

# РЕЦЕНЗИЯ

върху дисертационен труд за получаване на образователна  
и научна степен “Доктор”

**Автор на дисертационния труд:** маг. инж. Велизар Тодоров Кузманов

**Тема на дисертационния труд:** “ ПОВИШАВАНЕ НА УМОРНАТА  
ДЪЛГОСТРАЙНОСТ НА БОЛТОВИ ОТВОРИ В НАСТАВОВИ ВЪЗЛИ  
ПОСРЕДСТВОМ ДИАМАНТНО ЗАГЛАЖДАНЕ“

**Рецензент:** доц. д-р инж. Христо Цанев Метев

## 1. Актуалност на дисертационния труд

Железопътният транспорт придобива все по-голямо значение в развитието на съвременния транспорт, като пряко следствие от енергийната и екологична кризи. В този аспект всички изследвания за по-висока сигурност, дълготрайност и икономичност на елементите, изграждащи железните пътища стават все по-актуални.

Елементите в наставовия възел са подложени на циклични и ударни натоварвания, динамичният характер на които причинява умора на материала и води до възникване и развитие на уморни пукнатини около болтовите отвори, които са естествени концентратори на напрежения.

Уморното разрушение около болтовите отвори в краищата на релсите е особено опасно, тъй като довежда до дерайлиране на влакови композиции и неизбежни катастрофи. Това налага създаването на нови технологии за обработване на наставовите отвори.

Поради това, че в предложения дисертационен труд се предлага решение за преодоляване на проблема с уморното разрушение на краищата на железопътни релси, стартиращо от наставовите отвори, намирам работата за актуална.

## 2. Обзор на цитираната литература

В литературния обзор е направен преглед на свързани с проблема общо 96 източника (статии, доклади и книги), от които 74 заглавия на латиница. От всички източници 53 обхващат период от последните 10 години (2006 – 2015г.). Успоредно с това присъстват и класическите трудове, отразяващи развитието на теорията и практиката на довършващото обработване с ППД. Представеният в обзора анализ за състоянието на проблема, както и използваните съвременни методи за научно изследване, ми дава основание да считам, че докторантът притежава достатъчно познания за критичен анализ, формулиране на

научни проблеми и реализиране на научни изследвания по темата на дисертационния труд.

### **3. Методика на изследването**

При разработване на дисертацията са използвани основни положения на механиката на твърдото тяло, методът на крайните елементи и теорията на повърхностното пластично деформиране. Експерименталните изследвания са извършени с модерна апаратура и методология. Използвани са съвременни методи за моделиране на процеса и анализ на резултатите от изследванията. Като цяло оценявам, че възприетите методики за аналитично и експериментално изследване дават възможност за получаване на достоверни резултати.

### **4. Кратка характеристика и приноси на дисертационния труд**

#### **4.1. Структура**

Дисертационният труд съдържа въведение, съдържание, номенклатура и приети съкращения, 4 глави, класификация на приносите, публикации и използвана литература с общ обем от 103 страници, в които 71 фигури и графики и 17 таблици.

#### **4.2. Извършена работа**

**В глава 1** е направен анализ на повредите възникващи в наставовите възли и на състоянието на проблема, свързан с повишаване на уморната им дълготрайност.

Анализът на групите методи, реализиращи въвеждането на полезни остатъчни напрежения на натиск около скрепителните отвори в метални конструкции, доказващ полезният им ефект, дава възможност за разработване на технологии и екипировка за реализирането им.

Предвид предназначението на наставовите отвори, е целесъобразно използването на технология, базираща се на подхода „*deep rolling*“, осигуряващ прекъснат контактът „заготовка-инструмент“ и следователно изборът на докторанта да заложи на метода „*диамантното заглаждане*“ е правилен.

В резултат на анализа е констатирано, че проблемът с уморната дълготрайност на наставовите отвори и подходящото им обработване се подценява. Това е дало основание да се формулират целта и задачите на дисертационната работа, които като цяло приемам за правилни.

