

Становище

от

Професор Д-р Явор Стефанов Калъчев, Доктор, катедра „Протетична дентална медицина”, ФДМ, Медицински университет – гр. Пловдив

относно дисертация за присъждане на образователна и научна степен „Доктор”

Автор: Д-р Джендо Атанасов Джендов

Тема: Неснемаеми протезни конструкции от Co-Cr сплави, изработени чрез технологии с добавяне на материал

Представената ми за становище дисертация е написана на 161 стандартни машинописни страници, от които на 1 страница е разположена декларация за оригиналност на дисертационния труд. В текста са включени 13 таблици, 81 фигури, библиография от 152 литературни източника - 15 на кирилица и 137 на латиница.

Настоящата дисертация разглежда въпроси, които са свързани с приложението на CAD-CAM системите в денталната медицина, което определя нейната **актуалност**.

В **литературният обзор** са разгледани въпросите относно:

- ⊕ протетично лечение с неснемаеми протезни конструкции - направен е кратък исторически преглед на развитието на проблема; предимствата и недостатъците при лечение с различни мостови протезни конструкции, клиничния и лабораторен протоколи при тяхното използване и пр.
- ⊕ метални сплави, които се използват за изработка на неснемаеми протезни конструкции-изцяло метални и за инкрустирани с пластмаса и порцелан.
- ⊕ технологии за изработване на протетични конструкции с добавяне на метал-особености на технологичния процес, приложение на технологията за послойно изграждане в денталната медицина (особености и приложение на процеса на изработване чрез напластяване на материал, мастилено-струен печат, избирателно стопяване с електронен лъч, избирателното лазерно стопяване) и пр.

Проличава способността на докторантът критично да анализира данните от литературните източници. В края на литературния обзор докторантът прави констатацията, че при технологиите за изработване чрез добавяне на материал (ТИДМ) не винаги технологичните режими, които се препоръчват от фирмите производителки гарантират необходимата точност на размерите, липсата на дефекти и деформации. В достъпната литература няма достатъчно данни за точността и свойствата на конструкциите изработени с помощта на тези технологии.

Всичко това дава основание да се формулира **целта на настоящата дисертация**: Да се изследват геометричната точност и механичните свойства на неснемаеми протезни конструкции от Co-Cr сплави, произведени чрез технологии с добавяне на материал и да се разработят клинични и лабораторни протоколи за тяхното приложение.

В изпълнение на така поставената цел са формулирани и изпълнени **5 задачи**:

Резултатите от проведените изследвания са представени в прегледно оформени таблици и фигури. Някои от по-важните получени резултати са:

По първа задача: Изработване на 4-членни неснемаеми мостове и стандартни образци за изпитване якост на опън от Co-Cr сплави по три технологии: класическа (отливане от ръчно изработен восъчен модел); отливане от 3D принтиран модел и избирателно лазерно стопяване:

- ✦ изработени са по пет броя четиричленни мостове от Co-Cr сплав по три различни технологии:
 - ❖ чрез леене по восъчни модели, подготвени по силиконова матрица.
 - ❖ мостове, които са отлети от восъкоподобни модели, изработени чрез 3D печат.
 - ❖ мостове, които са произведени директно от виртуалния 3D модел по метода на избирателно лазерно стопяване (ИЛС).
- ✦ мостовете по първите две технологии са отлети от сплав Biosil с химичен състав, който е даден от производителя. Мостовете, които са изработени чрез ИЛС са от сплав Co212-f ASTM F75 с химичен състав близък до този на сплавта Biosil.
- ✦ представена е схема на експеримента и методиката на изследване за определени показатели описано в следващите задачи.

По втора задача: Изследване геометричната точност на 4-членни Co-Cr мостове, произведени чрез технология за изработване чрез добавяне на материал (ТИДМ) и сравнителен анализ с класическата технология.

