

ТЕХНОЛОШКО-МЕТАЛУРШКИ
ФАКУЛТЕТ

35/262
(Број захтева)
10.08.2018.
(датум)

Образац 2
УНИВЕРЗИТЕТ У БЕОГРАДУ
ВЕЋЕ НАУЧНИХ ОБЛАСТИ ТЕХНИЧКИХ
НАУКА

(назив већа научне области коме се захтев упућује)

Београд, Студентски трг бр. 1

ЗАХТЕВ

за давање сагласности на реферат о урађеној докторској дисертацији

Молимо да, сходно члану 47. ст. 5. тачка 4. Статута Универзитета у Београду (“Гласник Универзитета у Београду” број 162/11, пречишћен текст, 167/12, 172/13 и 178/14), дате сагласност на реферат о урађеној докторској дисертацији кандидата:

GAMAL ALI MOHAMED LAZOUZI, мастер инжењера технологије

КАНДИДАТ: **GAMAL ALI MOHAMED LAZOUZI** пријавио је докторску дисертацију 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)“

Из научне области: **ТЕХНОЛОШКО ИНЖЕЊЕРСТВО**

Универзитет је дана **23.04.2018.** године, својим актом **61206-1833/2-18**, дао сагласност на предлог теме докторске дисертације која је гласила:

„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)“.

Комисија за оцену и одбрану докторске дисертације кандидата: **GAMAL ALI MOHAMED LAZOUZI** образована је на седници Наставно-научног већа одржаној **31.05.2018.** године Одлуком Факултета под бр. **35/198**, у саставу:

Име и презиме	Звање	Научна област
1. Др Радмила Јанчић-Хајнеман	Редовни професор	Инжењерство материјала
2. Др Тамара Перић	Доцент	Стоматологија
3. Др Павле Спасојевић	Доцент	Инжењерство материјала
4. Др Марија Вуксановић	Научни сарадник	Инжењерство материјала
5. Др Весна Радојевић	Редовни професор	Инжењерство материјала

Наставно-научно веће Факултета прихватило је реферат Комисије за оцену и одбрану докторске дисертације на седници одржаној дана **06.07.2018.** године.

ДЕКАН ФАКУЛТЕТА

Проф. др Ђорђе Јанаћковић

На основу чл. 40. став 3. Закона о високом образовању, чл. 104. став 3. Статута Универзитета у Београду, чл. 40. Статута ТМФ-а и чл. 39. Правилника о докторским студијама ТМФ, на седници Наставно-научног већа Технолошко-металуршког факултета од 06.07.2018. године, донета је

О Д Л У К А

о прихватању Реферата о оцени докторске дисертације

Прихвата се Реферат Комисије у саставу: др Радмила Јанчић-Хајнеман, редовни професор Универзитета у Београду, Технолошко-металуршки факултет, др Тамара Перић, доцент Универзитета у Београду, Стоматолошки факултет, др Павле Спасојевић, доцент Универзитета у Крагујевцу, Факултет техничких наука у Чачку, др Марија Вуксановић, научни сарадник Иновационог центра Технолошко-металуршког факултета у Београду, др Весна Радојевић, редовни професор Универзитета у Београду, Технолошко-металуршки факултет, о прегледу и оцени урађене докторске дисертације 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)“** коју је поднео **Gamal Ali Mohamed Lazouzi**, мастер инжењер технологије и упућује се на сагласност Већу научних области техничких наука Универзитета у Београду.

Веће научних области техничких наука Универзитета у Београду дало је сагласност на предлог теме докторске дисертације **Gamal Ali Mohamed Lazouzi**, 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)“** Одлуком број: 61206-1833/2-18 од 23.04.2018. године.

Верификација научних доприноса:

Категорија M21a:

1. **Lazouzi Gamal**, Marija M. Vuksanović, Nataša Z. Tomić, Miodrag Mitrić, Miloš Petrović, Vesna Radojević, Radmila Jančić Hainemann, Optimized preparation of alumina based fillers for tuning composite properties, Ceramics International 44 7 (2018) 7442-7449. , ISSN 0272- 8842, IF 2,086, (Materials Science, Ceramics 4/25).

