

Образац 2.

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)

903/6
(Број захтева)

05.10.2012.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:

ДРАГОГ (ПЕТРОНИЈЕ) СТАМЕНКОВИЋА

(име, име једног од родитеља и презиме)

КАНДИДАТ **ДРАГИ (ПЕТРОНИЈЕ) СТАМЕНКОВИЋ**

(име, име једног од родитеља и презиме)

Пријавио је докторску дисертацију под називом:

ПРОЦЕНА ПРЕОСТАЛОГ ВЕКА СТРУКТУРАЛНИХ ЕЛЕМЕНАТА СА ИНИЦИЈАЛНИМ ОШТЕЋЕЊИМА ПОД ДЕЈСТВОМ СПЕКТРА ТЕРМОМЕХАНИЧКИХ ОПТЕРЕЋЕЊА

Универзитет је дана 07.05.2012. год. својим актом под бр. 06-18424/33-12 дао сагласност на предлог теме докторске дисертације која је гласила:

ПРОЦЕНА ПРЕОСТАЛОГ ВЕКА СТРУКТУРАЛНИХ ЕЛЕМЕНАТА СА ИНИЦИЈАЛНИМ ОШТЕЋЕЊИМА ПОД ДЕЈСТВОМ СПЕКТРА ТЕРМОМЕХАНИЧКИХ ОПТЕРЕЋЕЊА

Комисија за оцену и одбрану докторске дисертације кандидата: **ДРАГОГ (ПЕТРОНИЈЕ) СТАМЕНКОВИЋА**

(име, име једног од родитеља и презиме)

Образована је на седници одржаној 12.07.2012. године, одлуком факултета под бр. 903/3, у саставу:

Име и презиме члана комисије	звање	научна област	установа у којој је запослен
1. Др Слободан Ступар	Редовни професор	Ваздухопловство	Машински факултет Београд
2. Др Стеван Максимовић	Научни саветник	Ваздухопловство	Војнотехнички институт Београд
3. Др Александар Симоновић	Доцент	Ваздухопловство	Машински факултет Београд

Наставно-научно веће факултета прихватило је извештај Комисије за оцену и одбрану докторске дисертације на седници одржаној дана 30.08.2012. 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: 903/5
Датум: 30.08.2012. године
Београд, Краљице Марије 16

На основу чл. 128. Закона о високом образовању и извештаја Комисије у саставу: проф.др Слободан Ступар, ментор, др Стеван Максимовић, научни саветник, Војнотехнички институт Београд, доц.др Александар Симоновић о оцени докторске дисертације „Процена преосталог века структуралних елемената са иницијалним оштећењима под дејством спектра термомеханичких оптерећења“ докторанта мр Драгог Стаменковића, дипл.инж.маш., Наставно-научно веће Машинског факултета на седници одржаној 30.08.2012. године, донело је следећу

ОДЛУКУ

Усваја се извештај за оцену и одбрану докторске дисертације **„ПРОЦЕНА ПРЕОСТАЛОГ ВЕКА СТРУКТУРАЛНИХ ЕЛЕМЕНАТА СА ИНИЦИЈАЛНИМ ОШТЕЋЕЊИМА ПОД ДЕЈСТВОМ СПЕКТРА ТЕРМОМЕХАНИЧКИХ ОПТЕРЕЋЕЊА“** докторанта **МР ДРАГОГ СТАМЕНКОВИЋА**, 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

НАСТАВНОМ-НАУЧНОМ ВЕЋУ МАШИНСКОГ ФАКУЛТЕТА
УНИВЕРЗИТЕТА У БЕОГРАДУ

Предмет: Извештај Комисије за оцену и одбрану докторске дисертације кандидата мр Драгог Стаменковића, дипл.инж.машинства

Одлуком Наставно-научног већа Машинског факултета Универзитета у Београду бр. 903/3 од 12.07.2012. године, именовани смо за чланове Комисије за оцену и одбрану докторске дисертације кандидата мр Драгог Стаменковића, дипл.инж.машинства, под називом „ПРОЦЕНА ПРЕОСТАЛОГ ВЕКА СТРУКТУРАЛНИХ ЕЛЕМЕНАТА СА ИНИЦИЈАЛНИМ ОШТЕЋЕЊИМА ПОД ДЕЈСТВОМ СПЕКТРА ТЕРМОМЕХАНИЧКИХ ОПТЕРЕЋЕЊА“, о чему подносимо следећи

