

Факултет Машински

УНИВЕРЗИТЕТ У БЕОГРАДУ

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

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

446/5

(Број захтева)

23.06.2014. 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:

МАРТИНЕ (МАРТИН) БАЛАЋ

(име, име једног од родитеља и презиме)

КАНДИДАТ **МАРТИНА (МАРТИН) БАЛАЋ** уписана на Докторске студије 2005. године.

(име, име једног од родитеља и презиме)

Поднео је захтев за израду докторске дисертације:

МЕЋУСОБНИ УТИЦАЈ ПРИКЉУЧАКА НА СТАЊЕ НАПОНА И ДЕФОРМАЦИЈА НА ЦИЛИНДРИЧНОМ ОМОТАЧУ ПОСУДЕ ПОД ПРИТИСКОМ

Универзитет је дана 15.04.2013. год. својим актом под бр. 61206-999/2-13 дао сагласност на предлог теме докторске дисертације која је гласила:

МЕЋУСОБНИ УТИЦАЈ ПРИКЉУЧАКА НА СТАЊЕ НАПОНА И ДЕФОРМАЦИЈА НА ЦИЛИНДРИЧНОМ ОМОТАЧУ ПОСУДЕ ПОД ПРИТИСКОМКомисија за оцену и одбрану докторске дисертације кандидата: **МАРТИНЕ (МАРТИН) БАЛАЋ**

(име, име једног од родитеља и презиме)

Образована је на седници одржаној 06.03.2014. године, одлуком факултета под бр. 446/3, у саставу:

Име и презиме члана комисије	звање	научна област	установа у којој је запослен
1. Др Александар Петровић	Ред.проф.	Процесна техника	Машински факултет Београд
2. Др Војкан Лучанин	Ред.проф.	Железничко машинство	Машински факултет Београд
3. Др Ташко Манески	Ред.проф.	Отпорност конструкција	Машински факултет Београд
4. Др Дејан Радић	Ванр.проф.	Процесна техника	Машински факултет Београд
5. Др Милорад Зрилић	Ванр.проф.	Инжењерство материјала	ТМФ Београд

Наставно-научно веће факултета прихватило је извештај Комисије за оцену и одбрану докторске дисертације на седници одржаној дана 22.05.2014. 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: 446/4

Датум: 22.05.2014. године

Београд, Краљице Марије 16

На основу чл. 30. Закона о високом образовању (Сл.гласник 76/05, 100/07 и 44/10) и чл. 37. Правилника о докторским студијама Машинског факултета Универзитета у Београду и извештаја Комисије у саставу: проф.др Александар Петровић, ментор, проф.др Војкан Лучанин, проф.др Ташко Манески, проф.др Дејан Радић и проф.др Милорад Зрилић, ТМФ Београд, о оцени докторске дисертације „Међусобни утицај прикључака на стање напона и деформација на цилиндричном омотачу посуде под притиском“ докторанта Мартине Балаћ, дипл.инж.маш., Наставно-научно веће Машинског факултета на седници одржаној 22.05.2014. године, донело је следећу

ОДЛУКУ

Усваја се извештај за оцену и одбрану докторске дисертације **„МЕЂУСОБНИ УТИЦАЈ ПРИКЉУЧАКА НА СТАЊЕ НАПОНА И ДЕФОРМАЦИЈА НА ЦИЛИНДРИЧНОМ ОМОТАЧУ ПОСУДЕ ПОД ПРИТИСКОМ“** докторанта **МАРТИНЕ БАЛАЋ**, дипл.инж.маш.

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

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

ДЕКАН
МАШИНСКОГ ФАКУЛТЕТА

Проф.др Милорад Милованчевић

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

Предмет: Извештај Комисије за оцену и одбрану докторске дисертације докторанта Мартине Балаћ, дипл. инж. маш.

Одлуком Наставно-научног већа Машинског факултета Универзитета у Београду број 446/2 од 06.03.2014. године именовани смо за чланове Комисије за оцену и одбрану докторске дисертације докторанта Мартине Балаћ под насловом "Међусобни утицај прикључака на стање напона и деформација на цилиндричном омотачу посуде под притиском", о којој подносимо следећи

ИЗВЕШТАЈ

1. УВОД

1.1. Наслов и обим дисертације

Докторска дисертација докторанта Мартине Балаћ, дипл. инж. маш., под насловом "МЕЂУСОБНИ УТИЦАЈ ПРИКЉУЧАКА НА СТАЊЕ НАПОНА И ДЕФОРМАЦИЈА НА ЦИЛИНДРИЧНОМ ОМОТАЧУ ПОСУДЕ ПОД ПРИТИСКОМ", изложена је на 165 страна у оквиру девет поглавља.