Категорија M22:

1. **Lazouzi Gamal Ali**, Vuksanović Marija M., Tomić Nataša, Petrović Miloš, Spasojević Pavle, Radojević Vesna and Jančić Heinemann Radmila, Dimethyl itaconate modified PMMA – alumina fillers composites with improved mechanical properties, Polymer Composites, (2018)

In press. (ISSN 0272-8397 IF 2,342, Materials Science, Composites 9/25)

Докторска дисертација и реферат о оцени докторске дисертације достављају се на увид јавности, а по истеку рока од 30 дана, на сагласност Већу научних области техничких наука Универзитета у Београду.

Одлуку доставити: Већу научних области техничких наука Универзитета у Београду, ментору, Служби за наставно-студентске послове, Библиотеци и Архиви факултета.

Д Е К А Н

Проф. др Ђорђе Јанаћковић

NASTAVNO-NAUČNOM VEĆU
TEHNOLOŠKO-METALURŠKOG FAKULTETA
UNIVERZITETA U BEOGRADU

Predmet: Referat o urađenoj doktorskoj disertaciji kandidata Gamal Ali Mohamed Lazouzi, master inženjera tehnologije.

Odlukom br. 35/198 od 31.05.2018. godine, imenovani smo za članove Komisije za pregled, ocenu i odbranu doktorske disertacije kandidata Gamal Ali Mohamed Lazouzi, master inženjera tehnologije, 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**“.

Posle pregleda dostavljene Disertacije i drugih pratećih materijala i razgovora sa kandidatom, Komisija je sačinila sledeći

REFERAT

1. UVOD

1.1. Hronologija odobravanja i izrade disertacije

- Školske 2012/13 kandidat Gamal Ali Mohamed Lazouzi, master inženjer tehnologije upisao je doktorske akademske studije na Univerzitetu u Beogradu, Tehnološko – metalurški fakultet, studijski program Inženjerstvo materijala.
- 29.03.2018. na sednici Nastavno-naučnog veća Tehnološko – metalurškog fakulteta, Univerziteta u Beogradu doneta je odluka (br. 35/90 od 29.03.2018.) o imenovanju članova Komisije za ocenu podobnosti teme i kandidata Gamal Ali Mohamed Lazouzi, master inženjer tehnologije 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“.
- 12.04.2018. na sednici Nastavno-naučnog veća Tehnološko – metalurškog fakulteta, Univerziteta u Beogradu doneta je odluka o prihvatanju teme doktorske disertacije „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“, a za mentore imenovani su prof. dr Radmila Jančić Heinemann, redovan

profesor Tehnološko – metalurškog fakulteta, Univerziteta u Beogradu i dr Tamara Perić, docent Stomatološkog fakulteta, Univerziteta u Beogradu, odluka br. 35/133 od 12.04.2018.

- 23.04.2018. na sednici Veća naučnih oblasti Tehničkih nauka, Univerziteta u Beogradu, data je saglasnost na predlog teme doktorske disertacije Gamal Ali Mohamed Lazouzi, master inženjera tehnologije 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“, odluka 02 broj 61206-1833/2-18.
- 31.05.2018. na sednici Nastavno-naučnog veća Tehnološko – metalurškog fakulteta, Univerziteta u Beogradu, doneta je odluka o imenovanju komisije za ocenu doktorske disertacije Gamal Ali Mohamed Lazouzi, master inženjera tehnologije 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“ odluka broj 35/198. komisija za ocenu doktorske disertacije je za predsednika izabrala prof. dr Radmila Jančić Heinemann, redovan profesor Tehnološko – metalurškog fakulteta, Univerziteta u Beogradu.

1.2. Naučna oblast disertacije

Istraživanja u okviru ove doktorske disertacije pripadaju naučnoj oblasti Tehnološko inženjerstvo u užoj naučnoj oblasti Inženjerstvo materijala za koju je matičan Tehnološko – metalurški fakultet, Univerziteta u Beogradu. Mentori su prof. dr Radmila Jančić Heinemann, redovan profesor Tehnološko – metalurškog fakulteta, Univerziteta u Beogradu i dr Tamara Perić, docent Stomatološkog fakulteta, Univerziteta u Beogradu, koji su na osnovu dosadašnjih objavljenih radova i iskustava kompententan tim da rukovodi izradom ove doktorske disertacije.

1.3. Biografski podaci o kandidatu

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.

