

СТАНОВИЩЕ

**за дисертационен труд
за придобиване на образователна и научна степен „доктор“ в**

**област на висше образование – 5. Технически науки
професионално направление – 5.6 Материали и материалознание
докторска програма „Материалознание и технология на
машиностроителните материали“**

Автор: маг. инж. Симеон Цанков Ценкуловски

**Тема: „Особености при лазерно маркиране на слоесто армирани
композити на полимерна основа“**

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

1. Тема и актуалност на дисертационния труд

Развитието на технологичните лазери през последните десетилетия на основата на непрекъснато или импулсно лъчение с продължителност от милисекунди до няколко фемтосекунди в широк обхват от мощности определя големия потенциал на лазерните техники като ефективни термични процеси, използвани за различни индустриални приложения. Възможността за презивно локализирано нагряване на широк спектър индустриални материали (метали, полимери, керамика, композити, текстил) във въздух (или друга среда на газ или течност) за много малко време, без необходимост от охлаждаща среда и други консумативи благоприятства развитието на лазерното маркиране като икономически ефективен процес с екологично въздействие върху околната среда.

Дисертационният труд е базиран върху концептуален модел за изработване на лазерна установка за маркиране на слоестоармирани композитни материали на полимерна основа, която елиминира недостатъци на съществуващите системи. Горното доказва актуалността и практическата полезност на темата на дисертацията.

2. Методика на изследване

В дисертацията е използван теоретико-аналитичен подход за оценка на структурните, физични и химични ефекти при взаимодействие на лазерното лъчение с полимерни слоести композити и етапите на процеса лазерно маркиране. Основните изводи са направени на база на приемането за еквивалентност на плътността на мощността на лъчението

при равномерно разпределение и Гаусово разпределение. Предвид спецификата на изследвания проблем, експерименталният подход на изследване е без алтернатива. Експерименталните изследвания включват предпланиране и планиране на експеримента, дисперсионен анализ (ANOVA), регресионен анализ и многоцелева оптимизация, базирана върху търсене на Pareto фронт. За намиране на последния е използван недоминиращ сортиращ генетичен алгоритъм II (NSGA II). За статистическа обработка на резултатите е използван специализирания софтуер QStatlab.

3. Приноси на дисертационния труд

3.1. Научно-приложни приноси

Научно-приложните приноси на дисертационния труд са в следните категории:

Създаване на нови класификации, методи, конструкции, модели, методики, алгоритми:

- Концептуален модел за изработване на лазерна установка за маркиране на слоесто-армирани композити на полимерна основа;
- Математични модели на влиянието на мощността на лазерния лъч и скоростта на маркиране върху дълбочината на проникване и широчината на лазерния шрих при лазерно маркиране на стъклотекстолит и текстолит;

Получаване и доказване на нови факти:

- Установени са геометричните параметри на маркировката (дълбочина, широчината на щриха и профил на напречното сечение) за два материала (стъклотекстолит и текстолит) в зависимост от технологичните параметри на процеса лазерно маркиране.

3.2. Приложни приноси

- Работоспособна лазерна установка за маркиране на слоесто армирани композити на полимерна основа.

.

4. Публикации и цитирания на публикации по дисертационния труд

По дисертационния труд са публикувани общо 10 научни труда, разпределени според мястото на публикуване, както следва:

- 4 доклада на научни конференции в България;
- 1 доклад на научна конференция в чужбина (Резекне, Латвия);
- 3 статии в списания в България;
- 2 полезни модела.

Маг. инж. Симеон Ценкуловски е първи автор в пет научни труда (три доклада и две статии), а в останалите статии и доклади – втори автор. Информацията за полезните модели по дисертацията е непълна, тъй като не са посочени авторите.

5. Авторство на получените резултати

На база на статистиката за авторството на публикациите по дисертацията може да се заключи, че докторантът има водеща роля в провеждане на изследванията. Изобретателната дейност на докторанта е забележителна. Считам, че маг. инж. Симеон Ценкуловски значително е повишил квалификацията си в областта на изследвания проблем.

6. Забележки и препоръки

Към дисертацията имам следните забележки, които преди всичко целят прецизиране на научната информация:

1). Във фиг. 1.2 е използвано съкращение „ОКГ“, което не е въведено в списъка с използваните съкращения;

2). Фиг. 1.3 представлява сканирано изображение от съответния цитиран източник и съдържа текст на английски език. Независимо от водещата роля на английския език в научната литература, дисертацията представя научно съдържание на български език;

3). Стр. 27: В контекста на преноса на топлина в обработваната зона са въведени три физични характеристики: коефициент на топлопроводимост k ; специфичен топлинен капацитет c и коефициент на температуропроводимост a . Температурата е количествена характеристика на топлината в елементарен обем в твърдите тела и флуидите. Очевидно, понятието „коефициент на температуропроводимост a “ е некоректно. В случая става въпрос за коефициент на линейно температурно разширение;

4). Стр. 27 и стр. 69: „ k “ се използва за означение на две различни величини: коефициент на кондуктивна топлопроводимост (стр. 27) и коефициент на концентриране на потока, характеризиращ формата на кривата на нормално разпределение (стр. 69, формула (3.1));

5). Анализирайки спецификата на взаимодействието на лазерното лъчение с непрозрачни неметални материали се твърди, че „погълнатата енергия се превръща почти мигновено в топлинна и създава вторичен (локален) източник на топлина по повърхността“. От друга страна се твърди, че „се реализират големи скорости на нагряване – до 10^{10} K/s, и охлаждане – до 10^8 K/s, респ. налице е голям температурен градиент“.

Последните ефекти са характерни за отговора на металите и сплавите при въздействие с концентриран енергиен поток, при които доминиращо значение за преноса на топлина има кондукцията. Като следствие се получава ефект на самоохлаждане (охлаждане по маса). Получените много големи скорости на охлаждане осигуряват технологично предимство на неконвенционалните процеси като електронно-лъчево или лазерно закаляване на стомани в сравнение с конвенционалните такива. В контекста на последното е цитирана публикация, отнасяща се до лазерно маркиране на метали и сплави (източник [33]). Очевидно, описаните по-горе феномени имат различна физична основа и се проявяват в различна степен при третиране на метални и неметални материали с концентрирани енергийни потоци.

7. Заключение

Считам, че представеният дисертационен труд **отговаря** на изискванията на Закона за развитие а академичния състав в Република България. Постигнатите резултати ми дават основания **да предложи** да бъде придобита образователната и научна степен „доктор“
от маг. инж. Симеон Цанков Ценкуловски в
област на висше образование – 5. Технически науки
професионално направление – 5.6 Материали и материалознание
докторска програма „Материалознание и технология на
машиностроителните материали“.

6.08.2025 г.

Член на научно жури /п/

/проф. дн Галя В. Дунчева/