

ВЕЋУ ДОКТОРСКИХ СТУДИЈА

Предмет: Реферат о урађеној докторској дисертацији кандидата
Александар М. Миловановић, маг. инж. маш., студента докторских студија

Одлуком бр. 674/2 од 11.04.2019. године, именовани смо за чланове Комисије за преглед, оцену и одбрану докторске дисертације под насловом

„ПРИМЕНА ПАРАМЕТАРА ЕЛАСТО-ПЛАСТИЧНЕ МЕХАНИКЕ ЛОМА НА ПРОЦЕНУ ИНТЕГРИТЕТА ВЕЛИКИХ СФЕРНИХ РЕЗЕРВОАРА“

кандидата Александар М. Миловановић, маг. инж. маш., студента докторских студија.

Након прегледа достављене дисертације и других пратећих материјала, као и разговора са кандидатом, Комисија подноси следећи

РЕФЕРАТ

1. УВОД

1.1. Хронологија одобравања и израде дисертације

На докторске студије на Машинском факултету, кандидат Александар М. Миловановић уписан је 2013. године. По захтеву кандидата Александар М. Миловановић број 2158/1 од 28.09.2018. године, предлога проф. др Александра Седмака (ментора) и сагласности Катедре за технологију материјала да му се одобри пријава теме докторске дисертације и именује Комисија за подношење извештаја о прихватању теме, Наставно-научно веће Машинског факултета у Београду донело је Одлуку број 2158/3 од 01.11.2018. године којом се прихвата тема докторске дисертације и именује ментор проф. др Александар Седмак и Комисија за подношење реферата о теми докторске дисертације у саставу:

- др Александар Седмак, ред. проф., ментор,
- др Зоран Радаковић, ред. проф.,
- др Небојша Ђатовић, доцент,
- др Ненад Митровић, в. проф.
- др Никола Будимир, научни сарадник, Иновациони центар Машинског факултета.

Комисија је поднела Наставно-научном већу Машинског факултета у Београду реферат број 2158/4 од 3.12.2018. године. На основу одлуке Наставно-научног већа Машинског факултета у Београду о испуњености услова кандидата за израду докторске дисертације и именовању ментора, број 2158/5 од 06.12.2018., и сагласности Већа научних области техничких наука Универзитета у Београду, донетој на седници одржаној 24.12.2018. године, кандидату Александру М. Миловановићу одобрен је рад на теми докторске дисертације под називом „Примена параметара еласто-пластичне механике лома на процену интегритета великих сферних резервоара“. За ментора дисертације именован је проф. др Александар Седмак.

На основу обавештења ментора да је кандидат завршио докторску дисертацију, а на предлог Катедре за технологију материјала, Наставно-научно веће је донело одлуку број 674/2 од 11.04.2019. године којом је именована Комисија за оцену и одбрану докторске дисертације саставу:

- др Александар Седмак, ред. проф., ментор,
- др Зоран Радаковић, ред. проф.,
- др Небојша Гњатовић, доцент,
- др Ненад Митровић, в. проф.
- др Никола Будимир, научни сарадник, Иновациони центар Машинског факултета.

1.2. Научна област дисертације

Докторска дисертација Александра М. Миловановића, под насловом **„Примена параметара еласто-пластичне механике лома на процену интегритета великих сферних резервоара“**, припада области техничких наука – машинство, ужа научна област механика лома, за коју је матичан Машински факултет Универзитета у Београду.

1.3. Биографски подаци о кандидату

Кандидат Александар М. Миловановић, маг. инж. маш., студент докторских студија, рођен је 14.08.1989. године у Ужицу. Основну школу („Стари град“) и техничку школу („Техничка школа“) завршио је у Ужицу. На Машински факултет Универзитета у Београду уписао се 2008. године. Основне академске студије је завршио 2011. године. Исте године добија награду „Петар Дамјановић“ компаније ОСА Рачунарски инжењеринг, док је Мастер академске студије завршио 2013. године на катедри за Транспортно инжењерство конструкције и логистику са просечном оценом 9,35 и оценом 10 за дипломски рад из предмета Рударске и грађевинске машине. Исте године добија награду за изванредан успех остварен школске 2012/13. године. Докторске студије на Машинском факултету Универзитета у Београду уписао је 2013. године на којим је положио све испите са просечном оценом 9,86.

