

ТЕХНОЛОШКО-МЕТАЛУРШКИ
ФАКУЛТЕТ
35/40
(Број захтева)

УНИВЕРЗИТЕТ У БЕОГРАДУ
ВЕЋЕ НАУЧНИХ ОБЛАСТИ ТЕХНИЧКИХ НАУКА
(Назив већа научне области и коме се захтев упућује)

14.02.2019.
(Датум)

ЗАХТЕВ

за давање сагласности на предлог теме докторске дисертације

Молимо да, сходно члану 47. ст. 5. тач. 3. Статута Универзитета у Београду („Гласник Универзитета“, број 131/06), дате сагласност на предлог теме докторске дисертације:

„Енергетски полимери и пластификатори са повећаним садржајем азота“
(пун назив предложене теме докторске дисертације)

НАУЧНА ОБЛАСТ: ХЕМИЈА И ХЕМИЈСКА ТЕХНОЛОГИЈА

ПОДАЦИ О КАНДИДАТУ:

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

ЈОВИЦА (Зоран) НЕШИЋ, дипломирани инжењер хемијске технологије

2. Назив и седиште факултета на коме је стекао основно образовање: **Војна академија у Београду.**

3. Година дипломирања: 2005.

4. Назив и седиште факултета на коме је стекао мастер образовање: /

5. Година дипломирања: /

Студент је уписан на докторске студије школске 2006/2007. године по старом Закону и Наставном плану и програму од 2005. године. На захтев студента, декан је донео Решење о продужењу рока за завршетак студија до краја школске 2018/2019. године, у складу са чл. 17. Закона о изменама и допунама Закона високом образовању („Службени гласник РС бр.73/2018).

Обавештавамо Вас да је Наставно-научно веће, на седници одржаној 31.01.2019. године размотрило предложену тему и закључило да је тема подобна за израду докторске дисертације.

ДЕКАН ФАКУЛТЕТА

Проф. др Петар Ускоковић

Прилог:

1. Предлог теме докторске дисертације са образложењем
2. Акт надлежног тела факултета о подобности теме за израду докторске дисертације
3. Подаци о ментору.

ПОДАЦИ О МЕНТОРУ

за кандидата: Јовицу Нешића

Име и презиме ментора: Др Александар Маринковић

Звање: ванредни професор

Списак радова који квалификују ментора за вођење докторске дисертације:

1. P. M. Spasojević, V. V. Panić, J. V. Dzunuzović, **A. D. Marinković**, A. J. J. Woortman, K. Loos, I. G. Popović, *High performance alkyd resins synthesized from postconsumer PET bottles*, RSC Advances, 5 (2015) 62273–62283; IF 3,840 (M21); ISSN 2046-2069; DOI: 10.1039/c5ra11777a

2. J. Rusmirović, J. Ivanović, V. Pavlović, V. Rakić, M. Rančić, V. Djokić, **A. D. Marinković**, *Novel modified nanocellulose applicable as reinforcement in high-performance nanocomposites*, Carbohydrate Polymers, 164(15) (2017) 64–74, ISSN 0144-8617; IF(2015)=4.219 (M21a); <https://doi.org/10.1016/j.carbpol.-2017.01.086>.

3. T. Kovačević, J. Rusmirović, N. Tomić, M. Marinović-Cincović, Ž. Kamberović, M. Tomić, **A. D. Marinković**, *New composites based on waste PET and non-metallic fraction from waste printed circuit boards: Mechanical and thermal properties*, Composite part. B Engineering, 127, (2017) 1-14, ISSN: 1359-8368; IF(2016)=4,727 (M21a); <https://doi.org/10.1016/j.compositesb.2017.06.020>.

4. Jelena Zec, Nataša Z. Tomić, Milorad Zrilić, Steva Lević, **Aleksandar Marinković**, Radmila Jančić Heinemann, *Optimization of Al₂O₃ particle modification and UHMWPE fiber oxidation of EVA based hybrid composites: Compatibility, morphological and mechanical properties*, Composites Part B: Engineering, 153 (2018) 36-48, ISSN: 1359-8368; IF(2016)=4,920 (M21a); <https://doi.org/10.1016/j.compositesb.2018.07.031>

5. Jelena D. Rusmirović, Milica P. Rančić, Vladimir B. Pavlović, Vesna M. Rakić, Sanja Stevanović, Jasna Djonlagić, **Aleksandar D. Marinković**, Cross -Linkable Modified Nanocellulose/Polyester Resin -Based Composites: Acid Nanocellulose Modification on Material Performances, Macromolecular Materials and Engineering 303 (8) (2018) 1700648, ISSN: 1438-7492, IF(2016)= 2,863 (M21); <https://doi.org/10.1002/mame.201700648>

.

