

ТЕХНОЛОШКО-МЕТАЛУРШКИ
ФАКУЛТЕТ
35/304
(Број захтева)

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

12.10.2017.
(Датум)

З А Х Т Е В

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:

„Одређивање отпорности керамичких узорака на дејство кавитације“
(пун назив предложене теме докторске дисертације)

НАУЧНА ОБЛАСТ: МЕТАЛУРШКО ИНЖЕЊЕРСТВО

ПОДАЦИ О КАНДИДАТУ:

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

МАРКО (Драган) ПАВЛОВИЋ, дипломирани инжењер технологије

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

3. Година дипломирања: 2013.

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

5. Година одбране мастер рада: /

Обавештавамо Вас да је Наставно-научно веће, на седници одржаној 21.09.2017. године размотрило предложену тему и закључило да је тема подобна за израду докторске дисертације.

ДЕКАН ФАКУЛТЕТА

Проф. др Ђорђе Јанаћковић

Прилог:

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

Додатак уз образац 1.

ПОДАЦИ О МЕНТОРУ

за кандидата **Марко Павловић**

Име и презиме ментора: **проф. др Татјана Волков-Хусовић**

Звање: редовни професор

Списак радова који квалификују ментора за вођење докторске дисертације:

1. Posarac-Markovic Milica B., Veljovic Djordje N., Devecerski Aleksandar B, Matovic Branko Z, **Volkov-Husovic Tatjana D.**, Nondestructive evaluation of surface degradation of silicon carbide-cordierite ceramics subjected to the erosive wear, MATERIALS & DESIGN, (2013), vol. 52 br. , str. 295-299, ISBN 0261-3069, IF =2.805
2. Branko Matović, Dusan Bučevac, Vladimir Urbanović, Nadezda Stanković, Nina Daneu, **Tatjana Volkov-Husović**, Biljana Babic, Monolithic nanocrystalline SiC ceramics, Journal of the European Ceramic Society, Volume 36, Issue 12, September 2016, Pages 3005–3010, ISSN 0955-2219, IF= 2,993
3. Martinovic Sanja P Vlahovic Milica M Boljanac Tamara Dj Dojcinovic Marina **Volkov-Husovic Tatjana D**, Cavitation resistance of refractory concrete: Influence of sintering temperature, JOURNAL OF THE EUROPEAN CERAMIC SOCIETY, (2013), vol. 33 br. 1, str. 7-14, ISSN 0955-2219, IF=2.360
4. Marko Pavlovic, Marina Dojcinovic, Sanja Martinovic, Milica Vlahovic, Zoran Stevic, **Tatjana Volkov Husovic**, Non destructive monitoring of cavitation erosion of cordierite based coatings, Composites Part B-Engineering ,Volume 97, 15 July 2016, Pages 84–91, ISSN 1359-8368 IF= 4,727
5. Matović, B., Bučevac, D., Urbanović, V., (...), **Volkov-Husović, T.**, Babic, B. Monolithic nanocrystalline SiC ceramics, Journal of the European Ceramic Society, Volume 36, Issue 12, September 2016, Pages 3005–3010 ISSN 0955-2219 IF =3,454

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 односно 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: 2.10.2017.

М.П.

Проф. др Ђорђе Јанаћковић

ПОДАЦИ О МЕНТОРУ

за кандидата **Марко Павловић**

Име и презиме ко ментора: **др Сања Мартиновић**

Звање: виши научни сарадник

Списак радова који квалификују ко-ментора за вођење докторске дисертације:

1. Vlahovic Milica M Jovanic Predrag B **Martinovic Sanja P** Boljanac Tamara Dj Volkov-Husovic Tatjana D , Quantitative evaluation of sulfur-polymer matrix composite quality, COMPOSITES PART B-ENGINEERING, (2013), vol. 44 br. 1, str. 458-466, ISSN 1359-8368 IF = 2.134
2. **Martinovic Sanja P** Vlahovic Milica M Boljanac Tamara Dj Dojcinovic Marina Volkov-Husovic Tatjana D , Cavitation resistance of refractory concrete: Influence of sintering temperature, JOURNAL OF THE EUROPEAN CERAMIC SOCIETY, (2013), vol. 33 br. 1, str. 7-14, ISSN 0955-2219, IF=2.360
3. Marko Pavlovic, Marina Dojcinovic, **Sanja Martinovic**, Milica Vlahovic, Zoran Stevic, Tatjana Volkov Husovic, Non destructive monitoring of cavitation erosion of cordierite based coatings, , Composites: Part B Volume 97, 15 July 2016, Pages 84–91, ISSN 1359-8368 IF= 4,727
4. **Sanja Martinovic**, Milica Vlahovic Tamara Boljanac, Jelena Majstorovic, Tatjana Volkov-Husovic, Influence of sintering temperature on thermal shock behavior of low cement high alumina refractory concrete, Composites: Part B 60 (2014) 400–412 ISSN 1359-8368 IF = 2.134
5. Milica Vlahovic, Maja Savic, **Sanja Martinovic**, Tamara Boljanac, Tatjana VolkovHusovic, Use of image analysis for durability testing of sulfur concrete and Portland cement concrete, Materials and Design, 34 (FEBRUARY 2012) 346-354.ISSN 0264-1275 IF = 4.364

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: 2.10.2017.

М.П.

Проф. др Ђорђе Јанаћковић

ДП

На основу чл. 30. став 3. Закона о високом образовању, чл. 40. Статута ТМФ-а и чл. 32. Правилника о докторским студијама ТМФ, на седници Наставно-научног већа Технолошко-металуршког факултета од 21.09.2017. 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 **Марку Павловићу**, дипломираном инжењеру технологије, под називом: **„Одређивање отпорности керамичких узорака на дејство кавитације“**.

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

За менторе се одређују: др Татјана Волков-Хусовић, редовни професор Универзитета у Београду, Технолошко-металуршки факултет и др Сања Мартиновић, виши научни сарадник Универзитета у Београду, Институт за хемију, технологију и металургију.

