

Образац 3.

Факултет Машински

УНИВЕРЗИТЕТ У БЕОГРАДУ

793/5

(Број захтева)

Веће научних области техничких наука

(Назив већа научне области коме се захтев
упућује)

27.08.2020.

(Датум)

ЗАХТЕВ

за давање сагласности на одлуку о прихватању теме докторске дисертације и о одређивању ментора

Молимо да, сходно члану 47. ст. 5. тач. 3. Статута Универзитета у Београду ("Гласник Универзитета", број 186/15-пречишћени текст и 189/16), дате сагласност на одлуку о прихватању теме докторске дисертације:

„ПРОЈЕКТОВАЊЕ И ОПТИМИЗАЦИЈА ДВОКОМПОНЕНТНИХ ПОГОНСКИХ
ПУЊЕЊА РАКЕТНИХ МОТОРА СА ЧВРСТОМ ПОГОНСКОМ МАТЕРИЈОМ (DESIGN AND
OPTIMIZATION OF DUAL-PROPELLANT GRAINS OF SOLID ROCKET MOTORS)“

(пун назив предложене теме докторске дисертације)

НАУЧНА ОБЛАСТ Војно машинство
Системи наоружања

ПОДАЦИ О КАНДИДАТУ:

1. Име, име једног од родитеља и презиме кандидата:
Mohammed Alazeezi

2. Претходно образовање (назив и седиште факултета, студијски програм):
Мастер академске студије, Машински факултет
Београд

3. Година завршетка
претходног нивоа студија: 2017.

4. Година уписа на докторске студије: 2017.

5. Назив студијског програма
докторских студија:

Машинско инжењерство

ПОДАЦИ О МЕНТОРУ:

Име и презиме ментора: _____ Предраг Елек _____

Звање: _____ Редовни професор _____

Списак радова који квалификују ментора за вођење докторске дисертације:

1. Elek, P., Jaramaz, S., Micković, D., Miloradović, N.: Experimental and numerical investigation of perforation of thin steel plates by deformable steel penetrators, Thin-Walled Structures, Vol. 102, May 2016, pp. 58-67, ISSN 0263-8231, IF(2016)=2.829.
2. Micković, D., Jaramaz, S., Elek, P., Miloradović, N., Jaramaz, D.: A Model for Explosive Reactive Armor Interaction with Shaped Charge Jet, Propellants, Explosives, Pyrotechnics, Vol. 41, No. 1, 2016, pp. 53-61, ISSN 0721-3115, IF(2016)=1.908.
3. Bjelovuk, I., Jaramaz, S., Elek, P., Micković, D., Kričak, L.: Modelling of characteristics of a crater emerged from a surface explosion on the soil, Combustion, Explosion, & Shock Waves, 2015, Vol. 51, Issue 3, pp. 395-400, ISSN 0010-5082, IF(2015)=0.604.
4. Elek, P., Džingalašević, V., Jaramaz, S., Micković, D.: Determination of detonation products equation of state from cylinder test: Analytical model and numerical analysis, Thermal Science, Vol. 19, No. 1, 2015, pp. 35-48, ISSN 0354-9836, IF(2015)=0.939.
5. Micković, D., Jaramaz, S., Elek, P., Jaramaz, D., Micković, D.D.: Determination of Pressure Profiles Behind Projectiles During Interior Ballistic Cycle, Journal of Applied Mechanics - Transaction of the ASME, Vol. 80, May 2013, 031402-1 - 031402-5, ISSN 0021-8936, IF(2013)=1.395.

Наставно – научно веће

Обавештавамо вас да је

_____ (назив надлежног тела факултета)

на седници одржаној 27.08.2020. године размотрило предложену тему и закључило да је тема подобна за израду докторске дисертације јер садржи оригиналну идеју и да је од значаја за развој науке, примену њених резултата, односно развој научне мисли уопште.

