

## РЕЦЕНЗИЯ

На дисертационния 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" на

**маг. инж. ТАТЯНА МИТКОВА МЕЧКАРОВА**

професионално направление: Технически науки, 5.1 Машинно инженерстводокторска

програма: Технология на машиностроителните материали,

РЕЦЕНЗЕНТ: проф. д-р инж. Иван Максимов Пършоров,  
ИМСТЦХ– БАН, тел. 46 26 217, ул. Шипченски проход 67, София

Маг. инж. Татяна Миткова Мечкарова е родена на 13.12.1979 г. През 2004 г. завършва магистърската степен на ТУ- Варна след което 2004г. е редовен докторант в същия институт по специалността „Технология на машиностроенето“, с професионална квалификация „машинен инженер“. Отчислена е с право на защита през 2008 г. От 01.10.2007 до момента е асистент по “Техническо документиране” в колеж към “Технически университет – Варна.

### **1. АКТУАЛНОСТ НА РАЗРАБОТВАНИЯ В ДИСЕРТАЦИОННИЯ ТРУД**

Представената ми за рецензиране дисертация е едно теоретико-експериментално изследване на нова модификация плазмотрон PTN50, предназначен за плазмено азотиране на метали и сплави, както и изследване на влиянието и взаимовръзката на технологичните параметри на съоръжението върху кинетиката, структурата и фазовия състав на азотирани слоеве върху титанова сплав, предназначена за денталното и хирургично протезиране. Актуалността на разработваните проблеми са свързани с постигане на повишена твърдост и подобрени трибологични свойства на сплавта, при подобрени технологични показатели, като равномерност на слоя и намаляване на времето на процеса на газово азотиране. Това елиминира някои

основни недостатъци на титановите сплави по отношение на трибологичните им свойства..

Актуалността на труда се заключава и във факта, че той е насочен определено към разкриване и изясняване на нови конструктивни и технологични моменти в метода на газово плазмотронно азотиране - разработка на ТУ-Варна, както и доказване на нови възможности за приложения, определени от неговите предимства.

За разлика от досегашните разработки от същия институт, рецензираният труд разглежда проблеми, свързани с метода на индиректната плазмотронна химико-термична обработка, но от други, коренно различни гледни точки.

Представеният ми за резецнезиране труд е мултидисциплинарен и съдържа елементи от няколко научни специалности, като – конструиране на съоръжения, металознание, химико-термично обработване и др.

Във връзка с казаното до тук мога да заключа, че дисертационният труд е актуален, задачите, решавани в него - полезни, необходими и иновативни, особено в рамките на нашата страната, където методът на плазмена повърхностна обработка е получил многократна практическа реализация в производствени съоръжения и конкретни технологии. Той е актуален и във връзка с това, че създава възможности за междуинституционална интеграция между ТУ-Варна, малки и средни предприятия и фирмени структури.

## **2. ПОЗНАВА ЛИ ДИСЕРТАНТЪТ СЪСТОЯНИЕТО НА ПРОБЛЕМА И ОЦЕНЯВА ЛИ ТВОРЧЕСКИ ЛИТЕРАТУРНИЯ МАТЕРИАЛ**

Първата глава на дисертационния труд съдържа задълбочено литературно проучване, посветено на проблемите, свързани със състоянието на теорията и практиката на газово азотиране на металите, методите за плазмотронно уякчаване и напластяване, по-специално за плазмено газово азотиране на титанови сплави. Литературните източници на представения труд са 178, от които на латиница 115 и 63 на кирилица. Като цяло считам, че авторът на дисертационния труд добре познава състоянието на проблемите, което личи от цитираните литературни източници, както и от направения задълбочен литературен анализ.

Литературното проучване разкрива компетентно и точно проблемите свързани с обекта на дисертацията у нас и в световен мащаб.

Задачите, поставени пред дисертацията са формулирани точно и почиват на основата на обобщените изводи, направени на базата на цитираните източници.

Като цяло считам, че авторът на дисертационния труд добре познава състоянието на проблемите, свързани с обекта на изследване, което личи от направения литературен обзор и неговия подробен анализ.

