

ЗАХТЕВ

за давање сагласности на реферат о урађеној докторској дисертацији

Молимо да, сходно члану 46. ст. 5. Статута Универзитета у Београду ("Гласник Универзитета" број 131/06), дате сагласност на реферат о урађеној докторској дисертацији кандидата

OMER MOHAMED YERRO, мастер инж.

(име, име једног од родитеља и презиме)

КАНДИДАТ: **OMER MOHAMED YERRO, мастер инж.,**

пријавио је докторску дисертацију под називом:

„Синтеза и карактеризација функционалних композитних материјала за примену у стоматологији (Synthesis and characterization of functional composite materials for applications in dentistry)“

Из научне области: **ТЕХНОЛОШКО ИНЖЕЊЕРСТВО**

Универзитет је дана **08.02.2016.** године, својим актом **02 број: 61206-523/2-16** дао сагласност на предлог теме докторске дисертације која је гласила:

„Синтеза и карактеризација функционалних композитних материјала за примену у стоматологији (Synthesis and characterization of functional composite materials for applications in dentistry)“

Комисија за оцену и одбрану докторске дисертације кандидата:

OMER MOHAMED YERRO, мастер инж.,

(име, име једног од родитеља и презиме)

образована је на седници одржаној **14.04.2016.** године Одлуком Факултета под бр. **35/183,** у саставу:

Име и презиме	Звање	Научна област
1. Др Весна Радојевић	Редовни професор	Инжењерство материјала
2. Др Душица Стојановић	Виши научни сарадник	Инжењерство материјала
3. Др Петар Ускоковић	Редовни професор	Инжењерство материјала
4. Др Радмила Јанчић Хајнеман	Научни сарадник	Инжењерство материјала
5. Мирјана Ђукић	Редовни професор	Фармација

Наставно-научно веће Факултета прихватило је реферат Комисије за оцену и одбрану докторске дисертације на седници одржаној дана **26.05.2016.** године.

ДЕКАН ФАКУЛТЕТА

Проф. др Ђорђе Јанаћковић

На основу чл. 30. став 3. Закона о високом образовању, чл. 40. Статута ТМФ и чл. 39. Правилника о докторским студијама ТМФ, на седници Наставно-научног већа Технолошко-металуршког факултета од 26.05.2016. године, донета је

О Д Л У К А

о прихватању Реферата о оцени докторске дисертације

Прихвата се Реферат Комисије у саставу: др Весна Радојевић, редовни професор Универзитета у Београду, Технолошко-металуршки факултет, др Душица Стојановић, виши научни сарадник Универзитета у Београду, Технолошко-металуршки факултет, др Петар Ускоковић, редовни професор Универзитета у Београду, Технолошко-металуршки факултет, др Радмила Јанчић Хајнеман, редовни професор Универзитета у Београду, Технолошко-металуршки факултет, др Мирјана Ђукић, редовни професор Универзитета у Београду, Фармацеутски факултет, о прегледу и оцени урађене докторске дисертације под називом: „Синтеза и карактеризација функционалних композитних материјала за примену у стоматологији (Synthesis and characterization of functional composite materials for applications in dentistry)“ коју је поднео Omer Mohamed Yerro, мастер. инж. 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 Omer Mohamed Yerro под називом „Синтеза и карактеризација функционалних композитних материјала за примену у стоматологији (Synthesis and characterization of functional composite materials for applications in dentistry)“ Одлуком 02 број: 61206-523/2-16 од 08.02.2016. године.

Верификација научних доприноса:

Kategorija M21

1. Yerro O., Radojević V., Radović I., Kojović A., Uskoković P. S., Stojanović D. B., R. Aleksić, Enhanced thermo-mechanical properties of acrylic resin reinforced with silanized alumina whiskers, *Ceramics International*, vol. 42, no. 9, pp. 10779-10786, 2016, ISSN: 0272-8842 (IF 2014 2.605, Materials Science, Ceramics 4/26) doi: 10.1016/j.ceramint.2016.03.205

