

ВЕЋУ ДОКТОРСКИХ СТУДИЈА

Предмет: Реферат о урађеној докторској дисертацији кандидата **Мохамеда Етоухами М. Свеија (Mohamed Etouhami Swei)**, дипл. инж.маш.

Одлуком 783/1 од 26.03.2018. године, именовани смо за чланове Комисије за преглед, оцену и одбрану докторске дисертације кандидата кандидата **Мохамеда Етоухами М. Свеија, дипл. инж.маш.** под насловом

**(Creep crack growth in steel welded joints)
Раст прслине услед пузања у завареним спојевима од челика**

После прегледа достављене Дисертације и других пратећих материјала и разговора са кандидатом, Комисија је сачинила следећи

РЕФЕРАТ

1. УВОД

1.1. Хронологија одобравања и израде дисертације

Кандидат Мохамед Етоухами М. Свеи, дипл. инж. маш, уписао је прву годину докторских студија на Машинском факултету Универзитета у Београду школске 2014/2015. године. Кандидат је поднео захтев за одобрење теме докторске дисертације број 1173/1 од 29.5.2017. године на Катедри за Технологију материјала Машинског факултета Универзитета у Београду. Кандидат је за ментора предложио др Александра Седмака, редовног професора Машинског факултета у Београду.

На основу сагласности Катедре за Технологију материјала 1173/2 од 22.6.2017. године, Наставно-научно веће Машинског факултета у Београду донело је 9.8.2017. године Одлуку број 1173/3 о именовању Комисије за оцену подобности теме и кандидата за израду докторске дисертације и научне заснованости теме докторске дисертације у саставу:

- др Александар Седмак, редовни професор (ментор), Машински факултет у Београду
- др Александар Грбовић, ванр. професор, Машински факултет у Београду
- др Гордана Бакић, ванр. професор, Машински факултет у Београду.
- др Зорана Голубовић, научни сарадник, Иновациони Центар Машинског Факултета, Београд
- др Љубица Миловић, ванр. Професор, Технолошко-Металуршки Факултет у Београду

Комисија за оцену подобности теме и кандидата за израду докторске дисертације и научне заснованости теме докторске дисертације је 29.5.2017. године поднела Наставно-научном већу Машинског факултета у Београду Извештај број 1173/1, у коме предлаже Наставно-научном већу Машинског факултета у Београду да одобри тему докторске дисертације под насловом „Раст прслине услед пузања у завареним спојевима од челика“, наводећи да Кандидат испуњава све законом предвиђене услове за израду докторске дисертације и да је предложена тема научно утемељена и адекватна и да пружа могућност остваривања значајних научних доприноса. Одлуком Наставно-научног већа број 1173/2 од 22.6.2017. године прихваћена је тема докторске дисертације под насловом: „Раст прслине услед пузања у завареним спојевима од челика“ кандидата Мохамеда Етоухами М. Свеија, дипл. инж.

маш.– мастер инжењер машинства, и за ментора је именован др Александар Седмак, редовни професор Машинског факултета у Београду. Веће научних области техничких наука Универзитета у Београду донело је Одлуку број 1173/3 од 9.8.2017. године којом се даје сагласност на предлог теме докторске дисертације кандидата Мохамеда Етоухами М. Свеија, дипл. инж. маш.– мастер инжењер машинства, под насловом: „Раст прслине услед пузања у завареним спојевима од челика“.

