

РЕЦЕНЗИЯ

върху дисертационен труд за придобиване на образователна и научна степен
"доктор"

Автор на дисертационния труд: капитан-лейтенант асистент инж. Момчил Галинов Манов

Тема на дисертационния труд: "Изследване процеса на плазмено азотиране на титанови сплави с индиректен плазмотрон"

Рецензент: проф. д-р Людмил Борисов Дренчев, Институт по металознание, съоръжения и технологии "Акад. А. Балевски" с Център по хидро- и аеродинамика към БАН

Тази рецензия е изготвена във връзка с обявената процедура за публична защита на дисертационен труд на тема "Изследване процеса на плазмено азотиране на титанови сплави с индиректен плазмотрон" за придобиване на образователна и научна степен "доктор" по научната специалност "Технология и организация на корабостроенето и кораборемонта", професионално направлене "Транспорт, корабоплаване и авиация". Дисертационният труд е разработен от **капитан-лейтенант асистент инж. Момчил Галинов Манов**, докторант в катедра "Кораборемонт" на Висшето военноморско училище "Н. Й. Вапцаров". Основание за изготвянето на рецензията е заповед № РД-168 от 06.06.2013 на Началника на ВВМУ "Н. Й. Вапцаров", както и решение на Научното жури по процедурата (Протокол № 1 от 11.06.2013). Рецензията е изготвена в съответствие със ЗРАСРБ, правилника на Министерския съвет за неговото прилагане и съответния Правилник на ВВМУ.

1. Общо описание на дисертационния труд и представените материали

Текстът на дисертационния труд се състои от 129 страници, които съдържат 4 глави, 60 фигури и 16 таблици. Основните резултати и изводи са посочени в края на всяка глава, а всички те, заедно с приносите, са обобщени последния раздел на дисертационния труд. Цитирани са общо 165 литературни източника.

Докторантът е завършил ВВМУ през 2003 година и от 2006 година работи там, като понастоящем е асистент в катедра "Електроника" на същия университет. Представени са дисертационния труд, автореферат, копие на публикациите на автора по дисертацията, автобиография, диплома за завършено висше образование, два протокола от проведени изпити, предвидени в индивидуалния учебен план за подготовка на докторанта, което изчерпва пълния набор изискван от Закона. Те са представени във вид и срок според изискванията.

2. Актуалност на разработения в дисертационния труд проблем

Титанът и титановите сплави притежават относително неблагоприятни механични и особено трибологични свойства, което ограничава в голяма степен

тяхното приложение. Създаването на съвременни методи за повърхностна обработка на титановите материали и изделията от тях има пряко отношение към разширяване на приложимостта им, удължаване на времето за използването им, намаляване на консумацията на енергия и природни ресурси. Една от сравнително новите технологии за физична обработка на повърхности на метални материали е плазмено азотиране, което бележи бурно развитие в последните две десетилетия и се радва на нарастващ интерес както на изследователите в областта на материалознанието, така и на ползвателите на върхови технологии в различни области на съвременното машиностроене и по-специално в корабостроителната индустрията и медицината. Усъвършенстването на технологиите за повърхностна обработка на титановите сплави разширява приложението им като функционални и структурни елементи в много корабни агрегати. Считаю, че разработената в дисертационния труд тема е изключително актуална и перспективна от гледна точка на приложенията.

3. Познаване състоянието на проблема от докторанта

Дисертационният труд е посветен на специфичен метод за повърхностно модифициране на титан и титанови сплави. Един от най-широко използваните методи за физична обработка на титановите сплави е азотирането. Нов подход в тази насока е повърхностното плазмено газово азотиране с използване на плазмотрони с индиректна дъга. Именно този подход е във фокуса на предлагания дисертационен труд. И въпреки че през последните години този метод се радва на особен интерес от страна на специалистите, работещи в областта на титановите сплави, охарактеризирането им и техното използване, публикуваните данни са оскъдни и в немалка степен противоречиви. Причина за този повишен интерес е както разширяващото се поле на приложение на титановите сплави в почти всички индустриални клонове, така и богатите технологични възможности, които предлага индиректния плазмотрон.

