

# РЕЦЕНЗИЯ

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

област на висше образование – 5. Технически науки  
професионално направление – 5.1. Машинно инженерство  
докторска програма – „Приложна механика”

**Автор:** маг. инж. Тихомир Петров Атанасов

**Тема:** „Повишаване на уморната дълготрайност на алуминиева сплав 2024-T3 посредством пластично деформиране в условията на триене при търкаляне”

**Рецензент:** проф. дтн инж. Йордан Тодоров Максимов

## 1. Актуалност на дисертационния труд

В процеса на експлоатация на съответните конструкционни и машинни елементи най-натоварени са повърхностните им слоеве. Тяхното начално състояние (преди въвеждане в експлоатация) - грапавост, микротвърдост, остатъчни напрежения и микроструктура, предопределя експлоатационните свойства на тези елементи в аспект на уморно поведение, износоустойчивост, корозионна устойчивост и пукнатиноустойчивост (при статично натоварване). Ето защо основно направление в световната инженерна практика е т.н. „surface engineering”, чийто предмет са методи и технологии за модифициране на повърхностните слоеве на металните компоненти с цел подобряване на експлоатационните им свойства. Един от подходите е обработване чрез пластична деформация на повърхностните слоеве на тези елементи при запазване на химичния им състав. Този подход е екологосъобразен и обезпечават минимални значения на т.н. „cost/quality ratio”.

В аспекта на горното считам, че актуалността на дисертационния труд не подлежи на съмнение.

## 2. Обзор на цитираната литература

Списъкът с използваната литература съдържа общо 140 заглавия, от които 127 са на английски език. Последните са разпределени както следва: конференции в чужбина – 4; фирмен каталог – 1; монографии в чужбина – 3; научни конференции в чужбина – 4; университетски тезиси – 2; международни научни списания – 113, огромна част от които в списания на Elsevier, Springer, SAGE, Wiley. Следва да се отбележи, че 11 от тези статии са в списания, специализирани в областта на умората, като International Journal of Fatigue, Fatigue and Fracture of Engineering Materials and Structures, Engineering Failures Analysis. Тринадесетте заглавия на кирилица включват 1 дисертация за „доктор на науките” на български език (на проф. Галя Дунчева) и 12 книги, от които 7 на български език и 5 на руски език. С други думи достиженията на целокупната научна общност по проблема в общи линии са известни на автора на

дисертационния труд. На тази основа авторът дефинира основната цел и задачите, които се решават, като по този начин надгражда постигнатото до сега.

### **3. Метод на изследване**

Предвид мащабността и сложността на третирувания проблем, правилно е избрана комбинация от натурни експерименти и числени симулации.

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

Глава 1 е посветена на състояние на проблема за повишаване на якостта на умора на метали и сплави чрез повърхностно пластично деформиране (ППД). Направени са съответните изводи и на тази основа е дефинирана целта на дисертацията и задачите, с чието решение ще се постигне целта.

Глава 2 представя числени симулации за изследване на напрегнатото и деформирано състояние в околност на точка от повърхностния и подповърхностни слоеве на образци от алумиева сплав 2024-T3, подложени на ППД с тороидална ролка. Като резултат са намерени табулирани зависимости на остатъчни напрежения и еквивалентна пластична деформация във функция от селектирани управляващи фактори.

В глава трета експериментално са определени количествените характеристики на surface integrity (SI), като грапавост, микротвърдост, остатъчни напрежения. Проведени са анализи на микроструктурата на образци от алуминиева сплав 2024-T3, обработени чрез ППД с тороидална ролка с различни комбинации от големини на управляващите фактори и са направени съответните изводи.

Глава 4 е посветена на уморни тестове на въртеливо 4-точково огъване на образци с форма на пясъчен часовник, предварително обработени чрез ППД с тороидална ролка. Използван е подходът чрез криви на Wöhler, който позволява изучаване на поведението на умора, както в малоцикловата, така и в многоцикловата области. Посредством метода на допирателните е намерена условната граница на умора. Изследвано е влиянието на управляващите параметри върху ограничената и условна граници на умора. Получените резултати са обяснени с началното състояние на SI.

### **5. Приноси на дисертационния труд**

Независимо от виждането на автора, аз съм обобщил и класифицирал приносите в дисертационния труд както следва:

#### *А. Научно-приложни приноси*

А.1. Създаване на нови класификации, методи, конструкции, модели и др.