На основу обавештења проф. др Александра Седмака да је кандидат Мохамеда Етоухами М. Свеија, дипл. инж. маш.– мастер инжењер машинства, завршио докторску дисертацију под насловом: „Раст прслине услед пузања у завареним спојевима од челика“ и предлога Катедре за Технологију материјала број 783/1 од 26.3.2018. године, Наставно-научно веће Машинског факултета у Београду је на седници одржаној 29.3.2017. донело Одлуку број 783/2 којом се именују чланови Комисије за преглед, оцену и одбрану докторске дисертације у саставу:

- др Александар Седмак, редовни професор (ментор), Машински факултет у Београду
- др Александар Грбовић, ванр. професор, Машински факултет у Београду
- др Гордана Бакић, ванр. професор, Машински факултет у Београду.
- др Зорана Голубовић, научни сарадник, Иновациони Центар Машинског Факултета, Београд
- др Љубица Миловић, ванр. Професор, Технолошко-Металуршки Факултет у Београду

1.2. Научна област дисертације

Докторска дисертација под насловом „РАСТ ПРСЛИНЕ УСЛЕД ПУЗАЊА У ЗАВАРЕНИМ СПОЈЕВИМА ОД ЧЕЛИКА“ припада области техничких наука - машинству, ужој научној области **Технологија материјала**, Механика лома, за коју је Машински факултет Универзитета у Београду матичан.

1.3. Биографски подаци о кандидату

Лични подаци:-

Име: - Мохамед Етоухами М. Свеи
 Место и датум рођења: - 02.12.1963 Триполи-Либија
 Брачни статус: - Ожењен (петоро деце)
 Мобилни телефон 00381-64-0807156
 Е-mail адреса: - mohmswei@hotmail.com

Образовање:

1970 – 1975	Основна школа
1976 – 1981	Средња школа
1984 – 1989	Технички Универзитет Нова Скотија – Канада (BSc)
1995 – 1997	Универзитет у Београду, , Машински Факултет (MSc)

Радно искуство:-

1989-1991	Инжењер одржавања, Iron & Steel Company, Мисурата – Либија
1991–2000	Инжењер истраживач, Al-Fatah Research & Development Center, Триполи - Либија
2000-2005	Менаџер за одржавање на бензинској станици, Триполи – Либија
2005-2010	Предавач и члан катедре за Машинство, Триполи - Либија
2010-2014	Руководилац Техничког Одбора, Engineering Technical College, Триполи - Либија

2. ОПИС ДИСЕРТАЦИЈЕ

2.1. Садржај дисертације

Докторска дисертација кандидата Мохамеда Етоухами М. Свеија, дипл. инж. маш. – мастер инжењер машинства, под насловом „РАСТ ПРСЛИНЕ УСЛЕД ПУЗАЊА У ЗАВАРЕНИМ СПОЈЕВИМА ОД ЧЕЛИКА“ језику, садржи: 160 страна формата А4, 72 слике, 15 табела, 125 једначина и списак коришћене литературе који садржи 105 референци.

Докторска дисертација садржи следећа поглавља:

1. Увод
2. Преглед литературе
3. Моделирање заварених спојева током свих фаза пузања применом механике оштећења
4. Експериментално испитивање понашања Р91 заварених спојева при пузању
5. Моделирање раста прслине изазване пузањем и понашања Р91 завареног споја
6. Закључак и препоруке
7. Референце

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

2.2. Кратак приказ појединачних поглавља

Поглавље 1: Увод

У циљу побољшања енергетске ефикасности и смањења емисије CO₂, као и спречавања отказа компонената које раде на високим температурама у индустријским постројењима проузрокованих пузањем, извршена су обимна истраживања у овој области, од почетка деведесетих година прошлог века. Уобичајена методологија је била заснована на анализи напона у хомогеном материјалу, и није у обзир узимала присуство прслина, што значи да је за анализу заварених спојева била неопходна сложенија метода, која би обухватила и прслине изазване пузањем. Искуство је показало да се у већини случајева раст прслине услед пузања одвија у зони утицаја топлоте (ЗУТ).

Поглавље 2: Преглед литературе

У електранама и петрохемијским постројењима долази до отказа компонената које раде на високим температурама, најчешће изазваних присуством грешака у близини заварених спојева. Стога је радни век компонената у оваквим постројењима ограничен иницијацијом и растом прслине услед пузања (CCI и CCG), које зависе од времена. Процес заваривања, како при производњи ако и при репарацији, доводи до развоја металуршких спојева хетерогених микроструктура и особина, и стога су заварени спојеви често места на којима долази до отказа са катастрофалним последицама.

