

РЕЦЕНЗИЯ

върху дисертационен труд за получаване на образователна и научна степен “ДОКТОР”
на тема: “ИЗСЛЕДВАНЕ НА ПРОЦЕСА ПЛАЗМЕНО ЗАВАРЯВАНЕ НА
ЕЛЕКТРОТЕХНИЧЕСКА СТОМАНА ЗА СТАТОРНИ ПЛАСТИНИ В ПАКЕТ”

с автор: **инж. ИВАН ТОДОРОВ БАРЗЕВ** -

гл. ас. в кат. „Машиностроителна техника и технологии” към ТУ - Габрово

Рецензент: проф. д-р инж. ВЕНЦЕСЛАВ ЦВЕТАНОВ ТОШКОВ,
катедра “Материалознание и технология на материалите”, ТУ- София

ОСНОВАНИЕ за изготвяне на рецензията: Заповед № 376/21.06.2013 г. на Ректора на ТУ – Габрово за избор на жури и Протокол от 29.06.2013 г. за избор на рецензенти

1. Общи данни за кандидата и за докторантурата

Гл. ас. инж. Иван Тодоров Барзев е роден на 07.08.1958 г. в гр. Велико Търново. Средното си образование завършва в СПГ „В.Друмев” - гр. Велико Търново през 1976 г., а през 1983 г. завършва висше образование във ВМЕИ–Габрово, специалност „Механично уредостроене”. От 1983 г. до 1987 г. е научен сътрудник по НИС при ВМЕИ – Габрово, а от 1987 г. до сега е асистент в кат. ТММ при ТУ – Габрово. Водил е упражнения по голям брой дисциплини, като „Материалознание” , „Технология на машиностроителните материали”, „Технология на заваряването”, „Електрофизични и електрохимични методи за обработка на материалите”, „Индустриални технологии” и „Модернизация на производството”.

Инж. Иван Барзев е зачислен в свободна докторантура със Заповед № 01 / 08.01.2008 г. в кат. „Материалознание и технология на материалите” при ТУ - Габрово по научната специалност 02.01.02. „Материалознание и технология на машиностроителните материали” с тема на докторантурата “Изследване на процеса плазмено заваряване на електротехническа стомана за статорни пластини в пакет” с научен ръководител доц. д-р Стефан Парашкевов. Положил е изпити от докторантския минимум, както следва: по *специалността* – с оценка **отличен (5,75)**;- по *математично моделиране и оптимизация на технологични процеси* – **отличен (5,75)** и по *чужд език (немски)* - **много добър (5,00)**; Отчислен е с право на защита със Заповед № 02 / 07.01.2011 г.

Въз основа на молба от гл. ас. инж. Иван Барзев и на основание чл.28 и чл.29 от Правилника за прилагане на Закона за развитието на академичният състав в Република България и чл.10 от Правилника за придобиване на научни степени и звания и заемане на академични длъжности в ТУ – Габрово, със заповед №244/25.04.2013 г. на Ректора на ТУ–

Габрово е назначен разширен катедрен съвет на катедра „Машиностроителна техника и технологии“ за вътрешна (предварителна) защита на дисертационния труд, на който трудът е приет за окончателно завършен и е насочен за защита.

2. Характеристика на дисертационния труд

Дисертационният труд е в областта на висше образование *5.Технически науки*, професионално направление *5.6. Материали и материалознание*, научна специалност *Материалознание и технология на машиностроителните материали*

2.1 Актуалност на разработвания проблем

През последните 25-30 години електрофизичните методи за обработване и разработването на тяхна база технологии имат определящо влияние върху насоките за формиране на нови направления в научно-изследователската и развойна дейност у нас. В настоящата разработка са използвани електрофизични методи за въздействие и са усвоени технологии и изследователски методики, чрез които се получават специфични знания за свойствата на електротехническите материали и технологии при тяхното плазмено заваряване, като по този начин се гарантира постигането на много по-добро качество и повишена експлоатационна трайност след заваряване на статорни пластини в пакет. Всичко това определя недвусмислено актуалността, значимостта и дисертабилността на разработвания проблем.

