности у раду термоенергетских постројења" – Пројекат МНЗЖС бр. ЕЕ104-176А, програм енергетска ефикасност (2003-2006.), Министарство за науку и заштиту животне средине, руководилац Пројекта: Проф. Др Вера Шијачки. (М.Ђукић- учесник).

2. „Мере и поступци за праћење и смањење корозионе активности метала у циклусу вода-пара у термоенергетским постројењима" – Пројекат МНЗЖС бр. ТР-6634Б, програм технолошког развоја (2005-2007.) Министарство за науку и заштиту животне средине, руководилац Пројекта: Проф. Др Љубинка Рајаковић, (М.Ђукић- учесник)

3. „Примена савремених технологија у циљу спречавања ерозије котловских цеви“ - Пројекат на 2 год. у оквиру Програма истраживања у области Технолошког развоја за период 01.04.2008.-31.03.2011. у области Енергетске ефикасности Министарстава за науку и технолошки развој Евиденциони број: 18005, Руководилац: Проф. др. Вера Шијачки Жеравчић, (М.Ђукић- учесник)

4. „Примена савремених легура А1 за заварене конструкције“- Пројекат на 2 год. у оквиру Програма истраживања у области Технолошког развоја за период 01.04.2008.-31.03.2011. у области Машинства, Министарства за науку и технолошки развој, Евиденциони број: 14025, Руководилац: Проф. др. Радица Прокић Цветковић, (М.Ђукић- учесник)

5. "Истраживање могућности унапређења технологије заваривања микрولةгираних челика" пшројекат на 3 године (период 2011-2014.год.) у програму Технолошког развоја Министарство за науку и технолошки развој, област Машинство и индустријски софтвер, Евиденциони број бр.ТР 35024, Руководилац: Проф. др Радица Прокић Цветковић, (М.Ђукић-учесник)

Међународни научни пројекти:

Dr Milenko Braunovic, prof. Vera Sijacki Zeravcic, MSc Gordana Bakic, MSc Milos Djukic, Dragomir Markovic: Boiler Tube Erosion in Thermal Power Plants, CEATI Project and Report No. T052700-0122, CEA Technologies Inc. (CEATI), 2006, Canada, p112

Студије Електропривреде Србије

1. "Мере и поступци за поуздан и ефикасан систем контроле корозионог стања водено парног циклуса ТЕ и ТЕ-ТО ЕПС-а и препоруке за примену нових технологија" – Пројекат на 2 (1999-2001.) године чији су учесници: Технолошко металуршки факултет у Београду, Машински факултет у Београду, Електропривреда Србије финансиран од стране Електропривреде Србије, (М.Ђукић - учесник).

2. "Процена степена деградације и оштећења материјала и преосталог века виталних компоненти термоблокова ЕПС (процедура са примером примене)" у оквиру области А, термоенергетика и термотехника, Студија ЕПС-а на 1 годину-2005, руководилац Студије Проф. др Вера Шијачки Жеравчић (М.Ђукић- учесник)

2. Опис дисертације

2.1. Структура и садржај дисертације

Докторска дисертација кандидата мр Милоша Ђукића, дипл.инж.маш., под насловом «ПРОЦЕНА ИНТЕГРИТЕТА ИСПАРИВАЧКИХ ЦЕВИ КОТЛОВА ИЗЛОЖЕНИХ ДЕЈСТВУ ВОДОНИКА» је изложена на 141 страни и садржи Увод, Теоријски део који се састоји од 4 поглавља, Експериментални део који се састоји од 4 поглавља, Дискусију која се састоји из 2 дела, Закључке и Литературу. Текст је илустрован са 130 слика и дијаграма, као и 33 табела. У попису коришћене литературе кандидат је навео 161 литературних навода:

- УВОД

ТЕОРИЈСКИ ДЕО

- Преглед водоничних оштећења метала
- Водонична кртост
- Механизми водоничне кртости
- Високотемпературски водонични атак

ЕКСПЕРИМЕНТАЛНИ ДЕО

- План експеримента
- Методе испитивања
- Материјал Ст.20 и позиције узорковања
- Резултати испитивања и њихова анализа

ДИСКУСИЈА

- Дискусија резултата испитивања
- Модел за процену интегритета испаривачких цеви котлова изложених дејству водоника

ЗАКЉУЧАК

ЛИТЕРАТУРА

2.2. Кратак приказ појединачних поглавља

У Уводу је дат приказ мотивације кандидата за рад на задатој теми, разрађују се постављени циљеви и приказује план рада. Истакнут је предмет докторске дисертације, тј.

проблеми при процени интегритета испаривачких цеви котлова изложених дејству водоника код термонергетских постројења генерално са посебним истицањем промена које се дешавају у материјалу компоненти током дуготрајне експлоатације на повишеним температурама и притисцима. Водонична корозиона оштећења су најмање истражена са аспекта услова за њихову иницијацију, могућих узрочника и механизма, као и кинетике развоја. Стога је предмет ове докторске дисертације посвећен истраживањима која се односе на испаривачке цевне системе котлова неких домаћих термоенергетских постројења са аспекта процене њиховог интегритета у условима деловања корозионих механизма са водене стране цеви праћених издвајањем водоника. С обзиром да у светској науци још увек не постоји јединствено сагледавање деловања и ефеката водоника на материјал котловских цеви и да се стога процена интегритета може да врши на основу различитих приступа, приступ који је примењен у овој тези је заснован на микроструктурној деградацији материјала праћеној променом механичких особина (посебно жилавости) и њиховој корелацији са специфичним условима експлоатације. Ако се зна да свака микроструктура представља јединствени показатељ материјала, онда њена деградација изазвана дејством водоника представља једино суштинско мерило тог дејства.