ДЕКАН ФАКУЛТЕТА

Прилог

1. Одлука Наставно-научног већа о прихватању теме и одређивању ментора
2. Извештај Комисије о оцени научне заснованости теме докторске дисертације

Напомена: Факултет доставља Универзитету захтев са прилозима у електронској форми и у једном писаном примерку за архиву Универзитета

УНИВЕРЗИТЕТ У БЕОГРАДУ
- МАШИНСКИ ФАКУЛТЕТ -
Број: 793/5
Датум: 27.08.2020. године
Београд, Краљице Марије 16

На основу захтева студента **Mohammed Alazeezi**, MSc., бр. 793/1 од 11.06.2020. године да му се одобри израда докторске дисертације, реферата Комисије у саставу: др Дејан Мицковић, ред. проф., др Дарко Васиљевић, научни саветник, Институт за физику Београд и др Милош Марковић, доц., број 793/4 од 24.08.2020. године, а 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 30. Правилника о докторским студијама Машинског факултета, Наставно-научно веће Машинског факултета на седници од 27.08.2020. године, донело је следећу

ОДЛУКУ

Прихвата се научна заснованост теме докторске дисертације и констатује да студент **Mohammed Alazeezi**, MSc. испуњава услове за израду докторске дисертације **«ПРОЈЕКТОВАЊЕ И ОПТИМИЗАЦИЈА ДВОКОМПОНЕНТНИХ ПОГОНСКИХ ПУЊЕЊА РАКЕТНИХ МОТОРА СА ЧВРСТОМ ПОГОНСКОМ МАТЕРИЈОМ (Design and optimization of dual-propellant grains of solid rocket motors)»**.

Одлуком ННВ број 793/2, од 09.07.2020. године за ментора докторске дисертације **Mohammed Alazeezi**, MSc. именован је др Предраг Елек, ред. проф.

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

ДЕКАН
МАШИНСКОГ ФАКУЛТЕТА

проф. др Радивоје Митровић

ВЕЋУ ДОКТОРСКИХ СТУДИЈА

Предмет: Подобност теме и кандидата Мохамеда Алазизија (Mohammed Alazeezi) за израду докторске дисертације

Одлуком 793/3 бр. од 09.07.2020. године, именовани смо за чланове Комисије за оцену подобности теме и кандидата Мохамеда Алазизија (Mohammed Alazeezi) за израду докторске дисертације и научне заснованости теме **Пројектовање и оптимизација двокомпонентних погонских пуњења ракетних мотора са чврстом погонском материјом (Design and optimization of dual-propellant grains of solid rocket motors)**

На основу материјала приложеног уз Захтев кандидата, Комисија подноси следећи

РЕФЕРАТ

1. Подаци о кандидату

1.1. Биографски подаци

Мохамед Алазизи (Mohammed Alazeezi) је рођен 24.09.1990. године у граду Ал Аин (Al Ain) у Уједињеним Арапским Емиратима (УАЕ). У родном граду је завршио основну и средњу школу. У току друге године средњошколског образовања добио је стипендију за Летњу школу у Сиднеју, Аустралија, где је успешно похађао више курсева. Искуство у Сиднеју мотивисало га је да заврши средњу школу са изванредним успехом, што му је даље омогућило да добије стипендију за основне студије у САД.

На Аеронаутички универзитет Ембри-Ридле (Embry-Riddle Aeronautical University) са седиштем у Дејтона Бичу на Флориди уписао се 2010. године, а четворогодишње основне академске студије је завршио 2014. године. Изабрао је усмерење Аерокосмотехника (Aerospace Engineering), са ужом облашћу Погон летелица. У току четири године школовања, стекао је фундаментална знања из домена механике и аерокосмотехнике која су га квалификовала да започне каријеру у овој области. Дипломски пројекат у завршној години студија био је „Пројектовање погонског система на принципима нуклеране фузије“ који је радио тим од четири студента. Овај систем је пројектован за погон борбеног авиона типа ХВ-70.

