

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)

822/4

(Број захтева)

17.09.2020. 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:

ДЕЈАНА (ТОМИСЛАВ) ЈЕВТИЋА

(име, име једног од родитеља и презиме)

КАНДИДАТ **ДЕЈАН (ТОМИСЛАВ) ЈЕВТИЋ** уписан на Докторске студије 2012. год.

(име, име једног од родитеља и презиме)

Подноео је захтев за израду докторске дисертације:

АНАЛИЗА УТИЦАЈНИХ ПАРАМЕТАРА НА ДИНАМИКУ АУТОМАТСКОГ ТОПА ПРИ ОПАЉЕЊУ МЕТКА

Универзитет је дана 23.04.2018. год. својим актом под бр. 61206-1817/2-18 дао сагласност на предлог теме докторске дисертације која је гласила:

АНАЛИЗА УТИЦАЈНИХ ПАРАМЕТАРА НА ДИНАМИКУ АУТОМАТСКОГ ТОПА ПРИ ОПАЉЕЊУ МЕТКА

Комисија за оцену и одбрану докторске дисертације кандидата: **ДЕЈАНА (ТОМИСЛАВ) ЈЕВТИЋА**
(име, име једног од родитеља и презиме)

Образована је на седници одржаној 25.06.2020. године, одлуком факултета под бр. 822/2, у саставу:

Име и презиме члана комисије	звање	научна област	установа у којој је запослен
1. <u>Др Дејан Мицковић</u>	Ред. проф.	Војно машинство – Системи наоружања	Машински факултет Београд
2. <u>Др Предраг Елек</u>	Ред. проф.	Војно машинство – Системи наоружања	Машински факултет Београд
3. <u>Др Ивана Тодић</u>	Доцент	Војно машинство – Системи наоружања	Машински факултет Београд
4. <u>Др Милош Марковић</u>	Доцент	Војно машинство – Системи наоружања	Машински факултет Београд
5. <u>Др Дарко Васиљевић</u>	Научни саветник	Војно машинство- оптика	Институт за физику Београд

Наставно-научно веће факултета прихватило је извештај Комисије за оцену и одбрану докторске дисертације на седници одржаној дана 17.09.2020. године.

ДЕКАН
МАШИНСКОГ ФАКУЛТЕТА

проф.др Радивоје Митровић

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: 822/4
Датум: 17.09.2020. године
Београд, Краљице Марије 16

На основу члана 30. Закона о високом образовању („Службени гласник РС“, број 76/2005, 100/2007 – аутентично тумачење, 97/2008, 93/2012 и 89/2013), члана 64. Статута Машинског факултета (број 1450/4 од 14.06.2018. године) и члана 37. Правилника о докторским студијама Машинског факултета и реферата Комисије у саставу: др Дејан Мицковић, ред. проф., ментор, др Предраг Елек, ред. проф., др Ивана Тодић, доц., др Милош Марковић, доц. и др Дарко Васиљевић, научни саветник, Институт за физику Београд о оцени докторске дисертације „Анализа утицајних параметара на динамику аутоматског топа при опаљењу метка“ студента докторских студија **Дејана Јевтића, маг. инж. маш.**, Наставно-научно веће Машинског факултета на седници одржаној 17.09.2020. године, донело је следећу

ОДЛУКУ

Усваја се реферат Комисије о урађеној докторској дисертацији **„АНАЛИЗА УТИЦАЈНИХ ПАРАМЕТАРА НА ДИНАМИКУ АУТОМАТСКОГ ТОПА ПРИ ОПАЉЕЊУ МЕТКА“** студента **ДЕЈАНА ЈЕВТИЋА, маг. инж. маш.**

Докторску дисертацију и реферат Комисије о урађеној докторској дисертацији доставити на давање сагласности Већу научних области техничких наука Универзитета у Београду, по истеку рока од 30 дана у коме су били на увиду јавности.