У поглављу *Преглед водоничних оштећења метала* дат је кондензован приказ оштећења материјала која настају услед дејства водоника независно од радне температуре. Генерално, водонична оштећења се могу поделити на четири основне групе, иако се у литератури често наводе обимније и унеколико различите поделе које укључују и специфичне типове оштећења, уско везане за поједине групе легура. Следећи вид поделе водоничних оштећења је најприкладнији ако се анализира челик као метал: водонични блистери, водоником изазвана напонска корозија, водонична кртост и високотемпературски водонични атак. Водонични блистери се најчешће јављају код челика ниске чврстоће и спадају у категорију нискотемпературских водоничних оштећења, а настају услед пенетрација водоникових атома у метал и њихове рекомбинације до молекуларног водоника који се издваја по границама зрна. Водоником изазвана напонска корозија је карактеристична за цеви топловода код којих се водоник, као један од продуката корозије, издваја у врху прслине и потпомаже њено ширење. Последња два типа оштећења су детаљније обрађена у појединачним поглављима.

У поглављу *Водонична кртост* дат је детаљан приказ овог типа оштећења који не само да је најмање разјашњен у светској литератури без обзира на енорман број истраживања, већ постоје и бројна супротстављена мишљења о његовим стварним узроцима. Водонична кртост је изазвана пенетрацијом атомарног или јонизованог водоника и његовом реакцијом са металом, што за последицу има пад својстава пластичности, односно пораст кртости метала на макро нивоу, с тим што се овај процес одвија у широком дијапазону температура. Врло сложен карактер водоничне кртости код различитих метала и легура има своје специфичности које су условљене: врстом извора водоника, количином и обликом водоника раствореног у металу, специфичностима међусобног дејства метала са водоником, карактером, величином и расподелом напона у металу, и врстом, количином и расподелом грешака у решетки метала.

Поглавље *Механизми водоничне кртости* је посвећено приказу тренутно актуелних механизма овог вида оштећења. Од бројних механизма водоничне кртости који су предлагани последњих 60 година, два механизма, који су и експериментално потврђени, су се издвојила последњих година у светској литератури као важећи за већину метала и легура које се уграђују у компоненте индустријских постројења: водоником потпомогнута декохезија (HEDE-механизам) и водоником потпомогнута локална пластичност (HELP-механизам). Дефинисање процеса узајамног дејства метала са водоником, који условљава локалну промену микроструктурних карактеристика челика, промену механичких својстава челика, а као резултат и појаву различитих типова водоничних оштећења, представља изузетно комплексан проблем. У зависности од специфичности међусобног дејства наведених фактора испољавање се различит степен пада пластичности метала који је најчешће микро локалног карактера. До данас не постоји универзалан модел-механизам који би истовремено описивао и узимао у обзир све облике настајања и развијања водоничне кртости. У оквиру овог поглавља је, поред детаљног описа оба наведена механизма, дат критички осврт на разлоге супротстављених мишљења о деловању само једног, од два наведена, механизма.

Високотемпературски водонични атак је тема четвртог поглавља теоријског дела. Водонични атак и разугљеничење се јављају код челика који су изложени дејству "спољашњег" извора водоника, који може да буде радна средина у контакту са металом или хемијски процеси у граничном слоју метал-радна средина на повишеном притиску и температури. Одвијање

процеса водоничног атака условљено је међусобном реакцијом растворених атома водоника са карбидом железа, при чему настаје гасовити метан у порама, на границама зрна или у другим понорима водоника. Велики и слабо покретљиви молекули метана, издвојени по границама зрна, као и другим деловима микроструктуре, врше притисак на границе услед чега долази до појаве интеркристалних микропрелина. До развоја интеркристалних макропрелина и разарања метала долази при успостављању критичне комбинација локалног садржаја раствореног водоника, затезних напона у материјалу и микроструктурних карактеристика. Процес настајања метана је праћен још једним типом водоничних оштећења - разугљеничењем које је последица уклањања угљеника непосредно уз реакциону зону. Процес разугљеничења представља још један аспект апсорпције водоника у метал на повишеним температурама и последица је реакције водоника са нестабилним карбидом железа а одвија се током водоничног атака. Интензитет процеса осиромашења челика на угљенику зависи, између осталог, и од притиска метана који се издваја по границама зрна, у порама и понорима водоника. Висока склоност нискоугљеничних челика ка разугљеничењу знатно се смањује легирањем са хромом, молибденом и ванадијумом. У оквиру овог поглавља обрађени су и проблеми високотемпературског водоничног атака испаривачких цеви са посебним освртом на услове и узрочнике његовог настајања, који се, пре свега, односе на специфичне услове експлоатације, стабилност процеса кључања двофазног флуида у цевима, степен корозионог атака и стање заштитног магнетитног слоја са унутрашње стране цеви.