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

Д Е К А Н

Проф. др Ђорђе Јанаћковић

UNIVERZITET U BEOGRADU
TEHNOLOŠKO-METALURŠKI FAKULTET
NASTAVNO-NAUČNOM VEĆU

Predmet: Podobnost teme i kandidata Marka D. Pavlovića za izradu doktorske disertacije

Odlukom br. 35/238 od 06.07.2017., imenovani smo za članove Komisije za ocenu podobnosti teme i kandidata Marka D. Pavlovića za izradu doktorske disertacije i naučne zasnovanosti teme "ODREĐIVANJE OTPORNOSTI KERAMIČKIH UZORAKA NA DEJSTVO KAVITACIJE." Na osnovu materijala priloženog uz Zahtev kandidata, Komisija podnosi sledeći

REFERAT

1.Podaci o kandidatu

1.1.Biografskipodaci

Marko D. Pavlović, dipl. ing. tehnologije je rođen 1986. godine u Beogradu gde je završio osnovnu školu i srednju elektrotehničku školu "Nikola Tesla".

Studije na Tehnološko-metalurškom fakultetu Univerziteta u Beogradu upisao je školske 2005/2006. godine. Diplomirao je na Odseku Inženjerstvo materijala dana 05.06.2013. godine sa opštim uspehom 7,34 (sedam i 34/100) u toku studija i ocenom 10 (deset) na diplomskom ispitu.

Doktorske akademske studije, studijski program: Metalurško inženjerstvo, upisao je školske 2013/2014. godine na Tehnološko-metalurškom fakultetu Univerziteta u Beogradu pod mentorstvom dr Tatjane Volkov-Husović, red.prof.

Tokom studiranja volontirao je u Livnici NHBG ŽIKS HARD Beograd (2008.;2013.) i Preduzeću za informatički inženjering, konsalting i marketing Orbis d.o.o. Beograd (2012).

Tokom 2017. godine radio je na određeno vreme u Preduzeću za građevinarstvo, trgovinu i usluge "TSV Brave" Beograd.

U okviru Privredne komore Vojvodine, Novi Sad 2015. godine završio je obuku: Uvod u projekte; Savremeni projektni pristup u EU; radionica: Pisanje predloga projekata; Popunjavanje Logičke matrice projekata. U 2017. godini završio je obuku: AUTO-CAD 2D u Školi: Obuke i kursevi, znanje za 21. vek, Beograd (osnivač: Agencija za obrazovanje "Poslovna savršenost") i obuku Teletek Electroniks Alarmnih sistema kojim se ovlašćuje za montažu, programiranje i puštanje u rad TELETEK Alarmnih sistema (obuka pri firmi MS Security System, d.o.o Beograd).

1.2. Stečeno naučno-istraživačko iskustvo

Kandidat je položio sve ispite predviđene planom i programom doktorskih studija sa prosečnom ocenom 8,92 (osam i 92/100). Završni ispit pod nazivom: "Sinteza i karakterizacija vatrostalnih punioca za izradu livačkih premaza" odbranio je u septembru 2015. godine sa ocenom 10 pred komisijom u sastavu: Dr Tatjana Volkov-Husović, Dr Karlo Raić i Dr Marina Dojčinović. Položeni ispiti i ostvareni bodovi u okviru doktorskih studija prikazani su u tabeli.

Red.br.	Naziv predmeta	ESPB	Ocena
1.	Fizička metalurgija	4	6 (šest)
2.	Kinetika faznih transformacija	4	7 (sedam)
3.	Fenomeni prenosa u inženjerstvu materijala	5	10 (deset)
4.	Odabrana poglavlja numeričke analize	5	7 (sedam)
5.	Struktura i svojstva metalnih materijala	5	6 (šest)
6.	Peći i reaktori u metalurgiji	4	10 (deset)
7.	Savremeni procesi i materijali u livarstvu	4	10 (deset)
8.	Materijali za visokotemperaturske namene	4	10 (deset)
9.	Inženjerstvo površina	4	10 (deset)
10.	Metalurgija praha	4	10 (deset)
11.	Teorija procesa sagorevanja	5	10 (deset)
12.	Viši kurs metalurških procesa	4	10 (deset)
13.	Završni ispit	30	10 (deset)
Ukupno		92	8,92 (osam i 92/100)

Spisak objavljenih radova i saopštenja

Rad u međunarodnom časopisu izuzetnih vrednosti (M21a)

1. **Pavlovic M.**, Dojcinovic M., Martinovic S., Vlahovic M., Stevic Z., Volkov-Husovic T.: Non destructive monitoring of cavitation erosion of cordierite based coatings, Composites Part B 97 (2016) 84-91, IF (2015) = 3,850

Rad u istaknutom međunarodnom časopisu (M22)

1. Tripković S., Aćimović Z., Terzić A., Pavlović Lj., **Pavlović M.**: The Influence of Modifying Methods on the Quality of Eutectic and Hypereutectic Silumina for Diesel Engine Pistons, International Journal of Cast Metals Research, (2013), vol.26, No 4, pp. 209-212, ISSN: 1743-1336, (IF (2013) =0.563, 36/74).
2. **M. Pavlović**, Marina Dojčinović, Sanja Martinović, Milica Vlahović, Zoran Stević, Marina Jovanović, Tatjana Volkov-Husović: Determination of Degradation Level during Cavitation Erosion of Zircon Based Ceramic, Science of Sintering, 49 (2017) 175-185, IF (2016)=0,736.

Rad u međunarodnom časopisu (M23)

1. Aćimović Z., Terzić A., Andrić Lj., Pavlović Lj., **Pavlović M.**: Synthesizing a new type of mullite lining, Materials and Technology 47 (6), 2013, 777-780, ISSN 1580-2949, (IF(2012)=0,804, 151/232)
2. Aćimović Z., Terzić A., Andrić Lj., **Pavlović M.**: Comparison of refractory coatings based on talc, cordierite, zircon and mullite for Lost foam casting, Materials and Technology 49 (2015) 1, 157-164, IF(2015)= 0,517, 236/271

Rad u međunarodnom časopisu sa recenzijom značajnom za oblast pripreme mineralnih sirovina i nauke o materijalima, koji nije na SCI listi ili je na SCI listi bez IF (M24)

1. Aćimović Z., Terzić A., Andrić Lj., Stojanović V., **Pavlović M.**: The Flaws of Aluminium-Magnesium Alloy elements-Influence of Inclusions, Mining and Metallurgy Engineering Bor 1/2014, 137-145, ISSN: 2334-8836.