Поглавље 3: Моделирање заварених спојева током свих фаза пузања применом механике оштећења

Деформација пузања је дефинисана кроз три препознатљиве фазе: Примарну, секундарну и терцијарну, и у великој мери зависи од напона и температуре. Током примарног режима пузања, долази до клизања и пењања дислокација. Успостављање равнотеже између густине дислокација и механизма опоравка материјала карактерише секундарну фазу пузања, док у терцијарној долази до клизања граница зрна, формирања и међусобног спајања шупљина, и коначно, до лома. У овом раду је горе поменути феномен анализиран применом механике континуума и механике лома.

Поглавље 4: Експериментално испитивање понашања Р91 заварених спојева при пузању

У овом поглављу је дат детаљан опис експерименталних испитивања заварених спојева од челика Р91, уз одговарајуће резултате. Испитивахе су епрувете за затезање са зарезом, и

добијени су резултати за пузање за основни материјал, метал шава и ЗУТ. Испитивања раста прслине услед пузања су спровођена на температури од 600°C, и на основу дијаграма сила-померање је одређен C^* , параметар механике лома везан за рас прслине услед пузања. Иницијалне прслине у СТ епруветама су се налазиле на граници основног материјала и ЗУТ-а, како би се симулирала област прслина Типа IV. Њихове тачне локације су утврђене анализом микроструктуре и тврдоће епрувета.

Поглавље 5: Моделирање раста прслине изазване пузањем и понашања P91 завареног споја

У овом поглављу су приказани модели епрувета направљени применом методе коначних елемената, на основу експерименталних резултата, за испитивања на температури од 600°C. Модели су урађени као 2Д епрувете за затезање одговарајућих димензија, при чему је детаљно анализиран утицај величине коначних елемената на резултате прорачуна, на основу чега су усвојене њихове димензије. Урађени су модели за три различита случаја, односно за ОМ, МШ и ЗУТ, у условима равнoг стања напона и равнoг стања деформација, при чему су претходно експериментално одређене неопходне константе за прорачун C^* . На основу добијених резултата, прорачунат је C^* за сва три случаја.

Поглавље 6: Закључак и препоруке

Резултати експерименталног испитивања су показали да постоји значајна разлика у понашању при пузању у областима завареног споја у зависности од микроструктуре. Стога ЗУТ има већу брзину раста прслине услед пузања, као и краће време потребно за лом у поређењу са ОМ и МШ. Резултати симулација применом МКЕ су предвидели места акумулирања критичних оштећења и утврђено је да су најкритичније области у ЗУТ-у (ситнозрна и међукритична област). Овакво понашање је утврђено у током експеримента.

Поглавље 7: Ово поглавље обухвата допринос кандидата истраживању

Истраживање извршено у оквиру ове докторске дисертације има за циљ да реши проблеме везане за процену интегритета заварених конструкција које раде на повишеним температурама, услед чега су склоне пузању.

На основу експерименталних испитивања, из којих су одређени неопходни параметри за доређивање C^* су направљена три модела применом методе коначних елемената, за ОМ, МШ и ЗУТ, и упоређени су резултати добијени за сваки од њих.

Експеримент и нумеричке симулације су потврдиле да је критична област за лом услед пузања зона утицаја топлоте. Такође је утврђено да је величина (прецизност) мреже коначних елемената од великог значаја за тачност резултата.

3. ОЦЕНА ДИСЕРТАЦИЈЕ

3.1. Савременост и оригиналност

Докторска дисертација под називом „Раст прслине услед пузања у завареним спојевима од челика“ представља савремен и оригиналан допринос разматраној проблематици лома услед постојања грешака типа прслина у материјалу. У оквиру докторске дисертације примењени су савремени истраживачки поступци и лабораторијска мерења уз коришћење најновијих софтверских решења за нумеричке симулације.