1.2. Хронологија одобравања и израде дисертације

Кандидат Мартина Балаћ, дипл. инж. маш., број индекса Д38/05, уписала је докторске студије школске 2005/2006. године на Машинском факултету Универзитета у Београду. Докторску дисертацију је пријавила 16.01.2013. године. под бројем 61/1 Наставно научног већа Машинског факултета у Београду.

Кандидат Мартина Балаћ је 2009. године поднела молбу за усаглашавање са новим наставним планом и програмом докторских академских студија, декан Машинског факултета је 29.09.2009. године донео решење бр. 9/9027 о усаглашавању са новим наставним планом и програмом школске 2009/2010. године.

На основу молбе кандидата Мартине Балаћ за одобрење статуса мировања у школској 2008/2009. години, због породичног одсуства, донета је одлука број 8155/9 од 10.12.2008. године, којом се кандидату одобрава статус мировања.

На основу молбе кандидата Мартине Балаћ за одобрење статуса мировања у школској 2010/2011. години, због породичног одсуства, донета је одлука број 8156/9 од 28.10.2010. којом се кандидату одобрава статус мировања.

Комисија за писање извештаја о испуњености услова кандидата, научној заснованости теме докторске дисертације и мишљења о ментору, у саставу проф. др Александар Петровић, проф. др Војкан Лучанин, проф. др Александар Седмак, проф. др Србислав Генић и проф. др Милорад Зрилић са Технолошко-металуршког факултета Универзитета у Београду, поднела

је Наставно-научном већу Машинског факултета у Београду извештај бр. 61/3 дана 06.02.2013. године. Одлуком Наставно-научног већа бр. 61/4 од 25.02.2013. године, прихваћен је предлог о испуњености услова кандидата и научној заснованости теме докторске дисертације.

На основу одлуке Наставно-научног већа Машинског факултета о испуњености услова кандидата за израду докторске дисертације и о именовању ментора, а на основу сагласности Већа научних области техничких наука Универзитета у Београду са седнице од 15.04.2013. године, декан Машинског факултета Универзитета у Београду је одлуком број 919/1 од 25.04.2013. године одобрио рад на теми докторске дисертације "Међусобни утицај прикључака на стање напона и деформација на цилиндричном омотачу посуде под притиском" докторанта Мартине Балаћ. За ментора дисертације је именован проф. др Александар Петровић.

Ментор проф. др Александар Петровић, обавестио је Наставно-научно веће Машинског факултета у Београду о завршетку докторске дисертације "Међусобни утицај прикључака на стање напона и деформација на цилиндричном омотачу посуде под притиском", дописом број 446/1 од 27.02.2014.

На основу извештаја проф. др Александра Петровића, ментора, да је докторант Марина Балаћ завршила докторску дисертацију "Међусобни утицај прикључака на стање напона и деформација на цилиндричном омотачу посуде под притиском", као и предлога Катедре за процесну технику, Наставно-научно веће Машинског факултета донело је одлуку број 446/2 од 06.03.2014. године о именовању Комисије за оцену и одбрану докторске дисертације у саставу проф. др Александар Петровић, проф. др Војкан Лучанин, проф. др Ташко Манески, проф. др Дејан Радић, проф. др Милорад Зрилић, Универзитет у Београду, Технолошко Металуршки факултет.

1.3. Научна област

Докторска дисертација под насловом "Међусобни утицај прикључака на стање напона и деформација на цилиндричном омотачу посуде под притиском" припада области техничких наука (машинство), ужа научна област процесна техника.

1.4. Биографски подаци о кандидату

Мартина М. Балаћ је рођена 4. марта 1978. године у Београду, Република Србија. Основну школу је завршила у Београду 1992. године и исте године уписала XIV. београдску гимназију (природно-математички смер). Средњошколско образовање је завршила 1996. године. Исте године је уписала Машински факултет Универзитета у Београду. Дипломирала је 29.05.2002. на Катедри за хидроенергетику, са просечном оценом оценом 8,54 (осам и педесет четири). Одбранила је дипломски рад са оценом 10 (десет) под називом "Садржај и изглед главног машинског пројекта пумпне станице", код ментора проф. др Милоша Недељковића.

По завршетку студија запослила се у Заводу за заваривање, у Београду. У мају 2004. године положила је стручни испит из области инвестиционе изградње, а 2006. године добила лиценцу Инжењерске коморе Србије. У фебруару 2005. године положила је испит за међународног инжењера за заваривање.

Докторске студије уписала је на Машинском факултету Универзитета у Београду школске 2005/2006. године. Научно истраживачко звање Истраживач-сарадник стекла је 16.12.2010. године на Катедри за процесну технику Машинског факултету у Београду. Од 2012. године је била ангажована у настави на Машинском факултету у Београду, на катедри за процесну технику из предмета Цевоводи и арматура и Конструисање процесне опреме.

