

ДО
ПРЕДСЕДАТЕЛЯ НА НАУЧНО ЖУРИ,
ОПРЕДЕЛЕНО СЪС
ЗАПОВЕД № Р 109-599/23.12.2020 г.
НА РЕКТОРА НА МУ – ВАРНА

На Ваш протокол №1 от 05.01.2020г.

Приложено представям: РЕЦЕНЗИЯ

по процедура за придобиване на ОНС „Доктор” по област на висше образование 7. Здравеопазване и спорт, професионално направление 7.2. Дентална медицина - докторска програма „Ортопедична стоматология“ на д-р **Преслав Пламенов Пенчев**

Рецензент : Проф. д-р Георги Рангелов Тодоров, дм
Хабилитиран в професионално направление 7.2. Дентална медицина,
МУ-Пловдив,

e-mail: doc.todorov@yahoo.com

Рецензията е изготвена в съответствие с изискванията на ЗРАСРБ, чл.5, ал.2; ПРАС в МУ – Варна, в съответствие на чл. 24, ал. 6 и чл. 30, ал. 3 от ППЗРАСРБ

Рецензия

от проф. д-р Георги Рангелов Тодоров, дм

Относно: Дисертационен труд на д-р Преслав Пламенов Пенчев, докторант самостоятелна форма на обучение в докторска програма „Ортопедична стоматология“, зачислен със заповед № Р-109-162/24.04.2019г.

На тема: Лети метални конструкции по 3D принтирани прототипи чрез лазерен стереолитографски принтер

I. Представяне на процедурата

Настоящата рецензия е изготвена въз основа на Заповед № Р 109-599/23.12.2020г. на Ректора на МУ – Варна в съответствие със ЗРАСРБ, чл.5, ал.2 и ППЗРАСРБ - чл. 24, ал. 6 и ПРАС в МУ – Варна, на основание на Протокол №1/05.01.2020г. на Научното жури.

I. Биографични данни

Д-р Преслав Пенчев е роден на 31.04.1991г. в гр. Русе.
2010 г. завършва математическа гимназия „Баба Тонка“ гр. Русе.
2016г. завършва МУ „Проф. Параскев Стоянов“ гр. Варна, магистър дентална медицина.
От 2016 досега е асистент в МУ – Варна, Факултет по дентална медицина.
Води практически занятия по дисциплината Пропедевтика на протетична дентална медицина и Клиника на протетична дентална медицина.
Зачислен е със заповед № Р 109-162/24.04.2019 г. като докторант на самостоятелна подготовка в докторска програма „Ортопедична стоматология“.

II. Дисертационен труд

1. Актуалност на проблема

Технологията на послойно изграждане на протезните конструкции е съвременен направление в денталната медицина. Работи се върху триизмерен модел, чрез прибавяне слой по слой на материала, създават

се сложни детайли, работят се много детайли и обекти едновременно, които по класическите методи е невъзможно да се изработят.

Д-р Пенчев разглежда и представя теоретичната и практическа част на 3D принтирането на прототипи чрез лазерен стереолитографски принтер.

Считам, че така представените от д-р Пенчев иновативни решения в тази насока определят много точно актуалността и необходимостта на темата на дисертационния труд. Проучват се възможностите за изработване на лети метални конструкции по 3D принтирани прототипи. Собствените изследвания представят как може да се подобрят етапите на леене чрез нови технологични подходи.

Доказателствата относно актуалността на дисертацията ще посоча в т. 2 – библиография.

2. Библиографска справка и обзор

В предоставения ми дисертационен труд библиографската справка включва 180 автора, от които 26 на кирилица.

Считам, че най-силно доказателство относно съвременното, актуално звучене на темата се намира в литературния обзор на дисертацията:

- 66% от публикациите са след 2010г.(вкл. 2010г.);
- 2% от публикациите са от 2020г.;
- в 37 публикации(представени на латиница) откривам публикации на български автори;

Литературният обзор е представен общо на 35 страници. Д-р Пенчев много умело разглежда съвременните адитивни технологии, стереолитографията, селективното лазерно стопяване, много подробно е представена технологията и материалите на леенето, восъци, опаковъчни маси, леякови системи. До стр. 18 е представена богата информация на съвременните адитивни технологии, а до стр. 44 се разглежда много подробно технологията на леенето, класическите материали и методи.

Литературният обзор завършва без анализ относно подробности на протокола и подхода при адитивните технологии, с изключение на 5^{те} изречения, представени на стр. 43. **В никакъв случай не отчитам това като слабост, по скоро това е поредното доказателство, че тези технологии са нови, съвременни, иновативни и тематиката на дисертацията е много актуална и интересна.**

3. Цел и задачи

Д-р Пенчев си поставя за цел да проучи възможностите за изработване на лети метални конструкции по 3D принтирани прототипи чрез лазерен стереолитографски принтер.

