

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:

Giuma (Khalifa Giuma) Ayoub, M.Sc.

КАНДИДАТ: **Giuma Ayoub** пријавио је докторску дисертацију под називом:

„Процесирање, својства и примена денталних инсерата на бази калцијум-фосфата и цирконијум(IV)-оксида (The processing, properties and application of dental inserts based on calcium phosphates and zirconia)“

Из научне области: **ТЕХНОЛОШКО ИНЖЕЊЕРСТВО**

Универзитет је дана **25.03.2019.** године, својим актом **61206-1326/2-19**, дао сагласност на предлог теме докторске дисертације која је гласила:

„ Процесирање, својства и примена денталних инсерата на бази калцијум-фосфата и цирконијум(IV)-оксида (The processing, properties and application of dental inserts based on calcium phosphates and zirconia)““

Комисија за оцену и одбрану докторске дисертације кандидата **Giuma Ayoub** образована је на седници Наставно-научног већа одржаној **18.11.2021.** године Одлуком Факултета под бр. **35/302** у саставу:

Име и презиме	Звање	Научна област
1.Др Ђорђе Јанаћковић	Редовни професор	Инжењерство неорганских хемијских производа
2.Др Ђорђе Вељовић	Ванредни професор	Инжењерство неорганских хемијских производа
3.Др Рада Петровић	Редовни професор	Инжењерство неорганских хемијских производа
4.Др Весна Милетић	Редовни професор	Клиничке стоматолошке науке
5. Др Маја Зебић	Научни сарадник	Клиничке стоматолошке науке

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

На захтев студента, у складу са Статутом Универзитета у Београду и Статутом Факултета, декан је донео Решење бр. 20/171 од 29.09.2020. године о продужењу рока за завршетак студија до истека троструког броја школских година потребних за реализацију уписаног студијског програма, односно до краја школске 2022/2023. године.

Наставно-научно веће Факултета прихватило је реферат Комисије за оцену и одбрану докторске дисертације на седници одржаној дана **23.12.2021.** године.

ДЕКАН ФАКУЛТЕТА

Проф. др Петар Ускоковић

Бр. 20/171

29. 09. 2020 год.

БЕОГРАД

На основу члана 101. Статута Универзитета у Београду ("Гласник Универзитета у Београду бр. 201/2018") и члана 76. став 1. и став 4. Статута Технолошко-металуршког факултета у Београду, као и захтева студента за продужење рока за завршетак студија Декан доноси

РЕШЕЊЕ

о продужењу рока за завршетак студија

Студенту Ayoub Giuta, број индекса 4046/2014, уписаном-ој у прву годину докторских академских студија школске 2014/2015. године, продужава се рок за завршетак студија до истека троструког броја школских година потребних за реализацију уписаног студијског програма, односно до краја школске 2022/2023. године.

Поука о правном леку:

Против овог решења именовани-а може поднети жалбу Савету Факултета у року од 8 дана од дана пријема решења.

Доставити:

- Студенту;
- Служби за студентска питања;
- Општој служби – архиви.

ДЕКАН



На основу чл. 40. став 3. Закона о високом образовању, чл. 112. став 3. Статута Универзитета у Београду, чл. 88. став 3. Статута ТМФ-а и чл. 39. Правилника о докторским студијама ТМФ, на седници Наставно-научног већа Технолошко-металуршког факултета од 23.12.2021. године, донета је

О Д Л У К А

о прихватању Реферата о оцени докторске дисертације

Прихвата се Реферат Комисије у саставу: др Ђорђе Јанаћковић, редовни професор Универзитета у Београду, Технолошко-металуршки факултет, др Ђорђе Вељовић, ванредни професор Универзитета у Београду, Технолошко-металуршки факултет, др Рада Петровић, редовни професор Универзитета у Београду, Технолошко-металуршки факултет, др Весна Милетић, редовни професор University of Sydney, School of Dentistry, Sydney, Australia, др Маја Зебић, научни сарадник Универзитета у Београду, Стоматолошки факултет, о прегледу и оцени урађене докторске дисертације под називом: „**Процесирање, својства и примена денталних инсерата на бази калцијум-фосфата и цирконијум(IV)-оксида (The processing, properties and application of dental inserts based on calcium phosphates and zirconia)**“ коју је поднео **Giuma Khalifa Giuma Ayoub**, M.Sc. 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 **Giuma Khalifa Giuma Ayoub**, под називом „**Процесирање, својства и примена денталних инсерата на бази калцијум-фосфата и цирконијум(IV)-оксида (The processing, properties and application of dental inserts based on calcium phosphates and zirconia)**““ Одлуком број: 61206-1326/2-19 од 25.03.2019. године.