У првом поглављу Експерименталног дела *План експеримента* је детаљно представљен план и програм извођења експеримента. Експериментални део истраживања је изведен на три цеви које припадају цевима испаривача једног домаћег термоенергетског постројења, које су претрпеле разарање током експлоатације услед дејства водоника и на једној новој цеви од истог материјала. Цеви испаривача су израђене од нискоугљеничног котловског челика ознаке Ст.20 (ГОСТ). С обзиром да се водонична оштећења јављају релативно локализовано, при планирању узорковања усвојен је принцип да се из сваке појединачне цеви са оштећењем исеку три групе узорка: једна група непосредно из зоне оштећења "прозорског" типа са стране цеви окренуте ка ложишту, друга група са исте пламена стране цеви али довољно далеко од оштећења и трећа група са стране цеви окренуте ка озиду котла и то наспрам прозора или зонама изван њега. Из све четири цеви су исечени и на одговарајући начин припремљени узорци за испитивање хемијског састава, затезних својстава, тврдоће, жилавости и микроструктурних карактеристика светлосном микроскопијом и карактеристика преломне површине и унутрашње површине цеви скенинг електронском микроскопијом.

У другом поглављу Експерименталног дела *Методе испитивања* дат је преглед свих коришћених метода. За испитивање хемијског састава коришћена је квантометарска метода за основни материјал а метода атомске апсорпционе спектроскопије, јонска хроматографија, перманганометријска Zimmerman-Reinhart метода и индуковано купловано плазма-оптичка емисиона спектроскопија за одређивање наслага на унутрашњој површини цеви. Такође, поред мерења дебљине зида цеви, извршено је стандардно испитивање затезањем на собној температури, испитивање тврдоће и испитивање жилавости на инструментiranом Шарпијевом клатну уз одређивање енергије за иницијацију прелине и енергије за ширење прелине као и удела жилавог лома. Од метода за испитивање структурних карактеристика примењено је испитивање на светлосном микроскопу за одређивање микроструктуре као и на скенирајућем електронском микроскопу у циљу одређивања карактеристика преломне површине са микрохемијском EDAX анализом.

У трећем поглављу Експерименталног дела *Материјал Ст.20 и позиције узорковања* укратко су наведене механичке особине коришћеног материјала, према стандарду, који иначе представља материјал који се широко користи у енергетици за испаривачких цеви котлова чија радна температура не прелази 350°C. Такође, у оквиру овог дела шематски су приказане оштећене цеви у котлу као и скице узорка цеви са тачно назначеним позицијама исецања појединих епрувета за испитивање.

У четвртм поглављу Експерименталног дела *Резултати испитивања и њихова анализа* детаљно су представљени и анализирани резултати испитивања једне нове цеви и три цеви са оштећењима, при чему су цеви биле у раду ~73.000 сати. Из узорка цеви У1 исечено је 24 епрувете за испитивање жилавости, из узорка У2 исечено је 18 епрувета, из узорка У3 исечено је 19 епрувета а са нове цеви је исечено 9 епрувета. Овако опсежан број епрувета за жилавост из карактеристичних наведених зона омогућио је да се изврши анализа и међусобно поређење

степен пада жилавости у појединим зонама цеви са посебним освртом на корелацију смањења свих карактеристика жилавости (ударне жилавости, удела ударне жилавости за иницијацију, удела ударне жилавости за ширење прслине, удела нестабилног раста прслине у укупном ширењу прслине и удела жилавог лома) са тврдоћом. С друге стране, извршена је детаљна анализа преломних површина изабраних епрувета за испитивање жилавости из непосредне околине оштећења у циљу дефинисања карактеристика преломних површина (СЕМ) уз препознавања и одређивање, на основу појавних облика лома, могућих делујућих механизма водоничне кртости (HELP, HEDE или симултано оба механизма) као и ефеката високотемпературског водоничног напада (деградација микроструктуре).

У овом *Дискусије резултата испитивања* разматрани су добијени експериментални резултати, детаљно по појединим механичким особинама уз корелативно истицање истовестности понашања степена кртости и тврдоће. Уочена врло индикативна зависност послужила је као основ за формирање *Модела за процену интегритета испаривачких цеви котлова изложених дејству водоника* који представља саставни део *Дискусије*. Значајан допринос резултата приказаних у овој тези је што се на основу њих сагледало да постоје два типа понашања промене тврдоће у зонама метала цеви које су претрпеле различити степен засићења водоником. Ова два типа понашања, посебно величина градијента пада тврдоће са удаљењем од отвора су указала на могућу промену доминантног механизма водоничне кртости и њихово могуће симултано дејство код проучаваног челика. На основу свеобухватне обраде резултата који су добијени испитивањем на инструментираним Шарпијевом клатну проистекле су одређене зависности и издискутоване су карактеристичне промене показатеља жилавости. Показало се да постоји изузетно добра корелација појединих величина са променом тврдоће која је омогућила препознавање одговорног механизма водоничне кртости. Као меродаван показатељ за степен кртости материјала посебно при релативно ниском засићењу водоником и активирању само HELP механизма, што је такође допринос овога рада, је корелације вредности удела жилавог лома са уделом нестабилног раста прслине у укупном расту прслине. Посебно су разматране промене на преломној површини одабраних епрувета жилавости и одређивање карактеристике лома при великим повећањима у циљу потврде претпостављених механизма водоничне кртости. Уочене промене карактеристика лома и промена њиховог односа са удаљењем од отвора су недвосмислено показале да су оба механизма водоничне кртости присутна код испитиваног материјала што је још један велики допринос овога рада. Као што је истакнуто у оквиру овог поглавља је дат приказ Модела за процену интегритета испаривачких цеви котлова изложених дејству водоника на основу планског праћења и исецања епрувета за испитивање жилавости и тврдоће чијом применом треба да се обезбеде превентивни услови за праћење засићења водоником материјала у експлоатацији и спрече непожељни ломови и откази, што представљени модел препоручује за примену у пракси.