Заокружити одговарајућу опцију (А, Б, В или Г):

А) У случају менторства дисертације на докторским студијама у групацији техничкотехнолошких, природно-математичких и медицинских наука ментор треба да има најмање три рада са SCI, SSCI, AHCI или SCIE листе, као и Math-Net.Ru листе.

Б) У случају менторства дисертације на докторским студијама у групацији друштвено-хуманистичких наука ментор треба да има најмање три рада са релевантне листе научних часописа (Релевантна листа научних часописа обухвата SCI, SSCI, AHCI и SCIE листе, као и ERIH листу, листу часописа које је Министарство за науку класификовало као M24 и додатну листу часописа коју ће, на предлог универзитета, донети Национални савет за високо образовање. Посебно се вреднују и монографије које Министарство науке класификује као M11, M12, M13, M14, M41 и M51.)

В) У случају израде докторске дисертације према ранијим прописима за кандидате који су стекли академски назив магистра наука ментор треба да има пет радова (референци) које га, по оцени Већа научних области, квалификују за ментора односне дисертације.

Г) У случају да у ужој научној области нема квалификованих наставника, приложити одлуку Већа докторских студија о именовању редовног професора за ментора.

ДЕКАН ФАКУЛТЕТА

Датум: 14.01.2018. godine

М.П.

Проф. др Петар Ускоковић

На основу чл. 17. став 4. Закона о изменама и допунама Закона високом образовању („Службени гласник РС бр.73/2018), чл. 112. став 3. Статута Универзитета у Београду, чл. 88. став 3. Статута ТМФ-а и чл. 31. и 32 Правилника о докторским студијама ТМФ-а, на седници Наставно-научног већа Технолошко-металуршког факултета од 31.01.2019. године, донета је

О Д Л У К А

о прихватању Реферата Комисије за оцену подобности теме и кандидата
за израду докторске дисертације

Прихвата се Реферат Комисије за оцену подобности теме и кандидата и одобрава израда докторске дисертације Јовици Нешићу, дипломираном инжењеру хемијске технологије, под називом: **„Енергетски полимери и пластификатори са повећаним садржајем азота“.**

Одлуку о давању сагласности на предлог теме докторске дисертације доноси Универзитет у Београду.

За ментора се одређује др Александар Маринковић, ванредни професор Универзитета у Београду, Технолошко-металуршки факултет.

Одлуку доставити: Универзитету у Београду, кандидату, ментору, Служби за наставно студентске послове и архиви Факултета.

Д Е К А Н

Проф. др Петар Ускоковић

НАСТАВНО-НАУЧНОМ ВЕЋУ

Предмет: Подобност теме и кандидата Јовице (Зорана) Нешића за израду докторске дисертације

Одлуком број 35/396 од 01.11.2018. године, именовани смо за чланове Комисије за оцену подобности теме и кандидата Јовице (Зорана) Нешића за израду докторске дисертације и научне заснованости теме „ЕНЕРГЕТСКИ ПОЛИМЕРИ И ПЛАСТИФИКАТОРИ СА ПОВЕЋАНИМ САДРЖАЈЕМ АЗОТА“.

На основу материјала приложеног уз Захтев кандидата, Комисија подноси следећи

РЕФЕРАТ

1. Подаци о кандидату

1.1. Биографски подаци

Кандидат Јовица (Зоран) Нешић, дипломирани инжењер хемијске технологије рођен је 12.07.1980. године у Јагодини. Војну гимназију завршио је у Београду 1999. године. Након завршетка Гимназије уписује Војнотехничку академију у Београду где је дипломирао 2005. године са просечном оценом 8,10. У току израде дипломског рада „Испитивање хемијске стабилности једнобазног барута НЦ-40“, Јовица Нешић је показао опредељеност ка научно-истраживачком раду и стручним усавршавањима. Докторске студије уписао је школске 2006/2007 године на Универзитету у Београду, Технолошко-металуршки факултет, студијски програм Хемија и хемијска технологија, на катедри за Органску хемију.

