

ТЕХНОЛОШКО-МЕТАЛУРШКИ
ФАКУЛТЕТ
35/133
(Број захтева)

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

16.04.2018.
(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 композита са побољшаном жилавошћу на бази модификованог акрилата и алуминијум-оксидних честица за примену у протетици (Synthesis and characterization of modified acrylate and alumina particles composite with improved toughness for prosthetics application)“
(пун назив предложене теме докторске дисертације)

НАУЧНА ОБЛАСТ: ТЕХНОЛОШКО ИНЖЕЊЕРСТВО

ПОДАЦИ О КАНДИДАТУ:

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

GAMAL ALI LAZOUZI, мастер инжењер

2. Назив и седиште факултета на коме је стекао високо образовање: **Решењем ректора Универзитета у Београду број 06-613-20416/2-12 од 13.09.2012. године студенту се признаје високошколска исправа стечена на Високој институцији медицинске технологије, Мисрата, Либија чиме је стекао право на наставак образовања на Универзитету у Београду, Технолошко-металуршки факултет, студијски програм мастер академских студија (Инжењерство материјала).**

3. Година дипломирања: /

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

5. Година одбране мастер рада: 2012.

Студент је уписан на докторске академске студије шк. 2012/2013. године.

Обавештавамо Вас да је **Наставно-научно веће**, на седници одржаној **12.04.2018. 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.

ПОДАЦИ О МЕНТОРУ

за кандидата Gamal Lazouzi

Име и презиме ментора: др Радмила Јанчић Heinemann

Звање: редовни професор

Списак радова који квалификују ментора за вођење докторске дисертације:

1. Gamal Lazouzi, Marija M. Vuksanović, Nataša Z. Tomić, Miodrag Mitrić, Miloš Petrović, Vesna Radojević, Radmila Jančić Heinemann, Optimized preparation of alumina based fillers for tuning composite properties, *Ceramics International*, Volume 44, Issue 7, 2018, Pages 7442-7449, ISSN 0272-8842, <https://doi.org/10.1016/j.ceramint.2018.01.083>. (IF 2.296) (Materials Science, Ceramics 2/26)
2. Ahmed A. Algellai, Nataša Tomić, Marija M. Vuksanović, Marina Dojčinović, Tatjana Volkov-Husović, Vesna Radojević, Radmila Jančić Heinemann, Adhesion testing of composites based on Bis-GMA/TEGDMA monomers reinforced with alumina based fillers on brass substrate, *Composites Part B: Engineering*, Volume 140, 2018, Pages 164-173, ISSN 1359-8368, <https://doi.org/10.1016/j.compositesb.2017.12.034>. (IF 4.727) (Materials Science, Composites 2/25)
3. Nataša Z. Tomić, Aleksandar D. Marinković, Đorđe Veljović, Kata Trifković, Steva Lević, Vesna Radojević, Radmila Jančić Heinemann, A new approach to compatibilization study of EVA/PMMA polymer blend used as an optical fibers adhesive: Mechanical, morphological and thermal properties, *International Journal of Adhesion and Adhesives*, Volume 81, 2018, Pages 11-20, ISSN 0143-7496, (IF 2,21) (Materials Science, Multidisciplinary 112/275) <https://doi.org/10.1016/j.ijadhadh.2017.11.002>.
4. Alzarrug F.A, Dimitrijević M.M, **Jančić Heinemann R.M.**, Radojević V., Stojanović D.B. , Uskoković P.S., Aleksić R., The use of different alumina fillers for improvement of the mechanical properties of hybrid PMMA composites, *Materials & Design*, Volume 86, 5 December 2015, Pages 575–581 , (ISSN 0261-3069 Materials Science, Multidisciplinary (43/259) (IF 3,507) [doi:10.1016/j.matdes.2015.07.069](https://doi.org/10.1016/j.matdes.2015.07.069)
5. Ben Hasan S. A., Dimitrijević M. M., Kojović A., Stojanović D. B., Obradović-Đuričić K., **Jančić Heinemann R. M.** and Aleksić R.: *The effect of the size and shape of alumina nanofillers on the mechanical behavior of PMMA matrix composites*, *JOURNAL OF THE SERBIAN CHEMICAL SOCIETY*, vol 79. no. 10, (2014) pg 1295-1307 (IF 0.871 ISSN 0352-5139 Chemistry, Multidisciplinary (114/157) [doi:10.2298/JSC140121035B](https://doi.org/10.2298/JSC140121035B)

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: 13.4.2018.