- ✦ **геометричната точност** на образците зависи от използваната технология. Мостовете, които са изработени по класическата технология са по-големи от тези на основния мост-модел с 0,1-0,2mm. Максималното отклонение на размерите варира в широки граници (0,3mm-1,54mm).
- ✦ мостовете, които са отлети с 3D принтирани модели от восъкоподобна пластмаса са с около 0,1mm по-малки размери от тези на основния мост-модел.
- ✦ размерите на мостовете, които са изработени чрез ИЛС са съизмерими с тези, които са произведени от 3D принтираните модели, но са с най-голяма грапавост.
- ✦ изследването на **точността на ажустиране** на мостовете, които са отлети по прототипирани модели е най-голяма в сравнение с тези, които са изработени по другите две технологии.
- ✦ **грапавостта** е най-малка при мостовете отлети по класическата технология. Голямата грапавост на мостовете, които са изработени чрез ИЛС е благоприятна за изработване на металокерамика или конструкция, която е инкрустирана с композит.
- ✦ мостовите конструкции, които са изработени на 3D принтирани модели са с голяма точност по отношение на форма, размери и ажустиране и са със сравнително задоволителна грапавост.

По трета задача: Изследване плътността и микроструктурата на 4-членни Co-Cr мостове, изработени чрез леене и избирателно лазерно стопяване:

- ✦ микроструктурата на детайлите зависи от материала, вида производствен процес и технологичните режими. Плътноста на Co-Cr мостове, които са произведени чрез леене и ИЛС е по-малка от тази, която е посочена в указанията на производителя: 8,15 g/cm³ (97,02%) и 8,13 g/cm³ (96,79%). По-ниската плътност на образците се дължи на дефекти в микроструктурата, които са обусловени от специфичните особености на двата технологични процеса.
- ✦ свойствата на Co-Cr денталните сплави зависят от съотношението между γ - и ϵ -фазите и вида, количеството и разпределението на карбидната фаза в микроструктурата, която е нехомогенна, едрозърнеста с дендритна морфология. Микроструктурата на мостовете, произведени чрез ИЛС е порьозна, но по-хомогенна по отношение на химичен състав поради особеностите на технологичния процес.
- ✦ препоръчителните технологични режими на процеса на ИЛС не винаги могат да осигурят микроструктура с необходимата плътност. Повишаване плътността и качеството на структурата на конструкциите, които са изработени чрез ИЛС може да се получи, чрез оптимизация на технологичните параметри-повишаване мощността на лазера или намаляване скоростта на сканиране.

По четвърта задача: Изследване механичните свойства на образци от Co-Cr сплави, произведени чрез леене и избирателно лазерно стопяване (твърдост, якост на опън, якост на адхезия).

- ✦ средната твърдост на мостовете, които са изработени чрез ИЛС (382 HV_{0,1} и 39 HRC), е с 14%-18% по-висока от тази на мостовете, които са изработени чрез центробежно леене (335 HV_{0,1} и 33 HRC).
- ✦ мостовете, които са изработени чрез ИЛС, показват по-високи граници на провлачване и модул на еластичност в сравнение с отлетите мостове (R_{0.2}= 720 МПа и 410 МПа съответно).
- ✦ якостта на адхезия на керамично покритие към сплав Co212-f, изработена чрез ИЛС, е с 23% по-голяма от тази на керамика към отлята сплав Biosil F (83,1 МПа и 67,5 МПа съответно). Това се дължи основно на почти два пъти по-високата грапавост на повърхността на мостовете, които са изработени чрез ИЛС, която води до повишаване едновременно на механичната и на химичната адхезия.
- ✦ по-високите механични свойства на Co-Cr дентални сплави, изработени чрез ИЛС, и по-високата якост на адхезия на керамично покритие към тях се дължат на по-хомогенната финозърнеста микроструктура и по-грапава повърхност, обусловени от спецификата на производствения процес.
- ✦ по-високите механични свойства и високата грапавост на Co-Cr дентални сплави, изработени чрез ИЛС, са добра предпоставка за тяхното приложение при производство на неснимаеми протезни конструкции от металокерамика, предназначени за области с големи натоварвания.