Kategorija M22

2. Yerro O., Radojević V., Radović I., Petrović M., Uskoković P., Stojanović D., Aleksić R. Thermoplastic acrylic resin with self-healing properties, *Polymer Engineering and Science*, vol. 56, no. 3, pp. 251–257, 2016, ISSN 0032-3888, (IF 2014 1.520 , Engineering, Chemical 61/135), DOI 0.1002/pen.24244

Kategorija M52

1. Radović I., Dukali R., Yerro O., Stojanović D., Uskoković P., Radojević V., Aleksić R., Uticaj rastvarača na stabilnost procesa elektropredenja polimernih nanovlakana, *Tehnika* 1/2014 , pp 19-26, 2014, ISBN: 0040-2176,

Kategorija M 34

1. Radović I., Yerro O., Radojević V., Uskoković P. S., Stojanović D. B., Petrović M., Aleksić R., Thermosetting polymer composite with self-healing ability, *The Book of Abstracts of the Sixteenth Annual Conference, YUCOMAT 2014*, p. 94 <http://www.mrs-serbia.org.rs>
2. Yerro O., Radojevic V., I. Radovic, M. Antonov, M. Petrovic, D. Stojanovic, Aleksic R., Dental restorative material with self healing characteristics, *The Book of abstracts of the 2nd International Conference on Bioinspired and Biobased Chemistry & Materials*, 15- 17th October 2014, Nice, p. 499, <http://sites.unice.fr/nice2014-conference/>

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, докторанду, ментору, Служби за наставно-студентске послове, Библиотеци и Архиви факултета.

Д Е К А Н

Проф. др Ђорђе Јанаћковић

NASTAVNO-NAUČNOM VEĆU

Predmet: Referat o urađenoj doktorskoj disertaciji kandidata Omer Mohamed Yerra

Odlukom br. 35/183. od 14.04.2016. godine, imenovani smo za članove Komisije za pregled, ocenu i odbranu doktorske disertacije kandidata Omer Mohamed Yerra pod naslovom

Sinteza i karakterizacija funkcionalnih kompozitnih materijala za primenu u stomatologiji

Synthesis and characterization of functional composite materials for applications in dentistry

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

R E F E R A T

1. UVOD

1.1. Hronologija odobravanja i izrade disertacije

- **Školske 2011/12** godine kandidat Omer Mohamed Yerro je upisao Doktorske studije na Univerzitetu u Beogradu, Tehnološko-metalurški fakultet, profil Inženjerstvo materijala .
- **31.03.2015.** Kandidat Omer Mohamed Yerro je predložio temu doktorske disertacije pod nazivom: "Sinteza i karakterizacija funkcionalnih kompozitnih materijala za primenu u stomatologiji" (Synthesis and characterization of functional composite materials for applications in dentistry)
- **09. 04. 2015.** na sednici Nastavno-naučnog veća Tehnološko-metalurškog fakulteta, Univerziteta u Beogradu doneta je odluka (35/103 br. od 14. 04. 2015.) o imenovanju članova Komisije za ocenu podobnosti teme i kandidata Omer Mohamed Yerra, dipl. inž. pod naslovom "Sinteza i karakterizacija funkcionalnih kompozitnih materijala za primenu u stomatologiji" (Synthesis and characterization of functional composite materials for applications in dentistry)
- **28. 01. 2016.** na sednici Nastavno-naučnog veća Tehnološko-metalurškog fakulteta, Univerziteta u Beogradu doneta je odluka o prihvatanju teme doktorske disertacije pod naslovom "Sinteza i karakterizacija funkcionalnih kompozitnih materijala za primenu u stomatologiji" (Synthesis and characterization of functional composite materials for applications in dentistry), a za mentora je imenovana dr Vesna Radojević, Odluka br. 35/8 od 28.01.2016.
- **08. 02. 2016.** Veće naučnih oblasti tehničkih nauka donosi odluku po kojoj daje saglasnost na predlog teme " Sinteza i karakterizacija funkcionalnih kompozitnih materijala za primenu u stomatologiji " (Synthesis and characterization of functional composite materials for

applications in dentistry) kandidata Omer Mohamed Yerra, dipl. inž., Odluka br. 61206-523/2-16 od 08.02.2016.

