

РЕЦЕНЗИЯ

от доц. д.н. инж. Цанка Димитрова Дикова

Доктор на науките по научна специалност „Материалознание и технология на машиностроителните материали“

Факултет по Дентална медицина
Медицински Университет – гр. Варна

Външен член на научно жури, назначено със заповед на Ректора на ТУ-Варна №239/01.06.2020 г. на дисертационен труд за присъждане на образователната и научна степен „доктор“ в:

Област на висше образование: 5.Технически науки

Професионално направление: 5.1 Машинно инженерство

Докторска програма: "Технология на машиностроителните материали"

Автор: инж. Георги Георгиев Георгиев

Катедра: „Материалознание и технология на материалите“

Тема:“Изследване на уморните процеси в корозионно устойчива ферито-аустенитна стомана“

Научен ръководител: доц. д-р инж. Ярослав Аргиров.

1. Общо представяне на докторанта

Инж. Георги Георгиев е роден през 1982 г. Средно образование завършва през 2001 г. във Варна. През 2008 г. е приет в ТУ-Варна и през 2013 г. и 2015 г. получава съответно бакалавърска и магистърска степени по специалност „Машиностроителна техника и технологии“. От 2006 г. до 2012 г. е управител на фирма, която се занимава с изграждане и поддръжка на интернет мрежи и търговия с компютри и компютърни компоненти. В периода 2016 г. - 2018 г. е инженер в „БТК“ ЕАД, гр. Варна. От 2018 г. до сега е главен експерт в Община Варна в областта на експлоатация и поддръжане на уличната мрежа. От 2012 г. до сега се занимава с конструиране на детайли чрез AutoCad и SolidWorks за нуждите на производствени фирми. В периода 2015 г. - 2018 г. е докторант в професионално направление 5.1. Машинно инженерство към катедра МТМ на ТУ-Варна. Владее писмено и говоримо английски и руски езици. Бързо се адаптира в непозната среда и придобива нови знания в областта на материалознанието и телекомуникациите. Притежава добри комуникативни и организаторски качества, както и отлични умения и опит при работа с различни софтуерни продукти и апаратура.

2. Актуалност на дисертационния труд

Представеният ми за рецензиране дисертационен труд е посветен на изследването на уморната дълготрайност на корозионно-устойчива стомна SAF 2507. Тя спада към стоманите от ферито-аустенитен клас, които намират широко приложение в редица отрасли на техниката - химическото машиностроене, хранително-вкусовата и металургичната промишленост, корабостроене, авиация и др. Агресивните условия на работа – корозионна среда, високи налягания, знако-променливи натоварвания, термични амплитуди и др. налагат постоянното търсене, изследване и разработване на нови материали и технологии, които да повишат дълготрайността на конструкциите и машините, работещи в тези отрасли. Това предопределя и актуалността на тематиката.

3. Познаване на проблема

Настоящият дисертационен труд се състои от 168 стр., 199 фигури и 25 таблици. В него са използвани 129 литературни източника, от които 47 са на кирилица и 82 на латиница. Информацията, която е залегнала в основата при решаване на проблемите, е от сравнително голям период 1961 г. – 2018 г. Използвани са достиженията на български, руски и междуна-

4. Методика на изследването

В дисертационния труд са използвани конвенционални методики за макро- и микроструктурен анализ на изследваната стомана, измерване микротвърдост по метода на Викерс, качествен и количествен фазов анализ, изпитания на корозия чрез потапяне в разтвор. Заедно с това са разработени и редица нови методики – за определяне на растежа на пукнатината за цикъл, за определяне развитието на фронта на пукнатината в напречно сечение, за развитие на пукнатината в дълбочина и създаване на 3D профил и за определяне уякчената област в зоната на формиране на пукнатината. Така подбраните стандартни, конвенционални и новоразработени методики на изследване позволяват да се решат адекватно задачите, поставени в дисертационния труд.

5. Характеристика и оценка на дисертационния труд

Структурата на дисертационен труд се състои от увод, шест глави, изводи и заключения, приноси, публикации по темата на дисертацията, заключение и литература.