У поглављу *Закључци* изведени су закључци претходних разматрања и дат предлог даљих истраживања.

На крају је наведена коришћена литература.

3. Оцена дисертације

3.1. Савременост, оригиналност и значај

Докторска дисертација «ПРОЦЕНА ИНТЕГРИТЕТА ИСПАРИВАЧКИХ ЦЕВИ КОТЛОВА ИЗЛОЖЕНИХ ДЕЈСТВУ ВОДНИКА» представља савремен, оригиналан и значајан допринос разматраној проблематици. Значај ових истраживања огледа се кроз актуелност теме која третира проблематику понашања материјала у условима засићења материјала испаривачких цеви термоенергетских постројења водоником уз одређивање одговорног механизма водоничне кртости. Савременост теме потврђују велика улагања у истраживања која се данас спроводе у разјашњавању услова и узрока засићења материјала водоником и превенцији појаве водоничних оштећења због велике вредности опреме термоенергетских постројења и њене сигурности и поузданости у дуготрајном раду. Оригиналност се огледа у приступу формирања модела и квантификацији показатеља кртости, која је приказана на примеру једног котловског челика, а неки од резултата су публиковани и саопштени на научним и стручним скуповима.

3.2. Осврт на референтну и коришћену литературу

У докторској дисертацији коришћена је обимна литература из области дејства водоника на метал по различитим механизмима, појави различитих видова оштећења услед водоника, промене особина материјала код којег је дошло до засићења на водоник, као и карактеристика преломне површине које могу да послуже за одређивање доминантног механизма у присуству водоника код материјала који се користе у термоенергетици и модела за процену интегритета испаривачких цеви котлова изложених дејству водоника, са акцентом на физичким процесима који се при томе одвијају у материјалу. Ова литература је кандидату послужила као полазна основа за приказ постојећег стања у овој области, везано за проблематику која се тиче докторске дисертације. Коришћена литература представља избор савремене и актуелне литературе на енглеском, руском, и српском језику, као и одређени број страних стандарда, а уједно указује и на могућности даљег проширења научног сазнања у датој области.

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

Истраживање се заснива на одређивању најугрожаваних механичких и микроструктурних параметара којима је могуће оценити интегритет испаривачких котловских цеви израђених од нискоугљеничног челика Ст.20, који је радио у условима високотемпературског водоничног напада, и његовом уношењу у модел за процену интегритета. Од механичких карактеристика на основу којих је могуће оценити степен кртости материјала издвојена је тврдоћа, с једне стране, односно ударна жилавости, удео ударне жилавости за иницијацију, удео ударне жилавости за ширење прслине, удео нестабилног раста прслине у укупном ширењу прслине и удео жилавог лома, с друге стране. Примењене су теоријско-експерименталне сазнања које су се заснивале на анализи механизма водоничних оштећења, док је експериментални део обављен на узорцима који су исецани са три водоником оштећене котловске испаривачке цеви са термоенергетског постројења. Поред експерименталног истраживања феномена високотемпературског водоничног напада, формиран је и оригиналан модел за процену интегритета испаривачких цеви котлова изложених дејству водоника. Уврштавањем експериментално одређених механичких параметара и њиховим корелисањем са микроструктурним параметрима, могуће је проценити степен водоничног напада.

3.4. Оцена примењивости и верификације остварених резултата

Остварени резултати се могу директно применити у пракси, јер се на основу урађених испитивања, дефинисаних зависности између механичких и микроструктурних карактеристика за оцену степана кртости за челик Ст.20, као и дефинисаног модела за процену интегритета метала изложеног високотемпературском водоничном нападу могуће извршити корелацију са стањем материјала испаривачких цеви котлова термоенергетских постројења израђених од челика Ст.20 које су тренутно у експлоатацији на нашем подручју. Развијени модел за процену интегритета испаривачких цеви котлова изложених дејству водоника је једноставан за примену, заснива се на коришћењу стандардних метода испитивања, даје врло реалне резултате и може се користити у пракси.

3.5. Оцена способности кандидата за самостални научни рад

Кандидат је током израде ове дисертације показао да је у стању да самостално решава инжењерске и научне проблеме и да успешно влада научним и истраживачким методама, што представља одличну основу за даља достигнућа у науци.

4. Остварен научни допринос

4.1. Приказ оствареног научног доприноса

Полазећи од основног научног циља дисертације, који је био дефинисање модела за процену интегритета испаривачких цеви котлова изложених дејству водоника, остварени научни допринос огледа се у следећем:

- У циљу дефинисања модела за процену интегритета испаривачких цеви котлова изложених дејству водоника дефинисани су механички параметри који најбоље одсликавају промену степена кртости и микроструктурне промене у нисколегираном нискоугљеничном челику Ст.20 изложеном врло сложенем процесу обогаћивања водононим које се одвијају током дуготрајне експлоатације, као резултат одвијања процеса водоничне корозије.
- На основу добијених резултата дата су нова оригинална тумачења физичких појава које се одвијају у челику Ст.20 током процеса обогаћивања водоником пре свега да су истовремено активна оба механизма водоничне кртости код испитиваног материјала: водоником потпомогнута декохезија (HEDE-механизам) и водоником потпомогнута локална пластичност (HELP-механизам).
- Као меродаван показатељ за степен кртости материјала, посебно при релативно ниском засићењу водоником и активирању само HELP механизма, може се усвојити корелације вредности удела жилавог лома са уделом нестабилног раста прслине у укупном расту прслине.
- На основу корелације вредности измерене тврдоће са одговарајућим величинама, параметрима који се добијају испитивањем жилавости на инструментираним клатну (ударне жилавости, удела ударне жилавости за иницијацију, удела ударне жилавости за ширење прслине, удела нестабилног раста прслине у укупном ширењу прслине и удела жилавог лома) и анализе карактеристика преломне површине епрувета, могуће је дефинисати активност појединих механизма водоничне кртости (HEDE и HELP) и оценити значај микроструктурне деградације услед дејства високотемпературског водоничног напада.
- Посебно је дат јасан научни допринос формирањем оригиналног модела за а процену интегритета испаривачких цеви котлова изложених дејству водоника Увршавањем експериментално одређених механичких параметара и њиховим корелисањем са микроструктурним параметара, могуће је проценити степен водоничног напада.