М.П.

Проф. др Ђорђе Јанаћковић

ПОДАЦИОМЕНТОРУ

За кандидата Gamal Lazouzi

Име и презиме ментора: др Тамара Перић

Звање: доцент

Списак радова који квалификују ментора за вођење докторске дисертације:

1. **Peric T**, Markovic D, Petrovic B, Radojevic V, Todorovic T, Andjelski Radicevic B, Jancic Heinemann R, Susic G, Peric Popadic A, Tomic Spiric V. *Efficacy of pastes containing CPP-ACP and CPP-ACFP in patients with Sjögren syndrome*. Clinical Oral Investigations 2015; 19:2153-2165. ISSN 1432-6981 (Dentistry, Oral Surgery & Medicine (20/90))
2. Markovic D, Ristic-Medic D, Vucic V, Mitrovic G, Nikolic Ivosevic J, **Peric T**, Karadzic I. *Association between being overweight and oral health in Serbian schoolchildren*. International Journal of Paediatric Dentistry 2015; 25:409-417 IF 1.532 (Dentistry, Oral Surgery & Medicine (41/90))
3. Petrovic BB, **Peric TO**, Markovic DLj, Bajkin BB, Petrovic Dj, Blagojevic DB, Vujkov S. *Unmet oral health needs among persons with intellectual dissability*. Research in Developmental Disabilities 2016; 49:370-377. ISSN 0891-4222, IF 1.63
4. Markovic D, **Peric T**. *Clinical evaluation of glass-ionomer tunnel restorations in primary molars: 36 months results*. Australian Dental Journal 2008; 53: 41-45. ISSN 0045-0421 IF 1.220 Dentistry, Oral Surgery & Medicine (35/90)
5. Colak I, Markovic D, Petrovic B, **Peric T**, Milenkovic A. *A retrospective study of intrusive injuries in primary dentition*. Dental Traumatology 2009; 25: 605-610. ISSN 1600-4469 IF 1.204 Dentistry, Oral Surgery & Medicine (48/90)

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: 13.4.2018.

Проф. др Ђорђе Јанаћковић

ДП

На основу чл. 40. 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 12.04.2018. 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 **Gamal Ali Lazouzi**, мастер инжењеру, под називом: „**Синтеза и карактеризација композита са побољшаном жилавошћу на бази модификованог акрилата и алуминијум-оксидних честица за примену у протетици (Synthesis and characterization of modified acrylate and alumina particles composite with improved toughness for prosthetics application)**“.

Одобрава се студенту да докторску дисертацију пише и брани на енглеском језику.

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

За менторе се одређују **др Радмила Јанчић-Хајнеман**, редовни професор Универзитета у Београду, Технолошко-металуршки факултет и **др Тамара Перић**, доцент Универзитета у Београду, Стоматолошки факултет.

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

Д Е К А Н

Проф. др Ђорђе Јанаћковић

NASTAVNO-NAUČNOM VEĆU

Predmet: Podobnost teme i kandidata Gamal Ali Mohamed Lazouzi za izradu doktorske disertacije

Odlukom 35/90 br. od 29. 03. 2018. godine, imenovani smo za članove Komisije za ocenu podobnosti teme i kandidata Gamal Lazouzi, master inženjer tehnologije za izradu doktorske disertacije i naučne zasnovanosti teme:

Sinteza i karakterizacija kompozita sa poboljšanom žilavošću na bazi modifikovanog akrilata i aluminijum-oksidnih čestica za primenu u protetici

Synthesis and characterization of modified acrylate and alumina particles composite with improved toughness for prosthetics application

Na osnovu materijala priloženog uz Zahtev kandidata, Komisija podnosi sledeći

R E F E R A T

1. Podaci o kandidatu

1.1. Biografski podaci

Kandidat **Gamal Ali Mohamed Lazouzi** master inženjer tehnologije rođen je 02.06.1982. godine u Bani Waleed, Libija. Osnovnu i srednju školu, završio je u rodnom mestu. Fakultet za medicinsku tehnologiju završio je u Musrati, Libija. Master studije na Tehnološkom fakultetu u Beogradu upisao je 2011. godine, a završio je na istom fakultetu 2012. i stekao zvanje master diplomirani inženjer tehnologije za inženjerstvo materijala.

Na Katedri za Konstrukcije materijale na Tehnološko-metalurškom fakultetu Univerziteta u Beogradu upisao je doktorske studije 2012. godine i sve ispite po nastavnom planu i programu položio je sa uspehom.