Радни однос засновао је 2013. године са фирмом за пројектовање експертних система и инжењеринг TehnoCAD D.O.O., Београд. У периоду од 2013. до 2016. године учествовао је на реализацији 7 великих пројеката из области процесне опреме.

2014. године остварује сарадњу са фирмом за пројектовање, производњу и развој индустријске ЛЕД расвете Pontilux, Albuquerque, New Mexico.

2016. године заснива радни однос са фирмом Sinterfuse D.O.O., Ужице у својству руководиоца сектора за развој и управљање пројектима.

Кандидат је аутор 4 научно-стручна рада, од чега је 1 рад публикован у научном часопису међународног значаја (у часопису са SCI листе), 2 рада су публикована у часописима националног значаја, 1 рад саопштен на међународном скупу и штампан у целини. Говори енглески језик, а у свакодневном раду користи програме за пројектовање и коначноелементну анализу конструкција (CATIA, ABAQUS).

2. ОПИС ДИСЕРТАЦИЈЕ

2.1. Садржај дисертације

Докторска дисертација Александра М. Миловановића маг. инж. маш., под називом: „Примена параметара еласто-пластичне механике лома на процену интегритета великих сферних резервоара“ написана је на српском језику, садржи 122 стране формата А4, 90 слика и дијаграма, 38 табела, 186 нумерисаних израза и списак коришћене литературе.

Дисертација садржи следећа поглавља:

1. Уводна разматрања;
2. Механика лома – извод из теорије;
3. Контролни прорачун сферног резервоара;
4. Процена интегритета конструкције сферног резервоара применом параметара еласто-пластичне механике лома;
5. Анализа напонско-деформационог стања применом методе коначних елемената;
6. Закључак.

Осим наведеног, дисертација садржи резиме на српском и енглеском језику, садржај, као и биографију аутора и изјаву о ауторству, изјаву о истоветности штампане и електронске верзије докторског рада и изјаву о коришћењу.

2.2. Кратки приказ појединих поглавља

У првом поглављу дат је осврт на основе херметички затворених складишта – резервоара. Представљена је подела према примени, месту уградње, материјалу од којих се израђују, облику конструкције. Детаљно су представљени сферни резервоари, анализирани техничке карактеристике поменутих резервоара, описан је процес производње и наведена сва оптерећења којим подлеже анализирана врста посуде према одредбама „Правилника о техничким захтевима за пројектовање, израду и оцењивање усаглашености опреме под притиском“ („Сл. гласник РС“, бр. 87/2011). Наведени су научни циљеви истраживања и полазне хипотезе. Изводи из теорије механике лома написани су у поглављу два дисертације са посебном пажњом на фактор интензитета напона, примену линеарно еластичне механике лома, примену еласто-пластичне механике лома и дијаграма анализе лома.

Контролни прорачун сферног резервоара према важећим стандардима EN 13445-3:2017 дат је у поглављу три којим је проверено да ниво безбедности и поузданости није нижи од нивоа који се захтева правилником. Прорачун садржи одређивање допуштених напона за све делове конструкције, извештај о мерењу дебљине зида посуде ултразвуком, одређивање категорије и нивоа опасности опреме под притиском, захтеве за врсту и обим контроле и испитивање заварених спојева, прорачун посуде за пројектни притисак, прорачун дебљине зида сферног омотача, прорачун цевних прикључака на сферном омотачу, прорачун прирубница цевних прикључака – ревизионих отвора, оптерећења од сеизмичких утицаја и оптерећења од утицаја ветра.

Контролним прорачуном није обухваћен квалитет заварених спојева компликоване конструкције сферног резервоара који су испитани методама без разарања и где је откривено 211 неправилности у виду недозвољених грешака (прслина, смакнућа, непровар). У поглављу четири дата је анализа утицаја откривених грешака на интегритет конструкције. Грешке су анализирани применом параметара еласто-пластичне механике лома и добијене вредности су представљене табеларно и унете у 2Д дијаграм анализе лома. Такође је одређена критична вредност дубине грешке која би угрозила интегритет конструкције и добијене вредности су приказане табеларно. Дефинисан је опсег дубина грешке при којима интегритет конструкције није нарушен. Поглављем пет представљена је анализа напонско-деформационих стања применом методе коначних елемената. У поменутом поглављу формиран је коначноелементни модел структуре сферног резервоара, урађена је анализа оптерећења, одређено је напонско-деформационо стање структуре сферног резервоара за три прорачунска случаја, проверено је напонско стање у зонама откривених неправилности и закључено је да је потребно санирати неправилности формирањем жлебова – уклањањем материјала. Утврђена је зависност максималне вредности напона од промене димензије жлеба (линеарне индикације). Методом коначних елемената анализирано је свих 211 неправилности и одређена је величина жлеба – линеарне индикације при којој је вредност израчунатог напона мања од дозвољене вредности. Одређена је зависност промене напона у зони око неправилности при промени ширине линеарне индикације за утврђене дубине. Прописане су граничне геометријске карактеристике неправилности – грешке, односно прописана је процедура којом је дефинисана дубина грешке коју је могуће санирати без примене додавања материјала како би се обезбедио безбедан рад конструкције.