Конечан резултат ових истраживања је примена формираног модела у пракси на компонентама термоенергетских постројења које су изложене високотемпературском водоничном нападу израђене од челика Ст.20 у циљу превенције и праћења могућности појаве водоничних оштећења.

4.2. Критичка анализа резултата истраживања

Сагледавањем постојећег стања, циљева истраживања и добијених резултата, можемо констатовати да су разрешена сва битна питања и дилеме који су се наметнули у току истраживања. Имајући у виду значај процене интегритета компоненти термоенергетских постројења изложених дејству водоника, од којих је велики број израђен од челика Ст.20 (и сличне класе), на којој су спроведена истраживања, као и чињеницу да су ова експериментална истраживања новина у нашој земљи, ова докторска дисертација представља важан корак у даљем истраживачком раду у погледу процене интегритета и поузданости експлоатације засноване на реалном стању материјала и процесима који се одвијају у њима током дугог времена рада. Очекује се имплементација ове дисертације у различитим гранама индустрије, посебно термоенергетике, где се користи челик Ст.20 за израду испаривачких цеви котлова, у циљу обезбеђења поуздане експлоатације и оптималног времена замене, као и повећања експлоатацијске сигурности опреме.

4.3. Очекивана примена резултата у пракси

Примена резултата који су добијени у овој докторској дисертацији отвара нове перспективе у праћењу стања метала који је подложен дејству водоника на повишеним температурама, што и јесте карактеристика испаривачких цеви термоенергетских постројења. У досадашњој пракси у свету и код нас интегритет испаривачких цеви котловских постројења на фосилна горива представљају и данас велику непознаницу у процесу савременог и ефикасног одржавања у циљу поуздане и економичне експлоатације. Разлог за ову појаву треба тражити у врло специфичним конструктивним решењима и експлоатационим условима рада. Узроци

непредвиђених застоја котловског постројења због отказа испаривача су бројни и вишеструки. По својој учесталости застоји котловског постројења условљени отказима испаривача су изузетно високи и према званичним подацима Elektrical Power Research Institute, USA, овај број у Америци и Канади достиже ~ 70% од укупног броја отказа цевног система котла. С друге стране, у ери конкурентног пословања, показано је да постоје оправдани разлози за примену модела који би могли да обезбеде поузданију могућност процене "присуства водоника у систему", јер су последице његовог присуства врло неповољне. С обзиром на широку примену челика Ст 20, али и других челика котловских и топлотнопостојаних као материјала за израду компоненти термоенергетских и осталих индустријских постројења, посебно је значајно што је у раду доказана могућност квантификације одређених показатеља који су у директној корелацији са неповољним ефектима водоника, што у коначном води значајном смањењу трошкова одржавања кроз смањење учесталости отказа.

Имајући у виду да су овом докторском дисертацијом обухваћени релевантни, реално мерљиви, параметри који фигуришу у моделу процене интегритета котловских цеви, као и чињеницу да је значајна количина опреме направљена од њега, може се очекивати већа примена резултата у пракси и имплементација у процес одржавања у домаћој индустрији. С обзиром на трендове у свету у погледу развоја нових материјала за повишене температуре, а самим тим и потреби за поузданим моделима за процену интегритета, може се очекивати да се део резултата из овог истраживања након објављивања, може верификовати и на другим челицима ове класе и применити и ван граница наше земље.

4.4. Верификовани научни доприноси

Научни допринос докторске дисертације је верификован радовима објављеним у часописима и саопштеним на конференцијама током вишегодишњег истраживања:

M23 Rad у међународном часопису

1. Vera Šijački Žeravčić, Gordana Bakić, **Miloš Đukić**, Dragomir Marković, Bratislav Rajčić, Contemporary Maintenance Management of Power Plant Life Exhaustion Components, Technics Technologies Education Management-TTEM, (2010), vol. 5 br. 3, str. 431-436 (IF: 0.256 (2010))

M14 Поглавља у монографијама међународног значаја

1. Šijački Žeravčić V., Bakić G., **Đukić M.**, Anđelić B., Milanović D.: Malfunctioning during service life, From fracture mechanics to structural integrity assessment – Monograph from 8th Int. Fracture Mechanics Summer School, Belgrade, Edited by S.Sedmak, DIVK and TMF, pp 193-208, 2004
2. Vera Sijacki Zeravcic, Gordana Bakic, **M. Djukic**, Biljana Andjelic: Failure at Elevated Temperatures, Medjunarodna - The Challenge of Materials and Weldments, Structural Integrity and Life Assessment, Faculty of Mechanical Engineering (MF), Faculty of Technology and Metallurgy (TMF), University of Belgrade; Society for Structural Integrity and Life (DIVK), 2008, Vol. 9, pp. 183-202, ISBN: 978-86-86917-04-1