2. OPIS DISERTACIJE

2.1. Sadržaj disertacije

Doktorska disertacija kandidata Gamal Ali Mohamed Lazouzi, master inženjera tehnologije napisana je na engleskom jeziku i sadrži 93 strane A4 formata, 36 slika, 9 tabela i 77 literaturna navoda.

Doktorska disertacija sadrži sledeća poglavlja: Rezime (na engleskom i na srpskom jeziku), Uvod, Teorijski deo (Polimetil metakrilat, Kompozitni materijali, Nanočestice kao ojačanja u kompozitima sa polimernom matricom, Metode karakterizacije), Eksperimentalni deo (Materijal, Priprema aluminijum oksidnih čestica sol-gel tehnikom, Priprema PMMA kompozita i kompozita PMMA i dimetil itakonata sa aluminijum oksidnim česticama kao ojačanjima), Rezultati i diskusija (Karakterizacija dobijenih aluminijum oksidnih čestica i kompozita, Mikrotvrdoća kompozita, Ispitivanje zatezanjem, Ispitivanje udarom, Zaostali monomer, Ispitivanje na savijanje), Zaključak, Literatura, Biografija, Izjava o autorstvu, Izjava o istovetnosti štampane i elektronske verzije doktorskog rada i Izjava o korišćenju.

2.2. Kratak prikaz pojedinačnih poglavlja

U uvodnom delu prikazan je predmet, sadržaj i cilj doktorske disertacije. Predmet ove doktorske disertacije obuhvata istraživanja u oblasti dobijanja aluminijum oksidnih čestica sol-gel tehnikom i njihovu upotrebu u obliku ojačanja u kompozitnim materijalima na bazi PMMA. Takođe se poseban akcenat stavlja na upotrebu dimetil itakonata koji ima ulogu da smanji zaostali monomer.

U prvom poglavlju **Teorijskog dela** dat je pregled svojstava polimetil metakrilata (PMMA). Njegova primena u medicini i stomatologiji. Opisana je i upotreba itakonata i uvođenje itakonata u PMMA matrice kako bi se postigla bolja biokompatibilnost. U nastavku (poglavljje 2) dat je kratak uvod u kompozitne materijale (njihova svojstva i podela) kao i svojstva kompozitnih materijala ojačanih česticama. U poglavlju 3 opisana su svojstva nanočestičnih ojačanja u kompozitnim materijalima sa polimernom matricom. Predstavljene su kristalne strukture i primena aluminijum oksidnih čestica. U nastavku (Poglavljje 5) opisane su metode koje su korišćene u karakterizaciji čestica dobijenih sol gel tehnikom i kompozitih materijala ojačanih tim česticama.

Eksperimentalni deo sadrži rezultate istraživanja u oblasti kompozitih materijala a bazi PMMA kao matrice i aluminijum-oksidnih čestica kojima je podešavana struktura i modifikovani hemijski sastav. Na početku eksperimentalnog dela prikazan je način pripreme uzoraka, počev od sinteze čestica sol-gel tehnikom polazeći od rastvornih soli aluminijuma i gvožđa. Dobijeni gel se kasnije podvrgao termičkoj obradi na različitim temperaturama čime je uticao na kristalografski sastav čestica. Poznato je da aluminijum-oksidi tokom zagrevanja prolaze kroz niz kristalnih formi da bi na kraju a temperaturi iznad 1200°C dosao u formu koruda koja je jedina stabilna forma aluminijum oksida.

Eksperimentalna istraživanja bila su usmerena u dva pravca: uticaj strukture ojačanja, u ovom slučaju čestica aluminijum-oksida i aluminijum-oksida dopiranog oksidom gvožđa na mehanička svojstva kompozitnog materijala sa matricom od PMMA. Sa druge strane ispitivano je kako se mogu dalje popraviti svojstva ovog kompozitnog materijala modifikacijom matrice pa se ispitala mogućost modifikacije matrice uvođenjem etil-itakonata u polimer kako bi se smanjila količina zaostalog monomera. Dalje je ispitano kako se može uticati na mehanička svojstva ovog kompozita dodavanjem prethodno sintetisanih čestica ojačanja.