### **3. ИЗБРАНАТА МЕТОДИКА НА ИЗСЛЕДВАНЕ МОЖЕ ЛИ ДА ДАДЕ ОТГОВОР НА ПОСТАВЕНАТА ЦЕЛ И ЗАДАЧИ НА ДИСЕРТАЦИОННИЯ ТРУД**

В изследвателската част на дисертационния труд, дисертантът е показал постиженията и знанията си в областта на решаването на широкообхватни инженерни задачи, включващи реализиране на принципно нова конструкция на съоръжение, моделиране на връзката технологични параметри и свойства, решаване на структурни, микроструктурни и фазови задачи на съвременното металознине, с цел създаване на съвременни икономосъобразни, технологични прийоми за практическа реализация на газовото азотиране в плазмена среда.

В методично отношение, мога да спомена на кратко, че в труда са демонстрирани широки умения на дисертанта към използване на различни методични подходи, които в основата си са стандартни прийоми и методологии, но са адаптирани към конкретните условия и параметри на изследване. От дисертанта е използвана възможността, получените резултати да се представят под формата на компютърен запис и обработката им да гарантира избягване на субективния фактор.

Във връзка с проведените изследвания на структурата и фазовия състав на покритията, мога да кажа, че в тях умело са съчетани дискретните методи на оптичната металография „in situ” и микротвърдостта, с интегралния метод на термичен анализ, което е позволило на дисертанта да създаде база полезни данни за процесите, протичащи в изследваната сплав.

В този смисъл в дисертацията са използвани широк кръг от методики, част от които носят белега на оригиналност, а другите, отговарят на изискванията на нормативната база, свързани с изпитването на подобен род

изделия, като по този начин може да даде компетентен отговор на поставените цели и задачи в дисертационния труд.

#### **4. КРАТКА АНАЛИТИЧНА ХАРАКТЕРИСТИКА НА ЕСТЕСТВОТО И ОЦЕНКА НА ДОСТОВЕРНОСТТА НА МАТЕРИАЛА, ВЪРХУ КОЙТО СЕ ГРАДЯТ ПРИНОСИТЕ НА ДИСЕРТАЦИОННИЯ ТРУД**

Прецизният критичен анализ на разгледания материал в литературното проучване, свързано със съвременното състояние на проблемите на газовото азотиране, завършващ с формулирани изводи, които са обобщения на установените закономерности и получени резултати до момента, разкрива "белите" петна в тази област на научното познание. От тях произтичат и формулираните дискуссионни проблеми, залегнали като задачи, поставени за разрешаване пред дисертационния труд. Това определя обекта и областта на познание за актуални за световната практика и по-специално за развитието на плазмотронния метод у нас.

Според мен целите, поставени пред дисертационния труд, са широкообхватни, но правилно подбрани и са насочени към изясняване на метода на плазмотронната химико-термично обработване, които са новост и до момента не са били обект на задълбочено изследване. Те се отнасят основно до: конструиране и изработване на оригинална конструкция индиректен плазмотрон за газово азотиране, до моделиране и оптимизиране на процеса на плазмено азотиране, както и до влиянието на технологичните параметри върху структурата и свойствата на азотирания слой върху повърхност от специалната, намираща широко приложение в практиката, титанова сплав TiAl6V4.

Тези поставени задачи са умело и компетентно подбрани и дават облика на полезност и актуалност на застъпените в дисертационния труд проблеми. Във ръзка с казаното, считам, че може да се разчита на пълна достоверност на получените резултати и постигнати реализации, върху които почиват научните и научно-приложни приноси на труда.

Дисертантът е подходил комплексно към поставените проблеми, като е използвал професионално, подчертавам „професионално“, възможностите на необходим брой експериментални и аналитични инструментални методи за анализ и методики за изследване на явления, свързани със структурообразуване

на азотирани слоеве при плазменна обработка. Това му е позволило да постигне целите и да реши поставените пред дисертационния труд задачи.

По мое мнение, представените изследвания и разработката на дисертационния труд като цяло характеризират дисертанта като компетентен научен работник с изградена система от знания в теоритичната, експериментална и технологична сфера на научното познание.

Полезността на метода на плазмено азотиране е безспорно доказана в практиката. Сигурно е, че той води до повишаване на корозионната устойчивост и съпротивлението на металните повърхности срещу износване, както и подобряване на трибологичните свойства на сплавта, което е свързано с определен икономически ефект. Методът решава по нов, принципно екологически издържан начин, уякчаването на метални повърхности, като заменя успешно методи, при които се използват токсичните и кацерогенни материали, като азотирането в течни вани. В този смисъл считам, че обектът на дисертационния труд е правилно подбран и съвременен насочен.