В изпълнение на поставената цел дисертантът си поставя четири задачи и общо седем подзадачи, които включват:

- сравнителен анализ на материали, използвани за получаване на лети метални обекти след термично елиминиране на първичния прототип;
- сравнителен анализ на точността на прототипи, изработени чрез 3D принтер по технологията на селективната лазерна полимеризация;
- изследване как влияе структурата на принтираните тела върху отливната муфа, температурен режим и съответни опаковъчни маси;
- подобрене условията на леене чрез софтуерна оптимизация на прототипите преди тяхното принтиране.

4. Собствени изследвания и разработки

Материал и методи

Д-р Пенчев много точно, изчерпателно, конкретно представя върху 26 страници собствени материали и методи.

По зад. 1 – изработени са четири идентични пробни тела от Pattern Resin, C-cast, CAD/CAM wax и Castable Resin (материали на различни фирми).

За тялото от Pattern Resin се ползва цилиндрична силиконова форма (20мм диаметър и 20мм височина), която се изпълва с материал.

С посочения размер (20 на 20) дигитални образци са генерирани и изрязани от C-cast и CAD/CAM wax.

Четвъртото пробно тяло е 3D принтирано по технологията на селективната лазерна полимеризация от Castable Resin.

За тази задача е изработена специална огнеупорна поставка от опаковъчна маса Sherafina Rapid, с четири гнезда. Постановката и пробните тела се подлагат на термичен режим (фиг.3 стр. 47), задържа се тридесет минути на 1050°C и се отчита пепелният остатък с аналитична везна.

По зад. 2 - генерирани са дигитални образци с форма на куб и цилиндър с размери 10x10x10мм. Тези образци (представено на фиг.5-А)

се обединяват в три групи(в зависимост от позицията на основата върху която се принтират).

Според структурата принтираните опитни тела се обединяват в шест групи(фиг. 5-А и Б, стр. 49 и стр. 50), като същите се експортират във файл(Stl) и софтуер(Preform 3.4.4. Formlabs). Следва принтиране(3D принтер) от смоли Castable Resin и Castable wax, с дебелина на всеки подложен слой от 25 μ m, правят се по 10 измервания в равнини x, y, z с помощта на дигитален микрометър.

Следват измервания на шестте групи, но различни според целите на трите подзадачи.

По зад. 3 Ключов момент по трета задача е тегловното количество на материала и температурния режим, принтирани са идентични пробни тела по селективна лазерна полимеризация от Castable Resin и Castable wax(фиг. 9 и фиг. 10, стр. 54). Изработени са отливни пръстени от розов восък(с отстояние 5мм на детайла от стена на пръстена), опаковат се с един отливен щифт, с два вида опаковъчни маси, муфите се подлагат на стандартен термичен режим(фиг. 16). Обследвани са три различни опитни постановки(стр. 58 до стр. 61).

По зад. 4 – върху файлове с различно разширение .stl, се обследват шест дигитални прототипа на цели обвивни коронки(резци, премолари и молари), подготвени за вакуумно леене от неблагородна кобалт-хром-молибденова сплав, следва импортиране в софтуера в най-добра позиция. Следва генериране на дигитални образци отливни щифтове(с диаметър 2,5мм), в позиция векторът им да съвпада с най-големия диаметър на дигиталния прототип, като следва фиксиране на дигитален отливен конус(фиг. 20). След генериране на дигиталния обект се зарежда „Transform tool“, който позволява прецизно задаване на желаните размери на детайла, до точно триизмерно позициониране(фиг.22 и фиг 21 и 22). Следва позициониране на дигиталните образи спрямо отливния пръстен, генерира се Stl файл и 3D принтиране по метода на селективна лазерна полимеризация от смола Castable wax.

По четвърта задача, подзадача 2 се ползват Stl файлове, импортирани в немедицински софтуер за триизмерна обработка, позиционират се отливни щифтове, следва позициониране на резервни депа за метал, същите се удължават или скъсяват с Transform tool, проектира се отливен пръстен(с размери според конфигурацията на отливната

система), следва експортиране като Stl файл и материализиране в 3D принтер.

Върху общо 26 страници дисертантът описва всичко ясно и конкретно, без излишна информация се представя цялостна картина на собствените изследвания.

Считам този прецизен подход и протокол на собствените изследвания за принос на д-р Пенчев. Ако вярно съм преброил, се касае за общо 72 изследвания, и именно изследванията при този голям обем считам за оригинален научен принос на дисертанта.

5. Резултати и обсъждане

Дисертантът в 4-та, 5-та, 6-та и 7-ма глава(общо 49 страници) чрез 43 фигури, 29 таблици представя резултатите от своите изследвания.

Зад. 1 След изгаряне на пробните тела се изолира и претегля с аналитична везна пепелният остатък. Обсъждат се резултатите, започвайки от 25°C, следва 100°C, следват в интервали от 50°C, като върху 11 фигури са представени визуално промените в опитните тела.

Материалът CAD/CAM wax, като съставен от восък, изгаря и остава несъществено количество пепелен остатък, докато Pattern Resin също изгаря без остатък, но се установява температурно разширение, в сравнение C-cast също изгаря без остатък, но се топи при по-висока температура. При Castable Resin, след изгаряне остава незначителен пепелен остатък, но при загряване не се регистрира пълно стапяне, поради което дисертантът д-р Пенчев установява, че се налага модифициране на температурния режим на подгряване на муфите или покриване външно на прототипите с восък.

