

**Наставно-научном већу Стоматолошког факултета  
Универзитета у Београду**

На VII редовној седници Наставно-научног већа Стоматолошког факултета  
Универзитета у Београду одржаној 26.06.2018. године, именована је комисија у саставу:

1. Проф. др Косовка Обрадовић Ђуричић, Стоматолошки факултет, Београд
2. Доц. др Игор Ђорђевић, Стоматолошки факултет, Београд
3. Проф. др Карло Т. Раић, Технолошки факултет, Београд

За оцену завршене докторске дисертације под називом:

**„ КАРАКТЕРИСТИКЕ ПОЛИМЕТИЛ-МЕТАКРИЛАТА СА ДОДАТКОМ  
НАНОЧЕСТИЦА ЦИНК-ОКСИДА У ИЗРАДИ ТОТАЛНИХ ЗУБНИХ ПРОТЕЗА “**

Кандидат: др Даница Поповић

Ментори: Проф. др Војкан Лазић, Стоматолошки факултет, Београд

Проф. др Ребека Рудолф, Машински факултет, Марибор

Именована комисија је проучила докторску дисертацију и подноси Наставно-научном  
већу Стоматолошког факултета Универзитета у Београду следећи:

## **ИЗВЕШТАЈ**

### **Биографија**

Др Даница Поповић је рођена 20.05.1984. године на Цетињу, Република Црна Гора. Завршила је основну школу "Милош Матијевић Мрша" у Београду као ђак генерације 1999.год., а потом и средњу Зуботехничку школу 2003.године са Вуковом дипломом. Исте године уписује Стоматолошки факултет, Универзитета у Београду и дипломира прва у генерацији 2008. године са просечном оценом 9,12. Награђена је као најбољи студент пете године са просечном оценом 9,86. Током студија је учествовала на студентским научним конгресима, са награђиваним изложеним радовима. Била је стипендиста Министарства науке и просвете Републике Србије, као и Задужбине Драгољуба Маринковића. Професионалну каријеру започиње у приватној стоматолошкој пракси одмах након положеног државног испита 2010.године. Специјалистичке студије из области Стоматолошке протетике уписује 2012.године и похађа завршни специјалистички испит 2015.године са оценом одличан. Докторске студије уписује 2013.године и полаже све испите предвиђене планом и програмом са просечном оценом 10,0. Од фебруара 2016.године постаје стални члан колектива Клинике за стоматолошку протетику у звању

асистента. Пројекти у којима има активно учешће су: „Генетичка контрола и Молекуларни механизми у малигним, инфламаторним и развојним патологијама орофацијалне регије”, број пројекта 175075, од јануара 2014.год. и Билатерални пројекат са Словенијом 2016/2017 " Биомедицинске легуре са меморисаним обликом " шифра Пројекта: БИ-РС/16-17-037. Током постдипломског рада учествовала је на три међународна и два домаћа конгреса са постер и усменим презентацијама. У досадашњим истраживањима учествовала је на више од 15 научних радова, објављених на конгресима или у научним часописима од националног и међународног значаја. Из докторске дисертације објављен је рад у часопису *Materials and Technology* (M23).

### **Приказ садржаја докторске дисертације**

Докторска дисертација др Данице Поповић под називом „ **КАРАКТЕРИСТИКЕ ПОЛИМЕТИЛ-МЕТАКРИЛАТА СА ДОДАТКОМ НАНОЧЕСТИЦА ЦИНК-ОКСИДА У ИЗРАДИ ТОТАЛНИХ ЗУБНИХ ПРОТЕЗА**“ је написана на 131 страни на којима је приказано 14 табела, 38 слика и 231 референца из савремене, значајне научне литературе. Дисертација садржи: сажетак на српском и енглеском језику, увод на српском и енглеском језику, преглед литературе, циљеве и научне хипотезе, материјал и методе истраживања, резултате са дискусијом, закључке на српском и енглеском језику и литературу.