M24 Rad u međunarodnom časopisu verifikovan posebnom odlukom MPN:

1. Vera Šijački – Žeravčić, Dušan Milanović, Gordana Bakić, Miladin Radović, Zoran Stamenić, **Milos Đukić**, Marija Matić: Estimation of long-term strength of the material exposed to the high-temperature creep using the microstructure dependent parameter, Theoretical and Applied Mechanics, An International Journal, Special Volume (1), (2004), pp 408-412

M33 Саопштење са међународног скупа штампано у целини

1. Šijački Žeravčić V., Bakić G., **Đukić M.**, Milanović D., Anđelić B.: Case Study of Boiler Tubes Damages Caused by Different Corrosion Processes, Proceedings of Conf. METALURGIJA 2000, Makedonija, 2000, pp 247-252
2. Šijački Žeravčić V., **Đukić M.**, Bakić G., Milanović D., Matić M.: Hydrogen Embrittlement and Long Time Overheating of the Furnace Walls Tubing due to Exploitation Over Critical-heat-flux, Proceedings of Conf. METALURGIJA 2000, Makedonija, 2000, pp 63-68

3. Šijački Žeravčić V., **Đukić M.**, Bakić G., Anđelić B.: Detection of damages in fossil fuel steam boiler tubing system with new corrosion NDT unit EMF3-MI, Proc. of 3th Inter. Conf.: RaDMI 2003, Herceg Novi, SCG, 2003, pp 547-550
4. **Djukic M.**, Sijacki Zeravcic V., Bakic G., Milanovic D., Andjelic B., Model of Influencing Factors for Hydrogen Damages of Boiler Evaporator Tubes, Conf. CD - Proceedings of 11th International Conference on Fracture, Torino, Italy, 20-25.March, 2005, on Conf. CD
5. **Đukić M.**, Šijački Žeravčić V., Bakić G., Rajičić B., Anđelić B., Weld Geometry Defect Influence on Boiler Tube Structural Integrity, Proceedings of 1st South-East European Welding Congress, Timisoara, Romania, 24-26 May, (2006) pp. 169-179.
6. 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, Alexandroupolis, Greece, 03-07. July, 2006, Edited by E.E.Gdoutos, Springer, (2006) pp. 1081-1082.

M45 Поглавља у монографијама националног значаја

1. *Корозија термоенергетских постројења*, књига 1 у оквиру Студије ЕПС-а: Мере и поступци за поуздан и ефикасан систем контроле стања водено парног циклуса ТЕ и ТО ЕПС-а и препоруке за примену корективно превентивних мера, Технолошко металуршки факултет, Машински факултет (Шијачки Жеравчић В., Бакић Г., **Ђукић М.**), НИ Винча, Београд, 2002.год., 101.str (620.193) ISBN 86-83871-02-9
2. *Корозиони потенцијал воде*, књига 2 у оквиру Студије ЕПС-а: Мере и поступци за поуздан и ефикасан систем контроле стања водено парног циклуса ТЕ и ТО ЕПС-а и препоруке за примену корективно превентивних мера, Технолошко металуршки факултет, Машински факултет (Шијачки Жеравчић В., Бакић Г., **Ђукић М.**), НИ Винча, Београд, 2002.год. 142 str., (620.193:621.311.22) ISBN 86-83871-03-7

M51 Рад у водећем часопису националног значаја

1. Bakic G., Sijacki Zeravcic V., **Djukic M.**, Andjelic B., *Probability of Failure of Thermal Power Plant Boiler Tubing System Due to Corrosion*, FME Transactions, Vol.35, br.1, 2007, pp.47-54, ISSN 1451-2092, UDK 621
2. Šijački Žeravčić V., Voldemarov.A., Bakic G., **Djukic M.**, Andjelic B., Milanovic D.: *Residual Life Assessment of First Stage Steam Boiler Reheater Tubing System from the Corrosion Damages Point of View*, Phisico Chemical Mechanics of Materials, special issue – Problems of Corrosion and Corosion Protections of Materials, No3 (2002) pp 51-57
3. Šijački Žeravčić V., Bakic G., **Djukic M.**, Milanovic D.: Review of Corrosion Damages of Water-Steam System of Domestic Fossil Fuel Plants in regard to a Quality of Build-up Material, Phisico Chemical Mechanics of Materials, special issue – Problems of Corrosion and Corosion Protections of Materials, No3 (2002) pp 58-64
4. Šijački Žeravčić V., Voldemarov A., Bakić G., **Đukić M.**, Anđelić B., Milanović D.: Estimation of remaining life and probability of failure of boiler tubes with active corrosion defects, Phisico Chemical Mechanics of Materials, special issue – Problems of Corrosion and Corosion Protections of Materials No4 (2004) pp 55-61

M53 Рад у научном часопису

1. Шијачки-Жеравчић В., Бакић Г., **Ђукић М.**, Анђелић Б.: *Анализа резултата испитивања вреловодног котла као подлога за оцену његовог интегритета*, ИНТЕГРИТЕТ И ВЕК КОНСТРУКЦИЈА, Vol.7, No2, 2007, pp. 133-140
2. **Ђукић М.**, Шијачки-Жеравчић В., Бакић Г., Анђелић Б.: *Интегритет котловског постројења у условима водоничних оштећења*, ИНТЕГРИТЕТ И ВЕК КОНСТРУКЦИЈА, Vol.7, No2, 2007, str. 141-148
3. Assoul Y., Benbelaid S., Sijacki Zeravcic V., Bakic, G., **Djukic M.**, *Life Estimation of First Stage High Pressure Gas Turbine Blades*, Scientific Technical Review, vol. 58, br. 2, 2008, str. 8-13, ISSN 1820-0206, UDK 620.9:620.178.3:669.14.018.8
4. **Ђукић М.**, Бакић Г., Шијачки Жеравчић В., Анђелић Б.: *Методологија утврђивања узрока појаве корозионих оштећења у процесној индустрији*, Техничка дијагностика, Vol 3, No1, (2004), стр. 31-35