Кандидат активно учествује на пројектима Министарства просвете, науке и технолошког развоја Републике Србије.

- Пројект из националног програма енергетске ефикасности Министарства за науку и заштиту животне средине, ЕЕ250003 - "Истраживање рационалног коришћења природног гаса и унапређење уређаја у домаћинству", руководилац проф. др Мирољуб Аџић, Машински факултет Универзитета у Београду, (2005-2008).
- Пројект из националног програма енергетске ефикасности Министарства за науку и заштиту животне средине, ЕЕ242007 - "Истраживање и развој гасног кондензационог зидног котла", руководилац проф. др Мирољуб Аџић, Машински факултет Универзитета у Београду, (2005-2007).
- Међународни пројект **FP6**, Flexible Premixed Burners for Low-Cost Domestic Heating Systems FlexHEAT, уговор INCO-CT- 2004-50916, од 2004, финансирала Европска Комисија у оквиру FP6 Оквирног програма. www.flexheat.uni-erlangen.de.
- Пројект ТР 14010 "Развој и унапређење инфраструктуре за оцењивање усаглашености производа према захтевима на директивама новог и глобалног приступа Европској Унији", руководилац др Предраг Поповић, Институт за нуклеарне науке Винча, (2008-2010).
- Пројект ТР 35031 "Развој и примена метода и лабораторијске опреме за оцењивање усаглашености техничких производа", руководилац др Предраг Поповић, институт за нуклеарне науке Винча, (2011-2014).
- Иновациони пројект 451-0300605/2012/16-97, "Обилазни препумпни филтер и топлотна пумпа", руководилац Андрија Церовина, маш.инж.(2012).

Успешно је завршила курсеве и добила:

- Сертификат за интерног проверавача система менаџмента, (са стандардом SRPS ISO&IEC 17025:2006).
- Сертификат за испитивање без разарања, визуелна контрола, ниво 2 (складно са стандардом SIST EN ISO 9712:2012).

Учествовала је на више од 10 пројеката на пословима израде техничке документације, израде главних машинских пројеката, студија оправданости и идејних пројеката, нострификације главних машинских пројеката као и техничкој контроли документације.

2. ОПИС ДИСЕРТАЦИЈЕ

2.1. Структура и садржај дисертације

Докторска дисертација кандидата Мартине Балаћ, дипл. инж. маш., под насловом "Међусобни утицај прикључака на стање напона и деформација на цилиндричном омотачу посуде под притиском", је документ формата А4, штампан једнострано, са текстом на српском језику и изложена је на 165 нумерисаних страна. Дисертација садржи следећа поглавља:

Предговор
Резиме
Садржај
Индекс скраћеница и ознака
Списак слика
Списак табела

1. Испитивање посуда под притиском
 2. Аналитички прорачун геометрије посуде под притиском
 3. Метода коначних елемената
 4. Резултати нумеричке анализе
 5. Експерименталне методе
 6. Експериментална инсталација и поступак испитивања
 7. Резултати експерименталних испитивања
 8. Дискусија резултата
 9. Закључак
- Литература
Биографија аутора

2.2. Кратак приказ појединачних поглавља

Прво поглавље представља увод у коме су приказана почетна разматрања која обухватају предмет истраживања и стање науке у предметној области. Предмет истраживања ове докторске дисертације је испитивање утицаја два прикључка на напоне и деформације на цилиндричном омотачу посуде под притиском, изложене унутрашњем притиску. Дат је кратак приказ проблема који могу довести до лома или отказа посуда под притиском. Приказане су и теоријске основе и досадашњи начини анализе утицаја прикључака на напонска стања и деформације посуде. Такође, дат је приказ досадашње примене методе за оптичко мерење померања и деформација на основу доступне литературе. Примећено је да је најчешћи проблем који су аутори наводили у радовима који анализирају напонска стања посуде под притиском и утицаје прикључака, доступност адекватних експерименталних резултата. Кандидат на бази сакупљених и обрађених података дефинише предмет истраживања и детаљно образложе циљеве и научне методологије решавања постављених задатака. У оквиру дисертације је приказано преко 80 референци, при чему велики део литературе чине радови са SCI листе.

У другом поглављу су дефинисане основе аналитичког прорачуна чврстоће посуде под притиском, које је спроведено према европским стандардима. Објашњен је ток прорачуна, дефинисана је геометрија посуде, дефинисан је материјал од којег је посуда израђена. приказани су положаји мерних места као критична места концентрације напона.

У трећем поглављу су приказани основни приступи методе коначних елемената са историјским прегледом развоја методе. Анализа проблема нумеричком методом, односно применом методе коначних елемената, се спроводи по процедури која је дефинисана у овом поглављу.