**В глава 2** са извършени експериментални изследвания на качеството на обработените повърхнини на наставови отвори, касаещи

точност, грапавост и остатъчни окръжни нормални напрежения в повърхностния слой и в слоевете под него. Проектирани, изработени и експериментално изследвани са нови конструкции инструменти: устройства за диамантно заглаждане с едностранно действие и с двустранно действие; комбиниран инструмент за рязане, съчетаващ преходите свредловане, райбероване и изработване на фаска, преди диамантно заглаждане; супер-комбиниран инструмент, съчетаващ свредловане, райбероване и диамантно заглаждане. Получени са: регресионен математичен модел на получаваната грапавост в зависимост от подаването и честотата на въртене на комбинирания режещ инструмент, осигуряващ минимална начална грапавост преди диамантно заглаждане; регресионен математичен модел на получаваната грапавост в зависимост радиуса на върха на диамантния деформиращ елемент, силата на притискане, подаването и честотата на въртене при диамантно заглаждане. Разработена е методика за експериментално определяне на остатъчни напрежения, основана на метода на разрязания пръстен и експериментално са определени остатъчните окръжни нормални напрежения, въведени в резултат на последователно свредловане, райбероване и диамантно заглаждане.

В **глава 3** е направено теоретико-експериментално моделиране на коефициента на триене при плъзгане между синтетичен диамант и незакалена стомана 76 при целева функция коефициентът на триене при плъзгане. Като управляващи фактори са приети радиусът на сферичния диамантен връх, силата на притискане, подаването и честотата на въртене. Разработен е метод за теоретико-експериментално определяне на коефициента на триене при плъзгане, между деформиращия елемент и обработвания материал. Аналитично е определено динамичното поведение на прав гредови елемент в условията на геометрическа нелинейност, който е основен еластичен елемент в експерименталната установка. Проектирана и изработена е работоспособна експериментална установка за теоретико-експериментално определяне на коефициента на триене между деформиращия елемент и обработвания материал, в случая незакалена релсова стомана. Получен е регресионен математичен модел на коефициента на триене при плъзгане между диамантния деформиращ елемент и релсовата стомана в зависимост от параметрите на процеса.

В **глава 4** са проведени крайно-елементни симулации на диамантното заглаждане на наставови отвори с цел установяване на влиянието на параметрите му върху характеристиките на получаваната зона с полезни остатъчни окръжни нормални напрежения. Разработени са 3D и 2D КЕ модели с и без отчитане на температурния ефект и концепцията „flow stress”. Установено е, че най-адекватен е двустранно свързаният термо-механичен КЕ модел, в който е заложена концепцията „flow stress”. Разработен е подход за определяне на конститутивния модел на материала на повърхностния слой на заготовката, подлежащ

на ППД, основан на последователност от експериментален тест и ососиметричен крайно-елементен анализ на експерименталния тест. Получени са: зависимост между силата на притискане на диамантния деформиращ елемент към заготовката и дълбочината на проникване; конститутивен модел на повърхностния слой на заготовка от релсова стомана R260 с нелинейно кинематично уякчаване; крайно-елементни модели на процеса диамантно заглаждане.

На базата на получените резултати за грапавостта, температурата и остатъчните напрежения, са избрани оптимални технологични, геометрични и физични параметри на разработените технологии.

### **4.3. Приноси на дисертационния труд**

Приносите в дисертацията имат научно–приложен и приложен характер и са резултат от изследвания, насочени към обогатяване на познанието за довършващо обработване на наставови отвори посредством диамантно заглаждане.