У завршном, шестом поглављу дисертације приказана је синтеза парцијалних закључака о резултатима истраживања у претходним поглављима дисертације. Изнети су детаљни закључци са критичком анализом остварених резултата истраживања. Истакнут је научни допринос дисертације као и могућност примене остварених резултата приликом решавања конкретних инжењерских проблема.

3. ОЦЕНА ДИСЕРТАЦИЈЕ

3.1. Савременост и оригиналност

Истраживања у области интегритета посуда под притиском је веома значајна и актуелна. Кандидат је дао јасну идентификацију и анализу основних проблема који доводе до угрожавања интегритета конструкције опреме под притиском. Докторска дисертација представља савремен и оригиналан допринос разматраној проблематици интегритета конструкција услед постојања грешака (прслина, смакнуте, непровар) заварених спојева конструкције. У оквиру докторске дисертације примењени су савремени истраживачки поступци уз коришћење најновијих софтверских решења за нумеричке симулације. Оригиналност добијених резултата у оквиру дисертације потврђују радови који су објављени и саопштени на научним скуповима или објављени у часописима.

3.2. Осврт на референтну и коришћену литературу

Истраживања утицаја грешака у завареним спојевима на интегритет великих сферних резервоара врло су оскудно заступљена у постојећој литератури. Могући разлози су: комплексност конструкције што у значајној мери отежава моделирање структуре; висока цена експерименталних истраживања, ограничења коначноелементне анализе која се пре свега огледају у дискретности методе.

Списак литературе која је коришћена приликом израде дисертације дат је у посебном поглављу. Прегледом листе коришћене литературе закључује се да је кандидат имао на располагању и проучио сву доступну референтну литературу. Она је била полазна основа за избор поступка анализе сферног резервоара и креирања коначноелементног модела.

У оквиру дисертације кандидат се позива на анализе, резултате и закључке објављене у референтним монографијама, докторским дисертацијама, стручним уџбеницима, радовима у међународним и домаћим часописима и релевантним међународним стандардима. Кандидат је коректно проучио и цитирао литературне изворе.

3.3. Опис и адекватност примењених научних метода

Током реализације циљева истраживања и провере полазних хипотеза коришћене су следеће методе и технике истраживања:

- метода систематизације и класификације захваљујући којој су, на основу прегледа литературе и анализе у њој приказаних резултата, утврђени правци истраживања у докторској дисертацији. Литературни извори посебан значај су имали приликом: избора методе за анализу откривених грешака; усвајања методе за одређивање критичне дубине грешке и индиректне валидације резултата истраживања у оквиру дисертације;
- методе 3D моделирања чијом применом је обликован просторни модел сферног резервоара као и просторни модели за анализу санираних грешака – линеарних индикација;
- метода коначних елемената на основу које је формиран коначноелементни модел структуре сферног резервоара, одређено напонско-деформационо стање структуре сферног резервоара за прорачунске случајеве и извршена провера напонског стања у зонама санираних грешака – линеарних индикација;
- методе верификације, засноване на поређењу добијених нумеричких и експерименталних резултата, као и методе експертског мишљења током анализе и тумачења добијених резултата.

3.4. Применљивост остварених резултата

Добијени резултати у оквиру докторске дисертације поред научне вредности имају и широку практичну примену, пре свега у провери интегритета заварених конструкција посуда под притиском. Остварени експериментални резултати откривања грешака заварених спојева сегмената конструкције представљају полазну основу за детаљну нумеричку анализу и утврђивање утицаја на интегритет конструкције. Формирани нумерички прорачунски модели имају широку примену у процесу анализе утицаја грешака на интегритет конструкције као и одрђивања граничних вредности геометрије грешака како интегритет конструкције не би био нарушен.