ИЗВЕШТАЈ

1. Увод

1.1 Наслов и обим дисертације

Докторска дисертација кандидата мр Драгог Стаменковића, дипл.инж.машинства, под називом „ПРОЦЕНА ПРЕОСТАЛОГ ВЕКА СТРУКТУРАЛНИХ ЕЛЕМЕНАТА СА ИНИЦИЈАЛНИМ ОШТЕЋЕЊИМА ПОД ДЕЈСТВОМ СПЕКТРА ТЕРМОМЕХАНИЧКИХ ОПТЕРЕЋЕЊА“ је изложена на 108 страна и садржи 7 поглавља.

1.2 Хронологија одобравања и израде дисертације

Кандидат мр Драги Стаменковић, дипл.инж.машинства је 26.01.2011. године поднео Наставно-научном већу Машинског факултета молбу бр. 135/1, да му се одобри израда докторске дисертације. За ментора је предложио проф. др Слободана Ступара.

Комисија за оцену испуњености услова кандидата и научне заснованости теме докторске дисертације је 27.02.2012. године поднела извештај у коме предлаже Наставно-научном већу Машинског факултета у Београду да одобри тему докторске дисертације под насловом „ПРОЦЕНА ПРЕОСТАЛОГ ВЕКА СТРУКТУРАЛНИХ ЕЛЕМЕНАТА СА ИНИЦИЈАЛНИМ ОШТЕЋЕЊИМА ПОД ДЕЈСТВОМ СПЕКТРА ТЕРМОМЕХАНИЧКИХ ОПТЕРЕЋЕЊА“, истичући да кандидат испуњава законске и истраживачке услове за рад на докторској дисертацији и да је предложена тема актуелна и адекватна за израду докторске дисертације. Извештај о испуњености услова кандидата за израду докторске дисертације, одобравање теме и именовање ментора бр. 361/2 је усвојен 01.03.2012. године на седници Наставно-научног већа.

У вези са молбом кандидата мр Драгог Стаменковића, дипл.инж.машинства да му се одобри израда докторске дисертације, одлуке Наставно-научног већа Машинског факултета о испуњености услова кандидата за израду докторске дисертације, одобравање теме и именовање ментора, а на основу сагласности Већа научних области техничких

наука Универзитета у Београду од 07.05.2012. године бр. 06-18424/33-12, донета је коначна одлука, којом се одобрава израда докторске дисертације „ПРОЦЕНА ПРЕОСТАЛОГ ВЕКА СТРУКТУРАЛНИХ ЕЛЕМЕНАТА СА ИНИЦИЈАЛНИМ ОШТЕЋЕЊИМА ПОД ДЕЈСТВОМ СПЕКТРА ТЕРМОМЕХАНИЧКИХ ОПТЕРЕЋЕЊА“, под менторством проф. др Слободана Ступара.

Ментор проф. др Слободан Ступар је 04.07.2012. године обавестио Катедру за ваздухопловство о завршетку докторске дисертације „ПРОЦЕНА ПРЕОСТАЛОГ ВЕКА СТРУКТУРАЛНИХ ЕЛЕМЕНАТА СА ИНИЦИЈАЛНИМ ОШТЕЋЕЊИМА ПОД ДЕЈСТВОМ СПЕКТРА ТЕРМОМЕХАНИЧКИХ ОПТЕРЕЋЕЊА“ кандидата мр Драгог Стаменковића, дипл.инж.машинства. На предлог Катедре за ваздухопловство Наставно-научно веће Машинског факултета у Београду је, на седници одржаној 12.07.2012. године, једногласно усвојило обавештење о завршетку дисертације и донело Одлуку бр. 903/3 о именовању Комисије за оцену и одбрану. За чланове Комисије именовани су: проф. др Слободан Ступар, доц. др Александар Симоновић и др. Стеван Максимовић, научни саветник.

1.3 Место дисертације у одговарајућој научној области

Докторска дисертација „ПРОЦЕНА ПРЕОСТАЛОГ ВЕКА СТРУКТУРАЛНИХ ЕЛЕМЕНАТА СА ИНИЦИЈАЛНИМ ОШТЕЋЕЊИМА ПОД ДЕЈСТВОМ СПЕКТРА ТЕРМОМЕХАНИЧКИХ ОПТЕРЕЋЕЊА“ припада области техничких наука, односно машинству и ужој научној области Ваздухопловство.