По пета задача: Разработване на клиничен и лабораторен протоколи при лечение с неснимаеми протезни конструкции, изработени с помощта на много-струен печат и избирателно лазерно стопяване.

- ✦ дефинирани са термините “частично дигитализиран план на лечение“ и „изцяло дигитализиран план на лечение“ и са разработени „частично“ и „изцяло“ дигитализирани планове на лечение с неснимаеми протезни конструкции:
- ✦ представен е протокол за лечение с мостови протезни конструкции, които са изработени чрез отливане по 3D принтиран модел и избирателно лазерно стопяване

По важните приноси на дисертационния труд могат да бъдат групирани като:

Приноси с оригинален характер

- ✦ представен е сравнителен анализ на свойствата на мостови конструкции, които са изработени по три технологии: класическа (отливане от ръчно изработен восъчен модел); отливане от 3D принтиран модел и избирателно лазерно стопяване (ИЛС).
- ✦ осъществено е комплексно изследване на приложимостта на технологиите с добавяне на материал за изработване на неснимаеми дентални конструкции.
- ✦ разработена е методика за изследване точността при ажустиране на неснимаеми протезни конструкции с CAD софтуер.
- ✦ установено е, че мостовите конструкции, които са отлети с 3D принтирани модели, са с най-висока точност по отношение на форма, размери и ажустиране, но са с по-голяма грапавост в сравнение с конструкциите, които са изработени по класическата технология ($Ra=3.39 \mu\text{m}$ и $Ra=1.11-1.31 \mu\text{m}$).
- ✦ доказано е, че якостта на адхезия на керамично покритие към сплав Co212-f, изработена чрез ИЛС, е с 23% по-голяма от тази на керамика към отлята сплав Biosil F (83,1 МПа и 67,5 МПа съответно).
- ✦ дефинирани са термините „частично дигитализиран план на лечение“ и „изцяло дигитализиран план на лечение“

Приноси с потвърдителен характер

- ✦ Потвърдено е, че грапавостта на мостовите конструкции, които са изработени чрез ИЛС е най-висока ($Ra=4.24 \mu\text{m}$) в сравнение с грапавостта на мостовете, които са изработени чрез леене с ръчно изработени или 3D принтирани модели.
- ✦ Потвърдено е, че твърдостта и границата на провлачване на мостовете от Co-Cr сплави, които са изработени чрез ИЛС (382 HV0,1 и 39 HRC, $R0.2= 720 \text{MPa}$), са по-високи от тези на мостовете, които са изработени чрез центробежно леене (335 HV0,1 и 33 HRC; $R0.2= 410 \text{MPa}$).

Принос с приложен характер

- ✦ Разработени са клинични протоколи за приложение на технологиите с добавяне на материал в денталната практика.

Заклучение:

В дисертационния труд на Д-р Джендо Атанасов Джендов „Неснемаеми протезни конструкции от Co-Cr сплави, изработени чрез технологии с добавяне на материал” е направен сравнителен анализ на качествата на мостови конструкции, които са изработени по три технологии: класическа (отливане от ръчно изработен восъчен модел); отливане от 3D принтиран модел и избиращелно лазерно стопяване (ИЛС). Изследвани са геометричната точност, плътността, микроструктурата, механичните качества (твърдост, якост на опън, якост на адхезия).

На базата на тези изследвания се предоставя клиничен и лабораторен протокол, при лечение с неснемаеми протезни конструкции, които са изработени с помощта на много-струен печат и избиращелно лазерно стопяване. Тези протоколи могат да се използват като метод на избор в ежедневноната клинична практика.

Д-р Джендов представя 3 публикации, 5 участие в научни форуми, 1 участие в проект финансиран от МОН.

Приложения Автореферат отразява в съкратен вид същността на дисертационния труд.

Всичко това доказва, че дисертационния труд е лично дело на докторанта.

Убедено давам своя положителен вот за присъждане на образователната и научна степен „Доктор” на Д-р Джендо Атанасов Джендов.

гр. Пловдив
09.05.2017 г.

.....
(Проф. Д-р Явор Калъчев, дм)