3.5. Оцена достигнутих способности кандидата за самостални научни рад

Чланови комисије сматрају да је кандидат показао да има смисао и знање неопходно да самостално препозна и систематски решава инжењерске и научне проблеме, примењујући савремене методе теоријског и експерименталног карактера, да користи расположиву литературу и да успешно влада савременим истраживачким методама. Резултати докторске дисертације доказ су способности кандидата за самостални научно-истраживачки рад.

4. ОСТВАРЕНИ НАУЧНИ ДОПРИНОС

4.1. Приказ остварених научних доприноса

Ова дисертација је проширила постојећа знања и представља научни допринос у области механике лома. Остварени научни допринос докторске дисертације „Примена параметара еласто-пластичне механике лома на процену интегритета великих сферних резервоара“ огледа се у следећем:

- показано је да дебљина омотача сферног резервоара у локалним зонама грешака може бити и мања од вредности прописане стандардом, а да притом интегритет конструкције није нарушен, **описано у раду 1 и 2;**
- дефинисане су граничне геометријске карактеристике грешака, односно процедура којом су дефинисане дубине грешака које је могуће санирати без примене додатног материјала (тј. без наваривања), а којом се обезбеђује безбедан рад конструкције, **описано у раду 1.**

4.2. Критичка анализа резултата истраживања

На основу прегледа релевантне научне литературе и постојећих решења из области докторске дисертације, комисија констатује да су приказани резултати истраживања изузетно значајни и научно утемељени. Истовремено, на основу увида у задате циљеве истраживања и резултате представљене у докторској дисертацији, констатујемо да су пружени одговори на сва релевантна питања и да су решени проблеми са којима се кандидат сусрео у току истраживања. Развијени нумерички модели и експерименталне процедуре имају велику примењивост у области процене интегритета заварених конструкција.

4.3. Верификација научног доприноса

Научни допринос докторске дисертације верификован је у следећим радовима:

1. Aleksandar Milovanovic, Aleksandar Sedmak, Nebojsa Gnjatovic, Application of fracture mechanics parameters to spherical storage tank integrity assessment, Technical Gazzete, прихваћено за објављивање у 2020. **M23**
2. Aleksandar Milovanović, Aleksandar Sedmak, Integrity assessment of ammonia spherical storage tank, Procedia Structural Integrity, Volume 13, 2018, Pages 994-999

5. ЗАКЉУЧАК И ПРЕДЛОГ

На основу прегледа и анализе докторске дисертације под називом „**Примена параметара еласто-пластичне механике лома на процену интегритета великих сферних резервоара**“ кандидата Александра М. Миловановића, маг. инж. маш., студента докторских студија, Комисија за оцену и одбрану 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.

На основу резултата и закључака приказаних у докторској дисертацији и чињенице да је анализирана проблематика значајна и актуелна у стручној и научној јавности, констатује се да је кандидат Александар М. Миловановић, маг. инж. маш., успешно завршио докторску дисертацију у складу са предвиђеним предметом и постављеним циљевима истраживања. Кандидат је остварио оригиналне резултате из области интегритета опреме под притиском, користећи при том расположиву литературу и резултате експерименталног истраживања. Резултати истраживања су систематично обрађени и на основу њих изведени су валидни закључци о утицају грешака у завареним спојевима сферног резервоара на интегритет конструкције. Научна и стручна јавност је упозната са резултатима истраживања публикавањем рада у међународном часопису (категирија M23).

Комисија за оцену и одбрану докторске дисертације закључила је да дисертација представља оригинални научни рад са научним доприносом у области техничких наука, ужа научна област механика лома, па сагласно томе предлаже Наставно-научном већу Машинског факултета Универзитета у Београду да прихвати Реферат Комисије и упути га Већу научних области техничких наука Универзитета у Београду на усвајање, а дисертацију „**Примена параметара еласто-пластичне механике лома на процену интегритета великих сферних резервоара**“ кандидата кандидата Александра М. Миловановића, маг. инж. маш. стави на увид јавности.

У Београду, 28.10.2019. године

ЧЛАНОВИ КОМИСИЈЕ

проф. др Александар Седмак
Универзитет у Београду – Машински факултет

проф. др Зоран Радаковић
Универзитет у Београду – Машински факултет

доц. др Небојша Гњатовић
Универзитет у Београду – Машински факултет

доц. др Ненад Митровић
Универзитет у Београду – Машински факултет

др Никола Будимир, научни сарадник
Иновациони центар Машинског факултета