

# РЕЦЕНЗИЯ

върху дисертационен труд за получаване на образователната и научна степен „ДОКТОР НА НАУКИТЕ”

с автор **проф. д-р инж. Христо Костов Скулев**

на тема „**ТЕОРИЯ И МЕТОДОЛОГИЯ ЗА ОБРАБОТВАНЕ НА ТИТАН И ТИТАНОВИ СПЛАВИ С ИНДИРЕКТЕН ПЛАЗМОТРОН**”

Професионално направление 5.1. Машинно инженерство, научна специалност „Технология на машиностроителните материали”

РЕЦЕНЗЕНТ: **проф. д-р инж. Николай Василев Лолов**

Представеният ми за предварителна рецензия дисертационен труд е оформен в 8 глави и 3 приложения и е в обем 400 страници. Използвани са 620 литературни източника, от които 524 са на латиница. Трудът е разработен в Технически Университет – Варна, катедра „Материалознание и технология на материалите”.

## **1. Характеристика на дисертационния труд**

### *1.1. Актуалност на разработвания проблем*

Комбинацията от висока якост, ниска плътност, висока корозионна устойчивост и биосъвместимост са причините за нарастващата употреба през последните 40 години на титана и титановите сплави в различни индустрии като аерокосмическата, химическата, нефтопреработващата, добива на нефт и природен газ, производството на електроенергия, обезсоляването, общото инженерство и медицината. Същевременно тези материали се характеризират с лоши трибологични свойства, висок и нестабилен коефициент на триене и силна склонност към задиране. Това ограничава тяхното приложение при изработване на детайли, работещи в подобни условия. Изход от тази ситуация е прилагането на различни методи за изменение свойствата на повърхностния слой на титана и неговите сплави, което би довело до разширяване областите на тяхното приложение.

Един от перспективните методи за повърхностно обработване на титана и неговите сплави е процеса на плазмено газово азотиране с индиректен плазмотрон. Реалното внедряване в практиката обаче е свързано с преодоляването на редица проблеми, които може да се решат чрез създаването на нова модификация индиректен плазмотрон за газово азотиране гарантираща постоянство на дълбочината

на азотирания слой и съществено намаляване на времето за протичане на процеса на азотиране.

Направеният в дисертацията литературен обзор показва много добро познаване на състоянието на проблема от страна на дисертанта. Същевременно е видно, че изнесените в литературата данни са недостатъчни и често пъти противоречиви. Гореканонното определя и актуалността на темата на дисертационната работа.

### *1.2. Цели и задачи*

Основната цел на дисертационния труд – разработването на теория и методология за обработване на титан и титанови сплави с индиректен плазмотрон е мотивирана от оскъдната информация в литературата за влиянието на ресурсните и електрическите параметри на индиректне плазмотрони и качествата на получаваните покрития. За реализирането на тази цел дисертантът планира решаването на 7 отделни задачи, свързани с проектирането и изработването на нови модификации индиректни плазмотрони, подходящи за повърхностна обработка на титан и титанови сплави, компютърно моделиране на топлопренасянето и напрегнатото състояние на образци от титанова сплав, изследване на получените повърхностни слоеве.

### **2. Познава ли дисертантът състоянието на проблема и оценява ли творчески литературния материал**

Съдържанието на обзорната част и представянето литературен материал свидетелства за това, че дисертантът много добре познава натрупаните до момента знания имащи отношение към областта повърхностната обработка на титана и титановите сплави, получаващите се резултати и предстоящите за решаване проблеми. В това отношение особено важен е анализът, направен в литературния обзор, насочен към основните изисквания при проектирането апаратура за плазмено напластяване.

### **3. Може ли избраната методика за изследване да се оцени като подходяща за получаване на достоверни резултати?**

На този въпрос следва да се отговори положително. Избраната методика включва комплексното прилагане на познания от редица области на науката – газо- и хидродинамика, електротехника, физика на електродъговия разряд, физика на плазмата, топлопренасяне, компютърна симулация, химико-термична обработка и др. Това е една твърде сложна задача, с която дисертантът се е справил изключително успешно. Работата на проектираните и изработени модификации на индиректния плазмотрон е проверена експериментално и са получени достоверни резултати по отношение на стабилността на процеса и качеството на повърхностните слоеве.

#### **4. В какво се заключават основните приноси моменти на дисертационния труд?**

##### 4.1. Научни приноси

Към групата на научните приноси спадат създаването на нова методология и теория за обработката на титан и титанови сплави с индиретен плазмотрон, което всъщност е и основната цел на дисертационния труд.