У четвртном поглављу су приказани резултати нумеричке анализе (МКЕ). За потребе дисертације је развијен и верификован нумерички модел који се састоји од тетраедарских елемената. Приказана је процедура развоја 3D компјутерског модела, извршена је дискретизација континуума и дефинисани су ослонци. Нумеричка анализа је урађена под условима који су спроведени у експерименталној анализи, за исте врсте оптерећења. У оквиру овог поглавља су приказани резултати деформација и напона за целу посуду под притиском, као и за мерна места дефинисана у поглављу 2. Приказан је линеарно статички прорачун као и нелинеарни прорачун. За потребе нелинеарног прорачуна извршено је испитивање механичких карактеристика материјала од којег је израђена посуда. Нумерички модел посуде је урађен у програмском пакету ANSYS v14.5.

У петом поглављу су представљени основни појмови неопходни за експериментално проучавање проблематике мерења деформација. Дефинисани су основни делови и начин рада система за 3D оптичко мерење деформација. У оквиру процедуре мерења су детаљно развијени кораци који обухватају хардверску припрему и калибрацију система (мерна запремина, припрема узорка и др), софтверску припрему и калибрацију система (“мале површине”, прорачунске маске и др.) и начин обраде резултата. Такође су приказане и методе за прорачун деформација у оквиру оптичког система, при чему је посебан осврт дат на прорачун малих површина и корелацију дигиталних слика.

У шестом поглављу је дат детаљан приказ припреме и реализације експерименталних истраживања. Експеримент је спроведен на посуди под притиском са прикључцима различите геометрије, оптерећене унутрашњим притиском. Детаљно је објашњен избор експерименталних параметара (избор сочива камера, врста калибрационе плоче, растојање камера и др.) и потребна припрема за извођење експеримента. Експеримент је спроведен за оптерећење унутрашњим притиском. За потребе експерименталног истраживања, димензионисана је и конструисана инсталација. Дефинисана је потребна опрема за експерименталну инсталацију, начин позиционирања посуде, детаљно је описана процедура мерења и приказани су сви параметри који су коришћени у току мерења. У овом поглављу приказани су положаји мерних места и мерних поља на којима је спроведено експериментално истраживање. Одређена су два мерна места за која су и извршена експериментална испитивања за потребе докторске дисертације. За анализу измерених вредности деформација постављени су карактеристични линијски пресеци.

У седмом поглављу су приказани 3D експериментални резултати истраживања који валоризују уочене проблеме. Добијени су оригинални резултати мерења деформација посуде под притиском са прикључцима, изложене унутрашњем притиску за дефинисана мерна места. У оквиру мерних места дефинисана су и мерна поља која су анализирана помоћу линијских пресека. За претходно дефинисана мерна места су приказана 3D поља деформација. Такође, поред приказа експерименталних резултата за два мерна места, обрада експерименталних резултата одабраних карактеристичних пресека, на којима се јављају максималне вредности деформација је спроведена и методама статистичке анализе. Кроз статистичку анализу су утврђене релевантне функционалне зависности посматраних величина што је приказано на дијаграмима. Подаци добијени експерименталним путем описани су одговарајућим аналитичким обрасцем, на основу извршене обраде резултата и регресионе анализе великог броја математичких модела (претпостављене функције за регресиону анализу) за сваки од карактеристичних пресека. У овом поглављу приказана су добијена поља деформација услед оптерећења и функционалне везе деформација и дужине карактеристичних пресека. Максималне вредности деформација су уочене на местима највећих геометријских дисконтинуитета, односно на споју прикључка и цилиндричног омотача.

У оквиру осмог поглавља на основу приказаних резултата дискусијом су појашњена питања о утицају прикључака на понашање анализираних цилиндричних омотача посуде под притиском, оптерећене унутрашњим притиском. Дискутовани су експериментални и нумерички резултати, као и основни научни циљеви дисертације. Приказана су ограничења рада која су се јавила у оквиру испитивања и указано је на могуће правце даљих истраживања.

У оквиру деветог поглавља сагласно претходно дефинисаним циљевима истраживања и добијеним резултатима сублимирају се стручни и научни доприноси остварени у тези.

Наводе се главни резултати као потврда постављених хипотеза на почетку истраживања. Прописано растојање између прикључака, дефинисано стандардом, показало је да се најмање вредности деформација јављају у зони између прикључака (најкраће растојање). Максималне вредности деформација зависе од геометрије цилиндричног омотача као и геометрије прикључака, и не налазе се у зони између прикључака на најкраћем растојању.

У десетом поглављу је побројана коришћена литература. Дисертација садржи преко 70 референци.