У периоду од 2005. до 2014. године Јовица Нешић је радио као војни инжењер у јединицама Војске Србије. У Војнотехничком институту почиње да ради 2014. године, у Одељењу за енергетске материјале, као водећи истраживач. Учествоје на развојним и истраживачким задацима везаним за убојна средства и енергетске материјале. Кандидат је биран за асистента на Војној академији од 2012. године, за ужу научну област „Инжењерство убојних средстава“ и где држи наставу на Факултету инжењерских наука у Крагујевцу и на Војној академији у Београду на предметима, „Основи експлозивних материја“ и „Управљање ризицима у располагању са УБС“.

1.2. Стечено научноистраживачко искуство

Од септембра 2014. године Јовица Нешић на Војнотехничком институту, учествује на истраживачким и развојним задацима у области ракетне технике и енергетских материјала. У периоду од 2014. до 2018. учествује на истраживачком пројекту Војнотехничког института „Истраживање у области експлозива, пиротехнике, барута и ракетних горива“. У периоду од 2016. до 2018. године учествује на пројекту „Истраживање утицаја примене наноматеријала на средствима НВО“.

Током јуна 2017. године Јовица Нешић је учествовао на радионици о пиротехничком сагоревању „13th Workshop on Pyrotechnic Combustion Mechanisms“ и на конференцији о енергетским материјалима „48th International Annual Conference of the Fraunhofer ICT“ у Немачкој (Карлсруе).

У оквиру докторских студија положио је све испите предвиђене планом и програмом докторских студија на Технолошко-металуршком факултету са просечном оценом 8,90 и одбранио је завршни испит са оценом 10.

Положени испити и остварени бодови у оквиру докторских студија:

	Предмет	Број ESPB	Оцена
1.	Одабрана поглавља нумеричке анализе	5	7
2.	Физичка органска хемија	5	8
3.	Хемијска кинетика	5	8
4.	Структура и реактивност органских молекула	5	8
5.	Хемија високо енергетских материјала	5	10
6.	Принципи органске синтезе	5	10
7.	Хемијска термодинамика	4	8
8.	Структурна анализа органских молекула	5	10
9.	Хемија метал-органских једињења	5	10
10.	Завршни испит	6	10
	Укупно	60	8,90

Област научно-истраживачког рада Јовице Нешића обухвата хемију енергетских материјала, синтезу, физичко-хемијску карактеризацију и могућност потенцијалне примене енергетских полимера и пластификатора у енергетским материјалима.

Јовица Нешић је коаутор 1 рада објављеног у часописима међународног значаја (M20), аутор 1 и коаутор 3 рада у објављених у часопису националног значаја (M51), 6 саопштења са међународних скупова штампаних у целини (M33), 1 саопштења са скупова националног значаја штампаних у целини (M63) и једне пријаве домаћег патента (M87).

Радови објављени у часописима међународног значаја (M20)

Радови у међународним часописима (M23)

1. V. B. Stefanović, Z. R. Lazić, N. J. Mirković, E. E. Taso, N. M. Simeunović, **J. Z. Nešić**, *Primena EDS analize u ispitivanju metal-keramičkih međuspojeva višestruko livenih nikel-hrom dentalnih legura*, *Hemijska industrija*, Vol 72, No 3, 2018, pp. 149–156, doi: <https://doi.org/10.2298/HEMIND180103009S>, ISSN: 2217-7426, IF (2017): 0,591.

Саопштења са међународног скупа штампани у целини (M33)

