

ТЕХНОЛОШКО-МЕТАЛУРШКИ
ФАКУЛТЕТ
35/71
(Број захтева)

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

14.03.2019.
(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:

„Синтеза и карактеризација прахова сулфида калаја и волфрама за примену у триболошким материјалима“

(пун назив предложене теме докторске дисертације)

НАУЧНА ОБЛАСТ: МЕТАЛУРШКО ИНЖЕЊЕРСТВО

ПОДАЦИ О КАНДИДАТУ:

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

НАТАША (Милан) ГАЈИЋ, мастер инжењер технологије

2. Назив и седиште факултета на коме је стекао основно образовање: Универзитет у Београду, Технолошко-металуршки факултет.

3. Година дипломирања: 2013.

4. Назив и седиште факултета на коме је стекао мастер образовање: Универзитет у Београду, Технолошко-металуршки факултет.

5. Година дипломирања: 2014.

Студент је уписан на докторске академске студије школске 2014/2015. године.

Обавештавамо Вас да је Наставно-научно веће, на седници одржаној 07.03.2019. 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 Наташа Гајић, маг. инж. технол.

Име и презиме ментора: _____ др Жељко Камберовић

Звање: _____ Редовни професор

Списак радова који квалификују ментора за вођење докторске дисертације:

1. N. Gajić, **Ž. Kamberović**, Z. Andjić, J. Trpčevská, B. Plešingerova, M. Korać, Synthesis of tribological WS₂ powder from WO₃ prepared by ultrasonic spray pyrolysis (USP), *Metals*, Vol. 9, No. 3, 2019, pp 277, ISSN 2075-4701, IF 2019 = 1,704
2. N. Gajić, **Ž. Kamberović**, Z. Anđić, M. Korać, J. Trpčevská, M. Stamatović, Improving the synthesis process of tribological materials based on tin sulfides by adding graphite as additive, *Journal of the Serbian Chemical Society*, Vol. 83, No. 0, 2018, pp 1-12, ISSN 0352-5139, IF 2017 = 0,797
3. **Ž. Kamberović**, K. Raić, M. Filipović, Z. Anđić, M. Korać, The Mechanism and Kinetics of the Tungsten (Vi)-Oxide Reduction in the Vertical Tube Reactor, *Metalurgia International*, Vol. 16, No. 12, 2011, pp 52-57, ISSN 1582-2214, IF 2011 = 0,084
4. Korać M., **Kamberović Ž.**, Anđić Z., Filipović M., Tasić M., Sintered materials based on copper and alumina powders synthesized by a novel method, - *Science of Sintering*, Vol 42, No 1, 2010, pp. 81-90. ISSN 0350-820X, IF 2009 = 0.486
5. Зоран Анђић, Марија Кораћ, Милош Тасић, Карло Раић, Жељко Камберовић, The synthesis of ultra fine and nanocomposite powders based on copper, silver and alumina, *Kovove materialy*, ISSN 0023-432X, Vol. 44, No.3, 2006, pp 145-150, IF 2006 = 1,345

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

☒ **А)** У случају менторства дисертације на докторским студијама у групацији техникотехнолошких, 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: 01.03.2019. год.

М.П.

Проф. др Петар Ускоковић

На основу чл. 40. став 3. Закона о високом образовању, 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 07.03.2019. 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 **Наташи Гајић**, мастер инжењеру технологије, под називом: „**Синтеза и карактеризација прахова сулфида калаја и волфрама за примену у триболошким материјалима**“.

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

За ментора се одређује др Жељко Камберовић, редовни 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

Предмет: Подобност теме и кандидата Наташе М. Гајић за израду докторске дисертације

Одлуком бр. 35/473 од 6.12.2018. године, именовани смо за чланове Комисије за оцену подобности теме и кандидата Наташе М. Гајић, мастер инжењер технологије за израду докторске дисертације и научне заснованости теме СИНТЕЗА И КАРАКТЕРИЗАЦИЈА ПРАХОВА СУЛФИДА КАЛАЈА И ВОЛФРАМА ЗА ПРИМЕНУ У ТРИБОЛОШКИМ МАТЕРИЈАЛИМА.