1.4 Биографски подаци о аутору

Кандидат мр Драги Стаменковић је рођен 11. фебруара 1965. године у Руми, Р. Србија. Основну школу ”Јован Јовановић - Змај”, школу за заједничко средње васпитање и образовање „Миливој Савић-Трива“ и “Стеван Пузић“ завршио је 1983. године у Руми. Дипломирао је 1990. године на Машинском факултету у Београду, и одбрањеним дипломским радом из области чврстоће на тему “ Примена методе коначних елемената на проблеме осно-симетричне напонске анализе”. Од 15.04.1991. године је у сталном радном односу у фабрици авиона „Ваздухопловна индустрија – УТВА“ у Панчеву. Почео је са радом у одељењу „Развоја и истраживања“ на новим прототиповима летелица. Након три година стеченог искуства прелази у одељење технолошке припреме где се бави развојем технологија производње елемената конструкције летелица. Од 1999. прелази у предеузеће „Термоелектро“ из Београда. Почиње са радом на реконструкцијом објеката у „Рафинерији нафте Нови Сад“. Такође, радио на руковођењу у изградњи нових објеката и постројења у фабрици цемента „ЛБФ Лафарж“ у Беочину. Након звршених пројеката, прелази у одељење техничко-технолошке припреме на изради норматива и технологије монтаже на термоенергетским и процесним постројењима. Последипломске студије на Машинском факултету у Београду, Одсек за ваздухопловство, завршио је 2008. године одбраном магистарског рада под насловом ”Анализа чврстоће оплате крила авиона са иницијалним прслинама применом МКЕ ”.

Кандидат се стручно усавршава у области чврстоће конструкција и аутор је или ко-аутор низ научних радова. Говори енглески језик. Живи у Београду са супругом и двоје деце.

2. Опис дисертације

2.1 Структура и садржај дисертације

Докторска дисертација кандидата мр. Драгог Стаменковића, дипл.инж.машинства, под називом „ПРОЦЕНА ПРЕОСТАЛОГ ВЕКА СТРУКТУРАЛНИХ ЕЛЕМЕНАТА СА ИНИЦИЈАЛНИМ ОШТЕЋЕЊИМА ПОД ДЕЈСТВОМ СПЕКТРА ТЕРМОМЕХАНИЧКИХ ОПТЕРЕЋЕЊА“ изложена је на 108 страна. Текст је илустрован са 73 слика и 10 табела. Дисертација садржи: насловну страну, податке о ментору и комисији за оцену и одбрану, резиме на српском и енглеском језику, садржај, списак литературе, прилоге, биографија аутора, као и следећа поглавља:

1. Уводна разматрања
2. Одређивање параметара лома код структура под дејством термичког оптерећења
3. Анализа чврстоће ротора турбине са аспекта механике лома
4. Одређивање параметара механике лома код структура са површинском прслином
5. Нумеричке методе и симулација процеса заваривања елемената конструкција
6. Одређивање брзине ширења прслине на замор под дејством заосталих напона услед процеса заваривања
7. Закључак

У попису литературе наведене су 91 референце, које су нумерисане према редоследу којим се појављују у тексту.

2.2 Кратак приказ појединих поглавља

Докторска дисертација кандидата „ПРОЦЕНА ПРЕОСТАЛОГ ВЕКА СТРУКТУРАЛНИХ ЕЛЕМЕНАТА СА ИНИЦИЈАЛНИМ ОШТЕЋЕЊИМА ПОД ДЕЈСТВОМ СПЕКТРА ТЕРМОМЕХАНИЧКИХ ОПТЕРЕЋЕЊА“ састоји се из седам поглавља. У *првом поглављу* (Уводна разматрања) наведени су предмет и циљеви истраживања, као и преглед досадашњих истраживања. Предмет истраживања су процена преосталог века структуралних елемената са иницијалним оштећењима под дејством спектра термомеханичких оптерећења. Процена преосталог века има веома важну улогу како у процесу пројектовања тако и у процесу експлатације структуралних елемената. Поред осталог, у процени преосталог века важну улогу имају локални параметри оптерећења и геометрија структуралних елемената. Такође, локално поље напона и деформација може имати веома важну улогу у процени преосталог века. Стога се све наведене чињенице морају узети у обзир како би се правилно проценио преостали век структура. Основни циљеви истраживања су успостављање адекватног и поузданог нумеричког приступа са циљем поуздане процене преосталог века структуралних елемената са иницијалним оштећењима под дејством спектра термомеханичких оптерећења. У уводним разматрањима је дат опширан приказ теоријских и експерименталних резултата најновијих истраживања у области процене века структуралних елемената са иницијалним оштећењима.