Nakon završetka osnovnih studija, zaposlen je kao asistent u nastavi na Fakultetu za dentalnu tehnologiju u Bani Waleedu, Libija.

1.2. Stečeno naučnoistraživačko iskustvo

Kandidat je u okviru doktorskih studija položio sve ispite predviđene planom i programom, postigavši sledeće ocene:

Predmet	Ocena	ESPB
1. Odabrana poglavlja numeričke analize	9	5
2. Hemijska kinetika	7	5
3. Termodinamika čvrstog stanja	8	5
4. Nauka o materijalima i inženjerstvo materijala	10	6
5. Fizičko-mehanička ispitivanja materijala - viši kurs	10	4
6. Struktura i svojstva kompozitnih materijala	10	5
7. Materijali sa specifičnim električnim, toplotnim, magnetnim i optičkim svojstvima	10	4
8. Kvantifikacija vizuelnih informacija u ispitivanju materijala	10	4
9. Sinteza, svojstva i primena biokeramičkih materijala	10	4
10. Biokompozitni materijali	10	4
11. Fizika materijala	8	4
12. Polimerni biomaterijali	10	4
13. Završni ispit	10	30

Završni ispit Savremeni nanokompozitni materijali u stomatologiji, odbranio je 08. 06. 2015. godine.

Spisak objavljenih radova

M21a rad u vodećem međunarodnom časopisu

Lazouzi Gamal, Vuksanović Marija M., Tomić Nataša Z., Mitrić Miodrag, Petrović Miloš, Radojević Vesna, Jančić Heinemann Radmila, *Optimized preparation of alumina based fillers for tuning composite properties*, Ceramics International, Volume 44, Issue 7, 2018, Pages 7442-7449, ISSN 0272-8842, <https://doi.org/10.1016/j.ceramint.2018.01.083>. (IF 2,986 Materials Science, Ceramics (2/26))

Rad na međunarodnoj konferenciji

Lazouzi Gamal, Lakitić Slađana, Vuksanović Marija, Tomić Nataša, Radojević Vesna, Jančić Heinemann Radmila, *Alumina based reinforcements for PMMA dental composite materials*, YUCOMAT 2017, Herceg Novi 2-6 septembar 2017

1.3. Ocena podobnosti kandidata za rad na predloženoj temi

Na osnovu dosadašnjeg rada na doktorskoj disertaciji, kandidat Gamal Ali Mohamed Lazouzi pokazao je da poseduje sposobnost i znanje za bavljenje naučnoistraživačkim radom. Pored realizacije istraživanja vezanih za temu doktorske disertacije, pokazao je i samostalnost pri obradi i diskusiji rezultata. Do sada je objavio jedan rad u međunarodnom časopisu iz kategorije M21a i jedno saopštenje iz kategorije M33. Na osnovu prikazanih aktivnosti i rezultata komisija smatra da kandidat ispunjava uslove za rad na predloženoj temi doktorske disertacije.

2. Predmet i cilj istraživanja

Sa gledišta strukture kompozitni materijali su višekomponentni i višefazni materijali čije faze poseduju fizičko-mehanička svojstva koja se međusobno značajno razlikuju, sa vidljivom međufaznom granicom. Struktura kompozita sastoji se od kontinualne faze u koju je ugrađena jedna ili više diskontinualnih faza. Kontinualna faza naziva se matrica, a diskontinualna faza ima funkciju poboljšanja mehaničkih svojstava, a može modifikovati i neka druga svojstva kompozita kao na primer, toplotna, akustična, električna, magnetna i optička. Razvoj savremenih kompozitnih materijala u znatnoj meri zasnovan je na mogućnosti dizajniranja strukture specifičnim metodama sinteze i procesiranja sa ciljem dobijanja optimalnih funkcionalnih svojstava.

Kompoziti u stomatologiji moraju da ispunjavaju zahteve koji podrazumevaju određeni stepen inertnosti ili prihvatljivosti kompozita za organizam kao i veoma izražene zahteve u smislu mehaničkih svojstava. Sa druge strane materijali u kontaktu sa organizmom ne smeju biti toksični tako da je ovaj zahtev od primarne važnosti i uloga inženjera za materijale jeste da osmisli materijal koji će sve ove zahteve ispuniti.