3. ОЦЕНА ДИСЕРТАЦИЈЕ

3.1. Савременост и оригиналност

Докторска дисертација "Међусобни утицај прикључака на стање напона и деформација на цилиндричном омотачу посуде под притиском" представља савремен и оригиналан допринос разматраној проблематици. Савременост истраживања потврђују примењене методе, технике и лабораторијска мерења уз коришћење најновијих софтверских решења за нумеричке симулације. Оригиналност и значај истраживања се огледа кроз актуелност теме која третира проблематику експерименталних мерења на геометријски комплексним структурама. Оригиналност у приступу решавања проблема и добијених резултата у оквиру дисертације потврђују радови који су публиковани и саопштени на научним скуповима или објављени у часописима. Дисертација се може оценити веома успешном, узевши у обзир да су дискусију и добијене резултате у тези пратили зрели научни и инжењерски закључци.

У складу са модерним истраживачким трендовима, кандидат у дисертацији примењује најсавременије безконтактне методе експерименталне анализе материјала базиране на тродимензионалној оптичкој методологији мерења. Применом ове методе омогућена је тродимензионална анализа површинских деформација, при чему мерни системи проучавају реалну геометрију компоненте, што није могуће користећи традиционалне мерне уређаје. Применом савремених експерименталних методологија мерења омогућена је верификација резултата добијених нумеричким приступом. При изради нумеричког модела примењени су најсавременији софтверски пакети. Нумерички прорачуни су спроведени применом МКЕ у софтверском пакету Ansys.

3.2. Осврт на референтну и коришћену литературу

Списак литературе која је коришћена у докторској дисертацији је дат у посебном поглављу. Прегледом списка коришћене литературе може се закључити да је кандидат у доброј мери располагао савременом референтном литературом из области опреме под притиском, експерименталних метода за одређивање деформација и напона и нумеричких метода. Коришћена је литература из међународних научних часописа, стручних уџбеника, релевантних међународних стандарда и референтних докумената. Ова литература је кандидату послужила као полазна основа за приказ постојећег стања у овој области, као и за припрему експеримената и нумеричких модела. Кандидат је коректно проучио и цитирао литературне изворе који су јој послужили као основа за систематизацију постојећих сазнања из области која је предмет докторске дисертације.

3.3. Опис и адекватност примењених научних метода

У докторској дисертацији је, у циљу истраживања утицаја два прикључка на понашање цилиндричног омотача изложеног унутрашњем притиску, коришћен већи број савремених

научно-истраживачких метода, које су примењиване сходно типу проблема који је решаван. Услед проблема анализе деформација и напона у реалним условима, кандидат је у истраживању користио и нумерички и експериментални приступ истраживања који најприближније симулира реалне радне услове.

За одређивање поља деформација коришћена је опрема за тродимензионално мерење деформација и софтверски систем Agamis, произвођача GOM. Систем за 3D оптичко мерење деформација је базиран на методи дигиталне корелације слика. Систем омогућава 3D графичко представљање измерених резултата, а погодан је и за мерења деформација реалних компоненти под статичким и динамичким оптерећењима. Систем за оптичко мерење деформација може да мери деформације у опсегу од 0,01 до 2000 %. За примену система за оптичко мерење деформација, потребно је дефинисати и развити одговарајућу процедуру испитивања. Протоколи и научне методе за експерименталне активности су реализоване (развијене) на основу техника испитивања по следећем алгоритму:

- Операције пре испитивања (припрема за испитивање, стежање, позиционирање, подешавање сензорске јединице, калибрација система, избор услова испитивања, мерење пре испитивања, дефинисање облика и димензија узорака и калупа, припрема мерне површине узорака).
- Операције у току испитивања (провере пре пуштања апарата у рад, мерење у току рада).
- Операције после испитивања (дефинисање координантиних оса, одређивање почетних тачака и секција).
- Обрада резултата (цртање и обрада дијаграма, статистичка обрада, дефинисање поља највећих деформација).

Истраживања у овој докторској дисертацији су спроведена у лабораторијама Катедре за отпорност конструкција и Катедре за процесну технику Машинског факултета, Универзитета у Београду и лабораторији за механичка испитивања на Технолошко – металуршком факултету у Београду.

Примењене су методе верификације, засноване на поређењу добијених нумеричких и експерименталних резултата, као и метода експертског мишљења током анализе и тумачења добијених резултата.