Верификација научних доприноса:

Категорија M21a:

1. **Ayoub G.**, Veljović Dj., Ležaja Zebić M., Miletić V., Palcevskis E., Petrović R., Janačković Dj.: *Composite nanostructured hydroxyapatite/yttrium stabilized zirconia dental inserts – The processing and application as dentin substitutes*, - Ceramics International, Vol 44, 2018, pp. 18200-18208 (doi.org/10.1016/j.ceramint.2018.07.028) (ISSN 0272-8842, IF(2018)= 3,450).

Категорија M22:

1. **G. Ayoub**, M. Ležaja Zebić, V. Miletić, R. Petrović, Dj. Veljović, Dj. Janačković, “Dissimilar sintered calcium phosphate dental inserts as dentine substitutes: Shear bond strength to restorative materials“, Journal of Biomedical Materials Research Part B: Applied Biomaterials, Vol 108, 2020, pp. 2461-2470 (doi: 10.1002/jbm.b.34578) (ISSN 1552-4973, IF(2020)=3,368).

Категорија M34:

1. **Ayoub G.**, Veljović Dj., Ležaja Zebić M., Palcevskis E., Miletić V., Janačković Dj.: *Composite nanostructured HAp/YSZ dental inserts – processing, mechanical properties and application in dental restorations*, -Programme and the book of abstracts of the YUCOMAT 2017, Herceg Novi 2017., p.103.

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

Д Е К А Н

Проф. др Петар Ускоковић

УНИВЕРЗИТЕТ У БЕОГРАДУ
ТЕХНОЛОШКО-МЕТАЛУРШКИ ФАКУЛТЕТ
НАСТАВНО-НАУЧНОМ ВЕЋУ

Предмет: Реферат о урађеној докторској дисертацији кандидата Giuma Khalifa Giuma Ayoub, M.Sc.

Одлуком бр. 35/302 од 18.11.2021. године, именовани смо за чланове Комисије за преглед, оцену и одбрану докторске дисертације кандидата Giuma Khalifa Giuma Ayoub, M.Sc. под насловом: „Процесирање, својства и примена денталних инсерата на бази калцијум-фосфата и цирконијум(IV)-оксида“ (The processing, properties and application of dental inserts based on calcium phosphates and zirconia).

После прегледа достављене Дисертације и других достављених материјала Комисија је сачинила следећи

РЕФЕРАТ

1. УВОД

1.1. Хронологија одобравања и израде дисертације

- Кандидат Giuma Khalifa Giuma Ayoub, M.Sc., уписао је докторске студије 2014/2015. школске године, на Технолошко-металуршком факултету Универзитета у Београду, на студијском програму Инжењерство материјала.
- 21.01.2019. године Кандидат је поднео пријаву теме докторске дисертације
- 31.01.2019. на седници Наставно-научног већа Технолошко-металуршког факултета Универзитета у Београду, донета је Одлука о именовању Комисије за оцену подобности теме и кандидата Giuma Khalifa Giuma Ayoub, M.Sc., за израду докторске дисертације и оцену научне заснованости теме под називом ”Процесирање, својства и примена денталних инсерата на бази калцијум-фосфата и цирконијум(IV)-оксида“ (The processing, properties and application of dental inserts based on calcium phosphates and zirconia), (одлука бр. 35/36).
- 07.03.2019. на седници Наставно-научног већа Технолошко-металуршког факултета у Београду донета је Одлука о прихватању Реферата Комисије за оцену подобности теме и кандидата Giuma Khalifa Giuma Ayoub, M.Sc. за израду докторске дисертације под називом „Процесирање, својства и примена денталних инсерата на бази калцијум-фосфата и цирконијум(IV)-оксида“ (The processing, properties and application of dental inserts based on calcium phosphates and zirconia), (одлука бр. 35/79).
- 25.03.2019. Веће научних области техничких наука Универзитета у Београду је на својој седници дало сагласност на предлог теме докторске дисертације кандидата

Giuma Khalifa Giuma Ayoub, M.Sc. под насловом „Процесирање, својства и примена денталних инсерата на бази калцијум-фосфата и цирконијум(IV)-оксида“ (The processing, properties and application of dental inserts based on calcium phosphates and zirconia), (одлука бр. 61206-132624-19).