Saopštenja sa međunarodnog skupa štampano u celini (M33)

1. Šekularac G., Terzić A., Nikolić J., Drmanić S., **Pavlović M.**, Aćimović Z.: Application of polymer materials for production of evaporative pattern and development of new casting process, 44th International October Conference on Mining and Metallurgy, October 01–03, 2012, Bor, Serbia, Proceedings, p.281-284, ISBN 978-8680987-87-3
2. Čeganjac Z., Andrić Lj., Terzić A., **Pavlović M.**, Vuković M., Aćimović Z.: Defects in casting caused by human error, 3rd International Symposium of Natural Resources Management, Zaječar 30-31 May 2013, Proceedings, 59-64, ISSN 978-86-7747-486-7
3. Aćimović Z., Andrić Lj., Terzić A., Šekularac G., **Pavlović M.**, Vuković M.: Effects of application on new casting methods on quality of casting and productivity of copper alloy castings, 3rd International Symposium of Natural Resources Management, Zaječar 30-31 May 2013, Proceedings, 65-70, ISSN 978-86-7747-486-7
4. Aćimović Z., Andrić Lj., Terzić A., Šekularac G., **Pavlović M.**: Development of Modern Technologies of Copper Alloys Casting, First Metallurgical & Materials Engineering Congress of South-East Europe (MME SEE 2013), Belgrade, Proceedings and Book of Abstracts, Belgrade, Serbia (23.05-25.05.2013), pp.274-280, ISBN 978-86-87183-24-7, COBISS.SR-ID 198514956
5. **Pavlović M.**, Volkov-Husović T., Andrić Lj.: Fillers for foundry coating, XVI BMP Congress, Belgrade, June 17-19 2015, Proceedings, vol. II, p.1139-1142., ISBN 978-86-82673-11-8 (MI)
6. **Pavlović M.**, Volkov-Husović T., Sarvan M., Đuričić M., Klisura F., Aćimović Z.: Application of Lost Foam Casting process for manufacturing parts in automotive industry, 19th International Research/Expert Conference "Trends in the Development of Machinery and Associated Technology" TMT 2015, Barcelona, Spain, 22-23 July 2015, Proceedings, p.61-64.
7. Đuričić M., Sarvan M., Klisura F., **Pavlović M.**, Aćimović Z., Mumđžić A.: Tehnologija procesnog pristupa—osnova za kontinuirano unapređenje procesa u metalurškom inženjerstvu, 9th Research/Expert conference with International Participations "QUALITY 2015" Neum, BiH, 2015, Proceedings, p. 21-26.
8. **Pavlović M.**, Đuričić M., Mumđžić A.: Basalt application prospects for touristic facilities furnishing, SED 2015, Užice—Srbija, Proceedings, p.-53-60.
9. **Pavlović M.**, Dojčinović M., Volkov-Husović T.: Influence of micronized grinding filler on the rheological properties of coatings based on cordierite, 11th Scientific-Research Symposium with International Participation METALLIC AND NONMETALLIC MATERIALS, productions-properties-application, Zenica, BiH, 21-22. april 2016, Proceedings, p.212-217.
10. **Pavlović M.**, Dojčinović M., Martinović S., Vlahović M., Stević Z., Volkov-Husović T.: Cavitation damage of mullite ceramic: Implementation of image analysis, 48th International October Conference on Mining and Metallurgy, Bor 2016, Proceedings, p.241-244

Saopštenje sa međunarodnog skupa štampano u izvodu (M34)

1. **Pavlović M.**, Grujić S., Terzić A., Andrić Lj.: Synthesis of the glass-ceramics based on basalt, Serbian Ceramic Society Conference "Advanced Ceramic and Application II – New frontiers in multifunctional material science and procession", Book of Abstracts, Belgrade, Serbia (30.09-01.10.2013) pp. 36 (P7), ISBN 978-86-915627-1-7, COBISS-SR-ID 201203212.

2. **M. Pavlović**, T. Volkov-Husović, Lj. Andrić: "Methods of preparation of refractory fillers for the synthesis of cast coating", Second regional roundtable: Refractory, process industry and nanotechnology ROSOV PIN 2014, Center for Industrial and Technological development "Andrevlje", Fruška Gora, Serbia, October 23-24, 2014, Proceedings, p.44.
3. T. Volkov Husović, **M. Pavlović**, M. Dojčinović, S. Martinović, M. Vlahović, Z. Stevic: Implementation of image analysis on monitoring degradation of refractory samples: cavitation erosion behavior of mullite, zircon silicate and cordierite samples, Third regional roundtable: Refractory, process industry, nanotechnologies and nanomedicine ROSOV PINN 2017, Belgrade, Serbia June 1-2, 2017, The Book of Abstracts, p. 27.
4. **M. Pavlović**, M. Dojčinović, J.Majstorović, S. Martinović, M. Vlahović, Z. Stevic, T. Volkov Husović: Implementation of image analysis on comparison of cavitation erosion degradation of mullite and zircon samples based, 4th Conference of the Serbian Society for Ceramic Materials, June 14-16, 2017. Belgrade, 4CSCS-2017, Book of Abstracts, P-26, p.90.
5. **M. Pavlović**, M. Dojčinović, J.Majstorović, S. Martinović, M. Vlahović, Z. Stevic, T. Volkov Husović: Comparison of cavitation erosion resistance of mulite and zircon samples based on non destructive characterization, 3rd Metallurgical & Materials Engineering Congress of South-East Europe 2017, Book of Abstracts, p.32.

Radovi objavljeni u vodećim časopisma nacionalnog značaja (M51)

1. Aćimović Z., Terzić A., Andrić Lj., Pavlović Lj., **Pavlović M.**: Application of Chromite in the Production of Refractory Coatings, Interceram-Rerfractories Manual II/2013, 290-293; Interceram 62 (2013) (4) 290-293.

Saopštenje na skupa nacionalnog značaja štampano u celini (M63)

1. Đuričić M., Andrić Lj., Mumđžić A., **Pavlović M.**: Efikasnoinvestiranjeiodrživirazvoj, 9 Simpozijum"Reciklažnetehnologijeiodrživirazvoj", sameđunarodnimučesćem, 10.-12. 09. 2014., Borsko jezero, Bor, Srbija, Proceedings, pp.452-456, ISBN 978-86-6305-025-9, COBISS.SR-ID 209520396.
2. **Pavlović M.**, Sarvan M., Klisura F., Aćimović Z.: Bazalt-sirovina za proizvodnju agregata za moderne pokrove puteva i željezničkih pruga, 4. Konferencija "Održavanje 2016", Zenica 2016, Zbornik radova, s. 125-130.