У *другом поглављу* (Одређивање параметара механике лома под дејством термичког оптерећења) изнете су основне теоретске поставке параметара механике лома структура које су изложене термомеханичком оптерећењу. Представљени су основни извори појаве термичких напона као и њихов утицај на понашање структура са иницијалним оштећењима (прслине). Описан је модификован J^* -интеграл и његов значај у нелинеарној

механици лома. Увођењем модификованог J-интеграла сачувана је независност интеграла од путање око врха прслине. Као пример, анализирано је поље оплате са иницијалном прслином под дејством термичког оптерећења. Посматрано је поље оплате са различитим пречницима отвора. Након спроведене анализе методом коначних елемената одређене су вредности фактора интезитета у зависности од пречника отвора. Дата је анализа утицаја величине отвора на вредност фактора интезитета напона при истом термичком оптерећењу. Такође је аналитична нехомогена структура са различитим термомеханичким карактеристикама материјала. Као пример узет је сегмент структуре лопатице турбине. Претпостављено је постојање прслине које се налази на споју два материјала. За дату термомеханичку карактеристику материјала спроведена је анализа и одређена вредност фактора интезитета напона. Вредност фактора интезитета напона која је добијена у анализи поређена је са вредностима које су добили други аутори у својим радовима.

У *трећем поглављу* (Анализа чврстоће ротора са аспекта механике лома) посматрани су делови турбина са аспекта механике лома. Обзиром да су делови турбина изложени термичким и механичким оптерећењима, оштећења у виду прслина јављају се на најоптерећенијим местима као на пример на веза ротора турбине и лопатице. Значајан је утицај центрифугалних сила као последица окретања лопатица великом брзином. Такође, у анализама је узето да карактеристике материјала зависе од температуре. Циљ истраживања је да се прикаже коректна процедура за одређивање параметара механике лома тј. фактор интезитета напона. Након спроведених анализа добијени су аналитички изрази за одређивање фактора интезитета напона у функцији дужине прслине и различитог нивоа оптерећења. Спроведена истраживања нам омогућавају да добијемо високе перформансе турбина. Уједно је могуће успоставити процедуре за одржавање и набавку резервних делова и тиме продужити радни век турбина.

У *четвртом поглављу* (Одређивање параметара механике лома код структура са површинском прслином) анализирана је процена преосталог века код структура са површинском прслином под дејством термомеханичког оптерећења. Појаве прслина код поменутих елемената могу бити последица грешака у току процеса производње, замора или корозије у току експлоатације. За адекватну анализу коришћени су већ постојећи стандарди ASME XI и BSI PD6493. Као пример, у нашим анализама коришћена је равна плоча са површинском прслином за различите геометрије прслине и плоче као и за различите нивое термичког и механичког оптерећења. Добијене вредности фактора интезитета напона приказане су у нормализованој форми. Спроведена истраживања нам омогућавају да правилно утврдимо комплексно понашање структура са површинским прслинама.

У *петом поглављу* (Нумеричке методе и симулација процеса заваривања елемената конструкција) детаљно је приказан поступак одређивања заосталих напона код сучеоно заварених структура применом методе коначних елемената. Детаљно је описан поступак израчунавања заосталих напона код модела две сучеоно заварене плоче и две сучеоно заварене цеви. Како би се адекватно симулирао процес заваривања тј. унос топлоте, кретање врха електроде и стварање депозита након процеса заваривања, коришћена је техника активације и деактивације коначних елемената (birth and dead). Резултати добијени у анализи методом коначних елемената и резултати добијени мерењем након спроведеног експеримента заваривања показују доста добра слагања. Такође, за исту геометрију плоча спроведена је анализа процеса заваривања код модела само са 3D елементима и комбинација 3D елемената и љуски. Вредности и расподела заосталих напона дала је приближне вредности и расподелу заосталих напона у оба случаја. С

обзиром да се у пракси често користе као делови конструкција сучеоно заварене плоче, приказан је поступак одређивања заосталих напона када термомеханичке карактеристике материјала зависе од температуре и када су оне константне осим напона на граници течења. Вредности заосталих напона које смо добили у анализи разликују се по величини и природи расподеле само у корену завареног споја.