Докторантът инж. Момчил Манов е направил обобщение на физическите характеристики и приложенията на популярните титанови сплави и методите за подобряване на свойствата на техните повърхности. Това му е позволило да формулира разумна цел на изследването и научно обосновани задачи за изпълнение при нейната реализация.

Изследванията в дисертационния труд са планирани след обстоен и критичен анализ на литературата. В обзорната част е отделено специално внимание на приложението на титана и титановите сплави в корабостроенето. Направен е пространен анализ на съществуващите методи за повърхностна обработка на титановите сплави, като акцентът е поставен върху азотирането с индиректен плазмотрон. Докторантът е демонстрирал своето комплексно

познаване на проблематиката, което е необходимо условие за успешното постигане на целта на дисертационния труд.

4. Поставени задачи и целесъобразност на методиката

Поставената цел в дисертационния труд е „Изследване процеса на плазмено газово азотиране на титанови сплави с индиректен плазмотрон” и са формулирани четири задачи, чрез които да бъде реализирана поставената цел. Основните изследвания са свързани с изучаване влиянието на плазменото газово азотиране с индиректен плазмотрон върху структурата и свойствата на титана и на най-често използваните титанови сплави Ti-8Al-1Mo-1V, Ti-6Al-2Sn-4Zr-2Mo, Ti-10V-2Fe-3Al и Ti-6Al-4V. Описани са достатъчно подробно общоприетите методики за механично охарактеризиране на материалите, микроструктурен анализ и изследване на корозионната устойчивост.

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.

За провеждане на научното изследване са използвани различни общоприети методи за измерване на микротвърдост (по Викерс), якостни характеристики при опън, измерване на грапавост. Използвана е методика за оценяване на корозионната устойчивост чрез изчисляване на тегловите загуби на образците. Микроструктурните анализи са проведени чрез оптична микроскопия и рентгенов фазов анализ. Изполваният комплексен подход на изследване е подходящ и отговаря напълно на целите на изследването.

5. Анализ и оценка на изследванията в дисертационния труд

Експерименталната дейност, извършена от докторанта Момчил Манов и отразена в дисертационния труд, се заключава в повърхностно азотиране с индиректен плазмотрон на образци от титан и титанови сплави Ti-8Al-1Mo-1V, Ti-6Al-2Sn-4Zr-2Mo, Ti-10V-2Fe-3Al и Ti-6Al-4V. Азотирането е проведено с индиректен плазмотрон PN50 и е реализирано без претапяне на повърхностния слой на образеца при мощности на плазмотрона от 18 kW за време 15 и 30 min и от 35 kW отново за време 15 и 30 min. Стойностите на останалите технологични параметри като напрежение, разход на плазмообразуващ газ Ar, разход на плазмообразуващ газ N₂ и отстояние на дюзата на плазмотрона до образеца са еднакви във всички експерименти. Повърхностните модифицирани слоеве за всеки един от материалите при различни режими на азотиране са охарактеризирани структурно – чрез оптичен микроскоп и фазово – чрез рентгено-фазов анализ. Измервана е също така и твърдостта по Викерс на различни дълбочини в повърхностно модифицирания слой. Установена е промяната на грапавостта на обработваните повърхности като функция на

технологичните параметри на плазменото азотиране. Резултатите са систематизирани и са направени коректни изводи.

В дисертационния труд са показани и резултатите от проведените изследвания за установяване на промените в корозионната устойчивост на плазмено азотирани образци от титанови сплави Ti-8Al-1Mo-1V и Ti-6Al-4V в химически агресивни среди като разтвори на NaCl, HCl и H₂SO₄ и температури 40 и 80°C. Резултатите са представени подробно и са анализирани, като са сравнявани тегловните загуби на пробите, реализирани в различни химични условия.

