

С Т А Н О В И Щ Е

Върху дисертационен труд за присъждане на научна степен „доктор на науките“ на тема“ Теория и методология за обработване на титан и титанови сплави с индиректен плазмотрон “ с автор проф.д-р инж.Христо Костов Скулев,

изготвил становището проф.д.т.н. инж.Николай Димитров Минчев.

1.Актуалност на разработения в дисертационната работа проблем.

Титанът и неговите сплави осигуряват добро съчетаване на показателите: корозионна устойчивост, якостни характеристики, обработваемост, цена и разходи за поддръжка. Лошите трибологични характеристики на титановите сплави определят необходимостта от разработване на технологии за модифициране на повърхностния слой. Плазменото газово азотиране с индиректен плазмотрон е нов и перспективен метод за промяна свойствата на повърхностния слой на титановите сплави. Създаването на нова модификация на индиректен плазмотрон за газово азотиране на титанови сплави чрез който се решава проблема с непостоянния характер на дълбочината на азотирания слой и намалява времето на протичане на процеса е актуален проблем в технологията на машиностроителните материали. Оттук произтича и актуалността на дисертацията.

2.Дисертантът познава добре състоянието на проблема отнасящ се както до теорията, така и до технологията за обработване на титан и титанови сплави. Това се вижда от литературната справка съдържаща 620 заглавия от които 95 на кирилица и 525 на латиница.

3.Избрания от дисертанта подход на теоретични и експериментални изследвания може да даде отговор на целта и задачите на дисертацията.

4. Кратка аналитична характеристика.

Дисертацията е в обем 400 страници, структурирана в 8 глави. Първа глава е посветена на състоянието и тенденциите в развитието на методите

за газово азотиране на металите. Посочва си, че ниската повърхностна твърдост и лошите трибологични характеристики ограничават използването на титанови сплави, но развитието на технологиите за повърхностно модифициране дава възможност за получаване на модифицирани повърхностни слоеве минимизиращи тези недостатъци.

Анализът на разгледаните методи за азотиране според автора доказва, че плазменото газово азотиране с индиректен плазмотрон в сравнение с останалите разглеждани методи за азотиране на титан и титанови сплави е по – бърз и се постигат по – добри резултати.

Разгледани са видовете индиректни плазмотрони като е обърнато внимание на тези с вихрова стабилизация на дъгата.

Глава втора е посветена на оптимизиране и изследване на индиректен плазмотрон за обработка на титан и титанови сплави. Обоснована е необходимостта от конструиране на нов тип плазмотрон работещ с мощности и разход на плазмообразуващ газ азот характерни за традиционните плазмотрони, който да удовлетворява всички изисквания за повърхностно химико – термично обработване.

С цел изследване на влиянието на скоростта на газовия поток върху ресурса на волфрамовия катод са конструирани газови втулки осигуряващи скорост на газовия поток в диапазона от 5 до 15 m/s.

Разгледани са факторите влияещи върху два основни процеса – пространствена стабилизация на дъгата и ерозия на електродите. Представени са десет стъпки за пресмятане на катодния възел, но не става ясно има ли оригинални моменти в този метод. Конструирани са дюзи и са проведени експерименти с тях. Извършения анализ на характера на топлообмена по дължина на канала е позволила на автора да създаде инженерна методика за топлинно пресмятане на анода, като не става ясно има ли оригинални моменти и в какво се състоят. Получените резултати от проведените експерименти и топлинното пресмятане са дали възможност на автора да бъде конструирана и изработена дюза на индиректен плазмотрон с осово изтичане на плазмообразуващия газ, с фиксирана дължина на дъгата.

На базата на получените резултати за катода и дюзата анод е конструиран плазмотрон за повърхностно газо – плазмено азотиране.

Изследвано е влиянието на температурата и скоростта на плазмата върху качеството на плазменото азотиране на титан и титанови сплави.

Изследвани са факторите влияещи върху стабилността на електрическата дъга на плазмотрон PN50.

Експериментално е доказано силна зависимост на ВАХ от режимните параметри касаещи плазмообразуването. Получени са формули за мощността на плазмената струя и топлинния КПД, но не е обоснована оригиналността им.

Анализирана е взаимовръзката между топлинните параметри на режима и микроструктурата на титанова сплав. Показана е микроструктура на титанова сплав след плазмено газово азотиране състояща се от три зони: повърхностен слой, дифузионно наситен слой и слой претърпял термичното влияние от азотирането плавно преминаващ в основния материал. Доказва се, че с увеличаване на мощността се увеличава дебелината на азотираните слоеве, което е напълно логично.

Трета глава е посветена на конструиране и изработване на индиректен плазмотрон за повърхностно модифициране на титан и титанови сплави. За целта се предлага методика за математическо моделиране на процесите в плазмотрон с индиректна дъга. Разработени са три геометрични разновидности на катодния възел с 1, 3 и 5 волфрамови електрода.

Чрез компютърно моделиране е определен този с най – ниското температурно натоварване – плазмотрон с три електрода. Проведен е експеримент с плазмотрон PN50 с три електрода.

Чрез компютърна симулация е изследвано влиянието на флуидните потоци при работа с плазмотрона.