1. Zoran Bajić, Mladen Vuruna, **Jovica Nešić**, Jovica Bogdanov, Zlate Veličković, Radovan Karkalić, Dalibor Jovanović, *Adsorption of military-grade 2,4,6-trinitrotoluene residuals in water using tufa modified with nano copper*, 16th Seminar of the New Trends in Research of Energetic Materials, (2013), 522-526, ISBN 978-80-7395-605-9
2. Zoran Bajić, Jovica Bogdanov, Radun Jeremić, Radenko Dimitrijević, Zlate Veličković, **Jovica Nešić**, Vladimir Mladenović, *The analysis of explosive charge density and scaled distance influence on shockwave overpressure using response surface methodology*, 18th Seminar of the New Trends in Research of Energetic Materials, (2015), 459-464, ISBN 978-80-7395-891-6
3. **Jovica Nešić**, Ljiljana Jelisavac, Aleksandar Marinković, Slaviša Stoiljković, *High performance liquid chromatography determination of 2,4,6-trinitrotoluene in water solution*, 7th International Scientific Conference on Defensive Technologies, 7th International Scientific Conference on Defensive Tecnologies, OTEH (2016), ISBN 978-86-81123-82-9
4. Saša Brzić, Mirjana Dimić, Marica Bogosavljević, **Jovica Nešić**, *Two-step reaction process for synthesis hydroxyl-terminated poly(butadiene)-based polyurethane as composite propellant binder*, 49th International Annual Conference of the Fraunhofer ICT (2018) ISSN 2194-4903
5. **Jovica Nešić**, Nikola Gligorijević, Jovica Bogdanov, Saša Živković, Bojan Pavković i Goran Marjanović, *Influence of the ignition mixtures granulation on rocket motor ignition*, 8th International Scientific Conference on Defensive Tecnologies, OTEH (2018), 153-159, ISBN 978-8681123-88-1
6. Zoran Bajić, Jovica Bogdanov, Marko Savković, Danica Simić, **Jovica Nešić**, *Combustion temperature measurement of calcium sulfate dihydrate/aluminium thermite*, 21th Seminar of the New Trends in Research of Energetic Materials NTREM (2018), 445-449, ISBN 978-80-7560-137-7

Радови објављени у часописима националног значаја (M50)

Радови у националном часопису (M51)

1. Jelena Petković-Cvetković, Vladimir Milović, Siniša Pašagić, Danica Simić, Ljiljana Jelisavac, **Jovica Nešić**, *Pyrotechnic Mixtures for Production of Gas Generator Charges for Base Bleed Projectiles Based on Ascorbic Acid as an Organic Fuel*, Scientific Technical Review, 2016, Vol.66, No.3, pp.21-26, UDK: 621.454-66:678.073/074
2. Nikola Gligorijević, **Jovica Nešić**, Jovica Bogdanov, Bojan Pavković, Saša Živković, Bojan Tanaskovski, *Influence of the Ignition Mixture Particle Size on Rocket Motor Igniter Pressure Gradient*, Scientific Technical Review, 2018, Vol.68, No.1, pp.33-39, UDK: 621.454-66:678.073/074
3. **Jovica Nešić**, Aleksandar Marinković, Zoran Bajić, Saša Brzić, *Synthesis and characterization Glycidil Azide Polymer an Atractive Binder for Energetic materials*, Scientific Technical Review, 2018, Vol.68, No.2, UDK: 621.454-66:678.073/074

4. Bojan Tanaskovski, **Jovica Nešić**, Ljilja Jelisavac, Jovica Bogdanov, *A Numerical Method for Solid Propellant Grain Design*, Scientific Technical Review, 2018, Vol.68, No.2, UDK: 621.454-66:678.073/074

Саопштење са скупа националног значаја штампано у целини (M63)

1. Vladana Đurđević, Tihomir Kovačević, Jelena Rusmirović, Aleksandra Božić, Nataša Tomić, **Jovica Nešić**, Saša Brzić, *Application of the waste polymeric material from processing of optical lenses as a reinforcement in unsaturated polyester resin based on waste PET*, 4th Naučno-stručni skup Politehnika, (2017), 243-248, ISBN 978-86-7498-074-3

Пријава домаћег патента (M87)

1. Marinković Aleksandar, Kovačević Tihomir, Rusmirović Jelena, Brzić Saša, Nešić Jovica, Božić Aleksandra, Stamenović Marina, Postupak dobijanja kompozita na bazi poliestarske smole iz otpadne PET ambalaže i oksidovanog otpadnog praha iz industrije optičkih stakala za primenu u građevinarstvu, industriji i rudarstvu, Broj prijave: П-2018/1303 од 30.10.2018. године.

