

РЕЦЕНЗИЯ

върху дисертационен труд за придобиване на образователна и научна степен „доктор”

Автор на дисертационния труд: маг. инж. Тодор Цветиев Гаврилов

Тема на дисертационния труд: “Изследване и оптимизация на процеса на формообразуване, бърза материализация и валидация на сложни структури и импланти”

Рецензент: проф. д-р инж. Ангел Антонов Диков

Представеният ми за рецензиране дисертационен труд е в обем от 191 страници. Включва 7 глави, постигнати резултати, приноси и приложение. Цитираната литература включва 103 заглавия.

1. Актуалност на разработвания в дисертационния труд проблем в научно и научно-приложно отношение

Съвременните производствени технологии са повлияни в голяма степен от развитието на технологиите, свързани с автоматизацията на инженерния труд. Това е намерило отражение и в дисертационната работа, като тя е свързана с технологиите за високоскоростно фрезване, адитивните технологии и с новоразвиваните хибридни технологии. Важен елемент в работата е тяхното приложение в имплантологията, пряко следствие от нарастващото навлизане на съвременни машиностроителни технологии в медицината. – всички с пряко отношение и приложение в медицината. Това определя дисертационната работа като изключително актуална, използваща съвременни технологии и подходи и разширяваща приложението на инженерното знание в медицината. Друг важен компонент е разгледаната тематика, свързана с областта на производство на формообразуващи инструменти, към която работата има също принос.

Това определя актуалността и полезността на изследването в научно и в приложно отношение.

2. Степен на познаване състоянието на проблема и творческа интерпретация на литературния материал

Авторът е много добре запознат с проблема и работи върху него от 2018 година. За това свидетелства и използваната литература, която включва списък от 103 литературни източника, от които десет са публикувани на кирилица (всички без изключение са на

български език), а останалите на латиница. Отпечатани са в широк интервал от 1973 до 2020 година. От общото число около 90% са след 2000 година, като доминирането на източниците на латиница се обяснява с интереса на изследователите към проблема в световен мащаб, а последните публикации показват, че не е загубил актуалността си. Може да се направи заключение, че авторката творчески е интерпретирала и оценила постиженията на изследователите в областта трансфера и конверсията на тримерни модели. Въз основа на оценката на нерешените проблеми в областта, правилно са формулирани целта и задачите на дисертационния труд.

3. Съответствие на избраната методика на изследване с поставената цел и задачи на дисертационния труд

В дисертацията е проучена и изследвана възможността за решаване на поставената задача – изследване на процесите, свързани с изготвяне на сложни геометрични форми и импланти, чрез иновативни индустриални технологии и на възможностите за оптимизация на процеса на изработване с CAD/CAM решения. Използвани са общо приети изследователски методи, отнесени към използването на съвременни хибридни технологии, както и такива, основани на технологичния процес на високоскоростно фрезование при управление по пет оси. Поставената цел е изпълнена, като е реализирана и нова методология за създаване на формообразуващ инструмент при кратки срокове, намерил пряко приложение в практиката. Добре формулираните задачи в дисертационния труд са решени чрез подходящи подходи и методи, което е позволило да се постигне и поставената цел пред разработката.

4. Кратка аналитична характеристика на естеството и оценка на достоверността на материала, върху който се градят приносите на дисертационния труд

Докторантът демонстрира задълбоченото познаване на проблемите и използване на подходящ съвременен инструментариум за решаване на поставените задачи. В дисертационния труд е развит подход за избор на оптимална технология за изработване на персонализирани имплантни структури и костни репликации на базата на три технологии (чрез отнемане и добавяне на материал и чрез отливка), а допълнително е развит и подход, основан на хибридна технология. Друга важна характеристика е развитият, изследван и валидиран ускорен производствен цикъл за създаване на предварителен или основен инструмент в кратки срокове. Той е внедрен в началото на пандемията от КОВИД 19 за създаване на медицински защитни очила в рамките на 12 дни до стартиране на серийно производство.

Получените резултати са анализирани и е доказана ефективността на разработката. Считаю, че поставената цел и задачите, свързани с нея са изпълнени коректно, в необходимия обем и съдържание.