- 18.11.2021. на седници Наставно-научног већа Технолошко-металуршког факултета Универзитета у Београду, усвојена је Одлука о именовању Комисије за оцену и одбрану докторске дисертације кандидата Giuma Khalifa Giuma Ayoub, M.Sc., под називом „Процесирање, својства и примена денталних инсерата на бази калцијум-фосфата и цирконијум(IV)-оксида“ (The processing, properties and application of dental inserts based on calcium phosphates and zirconia), (одлука 35/302)

1.2. Научна област дисертације

Истраживања у оквиру ове докторске дисертације припадају научној области Технолошко инжењерство за коју је Технолошко-металуршки факултет Универзитета у Београду матичан. Ужа научна област у оквиру које је рађена дисертација је Инжењерство материјала. За ментора ове докторске дисертације је именован др Ђорђе Јанаћковић, редовни професор Универзитета у Београду Технолошко-металуршког факултета.

Ментор професор Ђорђе Јанаћковић је до сада из уже научне области Инжењерства материјала публиковао преко 130 радова у часописима са СЦИ листе који су цитирани преко 2482 пута без аутоцитата, а индекс цитираности h износи 26 (према бази научних радова „Scopus“). Био је ментор и коментор 18 одбрањених докторских дисертација и члан комисије 26 одбрањених докторских дисертација, чиме се потврђује његова компетентност као ментора да руководи и изразом ове докторске дисертације.

1.3. Биографски подаци о кандидату

Giuma Khalifa Giuma Ayoub је рођен 09. 05. 1975. у граду Zawia у Либији, где је завршио основну и средњу школу. Студирао је на Naser Универзитету у Мисурати у Либији, на коме је дипломирао у јулу 1998. године на одсеку за денталну технологију. У периоду од 2003. до 2007. године радио је као асистент на одсеку за денталну технологију на Al Gabal Al Gharbi Универзитету у Налугу у Либији. Радио је на више стоматолошких клиника и у више лабораторија у Либији. Диплому Мастера у области стоматолошких наука је стекао 2012. године на Универзитету у Кремсу у Аустрији. Докторске студије на студијском програму Инжењерство материјала на Универзитету у Београду Технолошко-металуршком факултету уписао је 2014. године где је положио све испите предвиђене планом и програмом, укључујући и завршни испит. Резултати досадашњег научно-истраживачког рада

кандидата у области докторске дисертације приказани су у оквиру: једног рада у међународном часопису изузетних вредности (M21a), једног рада у истакнутом међународном часопису (M22) и једног саопштења са међународног скупа штампаног у изводу (M34).

2. ОПИС ДИСЕРТАЦИЈЕ

2. 1. Садржај дисертације

Докторска дисертација кандидата Giuma Khalifa Giuma Ayoub, M.Sc., садржи 114 страна (од којих је 97 нумерисано) у оквиру којих се налази 9 поглавља, са укупно 33 слика, 10 табела и 219 литературних навода. Докторска дисертација садржи: Увод представљен у поглављу 1, Теоријски део представљеним у поглављима од 2 до 4, Експериментални део дат у поглављу 5, Резултати који су дати у поглављу 6, Дискусија је обрађена у поглављу 7, Закључак у поглављу 8 и Литература у поглављу 9, дакле дисертација по својој форми, садржају и резултатима задовољава стандарде Универзитета у Београду за докторску дисертацију.

2.2. Кратак приказ појединачних поглавља

Поглавље 1 Увод уводи у проблематику примене биоматеријала за супституцију оштећених делова коштаног или зубног ткива, са кратким освртом на керамичке материјале, посебно калцијум-фосфатна једињења као што су хидроксиапатити. Такође је дат осврт на примену тих материјала за рестаурацију великих шупљина и супституцију дентина уз примену денталних керамичких инсерата. Такође су у овом делу детаљно образложени предмет и циљеви истраживања ове докторске дисертације.

Поглавље 2 Бикерамички материјали разматра биокерамичке материјале, њихову поделу, улогу у реконструкцији оштећених делова ткива, њихову интеракцију са ћелијама односно ткивима, као и синтезу, структуру, својства и примену. Посебан акценат је дат на хидроксиапатитима.

У поглављу 3 Цирконијум-оксидна кермика је дат осврт на структуру, својства, фазне трансформације код цирконијум-оксидне керамике и нарочито механизам ојачавања керамичких материјала са додатком ZrO_2 , обзиром на чињеницу да је у овој докторској дисертацији управо коришћен керамички систем базиран на хидроксиапатитној керамици ојачаној додатком честица ZrO_2 . Такође је разматрана могућност примене ових материјала у стоматологији.