В Глава I е направен **литературен обзор** на особеностите на: легираните корозионно устойчиви стомани; методите на заваряване; основните характеристики, определящи цикличната устойчивост на корозионно устойчивите стомани; нискотемпературно газово азотиране-карбонитриране. В края на главата са направени изводи за постигнатото до момента и за останалите за решаване проблеми в разгледаните области. **Направеният обзор е обширен - 54 страници, което е твърде много за дисертация от този тип. Би могъл да се съкрати неговия обем до 30-40 страници, като се наблегне повече на аналитичността.**

В Глава II, на базата на обширния обзор, е обоснована **актуалността на проблема**. Авторът дефинира **целта и задачите**, с които тя следва да бъде постигната. Тук би трябвало **по-прецизно да се дефинира целта, а задачите да се обобщят**. Реално съдържанието на задача 2 включва в себе си задачи 6 и 7, следователно те биха могли да се обединят, което е и направено при представяне на резултатите в Глава V. По същата логика задачи 3, 4 и 5 също може да се обединят, което е направено в Глава IV при докладване на резултатите. Задачи 8, 9, и 10, отнасящи се до зараждане и развитие на пукнатините, също може да бъдат обединени и да бъдат представени като под-задачи на горните 2 обширни изследвания, както реално е направено по-нататък в дисертацията.

В Глава III са дадени **методиките** за изработване на образците – лазерно рязане, заваряване, газово азотиране-карбонитриране (ГАН), методиките на изпитания на корозия и циклично въздействие, методиките за изследване на макро- и микроструктура, фазов състав, твърдост, нарастване на пукнатина. Тук може да се подчертае **разработването и използването на 2 нови методики - за определяне на фокуса на пукнатината и нейния растеж при знакопроменливо натоварване и за определяне развитието фронта на пукнатината в двете направления и създаване на 3D профил**. Но, от друга страна, прави впечатление **подробното описание на конвенционални методики от рода на макроструктурен анализ, макро- и микротвърдост по Викерс, рентгено-структурен анализ, което не е необходимо при научни работи от този вид.**

В Глава IV „Изследване на уморната якост върху незаварени и заварени структури от ферито-аустенитна стомана преди и след корозионно въздействие“ са представени резултатите от изпитанията на образци от стомана SAF 2507. И в двата вида проби – незаварени и заварени са установени уякчени зони около пукнатините, образувани вследствие на цикличното натоварване. И при двата вида образци ъгълът на фронта на пукнатината е по-голям при тези, подложени на корозия, в сравнение с тези, които не са. Съставени са S-N криви за двете групи изследвани образци преди и след корозионно въздействие.

В Глава V „Изследване на уморната якост след ниско-температурно газово азотиране - карбонитриране върху незаварени и заварени структури от ферито-аустенитна стомана преди и след корозионно въздействие“ са показани резултатите от изпитанията на повърхностно обработени образци от изследваната стомана. Експериментално е установено,

на незаварените образци. При заварените образци с ГАКН, подложени на корозия, границата на умора е по-ниска от тази на пробите от изходния материал. При изходните и при заварените образци е установено наличието на зона с ниска твърдост непосредствено след уякчената зона около пукнатината, следвана пак от зона с висока твърдост.

В Глава VI е направено **сравнение и обобщение на получените резултати**. Установено е, че различните въздействия водят до различен ъгъл на развитие на фронта на уморните пукнатини – по-голям след корозионни изпитания и по-малък при образци с ГАКН. Установено е, че разрушаването настъпва по-бързо при образци, при които ъгълът на развитие на фронта на пукнатината е по-голям. Експериментално е доказано, че образците, подложени на корозия, както и заварените образци се характеризират с по-ниски уморни характеристики спрямо изходния материал. Разработен е четири-секторен модел за определяне дълготрайността на пробите по извършената работа за развитие на пукнатината.

Направените констатации в изводите към отделните глави и заключението от дисертационния труд са адекватни на поставените задачи. Използването на стандартни и новоразработени изследователски и експериментални методики гарантират достоверност на резултатите, върху които се градят приносите на дисертационния труд.