- **14. 04. 2016.** Na sednici Nastavno-naučnog veća Tehnološko-metalurškog fakulteta doneta je odluka o imenovanju članova Komisije za ocenu i odbranu doktorske disertacije Omer Mohamed Yerra, dipl. inž. pod naslovom "Sinteza i karakterizacija funkcionalnih kompozitnih materijala za primenu u stomatologiji" (Synthesis and characterization of functional composite materials for applications in dentistry) Odluka br. 35/183 od 14.04. 2016.

1.2. Naučna oblast disertacije

Istraživanja u okviru ove doktorske disertacije pripadaju naučnoj oblasti Tehnološko inženjerstvo i užoj naučnoj oblasti Inženjerstvo materijala za koju je matičan Tehnološko-metalurški fakultet Univerziteta u Beogradu. Mentor je dr Vesna Radojević, redovni profesor TMF, uža nučna oblast Inženjerstvo materijala, koja je na osnovu dosadašnjih objavljenih radova i iskustava kompetentna da rukovodi izradom ove doktorske disertacije.

1.3. Biografski podaci o kandidatu

Omer Mohamed Yerro rođen je 30.07.1983. u Nalutu, Libija. Srednju školu je završio u Nalutu 2000. godine. Diplomirao je 2005. na Fakultetu medicinske tehnologije na Univerzitetu EL-Jabel EL-Garbi.

Od 2005. godine zaposlen je na Fakultetu medicinske tehnologije na Univerzitetu EL-Jabel EL-Garb kao asistent na odseku Dentalne tehnologije.

Master studije je završio 2011. na Univerzitetu u Beogradu, Tehnološko-metalurški fakultet, profil Inženjerstvo materijala. Doktorske studije na Univerzitetu u Beogradu, Tehnološko-metalurški fakultet, profil Inženjerstvo materijala upisao je školske 2011/12 godine.

2. OPIS DISERTACIJE

2.1. Sadržaj disertacije

Doktorska disertacija kandidata Omer Mohamed Yerra, dipl. inž. pisana je na engleskom jeziku i sadrži 101 stranu A4 formata, 41 sliku, 8 tabela i 142 literaturnih navoda. Doktorska disertacija sadrži sledeća poglavlja: *Apstrakt* (na srpskom i engleskom jeziku), *Uvod*, *Teorijski deo* (Kompozitni materijali i klasifikacija; Primena i struktura kompozitnih materijala u stomatologiji; Funkcionalni strukturni aditivi u dentalnim kompozitnim materijalima, Karakterizacija kompozitnih materijala s polimernom matricom), *Eksperimentalni deo* (Procesiranje, karakterizacija, mehanička svojstva i sposobnost samozalečenja kompozita na bazi akrilata); Procesiranje fluorescentnih polimernih nano i mikro vlakana), *Zaključak*, *Literatura*, *Biografija* i *Prilozi*. Prilozi sadrže izjavu o autorstvu, izjavu o istovetnosti štampane i elektronske verzije rada i izjavu o korišćenju.

2.2. Kratak prikaz pojedinačnih poglavlja

U uvodnom delu je prikazan predmet, sadržaj i cilj doktorske disertacije. Predmet ove doktorske disertacije obuhvata istraživanja u oblasti kompozitnih materijala s polimernom matricom za primenu stomatologiji. Izvedena je sinteza i karakterizacija mikro do nanomodifikovanih dentalnih kompozitnih materijala na bazi autopolimerizujućih akrilata. Akrilati predstavljaju danas najčešće korišćene materijale u stomatologiji. Razlozi za njihovu značajnu primenu jesu povoljna

fizička i mehanička svojstva, transparentnost kao i relativno laka manipulacija. Njihova upotreba široko je rasprostranjena zbog dobrog adhezivnog svojstva s metalom i porculanom, nerastvorljivost u usnoj šupljini, dobre termičke provodljivosti, neznatne apsorpcije vode, prirodnog izgleda, translucencije i biokompatibilnosti. U toku eksploatacije kompozitni materijali trpe kontinuirana i ciklična opterećenja koja dovode do pojave oštećenja. Zbog teške dostupnosti za reparaciju pojavila se potreba za istraživanjima u pravcu poboljšanih mehaničkih svojstava primenom mikro do nano modifikacije.