У поглављу 4 Дентални инсерти објашњен је принцип коришћења денталних инсерата у ресторативној стоматологији, односно принцип попуњавања великих шупљина зуба и репарације дентина коришћењем денталних инсерата. Дат је преглед

досадашњег рада на тој проблематици, нарочито могућности примене хидроксиапатитне керамике која мора задовољавати одређена механичка својства (тврдоћу, жилавост, димензиону стабилност и др.) као и сличност са околним дентином, док са друге стране треба да ступа у реакцију са функционалним групама комерцијалних адхезива и цемената који се користе за њихову фиксацију, у циљу успостављања добре адхезије са њима.

Поглавље 5 Експериментални део обарђује синтезу прахова и процесирање материјала коришћених за добијање инсерата, где су за синтезу прахова хидроксиапатита коришћени преципитациона и хидротермална метода. За добијање композитних прахова коришћене су мешавине хидроксиапатита и итријумом-стабилисан ZrO_2 . Прахови су изостатски пресовани на различитим притисцима и синтеровани класичним једностепеним и двостепеним начином синтеровања на различитим температурама. Такође су дати протоколи припреме узорака инсерата за остваривање везе са комерцијалним рестауративним стоматолошким материјалима методом самонагризања и тоталног нагризања инсерта, као и припрема узорака инсерата у комбинацији са различитим врстама комерцијалних рестауративних материјала за испитивања јачине везе на смицање. Прахови и синтеровани узорци су карактерисани следећим методама: одређивањем расподеле величине честица, морфологије прахова и микроструктуре синтерованих узорака скенирајућом електронском микроскопијом, хемијског састава енергетско-дисперзионом спектроскопијом, фазног састава рендгенском дифракционом анализом, тврдоће и жилавости методом индентације по Викерсу, док је јачина везе на смицање између инсерата и рестауративних материјала одређена мерењем силе на смицање помоћу универзалног мерача силе који је специјално прилагођен за испитивање смицања денталних узорака.

У поглављу 6 Резултати, приказани су резултати добијени у оквиру ове докторске дисертације и то по деловима: - Карактеризација синтетисаних хидроксиапатитних честица и итријум-стабилисаног ZrO_2 , где су приказани хемијски састави, морфологије, расподела величина честица и фазни састави; - карактеризација синтерованих узорака инсерата на бази хидроксиапатита/итријум-стабилисаног ZrO_2 фазе где су приказани фазни састави, микроструктура и механичка својства синтерованих узорака; - Јачина везе на смицање где су приказане морфологије композитних самонагрижених и тотално нагрижених инсерата као и механичка својства инсерата у комбинацији са различитим комерцијалним рестауративним материјалима; - Карактеризација различитих врста инсерата синтерованих различитим техникама (монофазни двостепено синтеровани (TSSHAр), бифазни конвенционално синтеровани (HAp/TCр) и композитни конвенционално синтеровани (HAp/t- ZrO_2)) где су дати фазни састави и микроструктуре прелома самонагрижених и тотално нагрижених узорака, као и вредности тврдоћа и жилавости поменутих материјала; - Јачина везе на смицање где су дате јачине веза различитих врста инсерата и рестауративних материјала коришћених у раду.

