

РЕЦЕНЗИЯ

**върху дисертационен труд
за придобиване на образователна и научна степен "Доктор" в**

**област на висше образование – 4. Природни науки
професионално направление – 4.1. Физически науки
докторска програма – „Медицинска физика”**

Автор: Наталина Константинова Панова

Тема: „Корозионна устойчивост в биологични флуиди на аустенитна стомана AISI 321 след повърхностно въздействие с лазер”

Рецензент: проф. Йордан Тодоров Максимов, дтн, ктн

1. Актуалност на дисертационния труд

През последните две-три десетилетия материалознанието е най-бързо развиващата се част от целокупната наука с приложения във всяка сфера от човешката дейност, включително и в медицината, където биосъвместимостта е основно изискване. Обект на дисертационния труд е корозионното поведение на хром-никелова аустенитна стомана 321, поставена в различни агресивни среди. Предвид сложния физико-химичен характер на изследваните процеси, дисертацията има полидисциплинарен характер. В аспекта на всичко гореизложено считам, че актуалността на дисертационния труд не подлежи на съмнение.

2. Познава ли дисертантът състоянието на проблема

Съдейки по използваните литературни източници, обосновката и формулировката на целта и задачите на изследването, смятам, че дисертантът познава изследвания проблем. Списъкът с използваната литература съдържа общо 180 заглавия (от които 3 са на кирилица) – книги, монографии, учебници, научни статии. Сред статиите забелязвам такива, публикувани в high level списания на Elsevier, като Materials Science and Engineering: A, Journal of Materials Processing Technology и др. Може да се приеме, че достиженията на научната общност по проблема с корозионното поведение на хром-никеловите аустенитни неръждаеми стомани са известни на автора на дисертационния труд. На тази основа дисертантът дефинира основната цел и задачите, които се решават за постигане на целта, като по този начин надгражда постигнатото до сега.

3. Метод на изследване

Предвид спецификата на изследвания проблем, правилно е избран експерименталния подход. Използвани са също елементи от феноменологичния подход (например наблюдение на локалните разрушения с цел обяснение на механизма на разрушаване от корозия).

4. Кратка характеристика на материала, върху който са формулирани приносите

Дисертационният труд е структуриран в логическа последователност на 127 страници и съдържа: използвани означения и съкращения, увод, шест глави (с изводи след всяка глава), общи изводи, приноси, използвана литература, 65 фигури и 9 таблици.

Глава 1 („Литературен обзор” – стр. 10–58) е посветена на анализ на изследванията върху корозионната устойчивост в биологични флуиди на неръждаеми стомани от аустенитен тип след повърхностно въздействие с лазер. В логическа последователност са разгледани следните аспекти: 1) Приложение на лазерните технологии в денталната медицина; 2) Видове неръждаеми стомани според основните фази и ефекта от лазерно въздействие върху микроструктурата им; и 3) Видове корозии в неръждаемите стомани, поставени био-агресивни среди. На базата на проведения литературен обзор и направените накрая изводи, дисертантът формулира целта на дисертационния труд и набелязва четири задачи, чиито решения ще постигнат дефинираната цел, като избраната аустенитна стомана е 321, която се стабилизира с ниобий и/или титан: I) Изследване на повърхностната микроструктура след стопяване с лазер и сравнение с микроструктурата на необработена стомана в състояние на доставка; II) Изследване на устойчивостта на корозия на лазерно-стопени слоеве във физиологичен разтвор Рингер; III) Изясняване на механизма на корозионно разрушение на повърхностния слой, следствие физиологичния разтвор; и IV) Изследване на електро-химичната корозия на лазерно-стопени слоеве, следствие агресивното действие на изкуствена слюнка.

Глава 2 („Материали и методи” – стр. 59–67) представя материала и методите за решаване на дефинираните четири задачи. В началото на главата е показан flowchart (схема) на изследването – нещо, което аз приветствам.

В Глава 3 (стр. 68–75) е решена първата поставена задача. Проведен е анализ на микроструктурата (подходящо илюстрирана) и са направени съответните изводи.

В глава 4 (стр. 76–85) са показани резултатите от решението на втората задача, а в Глава 5 (стр. 86–99) е решена третата задача. Проведена е впечатляваща дискусия и са направени съответните изводи.

В последната Глава 6 (стр. 100–112) са показани резултатите от решението на четвърта задача, проведени са анализи и са направени съответните изводи.

Накрая (стр. 113–115) са направени обобщени изводи.

5. Приноси на дисертационния труд

Независимо от написаното в дисертацията, аз съм обобщил и класифицирал приносите, които съм признал, както следва:

А. Научно-приложни приноси

А.1. Получаване и доказване на нови факти

▪ Стомана AISI 321 с лазерно стопен слой показва по-висока корозионна устойчивост на питингова корозия във физиологичен разтвор Рингер в сравнение със състоянието на доставка, а в условия на изкуствена слюнка с повишена киселинност лазерно разтопените слоеве показват по-ниска устойчивост на питингова корозия.