1.3. Ocena podobnosti kandidata za rad na predloženoj temi

Na osnovu dosadašnjeg rada i prikazanih rezultata tokom doktorskih studija i u okviru naučno-istraživačkog rada,kandidat Marko Pavlović je pokazao sposobnost za bavljenje naučno-istraživačkim radom. Iz predložene teme disertacije kandidat je objavio kao prvi autor jedan rad u međunarodnom časopisu izuzetnih vrednosti (M21a), jedan rad u istaknutom međunarodnom časopisu (M22), četiri saopštenja na međunarodnim i domaćim skupovima štampana u celini i četiri saopštenja štampana u izvodu. Bio je koautor na jednom radu u istaknutom međunarodnom časopisu (M21), na dva rada u međunarodnom časopisu (M23), na većem broju saopštenja na međunarodnim i domaćim skupovima, kao i na radovima u časopisima nacionalnog značaja. Na osnovu bibliografije se može zaključiti da kandidat ispunjava uslove za rad na predloženoj temi doktorske disertacije.

2. Predmet i cilj istraživanja

Predmet naučnog istraživanja ove disertacije je proučavanje fenomena kavitacije i mogućnost sinteze keramičkih materijala sa većom otpornošću na dejstvo kavitacije za primenu u inženjerskoj praksi kao zamena za metalne materijale. Kavitacija i razaranje pod dejstvom kavitacije su fenomeni poznati više od sto godina, koji su zbog svoje složenosti i dalje tema istraživanja. U opštem smislu, kavitacija je dinamičan proces formiranja šupljina u tečnosti kao posledica naglog smanjenja kohezivne sile same tečnosti zbog naglog pada pritiska. Ove šupljine mogu sadržati, zavisno od operacionih uslova gas i/ili paru. Pojava isparavanja deistvaranja mehuravodenepareusled pojavamikro-razlika u pritisku u strujitečnosti odvijase na temperaturi višestrukonižoj od temperature ključanja radne tečnosti na random pritisku.

Nastaje u trenutku kada pritisak vode postaje jednak ili manji od pritiska zasićenjavodenepare.

Kada stvarni kavitacioni mehur napušta površinu tečnosti i dospeva u polje nižeg pritiska, tada implodira i otpušta energiju. Ovaj proces je opasan za mehaničke delove hidrauličnih mašina a sastoji se od procesa erozije i korozije. Razaranje materijala pod dejstvom kavitacije predstavlja čest problem kod mašina čiji su elementi propeleri, lopatice vodnih turbina i pumpi pri radu izloženi dejstvu brzog toka tečnosti. Implzijom kavitacionih mehurav koji nastaju u ovakvim uslovima eksploatacije stvaraju se udarni talasi i mikromlazovi koji na površinskim slojevima elemenata hidrauličnih mašina, prouzrokuju zamor materijala i njegovo razaranje u lokalnim mikrozapreminama, a posledica toga je gubitak mase materijala.

Istraživanja su pokazala da je razaranje materijala pod dejstvom kavitacije vrsta fenomena zamora, gde struktura materijala u početku prolazi plastičnu deformaciju ako je lokalni udar zbog uticaja kavitacije prešao vrednost čvrstoće materijala. Ponavljanje takvih uticaja dovodi do akumulacije naprezanja i problema oko deformacije i oštećenja materijala. Predviđanje razaranja materijala pod dejstvom kavitacije je postalo aktivno polje proučavanja poslednjih decenija. Mehanizmi akumulacije naprezanja u kavitacionoj zoni, deformacija i otvrdnjavanje materijala, izbijanje i degradacija materijala na površini nisu do kraja rasvetljeni i postoji potreba za njihovim daljim izučavanjem pojedinačno za različite vrste materijala. Brojni su rezultati istraživanja poboljšanja otpornosti materijala na dejstvo kavitacije vezano za uticaj njihove strukture, svojstava površine, fizičkih i mehaničkih svojstava (pre svega čvrstoća, žilavost, tvrdoća, čvrstoća na zamor). Takođe, za smanjenje razaranja materijala pod dejstvom kavitacije važna su nova konstrukciona rešenja uređaja i mašinskih delova, promena procesnih, operacionih parametara ili pak korišćenje novih materijala sa povećanom otpornošću na dejstvo kavitacije. Mnoge studije se odnose na izučavanje ponašanja metalnih materijala na dejstvo kavitacije, pre svega čelika i legura aluminijuma, kombinaciju metalnih i keramičkih materijala, a znatno manje su istraživani keramički materijali.

U okviru ove doktorske disertacije planirana su istraživanja otpornosti keramičkih uzoraka na dejstvo kavitacije, a pre svega keramičkih materijala povišene tvrdoće na bazi mulita, kordijerita, cirkona. Ovi materijali su odabrani jer su se neka od prethodnih istraživanja odnosila na ispitivanje ove grupe materijala kao premaza u livarstvu. U okviru ove disertacije, odabrana grupa materijala ima značaj zbog svoje primene u metalurgiji kao delova ozida raznih metalurških agregata. Značaj pravilnog izbora materijala za ozid ima veoma veliki uticaj na kvalitet konačnog proizvoda, kao i njegovu cenu. Biranje materijala za ozid uključuje i razmatranje njegovog veka trajanja koje ima posrednog uticaja na konačnu cenu proizvoda. Ova grupa materijala je interesantna zbog svojih svojstava koja omogućavaju primenu ovih materijala

za ozide peći u delovima koji zahtevaju povećanu otpornost naabrazivna dejstava prašine, šljake ili šarže, kao i za deove peći i uređaja koji su izloženi protoku fluida velike brzine kretanja.

Pored ove grupe materijala, biće proučavana i svojstva otpornosti keramičkih materijala na dejstvo kavitacije koji imaju niže vrednosti tvrdoće, kao što je talk, kombinovan i ojačan sa drugim vrstama keramičkih materijala na bazi zeolita i kordijerita. U radu se planira sinteza i karakterizacija keramike na bazi mulita, kordijerita, cirkona, talka iz domaćih sirovina namenjenih za primenu u metalurgiji u uslovima gde se očekuje dejstvo kavitacije. Preliminarna istraživanja su pokazala da efektiuticaja kavitacijena oštećenja keramike veoma zavise od strukture i svojstava ovih materijala. Detaljnim posmatranjem keramičkih uzoraka posle ispitivanja na dejstvo kavitacije pokazano je da dominantan mehanizam oštećenja predstavljadegradacija celih zrna bez prethodne deformacije polikristalne mikrostrukture. Krajnji efekat razaranja pod dejstvom kavitacije je povezan sa veličinom zrna keramičkog materijala. Stoga će posebna pažnja kod planiranja pripreme uzoraka biti posvećena pripremi keramičkih punioca, njihovom usitnjavanju procesima mlevenja i mikronizacije do planiranih veličina zrna praha. Projektovanje površine keramičkog materijala može da pruži adekvatna rešenja za povećanje otpornosti nadejstvo kavitacije putem taloženja tvrdih slojeva vezanih za osnovni material. Keramički premazi su poznati po obezbeđenju poboljšanih svojstava osnovnog materijala, kao što je otpornost na habanje i otpornost na koroziju i razaranje pod dejstvom kavitacije, što je aktuelna oblast za buduća istraživanja različitih vrsta punioca za keramičke premaze. Problem za razaranje pod dejstvom kavitacijepovezan je sa degradacijom površine usled degradacije zrna sa površine posebno kod keramičkih materijala niske tvrdoće i listaste strukture (kao što je talk), a ojačavanje njihove strukture primenom različitih ojačivača može da bude jedan od pravaca daljih istraživanja.