Зад. 2 Извършена е статистическа обработка на получените резултати, данните са обработени със специализиран софтуер IBMSPSS и IBM™. След обработка на данните следват изводите:

- материалът Castable wax осигурява условия за получаване на по-точни детайли спрямо Castable Resin. Тези два материала са подходящи за изработване на прототипи по отношение на показателя точност на принтиране;

- Castable Resin има по-добри якостно механични качества, но с оглед свиването, провеждането на допълнителен полимеризационен режим е нецелесъобразно;

- в резултат на софтуерна модификация, пробните тела променят механичните си качества, но точността на принтиране не се повлиява.

Зад. 3 Получените резултати са заснети, кодирани и интерпретирани в таблици, следва софтуерно обработване и обработка на резултатите до следните изводи:

- температурното разширение на детайлите от Castable Resin и Castable wax значително надвишава това на опаковъчните маси;
- използваните материали сублимират при повишение на температурата, газовете не се отвеждат, но се явява допълнително напрежение по вътрешната муфелна повърхност;
- резултатите показват, че могат да се ползват и други опаковъчни маси, различни от препоръчаните от Formlabs, но при други условия;
- пукнатините в муфелните стени се получават и от двата материала(Castable wax и Castable Resin);
- за редуциране на напреженията по муфелната повърхност след термично разширение и след масивния газов поток детайлите могат да се модифицират софтуерно до кухи тела с отвори;
- тази модификация позволява ефективно елиминиране на прототипите без нарушение целостта на муфелите, които са от опаковъчни маси с якост на натиск от 5,5 МРа до 11 МРа.

Зад. 4 Дигитализирането на отливната система позволява точно позициониране на компонентите един спрямо друг:

- 3D принтираните системи са по-устойчиви на външни влияния;
- софтуерната подготовка спестява време в сравнение с конвенционалния подход;
- дигитализирането на цялата система(конус, пръстен и други детайли) осигурява оптимално леене и сигурни резултати.

Дисертантът д-р Пенчев изследва(преброих 78 пробни тела и общо 14 вида изследвания) какви технологични прийоми следва да се спазват в процеса на изработване на протезни прототипи чрез 3D принтиране чрез селективна лазерна полимеризация. Изследват се температурни и обемни промени, които се откриват при прототипите, установяват се проблеми и особености и се предлагат решения за елиминирането им.

Много добре се установява как позиционирането влияе спрямо посоката на принтиране, изследват се промените при точността на принтиране.

Считам, че така установените параметри могат да послужат и улеснят работата на зъботехниците в цялостната отливна система – муфа, пръстен, отливен конус, щифтове, елиминирание на прототипа, температурен режим, опаковъчна маса. Тези резултати ще подобрят технологията на 3D принтирането на протезни конструкции за леене от метални сплави в денталния кабинет и зъботехническата лаборатория.

6. Автореферат

Авторефератът отговаря на изискванията, структуриран по раздели, с обем от 63 страници, 51 фигури и 2 таблици. Представени са 3 публикации свързани тематично с дисертационния труд. Представени са приносите на дисертационния труд:

- **приноси с оригинален характер:** документирани са макроскопските изменения, настъпващи в пробните тела, предназначени за заместване с дентални сплави; доказана е голямата точност на 3D принтирането от материала Castable wax в сравнение с Castable Resin; полимеризацията на Castable Resin не е задължителна, тя води до деформация на детайлите; тегловното количество на прототипите от Castable wax и Castable Resin има значение за напреженията върху стените на муфата, поради което детайлите се генерират софтуерно като кухи тела с отвор.
- **приноси с потвърдителен характер:** материалът Castable Resin е подходящ за протезни прототипи по отношение точност и пепелен остатък; доказва се, че при 3D принтирането на детайли от Castable wax и Castable Resin с принтер Form[®] 2 се получават точни прототипи, като регистрираните отклонения са 25,27µm за Castable Resin и 13,87µm за Castable wax.
- **приноси с оригинален характер:** предлага се метод за дигитално проектиране на цялата отливна система по зададени размери на фабричен отливен пръстен и 3D принтирането им като монолитен обект; предлага се метод за индивидуална отливна схема и 3D принтиране.

7. Заключение

Дисертационният труд “Лети метални конструкции по 3D принтирани прототипи чрез лазерен стереолитографски принтер“ е практически насочен, той е обобщение на съвременните постановки и тенденции в протетичната стоматология.

Предлага се подход и технологичен протокол, който може да се ползва в обучението на специализанти, докторанти и зъботехници.

Публикуваните научни публикации по темата на дисертацията несъмнено показват, че д-р Преслав Пенчев познава отлично проблема.

Изказвам положителната си оценка относно дисертационния труд “Лети метални конструкции по 3D принтирани прототипи чрез лазерен стереолитографски принтер“.

Ще гласувам с „Да“ за присъждане на образователна и научна степен „Доктор“ на д-р Преслав Пламенов Пенчев.

17.01.2021г.
гр. Пловдив

Изготвил рецензията:


Проф. д-р Георги Тодоров, дм