##### 4.2. Научно-приложни приноси

Научно-приложните приноси на дисертацията са главно в следните насоки:

###### 4.2.1. Разработване на нови методики

- Разработени са методики за проектиране, анализ и оценка на индиректен плазмотрон за химико-термично азотиране на титан и титанови сплави;

- Разработена е методика за експериментално-статистическо изследване на факторите, участващи в процеса на азотиране и с помощта на изведените регресионни уравнения са уточнени работните режими;

- Разработена е методика за изследване влиянието на параметрите на обработката върху структурата и качеството на азотираните слоеве;

- Предложени са компютърно-симулационни модели на температурните полета и напрегнатото и деформационно състояние на азотирани образци от титанова сплав;

###### 4.2.2. Установяване на нови факти

- Определено е влиянието на плазменото газово азотиране върху микроструктурата, фазовия състав, механичните свойства и корозионната устойчивост на редица титанови сплави;

- Чрез прилагане на планиран експеримент са определени най-значимите фактори, оказващи влияние върху структурата и механичните характеристики на обработваните образци.

##### 4.3. Приложни приноси за внедряване

- Разработена е конструкторска документация за модифициран вариант на индиректен плазмотрон за плазмено газово азотиране;

- Изработен е прототип на плазмотрон с три работни конструкции на катодния възел, с общо водно охлаждане;

- Разработена е и са изследвани възможностите на нова технология за повърхностно азотиране на титанови зъбни импланти;

#### **5. До каква степен дисертационният труд и приносите са лично дело на докторанта?**

Посочените данни относно публикациите във връзка с дисертацията, както и познаването на голяма част от неговите постижения ми дават основание убедено да твърдя, че дисертационния труд и приносите към него са основно лично негово дело.

## **6 Преценка на публикациите на автора във връзка с дисертацията**

В цитираната към дисертацията литература авторът участва в 69 публикации, от които 34 са на английски. 15 от публикациите са самостоятелни, а в 54 дисертантът е на първо място. В автореферата са посочени 14 източника, които според автора имат пряко отношение към дисертационния труд, но според мен не следва да се игнорират и останалите трудове.

Запознат съм със съдържанието на по-голяма част от публикациите и мога да твърдя, че отразяват основните моменти от дисертационния труд, както и че са станали достояние на широка научно-техническа общност у нас и в чужбина.

## **7. Използване на резултатите от дисертационния труд в научната и социалната практика. Икономически ефекти**

Разработената технология е приложена за нанасяне на покрития върху титанови импланти като са получени положителни резултати за тяхната остеоинтеграция.

Проведен е експеримент с поставяне на зъбни импланти на опитни животни с добри резултати по отношение на работоспособността на разработената технология.

Получените резултати са от голямо значение за социалната практика, като в случая не бива да се търси някакъв икономически ефект.

## **8. Препоръки за бъдещото използване на научните и научно-приложните приноси**

Престои да се измине последния етап от внедряването на разработената технология в медицинската практика.

## **9. Автореферат – спазени ли са изискванията за отразяване на основните положения**

Авторефератът е направен съгласно изискванията, отразява правилно основните положения на дисертационния труд и направените научни, научно-приложни и приложни приноси

## **10. Критични бележки към дисертационния труд**

В предварителната ми рецензия бяха направени няколко забележки, предимно от редакционен характер. Дисертантът ги е взел под внимание в окончателния вариант на дисертационния труд. Единствено остава забележката по отношение на многократно използваните съкращения като ВАХ, УСИ и други. Смятам, че тяхното значение би следвало да се представи на отделна страница, което би облекчило четенето на дисертацията.

## **11. Лични впечатления**

Запознат съм много добре с работата и публикациите на дисертанта, тъй като съм бил рецензент на предишни негови процедури – за придобиване на образователната и научна степен „кандидат на техническите науки” и академичното

звание „професор“. Неговата научно изследователска дейност се характеризира със задълбоченост и целенасоченост и представеният дисертационен труд отразява резултатите от един многогодишен ползотворен труд.

## **ЗАКЛЮЧЕНИЕ**

След като се запознах с представения ми за рецензиране дисертационен труд на тема „**ТЕОРИЯ И МЕТОДОЛОГИЯ ЗА ОБРАБОТВАНЕ НА ТИТАН И ТИТАНОВИ СПЛАВИ С ИНДИРЕКТЕН ПЛАЗМОТРОН**“ достигнах до следните изводи:

1. Представеният дисертационен труд третира актуални проблеми, съдържа достатъчно по количество и качество научно, научно – приложни и приложни приноси, като те основно са лично дело на дисертанта.
2. По-голямата част от дисертационния труд е публикувана, с което е станала достояние на широката научно-техническа общественост у нас и в чужбина.
3. Резултатите в дисертационния труд могат да се приложат в практиката.

Смятам, че дисертационния труд отговаря на Закона за висшето образование, Закона за развитието на академичния състав в Република България и на Правилника за заемане на академични длъжности, поради което предлагам да се присъди на **проф. д-р инж. Христо Костов Скулев** образователната и научна степен „ДОКТОР НА НАУКИТЕ“ по научна специалност „Материалознание и технология на машиностроителните материали“.

София, 14.12.2016 г.

**РЕЦЕНЗЕНТ:**

(проф. д-р Н.Лолов)