У *шестом поглављу* (Одређивање брзине ширења прслине на замор под дејством заосталих напона услед процеса заваривања) анализиран је утицај заосталих напона код заварених конструкција на отпорност материјала на замор под дејством цикличних оптерећења. У анализи је узето да су термомеханичке карактеристике у функцији температуре и да се материјал понаша линеарно еластично идеално пластично. Вредности заосталих напона које су добијене експериментом и методом коначних елемената су приближне као и њихова расподела. Након спроведене анализе процеса заваривања две сучеоно заварене плоче, направљен је додатни модел са централном прслином и спроведена анализа како би се одредили фактори интензитета напона услед механичког оптерећења и заосталих напона услед процеса заваривања. Истраживања су показала да присуство заосталих напона код заварених структура знатно смањује преостали век на замор.

У *седмом поглављу* (Закључак) наведени су и дискутовани резултати истраживања са освртом на доприносе докторске дисертације научне мисли и инжењерској пракси.

3. Оцена дисертације

3.1 Савременост, оригиналност и значај

Докторска дисертација под називом „ПРОЦЕНА ПРЕОСТАЛОГ ВЕКА СТРУКТУРАЛНИХ ЕЛЕМЕНАТА СА ИНИЦИЈАЛНИМ ОШТЕЋЕЊИМА ПОД ДЕЈСТВОМ СПЕКТРА ТЕРМОМЕХАНИЧКИХ ОПТЕРЕЋЕЊА“ представља савремен и значајан допринос научној мисли и инжењерској пракси. Савременост истраживања се потврђује мултидисциплинарном приступу решавању проблема у области која није довољно истражена, актуелношћу примењених научних метода и коришћењем модерне мерне и рачунарске опреме. Оригиналност дисертације се доказује објављеним радовима у научним часописима и саопштеним на научним и стручним конференцијама. Актуелност теме се огледа у значајним истраживањима која обрађују подручје процене века структуралних елемената са иницијалним оштећењима.

3.2 Осврт на референтну и коришћену литературу

Прегледом листе коришћене литературе можесe закључити да је кандидат располагао већином доступне референтне литературе, са акцентом на радовима објављеним у врхунским и истакнутим међународним часописима из области механике лома. Ова литература је у највећој мери послужила за преглед постојећег стања у предметној области дисертације, при чему су сви литературни извори коректно цитирани у тексту дисертације.

3.3 Анализа примењених научних метода и њихова адекватност на спроведено истраживање

У току израде докторске дисертације кандидат је користио проверене и адекватне

теоријске и експерименталне методе научно истраживачког рада. Метода коначних елемената је коришћена приликом израде математичког модела структуралних елемената са иницијалним оштећењима под дејством спектра термомеханичког оптерећења. Метода експеримената је примењена као контролна метода за мерење, односно за верификацију заосталих напона на структуралним елементима након процеса заваривања а који су одређени нумеричком симулацијом на бази методе коначних елемената.

3.4 Оцена примљивости и верификација остварених резултата

Практичну примењеност остварених резултата истраживања кандидат је доказао код проблема ротора турбинских лопатица где је моделирањем и симулацијом, применом методе коначних елемената, одређена промена температурског поља што је био нужен услов да би се потом одредио термички фактор интензитета напона у критичној зони на месту концентрације напона односно на месту везе корена лопатице са ротором турбине.

Други аспект применљивости остварених резултата кандидат је показао код проблема моделирања и симулације провођења топлоте код заварених спојева и одређивања заосталих напона где су добијена добра слагања између нумеричких и експерименталних резултата.

3.5 Оцена способности кандидата за самостални рад

Кандидат је током израде докторске дисертације показао смисао и знање да препозна и реши инжењерске и мултидисциплинарне научне проблеме, да користи различите савремене научне методе, мерну опрему и рачунарске програме. Све ово представља добру основу за наставак научно-истраживачког рада у домену примењене механике.