У поглављу 7 Дискусија резултата разматрано је како услови процесирања утичу на фазни састав, микроструктуру, механичка својстава-тврдоћу и жилавост, као и јачину везе на смицање између процесираних инсерата и рестауративних материјала при коришћеним протоколима самонагризања и тоталног нагризања. Анализа микроструктуре лома композитних инсерата на бази хидроксиапатита/тетрагоналног цирконијум(IV)-оксида (HAp/t-ZrO_2) је указала на два потенцијална механизма повећања жилавости. Температура синтеровања и различити клинички протоколи су утицали на јачину везе на смицање између процесираних инсерата и комерцијалних рестауративних материјала. Највеће вредности јачине везе на смицање од 10,50 МПа су постигнуте код инсерата који су синтеровани на 1300 °C, следећи самонагризајући протокол примене адхезива. Закључено је да се композити на бази смоле могу снажно везати за HAp/t-ZrO_2 денталне инсерте, превентивно примењујући самонагризајући протокол. Додатно, вредности жилавости и тврдоће добијених инсерата указали су на потенцијал њихове примене као супституената дентина, што је добар услов за задовољавајућа механичка својства рестаурираних зуба. Један од циљева је такође била компаративна анализа физичко-хемијских и механичких својстава денталних инсерата и јачине везе на смицање између различитих денталних инсерата на бази хидроксиапатита и различитих рестауративних материјала, након примене различитих клиничких протокола. Поред HAp/t-ZrO_2 инсерата, монофазни густо двостепено синтеровани (TSSHAp) и двофазни једностепено синтеровани HAp са контролисаном порозношћу (HAp/TCr) су процесирани и упоредно анализирани. TSSHAp и HAp/TCr инсерти су показали упоредиве и релативно велике вредности јачине везе на смицање, веће у односу на HAp/t-ZrO_2 инсерте. Нешто веће вредности јачине везе на смицање су добијене код TSSHAp инсерата, а највећа средња вредност јачине везе на смицање, која је износила 18,51 МПа је одређена између TSSHAp инсерата и Filtek Z250 композита након самонагризајућег протокола. Механичка својства три типа инсерата су била слична или већа у односу на глеђ (тврдоћа) и слична дентину (жилавост) упркос разликама у методама процесирања инсерата. Вредности јачине везе на смицање инсерата на бази калцијум-фосфата и различитих рестауративних материјала су веома варирале, али су се показале упоредиве са јачином везе коју рестауративни материјали остварују са дентином. Адхезивно везивање добијено протоколом тоталног нагризања или самонагризајућим протоколом се показало обећавајуће код сва три типа инсерата на бази калцијум-фосфата.

У поглављу 8 Закључак су приказани закључци који су изведени на основу истраживања и дискусије резултата и доступних литературних података.

У поглављу 9 Литература је наведена коришћена литература у оквиру ове докторске дисертације.

3. ОЦЕНА ДИСЕРТАЦИЈЕ

3.1. Савременост и оригиналност

Докторска дисертација кандидата Giuma Khalifa Giuma Ayoub за предмет има веома савремену тему истраживања, у оквиру које су оптимизовани параметри процесирања денталних инсерата на бази калцијум-фосфата и цирконијум(IV)-оксида, дефинисана њихова својства (микроструктура, фазни састав, жилавост и тврдоћа) и испитана могућност примене у својству замене за дентин одређивањем јачине везе добијених денталних инсерата и различитих рестауративних материјала.

Материјали на бази калцијум-фосфата због своје хемијске и структурне сличности са неорганском фазом зуба, а захваљујући одличној биоактивности и биокомпатибилности имају велики потенцијал за примену у стоматологији за замену оштећених делова зубних ткива. Дентални инсerti представљају синтероване керамичке компакте у различитим облицима и величинама, који су у комбинацији са различитим композитним рестауративним материјалима погодни за испуне великих зубних кавитета. Дентални инсerti су се најпре осамдесетих година појавили као мегапуниоци, а касније су почели да се производе у облицима и димензијама која одговарају облику и димензијама зубних кавитета. Примењују се у комбинацији са композитним рестауративним материјалима и денталним цементима, са идејом да се смањи полимеризациона контракција испуне и поједностави клинички протокол, а самим тим и вероватноћа за настајање микропукотина, које се током времена повећавају и доводе до одвајања испуне и зубног ткива. Примена керамичких инсерата такође подразумева значајно смањење количине коришћених денталних композита за рестаурацију кавитета, а такође смањује и разлику коефицијента термичког ширења зуба и рестаурације, што је врло битно у случају рестаурација већих кавитета. Испитивање могућности примене калцијум-фосфатних денталних инсерата оптималних својстава је веома атрактивна, оригинална и савремена тема, која представља јединствен спој науке о материјалима и стоматологије.

Уз поменуте предности кацијум-фосфатне биокерамике, треба нагласити релативно ниске вредности жилавости. Синтезом наночестичних прахова калцијум-хидроксиапатита, применом високих притисака приликом изостатског пресовања полазних компаката, контролом величине зрна применом двостепеног синтеровања, контролом облика и величина пора, формирањем композитне биокерамике инкорпорирањем наночестица стабилисаног цирконијум(IV)-оксида могуће је побољшање механичких својстава денталних биокерамичких инсерата на бази калцијум-фосфата. Утицај микроструктуре и фазног састава на јачину везе инсера и композитних рестауративних материјала и денталних цемената, уз примену различитих протокола испитан је у овој докторској дисертацији, што је чини посебно актуелном и оригиналном. Нано-честице цирконијум(IV)-оксида синтетисане плазма поступком, које су по природи биоинертне и нису токсичне, коришћене су као ојачавач калцијум-фосфатне биокерамичке матрице. Оптималним

инкорпорирањем јона Y^{3+} у структуру цирконијум(IV)-оксида стабилисана је тетрагонална фаза током синтеровања. Униформном расподелом стабилисаних наночестица цирконијум (IV)-оксида постигнуто је значајно повећање коефицијента жилавости хидроксиапатитне биокерамике, при чему је и тврдоћа инсерата била адекватна.