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

ДЕКАН
МАШИНСКОГ ФАКУЛТЕТА

проф. др Радивоје Митровић

ВЕЋУ ДОКТОРСКИХ СТУДИЈА

Предмет: Реферат о урађеној докторској дисертацији кандидата Дејана Т. Јевтића

Одлуком бр. 822/2 од 25.06.2020. године именовани смо за чланове Комисије за преглед, оцену и одбрану докторске дисертације кандидата Дејана Т. Јевтића под насловом

АНАЛИЗА УТИЦАЈНИХ ПАРАМЕТАРА НА ДИНАМИКУ АУТОМАТСКОГ ТОПА ПРИ ОПАЉЕЊУ МЕТКА

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 Дејан Јевтић, маг. инж. маш. је уписао Докторске студије на Машинском факултету Универзитета у Београду школске 2012/2013. године. Захтев за одобравање теме докторске дисертације под бројем 618/1, кандидат је поднео 12.03.2018. године на Катедри за Системе наоружања Машинског факултета Универзитета у Београду. Катедра за Системе наоружања је одлуком бр. 618/2 од 26.03.2018. године предложила да ментор дисертације буде др Дејан Мицковић, редовни професор Машинског факултета у Београду. Одлуком Наставно-научног већа бр. 618/3 од 29.03.2018. године прихваћена је тема докторске дисертације под насловом: “Анализа утицајних параметара на динамику аутоматског топа при опаљењу метка”, кандидата Дејана Јевтића, за ментора је именован др Дејан Мицковић, редовни професор Машинског факултета у Београду и именована је комисија за писање Реферата о научној заснованости теме докторске дисертације. Реферат комисије је усвојен одлуком Научно-наставног већа бр 618/5 од 12.04.2018. године. Веће научних области техничких наука Универзитета у Београду је дало сагласност на предлог теме дисертације одлуком број 61206-1817/2-18 од 23.04.2018. године. Кандидату је продужен статус студента у школској 2018/2019. и 2019/2020. години.

1.2. Научна област дисертације

Докторска дисертација припада области техничких наука-машинство, ужа научна област Војно машинство-Системи наоружања за коју је матичан Машински факултет Универзитета у Београду. Ментор дисертације, редовни професор др Дејан Мицковић, је компетентност за вођење дисертације из ове научне области стекао радом у Сектору за класично наоружање Војнотехничког института (1980.÷1994.), као и радом на Катедри за Системе наоружања

Машинског факултета у Београду (1994.-2020.). Као аутор или коаутор је објавио 15 радова на SCI листи из референтне области.

1.3. Биографски подаци о кандидату

Јевтић Дејан је рођен 06.07.1987. године у Београду. Основну школу “Слободан Савковић” у Старим Бановцима је завршио 2002. године као носилац Вукове дипломе. Након завршеног основног школовања уписује Политехничку академију-Средњу техничку школу на Новом Београду, смер Машински техничар за компјутерско конструисање. Након завршетка средње школе 2006. године, уписује Основне студије на Машинском факултету у Београду. које завршава 2010. године са просечном оценом 7,89 и оценом 10 на завршном раду са темом “Системи за храњење оружја”. Исте године уписује Мастер академске студије на смеру Системи наоружања. Дипломирао је 2012. године са просечном оценом 9,55 и оценом 10 на дипломском раду са темом “Одређивање радног века цеви артиљеријских оруђа на основу параметара механике лома”. Добитник је похвалница од стране Машинског факултета за одличне резултате у току Мастер академских студија. Докторске академске студије је уписао 2012. године на смеру Системи наоружања (средња оцена на упису 8,72). У току докторских студија је учествовао на пројекту Катедре за системе наоружања “Динамички модел понашања ПА топа М55 20 mm при опаљењу метка”. Од 2014. до 2015. године је био запослен у Војнотехничком институту у Београду у Сектору за класично наоружање. У току рада у Војнотехничком институту био је учесник на пројектима:

- Самоходна аутоматизована хаубица 122 mm СОРА.
- Противавионски самоходни артиљеријско-ракетни систем (модернизација ПА топа 40 mm БОФОРС).