Неколико месеци после дипломирања, Мохамед Алазизи запошљава се као инжењер у области пропулзије у компанији Emirates Advanced Research & Technology (EARTH) у Абу Дабију (Abu Dhabi), УАЕ. После ангажовања на више пројеката, 2015. године добија прилику да настави усавршавање кроз мастер студије на Универзитету у Београду – Машинском факултету. На модулу за Системе наоружања успешно дипломира 2017. године са средњом

оценом 9.45. Савладани програм му је помогао да зачајно унапреди знање у домену система наоружања, посебно вођених ракета. Тема мастер рада је била "Пројектовање ракетног мотора са дуалним потиском" (A design of dual thrust rocket motor). Рад је резултирао развојем комплексног програма за одређивање свих неопходних параметара мотора специфичне конфигурације, тако да буду задовољени постављени захтеви у погледу калибра и профила потиска.

Ангажовање на мастер раду, сагледавање могућности за унапређење добијених резултата, као и подршка компаније, допринели су одлуци да настави усавршавање на докторским студијама. На докторске студије на Машинском факултету у Београду се уписује 2017. године и дефинише програм студија који у фокусу поново има погон ракета са применама у системима наоружања. У току студија учествовао је на више пројеката и објавио је два рада на међународним конференцијама.

Поред ангажовања у научноистраживачком раду на факултету, прошао је и кроз више обука у компанији EDePro у Београду, које су биле везане за стицање практичних знања и вештина и повезане са одговарајућим развојним пројектима. Актуелна истраживачка интересовања усмерена су на развој софтвера за пројектовање и оптимизацију ракетних мотора са чврстом погонском материјом. Мохамед Алазизи је запослен на позицији вишег инжењера за област погона у компанији Halcon, са седиштем у Абу Дабију.

1.2. Стечено научноистраживачко искуство

Кандидат Мохамед Алазизи (Mohammed Alazeezi), мастер инжењер машинства, уписао је прву годину докторских студија на Универзитету у Београду - Машинском факултету академске 2017/18. године. Његова посвећеност студијама резултирала је изузетно успешним савладавањем дефинисаног Плана усавршавања. Кандидат је према плану уписао другу годину студија школске 2018/19. године, а затим и трећу годину докторских студија школске 2019/20. године.

Уз два предмета из домена примењене математике, План усавршавања је подразумевао углавном курсеве у области система наоружања. Ангажовање кандидата и фокусиран рад оцењени су максималним оценама на свим предметима. Кандидат је на крају 4. семестра написао, презентовао и пред комисијом успешно одбранио Пројекат идеје докторске дисертације.

Као резултат истраживања у оквиру предмета Истраживање и публикавање, Мохамед Алазизи има следеће референце:

- два саопштења са међународног скупа штампана у целини (M33):

1. Alazeezi, M., Elek, P.: Analytical and numerical burnback analysis of end burner grain with cylindrical cavity, 8th International Scientific Conference on Defensive Technologies OTEH 2018, Belgrade, Serbia, 11-12 October 2018, pp. 184-188.
2. Alazeezi, M., Elek, P.: Nozzle optimization of dual thrust rocket motor, in: New Technologies, Development, and Application II, Lecture Notes in Networks and Systems, volume 76, Ed: Isak Karabegović, ISBN 978-3-030-18071-3, Springer, pp. 468-477, 2019.

- једно саопштење са међународног скупа штампано у изводу (M34):

3. Alazeezi, M., Elek, P.: Nozzle optimization of dual thrust rocket motor, Proceedings of 5th International Conference "New Technologies, Development, and Application NT-2019", Sarajevo, Bosnia and Hercegovina, June 27-29, 2019, Ed: I. Karabegović, Z. Haznadar, S. Pašić, p. 31 (abstract)

Објављени радови су у директној вази са предложеном темом докторске дисертације и указују на афинитет и подобност кандидата за израду докторске дисертације са предложеном темом.

У табели је представљена структура 120 ЕСПБ које је кандидат остварио у току прве две године докторских студија, уз остварену средњу оцену 10.