Predmet ove doktorske disertacije obuhvata istraživanja u oblasti kompozitnih materijala za priemu u stomatologiji. Kompoziti sa polimernom matricom i ojačanjima daju širok spektar mogućnosti da se utiče na svojstva i ponašanje kompozitnog materijala. Materijali na bazi poli (metil metakrilata) - PMMA predstavljaju osnove za izradu kompozita za primenu u izradi proteza kao i za izradu ortodontskih aparata. Ovi materijali moraju imati odlična svojstva inertnosti, netoksičnosti kao i dobra mehanička svojstva.

PMMA je polimerni materijal koji nalazi široku primenu u inženjerstvu kao materijal koji ima odlična optička svojstva, može da bude providan, može da se oboji ili da se koristi u uslovima u kojima je postojanost od velike važnosti. Pošto je inertan u odnosu na organizam on je primenjivan i u ortopediji kao materijal koji zamenjuje cement za ugradnju proteza koje treba da brzo budu prihvaćene od organizma. Kada se u ovaj polimer dodaju čestice koje ga ojačavaju onda se dobijaju materijali koji imaju poboljšana mehanička svojstva, modul elastičnosti se povećava, povećava se tvrdoća i poželjno je da se dobiju materijali sa poboljšanom žilavošću. Od izbora čestica koje se koriste kao ojačanje zavisi kako će da se promene mehanička svojstva materijala. Sa druge strane propisom je određeno koliko zaostalog monomera može da bude u materijalu kada se koristi za izradu proteza. Smanjivanje udela zaostalog monomera predstavlja važan parametar sa gledišta kompatibilnosti materijala sa sredinom u kojoj će biti primenjen.

Cilj ove doktorske disertacije jeste da se ispita mogućnost poboljšavanja mehaničkih svojstava standardno korišćenog polimernog materijala, PMMA za izradu proteza. Ovaj materijal ima veliku ulogu u stomatologiji i omogućava kvalitetniji život pacijenata. Izborom odgovarajućeg ojačanja za primenu u kompozitima sa matricom od PMMA biće ispitano kakva mehanička svojstva je moguće postići za ovaj materijal.

Sa druge strane zaostali monomer predstavlja kako rizik za zdravlje pacijenta tako i rizik za postepeno gubljenje mehaničkih svojstava materijala. Dodavanjem dimetil itakonata u monomer od koga se izrađuje kompozit moguće je smanjiti sadržaj zaostalog monomera pri čemu se poboljšava biokompatibilnost dobijenog materijala. Pilikom ove modifikacije mehanička svojstva dobijenog materijala se pogoršavaju pa je, odatkom ojačanja koje ima aktivnu ulogu u poboljšanju mehaničkih svojstava kompozita, dobijen material koji ima bolja svojstva kompatibilnosti zadržavajući pogodna mehanička svojstva.

Cilj ove disertacije ogleda se u mogućnosti smanjivanja sadržaja zaostalog monomera u kompozitu za izradu proteza, sa druge strane potrebno je razmotriti mehanička svojstva dobijenog kompozitnog materijala i na kraju predložiti izbor odgovarajućeg materijala za izradu kompozita za primenu u stomatologiji.

Relevantni bibliografski izvori:

- [1] J. Fan, C. Baudín, Processing of Alumina and Corresponding Composites, 2014.
- [2] C. Aktas, J. Lee, M.M. Miro, A. Barnoush, M. Veith, Alpha alumina synthesis by laser treatment of bi-phasic nanowires, *Appl. Surf. Sci.* 278 (2013) 82–85.
- [3] J. Ma, B. Wu, Effect of surfactants on preparation of nanoscale α -Al₂O₃ powders by oil-in-water microemulsion, *Adv. Powder Technol.* 24 (2013) 354–358.
- [4] A. Cordier, A. Peigney, E. De Grave, E. Flahaut, C. Laurent, Synthesis of the metastable α -Al_{1.8}Fe_{0.2}O₃ solid solution from precursors prepared by combustion, *J. Eur. Ceram. Soc.* 26 (2006) 3099–3111.
- [5] L.' Baèa, J. Plewa, L. Pach, J. Opfermann, Kinetic Analysis Crystalliyation Of α -Al₂O₃ By Dynamic DTA Technique, *J. Therm. Anal. Calorim.* 66 (2001) 803–813.
- [6] S. Cava, S.M. Tebcherani, I.A. Souza, S.A. Pianaro, C.A. Paskocimas, E. Longo, J.A. Varela, Structural characterization of phase transition of Al₂O₃ nanopowders obtained by polymeric precursor method, *Mater. Chem. Phys.* 103 (2007) 394–399.
- [7] J.B. Shaghayegh Ghanizadeh, Xujin Bao, Bala Vaidhyanathan, Synthesis of nano-alumina powders using hydrothermal and precipitation routes: a comparative study, *Ceram. Int.* (2013).
- [8] J. Zheng, Q. Su, C. Wang, G. Cheng, R. Zhu, J. Shi, K. Yao, Synthesis and biological evaluation of PMMA/MMT nanocomposite as denture base material, *J. Mater. Sci. Mater. Med.* 22 (2011) 1063–1071.
- [9] C.Y.K. Lung, B.W. Darvell, Methyl methacrylate monomer-polymer equilibrium in solid polymer, *Dent. Mater.* 23 (2007) 88–94.
- [10] A.O. Alhareb, H.M. Akil, Z.A. Ahmad, Mechanical Properties of PMMA Denture Base Reinforced by Nitrile Rubber Particles with Al₂O₃/YSZ Fillers, *Procedia Manuf.* 2 (2015) 301–306.
- [11] S. Rashahmadi, R. Hasanzadeh, S. Mosalman, Improving of Mechanical Properties of Poly Methyl Methacrylate Nanocomposites for Dentistry Applications Reinforced with Different Nanoparticles, *Polym. Plast. Technol. Eng.* 2559 (2017).
- [12] N. Murakami, N. Wakabayashi, R. Matsushima, Effect of high--pressure polymerizaton on mechanical propertes of PMMA denture base resin, 20 (2013) 98–104.
- [13] F.A. Alzarrug, M.M. Dimitrijević, R.M. Jančić Heinemann, V. Radojević, D.B. Stojanović, P.S. Uskoković, R. Aleksić, The use of different alumina fillers for improvement of the mechanical properties of hybrid PMMA composites, *Mater. Des.* 86 (2015) 575–581.
- [14] L.R.E. Esmaili Parastoo, Azdast Taher, Doniavi Ali, Hasanzadeh Rezgar, Mamaghani Sajjad, Experimental Investigation of Mechanical Properties of Injected Polymeric Nanocomposites Containing Multi-Walled Carbon Nanotubes According to Design of Experiments, *J. Sci. Technol. Compos.* 2 (2015) 67–73.
- [15] W. Yu, X. Wang, Q. Tang, M. Guo, J. Zhao, Reinforcement of denture base PMMA with ZrO₂ nanotubes, *J. Mech. Behav. Biomed. Mater.* 32 (2014) 192–197.
- [16] A. Navidfar, T. Azdast, A. Karimzad Ghavidel, Influence of processing condition and carbon nanotube on mechanical properties of injection molded multi-walled carbon nanotube/poly methyl methacrylate nanocomposites, *J. Appl. Polym. Sci.* 43738 (2016) 1–10.
- [17] O. Yerro, V. Radojević, I. Radović, A. Kojović, P.S. Uskoković, D.B. Stojanović, R. Aleksić, Enhanced thermo-mechanical properties of acrylic resin reinforced with silanized alumina whiskers, *Ceram. Int.* 42 (2016) 10779–10786.
- [18] A. Akinci, S. Sen, U. Sen, Friction and wear behavior of zirconium oxide reinforced PMMA composites, *Compos. Part B Eng.* 56 (2014) 42–47.
- [19] S.A. Ben Hasan, M.M. Dimitrijević, A. Kojović, D.B. Stojanović, K. Obradović-DethURIČIĆ, R.M. Jančić Heinemann, R. Aleksić, The effect of the size and shape of alumina nanofillers on the mechanical behavior of PMMA matrix composites, *J. Serbian Chem. Soc.* 79 (2014) 1295–1307.