Osnovni cilj istraživanja ove doktorske disertacije je doprinos razumevanju fenomena nastajanja razaranja pod dejstvom kavitacije i sagledavanje uticaja kritičnih parametara relevantnih za postizanje visoke otpornosti na dejstvo kavitacije izabranih keramičkih uzoraka, kao supstitucije za metalne materijale, uz primenu različitih metoda praćenja oštećenja površine uzoraka izazvanog dejstvom kavitacije. Posebna pažnja biće posvećena nedestruktivnim metodama ispitivanja. Istraživanja mehanizama i efekata razaranja pod dejstvom kavitacije obuhvatiće proučavanja i za procese koji su uključeni u nastajanje oštećenja na materijalima: implouzija kavitacionog mehura, emisija talasa pod pritiskom i njihovo slabljenje, formiranje mikro-mlaza i na kraju formiranje jamica/rupica i erodiranje površine materijala. Pri tome, posebna pažnja će biti posvećena analizi mehanizama oštećenja kroz praćenje brojaf ormiranih jamica, praćenje učestalosti pojavljivanja novih jamica, rast i/ili spajanje postojećih jamica, gde se očekuje implementacija analize slike radi kvantifikacije dobijenih rezultata. Proučavanje fenomena vezanih za razaranje pod dejstvom kavitacije je veoma važno za inženjersku praksu, poboljšanje postojećih konstrukcionih rešenja mašinskih elemenata koji se koriste u takvim uslovima, kaoi i zbor materijala.

Relevantni bibliografski izvori povezani sa predmetom istraživanja ove doktorske disertacije, koji ujedno predstavljaju polaznu osnovu za dalji tok istraživanja su:

1. Ning Qiu, Leqin Wang, Suhuan Wu, Dmitriy S. Likhachev: Research on cavitation erosion and wear resistance performance of coatings, Engineering Failure Analysis 55, 208–223, 2015.

2. G.Garcia-Atance Fatjao, M.Hadfield, C.Vieillard, J.Sekulic: Early stage cavitation erosion within ceramics-An experimental investigation, *Ceramic International*, vol. 35, Issue 8, 3301-3312, 2009.
3. David Niebuhr: Cavitation erosion behavior of ceramic in aqueous solution, *Wear*, vol.263, Issue 1-6, 295-300, 2007.
4. Kendrick H. Light: Development of a cavitation erosion resistant advanced material system, PhD Thesis, The University of Maine, Orono, USA, 2005.
5. Zhao Xiaojun: Effect of surface modification process on cavitation erosion resistance, University Federal do Parana, Brazil, 2002.
6. J.P.Franc, J.M.Michel: Fundamentals of cavitation, Series Fluid Mechanics and Its Applications, vol.76, 2004, XXII, 306 p., Springer. 2004.
7. ASTM Standard G32-98 Standard, Test Method for Cavitation Erosion Using Vibratory Apparatus, Annual Book of ASTM Standards, 2000, pp. 107–120.
8. R.Ruh: Mullite SiC Whisker and Mullite-ZrO₂ –SiC Whisker Composites, *Handbook of Ceramic Composites*, p.325, Kluwer Academic Publishers, 2005.
9. S.R.Choi, N.P.Bansal: Alumina-Reinforced Zirconia Composites, *Handbook of Ceramic Composites*, p.437, Kluwer Academic Publishers, 2005.
10. S. Hattori, H. Mori, T. Okada: Quantitative evaluation of cavitation erosion, *J. Fluid. Eng.-T. ASME*, 120 (1), 179-185, 1998.
11. Cheng Feng, Jiang Shuyun: Cavitation erosion resistance of diamond-like carbon coating on stainless steel, *Appl Surf Sci*, 292, 16–26, 2014.
12. S.Martinovic, M. Vlahovic, M. Boljanac, M. Dojcinovic, T.Volkov- Husovic: Cavitation resistance of refractory concrete: Influence of sintering temperature, *Journal of the European Ceramic Society*, 33 (1), 7-14, 2013.
13. M.Posarac-Markovic, Đ.Veljovic, A.Devacerski, B.Matovic, T.Volkov-Husovic: Nondestructive evaluation of surface degradation of silicon carbide-cordierite ceramics subjected to the erosive wear, *Materials and Design*, 52, 295-299, 2013.
14. M. Dojcinovic, T. Volkov-Husovic: Cavitation damage of the medium carbon steel: Implementation of image analysis, *Mater. Lett.* 62, 953 - 956, 2008.
15. Thiruvengadam, A.: *Erosion, Wear and Interfaces of Corrosion*, Philadelphia: American Society for Testing and Materials (ASTM), 1974.
16. M. Dojčinović: Razaranje materijala pod dejstvom kavitacije, Monografija, Tehnološko-metalurški fakultet, Beograd, ISBN: 978-86-7401-305-2, str.99, 2013.
17. W.J.Tomlinson, S.J.Matthews: Cavitation erosion of structural ceramics, *Ceramic International*, vol.20, Issue 3, 201-209, 1994.
18. Junjun Lu, Karl-Heinz Zum Gabi, Johannes Schneider: Microstructural effects on the resistance to cavitation erosion of ZrO₂ ceramic in water, *Wear*, vol. 265, Issue 11-12, 1680-1686, 2008.
19. A.F. Alturki, A.Abouel-Kasem, S.M. Ahmed: Characteristics of Cavitation Erosion Using Image Processing Techniques, *Journal of Tribology*, vol.135, Issue 1, 014502, Paper No: TRIB-1-1056, 2012.
20. Image Pro Plus, The Proven Solution for Image Analysis, Media Cybernetics, 1993.
21. Toshitsugu Fukai, Keiichi Matsumoto: Cavitation Erosion of Ceramic Coatings and its Evaluation Method, Research Center, Toyo Engineering Corporation, 11, 25, 2009.
22. Marek Szkodo: Estimation of cavitation erosion resistance of materials, *Advances in Materials Science*, vol.6, No.1, (9), 2006.

