

СТАНОВИЩЕ

от проф. д-р инж. Мара Крумова Кандева-Иванова, Технически университет-София,
относно дисертационен труд за получаване на научна и образователна 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“

Автор на дисертационния труд: ГАБРИЕЛА ВИКТОРОВА КОЦЕВА

Тема на дисертационния труд: Механични и трибологични изследвания на
полимери и композити, получени чрез 3D принтиране

ОСНОВАНИЕ за изготвяне на рецензията: Заповед № 302/28.11.2025г. на
Директора на Институт по информационни и комуникационни технологии при
БАН за назначаване на научно жури и Решение на първото заседание на научното
жури (*Протокол №1 от 11.12.2025 г.*).

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

Настоящата дисертационна работа е фокусирана върху изследване на
механични и трибологични характеристики на полимери и композитни полимерни
материали, получени чрез 3D принтиране.

Основната цел на изследването е да се разработят, приложат и анализират
методики за експериментална и симулационна оценка на поведението на тези
материали при различни условия на натоварване, като се търси връзката между
технологичните параметри на адитивното производство, геометрията на
образците и функционалните им характеристики.

Темата е изключително актуална, защото е пряко свързана със съвременните
световни тенденции в областта на адитивните технологии (3D принтиране),
материалознанието и трибологията за разработване на нови материали с високи
механични, триботехнически, икономически и екологични показатели.

Темата е не само научно интересна, интердисциплинарна, но и практически
значима. Значимостта ѝ произтича от дълбоката необходимост от изследване и
оптимизиране на технологиите, свойствата и функционалните характеристики на
получените 3D принтирани материали за приложението им в многообразните
експлоатационни условия на механизмите и машините в различни области на
индустрията и транспорта.

2. Обща характеристика на представения дисертационен труд

Дисертационният труд има обем от 174 страници и структурата му включва: увод, пет глави, заключение, научно-приложни приноси, библиография, публикации по дисертационната тема и две приложения. Той съдържа 80 фигури, 25 таблици и 226 цитирани източници, от които 9 на български език. Към дисертацията е представен списък на използвани съкращения и термини.

Глава 1 представлява литературен обзор по темата на дисертационния труд.

В глава 2 са описани някои методики и устройства за експериментални изследвания на трибосистеми, включващи полимери и композити, както и уреди за измерване на микротвърдост на полимери. Разгледани са съвременни 3D техники за печат и тяхната роля за създаване на детайли за изпитване.

Глава 3 представя основните методики и устройства, използвани при получаване и изследване на полимери и полимерни композити, по-конкретно - методики за 3D печат, методики за измерване на твърдост и микротвърдост, методика за определяне на статичните коефициенти на триене в условия на плъзгане и в условия на търкаляне по наклонена равнина, методика за определяне на коефициента на възстановяване и методика за създаване на симулация в среда на EDEM Software.

В глава 4 са представени експерименталните резултати, получени с избраните и съставени методики за изследване. Показани са данни и е направен сравнителен анализ на статичните коефициенти на триене при плъзгане и при търкаляне, на коефициента на възстановяване при контакт между различни полимери и полимерни композити - PLA, PETG, CARBON, Steel Fil, TPU, Flex и Vero White. Значима част в тази глава е валидирането на експерименталните данни чрез симулационни изследвания с EDEM софтуер.

В глава 5 се разглеждат възможности за бъдещото развитие на тематиката на дисертационния труд. Получените експериментални резултати дават възможности за разширяване на спектъра от нови материали и изследвания, чрез които да бъдат подобрени качествата на детайлите при 3D принтиране.

Друг възможна перспектива, която се разглежда, се отнася до разширяване на трибологичните изследвания при различни условия и приложението на 3D материали и композити в различни контактни системи на механизмите и машините в индустрията.

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

Литературният обзор в глава 1 на дисертацията е представен в обем от 38 страници. Той представлява едно задълбочено проучване на съвременното състояние на трибологията като инженерна интердисциплинарна наука и адитивните технологии за 3D печат. Разгледано е историческото развитие на трибологията в света и в България, описани са основни понятия и термини, трибологични феномени и процеси, както и някои стандарти и методи за определяне на триботехнически характеристики. Представени са технологиите за 3D печат, видове и свойства на използваните материали (полимери и полимерни композити).