Описивањем података добијених експерименталним путем одговарајућим аналитичким обрасцем, извршена је обрада резултата испитивањем великог броја регресионих модела за сваки од испитиваних пресека. Обрада експерименталних резултата је спроведена методама статистичке анализе, у циљу утврђивања релевантних функционалних зависности посматраних величина што је представљено и на дијаграмима. Применом методе најмањих квадрата одређене су функционалне зависности посматраних величина (Мизесових деформација) у зависности од положаја тачке на карактеристичном пресеку. Кандидат је у оквиру дисертације урадио нумеричке прорачуне у софтверском пакету Ansys за прорачун МКЕ. Тежило се изради што гушће, а тачније мреже, са вођењем рачуна и о процесорским и меморијским ограничењима компјутера на којима је прорачун спроведен. Метода коначних елемената је одабрана као метод у овом истраживању зато што је помоћу МКЕ могуће описати шта се дешава у одређеној зони геометријских дисконтинуитета која није доступна за снимање, тј. анализирани су напони који се јављају како на дефинисаним мерним местима, тако и на местима која нису обухваћена експерименталном анализом.

3.4. Примењивост остварених резултата

Добијени резултати у оквиру докторске дисертације поред научне вредности имају и високу употребну вредност. Методологија експерименталних испитивања дефинисана у оквиру тезе базирана је на примени тродимензионалног оптичког мерног система, методе погодне за анализу неправилних геометрија и предмета израђених од разних материјала, што је често случај у инжењерској пракси и применама. Дакле, принципи поставке експерименталних мерења и добијени резултати, које је кандидат приказао су практично применљиви и на основу њих је могућ развој нове методологије за испитивање механичких карактеристика комплексних геометријских структура, укључујући реално праћење понашања материјала, при чему је могућа примена методологије и у другим инжењерским апликацијама.

Показана је применљивост нумеричких модела за анализу деформација и напона цилиндричног омотача посуде са прикључцима, проузрокованих деловањем унутрашњег притиска. Резултати нумеричких симулација верификовани су поређењем са експерименталним резултатима. Одступања експерименталних и нумеричких резултата за посматрану величину (Мизесове деформације) за карактеристична мерна места су у одговарајућим границама тачности за инжењерску примену. Развијени модели и процедуре се подједнако успешно могу применити и на другу опрему под притиском.

3.5. Оцена достигнутих способности кандидата за самостални научни рад

Чланови комисије сматрају да је током израде докторске дисертације кандидат показао способност за самостални научни рад. Анализом постављених претпоставки и експерименталних резултата приказаних у тези, кандидат је показао да је у стању да самостално решава научне проблеме, као и да успешно влада научним и истраживачким методама. Поседује широко радно и истраживачко искуство, као и потребно теоријско знање за даљи успешан научно-истраживачки рад.

4. ОСТВАРЕНИ НАУЧНИ ДОПРИНОС

4.1. Приказ оствареног научног доприноса

Коначан резултат и основни научни допринос истраживања спроведених у оквиру дисертације јесте детаљан приказ утицаја два прикључка на напонско стање и деформације цилиндричног омотача посуде под притиском и потпуно разумевање понашања омотача посуде, оптерећене унутрашњим притиском.

Остварени научни допринос докторске дисертације "Међусобни утицај прикључака на стање напона и деформација на цилиндричном омотачу посуде под притиском":

- Утврђена је и дефинисана методологија испитивања, односно систем процедура, која укључује примену тродимензионалне оптичке анализе за добијање вредности целих поља деформација на посуди под притиском, у току оптерећивања.
- Експерименталном и регресионом анализом су одређене функционалне зависности деформација и дужине карактеристичних пресека за дефинисана мерна места на посуди; добијене су полиномне функције помоћу којих је могуће одредити вредност Мизесових деформација за било коју тачку на пресеку;
- Развијен је оригинални тродимензионални нумерички модел посуде са прикључцима и употребом одговарајућег МКЕ софтвера добијени су и објашњени резултати понашања цилиндричног омотача под дејством оптерећења;

- Нумерички модел је верификован на основу резултата експеримената који су спроведени у реалним радним условима;
- Утврђена су критична места са аспекта напона и деформација на цилиндричном омотачу посуде под притиском. Такође су за критична места одређене вредности фактора концентрације напона;
- На основу експерименталних истраживања и нумеричких резултата, показано је да положај максималних деформација и напона зависи од геометрије омотача посуде, геометрије прикључака као и њиховог међусобног растојања;
- Развијање нових процедура испитивања и њихова примена за анализу деформација и напона посуда под притиском доприносе повећању поузданости, уштеди материјала као и енергије утрошене на производњу посуда што непосредно утиче на нижу цену, а самим тим и на повећање конкурентности на тржишту.

4.2. Критичка анализа резултата истраживања

Истраживања спроведена у оквиру докторске дисертације обухватила су интеграцију експерименталних истраживања, аналитичких и нумеричких модела у циљу дефинисања напонско деформационог стања посуде под притиском са прикључцима. Резултати добијени применом различитих метода су следиви што је омогућило добијање јединствених закључака.