- [20] M. Kok, Production and mechanical properties of Al₂O₃ particle-reinforced 2024 aluminium alloy composites, *J. Mater. Process. Technol.* 161 (2005) 381–387.
- [21] D.K. Shukla, S. V. Kasisomayajula, V. Parameswaran, Epoxy composites using functionalized alumina platelets as reinforcements, *Compos. Sci. Technol.* 68 (2008) 3055–3063.
- [22] A. Drah, N.Z. Tomić, Z. Veličić, A.D. Marinković, Ž. Radovanović, Z. Veličković, R. Jančić-Heinemann, Highly ordered macroporous γ -alumina prepared by a modified sol-gel method with a PMMA microsphere template for enhanced Pb²⁺, Ni²⁺ and Cd²⁺ removal, *Ceram. Int.* 43 (2017) 13817–13827.
- [23] P.W. Park, P.W. Park, C.S. Ragle, C.S. Ragle, M. Engelhard, M. Engelhard, In₂O₃ /Al₂O₃ Catalysts for NO, *J. Catal.* 105 (2002) 97–105.
- [24] M.M. Dimitrijević, D. Veljović, M. Posarac-Marković, R. Jančić-Heinemann, T. Volkov-Husović, M. Zrilić, Mechanical properties correlation to processing parameters for advanced alumina based refractories, *Sci. Sinter.* 44 (2012) 25–33.
- [25] H.N. Ch'ng, J. Pan, Sintering of particles of different sizes, *Acta Mater.* 55 (2007) 813–824.
- [26] K. Pal, Effect of different nano fillers on mechanical and dynamic behavior of PMMA based nanocomposites, *Compos. Commun.* 1 (2016) 25–28.
- [27] N.V. Asar, H. Albayrak, T. Korkmaz, I. Turkyilmaz, Influence of various metal oxides on mechanical and physical properties of heat-cured polymethyl methacrylate denture base resins., *J Adv Prosthodont.* 5 (2013) 241–7.
- [28] Ahmed Omran Alhareb, Zainal Arifin Ahmad, Effect of Al₂O₃/ZrO₂ reinforcement on the mechanical properties of PMMA denture base, *J. Reinf. Plast. Compos.* 30 (2011) 86–93.
- T. Lin, F. Hu, Y. Yu, M. Ibrahim, R. Zheng, S. Huang, J. Ma, Effect of sintering temperature on microstructure and mechanical properties of zirconia-toughened alumina machinable dental ceramics, *Ceram. Int.* 43 (2016) 3647–3653.
- [30] M.T.R. Cruzeiro, F.A. Moraes, M.R. Kaizer, M.L. Moreira, Y. Zhang, R.R. Moraes, S.S. Cava, Functionalized pink Al₂O₃:Mn pigments applied in prosthetic dentistry, *J. Prosthet. Dent.* (2017) 771–777.
- [31] R. Jacob, A.P. Jacob, D.E. Mainwaring, Mechanism of the dielectric enhancement in polymer-alumina nano-particle composites, *J. Mol. Struct.* 933 (2009) 77–85.
- [32] T. Kovačević, J. Rusmirović, N. Tomić, M. Marinović-Cincović, Ž. Kamberović, M. Tomić, A. Marinković, New composites based on waste PET and non-metallic fraction from waste printed circuit boards: Mechanical and thermal properties, *Compos. Part B Eng.* 127 (2017) 1–14.
- [33] ASTM E384 - 16, ASTM E384 - 16 - Stand. Test Method Microindentation Hardness Mater. 201528. (n.d.).
- [34] A. Iost, R. Bigot, Hardness of coatings, *Surf. Coatings Technol.* 80 (1996) 117–120.
- [35] et al Zu G, Shen J, Wei X, Preparation and characterization of monolithic alumina aerogels, *J Non Cryst Solids.* 357 (2011) 2903–2906.
- [36] et al Li D-Y, Lin Y-S, Li Y-C, Synthesis of mesoporous pseudo boehmite and alumina templated with 1-hexadecyl-2,3-dimethyl-imidazolium chloride, *Microporous Mesoporous Mater.* 108 (2008) 276–282.

3. Polazne hipoteze

Kompozitni materijali predstavljaju klasu materijala kod kojih je moguće podešavati svojstva izborom njihovih komponenata pri čemu komponente kompozitnog materijala imaju sinergetsko dejstvo. Prvi korak u istraživanjima u okviru ove doktorske disertacije baziraće se na sintezi kompozitnih materijala polazeći od pripreme ojačanja za kompozitni materijal, sintezi modifikovane matrice kompozitnog materijala sa ciljem smanjenja zaostalog monomera i pripreme kompozitnog materijala, potom će se obaviti istraživanja mehaničkih svojstava dobijenog kompozitnog materijala. Biće i određen sadržaj zaostalog monomera u materijalu za primenu u

stomatologiji. Kao polimerna matrica za ova ispitivanja biće korišćen polimer na bazi poli (metil metaakrilata) uz dodatak dimetil-itakonata uz prisustvo inicijatora i katalizatora na temperaturama predviđenim za polimerizaciju ovih kompozitnih materijala od strane proizvođača.