U Teorijskom delu je u prvom poglavlju dat pregled dosadašnjih saznanja o strukturi i klasifikaciji kompozitnih materijala. 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, optička i druga. U okviru ovog dela prikazan je pregled kompozitnih materijala prema vrsti matrice, kao i prema obliku diskontinualne faze. Funkcionalni kompoziti sa polimernom matricom predstavljaju materijale visokih performansi koji pokazuju jedinstvene kombinacije svojstava i mogućnosti dizajniranja.

U drugom poglavlju dat je pregled specifičnih zahteva u pogledu primene kompozita u stomatologiji. Opisana je uloga pojedinih konstituenata dentalnih kompozitnih materijala. Pored poboljšanja mehaničkih svojstava, punioci ili dodati funkcionalizovani modifikatori, mogu korigovati i druga svojstva kompozita kao što su termička i optička svojstva, svojstvo samozalečenja ili antimikrobna ili dezinfekciona svojstva. Za dobra fizička i mehanička svojstva kompozitnog materijala izuzetno je važno da se ostvari veza između matrice i čestica punioca. Kao vezivna sredstva koriste se najčešće silani. Ova organsko-neorgansko jedinjenja imaju molekule dvostruke funkcionalnosti. S jedne strane, reaguju sa česticama punioca stvarajući stabilnu vezu tipa Si-O-Si, a sa druge strane, vezuju se za organsku matricu stvarajući kovalentne veze. Dobro vezivanje omogućava fleksibilnoj organskoj matrici da prenese naprezanje kojim je materijal izložen tokom eksploatacije na čvrste neorganske čestice punioca. Zbog teške dostupnosti dentalnih materijala i otežane reparacije, pokrenuta su istraživanja za razvoj novih generacija materijala koji bi imali efekat samozalečenja. Princip ovog efekta je da se u kompozit ugrađuju izolovano nosači oligomera i katalizatora koji u kontaktu izazivaju reakciju polimerizacije. Kada usled oštećenja nastala prslina tokom svoje propagacije naiđe na nosače, lomi ih i oligomer i katalizator dolaze u kontakt. Tada dolazi do polimerizacije i nastali polimer ispunjava prslinu. Na osnovu ovog principa razvijaju se i agensi samozalečenja za kompozite sa termoplastičnom matricom. Takođe se u razvoju savremenih kompozitnih materijala u stomatologiji ispituju mogućnosti procesiranja kompozita sa potencijalnim nosačima antimikrobnih i lekovitih supstanci koje bi se oslobađale tokom eksploatacije. U okviru ove tri teme vezane za poboljšanje svojstava kompozitnih materijala izvedeno je literaturni pregled savremenih dostignuća u ovoj problematici, kao i metode karakterizacije.

Eksperimentalni deo je organizovan u dve celine: Pregled primenjenih materijala i metoda sinteze i karakterizacije kompozitnih materijala na bazi autopolimerizujućih arilata poglavlje Rezultati i diskusija. Za polimernu matricu izabran je komercijalni dentalni poli(metil- metakrilat), Simgal, Galenika a.d. Izvedeno je procesiranje kompozita ugradnjom nanoviskersa aluminijum oksida-alumine čija je površina modifikovana 3-merkaptopropil-trimetoksi-silanom u cilju ostvarivanja bolje veze sa polimernom matricom. Pored toga, izvedeno je procesiranje kompozita ugradnjom čestica zeolita 4A kao potencijalnih nosilaca funkcionalnih jona i molekula koji bi se ugrađivali u rešetku zeolita i koji bi daljim otpuštanjem funkcionalno poboljšali kompozit (npr. antimikrobni joni srebra kao i pojedini lekovi). U pravcu daljeg poboljšanja otpornosti na oštećenja, izvedeno je i procesiranje hibridnih kompozita ugradnjom staklenih cevčica sa rastvorima aktivnih agenasa za samozalečenje (diciklopentadiena i Grabs katalizatora prve generacije).