23. A.Abouel-Kasem, A.Ezz El-Deen, K.M.Emara, S.M.Ahmed: Investigation Into Cavitation Erosion Pits, *J.Tribol* 131 (3), 031605, 2009.
24. Ulrike Litzow, Karl-Heinz Zum Gahr, Johannes Schneider: Cavitation erosion of advanced ceramics in water, *International Journal of Materials Research: Vol. 97, No. 10*, pp. 1372-1377., 2006., doi: 10.3139/146.101380
25. Matvež Dular, Aljaž Osterman: Pit clustering in cavitation erosion, *Wear* 265, 811-820, 2008.
26. M.Pošarac-Marković, Đ.Veljović, A.Devečerski, B.Matović, T.Volkov Husović: Erosive wear resistance of silicon carbide-cordierite ceramics: influence of the cordierite content, *materials and Technology* 49 (3), 365-370, 2015.
27. Matvež Dular, Bernd Bachert, Bernd Stofferl, Brane Širok: Relationship between cavitation structures and cavitation damage, *Wear* 257, 1176-1184, 2004.
28. T. Okada, Y. Iwai, S. Hattori, N. Tanimura, Relation between impact load and the damage produced by cavitation bubble collapse, *Wear*, 184, 231-239, 1995.
29. da Silva AX, Crispim VR.: Neutron tomography using projection data obtained by Monte Carlo simulation for nondestructive evaluation, *J Braz Soc Mech Sci.*, 24 (4), 309–11, 2002.
30. Sfarra S, Ibarra-Castanedo C, Santulli C, Sarasini F, Ambrosini D, Paoletti D, Maldague XPV: Eco-friendly laminates: from the indentation to non-destructive evaluation by optical and infrared monitoring techniques, *Strain*, 49 (2), 175–89, 2013.

3. Polazne hipoteze

Primarni cilj ove doktorske disertacije je definisanje uslova sinteze keramičkih materijala na bazi domaćih sirovina, pre svega definisanje kritičnih procesnih parametara za dobijanje kompaktne sitnozrne strukture, optimalnih fizičkih i mehaničkih svojstava, fine i glatke površine nakon procesiranja, a sve u cilju postizanja visoke otpornosti na dejstvo kavitacije i primenu u uslovima u kojima se očekuje prisustvo razaranja pod dejstvom kavitacije. Očekuje se da dobijeni keramički materijali poseduju visoku otpornost na koroziju u agresivnim sredinama, koja u kombinaciji sa veoma dobrom otpornošću na dejstvo kavitacijedozvoljava da se pretpostavi da keramički materijali mogu uspešno da se primenjuju za mašinske elemente koji rade u uslovima protoka fluida. Do sada su u ove svrhe pretežno korišćeni metalni materijali (čelik i legure aluminijuma), ali ovim istraživanjima pokazaće se da i keramički materijali mogu uspešno da se primenjuju u uslovima u kojima se očekuje delovanje kavitacije. U prilog toga treba imati u vidu da će kod metalnih materijala prisustvo korozije povećati oštećenja, odnosno smanjiće se otpornost na dejstvo kavitacije, dok se za keramikuočekuje da će biti otpornija na većinu tipova korozije i da će pokazati isto ponašanje u uslovima dejstva kavitacije bez obzira na primenjene fluide (morska voda, destilovana voda, razblažene kiseline i baze). Istraživani keramički materijali su u komercijalnoj upotrebi za dobijanje proizvoda na bazi guste i porozne keramike. Ovim istraživanjem može da se otvori mogućnost novog pristupa u njihovoj primeni i proširenju u oblast izrade delova koji se koriste u uslovima gde se očekuje pojava razaranja pod dejstvom kavitacije. Najnovija istraživanja pokazuju pozitivne rezultate u određivanju korelacije između hidrodinamičkih parametara kavitacionog toka (brzine, pritiska i temperature fluida, fizičkih svojstava fluida, konstrukcionih parametara opreme i slično) i karakteristika materijala (strukture i svojstava) na predviđanje razvoja razaranja pod dejstvom kavitacijei oštećenja čvrste površine keramičkih materijala. Kvantitativno merenje intenziteta razaranja pod dejstvom kavitacije,bazirano na merenju gubitka mase uzoraka, proceni oštećenja površine, analizi pojave erozionih jamica (merenju njihovog broja, proceni njihove veličine), u određenom vremenu

izlaganja pruža podatke za procenu i prognozu otpornosti na dejstvo kavitacije konkretnih keramičkih materijala, a što je veoma značajno za određivanje mogućnosti njihove primene.

4. Naučne metode istraživanja

4.1 Metode rada

U prvoj fazi istraživanja u ovoj disertaciji izvršiće se sinteza i karakterizacija keramičkih uzoraka na bazi mulita, kordijerita, cirkonai talka, a potom će se izvršiti njihovo ispitivanje na dejstvo kavitacije. Za definisanje efekata kavitacionog oštećenja primeniće se različite destruktivne i nedestruktivne metode ispitivanja.

Priprema keramičkih uzoraka vršiće se procesima mlevenja i mehaničke aktivacije. Za identifikaciju faznog sastava i strukture ispitivanih keramičkih uzoraka primeniće se metode rendgenske difrakcione analize i metode mikroskopske analize. Mikrostruktura keramičkih uzoraka analiziraće se primenom optičke i skenirajuće elektronske mikroskopije (SEM). Za analizu keramičkih uzoraka vršiće se i snimanje pripremljenih preparata na polarizacionom mikroskopu za propuštenu svetlost primenom imerzione metode (imerzija ksilol). Analiza oblika i veličine zrna uradiće se pomoću programskog paketa OZARIA 2.5. Merenje veličine i faktora oblika zrna izvršiće se na 3500-4000 zrna.

