

ВЕЋУ ДОКТОРСКИХ СТУДИЈА

Предмет: Реферат о урађеној докторској дисертацији кандидата мр Зорана Ц. Петровића, дипл.инж.

Одлуком Наставно-научног већа Машинског факултета Универзитета у Београду број 137/5 од 2.6.2022. године, именовани смо за чланове Комисије за преглед, оцену и одбрану докторске дисертације кандидата мр **Зорана Ц. Петровића**, дипл.инж., студента докторских студија на Машинском факултету у Београду, са насловом:

„ПРОЦЕНА ВЕКА И ИНТЕГРИТЕТ ВАЗДУХОПЛОВНИХ КОНСТРУКЦИЈА ОД АЛУМИНИЈУМСКИХ ЛЕГУРА АА2024 И АА7075 У КОРОЗИОНОМ ОКРУЖЕЊУ”

На основу материјала приложеног уз захтев кандидата, Комисија подноси следећи

РЕФЕРАТ

1. УВОД

1.1. Хронологија одобравања и израде дисертације

Кандидат мр Зоран Ц. Петровић, уписао је трећу годину докторских студија на Машинском факултету Универзитета у Београду школске 2016/2017. године. На основу његовог захтева, бр. 2415/1 од 30.12.2021. године да му се одобри израда докторске дисертације, Одлуке ННВ бр. 137/3 од 10.2.2022 о именовању Комисије за оцену подобности теме и кандидата, Комисија у саставу проф. др Зоран Радаковић, др Милош Ђукић, в.проф, проф. др Александар Грбовић и др Зијаж Бурзић, научни саветник ВТИ, поднела је реферат бр. 137/4 7.3.2022. године, на основу кога је Наставно-научно веће Машинског факултета донело одлука бр. 137/5 да се прихвата научна заснованост теме докторске дисертације и да студент мр Зоран Ц. Петровић, испуњава услове за израду докторске дисертације „Процена века и интегритет ваздухопловних конструкција од алуминијумских легура АА2024 и АА7075 у корозионом окружењу“, а за ментора је Одлуком ННБ бр. 137/2 од 10.2.2022. године именован др Александар Седмак, проф. емеритус.

Веће научних области техничких наука Универзитета у Београду донело је Одлуку број 61206-1157/2-22 од 12.4.2022. године којом се даје сагласност на предлог теме докторске дисертације кандидата мр Зорана Ц. Петровића, под насловом: „Процена века и интегритет ваздухопловних конструкција од алуминијумских легура АА2024 и АА7075 у корозионом окружењу“.

На основу обавештења ментора, др Александра Седмака, проф. емеритус, да је кандидат завршио докторску дисертацију, и предлога Катедре за Технологију материјала,

Наставно-научно веће Машинског факултета у Београду је на седници одржаној 2.6.2022. године донело Одлуку број 859/2 којом се именују чланови Комисије за преглед, оцену и одбрану докторске дисертације у саставу:

- Проф. др Зоран Радаковић, Машински факултет, Београд
- Проф. др Милош Ђукић, Машински факултет, Београд
- Проф. др Александар Грбовић, Машински факултет, Београд
- Др Зијаж Бурзић, научни саветник, Војнотехнички Институт, Београд
- Др Снежана Кирин, научни саветник, Иновациони центар Машинског факултета, Београд.

1.2. Научна област дисертације

Докторска дисертација под насловом „Процена века и интегритет ваздухопловних конструкција од алуминијумских легура АА2024 и АА7075 у корозионом окружењу”, припада области техничких наука - машинству, ужој научној области Технологија материјала, за коју је Машински факултет Универзитета у Београду матичан.

1.3. Биографски подаци о кандидату

Зоран Петровић, магистар техничких наука у области ваздухопловства, рођен је 31. августа 1971. године у Земуну, где је 1986. године завршио основну школу. Након основне школе, уписао је Средњу војну школу Ратног ваздухопловства и противваздушне одбране (СВШ РВиПВО) Рајловац, у Сарајеву, коју је завршио 1990. године и стекао стручни назив ваздухопловног машинског техничара, док је 1995. године завршио студије на Војнотехничкој академији Војске Југославије на ваздухопловнотехничком смеру – ваздухоплови, и стекао звање дипломираног машинског инжењера.

Основне студије на Машинском факултету у Београду, на смеру за ваздухопловство, завршио је 1995. године, са општим успехом 8,61 у току студија и оценом 10,00 на одбрани дипломског рада на тему „Конструкција и аеродинамичко оптерећење делта крила“, и стекао стручно звање дипломираног машинског инжењера.

Магистарске студије на Машинском факултету у Београду уписао је 1997. године, а дана 13. фебруара 2007. године одбранио је магистарску тезу под називом „Анализа саћастих сендвич структура са истородним изотропним оплатама“ и стекао академски назив магистра техничких наука у области ваздухопловства.

