

РЕЦЕНЗИЯ

върху дисертационен труд за придобиване на образователна и научна степен „ДОКТОР“

Автор на дисертационния труд: маг. инж. Габриела Викторова Коцева
Тема на дисертационния труд: Механични и трибологични изследвания на полимери и композити получени чрез 3D принтиране

Рецензент: проф. д-р инж. Коста Бошнаков, назначен за член на научното жури със заповед 302/28.11.2025 г. на директора на ИИКТ-БАН

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

Актуалността на разработвания в дисертационния труд проблем е безспорна както в научно, така и в научно-приложно отношение. Адитивните технологии и в частност 3D принтирането на полимери и композити заемат все по-значимо място в съвременното инженерство, като намират приложение при изработването на функционални елементи, подложени на механични натоварвания и трибологично взаимодействие.

От приложна гледна точка дисертационният труд е актуален с разработването на практически приложения, включително такива с ясно изразен социален ефект (тактилни възприятия за хора със зрителни увреждания), което надхвърля чисто теоретичния интерес.

Въпреки широкото им разпространение, механичното и трибологичното поведение на 3D принтираните материали все още не е достатъчно изяснено, което обуславя необходимостта от целенасочени научни изследвания в тази област.

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

В библиографията към дисертационния труд са включени 226 литературни източници, преобладаваща част от които са на латиница. Над 50% от литературните източници са след 2010 година.

Разгледани са класически и фундаментални трудове по трибология, механика, физика и контактни явления, развитието на съвременната трибология, механичното поведение на материалите, навлизането на адитивните технологии и развитието им, трибологията на полимери и композити, енергийна ефективност и устойчиво развитие, 3D принтиране,

трибологични свойства на 3D отпечатани материали и приложни и социално ориентирани изследвания.

Авторът демонстрира много добро познаване на съвременното състояние на научния проблем и прилага необходимите методи в провежданите изследвания в дисертационния труд.

Въз основа на направения литературен обзор и съвременните научни достижения в областта на механиката и трибологията на полимери и композити, получени чрез 3D принтиране е формулирана следната **цел на дисертационния труд**:

Чрез изследване и определяне на механични и трибологични свойства на полимери и композити, получени чрез 3D принтиране да бъдат придобити нови знания относно техните параметри, характеристики, да бъдат създадени иновативни приложения. Оптимизиране на технологичните процеси и за разработване на нови подходи при проектиране на функционални полимерни и композитни материали, произведени чрез адитивни технологии. Да бъдат подобрени входните данни при симулационни процеси, което би довело до по-точни резултати.

За постигане на целта на дисертационния труд са формулирани осем задачи.

3.Кратък преглед на дисертационния труд

В първа глава е направен преглед и анализ на трибологията като интердисциплинарна наука, на основните принципи и приложения, систематизирани са основните механични и химични фактори, които определят поведението на повърхностите при триене. Разгледани са химията на трибо-повърхнините, физичните свойства на материалите и повърхностите и формите на износване в трибологията. В заключение е подчертана ролята на трибологията в индустрия и икономика.

Във втора глава са разгледани технологията на трибологичните изследвания, необходимите устройства и системи за провеждането им, 3D технологиите, материалите и устройствата за печат. Специално внимание е обърнато на полимери и композити за 3D печат. Накратко е представен програмния пакет EDEM Software, подходящ за симулация на 3D отпечатани проби и изчисляване на коефициенти на триене при плъзгане, триене при търкаляне и възстановяване на материала.

Трета глава е посветена на съставяне на методики за провеждане на изследванията. Представени са технологии за 3D печат с цел изготвяне на образците за изследване. Разработени са методики за 3D принтиране на плочки, цилиндри и сфери и са отпечатани необходимите образци от тях за

провеждане на изследванията. Разработени са методики за изследване на трибологични свойства на полимери и композити получени чрез 3D принтиране. С цел възможност за виртуално изследване и анализ на поведението на материалите при различни условия на натоварване е разработена методика за симулационно моделиране в среда на EDEM Software.

В четвърта глава са представени и анализирани резултатите от експерименталните изследвания, проведени върху 3D отпечатани полимерни и композитни материали с различна геометрия на пробите – плочки, цилиндрични и сферични образци. Основната цел на експерименталните изследвания е оценяване на влиянието на геометрията, технологичните параметри на отпечатване и материалния състав върху трибологичните и механичните характеристики на изследваните образци. Определени са основни трибологични параметри, като коефициентът на триене при плъзгане, коефициентът на триене при търкаляне, както и коефициентът на възстановяване на еластичността след деформация.

Изследвани са коефициентите на триене на 3D отпечатани проби. Представени и анализирани са получените експериментални резултати за основните трибологични характеристики на голям набор материали, а именно: коефициент на триене при плъзгане, коефициент на триене при търкаляне, както и коефициент на възстановяване на еластичната деформация след контактно натоварване.

Изследвани са и са разгледани възможностите за приложение на трибологичните характеристики (грапавост, устойчивост на повърхността, височина на слоя) на различни 3D принтирани материали с цел определяне на тяхната роля за тактилната устойчивост и възприятие на хора със зрителни увреждания и хора, родени слепи.

С EDEM software са проведени симулационни изследвания на 3D отпечатани проби и е показано, че получените резултати съответстват на опитно установения коефициент на възстановяване.

В пета глава са публикувани насоките за бъдещи изследвания, включващи усъвършенстване на методиките за 3D принтиране, разширяване на изследванията на механичните и трибологичните свойства, усъвършенстване на симулационните модели, приложение в инженерната и социалната практика за подобряване на живота и на зрително увредени хора и развитие на научно-приложната база.