Учествовао је у раду симпозијума фирме Rheinmetall одржаног у немачком граду Унтерлис 2016. године. Као члан делегације Министарства одбране Републике Србије био је учесник Међународног сајма наоружања и војне опреме IDEX 2017 одржаног у Абу Дабију.

Од 2017. године је запослен на месту асистента на Катедри за Системе наоружања Машинског факултета у Београду.

Кандидат се активно служи енглеским језиком. Кандидат користи софтверске пакете Autodesk Inventor, SolidWorks, MATLAB, ANSYS као и MS Office и LaTeX

2. ОПИС ДИСЕРТАЦИЈЕ

Докторска дисертација је написана на српском језику ћириличним писмом. Садржи укупно 106 страна А4 формата, 117 слика, 13 табела и 46 нумерисана израза. Дисертација садржи осам поглавља:

1. Увод
2. Гасни цилиндар
3. Гасна кочница
4. Анализа напонско-деформационог стања чауре при опаљењу
5. Хидраулична кочница
6. Анализа динамичког понашања топа
7. Закључак
8. Литература

Написан је и резиме на српском и енглеском језику. У прилогу дисертације се налази кратка биографија кандидата, Изјава о ауторству, Изјава о истовестности штампане и електронске верзије докторског рада и Изјава о коришћењу.

2.2. Кратак приказ појединачних поглавља

У оквиру **првог** поглавља дата су уводна објашњења о утицају различитих уређаја аутоматског топа на његову динамику при опаљењу метка. Представљена је и референтна литература везана за постављену проблематику. Такође, дефинисани су циљеви истраживања, као и методе научно-истраживачког рада.

У **другом** поглављу је описан принцип рада гасног цилиндра аутоматског топа. Представљен је упрошћен аналитички модел промене притиска барутних гасова унутар гасног цилиндра. Моделом је такође описана динамика гасног клипа која може утицати на динамику комплетног топа. Промена термодинамичких величина барутних гасова унутар гасног цилиндра је анализирана нумеричком симулацијом. Нумеричка анализа је урађена у 2D нумеричком домену са посебним освртом на његово формирање на основу 3D модела. Валидација развијеног модела је извршена упоређивањем са експерименталним резултатима добијеним на полигонским испитивањима аутоматског топа 20 mm M55. Мерени су притисци у цеви топа на месту позајмице барутних гасова, као и унутар гасног цилиндра помоћу пиезоелектричних сензора. Топ је сниман ултрабрзом камером на основу чега су одређени елементи кретања самог топа, као и његових подсклопова. Постигнута је одлична сагласност резултата добијених нумеричком анализом и аналитичким моделом са експерименталним резултатима. На основу тога, даља анализа утицајних фактора на динамику топа је урађена применом нумеричких симулација. Дата је упоредна анализа параметара динамике гасног клипа за различите вредности конструктивних величина гасног отвора, клипа и цилиндра.

У **трећем** поглављу је представљена анализа струјања барутних гасова кроз гасну кочницу и генерисане силе којом она делује на топ. Нумеричком анализом су добијене промене параметара гасне струје унутар кочнице. На основу упоредне анализе резултата нумеричког модела кретања гаса кроз гасну кочницу и експерименталних резултата промене притиска гасова у одређеним тачкама, установљена су мала одступања. Анализиран је утицај промене разних конструктивних величина гасне кочнице на силу којом она делује на топ. Представљена је упоредна анализа резултата за различите геометрије струјног простора гасне кочнице, на основу чега се може закључити какав утицај има гасна кочница на динамику топа.

У **четвртном** поглављу описано је напонско-деформационо стање чауре при опаљењу метка. Прорачунска крива промене притиска барутних гасова у чаури у току кретања пројектила кроз цев, као и у периоду пражњења цеви, верификована је помоћу измерених вредности притиска барутних гасова пиезоелектричним сензором приликом гађања из топа на полигону. Напонско стање је анализирано применом нумеричке методе. Анализирани су различити услови под којима се чаура налази у лежишту метка. Посебна пажња је посвећена тренутку одбрављивања затварача. Симулирани су различити тренуци одбрављивања са циљем сагледавања силе трења између чауре и лежишта метка, као и максималних напона који се том приликом јављају. На основу добијених резултата могуће је закључити у ком тренутку се дозвољава одбрављивање затварача и како то утиче на елементе његовог кретања.