В четвъртата глава се изследва влиянието на технологичните параметри върху изходните електрически величини на плазмотрон PN50. Експериментално е определено влиянието на работния ток върху изменението на напрежението и мощността на дъгата. Изследвано е влиянието на дебита на аргон върху изходното напрежение при фиксирана стойност на тока. Изследвано е влиянието на дебита на допълнителния плазмообразуващ газ върху напрежението и мощността на дъгата. Така се установява, че с добавянето на малки количества азот в плазмообразуващата смес се увеличава значително електрическата мощност на плазмотрона. Това увеличава топлинната мощност на плазмата, кинетичната ѝ енергия и скоростта на плазмената струя. Този ефект поражда по – голяма

турбулентност в зона близка до дюзата, което води до по – добра равномерност на новообразувания повърхностно – модифициран слой.

В пета глава се изследва ефективността на работа на плазмотрон PN50 комплектован с катод с три електрода. За целта се определя КПД на целия тракт. Констатира се, че пулсиращата изходяща мощност се отразява на качеството на покритието. Висока хомогенност на новоформираните слоеве се осигурява при малки пулсации на мощността.

В шеста глава се представя методика за компютърно моделиране на топлопренасянето и напрегнато – деформационно състояние на образци от титан и титанови сплави. Предложен е модел за термичен анализ на азотирани образци от титанова сплав. Целта е чрез модела да се определят оптималните режими на работа при повърхностно газо – плазмено азотиране. Извършено е експериментално – статистическо изследване на оптималните режими на работа, при повърхностно плазмено азотиране и влиянието им върху грапавостта. Извършен е макроструктурен и фазов анализ след плазмено азотиране с плазмотрон PN50. Намирам някои от претенциите в изводите в тази глава относно създаване на математически модели и разработен софтуер за малко пресилени.

В седма глава се дават резултати от експериментални изследвания на влиянието на процеса плазмено – газово азотиране с индиректен плазмотрон върху структурата и свойствата на титана и някои широко използвани титанови сплави. Извършения фазов анали показва, че основно място заемат титановите нитрати при образците азотирани с по – висока мощност. Посочени са две сплави при които се получават най – добри резултати при плазмено – газово азотиране с индиректен плазмотрон. Изследвана е корозионна устойчивост на титанови сплави след плазмено – газово азотиране с плазмотрон PN50, в няколко вида агресивна среда.

В осма глава се разглежда процеса на повърхностно предварително азотиране, както и нанасяне чрез плазмено напластяване на покритие TiO₂ хидроксиапатит с плазмоторон PN50 с цел да се създаде технология на надеждно сцепление с основния материал на зъбни импланти от титанова сплав. Изследван е фазовия състав и микроструктурата на титанова сплав след плазмено – газово азотиране. Изследвана е твърдостта на плазменото покритие.

Разделите IV и V от глава 8 относно силовото натоварване на дентални импланти и експеримента с опитни животни попадат извън

обхвата на темата на дисертацията въпреки, че се отнасят до приложение на резултати.

5. Според рецензента така дефинираните приноси, като 25 броя научни, 10 броя научно – приложни и 7 броя приложни не е достатъчно прецизно. В категорията на научните приноси е прието да се класифицират приноси с фундаментален характер. В случая в тази категория са отнесени и приноси с конкретен характер, свързани със създадения от автора плазмотрон PN50.

Във всяка дисертация съществува пряка връзка между целта и задачите на дисертацията и приносите. В този смисъл намирам, че така дефинираните задачи са добра основа за дефиниране на приносите в компактна форма.

6. Критични бележки.

Дисертациите за „доктор на науките“ обикновено се оформят по два начина. В единия дисертацията представлява научно изследване, проведено изцяло от автора. Във втория случай дисертацията обединява няколко дисертации за ОНС „доктор“, разработени под научното ръководство на автора на дисертацията за НС „доктор на науките“. В случая дисертацията на проф. д-р инж. Христо Скулев е от втория тип. При дисертации от този тип има известни трудности при обединяване на отделните научни изследвания на докторантите в едно цяло от ново по – високо качествено ниво. Съществуват и подводни камъни от друго естество. Изследванията на докторантите обикновено са на по – ниско ниво, доколкото представляват начален етап в тяхното научно изграждане. В този смисъл в дисертацията за „доктор на науките“ би следвало да има развитие на резултатите, получени от докторантите. Разбира се ново, качествено ниво може да се получи и от обединяването на няколко дисертации за ОНС „доктор“, доколкото може да се постигне всеобхватност, т.е. да се достигне до обобщаване на научни резултати.

В духа на направените по – горе разсъждения от общ характер могат да се забележат известни слабости в дисертацията на проф. д-р инж. Христо Скулев. Това, обаче не омаловажава получените резултати и тяхното значение на науката, техниката и технологиите. В дисертацията и автореферата е написано „дисертация за получаване на ОНС „доктор на науките““. Дисертацията е за присъждане на НС „доктор на науките“. Тази грешка следва да се отстрани.

7. По дисертацията са направени 14 публикации от които 6 самостоятелни.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В дисертацията са на лице научни и научно – приложни приноси, които съответстват на изискванията на ЗРАСРБ. Това ми дава основание да считам, че на проф.д-р инж. Христо Скулев може да се присъди НС“доктор на науките“.

Проф.д.т.н.инж.Николай Минчев