У **уводу** је дат кратак приказ значаја пуцања база мобилних зубних надокнада услед смањене отпорности на лом, као и смањења висине загрижаја услед смањене отпорности акрилатних зуба на хабање.

У **прегледу литературе** је описан синдром безубости са детаљним приказом промена на анатомским структурама које треба да носе мобилне зубне надокнаде након губитка зуба. Дат је детаљан увид у значај рехабилитације безубих пацијената уз навођење досадашњих научних сазнања о својствима ПММА, материјалу избора у изради мобилних зубних надокнада. Посебан осврт је на наноматеријалима који доприносе побољшању физичких и механичких карактеристика конвенционалних ПММА. У овом прегледу литературе наведени су најзначајнији и најновији научни радови који су испитивали утицај различитих фактора на повећану фрагилност мобилних зубних надокнада. Дат је врло исцрпан приказ о цинк оксиду и његовим својствима у конвенционално облику али и наноформи са посебним освртом на његову примену у пољу стоматологије.

**Циљеви истраживања** били су јасно дефинисани. Циљ је био синтеза и идентификација микроструктуре, састава и понашања новог композита ПММА обogaћеног наночестицама цинк оксида као и упоредна анализа резултата механичке отпорности акрилатних зуба и база тоталних зубних протеза израђених од ПММА са и без наночестица цинк оксида.

Ближи циљеви били су: одабир одговарајућег технолошког поступка обogaћивања ПММА наночестицама цинк оксида као и одговарајуће сразмере акрилатног праха за двоцентни и троцентни запремински однос цинк оксидних наночестица у матриксу ПММА. Утврдити специфичну густину добијеним узорцима, пратити дистрибуцију цинк оксидних наночестица у матриксу ПММА, урадити карактеризацију новодобијеног композита и израдити прецизне узорке акрилатних зуба и протеза и подвргнути их процесу вештачког механичког и термичког старења материјала, испитујући њихову отпорност на лом и хабање.

У поглављу **Материјал и методе** приказане су анализа микроструктуре ПММА и ПММА обogaћеног са 2% и 3% цинк оксидних наночестица (применом техника DLS, SEM/EDX, DMA, TGA, Flash DSC). Цела студија је одобрена од стране Етичког комитета Стоматолошког факултета у Београду.

Јасно је описана процедура синтезе новодобијеног композита и израде конкретних узорка за њихова даља испитивања. За сваку спроведену технику приказан је детаљан начин рада као и објашњење тумачења резултата сваку од наведених техника.

**Резултати и дискусија** истраживања подељени су по поглављима у зависности од технике која је примењена. Резултати су приказани кроз велики број слика и табела са одговарајућим појашњењима за сваку од наведених техника у складу са подацима из литературе. Дато је појашњење резултата добијених сваком од наведених техника у складу са подацима из литературе. Урађено је поређење резултата приказаних у овој дисертацији са резултатима из доступне литературе који се односе на сличну проблематику.

На основу изнетих и дискутованих резултата изведени су **закључци** који представљају јасне одговоре на постављене циљеве. Коришћена **литература** се састоји од 231 најбитнијих и најсавременијих референци релевантних за ово истраживање.