У **петом** поглављу је представљен принцип рада хидрауличне кочнице топа. Нумеричким приступом је анализирана промена притиска флуида унутар кочнице у току трзања и враћања топа. Добијени резултати су потврђени експерименталним путем. Експериментални подаци садрже промену притиска унутар хидрауличне кочнице у току кретања топа у задњи и предњи положај, добијене мерењем помоћу пиезоелектричног сензора. Нумеричка симулација је урађена у дводимензионалном нумеричком домену који је добијен на основу

димензија кочнице која се налази на топу. С обзиром на специфичност начина рада кочнице, анализирани су могући утицајни фактори на силу којом она делује на топ. Оваква анализа омогућава сагледавање утицаја хидрауличне кочнице на динамику топа, затварача након одбрављивања, као и силе која се преноси на борбену платформу у току трзања и враћања топа.

У **шестом** поглављу је представљен математички модел динамичког понашања топа при опаљењу метка. Постављене су диференцијалне једначине кретања топа као и његових подсклопова. Анализа је урађена за различите временске тренутке у току трзања и враћања топа када се мењају масе елемената и подсклопова који се крећу, као и силе које на њих делују. Постављене диференцијалне једначине су решаване нумеричком методом. Експериментом су потврђени резултати добијени постављеним аналитичким моделом динамике топа. На основу снимака ултрабрзе камере утврђене су промене положаја самог топа у току трзања и враћања, као и одређених подсклопова. На основу постављеног аналитичког модела могуће је утврдити утицај конструктивних параметара топа и његових подсклопова на брзину гађања, као и на силе које делују унутар самог топа али и оне које се преносе на борбену платформу.

У **седмом** поглављу се представљени закључци до којих се дошло на основу целокупног истраживања. У оквиру овог поглавља приказани су научни доприноси дисертације и дати су предлози за будуће усавршавање примењених начина анализе утицајних параметара на динамику топа.

3. ОЦЕНА ДИСЕРТАЦИЈЕ

3.1. Савременост и оригиналност

На основу анализе резултата добијених у току рада на дисертацији, може се закључити да су представљени оригинални експериментални подаци о динамичком понашању топа при опаљењу метка. Такође, представљени су и експериментални подаци о промени притиска у појединим подсклоповима као и на одређеним местима унутар цеви топа који нису приказани у референтној литератури. Примењене су савремене методе нумеричких симулација термодинамичких процеса и струјања стишљивог и нестишљивог флуида који се одигравају у току трзања и враћања топа. Направљен је математички модел динамике топа који узима у обзир велики број утицајних фактора.

3.2. Осврт на референтну и коришћену литературу

Приликом израде докторске дисертације, коришћена је релевантна литература из различитих научних области. Због сложености појава и процеса који се одигравају у одређеним подсклоповима аутоматског топа док су барутни гасови у цеви као и након тога, примењена су знања из области термодинамике, механике флуида, механике крутог тела, као и нумеричких метода. Такође, приликом израде дисертације кандидат је користио и доступну литературу из области пројектовања одређених делова топа. Анализиране су методе одређивања промене струјних параметара које су представљене у радовима, као и експерименталне методе и подаци до којих су аутори радова дошли. Већина научних радова новијих издања је базирана на нумеричком приступу решавања проблема из области термодинамике и механике флуида. Такође, кандидат је користио и литературу која се бави теоријским основама описане проблематике. Коришћена литература је приказана на крају дисертације.