6. Характеристика и оценка на приносите

Приносите на дисертационния труд са значими от научно-приложна и приложна гледна точка. Формулирани са 10 научно-приложни и 5 приложни приноса. Те са основно в сферите на създаване на нови методи на изследване, получаване и доказване на нови факти, както и на потвърдителни факти. Приносите във всяка група могат да се диференцират по следния начин:

1) Научно-приложни приноси:

- ***С оригинален характер:***

- *Създаване на нови класификации, методи на изследване, нови конструкции, технологии:*

- 1.1. Разработена е методика за определяне на фокуса на пукнатината и нейния растеж при знакопроменливо натоварване.
- 1.2. Разработена е методика за определяне развитието фронта на пукнатината в двете направления и създаване на 3D профил.
- 1.3. Разработен е модел, показващ максималния обем работа, извършван от изследваната стомана, при циклично натоварване в зависимост от химичните и технологичните условия, който е приложим за корозионноустойчиви стомани.

- *Получаване и доказване на нови факти:*

- 1.1. При материал (стомана SAF2507, ОК 67.50 1.462), подложен на различни технологични и химични условия, са изследвани и установени уякчените зони в близост до пукнатината. Разработен е 3D модел.
- 1.2. Установени са различни режими на развитие на пукнатините при стомана SAF2507 в зависимост от химичните и технологичните условия;
- 1.3. Установена е зависимост между скоростта на развитие на пукнатините и ъгъла на фронта при разглеждания материал в зависимост от химичните и технологичните условия.

- ***С потвърдителен характер:***

- 1.1. Извършена е комплексна оценка и сравнителен анализ за влиянието на формата на ръба върху зараждането и развитието на пукнатината, както и уморната дълготрайност на материалите (стомана SAF2507, ОК 67.50 1.462).
- 1.2. Установено е влиянието на формата и размерите на структурата на разглеждания материал върху развитието на пукнатината.
- 1.3. Разработен е модел за развитие на междукристална корозия в зависимост от кристалния строеж, оказващ влияние върху дълготрайността на материала.

1.4. Установено е зараждането и развитието на пукнатината в наварената зона в зависимост от различните технологични и химични условия.

2) Приложни приноси:

- **С оригинален характер:**

- 2.1. Разработен е графичен 3D модел за влиянието на формата на ръба върху зараждането и развитието на пукнатината, както и уморната дълготрайност на материалите.
- 2.2. Разработено е приспособление за провеждане на микроструктурно изследване на пукнатината след разрушаване на пробата.

- **С потвърдителен характер:**

- 2.1. Установено е влиянието на S-фазата за повишаване уморната дълготрайност и корозионна устойчивост върху изследвания корозионно устойчив материал.
- 2.2. Установени са S-N криви на заварени и незаварени структури от ферито-аустенитна стомана преди и след корозионно въздействие.
- 2.3. Установени са S-N криви на нискотемпературно газово азотирани-карбонитрирани заварени и незаварени структури от ферито-аустенитна стомана преди и след корозионно въздействие.

От представените научно-приложни приноси, 6 са с оригинален характер и 4 с потвърдителен. От приложните приноси 2 са оригинални и са свързани с разработени нов 3D модел и приспособление, а 3 са потвърдителни. **От научна гледна точка мога да открия приноса за създадения модел, показващ максималния обем работа, извършван от изследваната стомана, при циклично натоварване в зависимост от химичните и технологичните условия.** Той се характеризира с универсалност и може да се прилага за корозионноустойчиви стомани от съответния клас при съответните условия. От друга страна, **разработените методики, модели, S-N криви и приспособления, могат веднага да бъдат внедрени в научно-изследователската работа и производствената практика.**

Следователно, **представените приноси са значими от научно-приложна и приложна гледна точка** и ги приемам. Но, за да може приносите реално да изиграят своята роля и да са полезни в практиката, **е необходимо да се конкретизират точно химичните и технологични условия на изпитанията и да се дадат стойности на параметрите, които са получени.**