Kao ojačanje koristiće se čestice na bazi aluminijum-oksida. Pokazalo se da čestice aluminijum oksida u zavisnosti od načina termičke obrade menjaju svoju kristalnu strukturu i da je moguće na svojstva kompozitnog materijala uticati kako podešavanjem hemijskog sastava čestica za izradu kompozitnog materijala tako izborom načina termičke obrade. Punioci će biti sintetisani polazeći od polaznih sirovina $\text{Al}(\text{OH})_3 \cdot 2,5 \text{H}_2\text{O}$ i $\text{FeCl}_3 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$. Podešavanjem odnosa polaznih komponenata biće sintetisane čestice od čistog aluminijum-oksida i aluminijum-oksida dopiranog oksidom gvožđa. Termička obrada dobijenog gela izvodi se u vazduhu na temperaturi od 700°C , 800°C i 900°C i dobijene čestice koriste se kao punioci pri izradi kompozitnih materijala. Biće određen kristalografski sastav ovih čestica.

U zavisnosti od kristalne strukture i sastava punioca moguće je dobiti kompozitne materijale različite tvrdoće i žilavosti pa je cilj ove disertacije da se utvrdi kakav je uticaj sadržaja, hemijskog sastava i kristalne strukture punioca na fizičko-mehanička svojstva dobijenog kompozitnog materijala.

4. Naučne metode istraživanja

U toku izrade ove disertacije planirano je procesiranje dentalnih kompozita ugradnjom nanočestica aluminijum-oksida u polimernu matricu i njihova karakterizacija. U početnim istraživanjima u okviru ove disertacije predviđena je karakterizacija polaznih konstituenata. Prvi korak u karakterisanju polaznih konstituenata kompozitnog materijala jeste definisanje dobijene kristalne strukture sintetisanog punioca. Kristalna struktura definiše se korišćenjem XRD analize. FTIR analiza biće korišćena za određivanje svojstava površine čestica različitog hemijskog sastava kao i čestica koje su različitim načinima termički obrađeni. Mikrotvrdoća kompozita određivaće se metodom po Vickersu, mehanička svojstva kompozitnog materijala biće ispitana standardnim tehnikama za karakterizaciju materijala. Žilavost će se ispitivati korišćenjem uređaja za ispitivanje udarom kontrolisane energije. Otpornost materijala na dejstvo kavitacije ispitaće se standardnim metodom za ispitivanje otpornosti na dejstvo kavitacije sa stacionarnim uzorkom. Osim ovih ispitivanja predviđa se i korišćenje elektronske i optičke mikroskopije.

5. Očekivani naučni doprinos

Kao osnovni naučni doprinos doktorske disertacije očekuje se:

- Izbor pogodnih materijala za sintezu kompozitnog materijala za korišćenje u protetici i ortodonciji sa definisanim mehaničkim svojstvima,
- Definisanje sastava matrice sa ciljem smanjenja sadržaja zaostalog monomera kako bi se poboljšala mehanička svojstva kompozita i smanjila toksičnost materijala koji je u kontaktu sa pacijentom,
- Definisanje načina pripreme punioca za dobijanje kompozitnog materijala za primenu u stomatologiji sa gledišta načina pripreme, termičke obrade i mogućnosti podešavanja kristalne strukture punioca za postizanje boljih mehaničkih svojstava kompozita,
- Sagledavanje uticaja kristalne strukture nanočestica i uticaja na ostvarivanje veze s matricom, kao i uticaja na žilavost kompozitnog materijala,
- Korelisanje procesnih parametara sinteze punioca sa ostvarenim mehaničkim svojstvima kompozitnog materijala.

Sagledavanje korelacije između svojstava pojedinih komponenti kompozitnog materijala njegove matrice i punilaca na mehanička svojstva dobijenog materijala i sadržaj zaostalog monomera biće korišćeni kao pristup u dobijanju funkcionalnog kompozitnog materijala za primenu u stomatologiji. Korelisanje hemijskog sastava materijala, načina njegove pripreme i rezultujućih funkcionalnih svojstava biće predmet ovog istraživanja.

6. Plan istraživanja i struktura rada

Doktorska disertacija će biti pisana na engleskom jeziku. U toku rada na disertaciji predviđene su sledeće faze i aktivnosti u istraživanju:

1. Izbor sastava matrice kompozitnog materijala sa posebnim osvrtom na mogućnosti modifikacije njenog sastava sa ciljem smanjivanja sadržaja zaostalog monomera.
2. Sinteza čestica na bazi aluminijum-oksida kao i sinteza čestica na bazi gvožđe-oksikom dopiranih čestica aluminijum-oksida sol-gel tehnikom. Kristalna struktura dobijenih čestica ispitaće se korišćenjem XRD metode, a karakterisanje oblika čestica korišćenjem analize slike i elektronske mikroskopije i primenom alata analize slike.
3. Sinteza kompozitnih materijala na bazi odabranih polimera i pripremljenih čestica.
4. Karakterisanje mehaničkih svojstava dobijenih kompozitnih materijala i izbor odgovarajućeg materijala za dobijanje materijala sa optimalnim mehaničkim svojstvima za određenu primenu.
5. Ispitivanje otpornosti sintetisanog materijala na kavitaciju kako bi se sagledala otpornost površine materijala.
6. Korelisanje sastava kompozitnog materijala, procesa pripreme i fizičko-mehaničkih svojstava.

