

СТАНОВИЩЕ

за дисертационен труд
за придобиване на научната степен "доктор на науките" в

област на висше образование – 5. Технически науки
професионално направление – 5.6 Материали и материалознание
специалност – Материалознание и технология на машиностроителните материали

Автор: доц. д-р инж. Цанка Димитрова Дикова

Тема: Свойства на послойно изградени дентални материали

Член на научното жури: проф. дн инж. Галя Великова Дунчева

1. Тема и актуалност на дисертационния труд

В наши дни научните изследвания, свързани със синтез на нови материали, се развиват паралелно с технологиите за тяхното производство. В това направление особено интензивно се развиват технологиите за изработване чрез добавяне на материал (additive technologies), при които обектите се получават чрез последователно присъединяване на изходния материал слой след слой (layered manufacturing). В основата на тези технологии е идеята за възпроизвеждане на виртуален 3D модел чрез фотополимеризация, стопяване или синтероване на изходния материал. Поради това комплексът от свойства на готовия обект (механични, физични и геометрични) зависи от изходния материал и конкретния технологичен процес. Обект на изследване в настоящия дисертационен труд са свойствата на широка номенклатура дентални материали (пластмаси, фотополимери, керамика, композити, Co-Cr сплави и др.), модели за леене и дентални структури, получени чрез различни технологии за послойно изграждане при стайна температура или висока локална температура – стереолитография (лазерна или с цифрова светлинна проекция), напластяване на материал, избирателно лазерно стопяване. Възможността за контрол и управление на свойствата на персонализирани детайли като част от CAD-CAM системите в условията на почти безотпадно производство и елиминирането на ръчни операции доказват актуалността на изследвания научен проблем.

2. Методика на изследване

В основата на научния проблем е логическата връзка “приложение на изследваните материали и структури – необходими свойства – технологичен процес“. От тази гледна точка използването на натурни експерименти е без алтернатива. За систематизиране и обобщаване на експерименталните резултати са използвани регресионен анализ и двучелева оптимизация. За оценка на якостта на опън и огъване на различни дентални материали и конструкции и якостта на адхезия на покрития от порцелан и композит е използван комбиниран подход. Той включва натурни експерименти, числени симулации в среда на SOLIDWORKS Simulation, микроструктурен и фрактографски анализ.

3. Приноси на дисертационния труд

Класифицирам приносите в дисертационния труд, както следва:

3.1. Научни приноси

♦ *Формулиране на нова теория*

- *Обосновано е решаващото значение на оптичните свойства на денталните пластмаси за изграждане на структури с висока точност, получени чрез стереолитография;*

- ◆ *Доказване с нови средства на съществени нови страни на вече съществуващи научни области, проблеми, теории, хипотези и др.*

Не намирам научен принос в тази категория.

3.2. Научно-приложни приноси

- ◆ *Създаване на нови класификации, методи, подходи, алгоритми, конструкции, модели и др.*

- *Методика и прибор за изследване на огъване на четиричленна мостова дентална конструкция;*

- *Безразрушителен in-vitro метод за оценка на точността на напасване на дентални структури;*

- *Модифициран критерий за оценка характера на разрушаване на покритие от порцелан върху дентални сплави;*

- *Модифицирани технологии за производство на послойно изградени временни и несменяеми дентални конструкции;*

- ◆ *Получаване и доказване на нови факти*

- *Установено е, че повишената грапавост на дентални сплави, изработени чрез технологии за послойно изграждане, осигурява по-висока якост на адхезия на покрития от порцелан;*

- *Установено е, че грапавостта на дентални пластмаси, изработени чрез стереолитография, зависи от формирането на повърхнините в началото и в края на процеса и от оптичните свойства на използваните мономери;*

- *Експериментално са получени модулите на еластичност на порцелан и композит;*

- *Установен и доказан е механизма на разрушение на покрития от порцелан и композит към Co-Cr дентални сплави, получени чрез леене с послойно изградени модели и избирателно лазерно стопяване;*

- *Обосновани и доказани са механизмите на разрушаване на дентални мостови конструкции, произведени чрез леене и избирателно лазерно стопяване;*

- *Установено е, че натоварването при огъване, причиняващо формиране на макропукнатина на Co-Cr мостови конструкции, отлети по конвенционална технология или с послойно изградени модели, са близки до натоварването за разрушаване на лазерно изградени мостови конструкции от сплав Co212-f;*

- *Доказано е, че сплав Co212-f, изградена чрез избирателно лазерно стопяване, има по-голяма устойчивост на корозия и на износване в сравнение със сплав Biosil-F, изработена чрез леене;*

- ◆ *Получаване на потвърдителни факти*

- *Доказано е, че процесите стереолитография и многоструен печат осигуряват по-висока точност и по-ниска грапавост в сравнение с процеса на изграждане чрез напластяване с материал;*

- *Експериментално е потвърдено, че точността на напасване на несменяеми дентални*

конструкции от дентални пластмаси и сплави, получени чрез технологии за послойно изграждане, е по-висока в сравнение с тази, получена чрез конвенционални технологии;

- Експериментално е доказано, че грападостта на послойно изградени дентални пластмаси и дентални сплави, отлети с 3D принтирани модели или изработени чрез изборително лазерно стопяване, е 2-4 пъти по-висока от тази на конвенционално изработените материали;