Оценявам положително резултатите от изследванията и разработките.

5. Научни и/или научно приложни приноси на дисертационния труд

Приемам формулираните от автора приноси, които са с научно-приложен и приложен характер. Те са добре формулирани и към тях могат да се отправят някои дребни бележки от редакционен характер.

Получените научно-приложни и приложни приноси могат да бъдат отнесени към групите: доказване с нови средства на съществени нови страни на вече съществуващи научни области, проблеми, теории, хипотези; създаване на нови класификации, методи, конструкции, технологии и получаване на потвърдителни факти, конструкции и методи и обогатяване на съществуващите знания с практическо приложение.

Формулираен е един научен принос:

- Подход за избор на оптимална технология за изработване на персонализирани имплантни структури и костни репликации на базата на изследвани възможностите на трите най-популярни технологии - технология чрез отнемане на материал, чрез адитивни технологии и технология за отливане в силиконови матрици и оценяване на предимствата и недостатъците им според сложността на геометрията, необходимият брой изделия и целта на приложение.

Като научноприложни приноси са посочени:

- Метод за прилагане на хибриден подход при изготвяне на специфични импланти. Използват се технологиите за бързо изготвяне на формообразуващи инструменти с адитивна технология (материализация на негативно изображение) и формоване на необходимия имплант в този еднократен инструмент до втвърдяването му.
- Подход за производство на ФИ, произведени от инструментална стомана с предварителна термообработка до средна твърдост 30 HRC, като се използва единствено механична обработка на сложните формообразуващи повърхнини на една установка без пребазиране на заготовката,.
- Сравнение и анализ на различни подходи при избор на заготовки и стратегии при изработване на импланти чрез отнемане на материал на 5-осен обработващ център, като за критерии за оптимизация са взети в предвид машинното време, цената на заготовката и броя на установките.
- Оптимизация на стратегията на обработване води до редуциране на времето за изработване и на разходите при производство над два пъти и постигането на оптимални резултати по отношение на точността, която е ключово важна при производството на импланти.
- Методология, използваща най-модерни технологии за диагностика и ремонт на формообразуващи инструменти, което гарантира бърза и акуратна преценка за състоянието на инструмента, като с помощта на различни софтуери се поставя цялостна оценка за работоспособността му. Съгласно получените резултати са оформени 4 основни варианта за работата на инструмента.

Като приложни приноси са посочени:

- Сравнение между два характерни подхода при изготвяне на имплант с отнемане на материал, при които се използват различни заготовки с различно тегло и цена, време за обработка, брой установки, брой необходими инструменти, като тези елементи са оценени количествено. Резултатът е постигането на оптимално машинно време и повърхнини с високо качество и точност.
- Модифициране на конвенционалния цикъл на производство на ФИ, чрез иновативен производствен цикъл без междинна термообработка на заготовката преди финалните обработки, позволяващо отпадане на електроерозийните обработки, които изискват установяване в друга машина, а самият процес е времеемък.
- Посредством 5 основното фрезование на имплант и правилно подбрани инструменти и режими е доказано постигане на по-производителен процес и по-дълъг живот на инструмента над два пъти.
- Поради използването на по-къси инструменти, силно се понижава степента на деформация, от тук чувствително се понижават и трептенията в цялата система, които възникват при механичната обработка (остатъка им до голяма степен се демпфира), което води до получаване на повърхнини с много голямо качество и висока точност на изпълнение.
- Експериментално е установено, че високоскоростната обработка осигурява над два пъти по-ефективна производителност, която се постига първо със скоростта на рязане и второ със скоростта на подаване.
- Предложената иновативна производствена стратегия позволява бързо създаване на ФИ при намалени разходи, като в същото време се постига висока точност, тъй като по време и след производствения процес се извършва валидиране чрез 3D сканиране на точностните показатели.
- Експериментално е доказано, че използването на инструментална стомана с предварителна термообработка до 30-35 HRC е достъчно за гарантиране на производство на 200 000 - 300 000 броя детайли.
- Разработената стратегия е внедрена в реалната практика чрез прилагане на методологията за конкретен случай за създаване на много необходимите за началото на пандемията от КОВИД 19 медицински защитни очила и са постигнати уникални къси срокове от старта до серийното производство на изделията в рамките на сумарно 12 дни.
- При нужда от ремонтни дейности за ФИ е предложено и валидирано използване на хибридна система за отнемане и добавяне на материал в една и съща работна зона, което гарантира най-висока прецизност при възстановяването на геометрията на инструмента.
- В резултат на разработването на методология, използваща най-модерни технологии за диагностика и ремонт на формообразуващи инструменти от лаб. „Бързо прототипиране и 3D креативност“ се подготви нова услуга, включваща дейности по валидация на функционалността на формообразуващи инструменти (метрика,