U okviru rezultata i diskusije rezultata prvo su dati rezultati analize raspodele veličine čestica kako bi se sagledao moguć uticaj ovog parametra a svojstva pripremljenih kompozitnih materijala. Morfološka analiza oblika čestica izvedena je na snimcima dobijenim elektronskom mikroskopijom, a potom je analizirana struktura dobijenih kompozitnih materijala. Dalje su prikazani rezultati ispitivanja kristalne strukture čestica difrakcijom X-zraka pri čemu je utvrđena količina prisutnih kristalnih formi aluminijum-oksida u česticama sa i bez dopiranja gvožđem kao i u česticama koje su bile podvrgnute termičkoj obradi na različitim temperaturama. Površinska struktura čestica karakterisana je korišćenjem FR-IR spektroskopije. Ova analiza ukazala je na prisustvo OH^- grupa koje omogućavaju bolji kontakt između čestica i matrice. Prikazani su i rezultati ispitivanja FT-IR za dobijene kompozite čime se pokazuje kakve interakcije su moguće između čestica i matrice. Posle ispitivanja strukturnih parametara kompozitnog materijala pristupilo se izlaganju rezultata mehaničkih ispitivanja kojima su podvrgnuti kompozitni materijali.

Mehanička ispitivanja kompozitnih materijala čija je matrica bio čist PMMA sadržala su ispitivanja mikrotvrdoće koja se pokazala kao dobar indikator mehaničkih svojstava kompozitnog materijala, zatim su izneti rezultati ispitivanja zateznih svojstava kompozitnog materijala na bazi PMMA. U svim ispitivanjima korišteni su kompozitni materijali koji su imali isti sadržaj ojačanja (3 mas %) i pokazalo se da imaju bitno različita mehanička svojstva. Promena mehaničkih svojstava kompozitnog materijala koji ima identičnu matricu, i ojačanje koje se razlikovalo po kristalnoj strukturi ojačanja povezana je sa udelom različitih faza u česticama ojačanja tako da je pokazano da veći udeo korundne strukture pogoduje povećanju tvrdoće materijala, ali istovremeno nepovoljno utiče na modul elastičnosti i na žilavost kompozitnog materijala.

Drugi set ispitivanja odnosio se na kompozite koji su napravljeni sa matricom koja je modifikovana dodatkom etil-itakonata sa ciljem smanjenja udela zaostalog monomera. Dodatak etil-itakonata pri pripremi kopolimera PMMA-poli(etil itakonat) smanjuje udeo zaostalog monomera, ali istovremeno se dobija materijal slabijih mehaničkih svojstava. Da bi se pokazalo da ovaj materijal može da ima i poboljšana mehanička svojstva ovaj kopolimer se koristio kao matrica za izradu kompozitnih materijala kojima je ojačanje bilo u vidu čestica sintetisanih na početku eksperimentalnog rada. Kompoziti su podvrgnuti ispitivanju zateznih svojstava, zatim ispitivanju mikrotvrdoće, kao i ispitivanju žilavosti korišćenjem uređaja za ispitivanje udarom kontrolisane energije. Ispitivanja su pokazala da dodatak ojačanja poboljšava mehanička svojstva u odnosu na čist materijal matrice tako da se potvrdilo da se dobijaju materijali koji mogu da imaju dobra upotrebna svojstva. Dalje je pokazano da je optimalno ojačanje u kompozitima koji imaju 3 mas. % ojačanja. Veći udeli ojačanja dovode do aglomerisanja čestica tako da efekat ojačanja nije tako izrazit.

Na kraju je ispitano koliko zaostalog monomera ima u prikazanim kompoztnim materijalima i pokazalo se da je udeo zaostalog monomera znatno smanjen dodatkom etil-itakonata, ali da dodatak čestica aluminijum-oksida i čestica aluminijum-oksida dopiranih oksidom gvožđa dalje dovodi do smanjenja sadržaja zaostalog monomera.

Na kraju su prikazani rezultati ispitivanja svih kompoztnih materijala testom ispitivanja na savijanje pri čemu se takođe pokazalo da je optimalno ojačanje postignuto dodatkom 3 mas.% ojačanja.

Na kraju izveden je **Zaključak** u kome su koncizno izneti postignuti rezultati u istraživanju, a koji odgovaraju postavljenim ciljevima disertacije. Na kraju su dati i spisak korišćenje **Literature**, biografija kandidata, izjave o autorstvu i istovetnosti štampane i elektronske verzije rada.