Од 1995. године запослен је у Војсци Србије, у својству професионалног војног лица. Од 1995. до 2010. године обављао је командирске дужности у јединицама за ваздухопловнотехничко одржавање авијације РВиПВО и дужност референта за ловачку и ловачкобомбардерску авијацију у Команди РВиПВО. Од 2010. до 2018. године био је начелник Сектора за ремонт ваздухопловне опреме и наоружања у Ваздухопловном заводу „Мома Станојловић“, начелник Одсека за логистику у 204. ваздухопловној бригади РВиПВО и начелник Групе за одржавање ваздухоплова у Команди РВиПВО. Од 2018. године је начелник Одсека за одржавање средстава РВиПВО у Управи за логистику Генералштаба Војске Србије.

Кандидат поседује знања у коришћењу OS Windows и програмског пакета Microsoft Office (сертификат ECDL – European Computer Driving Licence). Од страних језика, служи се енглеским (Stanag 6001, ниво 1) и руским. Мр Зоран Петровић је ожењен и отац је двоје деце.

2. ОПИС ДИСЕРТАЦИЈЕ

2.1. Садржај дисертације

Докторска дисертација кандидата садржи: 108 страна формата А4, 88 слика, 25 табела и списак коришћене литературе који садржи 74 референце. Докторска дисертација садржи следећа поглавља:

1. Увод
2. Преглед литературе
3. Материјали за ваздухоплове на бази алуминијума
4. Корозија легура алуминијума
5. Примена механике лома на процену века конструкција
6. Примена методе коначних елемената
7. Експериментала испитивања механике лома легура АА2024-Т351 и АА7075-Т65
8. Прорачун века носеће конструкције ваздухоплова
9. Закључак

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

- У првом делу рада је укратко приказана целокупна идеја докторске тезе са осталим елементима увода.
- У другом делу је представљен предмет истраживања, са полазним хипотезама и методама истраживања.
- У трећем делу су приказани материјали за израду високоодговорних елемената структуре ваздухоплова, намењених за рад у условима деловања промењивог оптерећења, са нагласком на легуре алуминијума повећане и високе чврстоће серије 2000 и 7000.
- У четвртном делу су приказане врсте корозија алуминијума и легура алуминијума, као и методе испитивања и оцене отпорности према корозији. Такође, биће представљени резултати ранијих испитивања корозивног понашања легура алуминијума у различитим корозивним срединама.
- У петом делу рада је описана примени механике лома на процену века ваздухопловне конструкције, са кратким освртом на последице лома код ваздухопловних конструкција, услед замора.
- У шестом делу је кратко представљена примена методе коначних елемената у механици лома за анализу напосног стања у околини прслине.
- У седмом делу су представљени резултати статичких затезних испитивања, изведених на епруветама кружног попречног пресека, и динамичких затезних испитивања, изведених на компактним СТ епруветама, израђеним од легура алуминијума 2024-Т351 и 7075-Т65 из три групе материјала (основни материјал без корозије, материјал изложен дејству влаге у трајању од 7 дана и материјал изложен дејству влаге у трајању од 30 дана). Такође, биће представљени резултати нумеричке симулације раста заморне прслине и њихово поређење са резултатима добијеним експерименталним методама.

- У осмом делу су представљени резултати прорачуна века компоненти од испитаних алуминијским легура.
- У деветом делу су дати закључци и остварени научни доприноси дисертације, као и смернице за даљи рад.

3. ОЦЕНА ДИСЕРТАЦИЈЕ

3.1. Савременост и оригиналност

Успостављена је нова методологија процене века ваздухопловних конструкција, на основу које је могуће одредити утицај корозије на компоненте направљене од алуминијумских легура 2024 и 7075. Оригиналност добијених резултата у оквиру ове студије је потврђене и радовима који су публиковани и саопштени на научним скуповима или објављени у часописима.

3.2. Осврт на референтну и коришћену литературу

У овој докторској дисертацији коришћена је литература из различитих области који су у спреси са темом дисертације. Поменута литература је кандидату послужила као полазна основа за формирње прегледа постојећих истраживања. Литература, односно референце, коришћене у раду приказане су на крају дисертације у виду листе, а кандидат се у дисертацији позивао на анализе, резултате и закључке објављене у научним часописима високог ранга и конференцијама међународног значаја.

3.3. Опис и адекватност примењених научних метода

У изради докторске дисертације примењене су експерименталне, аналитичке и нумеричке методе испитивања, са поређењем и анализом добијених резултата. Софтверски рачунарски пакети су коришћени у циљу упоредне анализе добијених резултата. Процена преосталог века је урађена директном интеграцијом Парисове једначине. Експериментално истраживање је спроведено према стандарду да би се обезбедила поновљивост и тачност резултата.