- Потвърдено е, че микроструктурата на Co-Cr мостови конструкции, отлети с послойно изградени модели, е нехомогенна с дендритна морфология, включваща γ -фаза в дендритите, малки количества ϵ -фаза и микроевтектика - в междудендритните пространства;

- Потвърдено е, че сплав Co212-f, произведена чрез изборително лазерно стопяване, се характеризира с ясни граници между слоевете, а микроструктурата е фина и хомогенна с дендритен строеж, с γ -фаза в дендритите, повишено количество ϵ -фаза и карбиди от смесен тип $M_{23}C_6$;

- Потвърдено е, че лазерно изградена сплав Co212-f има по-високи твърдост и граница на провлачване в сравнение със сплав, изработена чрез лене;

3.3. Приложни приноси

- Режими на 3D печат на леярски модели, осигуряващи по-висока якост на адхезия на покритие от порцелан към отлята дентална сплав;

- Алгоритми и корекционни коефициенти за проектиране на виртуални модели, гарантиращи висока точност на временни и постоянни протезни конструкции, получени чрез технологии за послойно изграждане.

4. Публикации и цитирания на публикации по дисертационния труд

Авторът е публикувал общо 24 научни труда по дисертацията, както следва: 1 глава от книга, издадена в чужбина; 17 научни статии в България и в чужбина; 6 научни доклада, изнесени на конференции в България. Общо 7 научни статии са публикувани в чужбина. От статиите, публикувани в България, 6 научни статии са публикувани в медицински научни списания (Journal of International Medical Association Bulgaria и Scripta Scientifica Medicinæ Dentalis), а останалите 4 - в научни списания, издавани от НТС по машиностроене (International Scientific Journal "Materials Science. Non-Equilibrium Phase Transformation" и International Journal „Machines, Technologies, Materials"). Научните публикации в чужбина са: 2 статии са изпратени в списания с Impact Factor, съответно Engineering Fracture Mechanics (IF=2.580) и Engineering Failure Analysis (IF=2.157); 2 – в списание Archives of Materials Science and Engineering, което е индексирано от Scopus (RG Journal Impact = 0.48); 1 статия в Journal of Achievements in Mechanical and Materials Engineering, индексирано от Scopus; 1 статия в Деформация и разрушение материалов (на руски език); 1 статия в Procedia Structural Integrity (издание на Elsevier). Тези данни доказват, че научните трудове на доц. Цанка Дикова са получили популярност в чужбина.

Списъкът с цитирания включва 22 цитирания, от които 12 цитирания са в научни издания, реферирани и индексирани в световноизвестни бази данни.

5. Авторство на получените резултати

Доц. Цанка Дикова е самостоятелен автор на 5 научни труда, един от които е глава от книга, издадена в чужбина. Тя е първи автор в 12 научни публикации от останалите 19. На

основа на посочените данни и личните ми впечатления, считам, че доц. Цанка Дикова има основен принос в дисертационния труд.

6. Забележки по дисертационния труд

Дисертационният труд съдържа впечатляващ обем научни изследвания, ясно изложени и структурирани много добре. Особено високо оценявам направения микроструктурен и фрактографски анализ за изясняване на получените експериментални резултати за поведението на изследваните дентални материали и конструкции. Някои мои забележки и препоръки са свързани с определени неточности и използвани стратегии при изграждането на крайно-елементните модели:

1). Някои постановки и понятия, свързани с механиката на твърдото тяло, са написани некоректно и неясно. Изречението “В повечето случаи за гранично напрежение се използва границата на провлачване на материала“ (стр. 182) е некоректно, тъй като тази постановка се отнася до материали със жилаво-пластично, а не крехко поведение;

2). Отчитайки крехкото поведение на порцелана, използването на еквивалентните напрежения по von Mises като критерий за якост е нецелесъобразно;

3). Стр. 66 - Изразите „линеен статичен анализ,, и „линейно изотропно уякчаване“ в едно изречение са несъвместими. Приетият модел на материала се базира върху кривите $\sigma - \epsilon$ (фиг. 2-12) и граници на провлачване (табл. 2-6), получени от едномерни тестове на опън. Следователно, изразът „линеен статичен анализ,, е безсмислен;

4). Стр. 67 – В симулациите, свързани с изследване на якостта на адхезия на покритие от порцелан върху дентални сплави, е възприет модел на нелинейно еластично поведение на денталните сплави. Този модел на материала, сам по себе си, изключва границите на провлачване от табл. 2-6;

5). Отчитайки симетрията на експерименталните образци (с и без покрития) в симулациите за изследване якостта на опън и якостта на адхезия, е целесъобразно да се моделира половината дължина, а натоварването да се симулира чрез кинематично въздействие. По този начин ще се изключат сингулярните точки в крайно-елементния модел (следствие принципа на Saint-Venant) и ще се редуцира изчислителното време.

7. Заключение

Считам, че представеният дисертационен труд **отговаря** на изискванията на Закона за развитие на академичния състав в Република България. Постигнатите резултати ми дават основание да **предложа на Научното жури** да бъде придобита научната степен „доктор на науките“ от

доц. д-р Цанка Димитрова Дикова в

област на висше образование - 5. Технически науки,

професионално направление - 5.6 Материали и материалознание,

специалност - Материалознание и технология на машиностроителните материали.

06.06.2019 г.

/п/
проф. дн инж. Галя В. Дунчева