На основу материјала приложеног уз Захтев кандидата, Комисија подноси следећи

РЕФЕРАТ

1. Подаци о кандидату

1.1. Биографски подаци

Наташа М. Гајић, мастер инжењер технологије, рођена је 3.6.1982. године у Београду. У Младеновцу је завршила основну школу и гимназију. Школске 2009/2010 године уписала је Технолошко-металуршки факултет, Универзитета у Београду. Основне студије је завршила 2013. године на смеру инжењерство Материјала са просечном оценом студија 8,90. Завршни рад под називом „Испитивање услова формирања оксидекуллозних нановлакна електропретређењем” одбранила је са оценом 10. Мастер академске студије је завршила 2014 године на смеру инжењерство Материјала одбраном мастер рада на тему, Оптимизација процеса формирања оксидекуллозних нановлакна електропретређењем“. Школске 2014/15 године уписала је докторске студије на Технолошко-металуршком факултету, Универзитета у Београду, смер Металуршко инжењерство. Положила је све испите предвиђене планом и програмом на докторским студијама са просечном оценом 9,91. Завршни испит „Синтеза одабраних сулфида технолошких метала” одбранила је 2017. године са оценом 10. Од 2014. године запослена је у Иновационом центру Технолошко-металуршког факултета у Београду, као истраживач приправник. У звање истраживач сарадник изабрана је 2019. године.

Од 2009. године Наташа М. Гајић се бави експерименталним истраживањима у области Металуршког инжењерства, која се односе на добијање сулфида за примену у триболошким материјалима.

Ангажована је на пројектима Министарства просвете, науке и технолошког развоја Републике Србије. У оквиру рада на пројектима, усавршавала је методе научно-истраживачког поступка и пријавила тему за израду докторске дисертације под називом „Синтеза и карактеризација прахова сулфида калаја и волфрама за примену у триболошким материјалима“. Има објављене радове у часописима међународног значаја, саопштења са скупова међународног значаја штампана у целини и радове у часопису националног значаја. Истраживања и остварени резултати су у складу са предложеном темом дисертације.

Обучена је за рад у програмским пакетима „Origin“, „HSC Chemistry“, „CorelDRAW“ и „MATLAB“. Поседује активно знање енглеског језика и основно знање руског језика.

1.2. Стечено научноистраживачко искуство

Наташа М. Гајић је школске 2014/15 године уписала докторске студије на Технолошко-металуршком факултету Универзитета у Београду на студијском програму Металуршко инжењерство. Успешно је положила све испите предвиђене планом и програмом са просечном оценом 9,91 и оценом 10,00 на Завршном испиту са темом „Синтеза одабраних сулфида технолошких метала“. Завршни испит је обухватио преглед литературе из наведене области, експериментална истраживања и приказ и анализу добијених резултата. Резултати ових истраживања представљају полазну основу за истраживања обухваћена у докторској дисертацији, пошто су сулфиди калаја и волфрама предмет теме докторске дисертације.

Положени испити на докторским студијама

Предмет	Оцена	ЕСПБ
Кинетика металуршких процеса	10	5
Виши курс металуршких процеса	10	5
Наноструктурни метални материјали	10	5
Физика лома	10	5
Хемијска термодинамика	10	5
Кинетика фазних трансформација	10	5
Метал, угљенични и керамички композити	10	5
Креативни инжењеринг	9	5
Металургија праха	10	5
Одабрана поглавља математичке анализе	10	5
Енглески језик	10	
Завршни испит	10	30

Наташа М. Гајић се од 2014. године бави експерименталним истраживањима из области Металуршког инжењерства, која се односе на синтезу сулфида калаја и волфрама за примену у триболошким материјалима.

Учесник је пројекта Министарства просвете, науке и технолошког развоја Републике Србије:

- Пројекат технолошког развоја „Иновативна синергија нус-продуката, минимизације отпада и чистије производње у металургији“, ТР 34033, ангажована од 2011. године (пројекат је у току);

Из досадашњег научно-истраживачког рада Наташе М. Гајић проистекли су следећи резултати, који се односе на област теме докторске дисертације:

1. Рад у врхунском међународном часопису (M21)

- 1.1. **N. Gajić, Ž. Kamberović, Z. Andjić, J. Trpčevská, B. Plešingerova, M. Korać**, Synthesis of tribological WS₂ powder from WO₃ prepared by ultrasonic spray pyrolysis (USP), *Metals*, прихваћен за штампу, 22.02.2019.