У складу са модерним истраживачким трендовима, кандидат је у дисертацији применио оригиналну методу нумеричке анализе раста прслине услед пузања, као модификацију постојећих метода, доступних у комерцијалним софтверима.

Оригиналност добијених резултата у оквиру дисертације потврђују радови који су публиковани и саопштени на научним скуповима или објављени у часописима.

3.2. Осврт на референтну и коришћену литературу

У докторској дисертацији коришћена је обимна литература из различитих области, па су због изразито комплексног карактера теме докторске дисертације референтне области обухватале механику лома и понашања металних материјала, нумеричке метода и симулације, али и експерименталне методе испитивања раста прлина услед пузања у челику Р91. Ова литература је кандидату послужила као полазна основа за формирње прегледа постојећих истраживања везаних за област отказа услед зармонг лома ваздухопловних конструкција и њихових делова, као и за припрему експерименталних и нумеричких модела. У уводном делу докторске дисертације кандидат приказује хронолошки преглед релевантне научне литературе, чиме је дао критички осврт на најважније резултате релевантних аутора. Све референце коришћене у раду приказане су на крају рада, а кандидат се позива на анализе, резултате и закључке објављене у научним часописима високог ранга и конференцијама међународног значаја. Од наведених наслова коришћене литературе, више од сто је млађе од десет година, а већина тих радова је из водећих међународних часописа.

3.3. Опис и адекватност примењених научних метода

Услед комплексности анализе проблема у реалним условима раста прлине услед пузања у завареним спојевима од Р91 легуре, које се користе за посуде под притиском на повишеној температури, превентивно пароводе, кандидат је у истраживању користио и нумерички и експериментални приступ истраживања.

Имајући у виду да отказ паровода може да доведе до катастрофалних последица, у овој дисертацији је примењен савремени приступ дијагностике понашања који представља спрегу нумеричког прорачуна и експерименталних истраживања, а који се примењују у оквиру комплементарног приступа решавању проблема. Нумерички прорачун је базиран на примени методе коначних елемената, која у савременој науци има све већу улогу у прорачунима и пројектовању различитих машинских конструкција.

Примењене су методе верификације, засноване на поређењу добијених нумеричких и експерименталних резултата, као и метода 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 прорачунима интегритета и радног века посуда под притиском које раде на повишеним температурама и њихових делова у присуству прлина у завареним спојевима, а у условима пузања.

Остварени експериментални резултати омогућавају одређивање утицаја пузања на напонско стање, интегритет и радни век посуда под притиском при високим температурама. Дијагностичке методе имају велику примену у откривању грешака у дизајну, односно геометрији конструкције или дела конструкције, посебно у случајевима отказа, а досадашња искуства из праксе показала су да најчешћи узрок отказа представљају појаве прлинана на местима највећих концентрација напона, које је могуће добијених нумеричким прорачуном. Формирани су верификовани нумерички модели погодних за испитивање епрувета за затезање, за три случаја (ОМ, МШ и ЗУТ). Резултати нумеричких симулација заварених спојева од челика Р91 верификовани су поређењем са експерименталним резултатима, чиме је обезбеђена њихова примењивост.

3.5. Оцена достигнутих способности кандидата за самостални научни рад

Током израде докторске дисертације кандидат је показао способност за самостални научни рад, као и да решава апстрактне научне проблеме. Поседује изузетено знање у оквиру области науке о материјалима, затим теоријске механике лома, као и савремене нумеричке анализе, потребно за даљи научно-истраживачки рад. То је потврђено како бројним испитима које је кандидат положио на докторским студијама, тако и бројним коауторским радовима. 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.