4. Остварени научни допринос

4.1 Приказ остварених научних доприноса

На основу остварених резултата истраживања и њихове упоредне анализе са расположивим досадашњим истраживањима у предметној области, научни допринос ове дисертације се може исказати кроз следеће целине:

- Развијени су нови аналитички изрази за факторе интензитета напона (ФИН) код ротора турбине који су у функцији дужине површинске прслине. За развијене аналитичке изразе за факторе интензитета напона, који су у функцији дужине прслине, a , може се одредити и брзина ширења прслине и извршити процена преосталог века користећи неки од конвенционалних закона ширења прслине попут Парисовог или Формановог закона ширења прслине. Нови аналитички изрази за ФИН су дефинисани на бази примене специјалних сингуларних коначних елемената. Основна предност нових аналитичких изрази за ФИН, као и сам метод њиховог одређивања, је у томе што омогућују процену преосталог века структуралних елемената са иницијалним оштећењима структуралних елемената са општим геометријским обликом оштећења у виду површинске прслине ротора турбине каква се по правилу јављају током експлоатације.
- Успостављена је комплетна прорачунска процедура за анализу чврстоће елемената конструкција са аспекта механике лома за шта су коришћени фактори интензитета напона (ФИН). Метод коначних елемената је коришћен како за

израчунавање напона услед термичког и механичког оптерећења како за структуралне елементе типа поља опште тако и за сложене 3-Д структуралне елементе типа ротора турбине, као једног од виталних делова турбине авионских мотора као и других структуралних елемената под дејством термомеханичких оптерећења. За одређивање фактора интензитета напона, да би се укључили ефекти термичких оптерећења, у раду је коришћен модификовани J-интеграл метод односно J*-интеграл приступ. Модификовани J*-интеграл је практично независан линијски интеграл како под дејством механичких тако и термичких оптерећења.

- Успостављена је комплетна прорачунска процедура применом нумеричких симулација на бази методе коначних елемената, за прорачун заосталих напона који се јављају у процесу заваривања сучеоних плоча, и која је верификована са расположивим експерименталним резултатима.
- Предложена је методологија за анализу чврстоће сложених конструкција у овом случају ротора турбине са иницијалним оштећењима у виду прелина. Утицаји механичког оптерећења, исказани преко броја обртаја ротора турбине, као и термичких оптерећења за иницијална оштећења у виду прелина лоцирана у критичној зони односно у зони концентрације напона на факторе интензитета напона су детаљно презентовани. За дату ломну жилавост материјала, K_{IC} , разматраног ротора турбине применом нумеричких симулација комбинујући МКЕ и J*-интеграл приступ одређени су сви битни параметри (критична локација иницијалне прелине, дужине прелина, механичка оптерећења, термичка оптерећења) за анализу чврстоће са аспекта механике лома сложених конструкција под дејством термомеханичких оптерећења.

4.2 Критичка анализа резултата истраживања

Кроз презентоване резултате истраживања може се констатовати да су дати сви релевантни одговори у предметној научној дисциплини или прецизније у домену проучавања и одређивања параметара механике лома код структуралних елемената са иницијалним оштећењима под дејством спектра термомеханичких оптерећења с којом се кандидат сусрео у току израде докторске дисертације.

Свакако предметна истраживања се могу надоградити да обухвате моделирање параметара механике лома, односно фактора интензитета напона при мешовитим модovima механике лома чиме се обезбеђује процена преосталог века код проблема турбина са иницијалним површинским прелинама као и трајекторију ширења прелине под дејством комбинованих случајева оптерећења. Свакако код ове врсте проблема потребно је дефинисати правац и смер ширења прелине за сваки предпостављени инкремент дужине прелине при чему презентована истраживања представљају солидну и суштинску полазну основу.

4.3 Очекивана примена резултата у пракси

Примена остварених резултата истраживања се очекује, примарно, у два домена: (1) при процени преосталог века елемената машинских конструкција која су током

експлоатације била изложена термомеханичким оптерећењима. То се односи на елементе конструкција турбина авионских мотора као и на друге структуралне елементе ваздухопловних конструкција изложене дејству спектра термомеханичких оптерећења. Током експлоатације се на овим елементима конструкција, која су под дејством спектра термомеханичких оптерећења, јављају оштећења која су по правилу у виду површинских прелина. У овим ситуацијама за процену преосталог века неопходно је прецизно одређивање фактора интензитета напона. Пошто се ради о сложним геометријским облицима конструкција са површинским прелинама под дејством термомеханичких оптерећења примена МКЕ чији нумерички модел решавања је развијен у оквиру ове дисертације представља адекватан метод решавања ових проблема (2) при пројектовању нових елемената конструкција са аспекта допустивих оштећења.