3.3. Опис и адекватност примењених научних метода

Реализација постављених научних циљева захтевала је примену одговарајућих метода:

- Теоријска анализа процеса и појава које се јављају унутар топа у периоду трзања и враћања, као и релативног међусобног кретања појединих делова.
- Нумеричка анализа описаних процеса и појава који се одигравају приликом струјања флуида у појединим урађајима топа да би се одредили утицајни фактори на динамику посматраних подсклопова као и топа у целини.
- Експериментално истраживање са циљем верификације резултата добијених аналитичким и нумеричким методама. Верификацијом резултата је омогућено даље разматрање утицаја промена конструктивних параметара на побољшање карактеристика топа за минимално утрошено време.
- Интеграција добијених резултата промене утицајних параметара у комплетан динамички модел топа.

3.4. Применљивост остварених резултата

У оквиру дисертације је разматран топ који ради на одређеном принципу, али примењене методе прорачуна одређених физичких величина које описују струјно поље, као и добијени резултати се могу применити и на друге врсте оружја и оруђа која поседују сличне подсклопове и сличне принципе рада. Математички модел динамичког понашања топа пружа могућност анализе измена постојећих конструкција топова са циљем побољшања њихових карактеристика. Развијени модел омогућује свеобухватно сагледавање проблематике изналажења оптималних решења при пројектовању нових конструкција аутоматских топова.

3.5. Оцена достигнутих способности кандидата за самостални научни рад

Током израде докторске дисертације кандидат је показао да поседује адекватна знања из различитих научних области као што су термодинамика, механика флуида, механика, нумеричке методе и др, која су потребна за самостални научни рад. Такође, показао је способност за примену експерименталних истраживања са циљем добијања потребних резултата за верификацију одговарајућих аналитичких и нумеричких модела.

4. ОСТВАРЕНИ НАУЧНИ ДОПРИНОС

4.1. Приказ остварених научних доприноса

Научни допринос кандидата је реализована нумеричка симулација нестационарног струјања барутних гасова у гасном цилиндру аутоматског топа при опаљењу метка у којој је примењен оригинални приступ преласка са 3D на 2D струјни простор. Научни допринос је приказан у поглављу 2 дисертације на странама 8÷25, и објављен је у раду "Modeling of gas parameters in the gas cylinder of the automatic gun during firing" у часопису Thermal Science категорије M23 и доступан је на е-адреси <http://thermalscience.vinca.rs/online-first/3917>

Поред научног у дисертацији је остварен и стручни допринос који се огледа у формирању комплетног модела динамичког понашања топа 20mm M55 при опаљењу метка. Модел обухвата функцију свих елемената и подсклопова (гасни цилиндар са клипом, затварач са повратном опругом, хидраулична кочница, опружни повратник, гасна кочница) који утичу на брзину гађања топа, као и на силу која се преноси на борбену платформу. Модел омогућава

сагледавање евентуалних побољшања постојеће конструкције топа, а уз одговарајуће модификације и оптимизацију других типова аутоматских топова.

4.2. Критичка анализа резултата истраживања

Прегледом релевантне литературе из области којом се кандидат бавио у докторској дисертацији, Комисија констатује да су резултати истраживања изузетно значајни и научно утемељени. На основу прегледа постављених научних циљева и приказаних резултата истраживања, може се закључити да је кандидат успео да реши задате проблеме.

4.3. Верификација научних доприноса

Кандидат је резултате свог рада на дисертацији верификовао у једном раду који је објављен у часопису, као и на две конференције:

Категорија M23:

1. **Jevtić, D.**, Micković, D., Jaramaz, S., Elek, P., Marković, M., Živković, S.: Modeling of gas parameters in the gas cylinder of the automatic gun during firing, *Thermal Science*, OnLine-First Issue 00, Pages 152-152, 2020, doi:10.2298/TSCI200118152J (IF=1.574), Thermodynamics (42/61), <http://thermalscience.vinca.rs/online-first/3917>

Категорија M33:

1. **Jevtić, D.**, Micković, D., Jaramaz, S., Elek, P., Marković, M.: “The Influence of the Temperature Change on the Force in the Hydraulic Brake of the Artillery System”, Proceedings of the 19th Conference on Thermal Science and Engineering of Serbia, Sokobanja, Serbia, October 22–25, 2019., pp. 784-793

Категорија M34:

1. **Jevtić, D.**, Micković, D., Elek, P., Marković, M., Jaramaz, L.: “Numerical Simulation of Gas Flow Field in a Muzzle Brake”, International Conference on Applied Science ICAS 2020, Hunedoara, Romania, May 20-22, 2020.