3.4. Применљивост остварених резултата

Добијени резултати у оквиру ове докторске дисертације, поред научне вредности и доприносу научној дисциплини механика лома, имају и значајну практичну примену. На основу добијених резултата могуће је предвидети век критичних компоненти ваздухоплова, што је показано на примеру раста заморне прслине на трупку авиона, као и на вези труп-крило. У том другом случају је указано на проблем стандардног начина одређивања коефицијената Парисове једначине.

3.5. Оцена достигнутих способности кандидата за самостални научни рад

Током израде докторске дисертације, кандидат је показао способност за самостални научно-истраживачки рад и за решавање научних проблема, односно да има значајно знање у оквиру области науке о материјалима и механике лома. То је потврђено како бројним испитима које је кандидат положио на докторским студијама, тако и бројним објављеним радовима.

4. ОСТВАРЕНИ НАУЧНИ ДОПРИНОС

4.1. Приказ остварених научних доприноса

Оригинални научни допринос доктората је нова методологија процене века ваздухоплова, која омогућава одређивање утицаја корозије на преостали век компоненти направљених од легура алуминијума. Научни допринос, резултати испитивања и њихова анализа су приказани у поглављима 7-8, а објављени су у раду категорије M23 у часопису *Technical Gazette*, доступан на линку <https://doi.org/10.17559/TV-20210425222503>, где су дати закључци истраживања. Овај рад је наведен под бројем 1 у списку радова.

Остали научни доприноси су:

- Методологија испитивања утицаја корозије на преостали век помоћу стандардног испитивања епрувета са прслином.
- Нумерички модели симулације раста заморне прслине у СТ епруветама.
- Утврђен је утицај корозије на преостали век критичних компонената ваздухоплова као што је труп и веза трупа са крилом.
- Утврђена је област примне стандардне методе одрживања коефицијаната ПАрисове једначине.

4.2. Критичка анализа резултата истраживања

Прегледом релевантне научне литературе и постојећих решења који се тичу области и теме докторске дисертације, Комисија констатује да су приказани резултати и метод истраживања, као и методологија анализирања експериментално-нумеричких резултата, изузетно значајни и научно утемељени. Увидом у задате циљеве истраживања и резултате представљене у овој целокупној студији, констатујемо да су пружени одговори на сва релевантна питања. Кандидат је научним методама дефинисаним овом дисертацијом дао допринос разумевању специфичне теме која је обрађена. Закључци дисертације имају и значајну практичну примену.

4.3. Верификација научних доприноса

Научни доприноси доктората верификовани су следећим радовима:

1. Petrović, Z., Grbović, A., Burzić, Z., Perković, S. (2022), Influence of corrosion on parameters of fracture mechanics of aluminium alloys 2024-T351 and 7075-T651, *Technical Gazette*, 29(1), doi: 10.17559/TV20210425222503 (M23)
2. Z. Petrović, Z. Burzić, S. Perković, A. Sedmak, S. Tadić: Corrosion Effect on Mechanical Properties of Aluminium Alloys 2024-T351 and 7075-T651, *Structural Integrity and Life*, Vol. 21(2), 2021, p. 197-200 (M24)
3. Z. Petrović, Z. Burzić, A. Sedmak, S. Kirin, S. Tadić: Corrosion Effect on Remaining Life of Airplane Components made of AA2024-T351, прихваћено за објављивање, *Structural Integrity and Life*, Vol. 22, 2022 (M24)

ЗАКЉУЧАК И ПРЕДЛОГ

На основу детаљног прегледа докторске дисертације, Комисија за преглед, оцену и одбрану докторске дисертације предлаже да је докторска дисертација **„Процена века и интегритет ваздухопловних конструкција од алуминијумских легура AA2024 и AA7075 у корозионом окружењу”** кандидата мр Зорана Ц. Петровића, 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 Зоран Ц. Петровић, успешно завршио докторску дисертацију у складу са предвиђеним предметом и постављеним циљевима истраживања, а да докторска дисертација представља оригиналан научни рад са научним доприносима у области машинства, ужа научна област **Технологија материјала**.

У Београду, 16.6.2022. године

ЧЛАНОВИ КОМИСИЈЕ

др Зоран Радаковић, редовни професор
Машински факултет Универзитета у Београду

др Милош Ђукић, редовни професор
Машински факултет Универзитета у Београду

др Александар Грбовић, редовни професор
Машински факултет Универзитета у Београду

др Зијаж Бурзић, научни саветник
Војнотехнички институт, Београд

Др Снежана Кирин, научни саветник,
Иновациони центар Машинског факултета, Београд.