4.4 Верификован научни допринос

Научни допринос докторске дисертације је верификован већим бројем радова објављених у иностраним и домаћим часописима и саопштеним на конференцијама током вишегодишњег истраживања:

M23 Рад у истакнутом међународном часопису

1. Stamenkovic, D., Maksimović, K., Nikolić-Stanojević, V., Maksimovic. S., Stupar, S., Vasović, I., “*Fatigue Life Estimation of Notched Structural Components*” *Strojniški vestnik - Journal of Mechanical Engineering*, Vol.56, No.12, 2010, ISSN: 0039-2480, pp. 860-866. **ISSN: 0039-2480 Impact factor: 0.533 (2010)**
2. Ilić, I., Petrović, Z., Maksimović, M., Stupar, S., Stamenković, D., “*Computation Method in Failure Analysis of Mechanical Fastened Joints at Layered Composites*” *Strojniški vestnik – Journal of Mechanical Engineering* Vol.58, No.9, 2012, pp. 553-559.

M51 Рад у часопису националног значаја

1. Stamenkovic, D., Perić, M., „*Determination of Residual Stresses in Welded Pipes using a simplified heat source*“ *Scientific Technical Review*, Vol. LXI, No.1, 2011, pp. 12-16.
2. Perić, M., Stamenkovic, D., Milković, V., „*Determination of Residual Stress in Butt Welded Plates using software packages Abaqus and Ansys*“ *Scientific Technical Review*, Vol. LX, No.3-4, 2010, pp. 22-26.
3. Stamenkovic, D., Vasovic, I., “*Finite Element Analysis of Residual Stress in Butt Welding Two Similar Plates*“ *Scientific Technical Review*, Vol. LIX, No.1, 2009. pp. 57-60.
4. Stamenkovic, D., “*Evaluating Fracture Mechanical Parameters of a Thermally Loaded Structures*“ *Scientific Technical Review*, Vol. LVIII, No.2, 2008., pp. 27-31.

Радови саопштени на међународним скуповима штампани у целини

1. Perić, M., Stamenkovic, D., "An engineering approach to welding simulation using simplified material properties" 3th International Congress of Serbian Society of Mechanics, Vlasina Lake, 2011., pp. 715-722.
2. Stamenkovic, D., Perić, M., "Determination of residual stresses in tubular welded structural components" 10th Anniversary International conference on accomplishments in Electrical and Mechanical Engineering and Information Technology, Banja Luka, 2011., ISBN: 978-9938-39-36-1, pp. 135-143.
3. Stamenkovic, D., "Evaluation of Fracture Mechanics Parameters in Steam Turbine Components using FEM and J-Integral Approach" 2nd South-East European Conference on Computational Mechanics, Rhodes Island Greece, 2009., ISBN: 978-960-254-683-3.
4. Stamenkovic, D., "Evaluation of Fracture Mechanics Parameters in Steam Turbine Components using FEM and J-Integral Approach" 2nd International Congress of Serbian Society of Mechanics, Maksimovic, S., Palić, 2009. ISBN: 978-86-7892-173-5.
5. Stamenkovic, D., „Evaluating Fracture Mechanical Parametars in Bimaterial Structures Thermally Loaded using FEM and J-integral Approach“ Minisymposia: Computational Methods in Structural Analysis and Optimization by FEM, within 1st International Congress of Serbian Society of Mechanics, Maksimovic, S., Kopaonik, 2007. ISBN: 978-86-909973-0-5, pp. 731-740.
6. Stamenkovic, D., „Determination of Fracture Mechanics Parameters using FEM and J-integral Approach“ Finite element simulation of the high risk constructions, Special Session, within 2nd WSEAS International Conference on APPLIED and THEORETICAL MECHANICS (MECHANICS'06), Eds Mijuca, D. and Maksimovic, S., Venice, 2006. ISSN: 1991-8747, pp. 252-257.