У овој докторској дисертацији је испитан утицај микроструктурних својстава густих и контролисано порозних биокерамичких инсерата на бази хидроксиапатита и трикалцијум-фосфата, са или без честица цирконијум(IV)-оксида, добијених једностепеним и двостепеним синтеровањем наночестичних прахова хидроксиапатита и цирконијум(IV)-оксида, на механичка својства и потенцијалну примену у стоматологији. У циљу испитивања потенцијалне примене добијених денталних инсерата, дефинисан је утицај различитих клиничких протокола на јачину везе добијених денталних инсерата и различитих рестауративних материјала. Оптимизацијом параметара процесирања добијени су инсерти на бази калцијум-фосфата и цирконијум (IV)-оксида са адекватним механичким својствима, који су остварили адекватну јачину везе дентални инсерт/адхезив/дентални композит, што све заједно представља значајан напредак и оригиналност како у процесима синтезе, утицаја микроструктуре односно начина третирња на успостављања везе, тако и у правцу примене калцијум-фосфатних денталних инсерата у стоматологији.

3.2. Осврт на референтну и коришћену литературу

У докторској дисертацији кандидата Giuma Khalifa Giuma Ayoub цитирано је 219 литературних навода, од којих значајан број чине радови из угледних међународних часописа са тематиком значајном за израду докторске дисертације. Наведена литература садржи теоријске основе из области докторске дисертације, експериментално добијене резултате истраживања, критичку анализу и дискусију добијених резултата и проистекле закључке у вези процесирања, својстава и примене биокерамичких материјала на бази калцијум-фосфата и цирконијум(IV)-оксида у стоматологији. Прегледом литературних навода је приказано стање у области биокерамичких материјала на бази калцијум-фосфата и цирконијум(IV)-оксида и остварен увид у примену денталних инсерата као замене за дентин. Критичка анализа истраживања приказаних у стручној и научној литератури, утицала је значајно на полазне хипотезе за истраживања која су спроведена у овој докторској дисертацији. У списку литературе налазе се и референце кандидата Giuma Khalifa Giuma Ayoub, проистекле из ове докторске дисертације. Литературни наводи који су коришћени у докторској дисертацији, приказани и дискутовани резултати докторске дисертације и објављени радови кандидата у угледним међународним часописима, указују на адекватно познавање предметне области истраживања.

3.3. Опис и адекватност примењених научних метода

У докторској дисертацији су коришћене савремене методе синтезе полазних прахова хидроксиапатита и итријумом стабилисаног цирконијум(IV)-оксида, једноступеног и двоступеног синтеровања денталних инсерата, као и савремене методе карактеризације добијених дентинских заменика. Дентални инсерти су процесирани полазећи од хидротермално и преципитационо синтетисаних прахова хидроксиапатита и итријумом стабилисаног цирконијум(IV)-оксида добијеног плазма поступком. Полазни компакти добијени изостатским пресовањем, синтеровани су конвенционалним једноступеним и двоступеним поступком.

Физичко-хемијска својства синтетисаних прахова одређена су применом рендгенске дифракционе анализе (eng. *X-ray diffraction*, *XRD*), скенирајуће електронске микроскопије (eng. *Scanning Electron Microscopy*, *SEM*), енергетске дисперзионе спектроскопије (eng. *Energy-dispersive X-ray spectroscopy*, *EDX*) и одређивањем расподеле величина честица. Синтеровање денталних инсерата праћено је упоредном дилатометријском анализом. Скенирајућом електронском микроскопијом и рендгенском дифракционом анализом одређени су микроструктура и фазни састав добијених биокерамичких инсерата на бази калцијум-фосфата и итријумом стабилисаног цирконијум(IV)-оксида.

Тврдоћа инсерата је одређена Викерсовом методом индентације, док је жилавост процењена коришћењем *Evans/Charles* једначине. Јачине везе добијених инсерата и следећих рестауративних материјала: „Filtek Z250” дентални композит, “GC Fuji VIII” глас-јономер цемент и “Maxcem Elite” цемент, уз примену универзалног адхезива „Single Bond Universal“, примењујући клиничке протоколе са тоталним нагризањем и само-нагризањем, одређени су мерењем силе на смицање помоћу универзалног мерача силе који је специјално прилагођен за испитивање смицања денталних узорака.