1.3. Оцена подобности кандидата за рад на предложеној теми

На основу досадашњег рада, остварених резултата током докторских студија, у оквиру научноистраживачког рада на Војнотехничком институту и рада као асистент на Факултету инжењерских наука у Крагујевцу и на Војној академији у Београду, Јовица Нешић је показао склоност и способност за самосталан, тимски и научно-истраживачки рад. До сада је објавио 1 рад у међународном, 4 рада у истакнутом домаћем часопису, 6 радова саопштена на скуповима међународног значаја штампана у целини (M33), 1 рада саопштеног на скупу националног значаја штампаног у целини (M63) и 1 пријаве домаћег патента (M87). Сходно наведеном, Комисија сматра да је Јовица Нешић, дипломирани инжењер хемијске технологије, квалитетом остварених научних резултата, као и својим ангажовањем, испуњава потребне услове за рад на предложеној теми докторске дисертације.

2. Предмет и циљ истраживања

Предмет истраживања предвиђен овом докторском дисертацијом биће синтеза, проучавање структуре и својстава енергетских полимера и пластификатора заснованих на азидима, са повећаним садржајем азота и могућност њихове примене у енергетским материјалима.

Енергетски материјали је заједнички назив за метастабилне хемијске системе, чисте супстанце (једињења) и композиције (смеше) које се користе као експлозиви, ракетна горива, барути и пиротехничке смеше. Под дејством спољних утицаја (импулса) енергетски материјали врло брзо прелазе у самоодрживе високо егзотермне реакције, при чему се ослобађа велика количина енергије, стварајући гасне или кондензоване производе који су у стању да у процесу експанзије изврше рад над околином и створе различите ефекте. Композитна ракетна горива и полимером обложени експлозиви (PBX) у свом саставу садрже органска једињења, полимере и пластификаторе. У Србији се тренутно истраживање и развој ракетних горива и PBX, базира се на увозним сировинама, инертни полимер хидрокситерминирани полибутатиен (НТРВ), умрежава се са изоцијанатима, у комбинацији са инертним пластификатором диоксиладипатом (DOA), који се тешко увозе и стратешки су производи.

Истраживачи у области енергетских материјала покушавају да развију нове саставе енергетских материјала, повећаних енергетских карактеристика са сигурнијим, бољим и безбеднијим начином употребе. То подразумева помирити захтеве везане за енергетске перформансе система, са захтевима за смањење осетљивости према спољашним импулсима као што су топлота, удар, детонациони талас, електро статичка варница [1].

Синтеза нових полимерних материјала који у себи садрже експлозофорне групе је последњих година тренд у свету енергетских материјала. Истраживачи свакодневно развијају нове идеје или модификују постојеће технологије за развој нових енергетских полимера и пластификатора са повећаним садржајем азота [2]. Многи познати енергетски полимери садрже азидо $-N_3$ и нитро $-NO_2$ групе [3] као енергетске функционалне групе. Присуство енергетских функционалних група енергетског полимера, побољшава енергетски биланс, омогућава смањену количину енергетског пуњења, што доприноси бољој композитној ефикасности система (енергетској снази), а задржава термичку стабилност и сигурност енергетске формулације [4].

Азидо-функционални полимери као што је глицидил азид полимер (GAP) нова је генерација енергетских везива. GAP је прво синтетисан 1972. године од стране Ванденберга реакцијом натријум азида у диметилформаиду са полиепихлорхидрином (PECH) [5]. Полимеризација коришћених мономера епихлорхидрина (ECH) је катјонски иницирана Луисовом киселином и дифункционалним алкохолом. Након формирања полиепихлорхидрина, замена хлора азидном групом врши се натријум азидом. Као најзаступљенији енергетски полимер, GAP ће бити синтетисан и то линеарни и разгранати, различитих функционалности, а биће умрежаван са различитим, двофункционалним и полифункционалним изоцијанатима формирајући везивну мрежу или гориво везивну компоненту (везиво). Глицидил азид полимер има релативно велику густину (1.3 g/cm^3) и добру термичку осетљивост (216°C), као и осетљивост на механичке утицаје ($IS \text{ 7J}$, $FS \geq 360 \text{ N}$). Ове карактеристике класификују GAP као интересантну сировину која се може користити као гориво везивна компонента у саставима енергетских материјала [6-7].

У оквиру дисертације биће синтетисани кополимери GAP-а, у циљу побољшања механичких карактеристика [8], са тетрахидрофураном полазећи из поли(епихлорхидрин-со-тетрахидрофуран) у реакцији са натријум-азидом. Синтеза кополимера GAP-а са тетрахидрофураном ће бити вршена при различитим молским односима епихлорхидрина и тетрахидрофурана, а реакција супституције NaN_3 ће бити вршена на различитим температурама уз коришћење одговарајућих растварача у циљу постизања максималног приноса и чистоће производа [9].