Последната глава на дисертацията е посветена на адаптирането на технологията за плазмено газово азотиране за възстановяване на валове от помпени агрегати от титанова сплав Ti-6Al-4V. За тази цел са изследвани по-подробно влиянието на технологичните параметри на процеса на плазменото азотиране върху структурата и микротвърдостта на образци от тази сплав. Изследвано е влиянието на силата на тока, дебитът на плазмообразуващия газ и времето на азотиране върху микротвърдостта. Също така е определено влиянието на плазменото газово азотиране с индиректен плазмотрон върху якостните и деформационните характеристики на детайли тип вал от титанова сплав Ti-6Al-4V. На базата на получените резултати е определена оптимална комбинация от технологични параметри, необходими за успешното възстановяване на вал от помпа Grundfos CRT от Ti-6Al-4V, работещ в условията на плъзгащ контакт и в химически агресивни среди. Успешно е извършено възстановяване на вала на тази помпа с използване на локално плазмено газово азотиране чрез индиректен плазмотрон PN50 без претапяне на повърхността. След извършване на ремонтно-възстановителните процедури по вала, той е монтиран и помпата е въведена в нормална експлоатация.

От казаното по-горе може да се заключи, че е използван комплексен подход за оценка на резултатите от плазменото азотиране. Проведените изследвания са в пет различни направления (структурен анализ, фазов анализ, определяне на микротвърдост, измерване на грапавост и определяне на корозионна устойчивост), което дава солидна основа за обосновани научни заключения относно резултатите от проведените изследвания. Използваните утвърдени изследователски методи, вида и качеството на представените резултати не дават основание за съмнение в достоверността на последните.

6. Приноси

Докторантът е формулирал приноси, които са разделени на две групи. Първата група изчерпва научно-приложните, а втората съдържа такива с директно практическо приложение. Първата група се отнася до установяване на специфичните връзки между технологичните параметри на процеса на газово азотиране с индиректен плазмотрон и физикомеханичните и химични параметри на модифицираните повърхностни слоеве при разглежданите пет вида титанови

материали. Тези приноси могат да бъдат отнесени към разделите създаване на нови технологии, получаване на нови факти и елементи на потвърждаване на известни такива.

Втората група приноси е свързана с разработването на нова конкретна технология за възстановяване на валове от титанова сплав Ti-6Al-4V, работещи в условията на плъзгащ контакт и химически агресивни среди. Рециклиран е конкретен вал на помпа за химически агресивни течности и е доказана пригодността на разработената технология.

Всички приноси са научно обосновани и имат несъмнено значение за развитието на методите за повърхностна обработка на титановите материали.

Голямо предимство на дисертационния труд е, че в него са разгледани не само технологичните режими за повърхностно азотиране на конкретни широко използвани титанови сплави и крайните резултати от проведеното повърхностно модифициране, а и е анализирана физическата същност на наблюдаваните положителни промени. Подобен анализ е от изключителна важност за разширяване използването на предлагания метод и за други сплави (освен титановите) и за приложения при други функционални елементи в различни инженерни съоръжения.

В нарочен разговор с научния ръководител доц. д-р Христо Скулев дискутирахме деловите качества на докторанта инж. Момчил Манов и неговите способности за провеждане на систематизирани научни и научно-приложни изследвания. Потвърдиха се моите впечатления за добрата подготовка и високите професионални качества на докторанта. Познавам научните изследвания на доц. Скулев и на по-голяма част от неговите докторанти. С увереност мога да твърдя, че в предлагания за рецензирани дисертационен труд личи собствения почерк на докторанта инж. Момчил Манов както в изложението, така и в провеждането на експериментите и обобщаването на получените резултати. Той се представя като квалифициран и ерудиран специалист, притежаващ възможността да формулира добре целите и задачите си и да ги реализира успешно. Личният принос на инж. Момчил Манов за успешното реализиране на целта и задачите в дисертационния труд не подлежи на съмнение.

7. Публикации на докторанта по темата на дисертацията

Публикуваните от докторанта инж. Момчил Манов трудове по темата на дисертацията са пет, в това число четири в списание „Машиностроителна техника и технологии” и един в списание „Известия на Съюза на учените”. Може да се счита, че резултатите от изследванията на докторанта за получили своята гласност сред специалистите. Във всички публикации по темата на дисертацията докторантът е на първо място сред авторите. Публикациите отразяват изцяло заявените в дисертацията приноси. Няма представени цитати на публикуваните трудове.