На основу прегледа литературе и сагледавања постојећих решења из области дисертације, констатујемо да су решења добијена у тези оригинална и значајна, те да су применљива у пракси. Такође, на основу увида у задате циљеве истраживања и резултате представљене у дисертацији можемо закључити да су пружени одговори на сва битна питања и решени проблеми са којима се кандидат сусрео у току истраживања. Даљи рад у овој области се може усмерити ка унапређењу нумеричког модела у датим сегментима.

4.3. Очекивана примена резултата у пракси

Применом нумеричке методе верификоване у овом раду знатно се поједностављује процес анализе утицаја прикључака на напонска стања и деформације на посудама под притиском. Методологија која је коришћена за експериментална мерења и добијени резултати које је кандидат приказао су практично применљиви, пошто отварају могућност за даља истраживања и друге опреме под притиском са којом се инжењери сусрећу у свакодневној пракси.

Ово је веома важно са аспекта употребе ове инсталације у даљој пракси, уколико се јави потреба за испитивањем опреме под притиском, затим посуда под притиском различитих димензија са различитим димензијама прикључака.

4.4. Верификација научних доприноса

Доприноси докторске дисертације су верификовани кроз следеће радове које је аутор објавио у међународним и домаћим часописима и саопштио на међународним и домаћим скуповима:

M23 Радови у међународном часопису

[1] Петровић, А., М. Балаћ, А. Јововић, А. Дедић, *Oblique nozzle loaded by the torque moment–stress state in the cylindrical shells on the pressure vessel*, Proceedings of the Institution of Mechanical Engineers, Part C: Journal of Mechanical Engineering Science 0954406211415907, first

published on September 23, 2011 as doi:10.1177/0954406211415907, volume 226, issue 3, page 567-575. (импакт фактор 0,560 за 2011. годину)

[2] Балаћ, М., А. Петровић, Н. Митровић, А. Грбовић, М. Милошевић, Т. Манески: *Experimental and numerical analysis of the cylindrical pressure vessel with closely welded nozzles subjected to internal pressure*, Journal of Zhejiang University / SCIENCE A (Applied Physics & Engineering, ISSN:1673-565X, импакт фактор 0,527 за 2012. годину), (потврда у прилогу).

M24 Радови у часопису од међународног значаја верификован посебним одлукама

[1] Ђерић, А., Ј. Николић, Н. Митровић, М. Балаћ, А. Петровић, *Упоредни приказ прорачуна и анализа резултата за посуде под притиском према Српским и Европским стандардима – цилиндрични омотачи*, Интегритет и век конструкција, Vol. 12, бр. 3, стр. 197-200, 2012. (ISSN:1451-3749).

[2] Петровић, С., Б. Грујић, М. Балаћ, *Испитни притисци и напони за посуде под притиском према новом правилнику 87/II*, Интегритет и век конструкција, Vol. 12, бр. 3, стр. 209-213, 2012. (ISSN:1451-3749).

M53 Радови у научним часописима

[1] Балаћ, М., А. Петровић, *Испитивање личних способности заваривача као фактор квалитета завареног споја*, YUSQ ICQ 2009, International Journal, Total Quality Management & Excellence, Vol. 37, бр.1-2, стр. 399-402, јун 2009. (ISSN:1452-0680).

[2] Балаћ, М., *Обезбеђење квалитета у заваривању*, YUSQ ICQ 2009, International Journal, Total Quality Management & Excellence, Vol. 37, бр.3-4, стр. 133-138, новембар 2009. (ISSN:1452-0680).

M33 Саопштења са међународних скупова штампана у целини

[1] Богнер, М., М. Балаћ, М. Петковић, *Ecology licence*, 9th International Symposium POWER AND PROCESS PLANTS, 4th International forum on renewable energy sources, Dubrovnik 2010, page 38.

[2] Балаћ, М., Ј. Николић, А. Ђерић, А. Петровић, *Welding works from the standpoint of execution and fire protection*, II International Conference – Industrial Engineering And Environmental Protection (IIZS 2012), Zrenjanin, page 225-230, 2012.

Техничка и развојна решења

[1] "Методологија и лабораторијско постројење за испитивање међусобног утицаја два прикључка на цилиндрични омотач посуде под притиском применом методе дигиталне корелације слике", аутори Мартина Балаћ, дипл.инж.маш., проф. др Александар Петровић, проф.др Ташко Манески, др Ненад Митровић, др Милош Милошевић. (M83)

[2] "Лабораториско постројење и методологија за 3Д оптичко мерење померања и деформација кућишта индустријског вентила оптерећеног притиском", аутори др Ненад Митровић, проф. др Александар Петровић, проф.др Ташко Манески, , др Милош Милошевић Мартина Балаћ, дипл.инж.маш. (M83)

5. ЗАКЉУЧАК И ПРЕДЛОГ

Прегледом докторске дисертације "Међусобни утицај прикључака на стање напона и деформација на цилиндричном омотачу посуде под притиском", кандидата Мартине Балаћ, дипл. инж. маш., Комисија закључује 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.