2.2. Цели и задачи

Целта на дисертационния труд е формулирана на стр. 37, като *„разработване и изследване на оборудване за плазмено заваряване на статорни пластини в пакет за телферни електродвигатели“*, докато 5-те задачи за решаване на поставената цел в резюме се свеждат до следните основни моменти:

- да се разработи методика за проектиране на плазмен генератор (плазмотрон) за заваряване;
- да се разработи методика за изследване на взаимовръзките между технологичните параметри при плазмено заваряване на конусни статорни пакети;
- да се установят зависимостите между технологичните фактори и експлоатационните показатели на плазмения генератор при заваряване на статорни пластини за телферни електродвигатели в пакет.

2.3. Структура на труда

Представеният ми дисертационен труд е в обем от 134 стр., като съдържа 88 фигури и 16 таблици. Използвани са общо 165 литературни източника, от които 39 са на латиница. Дисертацията е структурирана в 5 глави, които, според мен, са в съответствие с поставената цел и задачите на дисертационната разработка. Не смятам за нужно да разглеждам в подробности всичките глави, но все пак бих отбелязал следните по-съществени и основни моменти за всяка от тях:

- **Глава I** – разгледани са същността, предимствата и недостатъците на апаратурата и технологиите за плазмено заваряване. Въз основа на този анализ са направени съответните изводи и са формулирани целта и задачите на дисертационната работа.

- **Глава II** – разгледани са въпросите, свързани с оптимизирането на процесите на топлообмен в системата плазмотрон-изделие при заваряване на статорни пакети. Изведени са регресионни уравнения от втора степен, отразяващи връзките между загубите на мощност в анодния (Pd) и катодния (Pк) възел на плазмотрона за заваряване и технологичните фактори - дължина на дюзата (L, mm), работния ток (I, A) и дебита на плазмообразуващия газ (G, l/min). Моделите са изведени с помощта на програмен продукт REGREGNAL и са оценени за адекватност с критерия на Фишер и коефициентите за множествена корелация с използване на програма ISKKR. Влиянието на входящите величини върху целевите функции е показано нагледно чрез тримерни графики (фиг. 2.6 ÷ фиг.2.11). Въз основа на така получените математични модели е проведена едноцелева оптимизация на катодния и аноден възли на плазмотрона при съответно наложени ограничения на останалите допълнителни целеви функции в изследваното пространство на управляващите фактори, като е използван програмен продукт COMPLEX. С използване на програмата FPOLM е решена по-нататък още многоцелевата оптимизационна задача за определяне на мултипликативната функция на полезност за загубите на мощност в дюзата и в катода. Оптимизирана е също и геометрията на статорна пластина при плазмено заваряване в пакет с цел да не се нарушават изолационните качества на лаковото покритие, нанесено върху отделните пластини, за зоните с температура над 150° C. При моделирането и оптимизацията на топлообменния процес между заваръчния шев и основния материал е използван методът на крайните елементи (МКЕ) за определяне на температурното поле в статорната пластина и е проведен съответен числен експеримент, след което е изведен математичен модел от втора степен с целеви параметър „площ на зоната на термично влияние, загрята над 150°С“. За минимизирането на тази площ е решена едноцелевата оптимизационна задача с използване на продуктът FPOLM, с което е постигнато усъвършенстването на конструкцията на статорната пластина, като резултатите са отразени на фиг. 2.19.

