

## РЕЦЕНЗИЯ

върху представения от **ас. инж. Татяна Миткова Мечкарова** дисертационен труд на тема **Оптимизиране и изследване на индиректен плазмотрон за химико-термична обработка на титанова сплав Ti-6Al-4V за присъждане на образователна и научна степен „Доктор“**

от проф. д-н Людмил Борисов Дренчев, Институт по металознание, съоръжения и технологии “Акад. А. Балевски” с Център по хидро и аеродинамика - Варна, БАН, бул. “Шипченски проход” 67, София 1574, тел. 02 46 26 220

### 1. Актуалност на разработения проблем

Дисертационният труд е посветен на специфичен метод за повърхностна металургична, химична и термична обработка на метални материали чрез използването на плазмотрон. Нов подход в тази насока е повърхностното плазмено-прахово напластяване и азотиране с помощта на плазмотрон с индиректна дъга. Именно този метод е във фокуса на предлагания дисертационен труд. През последните години методът се радва на особен интерес от страна на специалистите, работещи в областта на повърхностната обработка. Въпреки това, ефективността на този процес и режимите на работа на плазмотроните са недостатъчно проучени. Публикуваните данни не засягат в пълнота този проблем и в немалка степен са противоречиви. Причините за необходимостта от нови проучвания и повишен интерес към плазменото третиране на повърхности са както разширяващото се поле на приложение в почти всички индустриални клонове, така и богатите технологични възможности, които предлага индиректния плазмотрон.

Текстът на дисертационния труд се състои от 187 страници, които съдържат 6 глави, 71 фигури и 24 таблици. Основните изводи и приносите на дисертационния труд са обобщени в отделни раздели в края на текста. Цитирани са общо 178 литературни източника, като две трети от тях са на английски. Част от чертежите, схемите и графични изображения на получените резултати са оформени като приложения и са представени в отделно книжно тяло.

## 2. Степен на познаване на проблема от страна на докторанката

Докторанката инж. Татяна Мечкарова е посветила 33 страници от дисертационния труд за представяне, анализ и обяснение на проблемите около плазмената повърхностна обработка на металните и по-специално на титановите материали. Представена е подробна класификация на използваните плазмотрони, както и схеми за техническа реализация на процеса. Извършеният анализ дава възможност за коректно посочване на технологичните проблеми и формулирането на смислени цел и задачи на дисертационния труд. Познаването на проблема от страна на докторанката е на ниво и в степен, достатъчно за успешното постигане на формулираната цел.

## 3. Съответствие на избраната методика на поставените цел и задачи

Изследванията в дисертационния труд са планирани след обстоен и критичен анализ на литературата и съществуващата практика. След направения анализ на използваните методики може да се заключи, че те напълно отговарят на формулираните задачи и са в съответствие с целта на дисертационния труд. Разработени са конкретни методики за:

- плазмено газово азотиране с индиректен плазмотрон PTN 50;
- пресмятане на работните параметри, геометричните размери и охладителната система на индиректен плазмотрон за химико-термично азотиране;
- пресмятане на ресурса на работа на основните възли на плазмотрона;
- подготовка на пробните образци за изследване;
- провеждане на структурни и фазови анализи;
- измерване на микротвърдост на получаваните повърхностни слоеве;
- измерване на гапавостта;
- термичен анализ;
- експериментално-статистическо изследване на режимите на работа при повърхностна плазмено азотиране на образци от титанова сплав Ti64.

Подбраната апаратура заедно със съответните измервателните методи дават възможност да се получи адекватна информация.

## 4. Оценка на достоверността на материала, върху който се градят приносите на дисертационния труд

Прави впечатление добре формулираните цел и задачи и систематичността при реализирането им. Изложението е логически последователно и изводите са направени обосновано в съгласие с получените експериментални резултати.

Докторантката е използвала стандартна апаратура и утвърдени техники за провеждане на измерванията и анализ на получените резултати. Направеният подробен професионален анализ демонстрира добро познаване на материята. Логичната обвързаност на резултатите от различните измервания свидетелства за коректното им провеждане. Представеният труд не дава основание за съмнение в достоверността на получените резултати и обосноваването на направените изводи и формулираните приноси.