#### **Като научно – приложни приноси определям:**

1. Разработената методика за експериментално определяне на остатъчни напрежения, основана на метода на разрязания пръстен.
2. Разработеният подход за определяне на конститутивния модел на материала на повърхностния слой на заготовката, подлежащ на ППД, основан на последователност от експериментален тест и ососиметричен крайно-елементен анализ на експерименталния тест.
3. Получената зависимост между силата на притискане на диамантния деформиращ елемент към заготовката и дълбочината на проникване, изведена на базата на 3D крайно-елементна симулация.
4. Полученият конститутивен модел на повърхностния слой на заготовка от релсова стомана R260 с нелинейно кинематично уякчаване.
5. Разработеният метод за теоретико-експериментално определяне на коефициента на триене между деформиращия елемент и обработвания материал.
6. Получените крайно-елементни модели на процеса диамантно заглаждане.

#### **Като приложни приноси определям:**

- 1.Получените регресионни математични модели от планиран експеримент за получаваната грапавост преди и при диамантно заглаждане в зависимост от параметрите на процеса.
2. Полученият регресионен математичен модел на коефициента на триене при плъзгане между диамантния деформиращ елемент и релсовата стомана в зависимост от параметрите на процеса.

3. Експериментално определените въведени остатъчни окръжни нормални напрежения около наставови отвори.

4. Разработената едно-операционна дву-преходна технология за обработване на наставови отвори върху обработващ център от типа RV.

5. Разработената едно-операционна едно-преходна технология за обработване на наставови отвори върху обработващ център от типа RV, посредством суперкомбиниран инструмент, съчетаващ последователно пробиване, райбероване и диамантно заглаждане.

6. Създадените устройства и инструменти за обработване на наставови отвори, реализиращи разработените технологии;

7. Получените оптимални геометрични, физични и технологични параметри за реализиране на разработените технологии;

8. Разработена експериментална установка за теоретико-експериментално определяне на коефициента на триене между деформиращия елемент и обработвания материал.

## **5. Публикации и цитирания на публикации**

Основните резултати от дисертацията са публикувани, достатъчно добре разгласени и обсъдени. Трудовете са публикувани, както следва:

в международно списание с импакт фактор – 1 бр., „Engineering Solid Mechanics”, 2, 2014;

статии в списания в страната – 8 бр.

Не е представена информация за цитирания и внедрявания.

## **6. Авторство на получените резултати**

Съдържанието и стилът на изложението на дисертацията, публикациите по нея, както и личните ми впечатления, ми дават основание да приема, че приносите в значителна степен са лично дело на докторанта.

## **7. Автореферат и авторска справка**

Авторефератът отразява съществената част на проведените изследвания и получените резултати.

Познавам инж. Велизар Кузманов от работата му като докторант в катедрата и от личните ни контакти по време на разработването на дисертацията. Личните ми впечатления са, че той успя да постигне съществено научно и професионално израстване по време на работата му като докторант. Разви присъщите на изследовател и научен работник качества, с което са постигнати целите на обучението в катедрата.

Притежава работоспособност, чувство за отговорност и способност за работа в екип.

## **8. Забележки по дисертационния труд**

Към дисертационния труд имам следните забележки:

1. Вместо понятието „преход“ е по-правилно да се използва понятието „проход“ или „работен ход“, тъй като режима на работа и използвания инструмент е един и същ (т. 2.2.2.3);

2. При планиране на експериментите за изследване на получаваната грапавост е по-добре като управляващи фактори да се използват скоростта на рязане и скоростта на плъзгане, а не честотата на въртене.

Посочените забележки не намаляват съществените приноси моменти на дисертационния труд, и следва да се приемат като препоръки за следващи изследвания на процеса.

## **9. Заключение**

Считам, че представеният дисертационен труд **отговаря** на изискванията на на Закона за развитие на академичния състав в Република България. Постигнатите резултати ми дават основание **да предлага** да бъде придобита образователната и научна степен „Доктор“ от маг. инж. Велизар Тодоров Кузманов в област на висше образование - 5. „Технически науки“, професионално направление – 5.1 „Машинно инженерство“, специалност – „Технология на машиностроенето“.

10.11.2015 г.

Рецензент:

(доц. д-р инж. Христо Метев)