U okviru poglavlja Rezultati i diskusija izdvojene su tri celine: a) Sinteza i karakterizacija kompozita ugradnjom nemodifikovanih i modifikovanih nanoviskersa alumine kao i diskusija o uticaju procesnih parametara i modifikacije površine nanoviskersa na fizičko-mehanička svojstva kompozita; b) Sinteza i karakterizacija kompozita ugradnjom čestica Zeolita i diskusija o uticaju

procesnih parametara i sadržaja Zeolita na fizičko-mehanička svojstva kompozita i c) Procesiranje i karakterizacija hibridnog kompozita ugradnjom staklenih cevčica sa agensima samozalečenja (rastvora diciklopentadiena i Grabs katalizatora prve generacije). U prvom delu je uočeno da modifikacija površine nanoviskersa utiče na termička i mehanička svojstva dobijenog kompozita. Ostvarene hemijske veze na površini nanoviskersa kao i između matrice i modifikovane alumine praćene su FTIR analizom. Rezultati DSC analize pokazali su da se ugradnjom nanoviskersa, a posebno modifikovanih, povećava temperatura transformacije T_g kompozita u odnosu na čist akrilat. Mehanička svojstva ispitivana su metodom nanoindentacije i udarom kontrolisane energije. Uticaj modifikacije površine nanoviskersa se ogleda u izuzetnom povećanju redukovano modula elastičnosti i tvrdoće kompozita u odnosu na čist akrilat. Ostvarena veza između matrice i nanoviskersa pokazala je i povećanje mogućnosti apsorbovanja energije tokom udara. Dobijeni rezultati ukazuju na mogućnost dizajniranja mehaničkih svojstava dentalnih kompozita nanomodifikacijom. U drugom delu je ispitan uticaj ugradnje čestica Zeolita 4A, kao i njihovog udela na termička i mehanička svojstva kompozita. Ugradnja Zeolita nije značajno uticala na temperaturu transformacije T_g i termička svojstva kompozita. S druge strane, dodatkom Zeolita je značajno povećana mogućnost apsorpcije energije tokom udara. Sa povećanjem sadržaja Zeolita, raste i vrednost apsorbovane energije. U trećem delu je praćen hemizam kao i evaluacija procesa samozalečenja. Ispitivanjem FTIR analizom potvrđena je polimerizacija diciklopentadiena, a ispitivanjem udarom kontrolisane energije dobijen je efekat samozalečenja od 80% apsorbovane energije.

U Zaključku su ukratko sumirani svi dobijeni rezultati u ovoj doktorskoj disertaciji i iznet je njihov značaj za pravce razvoja i primene scintilacionih kompozitnih materijala..
Poglavlje Literatura obuhvata 142 reference iz oblasti istraživanja i pokriva sve delove disertacije.

3. OCENA DISERTACIJE

3.1. Savremenost i originalnost

Savremena stomatološka praksa promoviše kompozitne materijale kao jednu od najznačajnijih grupa gradivnih materijala u stomatologiji. Iako su primarno koncipirani kao materijali za ispunje, danas se materijali sličnog sastava koriste za cementiranje protetskih i ortodontskih nadoknada i aparata, izradu privremenih krunica, mostova i endodontskih kočica, kao materijal za zalivanje jamica i fisura, sredstva za punjenje kanala korena i dr. Današnji stomatološki kompozitni materijali sadrže više komponenata, ali su glavni sastojci organska komponenta ili matrica i neorganska komponenta ili punilo, od čijih odnosa zavise fizičke i hemijske karakteristike kompozita. U toku izrade ove disertacije istražene su mogućnosti procesiranja kompozitnih materijala na bazi akrilata poboljšanih mehaničkih i funkcionalnih svojstava. Ovo je ostvareno ugradnjom nano viskersa alumine čija je površina dodatno modifikovana 3-merkaptopropil-trimetoksi-silanom (MPTMS) koji do sad, prema literaturi nije korišćen kod akrilatnih kompozita. Takođe su i prvi put korišćeni modifikovani viskersi alumine. MPTMS je organsko-neorgansko jedinjenje koje, kao i ostali silani, ima molekule dvostruke funkcionalnosti. S jedne strane, reaguje sa česticama alumine stvarajući stabilnu vezu tipa Si-O-Si, a sa druge strane, vezuju se za akrilatnu matricu stvarajući vodonične veze. Ovom modifikacijom je ostvarena dobra disperzija i deaglomeracija nanoviskersa u polimernoj matrici, što vodi ka boljim mehaničkim svojstvima što je i dokazano postizanjem većeg redukovano modula elastičnosti i tvrdoće tokom ispitivanja nanoindentacijom. S druge strane, ostvarene vodonične veze sa akrilatnom matricom obezbedilo je povećanje apsorbovane energije tokom udarnih ispitivanja. Na taj način, kao i ugradnjom aktivnih agenasa za samozalečenje koji su prvi put korišćeni u obliku rastvora i pokazali zavidan procenat samozalečenja od 80%, postignut je značajan napredak u modifikaciji i dizajniranju mehaničkih svojstava savremenih kompozitnih materijala za primenu u stomatologiji.