Подаци за јачину везе инсерата и рестауративних материјала статистички су анализирани дескриптивним и аналитичким методама. Хипотезе су тестиране параметарским тестовима (двофакторска и једнофакторска анализа варијансе) са „*post-hoc*“ тестовима међугрупне компарације.

3.4. Применљивост остварених резултата

Оптимизацијом параметара процесирања добијени су дентални инсерти задовољавајућих механичких својстава на бази калцијум-фосфата, ојачани нано-честицама итријумом стабилисаног цирконијум(IV)-оксида. Прецизно дефинисана својства густих и контролисано порозних денталних инсерата на бази калцијум-фосфата и цирконијум(IV)-оксида, указују на велики потенцијал за примену у стоматологији. Механичка својства инсерата на бази HAp/t-ZrO_2 , монофазних

двостепено синтерованих инсерата на бази хидроксиапатита и конвенционално синтерованих инсерата на бази хидроксиапатита и трикалцијум-фосфата, уз остварене јачине везе са поменутиим комерцијалним материјалима указују на велики допринос ове докторске дисертације у правцу примене добијених материјала у својству замене за дентин приликом рестаурације великих кавитета. На основу доступних литературних података из ове области, као и добијених резултата у оквиру ове докторске дисертације, може се констатовати да је остварен значајан научни допринос, који указује на потребу за даљим развојем денталних инсерата на бази калцијум-фосфата и цирконијум(IV)-оксида за примену у стоматологији.

3.5. Оцена достигнутих способности кандидата за самостални научни рад

Кандидат Giuma Khalifa Giuma Ayoub је током израде докторске дисертације испољио завидан ниво самосталности и стручности у осмишљавању, припреми и реализацији експеримената, а током писања докторске дисертације, приказивања и дискутовања добијених резултата је показао висок ниво систематичности и креативности. Кандидат поседује све квалитете који су неопходни за самостални научни рад.

4. ОСТВАРЕНИ НАУЧНИ ДОПРИНОС

4.1. Приказ остварених научних доприноса

Научни доприноси резултата истраживања ове дисертације су:

- оптимизовани су параметри процесирања денталних биокерамичких инсерата на бази хидроксиапатита, трикалцијум-фосфата и цирконијум(IV)-оксида полазећи од наночестичних прахова, применом различитих техника синтеровања;
- дефинисан је утицај физичко-хемијских и морфолошких својстава полазних прахова хидроксиапатита синтетисаних преципитационом и хидротермалном методом, као и утицај уградње честица итријумом стабилисаног цирконијум(IV)-оксида добијеног плазма техником, на механичка својства композитних калцијум-фосфатних биокерамичких денталних инсерата;
- утврђен је утицај фазног састава и микроструктурних карактеристика густих монофазних двостепено синтерованих и вишефазних конвенционално синтерованих контролисано порозних биокерамичких денталних инсерата, на јачину везе са комерцијалним денталним композитима и цементима, и потенцијалну примену у својству дентинских замена;

- објашњен је утицај микроструктуре инсерата уз примену различитих клиничких протокола на јачину везе синтерованих денталних инсерата и различитих рестауративних материјала;
- указано је на могућности примене синтерованих инсерата на бази хидроксиапатита, трикалцијум-фосфата и цирконијум(IV)-оксида у својству потенцијалних дентинских заменика приликом рестаурације великих кавитета.

4.2. Критичка анализа резултата истраживања

Истраживања обухваћена овом докторском дисертацијом конципирана су на основу јасно дефинисаних циљева и претходне детаљне анализе литературе релевантне за области истраживања. Научне методе примењене у докторској дисертацији су примењене у складу са савременим концептом истраживања и указују на примену мултидисциплинарног приступа истраживањима. Прегледом доступне савремене литературе, у којој је разматран развој биокерамичких материјала на бази хидроксиапатита, трикалцијум-фосфата и цирконијум(IV)-оксида за примену у стоматологији, може се уочити да је логичан правац развоја ових материјала у побољшању механичких својстава оптимизацијом параметара процесирања, полазећи од нано-честичних прахова хидроксиапатита, уз примену савремених концепата синтеровања и ојачавања керамичке матрице нано-честицама стабилисаног цирконијум(IV)-оксида. Главни научни циљеви докторске дисертације усмерени су на постизање адекватних механичких својстава биокерамичких материјала, дефинисање њихових својстава и примену синтерованих инсерата у својству потенцијалних дентинских заменика приликом рестаурације великих кавитета. У докторској дисертацији је упоредном анализом објашњен утицај микроструктуре инсерата приликом примене различитих клиничких протокола на јачину везе синтерованих денталних инсерата и различитих рестауративних материјала. Увидом у доступну литературу, верификацију научних доприноса и резултате истраживања приказане у овој докторској дисертацији може се констатовати да су добијени резултати веома значајни са научног аспекта и дају јасан допринос у правцу примене денталних биокерамичких инсерата на бази калцијум-фосфата у стоматологији.