OCENA DISERTACIJE

3.1. Savremenost i originalnost

Odavno je poznato da zaostali monomer u akrilnim bazama i nakon procesiranja, ima mehaničke i biološke posledice otkako se raširila upotreba PMMA 50-tih godina 20. veka. Pomenuti monomer, metil metakrilat (MMA), difunduje iz materijala u okolinu i tako može izazvati neželjene efekte na živi svet. Brojne studije se bave fenomenom izlučivanja zaostalog monomera i biološkim efektima MMA. Dobijena je proporcionalna zavisnost izlučene količine i količine zaostalog MMA monomera ($[MMA]_R$). Na taj način se veća količina monomera izlučuje iz hladnopolimerizujućih masa.

Kada se uzme u obzir štetnost zaostalog monomera koju istraživači žele da otklone već dugi niz godina rezultati koji su postignuti u okviru ovog istraživanja ukazuju da se modifikacijom matrice dobija kopolimer sa smanjenim sadržajem zaostalog monomera, ali da se dodatkom čestica koje poboljšavaju mehanička svojstva kompozitnog materijala količina zaostalog monomera dalje smanjuje.

U drugom delu ispitivanja ispitano je kako se izborom čestica ojačanja mogu podesiti mehanička svojstva kompozitnog materijala na bazi PMMA. Pokazalo se da se izborom odgovarajućeg ojačanja mogu podesiti svojstva kompozitnog materijala što predstavlja jedan od izazova savremene nauke o materijalima u kojoj je potrebno povezati svojstva, strukturu i način procesiranja materijala što je u ovom segmentu rada urađeno.

3.2. Osvrt na referentnu i korišćenu literaturu

U disertaciji je citirano 77 reference. Dat je pregled literature koji pokazuje mogućnosti modifikacije PMMA komercijalnog sistema za bazu proteza dimetil itakonatom, dibutil itakonatom i ditetrahidrofurfuril itakonatom (2,5 - 10 masenih % itakonata). U okviru literaturnog pregleda dat

je prikaz kompozitnih materijala korišćenih u protetici, i sagledane su mogućnosti da se standardno korišćeni materijali modifikuju kako bi se učinili prihvatljivijim za korisnika. Sa druge strane prikazana je klasifikacija i struktura kompozitnih materijala koji se sve više koriste u stomatologiji kako bi se ukazalo na opšte principe kojima se može uticati na mehanička svojstva kompozitnih materijala. Prikazane su i osnovne metode koje su korišćene za karakterizaciju kompozitnih materijala.

3.3. Opis i adekvatnost primenjenih naučnih metoda

Aluminijum-oksidi moguće je sintetisati na različite načine ali se izbor načina sinteze određuje prema mogućnostima postizanja odgovarajuće morfologije i kristalne strukture proizvoda. U okviru ovog rada izabran je način sinteze aluminijum-oksida sol-gel tehnikom kako bi se ispitala svojstva materijala koji je korišćen kao ojačanje u kompozitnim materijalima na bazi PMMA i kompozitnim materijalima PMMA i dimetil itakonata. Korišćene su različite tehnike karakterizacije materijala.

Morfologija sintetisanog aluminijum-oksida praćena je korišćenjem optičke i skenirajuće elektronske mikroskopije. Na ovaj način su sagledane morfološke karakteristike dobijenog proizvoda i korelisanje ovih svojstava sa mogućim primenama materijala. Primenom tehnika vizuelizacije dobijene su digitalne slike koje su obrađene metodama analize slike za dobijanje raspodele prečnika dobijenih čestica.

Kristalna struktura aluminijum-oksidnih čestica karakterisana je korišćenjem Rentgenske analize, a za karakterisanje površine materijala korišćena je infracrvena spektroskopija sa Furijeovom transformacijom. Analizom ovih rezultata omogućeno je sagledavanje uticaja dopirajućih oksida i različitih temperatura kalcinacije na kristalnu strukturu kao i na strukturu površine materijala.