Poseban trend u oblasti biomaterijala predstavlja mogućnost primene nosača funkcionalnih jona i molekula i koji bi daljim otpuštanjem funkcionalno poboljšali kompozit (npr. antimikrobni joni srebra kao i pojedini lekovi). Procesiranje i karakterizacija kompozita na bazi akrilata ugradnjom čestica Zeolita izvedeno u okviru ove disertacije predstavlja doprinos razvoju naprednih funkcionalnih kompozita.

3.2. Osvrt na referentnu i korišćenu literaturu

U doktorskoj disertaciji je citirano 142 literaturna navoda koja se odnose na istaživanja vezana za problematiku savremenih kompozitnih materijala s polimernom matricom. Literaturni pregled je obuhvatio veliki broj publikovanih naučnih radova iz oblasti: savremenih kompozitnih materijala na bazi akrilata, modifikacije nano čestica i fenomenologije ostvarivanja veze s matricom, metoda dobijanja nano i mikro modifikovanih kompozita i savremenih metoda za karakterizaciju, termičkih, optičkih i mehaničkih svojstava kompozita, uticaja sinteze kao i nanomodifikacije na termička i mehanička svojstva polimernih kompozita. U okviru disertacije dat je potpun kritički literaturni pregled po pojedinim poglavljima fenomena koji su istraživani kao i poređenja dobijenih rezultata sa slično publikovanim rezultatima.

3.3. Opis i adekvatnost primenjenih naučnih metoda

U istraživanjima u okviru ove doktorske disertacije korišćene su savremene tehnike karakterizacije materijala u svim fazama eksperimentalnih istraživanja. U početnim istraživanjima izvedena je karakterizacija polaznih konstituenata. Ostvarene veze ,tokom modifikacije nanoviskersa alumine i u kompozitu, kao i tokom procesa samozalečenja ispitana su primenom FTIR spektroskopije. Termička svojstva polaznog polimera, dobijenih kompozita i samozalečenih prslina ispitana su primenom DSC analize. Morfologija nemodifikovanih i modifikovanih nanoviskersa i čestica Zeolita, kompozita kao i raspodela čestica u kompozitu ispitana je skenirajućom elektronskom mikroskopijom (FESEM). Mehanička svojstva kao i efekat samozalečenja su ispitivana metodom nanoindentacije i ispitivanje udarom kontrolisane energije.

3.4. Primenljivost ostvarenih rezultata

U okviru ove disertacije izvedeno je procesiranje i karakterizacija kompozita na bazi akrilata sa modifikacijom u tri pravca. Omogućen je dalji razvoj primene monokristalnih keramičkih viskersa sa posebnim fizičko-mehaničkim svojstvima usled njihove pravilne kristalne strukture. Pored toga, primenjeni su agensi samozalečenja na termoplastičnoj matrici i dobijen je visok procenat samozalečenja. Usled slabe dostupnosti za reparaciju materijala u stomatologiji ovi rezultati predstavljaju značajan doprinos u pravcu razvoja kompozita sa efektom samozalečenja. U okviru ispitivanja mogućnosti dobijanja kompozita ugradnjom nosilaca funkcionalnih jona, molekula i preparata izvedeno je procesiranje kompozita sa česticama Zeolita.