2. Рад у међународном часопису (M23)

- 2.1. **N. Gajić, Ž. Kamberović, Z. Andić, M. Korać, J. Trpčevská, M. Stamatović**, Improving the synthesis process of tribological materials based on tin sulfides by adding graphite as additive, *Journal of the Serbian Chemical Society*, Vol. 83, No. 0 (2018) pp 1-12, <https://doi.org/10.2298/JSC180628102G>

3. Рад у националном часопису међународног значаја (M24)

- 3.1. Ž. Kamberović, Z. Anđić, M. Korać, N. Gajić, B. Tomović, Integrated procedure for recycling and valorisation of useful components from secondary raw materials based on hard metals, *Metallurgical & Materials Engineering*. Vol. 23, No 2 (2017) pp. 167-181

4. Саопштења са скупова међународног значаја штампана у целини (M33)

- 4.1. Ž. Kamberović, Z. Anđić, M. Korać, M. Gavrilovski, A. Mihajlović, N. Jovanović, N. Gajić, Synthesis of environmentally friendly multipurpose metal sulfide tribological materials, *47th International October Conference on Mining and Metallurgy*, Bor, Srbija, 4-6. oktobar (2015) pp. 331-334, ISBN 978-86-7827-047-5

5. Саопштење са међународног скупа штампано у изводу (M34)

- 5.1. N. Gajić, Z. Anđić, J. Đokić, Ž. Kamberović, Synergistic solid lubricants system based on selected sulfides of technology metals, *16th Young Researchers' Conference Materials Science and Engineering*, Beograd, Srbija, Decembar 6-8 (2017) p. 64, ISBN 978-86-80321-33-2
- 5.2. N. Gajić, Ž. Kamberović, Z. Anđić, J. Trpčevska, B. Plešingerova, J. Đokić, Synthesis of tribological WS₂ powder from oxide precursor, *20th annual conference YUCOMAT 2018*, Herceg Novi, Montenegro, 3-7. Septembar (2018) p. 71, ISBN 978-86-919111-3-3

1.3. Оцена подобности кандидата за рад на предложеној теми

На основу биографских података и резултата досадашњих истраживања у области Металуршког инжењерства, која се односе синтезу и карактеризацију прахова сулфида калаја и волфрама за примену у триболошким материјалима, Комисија оцењује да је Наташа М. Гајић показала изузетну склоност и способност за научно-истраживачки рад и да испуњава све услове за рад на предложеној теми докторске дисертације.

2. Предмет и циљ истраживања

2.1. Предмет истраживања

Глобално тржиште триболошких материјала је износило 45 милиона тона у 2017. години и очекује се да ће расти по стопи од 2.8 % у периоду од 2017 до 2025. године. У Србији је већ дуго уочљив тренд раста потражње за триболошким материјалима побољшаних перформанси, али не постоји производња која у одговарајућој мери може да одговори на потражњу. Такав тренд ће се наставити са развојем све модерније опреме која пред триболошке материјале поставља све веће захтеве. Главни покретач технолошког развоја је потреба за триболошким материјалима који поседују боља својства и могу да одговоре на све веће захтеве од тренутно комерцијално доступних материјала. Кључни фактори који утичу на захтеве за развој триболошких материјала су: стални захтеви за продужење века трајања трибомеханичких система, тренд повећања радних оптерећења триболошких средстава услед појаве све модернијих трибомеханичких система, смањење емисије штетних гасова, очување енергије и смањење трошкова.

Такође, данас тржиште триболошких материјала има посебне захтеве за емисију штетних материја, као што су Pb, Cd, шестовалентни Cr, Sb и спречавање њихове миграције у животну средину. Генерално се сматра да се наведени елементи и њихова једињења, који се могу унети у организам путем хране или воде, веома тешко елиминису из организма и могу имати и канцерогене ефекте. Из наведених разлога, већ дуго година постоји интерес да се

пронађе замена опасних канцерогених компоненти триболошких материјала са мањим опасностима.

Због тога, триболошки материјали морају да поседују изванредне перформансе, али у исто време морају да буду прихватљиви са економске и еколошке тачке гледишта. Међу различитим праховима сулфида за примену у триболошким материјалима по еколошкој прихватљивости и триболошким својствима издвојили су се сулфиди калаја и волфрама као репрезентативни представници различитих триболошких система.

У оквиру докторске дисертације извршиће се синтеза прахова сулфида калаја и волфрама одређивањем оптималних параметра процеса за сваку од фаза синтезе на основу резултата термодинамичког моделовања применом одговарајућег софтверског пакета.