На основу резултата и закључака приказаних у докторској дисертацији и чињенице да је анализирана проблематика веома актуелна у научној јавности, констатује се да је кандидат Мартина Балаћ, дипл. инж. маш., успешно завршила докторску дисертацију у складу са предвиђеним предметом и постављеним циљевима истраживања. Кандидат је дошао до оригиналних резултата који су и верификовани, што им обезбеђује велику применљивост у овој области.

Комисија за оцену и одбрану докторске дисертације закључила је да теза представља оригинални научни рад са научним доприносом у области машинства, ужа научна област процесна техника, па сагласно томе предлаже Наставно-научном већу Машинског факултета Универзитета у Београду да кандидату Мартини Балаћ, дипл. маш. инж. одобри одбрану докторске дисертације под називом "Међусобни утицај прикључака на стање напона и деформација на цилиндричном омотачу посуде под притиском", када се за то стекну законски услови, пред Комисијом у истом саставу

У Београду, 16.05.2014. године

Комисија:

Проф. др Александар Петровић, ментор
Универзитет у Београду, Машински факултет

Проф. др Војкан Лучанин
Универзитет у Београду, Машински факултет

Проф. др Ташко Манески
Универзитет у Београду, Машински факултет

Др Дејан Радић, ванредни професор
Универзитет у Београду, Машински факултет

Др Милорад Зрилић, ванредни професор
Универзитет у Београду,
Технолошко - металуршки факултет

УНИВЕРЗИТЕТ У БЕОГРАДУ
- МАШИНСКИ ФАКУЛТЕТ –
Број:446/5
Датум: 22.05.2014. године
Београд, Краљице Марије бр. 16

На основу члана 63. Статута Машинског факултета Универзитета у Београду број 1876/1 од 04.10.2013. године и члана 37. Правилника о докторским студијама, Наставно-научно веће на седници одржаној 22.05.2014. године, донело је

ОДЛУКУ

I Прихвата се извештај о позитивној оцени урађене докторске дисертације коју је поднела **МАРТИНА БАЛАЋ**, дипл.инж.маш. и одобрава јавна одбрана дисертације по добијању сагласности од Универзитета, под насловом: „**МЕЋУСОБНИ УТИЦАЈ ПРИКЉУЧАКА НА СТАЊЕ НАПОНА И ДЕФОРМАЦИЈА НА ЦИЛИНДРИЧНОМ ОМОТАЧУ ПОСУДЕ ПОД ПРИТИСКОМ**“

II Универзитет је дана 15.04.2013. године, својим актом број 61206-999/2-13 дао сагласност на предлог теме докторске дисертације кандидата.

III Радови кандидата у часопису међународног значаја:

- [1] Петровић, А., М. Балаћ, А. Јововић, А. Дедић, *Oblique nozzle loaded by the torque moment–stress state in the cylindrical shells on the pressure vessel*, Proceedings of the Institution of Mechanical Engineers, Part C: Journal of Mechanical Engineering Science 0954406211415907, firstpublished on September 23, 2011 as doi:10.1177/0954406211415907, volume 226, issue 3, page 567-575. (импакт фактор 0,560 за 2011. годину)
- [2] Балаћ, М., А. Петровић, Н. Митровић, А. Грбовић, М. Милошевић, Т. Манески: *Experimental and numerical analysis of the cylindrical pressure vessel with closely welded nozzles subjected to internal pressure*, Journal of Zhejiang University / SCIENCE A (Applied Physics & Engineering, ISSN:1673-565X, импакт фактор 0,527 за 2012. годину), (потврда у прилогу).
- [3] Ђерић, А., Ј. Николић, Н. Митровић, М. Балаћ, А. Петровић, *Упоредни приказ прорачуна и анализа резултата за посуде под притиском према Српским и Европским стандардима – цилиндрични омотачи*, Интегритет и век конструкција, Vol. 12, бр. 3, стр. 197-200, 2012. (ISSN:1451-3749).
- [4] Петронић, С., Б. Грујић, М. Балаћ, *Испитни притисци и напони за посуде под притиском према новом правилнику 87/11*, Интегритет и век конструкција, Vol. 12, бр. 3, стр. 209-213, 2012. (ISSN:1451-3749).

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

ДЕКАН
МАШИНСКОГ ФАКУЛТЕТА

Проф.др Милорад Милованчевић