4.3. Верификација научних доприноса

Кандидат Giuma Khalifa Giuma Ayoub је резултате добијене током израде докторске дисертације верификовао објављивањем радова у часописима међународног значаја и саопштењем на међународном научном скупу. Резултати су приказани су у оквиру: једног рада у међународном часопису изузетних вредности

(M21a), једног рада у истакнутом међународном часопису (M22) и једног саопштења са међународног скупа штампаног у изводу (M34).

Списак радова који су резултат истраживања у оквиру докторске дисертације

Рад у међународном часопису изузетних вредности (M21a):

1. **Ayoub G.**, Veljović Dj., Ležaja Zebić M., Miletić V., Palcevskis E., Petrović R., Janačković Dj.: *Composite nanostructured hydroxyapatite/yttrium stabilized zirconia dental inserts – The processing and application as dentin substitutes*, - Ceramics International, Vol 44, 2018, pp. 18200-18208 (doi.org/10.1016/j.ceramint.2018.07.028) (ISSN 0272-8842, IF(2018)= 3,450).

Рад у истакнутом међународном часопису (M22):

1. **G. Ayoub**, M. Ležaja Zebić, V. Miletić, R. Petrović, Dj. Veljović, Dj. Janačković, “Dissimilar sintered calcium phosphate dental inserts as dentine substitutes: Shear bond strength to restorative materials“, Journal of Biomedical Materials Research Part B: Applied Biomaterials, Vol 108, 2020, pp. 2461-2470 (doi: 10.1002/jbm.b.34578) (ISSN 1552-4973, IF(2020)=3,368).

Саопштења са међународног скупа штампана у изводу (M34):

1. **Ayoub G.**, Veljović Dj., Ležaja Zebić M., Palcevskis E., Miletić V., Janačković Dj.: *Composite nanostructured HAp/YSZ dental inserts – processing, mechanical properties and application in dental restorations*, -Programme and the book of abstracts of the YUCOMAT 2017, Herceg Novi 2017., p.103.

5. ЗАКЉУЧАК И ПРЕДЛОГ

На основу свега наведеног Комисија сматра да докторска дисертација кандидата Giума Khalifa Giума Ayoub, под насловом „Процесирање, својства и примена денталних инсерата на бази калцијум-фосфата и цирконијум(IV)-оксида“ (The processing, properties and application of dental inserts based on calcium phosphates and zirconia), представља значајан и оригиналан научни допринос у области инжењерства материјала, што је и потврђено кроз објављивање радова у часописима међународног значаја. Постављени предмет и циљеви су јасно дефинисани и у потпуности остварени. Комисија је мишљења да је кандидат током израде докторске дисертације показао велику научно-истраживачку способност у свим фазама израде ове докторске дисертације.

Имајући у виду квалитет, обим и научни допринос постигнутих и приказаних резултата, Комисија предлаже Наставно-научном већу Технолошко-металуршког факултета Универзитета у Београду да прихвати овај Реферат, пружи на увид јавности поднету докторску дисертацију кандидата Giuma Khalifa Giuma Ayoub, у законом предвиђеном року, као и да Реферат упути на коначно усвајање Већу научних области техничких наука Универзитета у Београду и да након завршетка процедуре позове кандидата на усмену одбрану дисертације пред Комисијом у истом саставу.

У Београду, 17. 12. 2021.

ЧЛАНОВИ КОМИСИЈЕ:

1. Др Ђорђе Јанаћковић, ред. проф. Универзитета у Београду, Технолошко-металуршки факултет

2. Др Ђорђе Вељовић, ван. проф. Универзитета у Београду, Технолошко-металуршки факултет

3. Др Рада Петровић, ред. проф. Универзитета у Београду, Технолошко-металуршки факултет



4. Др Весна Милетић, ред. проф. University of Sydney, School of Dentistry, Sydney, Australia

5. Др Маја Зебић, научни сарадник Универзитета у Београду, Стоматолошки факултет