Нови енергетски пластификатори ће бити синтетисати полазећи из различитих диола као прекурсора, у реакцији са хлорацетилхлоридом у првом кораку синтезе, а у другом кораку у реакцији са натријум-азидом (NaN_3) добићемо различите азидоацетате. Синтеза пластификатора ће се вршити при различитим реакционим условима: молски однос хидроксилних група у односу на деривате киселина, и коришћењем одговарајућих растварача у циљу постизања максималног приноса и чистоће производа [10].

Предложена докторска теза има за циљ да се прошире знања из области синтезе енергетских полимера и пластификатора, пронаћи економски исплативо и технички лако оствариво решење за синтезу нових, јефтинијих енергетских материјала, од комерцијално доступних сировина. Научни циљ ове докторске дисертације односиће се на проучавање и унапређење знања из области хемије енергетских материјала који су важни за сваку државу.

Један од циљева овог рада је и испитивање енергетских, механичких и термичких карактеристика нових једињења и полимера. Овим истраживањем утврдиће се веза између структуре и својстава нових једињења, као и утицај начина и врсте умреживача на карактеристике нових енергетских материјала. Квантно-хемијске методе имају значајан допринос при анализи структуре и својстава испитиваних једињења. У предложеној

докторској дисертацији применом квантно-хемијских прорачуна методом Теорије функционалне густине (eng. *Density functional Theory (DFT)*) извршиће се оптимизација геометрије новосинтетисаних једињења, проучавање утицаја структуре на њихова својства, израчунавање теоријских топлота формирања и њихово поређење са експерименталним вредностима. Актуелност ових истраживања може се пратити кроз константан раст публикованих научних радова у овој области [1-10].

- [1] Provatas,A. Energetic Polymers and Plasticisers for explosive formulations – a review of recent advances, *Technical Report 0966, DSTO*, 1–32, 2000. <http://www.pyrobin.com/files/Energetic%20Polymers3.pdf>
- [2] Mohan,Y.M., Mani,Y., Raju,K.M., Synthesis of azido polymers as potential energetic propellant binders - review, *Designed Monomers and Polymers*, 2006, Vol.9, No.3, pp.201-236. <https://doi.org/10.1163/156855506777351045>
- [3] Gayathri, S., Reshmi, S., Nitrate Functionalized Polymers for High Energy Propellants and Explosives: Recent Advances, *Polymer advanced technologies*, 2017, Vol.23, pp. 112-123. <https://doi.org/10.1002/pat.4039>
- [4] Betzler,M.F., Hartdegen,A.V., Klapotke,M.T., Sproll,M.S., A New Energetic Binder: Glycidyl Nitramine Polymer, *Central European Journal of Energetic Materials*, 2016, Vol.13, No.2, pp. 289-300. <http://www.wydawnictwa.ipo.waw.pl/cejem/Vol-13-Number-2-2016/Klapotke.pdf>
- [5] Vandenberg,J.E., Woods,F., Polyethers containing azidomethyl side chains, US patent 3,645,917, 1972-02-29. <https://patents.google.com/patent/US3645917>
- [6] Agawane,N.T., Soman,R.R., Wagh,R.M., Athar,J., Talawar,M., Optimization of Curing Agents for Linear Difunctional Glycidyl Azide Polymer (GAP), with and without Isocyanate, for Binder Applications, *Central European Journal of Energetic Materials*, 2018, Vol.15, No.1, pp. 206-222. <http://www.wydawnictwa.ipo.waw.pl/cejem/Vol-15-Number-1-2018/Agawane.pdf>
- [7] Mohan,Y.M., Raju,M.P., Raju,K.M., Synthesis, spectral and DSC analysis of glycidyl azide polymers containing different initiating diol units, *Journal of Applied Polymer Science*, March 2004, Vol.93, pp.2157-2163. <https://doi.org/10.1002/app.20682>
- [8] Hafner,S., Keicher,T., Klapotke,M.T., Copolymers based on GAP and 1,2-Epoxyhexane as Promising Prepolymers for Energetic Binder Systems, *Propellants Explosives Pyrotechnics*, 2018, Vol.43, pp. 126-135. <https://doi.org/10.1002/prep.201700198>
- [9] Mohan,Y.M., Raju,K.M., Synthesis and Characterization of GAP-THF Copolymers, *International Journal of Polymer Materials*, 2006, Vol.55, pp.203-217. <https://doi.org/10.1080/009140390925134>
- [10] Drees,D., Loffel,D., Messmer,A., Schmid,K., Synthesis and Characterization of Azido Plasticizer, *Propellants Explosives Pyrotechnics*, 1999, Vol.24, pp.159-162. [https://doi.org/10.1002/\(SICI\)1521-4087\(199906\)24:03%3C159::AID-PREP159%3E3.0.CO;2-0](https://doi.org/10.1002/(SICI)1521-4087(199906)24:03%3C159::AID-PREP159%3E3.0.CO;2-0)