◆ Материален конститутивен модел на повърхностния слой на алуминиева сплав 2024-T3, получен на основата на тест на проникване и инверсен крайно-елементен анализ.

◆ Опростени и точни крайно-елементни модели на процеса ППД с тороидална ролка.

◆ Регресионни модели на еквивалентната пластична деформация на повърхностния слой и в дълбочина в алуминиева сплав 2024-T3, подложена на ППД с тороидална ролка.

◆ Регресионни модели на осовите остатъчни напрежения в повърхностния слой и в дълбочина в алуминиева сплав 2024-T3, подложена на ППД с тороидална ролка.

◆ Крайно-елементни и експериментални зависимости за разпределение на осовите и окръжни остатъчни напрежения в алуминиева сплав 2024-T3, подложена на ППД с тороидална ролка.

◆ Модел на получената грапавост във функция от управляващите параметри.

#### А.2. Получаване и доказване на нови факти

◆ База данни за повърхностната микротвърдост и разпределение в дълбочина.

◆ База данни за експериментално получени чрез X-ray анализ остатъчни напрежения.

◆ Изменение на микроструктурата вследствие ППД с тороидална ролка.

◆ Криви на Wöhler и база данни за ограничената и условната граници на умора на образци от 2024-T3 алуминиева сплав, обработени чрез ППД с тороидална ролка.

◆ Морфологична матрица (структура плюс връзки) на устройства за ППД с контакт триене при търкаляне.

#### А.3. Получаване на потвърдителни факти

◆ Драматично повишаване на уморната дълготрайност на образци от 2024-T3 алуминиева сплав, обработени с ППД, в сравнение с образци, обработени само чрез рязане.

#### В. Приложни приноси

• Универсално устройство за ППД с тороидална ролка.

• База данни за оптимални стойности на процеса ППД с тороидална ролка по различни критерии.

### 6. Публикации по дисертационния труд

Авторът е публикувал общо 6 научни труда по дисертацията, разпределени както следва:

1) Две научни статии в списание Механика на машините;

2) Две научни статия в списание Машиностроене и машинознание;

3) Две научни статии в списание Известия на ТУ Габрово.

Една от статиите (Journal of Technical University of Gabrovo) е на английски език и е рецензирана от двама чуждестранни учени.

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

### 7. Авторство на получените резултати

Дисертацията е разработена под вещото ръководство на научния ръководител проф. дн Галя Дунчева. 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. Забележки по дисертационния труд**

Дисертационният труд е структуриран и написан много добре. Оценявам високо проведените експериментални и крайно-елементни изследвания. Експерименталните изследвания са обширни и задълбочени, и включват уморни тестове, количествено определяне на характеристики на surface integrity (SI) и микроструктурни анализи. Забележки от принципен характер нямам.

Позволявам си да препоръчам на научните ръководители и на докторанта да продължат изследванията, с цел изучаване на еволюцията на първоначално получената чрез ППД с тороидална ролка микроструктура на повърхностните слоеве, причинена от действие на външен цикличен товар. В крайна сметка понятието SI е свързано с формираната микроструктура на повърхностните и подповърхностни слоеве (непосредствено след ППД), а уморното поведение (включващо релаксация на остатъчните напрежения) на съответния метален компонент се предопределя и обяснява именно с тази еволюция на микроструктурата.

## **10. Други въпроси**

Категорично смятам, че образователната функция на обучението в докторантура е постигнала целта си. Докторантът е повишил значително познанията си в научната област на дисертацията. От друга страна високо оценявам постигнатите научно-приложни приноси. Постигнатите приложни приноси пряко обслужват инженерната практика.

## **11. Заключение**

Смятам, че представеният дисертационен труд „Повишаване на уморната дълготрайност на алуминиева сплав 2024-T3 посредством пластично деформиране в условията на триене при търкаляне” с автор маг. инж. Тихомир Петров Атанасов 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 на инж. Тихомир Петров Атанасов образователната и научна степен „доктор” в област на висше образование - 5. Технически науки, професионално направление - 5.1. Машинно инженерство, докторска програма „Приложна механика”.

24.07.2020 г.

Рецензент: /п/

гр. Габрово

/проф. д-н Йордан Максимов/