Такође ће се урадити карактеризација материјала прекурсора и добијених финалних производа, затим биће извршено испитивање синергетског деловања синтетисаних сулфида и њихов рад у експлоатационим условима који треба да покаже применљивост и омогући комерцијализацију истраживачких резултата. Добијање ових материјала у нашој земљи до сада није рађено, тако да ће се на овај начин уз коришћење домаћих производа остварити значајан допринос смањењу, односно супституцији увоза ове врсте материјала.

2.2. Циљеви истраживања

Научни циљеви истраживања су:

- Одређивања оптималних параметара процеса синтезе сулфида калаја и волфрама термодинамичким моделовањем помоћу термодинамичког софтвера HSC 9.0,
- Одабир оптималних адитива за синтезу сулфида калаја и волфрама чији ће утицај бити потврђен експерименталним резултатима,
- Оптимизација процеса синтезе варирањем количине и састава полазних материјала за синтезу, као и основних процесних параметара (концентрација, температура, проток гаса, трајање термичког третмана),
- Карактеризација прахова сулфида калаја и волфрама за примену у триболошким материјалима,
- Одређивање триболошких својстава синтетисаних прахова, као и њихово синергетско дејство.

2.3. Релевантни библиографски извори

1. Zhang, X.; Xu, H.; Wang, J.; Ye, X.; Lei, W.; Xue, M.; Tang, H.; Li, C. Synthesis of Ultrathin WS₂ Nanosheets and Their Tribological Properties as Lubricant Additives, *Nanoscale Research Letters*, **2016**, 11, 442.
2. Shifa, T. A.; Wang, F.; Cheng, Z.; Zhan, X.; Wang, Z.; Liu K.; Muhammad Safdar, M.; Lianfeng Sun L.; He J. Vertical-oriented WS₂ Nanosheet Sensitized by Graphene: An Advanced Electrocatalyst for Hydrogen Evolution Reaction. *Nanoscale*, **2015**, 35, 1-3.
3. Holmberg, K.; Erdemir, A. Influence of tribology on global energy consumption, costs and emissions. *Friction* **2017**, 5, 263-284.
4. Stojanović, B.; Ivanović, L. Tribomechanical systems in design. *J. Balk. Tribol. Assoc.* **2014**, 20, 25-34. ISSN 1310-4772
5. Wang, H.; Xu, B.; Liu, J. Micro and Nano Sulfide Solid Lubrication, Science Press Beijing, **2012**, ISBN 978-7-03-031785-8
6. Therese, H.A.; Li, J.; Kolb, U.; Tremel W. Facile Large Scale Synthesis of WS₂ Nanotubes from WO₃ Nanorods Prepared by a Hydrothermal Route. *Solid State Sci.* **2005**, 7, 67-72.

7. Huirache-Acuña, R.; Paraguay-Delgado, F. ; Albiter, M. A. ; Alvarez-Contreras, L.; Rivera-Muñoz, E. M.; Alonso-Núñez, G. Synthesis and characterization of WO₃ and WS₂ hexagonal phase nanostructures and catalytic test in sulfur remotion. *J. Mater. Sci.* **2009**, *44*, 4360-4369.
8. Kumar, P.; Singh, M.; Gopal, P.; Reddy, G. B. Sulfurization of WO₃ nanorods into WS₂ as a function of H₂S/Ar partial pressure. *AIP Conference Proceedings*, **1953**
9. Perkgoz, N. CVD growth and characterization of 2D transition metal dichalcogenides, MoS₂ and WS₂. *Anadolu University Journal of Science and Technology A- Applied Sciences and Engineering* **2017**, *18*, 375 – 387, <https://doi.org/10.18038/aubtda.303258>
10. Liu, P.; Luo, T.; Xing, J.; Xu, H.; Hao, H.; Liu, H.; Dong, J. Large-Area WS₂ Film with Big Single Domains Grown by Chemical Vapor Deposition. *Nanoscale Res. Lett.* **2017**, *12*, 558.
11. Hu, S.; Wang, X.; Meng, L.; Yan, X., Controlled synthesis and mechanism of large-area WS₂ flakes by low-pressure chemical vapor deposition. *J Mater Sci.* **2017**, *52*, 7215-7223.
12. Chen, X.; Wang, X.; Wang, Z.; Yu, W.; Qian, Y. Direct sulfidization synthesis of high-quality binary sulfides (WS₂, MoS₂, and V₅S₈) from the respective oxides. *Mater. Chem. Physics* **2004**, *87*, 327–331.
13. Shang, Y.; Xia, J.; Xu, Z.; Chen, W. Hydrothermal Synthesis and Characterization of Quasi *J. Dispersion Sci. Technol.* **2005**, *26*, 635–639.
14. Wu, Z.; Wang, D.; Zan, X.; Sun, A.; Synthesis of WS₂ nanosheets by a novel mechanical activation method. *Mater. Lett.* **2010**, *64*, 856–858.
15. CN 103641173 A, Preparation method of graphite alkene like tungsten disulfide nanometer sheet, **2015**
16. Zhang, X. H.; Tan, H.; Fan, Z.; Ge, M.Z.; Ye, X.; Xue. M. Synthesis and electrochemical performance of ultrathin WS₂ nanosheets, *Chalcogenide Lett*, **2017**, *14*, 419 – 423.
17. Stopić, S. Synthesis of metallic nanosized particles by ultrasonic spray pyrolysis, **2015**, ISBN 978-3844035292
18. Wu, X.; Cobbina, S.; Mao, G.; Xu, H.; Zhang, Z.; Yang, L. A review of toxicity and mechanisms of individual and mixtures of heavy metals in the environment. *Environ. Sci. Pollut. Re.* **2016**, *23*, 8244.
19. Tchounwou, P.; Yedjou, C.; Patlolla, A.; Sutton, D. Heavy metal toxicity and the environment. *Molecular, Clinical and Environmental Toxicology*, Springer Basel, Heidelberg, **2012**, 133-164.