3. Полазне хипотезе

Прегледом актуелне литературе установљено је да постоји значајан број истраживања која се баве синтезом и развојем нових везивних система за енергетске материјале. Имајући то у виду, полазне хипотезе које се могу издвојити као основа за започињање научно-истраживачког рада у оквиру ове докторске дисертације су следеће:

- Синтезе азидо-функционалних полимера на бази полиепихлорхидрина, као што је глицидил азид полимер (GAP), даће нове хидрокси терминиране енергетске преполимере који ће се користити као полиолне компонентне за добијање полиуретанских везива;

- Синтезе азидо-функционалних енергетских пластификатора дефинисане структуре и својстава допринеће побољшању процесних и енергетских својстава добијених композитних материјала;
- Испитивање утицаја својстава полазних сировина, методе и параметара синтезе као што су температура, молски однос реактанта и растварача допринеће добијању материјала високе чистоће, енергетског садржаја, побољшане компатибилности и стабилности;
- Освајање технологија производње композитних енергетских материјала на бази синтеисаних полиуретанских везива и пластификатора, као и других неопходних конституената даће композитне енергетске материјале побољшане стабилности, као и енергетских и балистичких перформанси;
- Примена компаративне анализе експерименталних и теоријских израчунатих вредности својстава испитиваних једињења/полимера, као и добијених енергетских материјала базираних на синтетисаним компонентама допринеће бољем разумевању материјала, планирању синтеза и дефинисању структуре и својстава производа;

Испитивања физичко-хемијских, термохемијских, реолошких, механичких и балистичких карактеристика енергетских материјала су битна како са становишта фундаменталне науке, тако и у циљу њихове евентуалне примене у средствима наоружања и војне опреме и безбедносне опреме у аутомобилима (AIR BAG).

4. Научне методе истраживања

Како би се потврдиле постављене хипотезе, биће коришћене опште и посебне научне методе истраживања. Од општих научних метода истраживања биће примењене: индуктивно и дедуктивно закључивање, компарација, анализа и синтеза, апстракција и конкретизација, као и генерализација.

- За синтезу енергетских полимера и пластификатора користиће се комерцијално доступне хемикалије.
- За карактеризацију добијених материјала, дефинисање фазних и структурних својстава, морфологије, динамичко-механичких и термалних својстава, користиће се различите инструменталне технике: инфрацрвена спектроскопија са Фуријеовом трансформацијом – FTIR, скенирајућа електронска микроскопија - SEM, диференцијално-скенирајућа калориметрија - DSC, динамичко-механичка анализа - DMA, нуклеарна магнетна резонанца - NMR, а биће испитана затезна и савојна чврстоћа.
- Осетљивост енергетских материјала ће се испитати у односу механичке (удар и трење) и топлотне импулсе.
- Извршиће се испитивање ефеката пластификовања у односу на комерцијалне пластификаторе (диоктиладипат) у систему базираном на хидрокси терминираном полибутатиену (HTPB) и GAP-у или кополимерима на бази GAP-а, на основу реолошких испитивања.
- Особине важне за процену енергетског садржаја нових материјала биће моделоване помоћу квантно механичких метода и одговарајућег термохемијског нумеричког модела за сагоревање и детонацију енергетских материјала.
- Енергетске карактеристике добијених материјала биће одређиване методом за одређивање количине топлоте која се ослобађа при реакцији сагоревања, на основу резултата калориметријских мерења.
- За статистичку обраду добијених експерименталних резултата користиће се анализа на основу одређених математичких функција грешке.