M63 Саопштење са скупа националног значаја штампано у целини

1. Ђукић М., Шијачки Жеравчић В., Бакић Г., Матић М., Милановић Д.: Проблематика избора материјала високо оптерећених компонената ТЕ постројења с аспекта термостойаности, Зборник радова са научно стручног саветовања ЕНЕРГЕТИКА ЈУГОСЛАВИЈЕ 2000 са међународним учешћем – Златибор, стр. 374-377, 2000.
2. Ђукић М., Шијачки Жеравчић В., Бакић Г., Милановић Д.: Експлоатација испаривачког система котла са аспекта поремећаја у хидродинамици и водоничних оштећења, Збор. рад. са конференције ЕНЕРГЕТИКА СРПСКЕ 2001, Теслић, Република Српске, 2001, стр. 198-207
3. Ђукић М., Шијачки Жеравчић В., Бакић Г., Анђелић Б., Керечки Ј.: Утицај експлоатационих услова на интегритет испаривачких цеви котлова, Зборник радова са 11. симпозијума термичара Србије и Црне Горе, Златибор, 2003, на ЦД-у
4. Шијачки Жеравчић В., Бакић Г., Ђукић М., Анђелић Б., Стевић Љ., Јанков Н., Винуловић З.; Рајичић Б.: Фазе концепта одржавања усмереног ка поузданости примењене на домаће термоенергетско постројење, Зборник радова са Симпозијума ЕЛЕКТРАНЕ 2004 са међ. учешћем, Врњачка бања, 2004, ЦД
5. Ђукић М., Шијачки Жеравчић В., Бакић Г., Керечки Ј., Анђелић Б., Рајичић Б.: Концепт одржавања котловских цеви изложених корозионом нападу, Зборник радова са Симпозијума ЕЛЕКТРАНЕ 2004 са међ.учешћем, Врњачка бања, 2004, ЦД
6. Г.Бакић, В.Шијачки Жеравчић, М.Ђукић, У.Assoul, Б.Рајичић, Одржавање и поузданост корозијом захваћених цевних система котлова термоенергетских постројења, Збор. рад. са научно-стручног VII YUCORR, Корозија и заштита материјала у индустрији и грађевинарству, Тара, мај 2005. год., 2005, стр 130-134
7. В.Шијачки Жеравчић, Г.Бакић, М.Ђукић, Б.Анђелић Преглед корозионих оштећења домаћих термоенергетских постројења, Збор. рад. са научно-стручног VII YUCORR, Корозија и заштита материјала у индустрији и грађевинарству, Тара, 29 мај -02 јун 2005. год., стр. 20-30
8. М.Ђукић, В.Шијачки Жеравчић, Г.Бакић, Б.Анђелић, Б.Рајичић: Водонична оштећења котловских испаривача, Збор. рад. са научно-стручног VII YUCORR, Корозија и заштита материјала у индустрији и грађевинарству, Тара мај 2005. год., стр.124-129
9. Шијачки Жеравчић В., Бакић Г., Ђукић М., Анђелић Б.: Корозија нерђајућих челика, Збор. рад. са научно-стручног VIII YUCORR, Корозија и заштита материјала у индустрији и грађевинарству, Тара 09.05-12.05.2006. год., стр.25-43
10. Шијачки Жеравчић В., Бакић Г., Ђукић М., Анђелић Б., Рајичић Б.: Нека разматрања о проблемима напонске корозије метала, Збор. рад. са научно-стручног IX YUCORR, Корозија и заштита материјала у индустрији и грађевинарству, Тара, 2007., стр.25-42

M84 Битно побољшана технологија, технолошки поступак и постојећи производ (уз доказ)

1. В. Шијачки Жеравчић, Г. Бакић, М. Ђукић, Б. Рајичић, Б. Анђелић, Савремена технологија заштите у циљу спречавања ерозије котловских цеви, Машински факултет у Београду, ЈП ЕПС, П.Д. Термоелектране Никола Тесла д.о.о., Пројекат МНТР 18005, 2010. Одлука Наставно- научног већа бр.209/2 (22.04.2010), Машински факултет у Београду
2. Никола Бајић, Марко Ракин, Гордана Бакић, М. Ђукић, Побољшано експериментално постројење за израду обложених електрода за заваривање“, побољшано и реконструисано постројење се налази у лабораторји Истраживачко развојног центра-ИХИС Techno-experts д.о.о Београд, 2009. Одлука Наставно- научног већа бр.209/2 (22.04.2010), Машински факултет у Београду. (M84=3)
3. Никола Бајић, Марко Ракин, Зоран Радосављевић, Дарко Вељић, Гордана Бакић, М. Ђукић, Нови квалитет легиране пуњене жице за МАГ заваривање челика који се користе за рад на ниским температурама, Истраживачко развојни центар-ИХИС Техно експертс д.о.о Београд, 2009. Одлука Наставно - научног већа бр.446/2 (13.03.2011), Машински факултет у Београду. (M81=8)