Ispitana su dva fenomena, jedan je bio kako utiče struktura i sastav ojačanja na mehanička svojstva kompozitnog materijala pri čemu su povezana strukturna svojstva ojačanja sa mehaničkim svojstvima kompozitnog materijala. U drugom delu istraživanja modifikovana su svojstva matrice kompozitnog materijala i pokazalo se da se dodatkom ojačanja ne samo poboljšavaju mehanička svojstva kompozitnog materijala nego se smanjuje i udeo zaostalog monomera čime se materijal čini prihvatljivijim za korišćenje u stomatologiji.

3.4. Primenljivost ostvarenih rezultata

U prvom delu istraživanja pokazano je kako se mogu podešavati mehanička svojstva kompozitnog materijala izborom adekvatnog ojačanja kompozita. Upoređeno je mehaničko ponašanje kompozitnog materijala sa matricom od PMMA i različitim ojačanjima i pokazano je kako se izborom adekvatnog ojačanja mogu podešavati svojstva kompozita pri čemu je analizirano kako se mogu podešavati mikrotvrdoća, modul elastičnosti, čvrstoća i žilavost kompozitnog materijala preko kontrole strukture i sastava ojačanja.

U drugom delu istraživanja su bila usmerena ka dobijanju materijala koji bi imao praktičnu primenu u stomatologiji sa ciljem da se smanji sadržaj zaostalog monomera. Povećan sadržaj zaostalog monomera povećava toksičnost materijala, smanjuje mogućnost prihvatanja takvog materijala od strane pacijenta. Pokazano je da se sadržaj zaostalog monomera može smanjiti modifikovanjem matrice materijala, ali i dodatkom ojačanja koje čini kompozitni materijal. Dodatkom ojačanja se poboljšavaju se mehanička svojstva materijala, ali se istovremeno dalje smanjuje sadržaj zaostalog monomera tako da je postignuti rezultat značajan za kvalitet materijala koji se može predložiti za upotrebu u stomatologiji.

3.5. Ocena dostignutih sposobnosti kandidata za samostalni naučni rad

Kandidat Gamal Ali Mohamed Lazouzi je se pokazao kao vešt eksperimentator koji je ovladao tehnikom pripreme uzoraka i koji je bio sposoban da izvede ispitivanja dobijenog materijala. U okviru izrade svoje disertacije kandidat je pokazao dobar smisao za timski rad i sposobnost za usvajanje novih tehnika ispitivanja materijala. U pogledu analize i prikazivanja rezultata kandidat je pokazao značajan napredak tokom izrade teze i postao je istraživač sa sposobnostima samostalnog zaključivanja u pogledu interpretacije rezultata.

4. OSTVARENI NAUČNI DOPRINOS

4.1. Prikaz ostvarenih naučnih doprinosa

Sinteza kompozitnih materijala za primenu u stomatologiji polazeći od pripreme ojačanja, karakterisanja pripremljenog ojačanja, kao i ispitivanja mehaničkih svojstava materijala sa ciljem dobijanja materijala koji će biti prihvatljiviji za pacijente oslikava se u smislu:

- Definisanja metode za sintezu keramičkog materijala kome se mogu pratiti kristalna struktura i sastav i koji će poslužiti kao ojačanje u kompozitnom materijalu
- Povezivanje kristalne strukture ojačanja sa mehaničkim svojstvima kompozitnog materijala i to sa mikrotvrdoćom, modulom elastičnosti i žilavošću materijala.
- Pokazalo se da je moguće podešavati svojstva kompozitnog materijala izborom odgovarajuće kristalne strukture i hemijskog sastava ojačanja,
- Dobijanje kompozitnih materijala sa matricom od PMMA modifikovanom dodatkom etil-itakonata sa ojačanjem u vidu čestica aluminijum-oksida i aluminijum-oksida dopiranog oksidom gvožđa.
- Sinteza kompozitnog materijala sa smanjenom količinom zaostalog monomera i poboljšanim mehaničkim svojstvima.