3. Полазне хипотезе

Предложена истраживања у оквиру ове докторске дисертације полазе од хипотезе да се сулфиди калаја и волфрама могу синтетисати применом једноставних физичко-хемијских метода и апаративно техничких решења. Резултат синтезе би требало да буду сулфиди калаја и волфрама за примену у триболошким материјалима који поседују побољшане перформансе, али су у исто време прихватљиви са економске и еколошке тачке гледишта.

При томе се полази од следећих претпоставки:

- Конвенционални триболошки материјали садрже високе концентрације штетних материја као што су Pb, Cd, шестовалентни Cr, Sb и због тога је потребно наћи адекватну замену са мањим опасностима. Синтетисани сулфиди калаја и волфрама по својим карактеристикама представљају адекватну замену конвенционалним материјалима за триболошку примену,
- Њихова предност у односу на конвенционалне материјале за триболошку примену, сем еколошке прихватљивости, се огледа и у проширеној температурној области у којој задржавају своје триболошке способности. Предности сулфида калаја и волфрама у поређењу са традиционалним материјалима која се примењују у триболошким материјалима посебно су очигледне када се ради о њиховој намени за употребу у тешкој индустрији, рударству, авијацији, аутомобилској индустрији и војсци,

- Синтетисани сулфиди се могу наносити на површине делова машина у виду превлаке, додавати течним и полутечним мазивима или се од њих могу израђивати делови који су изложени трењу и хабању, што их поред широког спектра примене у различитим условима (високи притисци, различите врсте зрачења, агресивне средине) чине вишенаменским,
- Примена синтетисаних прахова у триболошким материјалима ће бити испитана у експлоатационим условима чиме ће се верификовати њихова применљивост. Такође извршиће се упоредна анализа синтетисаних и комерцијално доступних прахова.

4. Научне методе истраживања

Анализа хемизма и одређивање термодинамичких параметара процеса синтезе датих сулфида извршиће се у HSC Chemistry 9.0 софтверском пакету, што ће обухватити конструисање дијаграма стабилности фаза испитиваних система као и проверу термодинамичких параметара сваке потенцијалне реакције. Циљ ових анализа је одређивање оптималних параметра процеса синтезе. На основу резултата моделовања процеса синтезе синтетисаће се прахови сулфида калаја и волфрама под дефинисаним условима. Као адитиви за синтезу предметних сулфида испитиваће се графит, тиоуреа и калијум карбонат. Фазни састав и степен искристалисаности синтетисаних прахова одредиће се коришћењем рендгеноструктурне анализе (XRD) са Риетвелдовом методом помоћу Powder Cell и RIFRANE@ програма. Анализа микроструктуре синтетисаних сулфида испитиваће се применом скенирајуће електронске микроскопије (SEM) и рендгенске флуоресцентне спектроскопије (XRF). Триболошка својства датих прахова биће одређена коришћењем трибометра UMT-3. Биће урађена термогравиметријска (TGA-DTA) анализа полазног, као и синтетисаног материјала. Одредиће се величина честица синтетисаних прахова, као и праха прекурсора помоћу Image Pro Plus програма.