отклонения от формата и взаимното разположение) и идентификация за степента на износване, която предстои да бъде предложена на компаниите в България и чужбина, занимаващи се с производство на пластмасови детайли и формообразуващи инструменти.

6. Оценка за степента на личното участие на дисертанта в приносите

Характерът на изследвания проблем и преди всичко неговата инженерна страна, предполага участието на научни колективи, което е отразено в приложените публикации. Наличието на самостоятелна публикация по темата на докторската дисертация говори за активната роля на автора. Убеден съм, че както самия труд, така и всички научни и научно-приложни приноси са постигнати лично от докторанта.

7. Преценка на публикациите по дисертационния труд – брой и характер на изданията, в които са отпечатани

Във връзка с дисертацията са направени 6 публикации (включително и подадена заявка за полезен модел, което показва приложността на проведените изследвания в дисертационния труд. Няма посочени цитирания.

Представените публикации по дисертационния труд отразяват достатъчно пълно и точно съществени страни от неговото съдържание и популяризират извършената работа.

8. Използване на резултатите от дисертационния труд в научната и социалната практика

Приложимостта на голяма част от резултатите в медицината има определено и социална насоченост. Тази насоченост е силно изразена при приложението на развитата методология за ускорено изработване (благодарение на технологично решение, свързано с термообработка) на формообразуващи инструменти, използвана в началото на пандемията от КОВИД 19. Методологията за валидация на функционалността на формообразуващи инструменти и идентификация за степента на износване, допринася за развитието на приложимите в производството на пластмасови детайли и формообразуващи инструменти научни подходи.

9. Оценка на съответствието на автореферата с изискванията за изготвянето му

Авторефератът е изготвен съгласно изискванията и отразява цялостно същността и основните приносни моменти от дисертацията.

10. Мнения, препоръки и бележки

Дисертацията притежава необходимият обхват, коректност на описанията, аналитичност на изследването и стремеж към приложими за практически цели решения. Към докторанта имам и някои забележки и препоръки:

- някои от посочените изводи в шеста глава не показват ясно изразени заключения;

- включеният научен принос би могъл да се определи и като „научно-приложен“, което не намалява стойността на разработката, като за малка докторска дисертация не е нужно наличието на „научен принос“;
- някои от приносите са описани твърде обстоятелствено, което затруднява тяхното цялостно възприемане.

Независимо от направените забележки считам, че работата отговаря по съдържание, пълнота и ниво на изпълнение на поставените цели и задачи пред докторанта. Авторът е реализирал внедряване в индустриалните условия на част от разработките, а на други – за медицински цели, което е от съществено значение за стойността на тази работа.

11. Заключение

Въз основа на запознаването ми с дисертационния труд и материалите към него, изпълнената образователна цел на докторантурата и изискванията на ЗРАСБ, Правилника на прилагането му и Правилника за реда и условията на придобиване на научни степени в ТУ-София, актуалността и значимостта на постигнатите научно приложни и приложни приноси, предлагам на маг. инж. Тодор Цветиев Гаврилов да бъде присъдена образователната и научна степен „доктор“ в професионално направление 5.1 Машинно инженерство, научна специалност „Автоматизация на инженерния труд“.

29.03.2021г.

гр. София

РЕЦЕНЗЕНТ:

(проф. д-р А. Диков)