Od dobijenih keramičkih uzoraka uradiće se tablete, a zatim će se vršiti sinterovanje na temperaturi 1200 °C. Proces sinterovanja odvijaće se po sledećem režimu: podizanje temperature do 1000°C brzinom 5°C/min u trajanju od 200 min; 1000-1200°C brzinom zagrevanja 2°C/min u trajanju od 100 min; na 1200°C sinterovanje uzoraka odvijaće se u trajanju od 1h.

4.2 Metode karakterizacije

Za ispitivanje razaranja pod dejstvom kavitacije keramičkih uzoraka primeniće se ultrazvučna vibraciona metoda (sa stacionarnim uzorkom) prema standardu ASTM G-32. Izbor karakterističnih parametara za ovu metodu izvršiće se u skladu sa standardom: mehanička vibraciona frekvencija (20 ± 0.2 kHz); mehanička vibraciona amplituda na vrhu transformatora (50 ± 2 mm); rastojanje između testiranog uzorka i transformatora (0.5 mm); temperatura vode kupatila (25 ± 1 °C); obični protok vode ($5-10 \text{ cm}^3/\text{min}$). Navedeni parametri će biti kontrolisani tokom procesa testiranja. Da bi se ocenila otpornost površine uzorka na dejstvo kavitacije ispitivaće se površina uzorka pre i za vreme testiranja. Interval izlaganja uzorka dejstvu kavitacije i vreme testiranja biće prilagođeno ponašanju uzoraka u toku eksperimenata. Uzorci će se snimati pre i za vreme testiranja na optičkom mikroskopu i na SEM-u. Pre i posle svakog intervala testiranja uzorci će se sušiti na 110 °C jedan sat. Posle svakog intervala izlaganja vršiće se merenje mase uzoraka korišćenjem analitičke vage sa preciznošću od $\pm 0.1 \text{ mg}$. Oštećenje površine pratiće se analizom slike uzorka i termovizijskom metodom.

Nakon laboratorijskog ispitivanja keramičkih uzoraka na dejstvo kavitacije i sprovedenog postupka merenja gubitka mase uzoraka izvršiće se ocena otpornosti uzoraka na dejstvo kavitacije. Praćenje nivoa oštećenja površine uzorka izazvane dejstvom kavitacije vršiće se korišćenjem softverskog programa za analizu obradu slike, Image Pro Plus (IPP). Ovaj program omogućava analizu slike površine uzorka u bilo kom poznatom formatu za slike (TIFF, JPEG, BMP, TGA). Program automatski identifikuje, meri i klasifikuje podatke o analiziranom objektu. Na osnovu podataka korišćenjem programa Excel vršiće se statistička obrada podataka i grafički prikaz dobijenih rezultata. Na osnovu dobijenih dijagrama zavisnosti gubitka mase uzorka i vremena ispitivanja dejstva kavitacije kvantifikovaće se i analizirati nivo oštećenja

uzoraka. Rezultati ispitivanja biće prikazani na dijagramu zavisnosti površinskog nivoa oštećenja uzorka (P/P_0) i vremena ispitivanja dejstva kavitacije, pri čemu se vrednost P_0 odnosi na refrentnu površinu bez pojave oštećenja, a vrednost P predstavlja oštećenja na površini uzorka nastala tokom testiranja. Ocena ponašanja ispitivanog materijala na uticaj dejstva kavitacije analiziraće se na osnovu korelacije ovih rezultata ispitivanja sa strukturom i svojstvima materijala. Rezultati oštećenja površine uzorka u vremenu dejstva kavitacije biće ilustrovani dijagramima. Pratiće se i meriti sledeći pokazatelji oštećenja površine uzoraka tokom ispitivanja dejstva kavitacije: gubitak mase uzoraka, promena površine uzoraka pri čemu će se analizirati i kvantifikovati oštećenje površine uzoraka, odrediće se broj formiranih jamica N_p i srednja površina oštećenja P_{av} , kao isrednja površina jamica.

Keramički uzorci na kraju testa biće ispitani primenom termovizijske metode. Da bi se izvršilo eksperimentalno testiranje, koristiće se dve IR lampe od 250 W kao termalni izvor ekscitacije. IR kamera FLIR E60 sa spektralnim opsegom od 7.5 do 13 μm , termalna osetljivosti 50 mK na 30 °C, MSX 320x240 rezolucija i frejm rejtom od 60 Hz biće korišćena. U post-procesu termogramskih sekvenci posle koraka grejanja, Flir TOOLS program koristiće se da se utvrde temperaturski profili i histogrami. Uzorci će biti zagrevani 90 sekundi, a zatim hlađeni 630 sekundi. Termalne promene na njihovim površinama, koje mogu da otkriju zonu sa oštećenjima pratiće se i definisati nakon 15 sekundi hlađenja. Krive hlađenja uzorka posle ispitivanja na dejstvo kavitacije i IR zagrevanja predstavljaju promene maksimalne temperature sa vremenom hlađenja u zoni defekata. Krive hlađenja mogu da pokažu promenu gustine uzoraka sinterovanih na određenim temperaturama. Na osnovu dobijenih rezultata termovizije, uočiće se i analizirati neke razlike u ponašanju sinterovanih uzoraka. Dobijeni termogrami predstavljaju razlike u oštećenim i neoštećenim zonama, i oni će se analizirati u skladu sa mikrofotografijama sa optičkog i SEM mikroskopa. Prema temperaturnim histogramima, proceniće se dubine jamica u zoni deforamacije. Ovi rezultati će se porediti sa rezultatima dobijenim analizom slike. Termografija nudi bezkontaktni, široki prostor za detekciju površinskih defekata i može se koristiti kao alternativna ili komplementarna metoda za konvencionalne inspeksijske tehnologije. Za procenu ponašanja materijala pod dejstvom kavitacije primeniće se i ultrazvučna nedestruktivna metoda praćenjem promene brzine kretanja ultrazvučnog talasa kroz uzorke. Ova metoda će indirektno omogućiti detekciju oštećenja, kao i izračunavanje Jungovog modula elastičnosti. Dosadašnja istraživanja pokazala su da ultrazvučni talas (puls) putuje manjom brzinom kroz materijale veće poroznosti i manje gustine, odnosno da ovakvi materijali imaju niže vrednosti dinamičkog Jungovog modula elastičnosti i pokazuju lošija elastična svojstva (manje vrednosti V_p i E_{dyn}). Prednosti ove nedestruktivne metode su što se skoro trenutno dobijaju vrednosti potrebnih parametara, a uređaj za merenje je lak i prenosiv, tako da se može koristiti i van laboratorije.