5. Очекивани научни допринос

По завршетку предложених истраживања може се очекивати следећи научни допринос:

- Употреба термодинамичког предвиђања у оптимизацији процеса синтезе,
- Избор адитива ради повећања ефикасности процеса,
- Побољшани начин синтезе у лабораторијских условима са технолошки оптималним бројем операцијама,
- Предлог новог триболошког материјала за суво подмазивање,
- Функционализација добијених прахова са оптимизацијом механичког третмана.

6. План истраживања и структура рада

Предвиђа се да ће предложена докторска дисертација бити организована по следећим поглављима: *Увод, Теоријски део, Преглед литературних резултата, Експериментали део, Анализа резултата и дискусија, Закључак, Литература.*

У поглављу *Увод* биће приказан кратак осврт на подручје испитивања, дефинисани главни циљеви, као и допринос и актуелност истраживања ове докторске дисертације. Истраживања

у оквиру ове дисертације односе се на синтезу сулфида за примену у триболошким материјалима који побољшавају њихова триболошка својства.

У *Теоријском делу* биће описана теорија подмазивања, материјали који су значајни за триболошку примену, затим својства сулфида калаја и волфрама, као и њихова примена у триболошким материјалима.

Поглавље *Преглед литературних резултата* обухватиће анализу досадашњих праваца и резултата истраживања, при чему ће бити представљени:

- Синтеза сулфида калаја и волфрама: пирометалуршким поступком, методом термалне декомпозиције, механохемијском методом, хидротермалном методом, методом синтезе из раствора, методом синтезе из гасне фазе, реакцијом гасних и чврстих реактаната и самораспростирућом високотемпературном синтезом.
- Утицај употребе различитих адитива за синтезу сулфида калаја и волфрама.

У *Експерименталном делу* биће наведене и описане методе коришћене у експерименталном раду:

- Термодинамичко моделовање синтезе сулфида калаја и волфрама коришћењем HSC 9.0 Chemistry софтверског пакета,
- Синтеза волфрам триоксида као прекурсора за синтезу сулфида волфрама,
- Карактеризација полазних сировина за синтезу сулфида калаја и волфрама,
- Анализа синтетисаних сулфида применом:
 - скенирајуће електронске микроскопије (SEM),
 - рендгенске дифрактометрије (XRD) са Риетвелдовом методом помоћу Powder Cell и RIFRANE[®] програма,
 - рендгенске флуоресцентне спектроскопије (XRF)
- Одређивање величине честица синтетисаних прахова као и праха прекурсора помоћу Image Pro Plus програма,
- Испитивање триболошких особина добијених сулфида ради утврђивања њиховог понашања у експлоатационим условима.

У поглављу *Анализа резултата и дискусија* биће приказани и дискутовани следећи резултати:

- Резултати моделовања синтезе сулфида калаја и волфрама и упоређивање резултата са добијеним вредностима.
- Приказ и дискусија фазног састава, морфологије и гранулометријског састава синтетисаних прахова.
- Приказ и дискусија утицаја различитих адитива на синтезу сулфида калаја и волфрама.

У поглављу *Закључак* биће приказани најважнији закључци до којих је кандидат дошао у току израде ове докторске дисертације.

У делу *Литература* биће дати литературни наводи цитирани у дисертацији.

7. Закључак и предлог

На основу изнетих података Комисија сматра да је предложена тема докторске дисертације „Синтеза и карактеризација прахова сулфида калаја и волфрама за примену у триболошким материјалима“ научно заснована и да кандидат Наташа М. Гајић, мастер инжењер технологије испуњава све услове за рад на предложеној теми докторске дисертације.

Комисија предлаже Наставно-научном већу Технолошко-металуршког факултета Универзитета у Београду да прихвати наведену тему и одобри израду ове дисертације.

Истраживања у оквиру ове дисертације припадају научној области Металуршко инжењерство, за коју је Технолошко-металуршки факултет Универзитета у Београду матична установа. За ментора се предлаже др Жељко Камберовић, редовни професор Технолошко-металуршког факултета Универзитета у Београду (научна област Металуршко инжењерство).

ЧЛАНОВИ КОМИСИЈЕ

др Жељко Камберовић, редовни професор
Универзитета у Београду,
Технолошко-металуршки факултет

др Јармила Трпчевска, доцент
Универзитета у Кошицама, Факултет за
материјале, металургију и рециклажу

др Марија Кораћ, научни саветник
Универзитета у Београду,
Технолошко-металуршки факултет