5. ЗАКЉУЧАК И ПРЕДЛОГ

Прегледом докторске дисертације, Комисија је установила да она представља оригинално научно дело у коме су дати значајни доприноси изучавању динамике аутоматског топа при опаљењу метка. Описани су и одговарајући научни приступи моделирању процеса и појава у одређеним подсклоповима топа, као и њихова интеракција и утицај на комплетан динамички модел понашања топа. Резултати добијени применом различитих аналитичких и нумеричких метода су верификовани експерименталним резултатима. Експериментални резултати садрже податке о променама одговарајућих термодинамичких величина унутар појединачних уређаја топа, као и о динамици комплетног топа. На овај начин је остварена могућност анализе промене одређених конструктивних величина топа са циљем побољшања постојећих динамичких карактеристика. Такође, резултати оваквог истраживања дају смернице при пројектовању нових конструкција аутоматских топова који раде на сличном принципу. Решавањем овако постављеног проблема, кандидат је потврдио да је оспособљен за самостални научни и практични рад.

На основу изложеног, Комисија предлаже Наставно-научном већу да се докторска дисертација под називом “Анализа утицајних параметара на динамику аутоматског топа при опаљењу метка”, кандидата Дејана Јевтића, магист. инж. маш. прихвати, изложи на увид јавности и упути на коначно усвајање Већу научних области техничких наука Универзитета у Београду.

У Београду, 21.08.2020.

ЧЛАНОВИ КОМИСИЈЕ

.....
др Дејан Мицковић, редовни професор
Универзитет у Београду
Машински факултет

.....
др Предраг Елек, редовни професор
Универзитет у Београду
Машински факултет

.....
др Ивана Тодић, доцент
Универзитет у Београду
Машински факултет

.....
др Милош Марковић, доцент
Универзитет у Београду
Машински факултет

.....
др Дарко Васиљевић, научни саветник
Институт за физику, Београд

УНИВЕРЗИТЕТ У БЕОГРАДУ
- МАШИНСКИ ФАКУЛТЕТ –
Број: 822/4
Датум: 17.09.2020. године
Београд, Краљице Марије бр. 16

На основу члана 40. Закона о високом образовању („Службени гласник РС“, број 88/2017 и 27/2018-др. закон), члана 48. Правилника о докторским студијама, члана 64. Статута Машинског факултета (број 1450/4 од 14.06.2018. године) и члана 37. Правилника о докторским студијама Машинског факултета, Наставно-научно веће на седници одржаној 17.09.2020. године, донело је

ОДЛУКУ

Усваја се реферат Комисије о урађеној докторској дисертацији **„АНАЛИЗА УТИЦАЈНИХ ПАРАМЕТАРА НА ДИНАМИКУ АУТОМАТСКОГ ТОПА ПРИ ОПАЉЕЊУ МЕТКА“** студента **ДЕЈАНА ЈЕВТИЋА**, маг. инж. маш.

Јавна одбрана докторске дисертације обавиће се по добијању сагласности Универзитета у Београду.

Универзитет у Београду је својом Одлуком број 61206-1817/2-18 од 23.04.2018. године, дао сагласност на предлог теме докторске дисертације.

Објављени радови студента у часописима међународног значаја:

Категорија М23:

1. **Jevtić, D.**, Micković, D., Jaramaz, S., Elek, P., Marković, M., Živković, S.: Modeling of gas parameters in the gas cylinder of the automatic gun during firing, *Thermal Science*, OnLine-First Issue 00, Pages 152-152, 2020, doi:10.2298/TSCI200118152J (IF=1.574), Thermodynamics (42/61), <http://thermalscience.vinca.rs/online-first/3917>

Одлуку доставити: студенту, ментору, Катедри за системе наоружања и архиви Факултета.

ДЕКАН
МАШИНСКОГ ФАКУЛТЕТА

проф. др Радивоје Митровић