Дисертационният труд завършва със заключение, научно-приложни приноси, библиография, декларация за оригиналност, публикации по

дисертационната тема и следните две приложения: Приложение 1. Обзор и дефиниции в трибологията към което са включени и Преглед на част от съществуващи системи за трибологични изследвания, Обработка на данни на трибологични изследвания и Приложение 2. Обзор на технологиите за 3D печат.

4.Съответствие на избраната методика на изследване и поставената цел и задачи на дисертационния труд с постигнатите приноси.

Целта на дисертационния труд и задачите за постигането и са конкретно формулирани и логически обосновани. Те са насочени към придобиване на нови знания за параметрите и характеристиките на полимерите и композитите, получени чрез 3D принтиране и оптимизиране на технологичните процеси.

За постигане на целта на дисертационния труд са разработени набор от методики за 3D принтиране, за изследване на трибологичните и механични свойства на получените чрез принтиране полимери и композити и методика за създаване на симулационни модели в среда на EDEM Software.

Проведени са голям брой експериментални изследвания за влиянието на технологичните параметри на 3D печата и са анализирани резултатите от експерименталните изследвания за трибологичните и механични характеристики на получените от печата полимерни и композитни материали.

Избраният изследователски подход позволява получаването на надеждни резултати и постигане на значими научноприложни и приложни приноси.

5.Научноприложни и приложни приноси на дисертационния труд

В настоящия дисертационен труд се съдържат следните по-важни научноприложни и приложни приноси:

1.Предложени са методики за 3D принтиране чрез адитивни технологии на плочки, цилиндри и сфери.

2.Разработени са методики за провеждане на експериментални изследвания върху 3D отпечатани полимерни и композитни материали: методика за анализи на микротвърдостта на полимери и композити, методика за изследване на трибологични свойства на полимери и композити получени чрез 3D принтиране и методика за създаване на симулационни модели в среда на EDEM Software.

3.Представени и анализирани са получените експериментални резултати за основните механични и трибологични свойства на полимерни и композитни материали, получени чрез технологията на триизмерния печат (3D печат), а

именно: коефициент на триене при плъзгане, коефициент на триене при търкаляне, коефициент на възстановяване и микротвърдост на материалите.

4.Изследвани са и анализирани трибологични характеристики (грапавост, устойчивост на повърхността, височина на слоя) на различни 3D принтирани материали за тактилните възприятия на хора в неравностойно положение.

5.Проведени и са верифицирани симулационни изследвания на 3D отпечатани проби с EDEM Software.

6.Анализирано е влиянието на технологичните параметри на 3D печата върху трибологичните и механичните характеристики на отпечатаните полимерни и композитни материали, което е основа за оптимизацията на индустриалните производствени процеси.

6.Преценка на публикациите по дисертационния труд

Към дисертационния труд са приложени 7 научни труда. Те са в съавторство на докторанта, научния му ръководител и колеги. В 5 от тях маг. инж. Г. Коцева е първи автор. 4 от конференциите са проведени в чужбина и 3 в България.

Три от научните публикации [3,4,5] са в издания, които са реферирани и индексирани в световноизвестни бази данни с научна информация, а останалите четири са в нереферирани списания с научно рецензиране или в редактирани колективни томове.

Научните публикации са на необходимото научно ниво и отразяват основните научните изследвания и постижения в дисертационния труд.

7.Оценка на съответствието на автореферата с изискванията за изготвянето му, както и на адекватността на отразяване на основните положения и приносите на дисертационния труд

Авторефератът е в обем от 55 стр. Включена е библиография от 94 литературни източника. Оформен е в съответствие с дисертационния труд. В него са отразени целта, задачите, основните изследвания, получените резултати и приноси на дисертационния труд и адекватно отразява съдържанието и значимостта на дисертацията.

8.Мнения, препоръки и бележки.

● Считаю, че твърде детайлно е описанието в дисертационния труд на използваните апаратури за изследване на твърдостта на полимери и композити (стр. 60-64), както и на голяма част от процесите за 3D печат (стр. 66-75).

- Във връзка с публикациите по дисертацията:

-Независимо, че не във всички цитатни стилове се изисква включване на мястото на провеждане на конференцията и периода на провеждането им, когато те са включени в заглавието на просидинга е препоръчително включването им и от моя гледна точка това повишава информацията за конкретния научен труд.

-Публикация [2] е на български език. Защо в списъка с публикациите е записана на английски език?

9.Заключение с ясна положителна или отрицателна оценка на дисертационния труд

Цялостната ми оценка за дисертационния труд на маг. инж. Габриела Викторова Коцева е положителна.

Анализът за изпълнение на минималните национални изисквания за придобиване на образователната и научна степен „доктор“ по професионалното направление 5.2 Електротехника, електроника и автоматика и изискванията на Правилника за специфичните условия за придобиване на научни степени и за заемане на академични длъжности в Института по информационни и комуникационни технологии показва, че по групата от показатели А, при изисквани 50 точки, с представения дисертационен труд маг. инж. Г. Коцева постига тези точки и по групата от показатели Г, при изисквани 30 точки, маг. инж. М. Коцева е постигнала 66.64 точки, като три от приложените научни публикации по групата от показатели Г са в издания, които са реферирани и индексирани в световноизвестни бази данни с научна информация (Г7).

Въз основа на положителната ми оценка за дисертационния труд и изложеното в настоящата рецензия, предлагам на уважаемото Научно жури да присъди на маг. инж. Габриела Викторова Коцева образователната и научна степен „доктор“, в научна област 5. Технически науки, професионално направление 5.2 Електротехника, електроника и автоматика, научна специалност „Автоматизирани системи за обработка на информация и управление“.

Дата: 23.01.2026

РЕЦ
/1