№	сем.	предмет	ЕСПБ	оцена
1	1	Виши курс математике (Advanced course in mathematics)	5	10 (десет)
2	1	Нумеричке методе (Numerical methods)	5	10 (десет)
3	1	Примена експлозива (Explosive applications)	5	10 (десет)
4	1	Моделирање процеса сагоревања (Combustion modeling)	5	10 (десет)
5	1	Истраживање и публиковање 1 (Research and publication 1)	10	10 (десет)
6	2	Одабрана поглавља балистике на циљу (Selected topics of terminal ballistics)	5	10 (десет)
7	2	Погон пројектила (Propulsion of projectiles)	5	10 (десет)
8	2	Системи за управљање вектором потиска (Thrust vector control systems)	5	10 (десет)
9	2	Истраживање и публиковање 2 (Research and publication 2)	15	10 (десет)
10	3	Ефикасност и поузданост наоружања (Efficiency and reliability of weapon)	5	10 (десет)
11	3	Одабрана поглавља из конструкције пројектила (Selected topics in projectile design)	5	10 (десет)
12	3	Истраживање и публиковање 3 (Research and publication 3)	20	10 (десет)
13	4	Истраживање и публиковање 4 (Research and publication 4)	8	10 (десет)
14	4	Пројекат идеје докторске дисертације (Elaboration of Ph.D. thesis proposal)	22	10 (десет)

1.3. Оцена подобности кандидата за рад на предложеној теми

На бази досадашњег ангажовања у различитим активностима везаним за докторске студије, Комисија сматра да је кандидат Мохамед Алазизи недвосмислено испољио склоност и интересовање за научноистраживачки рад. Овом ставу су допринели како експедитивност којом је кандидат испуњавао обавезе, тако и остварене највише оцене на предметима докторских студија. Поред тога, кандидат је успешно представио и публиковао сопствена истраживања и показао способност и иницијативу за самосталан научноистраживачки рад у домену система наоружања и проблематици погона ракетних пројектила.

Стога Комисија сматра да досадашњи резултати у погледу успешности савладавања предвиђених предмета, као и научноистраживачког и стручног рада квалификују кандидата Мохамеда Алазизија за успешан самосталан рад на предложеној теми докторске дисертације.

2. Предмет и циљ истраживања

Ракетна техника има велики значај у различитим апликативним доменима: војне примене (различите класе система наоружања), космичке примене (истраживања свемира, лансирање

вештачких сателита, летови са људском посадом), као и различите комерцијалне примене (противградне ракете, ракете за ватромете, избацна авионска седишта, итд).

Ракетни мотор, поред корисног терета (тј. бојне главе у случају војних ракета), представља основни подсистем ракете. Његова функција је обезбеђивање погонске силе (потиска) која омогућава остваривање жељеног кретања ракете.

Са аспекта врсте енергије која се користи за погон ракете, термохемијски ракетни мотори су и даље, после више од сто година развоја и коришћења, апсолутно доминантни у односу на алтернативне нехемијске ракетне моторе засноване на коришћењу електричне, нуклеарне или соларне енергије.

Основна особеност термохемијских ракетних мотора је погонска материја која представља истовремено извор енергије и извор радног тела чијим се убрзавањем генерише реактивна погонска сила. Ракетни мотори са чврстом погонском материјом су најчешће у употреби, поготово у применама везаним за системе наоружања. Унапређење перформанси овог типа ракетних мотора у савременим истраживањима подразумева различите правце, од којих су најзначајнији: (а) побољшање карактеристика струјања продуката сагоревања у млазнику, (б) унапређење конструкције коморе сагоревања и (в) побољшање самог погонског пуњења.

Тема докторске дисертације управо је везана за унапређење карактеристика чврстог погонског пуњења ракетног мотора. Побољшање карактеристика погонског пуњења своди се даље на две основне гране истраживања:

- унапређење саме погонске материје, односно њених енергетских, кинетичких и/или експлоатационих својстава; то подразумева синтезу нових хемијских састава, што суштински припада домену примењене хемије, и
- унапређење геометријске конфигурације погонског пуњења, што је у фокусу предложене теме.