4. ОСТВАРЕНИ НАУЧНИ ДОПРИНОС

4.1. Приказ остварених научних доприноса

Остварени научни доприноси кандидата Мохамеда Етоухами .М. Свеија, дипл. инж. маш.–мастер инжењер машинства, у оквиру докторске дисертације под насловом „Раст прлине услед пузања у завареним спојевима од челика“, огледају се у следећем:

- Детаљно сакупљена, проучена и систематизована научна литература из области везана за све аспекте ове дисертације. Приказани су резултати испитивања понашања челика P91 при расту прлине услед пузања.
- Приказана је процедура израде експерименталних узорака са нагласком на симулацију завареног споја са прлином изазваном пузањем.
- Дефинисана је оригинална нумеричка процедура, у оквиру примене методе коначних елеманата, за одређивање свих потребних параметра који омогућавају примену симулације раста прлине у реалним услова оптерећења на повишеним температурама.
- Дефинисани су утицаји раста прлине услед пузања на концентрације напона у критичним зонама, као и понашање у реалним условима оптерећења у току радног века конструкције, преко параметра C^* .

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 поседују велику примењивост у области разматране теорије.

4.3. Верификација научних доприноса

Научни допринос кандидата Мохамеда Етоухами М. Свеија, дипл. инж. маш.- мастер инжењер машинства верификовани су следећим радовима:

Категорија M21:

1. A. Sedmak, **M. Swei**, B. Petrovski: "Creep crack growth properties of P91 and P22 welded joints", FATIGUE & FRACTURE OF ENGINEERING MATERIALS & STRUCTURES, 2017, 40 (8):1267-1275

Категорија M23:

2. **M. Swei**, A. Sedmak, B. Petrovski, Z. Golubovic, K.I. Azzabi. "Creep crack growth behavior of P91 steel weldments" Thermal Science, (2017), <https://doi.org/10.2298/TSCI170729240S>

Категорија M24:

2. **M. Swei**, A. Sedmak, B. Petrovski, Lj. Milović, A. Grbović. "Application of modified Finite Element Method to Creep crack growth simulation", accepted for Structural Integrity and Life, Vol. 18, No. 2, (2018)

5. ЗАКЉУЧАК И ПРЕДЛОГ

На основу детаљног прегледа докторске дисертације, Комисија за преглед, оцену и одбрану докторске дисертације констатује да је докторска дисертација под називом „Раст прслине услед пузања у завареним спојевима од челика“ кандидата Мохамеда Етоухами М. Свеија дипл. инж. маш.- мастер инжењер машинства прихвати, изложи на увид јавности и упути на коначно усвајање Већу научних области техничких наука Универзитета у Београду. На основу резултата и закључака приказаних у докторској дисертацији, Комисија констатује да је кандидат Мохамед Етоухами М. Свеи, дипл. инж. маш.-мастер, успешно завршио докторску дисертацију у складу са предвиђеним предметом и постављеним циљевима истраживања, а да је докторска дисертација под називом „Раст прслине услед пузања у завареним спојевима од челика“ представља оригиналан и вредан научни рад са научним доприносима у области машинства, ужа научна област Наука о материјалима, Механика лома. Кандидат је дошао до оригиналних научних резултата који су успешно верификовани.

Комисија предлаже Наставно-научном већу Машинског факултета у Београду да Реферат прихвати, дисертацију стави на увид јавности и упути Реферат на коначно усвајање Већу научних области техничких наука Универзитета у Београду, а да се кандидат Мохамед Етоухами М. Свеи, дипл. инж. маш. - мастер инжењер машинства, позове на јавну одбрану.

У Београду, 10.4.2018. год

ЧЛАНОВИ КОМИСИЈЕ

.....
Проф. др Александар Седмак, редовни професор (ментор),
Универзитет у Београду, Машински факултет

.....
др Александар Грбовић, ванр. професор,
Универзитет у Београду, Машински факултет

.....
др Гордана Бакић, ванр. професор,
Универзитет у Београду, Машински факултет

.....
др Зорана Голубовић, научни сарадник,
Иновациони Центар Машинског Факултета, Београд

.....
Др. Љубица Миловић, ванр. професор,
Универзитет у Београду, Технолошко-Металуршки факултет