5. Očekivani naučni doprinos

U okviru ove disertacije se očekuje sledeći naučni doprinos:

- proširivanje znanja iz oblasti metalurškog inženjerstva koji treba da doprinesu proučavanju fenomena kavitacije i proširenju fundamentalnih znanja iz oblasti sinteze, strukture i otpornosti novih keramičkih materijala na dejstvo kavitacije.
- Da bi se predvidelo razaranje pod dejstvom kavitacije ispitivanih keramičkih materijala, neophodno je utvrditi njihovu otpornost i otpornosti na dejstvo kavitacije. Ispitivanjem razaranja pod dejstvom kavitacije, prema standardnoj metodi ASTM G-32, dobiće se podaci o ponašanju uzoraka: gubitak mase u vremenu. Biće razvijena metodologija za praćenje nivoa oštećenja izazvanog kavitacijom, broja formiranih jamica i njihova srednja površina.

- Ovi rezultati će omogućiti tumačenje mehanizma nastajanja oštećenja i procenu otpornosti materijala na dejstvo kavitacije, kao i mogućnost njihove primene.

6. Plan istraživanja i struktura rada

Predviđeno je da doktorska disertacija obuhvata sledeća poglavlja: *Uvod*, *Teorijski deo*, *Eksperimentalni deo (materijali, metode, karakterizacija)*, *Rezultati i diskusija*, *Zaključak i Literatura*.

U poglavlju *Uvod* biće definisani glavni ciljevi, predmet istraživanja i očekivani naučni doprinos disertacije.

Poglavljje *Teorijski deo* obuhvatiće pregled literature u okviru dosadašnjih istraživanja fenomena kavitacije, složenih fizičko-hemijskih i mehaničkih pojava i procesa vezanih za formiranje šupljina u tečnosti kao posledice naglog smanjenja kohezivne sile same tečnosti usled naglog pada pritiska. Pregled će prvenstveno obuhvatiti hidrodinamičke aspekte kavitacione erozije sa posebnim osvrtom na složene procese razaranja materijala koji su pri radu izloženi dejstvu brzog toka tečnosti i udarnim naprezanjima usled kavitacionog kolapsa. Opisati se metode predviđanja nastanka razaranja pod dejstvom kavitacije, načini njenog sprečavanja, kao i aspekt otpornosti materijala na dejstvo kavitacije. Detaljno će se opisati korišćenje nedestruktivnih metoda za praćenje oštećenja materijala dejstvom kavitacije, sa posebnim osvrtom na analizu slike, termovizijsku i ultrazvučnu metodu. Takođe, u *Teorijskom delu* razmotriće se problematika vezana za korišćenje različitih vrsta materijala za izradu delova koji rade u uslovima gde se očekuje prisustvo razaranja pod dejstvom kavitacije, sa posebnim osvrtom na keramičke materijale, njihovu sintezu, strukturu i svojstva vezana za povećanje otpornosti na dejstvo kavitacije i produženje veka njihove eksploatacije.

U okviru poglavlja *Eksperimentalni deo* opisati se postupci sinteze keramičkih materijala na bazi mulita, kordijerita, cirkona i talka koji će se ispitivati u uslovima dejstva kavitacije u cilju supstitucije metalnih materijala. Detaljno će se opisati polazni materijali, postupci njihove pripreme procesima prečišćavanja, mlevenja, mehaničke aktivacije sa opisom opreme za procesiranje, kao i metoda i opreme za karakterizaciju. Posebno će se opisati primenjene metode ispitivanja kavitacije sa posebnim osvrtom na opis mehanizama razaranja pod dejstvom kavitacije i oštećenja ispitivanih keramičkih materijala.

U poglavlju *Rezultati i diskusija* biće prikazani i diskutovani rezultati dobijeni izvođenjem eksperimenata. Na osnovu karakterizacije strukture i svojstava keramičkih materijala kao i promena usled dejstva kavitacije biće izveden relativan zaključak koji keramički materijali su najpogodniji za primenu u uslovima gde se očekuje dejstvo razaranja pod dejstvom kavitacije. Ovome će prethoditi analiza na osnovu koje će se odrediti koji će se materijali koristiti u istraživanjima, a koja će obuhvatiti pregled svih parametara procesa izrade relevantnih za strukturu i svojstva keramičkih punioca, posebno veličinu i oblik zrna punioca sa aspekta povećanja njihove otpornosti na dejstvo kavitacije.

U *Zaključku* će biti sumirani dobijeni rezultati izvedeni na osnovu prikazanih istraživanja i predstavljene moguće primene novih keramičkih materijala.

Literatura će sadržati navode citirane u disertaciji kao i radove koji su proistekli iz istraživačkog rada u okviru ove doktorske disertacije.

7. Zaključak i predlog

Na osnovu izloženog Komisija smatra da kandidat Marko Pavlović ispunjava sve potrebne uslove za rad na predloženoj temi doktorske disertacije. Na osnovu iznetih podataka Komisija smatra da je tema predložene doktorske disertacije pod naslovom: "ODREĐIVANJE OTPORNOSTI KERAMIČKIH UZORAKA NA DEJSTVO KAVITACIJE" naučno utemeljena i da će rezultati ovog rada predstavljati značajan naučni doprinos naučnoj oblasti metalurškog inženjerstva. Komisija predlaže Nastavno-naučnom veću Tehnološko-metalurškog fakulteta Univerziteta u Beogradu da kandidatu Marku Pavloviću odobri izradu doktorske disertacije pod navedenim naslovom.

Za mentora se predlaže dr Tatjana Volkov-Husović, redovni profesor Tehnološko-metalurškog fakulteta Univerziteta u Beogradu i za komentora dr Sanja Martinović, viši naučni saradnik, Instituta za hemiju, tehnologiju i metalurgiju, Univerziteta u Beogradu.

Članovi Komisije

Dr Tatjana Volkov-Husović, red.prof. Univerzitetu Beogradu, Tehnološko-metalurški fakultet, mentor

Dr Sanja Martinović, viši naučni saradnik, Univerzitet u Beogradu, Institut za hemiju, tehnologiju i metalurgiju, ko-mentor

Dr Karlo Raić, red.prof. Univerzitet u Beogradu, Tehnološko-metalurški fakultet

Dr Marina Dojčinović, vanr.prof., Univerzitet u Beogradu, Tehnološko-metalurški fakultet,

Dr Milica Vlahović, naučni saradnik, Univerzitet u Beogradu, Institut za hemiju, tehnologiju i metalurgiju,

Beograd, 5.9.2017.