Геометријска конфигурација је кључно својство погонског пуњења јер она дефинише површину сагоревања и еволуцију ове површине у току рада ракетног мотора, као и дебљину свода пуњења, односно време сагоревања. На тај начин, геометрија погонског пуњења одређује промену радног притиска у комори сагоревања и коначно, контролише главни параметар перформансе ракетног мотора – зависност потиска од времена.

Поред основне функције – дефинисања карактера промене погонске силе, геометријска конфигурација је директно повезана са низом важних квантитативних карактеристика ракетног мотора као што су: степен испуњености коморе, релативна дебљина свода пуњења, ограничење виткости погонског пуњења. Осим тога, геометрија пуњења суштински дефинише важна квалитативна својства конструкције ракетног мотора: сложеност израде погонског пуњења, начин и степен термичке заштите зидова коморе, структурни интегритет погонског пуњења, могућност појаве ерозивног сагоревања, померање центра масе пуњења у току рада мотора, итд.

Током деценија изучавања, развоја, испитивања и примене ракетних мотора искристалисао се изванредан број „стандардних“, тестираних и верификованих геометријских конфигурација погонских пуњења: цилиндрично пуњење са чеоним сагоревањем, цилиндрично пуњење које сагорева по унутрашњој цилиндричној површини, вишеструко перфорисано пуњење, „звезда“ пуњење, пуњење „вагонски точак“, „dog bone“ пуњење, „copocyl“ и „finocyl“ пуњење, дендритно пуњење и сл.

Међутим, специфичност захтева који се постављају пред пројектанта ракетног мотора, првенствено у погледу захтеване зависности потисак-време, али и допунских ограничења (нпр. термозаштита коморе, дужина пуњења, одсуство ерозивног сагоревања и сл.), често условљава потребу креирања нове, оригиналне геометријске конфигурације погонског пуњења. То је домен у коме истраживачка креативност долази до изражаја и који представља веома плодно тло за нова решења и научне доприносе.

Развој нових, композитних погонских материја, уз нове технологије производње погонских пуњења, омогућава формирање пуњења које се састоји од две компатибилне погонске материје. Чињеница да ове погонске материје могу имати контролисане вредности густине и

брзине сагоревања, отвара нове могућности за пројектовање погонских пуњења жељених карактеристика.

Имајућу у виду претходно наведено, основни циљ истраживања је сагледавање могућности пројектовања и оптимизације нових геометријских конфигурација погонских пуњења која се састоје од две погонске материје (двокомпонентно погонско пуњење). Посебно је интересантна могућност реализације пуњења које обезбеђује приближно неутрално сагоревање, тј. константне вредности притиска у комори и генерисаног потиска. При томе је циљ остваривање једноставне „спољашње“ геометрије пуњења са цилиндричном шупљином у којој се одвија сагоревање. Основни проблем у овом случају се одређивање облика граничне, односно контактне површине између две коришћене погонске материје. Наравно, поред неутралног сагоревања, интересантни су и други могући захтеви, као што су: прогресивна или регресивна крива потиска, дуална (двостепена) крива потиска, различите варијанте сложене криве потиска и сл.

О актуелности и релевантности предложене теме указују и бројне референце на које се надовезује предложено истраживање. Монографске публикације [1] и [2] представљају незаобилазне и поуздане изворе када је реч о истраживањима у домену ракетних мотора са чврстом погонском материјом, укључујући основне захтеве при пројектовању, као и квантитативне и квалитативне карактеристике и принципе пројектовања погонских пуњења. Прегледни рад [3] даје увид у рецентна истраживања најважнијих феномена првенствено везаних за сагоревање чврстих погонских материја. За предложено истраживање је веома значајно третирање двофазног струјања и турбуленције у контексту моделирања унутрашње балистике ракетног мотора.

Сличан савремен приступ моделирању унутрашњем балистичких појава, од интереса за предложено истраживање, представљен је у [4]. Формирање интегрисаног симулационог модела рада ракетног мотора, који укључује модел сагоревања и унутрашње балистике, аналогно приступу који је презентован у [5], представља неопходан корак у предложеном истраживању јер само такав модел може бити основа за оптимизацију геометријске конфигурације погонског пуњења.