7. Преценка на публикациите и личния принос на докторанта

Съгласно списъка от дисертацията, резултатите от научната работа са публикувани в 5 статии. В документацията са представени 4 статии с пълен текст. Липсва пълен текст на статия №2 от списъка: „Георгиев Г. „Фрактографски изследвания на проби след уморни изпитания в зоната на разрушаване, „Машиностроителна техника и технологии“ НТС, ТУ-Варна брой 1, 2016, ISSN 1312-0859“. За нея няма данни нито в съдържанието на съответната книжка, нито от редколегията на списанието. Следователно, тази статия не може да бъде приета като публикация по дисертацията.

Три от статиите са на български език, а 1 - на английски, като всички са публикувани в български издания. Две от статиите са самостоятелни. Резултатите от изследванията са представени на 2 научни форума в България. Няма данни за цитирания и импакт-фактор. Част от изследванията са направени в рамките на 2 научно-изследователски проекта, единият от които в помощ на докторантите.

Големият обем експериментална работа, владенето и приложението на специализиран софтуер, както и ролята на самостоятелен автор в 2 от статиите, говорят за личното участие на докторанта. По време на разработване на научния труд той успява да усвои разнообразни съвременни методики за изследване, да усъвършенства някои от тях и да

допринесе за създаването на нови. С настоящия труд дисертантът доказва, че може успешно да се справя и да провежда самостоятелна научно-изследователска работа.

8. Оценка на автореферата

Представеният автореферат се състои от 39 страници, направен е според изискванията и отразява основните резултати, постигнати в дисертацията.

9. Критични бележки по дисертацията

Към дисертационния труд имам следните **критични бележки и препоръки**, които в никакъв случай не намаляват неговата значимост, а биха били от голяма полза на кандидата за прецизиране на неговата работа в бъдеще:

- Необходимо е да се работи с по-голяма яснота при формулиране на цели и задачи и да има по-пълно съответствие на структурата на повествованието с поставените цели и задачи.
- Необходимо е да се прави кратко и точно описание на методиките на изпитания и изследвания с дадени конкретни параметри, които са използвани в съответната работа.
- Необходимо е да се прави по-задълбочен анализ на получените резултати и на причините, довели до тях.
- По-голямата част от литературните източници не са цитирани съгласно библиографските стандарти.
- Цялата дисертация се характеризира с множество граматични и правописни грешки, които лесно може да се отстранят с приложение на съответен софтуер.
- Да се даде по-голяма гласност на резултатите чрез представянето им на конференции в чужбина и публикуване в международни научни издания.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Представеният ми за рецензиране дисертационен труд на инж. Георги Георгиев Георгиев на тема „Изследване на уморните процеси в корозионно устойчива ферито-аустенитна стомана“ представлява едно комплексно изследване на проблематика с научно и практическо приложение. Целта и задачите са поставени обосновано и са изпълнени успешно. Използвани са конвенционални и новоразработени изследователски и експериментални методики, които гарантират достоверност на резултатите. Приносите на дисертацията са значими от научно-приложна и приложна гледна точка. Разработените методики, модели, S-N криви и приспособления, могат веднага да бъдат внедрени в научно-изследователската работа и производствената практика.

Големият обем експериментална работа, **получените резултати и приноси с научно-приложна и приложна насоченост** ми дават основание да твърдя, че **представеният дисертационен труд отговаря на изискванията на Закона за развитие на академичния състав в Република България (ЗРАСРБ) и Правилника за прилагане на ЗРАСРБ.**

Поради гореизложеното, давам своята **положителна оценка** на предоставения ми за рецензиране дисертационен труд и **предлагам на почитаемото научно жури да присъди образователната и научна степен „доктор“ на инж. Георги Георгиев Георгиев в докторска програма "Технология на машиностроителните материали" в професионално направление 5.1 Машинно инженерство.**

11.08.2020 г.

Варна

Изготвил рецензията:

(доц. д.н. инж. Цанка Дикова)