5. Очекивани научни допринос

Очекује се да ће резултати истраживања у оквиру ове докторске дисертације дати:

- Нове енергетске композитне материјале побољашних енергетских, механичких и термичких својстава;
- Боље енергетске перформансе система (специфични импулс или брзина детонације), енергетских материјала,
- Потпуну карактеризацију синтетисаних енергетских полимера и пластификатора, као и добијених нових композитних енергетских материјала;
- Допринос сазнањима о утицају различитих функционалних група о односу структуре и својстава испитиваних нових енергетских једињења на механичка и термичка својства добијених енергетских материјала;
- Бољи приступ у потпуном сагледавању својстава нових енергетских материјала на основу експерименталних резултата и метода карактеризације;
- Резултати ће се публиковати у истакнутим међународним часописима.

Такође се очекује да ће развијена методологија допринети решавању проблема осетљивости енергетских материјала према спољашним импулсима као што су топлота, удар, детонациони талас, електро статичка варница и допринети укупном повећању безбедности.

6. План истраживања и структура рада

План истраживања докторске дисертације ће се односити на синтезу, карактерисање и испитивање својстава енергетских полимера и пластификатора са повећаним садржајем азота. Током истраживања одабраће се оптимални састави полимера и пластификатора за примену у новим саставима енергетских материјала. Након израде, извршиће се карактеризација.

Предвиђа се да ће у докторској дисертацији бити приказана следећа поглавља: *Увод, Теоријски део, Експериментални део, Резултати и дискусија, Закључак и Литература*.

У поглављу *Увод* биће размотрени актуелни трендови, предмет и циљ истраживања, као и очекивани допринос дисертације, биће истакнут значај синтезе и испитивања нових енергетских материјала при чему ће се дати преглед главних циљева и предмета дисертације. У оквиру *Теоријског дела* докторске дисертације биће дат преглед, у литератури приказаних релевантних истраживања и садржаће:

- Опис проблематике везане за развој нових енергетских материјала, биће приказана досадашња истраживања, као и могућност примене енергетских полимера и пластификатора у индустрији;
- Приказ постојећих метода синтезе енергетских полимера и пластификатора;
- Детаљан опис синтезе глицидил азид полимера (GAP) и кополимера на бази (GAP);
- Приказ азидо естарских пластификатора и могућност њихове примене у енергетским формулацијама;
- Преглед литературно познатих начина модификација (GAP) и нових начина умрежавања.

Експериментални део ће обухватити све коришћене материјале, детаљан опис синтезе енергетских полимера и пластификатора као и методе карактеризације које ће бити коришћене током израде дисертације.

У поглављу *Резултати и дискусија* биће приказани и анализирани резултати експерименталног рада и поређени са литературним подацима.

У поглављу *Закључак* ће бити сумирано целокупно истраживање уз осврт на иновативне резултате, предности који се тичу потенцијалне примене, као и могуће правце будућег истраживања.

Литература ће садржати литературне наводе који су цитирани у дисертацији, као и радове проистекле током истраживања у оквиру израде ове докторске дисертације.

7. Закључак и предлог

На основу свега изложеног сматрамо да предложена тема Јовице Нешића под насловом „Енергетски полимери и пластификатори са повећаним садржајем азота“ научно заснована и Комисија предлаже Наставно-научном већу Технолошко-металуршког факултета да је прихвати. Резултати добијени у овим истраживањима треба да дају допринос у развоју нових енергетских материјала. Истраживања у оквиру ове докторске дисертације припадају научној области Хемија и хемијска технологија, за коју је матичан Технолошко-металуршки факултет Универзитета у Београду. За ментора се предлаже проф. др Александар Маринковић, ванредни професор Универзитета у Београду, Технолошко-металуршки факултет.

ЧЛАНОВИ КОМИСИЈЕ

проф. др Александар Маринковић, ванредни професор
Универзитета у Београду, Технолошко-металуршки факултет

проф. др Саша Дрманић, ванредни професор
Универзитета у Београду, Технолошко-металуршки факултет

др Зоран Бајић, доцент
Универзитета одбране, Војна академија

др Саша Брзић, доцент
Универзитета одбране, Војнотехнички институт