У радовима [6] и [7], као и у сродном истраживању [8], представљени су резултати од великог значаја за предложено истраживање. Реч је комбинацији аналитичког и нумеричког приступа у моделирању еволуције сагоревања сложеног тродимензијског погонског пуњења. Параметризација геометрије пуњења помоћу CAD софтвера омогућава дискретизовани прорачун сагореле дебљине пуњења, текуће горуће површине, као и запремине, односно масе погонског пуњења. На тај начин могуће је израчунати све релевантне унутрашњем балистичке параметре процеса. У предложеном истраживању планира се модификација овог модела, као и анализа пуњења које је састоји од две погонске материје, те експериментална верификација добијених резултата. Поред тога, важан аспект истраживања представља и оптимизација изабране геометријске конфигурације пуњења, будући да често постоји практично бесконачан број решења која дају задовољаваће резултате. Референце [9-12] представљају различите приступе проблему оптимизације, које ће бити тестирани у предложеном истраживању.

Литература:

- [1] Sutton, G., Biblarz, O.: *Rocket Propulsion Elements*, Ch. 12: Solid Propellants Rocket Motor Fundamentals, Ch. 13. Solid Propellants, Ch. 15. Solid Rocket Motor Components and Design, Wiley, 2016.
- [2] Davenas, A.: *Solid rocket propulsion technology*, Pergamon Press, 2012.
- [3] Fabignon, Y. Et al.: Recent Advances in Research on Solid Rocket Propulsion, *Journal AerospaceLab*, Vol. 11, 2016, pp. 1-15.
- [4] Montesano, J., Behdinan, K., Greatrix, D., Fawaz, Z.: Internal chamber modelling of a solid rocket motor: Effects of coupled structural and acoustic oscillations on combustion, *Journal of Sound and Vibration*, Vol. 311, No. 1-2, 2008, pp. 20-38.

- [5] Navarrete-Martin, L., Krus, P.: Sounding Rockets: analysis, simulation and optimization of a solid propellant motor using Hopsan, *Transportation Research Procedia*, Vol. 29, 2018, pp. 255-267.
- [6] Püskülcü, G., Ulas, A.: 3-D grain burnback analysis of solid propellant rocket motors: Part 1 – ballistic motor tests, *Aerospace Science and Technology*, Vol. 12, No. 8, 2008, pp. 579-584.
- [7] Püskülcü, G., Ulas, A.: 3-D grain burnback analysis of solid propellant rocket motors: Part 2 – modelling and simulations, *Aerospace Science and Technology*, Vol. 12, No. 8, 2008, pp. 585-591.
- [8] Javed, A., Sundaram, I.A., Chakraborty, D.: Internal Ballistic Code for Solid Rocket Motors using Minimum distance Function for Grain Burnback, *Defence Science Journal*, Vol. 65, No. 3, 2015, pp. 181-188.
- [9] Khurram, N., Liang G., Qasim Z.: A Hybrid Optimization Approach for SRM FINOCYL Grain Design, *Chinese Journal of Aeronautics*, Vol. 21, No. 6, 2008, pp. 481-487.
- [10] Kamran, A., Liang G.: Design and Optimization of 3D Radial Slot Grain Configuration, *Chinese Journal of Aeronautics*, Vol. 23, Issue 4, 2010, pp. 409-414.
- [11] Kamran, A., Liang G.: An integrated approach for optimization of solid rocket motor, *Aerospace Science and Technology*, Vol. 17, No. 1, 2012, pp. 50-64.
- [12] Raza, M.A., Liang, W.: Design and Optimization of 3D Wagon Wheel Grain for Dual Thrust Solid Rocket Motors, *Propellants, Explosives, Pyrotechnics*, Vol. 38, No. 1, 2013, pp. 67-74.