- **Глава III** – разгледани са подробно следните методики, използвани от докторанта при експерименталните изследвания:

- методика за изследване на характеристиките на апаратура за плазмено заваряване;
- методика за изследване на механичните свойства на заваръчни шевове чрез измерване на микротвърдост, чрез които се получава информация за якостта на заваръчния шев и за големината на зоната на термично влияние. Изследванията са реализирани с приставка за измерване на микротвърдост към металографски микроскоп „NEOPHOT-32" в направление от центъра

към повърхността, перпендикулярно на зоната на сплавяване в основата на шева;

- методика за изследване на нанотвърдост за заваръчни шевове при електротехническа стомана. Чрез използване на нанотестер Fischerscope H100 е получена информация за следните характеристики на материала в заваръчния шев на електротехническа стомана M530-50A: универсална твърдост, пластична твърдост, приведен модул на еластичност, обща енергия, изразходвана за еластична и пластична деформация на образеца, енергия, изразходвана за пластична деформация и дълбочина на проникване на индентора;
- методика за изследване на механичните свойства на заваръчни шевове върху електротехническа стомана чрез драскане (склерометрия) – за характеризиране на микротвърдостта на различни структурни съставни, на уякчаването по границите на кристалите, на анизотропията на кристалите, на износоустойчивостта и т.н., за откриване и доказване на дефекти в заваръчните шевове, като неметални включвания, микропукнатини, газови шупли и пори, за изследване на разпределението на въглерода в заваръчния шев и за определяне на дълбочината на зоната на термично влияние. Използвани са металографски микроскоп NEOFOT 32. и приставка за измерване на микротвърдост към него.
- **Глава IV** – е най-кратката глава (само 6 стр.!) и в нея са отразени резултатите от изследванията на характеристиките на всички системи за подаване на ток, газ и вода за осъществяване на процеса чрез апаратурата за плазмено заваряване.
- **Глава V** – изследвани са подробно технологичните характеристики на процеса плазмено заваряване на електротехническа стомана, като наред с описанието на технологичната екипировка са анализирани подробно и резултатите от структурния анализ на заваръчните шевове, получени при различни технологични режим.

След всяка глава са направени съответните изводи, а накрая, след V глава, са дадени и 7 броя обобщаващи изводи за създадената апаратура за плазмено заваряване, за разработената технология за плазмено заваряване на конусни и цилиндрични статорни пакети за електродвигатели, за загубите на мощност в конструкцията на плазмения генератор за заваряване, за проведените обстояйни изследвания в лабораторни и промишлени условия, както и за установените и препоръчвани оптимални режими за получаване на качествени заваръчни шевове върху статорни пакети за телферни електродвигатели.

3. Познава ли докторантът състоянието на проблема и оценява ли творчески литературния материал

Формулираните цели и задачи са резултат и логично следствие от многогодишната дейност на кандидата, както и на критичния анализ на нерешените или дискуссионни въпроси, разгледани и коментирани подробно в ПЪРВА ГЛАВА. Именно този критичен подход е в основата на творческото използване и преоценка на литературния материал, който е ползван от автора при разработване на дисертацията. Броят на литературните източници е сравнително голям - 165, които в по-голямата си част са съвременни. Всичко това показва, че авторът не само добре познава и е вникнал в същността на разглежданите въпроси и проблеми, но има още дългогодишен опит и своя собствена позиция, която успешно защитава по-нататък с интерпретацията на получените от него резултати и направените изводи.

4. Може ли използваните методи и методики за изследване да се оценят като подходящи за получаване на достоверни резултати?

При разработването на дисертационния труд са използвани редица методи и експериментални методики, които са изброени подробно по-горе (виж резюмето на Глава III). Към тях трябва да добавим още и методите „регресионен анализ“ и „метода на крайните елементи“, с помощта на които са решени редица оптимизационни задачи, като „многоцелевата оптимизационна задача за определяне на мултипликативната функция на полезност за загубите на мощност в дюзата и в катода“, „моделирането и оптимизацията на топлообменния процес между заваръчния шев и основния материал за определяне на температурното поле в статорната пластина“ и „оптимизиране на геометрията на статорна пластина и усъвършенстването на нейната конструкция при плазмено заваряване в пакет с цел да не се нарушават изолационните качества на лаковото покритие в зоните с температура над 150° C“.