Поставените задачи не са леки, защото са свързана с решаването на многофакторни експерименти. Постигането на целите на дисертацията позволяват да се определят и практическите възможности за моделиране и прогнозиране на връзката между технологични параметри и структурата и свойствата на изделията, обработени по метода, обект на изследване.

## **5. В КАКВО СЕ ЗАКЛЮЧАВАТ НАУЧНИТЕ И НАУЧНО-ПРИЛОЖНИТЕ ПРИНОСИ НА ДИСЕРТАЦИОННИЯ ТРУД**

Приносите, които считам, че присъстват в дисертационния труд, могат да се систематизират в следната последователност:

### **5.1. ФОРМУЛИРАНЕ ИЛИ ОБОСНОВАВАНЕ НА НОВ НАУЧЕН ПРОБЛЕМ (ОБЛАСТ) ИЛИ НА НОВА ТЕОРИЯ (ХИПОТЕЗА)**

-Считам, че в приносната си част дисертационният труд не съдържа подобни претенции.

### **5.2. ДОКАЗВАНЕ С НОВИ СРЕДСТВА НА СЪЩЕСТВЕНИ НОВИ СТРАНИ В СЪЩЕСТВУВАЩИ НАУЧНИ ПРОБЛЕМИ И ТЕОРИИ**

-Разработен е компютърно-симуляционен модел, който позволява да се определи влиянието на температурата и движението на флуидните потоци върху ресурсните изпитвания на катодния и анодния възел в плазмотрон PTN50.

-Решена е оптимизационна задача, в резултат на което е показано, че индиректният плазмотрон с три отделни волфрамови електрода показва най-добри ресурсни параметри;

### **5.3. СЪЗДАВАНЕ НА НОВИ КЛАСИФИКАЦИИ, МЕТОДИ НА ИЗСЛЕДВАНЕ, НОВИ КОНСТРУКЦИИ, ТЕХНОЛОГИИ, ПРЕПАРАТИ И Т. Н.**

-На базата на създадена оригинална методика са определени работните и геометрични параметри на нова конструкция индиректен плазмотрон за азотиране на титан и титанови сплави.

-Изготвена е конструктивна документация на възможни три нови моделни модификации на плазмотрон за индиректно газово азотиране с различен брой отделни волфрамови катода.

-Предложена е оригинална методика за определяне на време-температурните параметри на процеса на газово азотиране върху структурните параметри на получените слоеве;

### **5.4. ПОЛУЧАВАНЕ И ДОКАЗВАНЕ НА НОВИ ФАКТИ**

-Проведените експериментално-статистически изследвания са позволили получаването на регресионите уравнения, определящи връзката между технологичните параметри на процеса плазмено газово азотиране, а от там и оптимизиране на процеса.

-На базата на симуляционен модел са прогнозирани появите на дефекти в азотирания слой. Резултатите почиват на изследвания на напрегнатото и деформационно състояние, свързани с остатъчните напрежения и деформации на системата след газоплазмено азотиране;

### **5.5. ПОЛУЧАВАНЕ НА ПОТВЪРДИТЕЛНИ ФАКТИ**

-Получени са експериментални данни за влиянието на режимите при повърхностно газово азотиране с индиректен плазмотрон върху микротвърдостта и грапавостта на реални технологични обекти;

-Установена е адекватността на модела на симулирането на полето на разпределение на топлината по дълбочина на полученото покритие;

#### **5.6. ПРИНОСИ, СВЪРЗАНИ С ИЗПОЛЗУВАНЕ НА РЕЗУЛТАТИТЕ В ПРАКТИКАТА**

-Разработена е оригинална технология за повърхностно азотиране на зъбни импланти и на сонотрод от стенд за ултразвуково резонансно изпитване на умора от титанови сплави;

-На базата на софтуерния продукт SolidWorks е предложена методика за 3D моделиране и оценка на напрегнатото състояние и на процесите на топлопренасяне при газоплазмено азотиране с индиректен плазмотрон, която има универсиален характер по отношение на работните параметри и използваните материали;

#### **6. МОЖЕ ЛИ ДА СЕ ОЦЕНИ В КАКВА СТЕПЕН ДИСЕРТАЦИОННИЯ ТРУД И ПРИНОСИТЕ ПРЕДСТАВЛЯВАТ ЛИЧНО ДЕЛО НА ДИСЕРТАНТА?**

От всички 6 научни труда на дисертанта, публикувани по темата на дисертацията, самостоятелни са два и в два е на първо място, което говори, че приносите в дисертацията са основно негова заслуга.

Не са посочени данни за цитирания от дисертанта.