3. Полазне хипотезе

Полазећи од особености приказаног предмета истраживања, анализе доступне литературе и сопствених искустава, усвојене су следеће хипотезе:

- претпоставља се да погонска материја, односно погонско пуњење сагорева према идеализованом моделу (Piobert-ов закон) који подразумева: (а) хомогеност компонената погонског пуњења, (б) једновремено припаљивање свих горућих површина пуњења, и (в) еволуцију сагоревања по паралелним слојевима нормално на горућу површину погонске материје,
- сматраће се релевантним модел динамике промене радног притиска у комори ракетног мотора (унутрашњебалистички модел) који, поред кључних енергетских, кинетичких и геометријских параметара пуњења, узима у обзир и брзину струјања продуката сагоревања унутар централне шупљине пуњења,
- подразумева се механичка, хемијска и термичка компатибилност коришћених погонских материја,
- претпоставља се да је могуће реализовати цилиндрично двокомпонентно пуњење са централном цилиндричном шупљином у којој се одвија сагоревање, при чему се обезбеђује приближно неутрална крива потиска.

4. Научне методе истраживања

У раду на докторској дисертацији са предложеном темом биће коришћене следеће научне методе истраживања:

- анализа литературних извора, систематизација претходних сазнања, као и постојећих геометријских конфигурација погонских пуњења за ракетне моторе са чврстом погонском материјом,
- аналитичко моделирање појава везаних за сагоревање погонског пуњења, одређивање површине сагоревања, као и осталих релевантних унутрашњебалистичких параметара у процесу рада ракетног мотора,

- нумерички приступ моделирању параметризоване тродимензијске геометрије двокомпонентног погонског пуњења и одређивању еволуције површина сагоревања и генерисане масе продуката сагоревања,
- експериментално одређивање основних карактеристика (притисак у комори, генерисани потисак, температура) ракетног мотора са двокомпонентном погонском материјом,
- поређење аналитички и нумерички добијених предиктивних резултата са експериментално одређеним параметрима, уз верификацију и валидацију предложених модела.

5. Очекивани научни допринос

Имајући у виду претходно образложење теме и специфичан циљ истраживања, полазећи од формулисаних хипотеза, уз коришћење поменутих научних метода, а надовезујући се на приказане референце, очекивани научни допринос истраживања састоји се у:

- целовитом аналитичком, нумеричком и експерименталном сагледавању могућности употребе двокомпонентних погонских пуњења ракетних мотора, и
- унапређењу пројектовања и оптимизацији нових геометријских конфигурација двокомпонентних погонских пуњења која испуњавају специфичне захтеве.

Поред тога, очекивани стручни допринос истраживања биће садржан у:

- формирању комплексног модела унутрашње балистике ракетног мотора са двокомпонентним погонским пуњењем који омогућава одређивање свих релевантних параметара перформансе овог типа ракетног мотора.

6. План истраживања и структура рада

Истраживање за предложену докторску дисертацију биће реализовано кроз осам фаза, односно целина.

Прва фаза представља свеобухватну анализу концепција ракетних мотора са чврстом погонском материјом и преглед постојећих решења за конфигурације погонских пуњења. Биће представљен исцрпан преглед постојеће литературе која је релевантна за моделирање сагоревања, еволуције геометрије погонског пуњења, унутрашње балистике мотора, као и расположивих експерименталних метода у овој области.

Друга целина истраживања односи се на аналитички приступ моделирању сагоревања двокомпонентних погонских пуњења. Биће развијени затворени прорачунски модели одређивања површине сагоревања једноставних и сложених геометријских конфигурација пуњења која се састоје од две погонске материје. Циљ је одређивање граничне површине између различитих погонских материја која обезбеђује реализацију специфицираних захтева, нпр. у погледу неутралног сагоревања и сл.

Трећи део докторске дисертације усмерен је на нумерички приступ моделирању сагоревања двокомпонентних погонских пуњења сложене геометрије. Претпоставка је да комплексне конфигурације неће бити могуће обухватити аналитичким моделом и да је неопходно формирати нумерички заснован модел. У том смислу, биће коришћени CAD софтвери који омогућавају параметризацију сложених геометрија и приближан, нумерички заснован прорачун сукцесивних површина сагоревања.