Както се вижда, авторът е имал възможност да анализира информация, получена с помощта на най-модерни изследователски методи и методики, което му е позволило да получи информация с висока степен на достоверност и по този начин да достигне до заключения, които звучат убедително и не подлежат на съмнение.

5. В какво се заключават основните приноси на дисертационния труд?

Представената дисертация има както научни, така и приложни приноси, които бих могъл да обобщя и групирам по следния начин:

5.1. Формулиране или обосноваване на нов научен проблем (област) или нова теория (хипотеза)

Считам, че дисертацията няма приноси в тази група.

5.2. Доказване с нови средства на съществени нови страни в съществуващи научни проблеми и теории

5.2.1. Извършено е моделиране и оптимизация на топлообменния процес между заваръчния шев и основния материал за определяне на температурното поле в статорната пластина при плазмено заваряване в пакет;

5.2.2. Решена е многоцелевата оптимизационна задача за определяне на мултипликативната функция на полезност за загубите на мощност в дюзата и в катода на плазмотрона.

5.3. Получаване и доказване на нови факти

5.3.1. Установено е, че при плазмено заваряване на електротехническа стомана лаковото покритие насища заваръчния шев с въглерод, което води до значително покачване на микротвърдостта (до 5000 МРа) и до формирането на ферито-перлитни и видманщетеннови структури в заваръчния шев.

5.4. Създаване на нови класификации, методи на изследване, нови конструкции, технологии, препарати и т. н.

5.4.1. Извършено е оптимизиране на геометрията на статорната пластина и е постигнато усъвършенстване на конструкцията на пластината с цел да не се нарушават изолационните качества на лаковото покритие в зоните с температура над 150° С при плазмено заваряване в пакет;

5.4.2. Чрез извършената оптимизация на конструкцията на плазмотрона и на технологичния режим **е постигнато** минимизиране на загубите на енергия в системата за охлаждане;

5.4.3. Установено е влиянието на геометричните параметри на възела катод - дюза и на технологичните параметри (работен ток и дебит на плазмообразуващия газ) върху загубите на мощност в плазмения генератор за заваряване;

5.4.4. Адаптирани са методики за микромеханични изпитвания (микротвърдост, нанотвърдост и склерометрия) при изследване на механичните свойства на заваръчни шевове при плазмено и лазерно заваряване на електротехническа стомана;

5.4.5. Установено е влиянието на технологичния режим при плазмено заваряване на електротехническа стомана върху структурата, механичните свойства и зоната на термично влияние на заваръчния шев.

5.5. Получаване на потвърдителни факти.

5.5.1. Установено е, че внедряването на заваръчни технологии при производството на статорни пакети **повишава** съществено производителността и тяхното качество, както и че води до намаляване на себестойността на готовите изделия.

5.6. Приноси, свързани с практиката

5.6.1. Разработен е плазмен генератор с подобрени технико-икономически параметри, който е внедрен в серийното производство на телферни електродвигатели;

5.6.2. Разработена е апаратура за плазмено заваряване, на технологична екипировка и технологичен процес за полуавтоматично заваряване на конусни и цилиндрични статорни пакети;

5.6.3. Разработената апаратура за плазмено заваряване **е внедрена** в завод „ЕЛМОТ“ - гр. Велико Търново при серийното производство на телферни електродвигатели и **е приложима за всички модификации** (конусни и цилиндрични) на статорите за електродвигатели;

5.6.4. Разработените и използвани методики и експериментални установки, описани в дисертационния труд, **се прилагат успешно и в процеса на обучение** на инженерни кадри в ТУ-Габрово.

В общи линии това са основните приноси на дисертационния труд. Всички те са с характер на “научни”, “научно-приложни” и “методични” приноси, но по-голямата част от тях имат също пряка връзка и насоченост и към практиката при производството на телферни електродвигатели.

6. До каква степен дисертационният труд и приносите са лично дело на докторанта?