5. Закључак и предлог

Докторска дисертација под називом „ПРОЦЕНА ПРЕОСТАЛОГ ВЕКА СТРУКТУРАЛНИХ ЕЛЕМЕНАТА СА ИНИЦИЈАЛНИМ ОШТЕЋЕЊИМА ПОД ДЕЈСТВОМ СПЕКТРА ТЕРМОМЕХАНИЧКИХ ОПТЕРЕЋЕЊА“ кандидата мр Драгог Стаменковића, дипл.инж.машинства, представља актуелан и оригиналан научни допринос у недовољно истраженој области процене века структура са иницијалним оштећењима под дејством спектра термомеханичких оптерећења. На основу приказаних и верификованих резултата истраживања може се констатовати да је кандидат успешно завршио докторску дисертацију у складу са предметом и постављеним циљевма, као и да је оспособљен за даљи самосталан научно истраживачки рад. Даља истраживања у поменутој области треба усмерити на успостављање прорачунских метода за процену преосталог века код структура са иницијалним оштећењима где се јављају мешовити модови механике лома под дејством термомеханичких оптерећења.

Чланови Комисије за оцену и одбрану докторске дисертације „ПРОЦЕНА ПРЕОСТАЛОГ ВЕКА СТРУКТУРАЛНИХ ЕЛЕМЕНАТА СА ИНИЦИЈАЛНИМ ОШТЕЋЕЊИМА ПОД ДЕЈСТВОМ СПЕКТРА ТЕРМОМЕХАНИЧКИХ ОПТЕРЕЋЕЊА“ кандидата мр Драгог Стаменковића, дипл.инж.машинства са задовољством једногласно закључују да је докторска дисертација написана према свим стандардима научно истраживачког рада, као и да испуњава све услове предвиђене Законом о високом образовању, стандардима и Статутом Машинског факултета у Београду. Зато Комисија за оцену и одбрану предлаже Наставно-научном већу Машинског факултета у Београду да усвоји овај извештај, дисертацију стави на увид јавности и упути извештај на коначно усвајање Већу научних области техничких наука Универзитета у Београду, а да се након тога позове кандидат на јавну одбрану.

У Београду 27.08.2012. год.

Чланови комисије за оцену и одбрану:

др Слободан Ступар, ментор
ред. проф. Машинског факултета у Београду

др Стеван Максимовић, члан
Научни саветник Војнотехнички институт у
Београду

др Александар Симоновић, члан
доцент Машинског факултета у Београду

УНИВЕРЗИТЕТ У БЕОГРАДУ
- МАШИНСКИ ФАКУЛТЕТ –
Број: 903/7
Датум: 30.08.2012. 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 30.08.2012. године, донело је

ОДЛУКУ

I Прихвата се извештај о позитивној оцени урађене докторске дисертације коју је поднео мр ДРАГИ СТАМЕНКОВИЋ и одобрава јавна одбрана дисертације по добијању сагласности од Универзитета, под насловом: „ПРОЦЕНА ПРЕОСТАЛОГ ВЕКА СТРУКТУРАЛНИХ ЕЛЕМЕНАТА СА ИНИЦИЈАЛНИМ ОШТЕЋЕЊИМА ПОД ДЕЈСТВОМ СПЕКТРА ТЕРМОМЕХАНИЧКИХ ОПТЕРЕЋЕЊА“

II Универзитет је дана 07.05.2012. године, својим актом број 06-18424/33-12 дао сагласност на предлог теме докторске дисертације кандидата.

III Радови кандидата у часопису међународног значаја:

1. Stamenkovic, D., Maksimović, K., Nikolić-Stanojević, V., Maksimovic. S., Stupar, S., Vasović, I., “*Fatigue Life Estimation of Notched Structural Components*” *Strojniški vestnik - Journal of Mechanical Engineering*, Vol.56, No.12, 2010, ISSN: 0039-2480, pp. 860-866. **ISSN: 0039-2480 Impact factor: 0.533 (2010)**
2. Ilić, I., Petrović, Z., Maksimović, M., Stupar, S., Stamenković, D., “*Computation Method in Failure Analysis of Mechanical Fastened Joints at Layered Composites*” *Strojniški vestnik – Journal of Mechanical Engineering* Vol.58, No.9, 2012, pp. 553-559.

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

ДЕКАН
МАШИНСКОГ ФАКУЛТЕТА

Проф.др Милорад Милованчевић