Комплексното проучване на специализираната литература по темата на дисертационния труд, задълбоченият анализ и креативната интерпретация на състоянието на проблема са отлични показатели за високата ерудиция на докторантката, както и познаването на същността на научната материя по дисертационната тема.

4. Приноси на дисертационния труд

Приемам, че приносите в дисертационния труд имат научно-приложен характер, и могат да се обобщят както следва:

1. Разработена е комплексна схема на трибологията като наука и технология, включваща базовите контактни феномени, процеси, характеристики, приложения и значимост за ефективността и функционалността на системите и околната среда.

2. Получени са нови оригинални резултати за статичните коефициенти на триене в условия на триене при плъзгане и при търкаляне в трибосистеми, съдържащи противотела от различни видове 3D материали (полимери и композити) с използване метода на тангенса на ъгъла на наклонената равнина.

3. Разработени са прецизни методики и са получени оригинални резултати за механичните свойства микротвърдост и коефициент на възстановяване на 3D материали (полимери и композити). Методиките предоставят научно обоснована база за оценка на устойчивостта и качеството на 3D отпечатаните образци по съответните показатели.

4. Разработени са симулационни модели в среда на EDEM Software, позволяващи числено възпроизвеждане на някои трибопроцеси и валидиране на експерименталните резултати. Получените съвпадения с отклонения до 7% доказват приложимостта на симулационните модели за прогнозиране на

трибологичното поведение на 3D отпечатаните материали при определени условия.

5. Предложено е иновативно приложение на трибологичните изследвания за оценка на тактилната пригодност на 3D отпечатани материали като помощни средства за хора с нарушено зрение.

5. Оценка на публикациите по дисертацията

В дисертацията е представен списък със 7 бр. научни публикации, в 5 бр. от които докторантката е водещ автор. Публикациите са докладвани и отпечатани в сборници на авторитетни международни конференции и в списания, индексирани в световна база данни със SJR.

Броят на публикациите не само отговарят, но и надхвърлят повече от два пъти минималните изисквания за ОНС «доктор».

Високата публикационна активност на докторантката като водещ автор и в съавторство е отличен показател за актуалността на научния проблем, значимостта на получените резултати и личният принос на докторантката под ръководството на нейния научен ръководител.

6. Автореферат

Авторефератът е много добре оформен и отговаря по обем и съдържание на изискванията на «Закона за развитие на академичния състав в Република България» и «Правилника за неговото приложение». Отразени са основните дейности, получените резултати, изводи и приносите в дисертацията.

7. Въпроси, забележки и препоръки

Представената дисертация е изпълнена на високо методично ниво и представлява завършен научен труд.

Имам забележки по отношение на някои неточности, които не намаляват значимостта на работата, именно:

1. В списъка с термините в трибологията има някои неточности, например за термина под №20, стр. 11 е записано **„номер против износване“**, което е некоректно и неясно, вероятно се има предвид **„клас /или индекс/ на износоустойчивост“**. В термина под №43, стр. 13 е записано, че коефициентът на триене при търкаляне **е аналогичен** на коефициента на триене при плъзгане. Напротив, коефициентът на триене при търкаляне **не е аналогичен** на коефициента на триене при плъзгане. Той има друга

природа и друго количествено измерение от това на коефициента на триене при плъзгане.

2. В дисертацията се използват методики и се изследва **статичния** коефициент на триене, но това не е уточнено, а се използва само понятието „коефициент на триене“. Статичният и кинетичен коефициенти на триене имат различно естество, механизми на формиране, различна динамика и зависят от различни фактори. Разликата между стойностите на двата коефициента представлява т.н. **скок на коефициента на триене**, известен още в англезичната литература като **stick-slip**. Ето защо уточняването на понятието е от съществено значение.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Представената ми дисертационна работа има обем и качества на дисертационен труд за присъждане на образователната и научна степен „ДОКТОР“ и съответства на изискванията на «Закона за развитие на академичния състав в Република България» и «Правилника за неговото приложение».

Въпреки направените забележки, давам положителна оценка на дисертационния труд и препоръчвам 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“.

София, 22.12.2025 г.

Чл.
/

НА ОСНОВАНИЕ

331Д

ва/