#### **7. ПРЕЦЕНКА НА ПУБЛИКАЦИИТЕ ПО ДИСЕРТАЦИОННИЯ ТРУД**

Основните резултати от дисертацията са отразени в 7 научни труда, отразени в български издания като: сп. Техническа мисъл, издание на БАН, Сборник доклади Н.Т. Конференции с международно участие „Дни на безразрушителния контрол”- Созопол, „Повърхностни термични технологии”, Варна, Национален конгрес по металознание и термична обработка., Варна, Известия на съюза на учените – Варна, III НТК „ТЕХМА”, Варна,

#### **8. РЕЗУЛТАТИТЕ ОТ ДИСЕРТАЦИОННИЯ ТРУД ИЗПОЛЗУВАНИ ЛИ СА ВЕЧЕ В НАУЧНАТА И СОЦИАЛНАТА ПРАКТИКА?**

Резултатите от дисертационния труд считам, че са използвани пряко в научната практика, тъй като те осигуряват наличност на универсална апаратура

за нанасяна на азотосъдържащи покрития върху различни материали, като същевременно осигуряват възможност за бързо моделиране, настройка и оптимизиране на режимите на работа на съоръжението и във връзка с прякото му използване. В това отношение постигнатото в труда носи безспорните белези на практически постигнати реални резултати.

### **9. МОТИВИРАНИ ПРЕПОРЪКИ ЗА БЪДЕЩО ИЗПОЛЗУВАНЕ НА НАУЧНИТЕ И НАУЧНО-ПРИЛОЖНИТЕ ПРИНОСИ: КАКВО И КЪДЕ ДА СЕ ВНЕДРИ**

Съгласно представените документи, дисертационният труд не се нуждае от препоръки за бъдещо използване, тъй като се оказва, че съществената част от постигнатите резултати са следващ етап от изследванията по два проекта, а именно:

- ФНИ ДДВУ02/16-2010 г. на тема „Създаване и изследване на градиентно структурирани микро и нанослоеви върху титанови и зъбни импланти“.

- ДМУ 03/98-2011 г. на тема: „Изследване якостта на нови синтеровани материали с приложение в автомобилната промишленост при циклично натоварване“ финансиран от Фонд “Научни изследвания” по програма “Млади учени”.

### **10. АВТОРЕФЕРАТ**

Авторефератът е съобразен, съгласно изискванията и отразява подробно основните положения в разработката и научните приноси на дисертационния труд.

### **11. КРИТИЧНИ БЕЛЕЖКИ ПО ДИСЕРТАЦИЯТА**

**Във връзка с представения дисертационен труд имам следните забележки:**

-Използваната литература е конструирана на базата на азбучно подреждане и не следва последователността на изложението на труда, което затруднява проследяването на изложения материал.

-В литературните източници не са включени публикуваните работи по темата на дисертацията, което би улеснило преценката на рецензентите по отношение на това: “До каква степен получените резултати и научни приноси са



публикувани в научната литература”.

-Не са използвани европейските норми за обозначение на титановата сплав;

-Малко е вероятно резултатите от рентгеноструктурните изследвания, показани на фиг.5.4 и 5.5, да могат да се демонстрират с една обща ордината. Не са посочени и режимите, при които те са снети.

Бих искал да отправя препоръка към кандидата, относно бъдещите му разработки: Повече резултати да бъдат публикувани в чуждестранни издания на английски език, с което те да получат дължимото им международно признание.

Като цяло критичните ми бележки носят препоръчителен характер, не са по съществото на изложения материал и не се отнасят до приносната му част, поради което те не намаляват в никакъв случай стойността на постигнатите резултати.

## **12. ЗАКЛЮЧЕНИЕ**

На базата на всичко казано до тук считам, че представеният ми за рецензиране дисертационен труд на асистент инж. Татяна Миткова Мечкарова “ОПТИМИЗИРАНЕ И ИЗСЛЕДВАНЕ НА ИНДИРЕКТЕН ПЛАЗМОТРОН ЗА ХИМИКО-ТЕРМИЧНА ОБРАБОТКА НА ТИТАНОВА СПЛАВ Ti-6Al-4V” отговаря напълно на изискванията на ЗРАСРБ и правилника за неговото приложение и предлагам да се присъди на асистент инж. Татяна Миткова Мечкарова образователната и научната степен "доктор".

Изготвил:

(проф. д-р инж. Иван Пършоров)

София, 03.09.2015 г.