Rezultati prikazani u ovoj disertaciji omogućavaju dalji napredak u dizajniranju kompozitnih materijala sa proširenim opsegom primene u stomatologiji u zavisnosti od specifičnih funkcionalnih konstituenata- modifikovanih nanoviskera alumine, hibridnih agenasa samozalečenja i potencijalnih funkcionalnih nosača-zeolita.

3.5. Ocena dostignutih sposobnosti kandidata za samostalni naučni rad

U toku izrade doktorske disertacije, kandidat je potpuno osposobljen da samostalno i kritički napravi literaturni pregled, pripremi i realizuje eksperimente, kao i da analizira dobijene rezultate. Tokom izrade doktorske disertacije je ovladao je brojnim tehnikama koje se koriste za karakterizaciju scintilacionih kompozitnih materijala. Kandidat poseduje sve kvalitete neophodne za naučno-istraživački rad i samostalnu prezentaciju dobijenih rezultata.

4. OSTVARENI NAUČNI DOPRINOS

4.1. Prikaz ostvarenih naučnih doprinosa

Rezultati dobijeni u ovoj doktorskoj disertaciji daju značajan doprinos razumevanju uticaja vrste, koncentracije i modifikacije nanočestica i hibridnih agenasa kao i procesnih parametara na termička i mehanička svojstva dobijenih kompozitnih materijala sa polimernom matricom.

Naučni doprinos rezultata istraživanja ostvarenih u okviru ove doktorske disertacije je sledeći:

- Definisanje optimalnih procesnih parametara sinteze funkcionalnih kompozitnih materijala na bazi akrilata sa specifičnim svojstvima
- Ispitana je metoda modifikacije površine nanoviskersa i proučena fenomenologija ostvarivanja veze s matricom
- Prema literaturnom pregledu prvi put je procesiran kompozit na bazi akrilata sa modifikovanim nanoviskersima alumine čime je ostvarena dobra disperzija i deaglomeracija nanoviskersa
- Prvi put je primenjen 3-merkaptopropil-trimetoksi-silan (MPTMS) za modifikaciju površine čestica kod akrilatnih kompozita i ostvarena vodonična veza između matrice i nanoviskersa čime su poboljšana termička i mehanička svojstva kompozita
- Uspostavljena je korelacija između procesnih parametara i postignutih mehaničkih, termičkih i funkcionalnih svojstava dobijenih materijala

4.2. Kritička analiza rezultata istraživanja

Predmet ove doktorske disertacije obuhvata istraživanja u oblasti funkcionalnih kompozitnih materijala s polimernom matricom za primenu u stomatologiji. Posebno su intenzivna istraživanja u oblasti kompozita sa polimernom matricom, koji su predmet disertacije, gde se tradicionalno slabe strane polimera (niske vrednosti parametara mehaničke čvrstoće i loša termostabilnost) značajno poboljšavaju primenom nano, mikro i hibridne modifikacije. Posebno su detaljno istražene mogućnosti poboljšanja mehaničkih svojstava polimernih kompozita ugradnjom modifikovanih nanoviskersa alumine kao i procesiranjem hibridnih kompozita sa efektom samozalečenja. Detaljno je proučena fenomenologija modifikacije površine nanoviskersa i ostvarivanja veze sa matricom, što je omogućilo ravnomerni prenos opterećenja i poboljšanje mehaničkih i termičkih svojstava kompozita.

4.3. Verifikacija naučnih doprinosa

Iz disertacije je do sada objavljeno pet radova: jedan u vrhunskom međunarodnom časopisu M21, jedan rad u istaknutom međunarodnom časopisu M22, jedan rad u časopisu nacionalnog značaja M52, i dva saopštenja kategorije M34..