## **Б. Опис постигнутих резултата**

Цинк оксидне наночестице у суспензији ММА дају мање агломерате и просечну величину честица од 21,04 нм, што резултује добијањем хомогеног раствора у суспензији ММА, у односу на величину наночестица цинк оксида у суспензији са водом, где је просечна величина честица 68,06 нм, добијена структура је нехомогена и присутни су већи агломерати. После мешања цинк оксидне наночестице се уграђују на површину праха ПММА уз добру дистрибуцију, што је важно за израду композита где се очекује њихова хомогена дистрибуција по волумену. За израду композита ПММА обогаћеног наночестицама цинк оксида потребно је 2 сата мешања суве фазе (прах цинк оксидних наночестица и прах ПММА) у вакууму, а затим следи сједињавање са мономером и кување на 100 целзијусових степени, 1 сат и 45 минута. Тако ове наночестице постају фиксно уграђене у ПММА матрикс и не губе се у току процеса израде и полимеризације, са добром дисперзијом што је видљиво на оптичкој и електронској микроскопији. Уз помоћ метода за испитивање полимера (*Flash DSC*) је установљено да је постигнута потпуна полимеризација, што значи да је порозност и део дефеката у новом композиту минимална. Добијена већа густина у узорцима ПММА2 и ПММА3 је посредна потврда губитка заосталог мономера, најчешћег узрочника алергијских реакција и настанка порозних површина. Узорци имају до 4 пута бољу механичку отпорност на хабање и лом у односу на конвенционални ПММА1. ДМА методом је потврђено да новодобијени композит боље пригушује вибрације од конвенционалног ПММА1 и има већи моду еластичности за 10%, што омогућава боље пријањање мобилних зубних надокнада израђених од овог материјала на слузокожу. Показано је да након излагања термичком старењу узорка ПММА1 и ПММА2 долази до 2 пута мањег губитка материјала после оптерећења тестом отпорности на хабање. Комбинованом употребом различитих техника за карактеризацију материјала у дизајнирању полимерног композита обогаћеног наночестицама омогућава нам развијање функционалних композита у денталној индустрији уз добру предикцију како израдити материјал, идентификовати и пратити његова функционална својства која се могу у току апликације мењати.

**Објављени и саопштени радови који чине део докторске дисертације**

### **Научне публикације из дисертације у часописима међународног значаја**

Popović D, Bobovnik R, Bolka S, Vukadinović M, Lazić V, Rudolf R. Synthesis of PMMA/ZnO nanoparticles composite used for resin teeth. Mater Technol. 2017;51(5):871-878.; M23

## **Закључак (образложење научног доприноса)**

Докторска дисертација „ Карактеристике полиметил-метакрилата са додатком наночестица цинк-оксида у изради тоталних зубних протеза“ др Данице Поповић, приказује синтезу нових наноматеријала који могу имати значајан допринос у клиничкој пракси, јер би се њиховом применом избегла потреба за заменом мобилних акрилатних зубних надокнада услед честих пуцања као последица смањене отпорности на лом или снижене висине загађаја услед смањене отпорности на хабање акрилатних зуба у овим надокнадама.

У раду су примењене савремене експерименталне методе које одговарају постављеним циљевима. Испитиван је како утицај макроструктурних, тако и наноструктурних и хемијских промена на отпорност ових надокнада на лом и хабање. Ова дисертација дала је веома интересантна и значајна научна сазнања о наноструктури и хемијском саставу новодобијеног нанокompозита ПММА обогаћеног цинк оксидним наночестицама као и о евентуалним променама које могу настати у току механичког и термичког старења материјала. Сазнања из дисертације могу имати значајан утицај на будући развој материјала за израду мобилних зубних надокнада. Ова дисертација је урађена по свим принципима научног и експерименталног истраживања са прецизно дефинисаним циљевима, оригиналним научним приступом, најсавременијом методологијом рада, адекватно приказаним и дискутованим резултатима и правилно и јасно изведеним закључцима.

**На основу свега наведеног, и имајући у виду досадашњи научни рад кандидата,  
Комисија предлаже Наставно-научном већу Стоматолошког факултета  
Универзитета у Београду да прихвати позитиван извештај докторске дисертације др  
Данице Поповић и одобри њену јавну одбрану.**

У Београду, \_\_\_\_\_

Чланови комисије :

\_\_\_\_\_  
Проф. др Косовка Обрадовић Ђуричић

\_\_\_\_\_  
Доц. Др Игор Ђорђевић

\_\_\_\_\_  
Проф. Др Карло Т. Раић