5. Закључак и предлог

Докторска дисертација под називом «ПРОЦЕНА ИНТЕГРИТЕТА ИСПАРИВАЧКИХ ЦЕВИ КОТЛОВА ИЗЛОЖЕНИХ ДЕЈСТВУ ВОДОНИКА» кандидата мр Милоша Ђукића, дипл.инж.маш., представља савремен и оригиналан научни допринос кроз свеобухватно сагледавање проблематике водоничних оштећења метала и експлоатационе поузданости испаривачких цеви котлова, посебно за челике феритно-перлитне класе којој припада челик Ст.20. Формирањем модела који квантификује показатеље кртости, који су директна функција степена zasiћења метала водоником, добија се поуздан модел за процену интегритета котловских цеви испаривача, могућност превенције редовне замене цеви без отказа као и тачнији податак о периоду замене компоненте, што је од посебног значаја за термоенергетска постројења која су знатно превазишла свој пројектни радни век, као што је то случај у домаћој електропривреди, али и у региону, генерално. На основу онога што је приказано у докторској дисертацији и чињеници да је анализирана проблематика веома актуелна у научној јавности, са задовољством се констатује да је кандидат мр Милош Ђукић, дипл.инж.маш., успешно завршио докторску дисертацију у складу са предвиђеним предметом и постављеним циљевима докторске дисертације.

На основу прегледа докторске дисертације од стране Комисије за оцену и одбрану докторске дисертације под називом «ПРОЦЕНА ИНТЕГРИТЕТА ИСПАРИВАЧКИХ ЦЕВИ КОТЛОВА ИЗЛОЖЕНИХ ДЕЈСТВУ ВОДОНИКА» кандидата мр Милоша Ђукића, дипл.инж.маш., Комисија за оцену и одбрану са задовољством констатује да је урађена докторска дисертација написана према свим стандардима у научно истраживачком раду, као и да испуњава све услове предвиђене Законом о високом образовању, стандардима и Статутом Машинског факултета у Београду. Комисија предлаже Наставно-научном већу Машинског факултета у Београду да овај Извештај прихвати, дисертацију стави на увид јавности, и упуту извештај на коначно усвајање Већу научних области техничких наука Универзитета у Београду, а да се након тога кандидат позове на јавну одбрану.

У Београду 08.02.2012.год.

Чланови Комисије за оцену и одбрану:

др Вера Шијачки Жеравчић, ментор
ред. проф. Машинског факултета у Београду

др Александар Седмак
ред. проф. Машинског факултета у Београду

др Владимир Стевановић,
ред. проф. Машинског факултета у Београду

др Драган Туцаковић
ванредни проф. Машинског факултета у Београду

др Биљана Анђелић
ванредни проф. Техничког факултета у Чачку

УНИВЕРЗИТЕТ У БЕОГРАДУ
- МАШИНСКИ ФАКУЛТЕТ –
Број:418/1
Датум:05.03.2012. године
Београд, Краљице Марије бр. 16

На основу члана 128. Закона о високом образовању и члана 12.2
Статута Машинског факултета, Наставно-научно веће на седници одржаној
09.02.2012. године, донело је

ОДЛУКУ

I Прихвата се извештај о позитивној оцени урађене докторске дисертације коју је поднео мр МИЛОШ ЂУКИЋ и одобрава јавна одбрана дисертације по добијању сагласности од Универзитета, под насловом: „ПРОЦЕНА ИНТЕГРИТЕТА ИСПАРИВАЧКИХ ЦЕВИ КОТЛОВА ИЗЛОЖЕНИХ ДЕЈСТВУ ВОДОНИКА“

II Универзитет је дана 23.05.2005. године, својим актом број 123/3 дао сагласност на предлог теме докторске дисертације кандидата.

III Радови кандидата у часопису међународног значаја:

1.Vera Šijački Žeravčić, Gordana Bakić, **Miloš Đukić**, Dragomir Marković, Bratislav Rajičić, Contemporary Maintenance Management of Power Plant Life Exhaustion Components, Technics Technologies Education Management-TTEM, (2010), vol. 5 br. 3, str. 431-436
(IF: 0.256 (2010))

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

ДЕКАН
МАШИНСКОГ ФАКУЛТЕТА

Проф.др Милорад Милованчевић

УНИВЕРЗИТЕТ У БЕОГРАДУ
- МАШИНСКИ ФАКУЛТЕТ –
Број: 833/2
Датум: 26.05.2011. године
Београд: Краљице Марије 16

У вези захтева мр Милоша Ђукића, дипл.инж.маш., уз сагласност ментора проф.др Вере Шијачки-Жеравчић, да му се продужи рок за израду докторске дисертације, Наставно-научно веће Машинског факултета сагласно чл. 128. Закона о високом образовању, на седници одржаној 26.05.2011. године донело је следећу

ОДЛУКУ

Одобрава се продужење рока за израду докторске дисертације **«ПРОЦЕНА ИНТЕГРИТЕТА ИСПАРИВАЧКИХ ЦЕВИ КОТЛОВА ИЗЛОЖЕНИХ ДЕЈСТВУ ВОДОНИКА»** кандидата **мр МИЛОША ЂУКИЋА**, дипл.инж.маш. до 24.05.2012. године.

Одлуку доставити: ментору, Катедри, кандидату и архиви.

ДЕКАН
МАШИНСКОГ ФАКУЛТЕТА

Проф. др Милорад Милованчевић