Predviđa se da će u doktorskoj disertaciji biti obrađena sledeća poglavlja: *Uvod, Teorijski deo, Eksperimentalni deo, Rezultati i diskusija, Zaključak, Literatura*.

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

Teorijski deo doktorske disertacije obuhvatiće analizu prethodnih istraživanja koja se odnose na:

- Pregled razvoja relevantnih kompozitnih materijala za primenu u stomatologiji. Sagledavanje savremenih trendova za izradu funkcionalnih materijala u stomatološkoj praksi sa posebnim osvrtom na eventualnu toksičnost materijala usled prisustva zaostalog monomera,
- Sagledavanje mogućnosti za poboljšavanje mehaničkih svojstava kompozitnog materijala u zavisnosti od njegovog sastava i podešavanja mehaničkih svojstava prema uslovima njegovog korišćenja,
- Biće dat pregled metoda sinteze kompozitnih materijala za stomatologiju i sagledaće se koji su bitni parametri koji određuju mogućnosti za podešavanje procesnih parametara sinteze kompozitnog materijala i usaglašavanja ovih parametara sa potrebama stomatološke prakse,
- Pregled metoda karakterizacije kompozitnog materijala kako bi se dobili podaci o njegovoj tvrdoći, modulu elastičnosti i žilavosti koji su kritični za mogućnosti njegove upotrebe.

U okviru poglavlja *Eksperimentalni deo, Rezultati i diskusija i Zaključak* biće ispraćeni svi koraci prethodno postavljeni i definisani u okviru faza i aktivnosti planiranih istraživanja.

U poglavlju *Literatura* teorijska razmatranja biće potkrepljena literaturnim navodima, biće navedeni i radovi proistekli iz rezultata eksperimentalnih istraživanja ove disertacije.

7. Zaključak i predlog

Na osnovu izloženog Komisija smatra da kandidat Gamal Ali Mohamed Lazouzi ispunjava sve potrebne uslove za rad na predloženoj temi doktorske disertacije. Komisija smatra da je tema predložene doktorske disertacije pod naslovom **Sinteza i karakterizacija kompozita sa poboljšanom žilavošću na bazi modifikovanog akrilata i aluminijum-oksidnih čestica za primenu u protetici (Synthesis and characterization of modified acrylate and alumina particles composite with improved toughness for prosthetics application)** naučno zasnovana i da predstavlja značajan naučni doprinos naučnoj oblasti Tehnološko inženjerstvo, uža naučna oblast Inženjerstvo materijala za koju je Tehnološko-metalurški fakultet Univerziteta u Beogradu matičan. Komisija predlaže Nastavno-naučnom veću Tehnološko-metalurškog fakulteta Univerziteta u Beogradu da kandidatu Gamalu Lazouziju odobri izradu doktorske disertacije pod navedenim naslovom. Za mentora se predlaže dr Radmila Jančić Heinemann, redovni profesor Tehnološko-metalurškog fakulteta Univerziteta u Beogradu, a kao komentor se predlaže Dr Tamara Perić, docent Stomatološkog fakulteta Univerziteta u Beogradu.

U Beogradu, 05. 04. 2018.

ČLANOVI KOMISIJE

.....
Prof. dr Radmila Jančić-Hajneman, redovni profesor
Univerziteta u Beogradu, Tehnološko-metalurški
fakultet

.....
dr Tamara Perić, docent Univerziteta u Beogradu,
Stomatološki fakultet

.....
dr Pavle Spasojević, docent Univerziteta u Kragujevcu,
Fakultet tehničkih nauka u Čačku

.....
dr Marija Vuksanović, naučni saradnik Inovacionog
centra Tehnološko-metalurškog fakulteta

.....
Prof. Dr Tatjana Volkov-Husović, redovni profesor
Univerziteta u Beogradu, Tehnološko-metalurški
fakultet