Четврти део рада се односи на имплементацију претходно формираних аналитичких, односно нумеричких модела сагоревања двокомпонентних пуњења у интегрисани нумерички модел унутрашње балистике ракетног мотора. Овај модел треба да омогући прорачун свих релевантних параметара мотора (првентсвено притиска у комори мотора и генерисаног потиска) и њихово поређење са резултатима експеримената.

Пети део дисертације односи се на експериментална истраживања, односно мерење основних параметара перформансе реалног ракетног мотора са дефинисаном геометријом двокомпонентног погонског пуњења.

У шестом делу истраживања биће извршена компарација теоријских (аналитички и нумерички заснованих) приступа са резултатима извршених експеримената и анализа која указује на квалитет развијених модела.

Седма целина разматра могућности оптимизације конструкције, односно геометрије двокомпонентног погонског пуњења на бази валидираних теоријских модела. Примениће се различите оптимизационе технике, као и различити критеријуми за избор оптималног пуњења.

Конечно, последњи осми део рада треба да садржи закључна разматрања, критички осврт на добијене резултате и сагледавање могућности за даља истраживања.

7. Закључак и предлог

На основу изложене анализе пријаве теме докторске дисертације кандидата Мохамеда Алазизија (Mohammed Alazeezi), маг. инж. маш, Комисија за оцену подобности и научне заснованости теме закључује да је предложена тема актуелна и научно заснована. Кандидат Мохамед Алазизи испуњава све Законом и Статутом Машинског факултета у Београду предвиђене услове и има способности за рад на предложеној докторској дисертацији.

На основу свега претходно наведеног, Комисија предлаже Научно-наставном већу Машинског факултета Универзитета у Београду да се кандидату

Мохамеду Алазизију (Mohammed Alazeezi), маг. инж. маш.

одобри израда докторске дисертације са темом:

„Пројектовање и оптимизација двокомпонентних погонских пуњења ракетних мотора са чврстом погонском материјом“

(„Design and optimization of dual-propellant grains of solid rocket motors“)

у научној области Машинство – ужа научна област Војно машинство – системи наоружања, за коју је Машински факултет Универзитета у Београду матичан.

За ментора током израде предметне дисертације предлаже се др Предраг Елек, редовни професор на Катедри за системе наоружања Машинског факултета Универзитета у Београду.

Београд, 22.07.2020. године

ЧЛАНОВИ КОМИСИЈЕ

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

.....
др Дарко Васиљевић, научни саветник
Универзитет у Београду, Институт за физику

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

УНИВЕРЗИТЕТ У БЕОГРАДУ
- МАШИНСКИ ФАКУЛТЕТ –
Број: 793/2
Датум: 09.07.2020.
Београд, Краљице Марије бр.16

На основу члана 64. Статута Машинског факултета Универзитета у Београду број 1450/4 од 14.06.2018. године и члана 20. а сагласно члану 29. Правилника о докторским студијама на Универзитету у Београду од 24.05.2016.г., Наставно-научно веће Машинског факултета на седници одржаној дана 09.07.2020. године, донело је следећу

ОДЛУКУ

Именује се др Предраг Елек, ред. проф. за ментора докторске дисертације **„ПРОЈЕКТОВАЊЕ И ОПТИМИЗАЦИЈА ДВОКОМПОНЕНТНИХ ПОГОНСКИХ ПУЊЕЊА РАКЕТНИХ МОТОРА СА ЧВРСТОМ ПОГОНСКОМ МАТЕРИЈОМ (DESIGN AND OPTIMIZATION OF DUAL-PROPELLANT GRAINS OF SOLID ROCKET MOTORS)“** кандидата **MOHAMMED ALAZEEZI, MSc.**, студента докторских студија.

Одлуку доставити: ментору, докторанту и архиви.

ДЕКАН
МАШИНСКОГ ФАКУЛТЕТА

проф. др Радивоје Митровић