Kritička analiza rezultata istraživanja

Osnovni postulat inženjerstva materijala jeste povezivanje svojstava materijala sa njegovom strukturom i načinom pripreme materijala. Kompozitni materijali predstavljaju idealan prostor za ovakav tip istraživanja pošto se u njima može izborom komponenata i podešavanjem međupovršine podesiti čitav niz svojstava. U okviru ovog rada ova istraživanja bila su usmerena na materijale

koji se koriste u stomatologiji i kojima je potrebno podešavati mehanička svojstva. U prvom delu istraživanja sagledano je kako se mogu podešavati mehanička svojstva izborom ojačanja. U toku sinteze ojačanja proces se vodio tako da su se dobili prahovi u kojima je udeo kristalnih faza bio različit. Početni cilj ovih istraživanja je bio da se dobiju prahovi sa većim sadržajem korunda, ali se pokazalo da se dobija čitav niz kristalnih struktura koje sa svoje strane utiču različito na svojstva dobijenog kompozitnog materijala. Pokazalo se da se izborom načina pripreme ojačanja mogu podešavati mehanička svojstva kompozitnog materijala sa matricom od PMMA.

Drugi deo istraživanja bio je usmeren ka dobijanju kompozitnog materijala u kome će se kombinovati zahtev da bude smanjen udeo zaostalog monomera, a sa druge strane da se poboljšaju mehanička svojstva. Kao matrica u ovom kompozitu korišćen je PMMA modifikovan etil-itaconatom tako da se već u samoj matrici dobio manji udeo zaostalog monomera. Da bi se poboljšala svojstva materijala dodato je ojačanje od čestica na bazi aluminijum-oksida tako da su se dobili kompozitni materijali poboljšanih mehaničkih svojstava. Interesantno je da je dodatak ojačanja dodatno smanjio udeo zaostalog monomera u kompozitnom materijalu.

4.3. Verifikacija naučnih doprinosa

Tokom izrade teze kandidat Gamal Ali Mohamed Lazouzi objavio je više naučnih radova sa rezultatima svog istraživanja. Iz teze su neposredno proizašla dva rada u međunarodnim časopisima, jedan rad u časopisu kategorije M21a i jedan rad kategorije M22.

M21a

1. **Lazouzi Gamal**, Marija M. Vuksanović, Nataša Z. Tomić, Miodrag Mitrić, Miloš Petrović, Vesna Radojević, Radmila Jančić Hainemann, Optimized preparation of alumina based fillers for tuning composite properties, *Ceramics International* 44 7 (2018) 7442-7449. , ISSN 0272-8842, IF 2,086, (Materials Science, Ceramics 4/25).

Kategorija M22:

1. **Lazouzi Gamal Ali**, Vuksanović Marija M., Tomić Nataša, Petrović Miloš, Spasojević Pavle, Radojević Vesna and Jančić Heinemann Radmila, Dimethyl itaconate modified PMMA – alumina fillers composites with improved mechanical properties, *Polymer Composites*, (2018) In press. (ISSN 0272-8397 IF 2,342, Materials Science, Composites 9/25)

Kategorija M34:

- **Lazouzi Gamal Ali**, Nataša Tomić, Miloš Petrović, Milorad Zrilić, Vesna Radojević, Radmila Jančić Heinemann, Biocompatible poly(methyl methacrylate)/di-methyl itaconate – (iron oxide doped alumina) composite with improved mechanical properties, *The eighteenth annual conference YUCOMAT 2016, Programme and The Book of Abstracts*, Herceg Novi (2016) p 54, ISBN 978-86-919111-1-9.
- **Lazouzi Gamal**, Lakitić Slađana, Dimitrijević Marija, Tomić Nataša, Radojević Vesna, Jančić Heinemann Radmila, Alumina based reinforcement for PMMA dental composite materials, *The nineteenth annual conference YUCOMAT 2017, Programme and The Book of Abstracts*, Herceg Novi (2017) p 106, ISBN 978-86-919111-2-6.

5. ZAKLJUČAK I PREDLOG

Doktorska disertacija Gamal Ali Mohamed Lazouzi, master inženjera tehnologije, pod nazivom „**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 pregleda disertacije i sagledavanja naučnih rezultata ostvarenih i prezentovanih u okviru teze Komisija predlaže Nastavno-naučnom veću Tehnološko – metalurškog fakulteta, da se doktorska disertacija pod nazivom „**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**“. kandidata Gamal Ali Mohamed Lazouzi, prihvati, izloži na uvid javnosti i uputi na konačno usvajanje Veću naučnih oblasti tehničkih nauka Univerziteta u Beogradu.

Beograd, 25. 06. 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 Vesna Radojević, redovni profesor Univerziteta u Beogradu, Tehnološko-metalurški fakultet