8. Приложимост на резултатите

В рамките на дисертационния труд безспорно е доказано приложимостта на изследваната технология към възстановяване на работни повърхности на помпени валове, работещи в химически агресивни среди. Подобни технологии могат да бъдат разработени за широка гама функционални елементи в различни инженерни съоръжения, при това не само от титанови материали, а и от стоманени такива. Това са например огромен брой детайли, предназначени за машини, работещи в минната промишленост и строителството. Друга възможност за използване на разработената технология е в имплантологията и при изработването на детайли на различни спортни съоръжения.

Комбинирането на опита и знанията на Техническия университет и на Висшето военноморско училище във Варна с български и чужди изследователи и проложници може да има съществени положителни резултати както за развитието на университетите, така и за производителите. Работата в това направление открива възможности за успешно международно сътрудничество в рамките на редица европейски научни програми.

9. Автореферат

Авторефератът съдържа сбито и ясно представяне на същността, целите и методологията на проведеното изследване, както и приносите на дисертационния труд. Изложението е представено на 32 страници. Графиките и повечето схеми са цветни, което улеснява тяхното възприемане. Текстът е изготвен съгласно изискванията на Правилника, приет в ВВМУ-Варна.

10. Критични бележки и препоръки

Ще отбележа някои неточности, които, макар че не са по същество, би могло да бъдат избегнати, а именно:

- част от текста върху фигури с номера 3, 6, 7, 11, 15 и 19 е на английски, което не е необходимо и създава впечатление за несъответствие с останалия текст;
- Фиг. 23, стр. 56 в дисертационния труд представя калибрираща мрежа за определяне на дълбочината на азотирания слой. Не е дискутирано какъв е метода и как се използва тази мрежа, поради което фигурата е неинформативна и не би трябвало да присъства в текста;
- съществуват седем печатни грешки, които докторантът е пропуснал да отстрани.

Ще си позволя да направя и някои препоръки. В евентуални бъдещи изследвания за определяне на корозионната устойчивост на титановите сплави е по-добре да се използва метода на Левич, който е доста по-полезен, понеже дава допълнителна информация за механизмите, по които се осъществяват

повърхностните взаимодействия. Също така, освен тегловите загуби, е полезно да се проследят и повърхностните структурни изменения и микротвърдостта на образците, подложени на корозионни изследвания. Тази информация би дала попълна картина на ефекта от азотирането и би подчертала неговите предимства.

Получените резултати са интересни и полезни за широк кръг специалисти в областта на металознанието и медицината. По мое мнение авторът би спечелил, ако публикува по-важните от тях в списания с импакт фактор. Вероятното липсата на такива публикации може да бъде обяснена с големия обем на извършените изследвания и ограничения период за приключване на докторантурата.

Направените забележки не засягат съществуването на дисертационния труд и не омаловажават извършената работа.

Заклучение

Представеният текст на дисертацията от **к-н л-т инж. Момчил Галинов Манов** представлява цялостен труд с подчертан новаторски характер. Разработени са технологии за плазмено повърхностно азотиране на пет вида титанови материали и са охарактеризирани техните структури, механични и корозионни параметри. Получените резултати са приложени за решаването на конкретен технически проблем, при което са постигнати несъмнени положителни резултати. Обемът на дисертацията е напълно достатъчен, получените резултати са достоверни, а проведените анализи и направените изводи са задълбочени и научно обосновани. Инж. Момчил Манов е демонстрирал по безспорен начин своите умения да формулира тези и да прави коректни изводи. Използва правилно утвърдените понятия и критерии в прилаганите методики за експериментални изследвания. Считаю, че докторантът удовлетворява всички изисквания на Закона за развитие на академичния състав в Република България, на Правилника за неговото прилагане, както и на приетия във Висшето военноморско училище – Варна Правилник и утвърдените в тях критерии за получаване на образователната и научна степен “доктор”. Всичко това ми дава основание без никакво съмнение да препоръчам на уважаемото Научно жури да присъди на **капитан-лейтенант асистент инж. Момчил Галинов Манов** образователната и научна степен “доктор” по научната специалност “Технология и организация на корабостроенето и кораборемонта”, професионално направене “Транспорт, корабоплаване и авиация”.

Рецензент:



/проф. д-р Людмил Б. Дренчев/

30.07.2013 г.

София