Kategorija M21

1. Yerro O., Radojević V., Radović I., Kojović A., Uskoković P. S., Stojanović D. B., R. Aleksić, Enhanced thermo-mechanical properties of acrylic resin reinforced with silanized alumina whiskers, *Ceramics International*, vol. 42, no. 9, pp. 10779-10786, 2016, ISSN: 0272-8842 (IF 2014 2.605, Materials Science, Ceramics 4/26) doi: [10.1016/j.ceramint.2016.03.205](https://doi.org/10.1016/j.ceramint.2016.03.205)

Kategorija M22

2. Yerro O., Radojević V., Radović I., Petrović M., Uskoković P., Stojanović D., Aleksić R. Thermoplastic acrylic resin with self-healing properties, *Polymer Engineering and Science*, vol. 56, no. 3, pp. 251–257, 2016, ISSN 0032-3888, (IF 2014 1.520 , Engineering, Chemical 61/135), DOI [0.1002/pen.24244](https://doi.org/10.1002/pen.24244)

Kategorija M52

1. Radović I., Dukali R., Yerro O., Stojanović D., Uskoković P., Radojević V., Aleksić R., Uticaj rastvarača na stabilnost procesa elektropredenja polimernih nanovlakana, *Tehnika* 1/2014 , pp 19-26, 2014, ISBN: 0040-2176,

Kategorija M 34

1. Radović I., Yerro O., Radojević V., Uskoković P. S., Stojanović D. B., Petrović M., Aleksić R., Thermosetting polymer composite with self-healing ability, *The Book of Abstracts of the Sixteenth Annual Conference, YUCOMAT 2014*, p. 94 <http://www.mrs-serbia.org.rs>
2. Yerro O., Radojevic V., I. Radovic, M. Antonov, M. Petrovic, D. Stojanovic, Aleksic R., Dental restorative material with self healing characteristics, *The Book of abstracts of the 2nd International Conference on Bioinspired and Biobased Chemistry & Materials*, 15- 17th October 2014, Nice, p. 499, <http://sites.unice.fr/nice2014-conference/>

5. ZAKLJUČAK I PREDLOG

Rezultati istraživanja u okviru doktorske disertacije Omer Mohamed Yerra doprinose povećanju nivoa znanja o strukturi i svojstvima funkcionalnih kompozitnih materijala sa polimernom matricom i mogućnostima primene u stomatologiji dizajniranjem i modifikovanjem strukture na nano i mikro nivou.

Pregledom doktorske disertacije, Komisija je konstatovala da podneta doktorska disertacija ima sve neophodne sadržaje i da je napisana u skladu sa uobičajenim standardima. Izloženi materijal je sistematizovan i dobro organizovan. Predmet i ciljevi istraživanja su jasno navedeni, ostvareni rezultati i doprinos istraživanja su verifikovani kroz odgovarajući broj naučnih publikacija.

Komisija predlaže Nastavno-naučnom veću TMF-a da prihvati ovaj Referat i da se doktorska disertacija Omer Mohamed Yerra, dipl. inž. pod naslovom "Sinteza i karakterizacija funkcionalnih kompozitnih materijala za primenu u stomatologiji" (Synthesis and characterization of functional composite materials for applications in dentistry) prihvati, izloži na uvid javnosti i uputi na konačno usvajanje Veću naučnih oblasti tehničkih nauka Univerziteta u Beogradu, te

nakon završetka procedure, pozove kandidata na usmenu odbranu doktorske disertacije pred Komisijom u istom sastavu.

U Beogradu, 16.05.2016.

ČLANOVI KOMISIJE

.....
Prof. dr . Vesna Radojević, red. prof.
Univerziteta u Beogradu, Tehnološko-metalurški
fakultet

.....
dr Dušica Stojanović, viši naučni saradnik
Univerziteta u Beogradu, Tehnološko-metalurški
fakultet

.....
Prof. dr Petar Uskoković, red. prof.
Univerziteta u Beogradu, Tehnološko-metalurški
fakultet

.....
Prof. dr Radmila Jančić-Hajneman, red. prof.
Univerziteta u Beogradu, Tehnološko-metalurški
fakultet

.....
Prof. dr Mirjana Đukić, red. prof.
Univerziteta u Beogradu, Farmaceutski fakultet