## 5. Приноси

Докторантката е формулирала научно-приложни и приложни приноси. Всички приноси са обосновани и са свързани с установяване на специфичните връзки между технологичните параметри на процеса на плазмена повърхностна обработка с индиректен плазмотрон и оптимизационните параметри на режима. Показано е, че предложената модификация на плазмотрон РТН 50 има подобрени технологични параметри. Изследванията са извършени върху реални обекти, а именно зъбни импланти от популярната титанова сплав Ti64.

Освен разработените методики за оценка и оптимизация на различни технологични параметри е разработена и технология за повърхностно плазмено азотиране на детайли от Ti64, която удовлетворява изискванията на международните стандарти за повърхностна микротвърдост и грапавост на импланти и протези. Предложен и успешно е тестван компютърен симулационен модел и е изследвано разпределението на температурното поле на азотирани образци от изследваната сплав при газоплазмено азотиране с плазмотрон РТН50. Установено е, че разработеният модел адекватно симулира процесите на разпределение на топлинното поле в дълбочина на реалния обект. Освен това, чрез компютърни симулации е изследвано напрегнатото и деформационното състояние на изследваните азотирани образци след газоплазмено азотиране. Моделът позволява прогнозиране появата на дефекти и възникването на остатъчни напрежения и деформации.

Приложните приноси са свързани с конструирането и изработването на прототип на плазмотрон с три различни конструкции на катодния възел с един, три и пет волфрамови електрода с общо водно охлаждане. Освен това са разработени две конкретни технологии за повърхностно азотиране на зъбни импланти и сонотрод от стенд за ултразвуково резонансно изпитване на умора. Всички тези техники са използвани успешно в конкретни условия.

#### 6. Оценка на личното участие на докторантката

Инженер Татяна Мечкарова е публикувала общо 6 научни труда по темата на дисертацията си. В 4 от тях тя фигурира като първи автор, а в останалите 2 е втори автор. Това дава основание да се твърди, че резултатите, представени в дисертационния труд, са постигнати чрез доминиращото участие на докторантката. Представеният текст на дисертацията затвърждава това убеждение.

#### 7. Публикации на докторантката по темата на дисертацията

Публикуваните от инж. Татяна Мечкарова трудове по темата на дисертацията са шест, в това число два в „Машиностроителна техника и технологии“, два в НТСМ „Научни известия ” 2014г. и два доклада на XX НТК с международно участие ЕКОВАРНА 2014, „Транспорт, екология – устойчиво развитие“. Това дава основание да се твърди, че постигнатите резултати са добре представени пред специалистите в тази област.

#### 8. Препоръки и критични бележки

В текста на много места се срещат печатни грешки, които тук няма да коментирам, тъй като те нямат отношение към стойността на дисертационния труд. Считам, че постигнатите резултати са стойностни и с успех биха могли да се публикуват в чужди списания с импакт фактор. Необходимо е да се положат още малко усилия за оформянето им в подходящ за целта вид. Това би било полезно за бъдещото израстване на инж. Татяна Мечкарова.

#### 9. Оформление на автореферата

Авторефератът е оформен коректно. В него е налична всичката информация, пряко свързана със същността на дисертационния труд и с процедурата по неговата защита. Представянето на цветни изображения в него улеснява възприемането и оценката на получените резултати.

### **Заклучение**

Представеният текст на дисертация от ас. инж. Татяна Миткова Мечкарова представлява цялостен труд с подчертан новаторски характер. Коструиран е и е изработен прототип на плазмотрон с три различни катодни възли. Разработени са две конкретни технологии за повърностно азотиране, които удовлетворяват изискванията на

международните стандарти. Обемът на дисертацията е напълно достатъчен, получените резултати са достоверни, а проведените анализи и направените изводи са задълбочени и обосновани. Считам, че представеният ми за рецензиране дисертационен труд „Оптимизиране и изследване на индиректен плазмотрон за химико-термична обработка на титанова сплав Ti-6Al-4V“ за присъждане на образователна и научна степен „Доктор“ на ас. инж. Татяна Миткова Мечкарова в област 5 Технически науки, професионално направление 5.1 Машинно инженерство, удовлетворява всички изисквания на Закона за развитие на академичния състав в Република България, на Правилника за неговото прилагане, както и на приетия в Технически Университет – Варна Правилник и утвърдените в тях критерии. Всичко това ми дава основание без никакво съмнение да препоръчам на уважаемото жури да присъди образователната и научна степен „Доктор“ на ас. инж. Татяна Миткова Мечкарова.

20.09.2015 г.  
гр.София

/проф. д.т.н. Людмил Б. Дренчев/