Не познавам отблизо дейността на докторанта, но от разговорите ми за неговата работа през годините с научния му ръководител, с когото той има и две общи публикации, мога да приема, че неговото участие при разработването на дисертационния труд е водещо и неоспоримо. От общо 5 броя публикации една е самостоятелна, в две докторантът е на първо място и в две – на второ, така че за мен неговото лично участие при разработването на проблема е несъмнено. Това ми убеждение се засилва и от задълбоченото и компетентно обсъждане на получените резултати, от направените обобщения и изводи на тази база, както и от докладването и обсъждането на дисертационния му труд по време на вътрешната защита пред разширения катедрен съвет, на който присъствах лично.

7. Преценка на публикациите на автора във връзка с дисертацията

По дисертацията **са публикувани 5 работи**. От тях 2 броя са на английски и три на български език. Две от публикациите са в чужбина - една в Сърбия (2011 г.) и една в Македония(2004 г.). Всичко това ми дава основание да заявя, че научните постижения на автора са огласени достатъчно широко и са известни не само у нас, но и в чужбина. Не ми е представена информация за цитирания или използване на резултати от дисертацията, икономически ефект и др.

8. За автореферата

Считам, че авторефератът, представен в обем от 31 стр., е изготвен съгласно изискванията и отразява цялостно същността и основните приносни моменти на дисертационната работа.

9. Критични бележки към дисертационния труд

Към дисертационния труд имам някои въпроси, а също така бих изтъкнал и някои критични съображения:

Налице са пропуски от чисто редакционно или техническо естество, напр:

- има несъответствие между отбелязаните в автореферата (обем 140 стр. и 91 фигури) в сравнение с действителните в дисертационен труд (обем от 134 стр. и 88 фигури);

- налице са някои стилови и пунктуационни неточности, като честа неупотреба на запетай, пропускане на предлози, напр. в някои заглавия в глава II, изписани като *“Оптимизиране процесите на топлоотделяне в системата...”*, а не като *“Оптимизиране на процесите на топлоотделяне в системата...”*, *„Оптимизиране геометрията на статорна пластина при ...”* вместо *„Оптимизиране на геометрията на статорна пластина при ...”* и т.н.;

- списъкът на публикациите не е представен съгласно стандартните изисквания – липсват страниците в съответните издания;

- на някои от фигурите в дисертацията и в автореферата не са нанесени действителните наименования на величините по ординатите и абсцисите, а те са показани с кодираните им означения (X, Y) – напр. фиг. 2.6, фиг. 2.19 и др.

Естествено, направените забележки и препоръки са преди всичко редакционни, така че не омаловажават ни най-малко достойнствата на дисертационния труд като цяло и в по-голямата си част биха могли да се вземат предвид от докторанта при бъдещата му работа.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Представеният от инж. Иван Тодоров Барзев дисертационния труд представлява завършена научно-теоретична разработка в областта на материалознанието и металообработващите технологии. Получени са редица значими резултати с характер на научно-приложни, методични и приложни приноси, които са коментирани компетентно, илюстрирани са достатъчно прегледно и са формулирани точно и ясно.

Като изхождам от гореизложеното си позволявам да отбележа, че трудът отговаря напълно на изискванията за дисертация за образователна и научна степен "доктор" съгласно Закона за развитие на академичния състав и Правилника за придобиване на научни степени и звания и заемане на академични длъжности в ТУ – Габрово, **поради което препоръчам на уважаемите членове на Научното жури да гласуват положително при оценяването на дисертационния труд и да присъдят на гл. ас. инж. Иван Тодоров Барзев научната и образователна степен "доктор" в област на висше образование 5.Технически науки, професионално направление 5.6.Материали и**

*материалознание, научна специалност **Материалознание и технология на машиностроителните материали.***

22.08.2013 г.

София

РЕЦЕНЗЕНТ:

/проф. д-р инж. В. Тошков/