▪ Основният механизъм на корозионно разрушаване във физиологичен разтвор Рингер на стомана AISI 321 с и без лазерно стопяване е селективно разрушаване на δ -ферита под формата на питинги, чиято морфология е различна: върху лазерно стопената повърхност питингите са със закръглена форма и по-малка дълбочина.

А.2. Получаване на потвърдителни факти

♦ Микроструктурата на стомана AISI 321 в състояние на доставка е трифазна (ивичен δ -ферит, аустенит и карбиди), а след стопяване на повърхностния слой с лазер е структурата на този слой е двуфазна (δ -ферит и аустенит) с дендритна морфология и хомогенен състав.

♦ По повърхността на стомана AISI 321 в състояние на доставка и след стопяване на повърхностния слой с лазер се наблюдават два вида корозия: питингова и в процеп, независимо от вида и киселинността на агресивната среда.

В. Приложни приноси

Приемам трите приложни приноса така, както са дефинирани в дисертацията.

6. Публикации по дисертационния труд

Авторът е публикувал в съавторство общо 4 научни труда по дисертацията, разпределени както следва:

1) Един научен доклад, представен на научна конференция в България (Варна, 2022);

2) Две научни статия в Journal of Chemical Technology and Metallurgy, издание на Химикотехнологичен и металургичен университет София, индексирани от Scopus, SJR 0.253 за 2021 г.;

3) Една научна статия в Scripta Scientifica Medicinae Dentalis, издание на Медицински университет Варна.

На база на горните данни може да се заключи, че резултатите от дисертацията са разгласени и обсъдени достатъчно добре.

7. Авторство на получените резултати

Дисертацията е разработена под ръководството на научните ръководители проф. дн Цанка Дикова и проф. д-р Кръстена Николова. Смятам, че всичко, което е трябвало да се извърши лично от докторанта, е направено.

8. Автореферат

Авторефератът отразява същността на дисертационния труд и е направен според изискванията, установени през годините.

9. Бележки и препоръки

Дисертационният труд е структуриран и написан много добре. Оценявам високо проведените експериментални изследвания. Последните са обширни и задълбочени. Направените снимки на микроструктури са с високо качество. Вижда се инженерният подход към решаване на проблема на научния ръководител проф дн Цанка Дикова и нейният опит като автор и рецензент в международни научни списания с импакт фактор. Забележки от принципиен характер относно експерименталната част нямам.

Обръщам внимание на следното:

- Експерименталните образци са изработени от стомана 321 в състояние на доставка. Когато експлоатацията на този клас стомани (хром-никелови аустенитни неръждаеми) е в силно агресивни условия и основното изискване към тях е повишена корозионна устойчивост (изискванията към механичните характеристики и surface integrity са на заден план), се прави термична обработка: нагряване до 1100°C, задържане при тази температура за един час с цел хомогенизиране на аустенитната структура (разтваряне на карбидите и разпадане на δ -ферита) и следващо закаляване във вода. По този начин се прави „истинско” закаляване, при което се фиксира чиста аустенитна структура, характеризираща се с по-малка твърдост, по-големи аустенитни плочки, но значително по-голяма корозионна устойчивост. (Като препоръка)
- В дефинираната цел на PhD дисертация трябва да има повече конкретика. В случая дефиницията на целта започва с „Да се изследва ...”. Изследването, само по себе си, е процес, в резултат на който се постига целта, но самото изследване не може да бъде цел.
- В увода са посочени неточни тегловни проценти за съдържание на въглерод и никел. Например 3% никел са крайно недостатъчни да задържат аустенитната област до стайна температура.
- На стр. 35, редове 7-9 (отгоре) съдържат невярна информация, защото: 1) при бавно охлаждане аустенитната структура се запазва до и под стайна температура поради високото съдържание на никел (8 и повече тегловни проценти), а не се разпада до ферито-перлитна структура; 2) механичната обработка не води до разпадане на аустенита на ферит и перлит; това, което може да се случи, но само при значителна студена пластична деформация, е формиране на определено количество деформационен α' -мартензит.
- На стр. 36, най-горе, е можело да се отбележи, че посоченият клас аустенитна стомана се стабилизира с ниобий и/или титан, които са много по-активни към въглерода, в сравнение с хрома.

10. Други въпроси

Не познавам лично автора на дисертационния труд. Но смятам, че образователната функция на обучението в докторантура е постигнала целта си. Докторантът е повишил познанията си по предмета на дисертацията.

11. Заключение

Смятам, че представеният дисертационен труд отговаря на изискванията на Закона за развитие на академичния състав в Република България. Постигнатите резултати ми дават основание да предложа на уважаемото научно жури да присъди образователната и научна степен „Доктор” на Наталина Константинова Панова, в област на висше образование 4. Природни науки, професионално направление 4.1. Физически науки, докторска програма „Медицинска физика”.

15.04.2024 г.

Рецензент:

Заличено на основание чл. 5,
§1, б. „В” от Регламент (ЕС)
2016/679

Габрово

проф. Йордан Максимов, дтн, ктн