

Становище

от проф. д-р инж. Йордан Тодоров Максимов
върху дисертационен труд за получаване на образователна и научна степен „доктор”

Област на висше образование – Технически науки
Професионално направление – Машинно инженерство
Специалност – Технология на машиностроенето

Тема: „Повишаване на уморната дълготрайност на болтови отвори в наставови възли посредством диамантно заглаждане”

Автор: маг. инж. Велизар Тодоров Кузманов

Актуалност на разработения в дисертацията проблем

Железопътната инфраструктура включва, по принцип, безнаставови и наставови жп пътища. Първите се свързват с високо-скоростните магистрали, в които връзката между отделните релси е реализирана посредством заваряване. Тези пътища изискват равнинни местности. Наставовите жп пътища са без алтернатива за местности с множество възвишения и завои. Връзката между релсите се осъществява с болтови съединения, като за целта се пробиват отвори в краищата на релсите, наречени наставови отвори. Дори безнаставовите пътища в местата със стрелки и завои имат наставови възли. Натоварването на наставовите възли, респ. на краищата на релсите по правило е динамично (циклично). Ето защо повредите от умора в релсовите краища с наставови възли са често срещано явление. Този дефект е отбелязан (по Руската система за означение) под номер 513 в класификатора на повреди на Националната компания железопътна инфраструктура. Тъй като става дума за опазване на човешки живот, разработването на технология за обработване на наставови отвори, в резултат на което се повишава тяхната уморна дълготрайност, е изключително актуална инженерна дейност.

Познава ли дисертанта състоянието на проблема

В качеството си на научен ръководител заявявам, че докторантът познава отлично третирания в дисертацията проблем.

Методика на изследване

Като цяло е използван комбиниран подход с много експериментална работа и крайно-елементни симулации.

Глобалната концепция на изследване е оценката на уморната дълготрайност да се прави индиректно, посредством оценка на разпределение и преразпределение на въведените полезни остатъчни напрежения около естествените концентратори – наставовите отвори. Предвид геометрията на обекта и стохастичния характер на натоварване, това е целесъобразен вариант на решение. Предвид поли-дисциплинарния характер на изследвания проблем и приложната насоченост на дисертацията, напълно

правилно е възприет комбиниран подход, съчетание от крайно-елементни симулации и натурен експеримент.

Кратка характеристика на материала, върху който са формулирани приносите

Дисертационният труд съдържа: въведение, съдържание, номенклатура, четири глави, класификация на приносите, публикации по дисертацията и литература, общо на 103 страници – включени са текст, формули, 71 фигури и 17 таблици. Литературата включва 96 източника, от които 74 на латиница, предимно статии в международни научни списания.

В Глава 1 са дадени основни понятия и сведения за наставови жп пътища, анализ на повредите през наставови отвори с много снимков материал. Направен е анализ на състоянието на проблема за повишаване на уморната дълготрайност на наставови отвори, като са показани съществуващи решения в световен мащаб и е обосновано мястото на предложения подход за решение на проблема – преследване на макроефекта на полезните остатъчни напрежения на натиск в повърхностния слой, въведени чрез диамантно заглаждане. Показани са основни сведения за процеса диамантно заглаждане – кинематика, обща характеристика, деформиращи елементи, устройства и инструменти. Накрая ясно е дефинирана целта и задачите на изследване.

Глава 2 е посветена на експериментално изследване на качеството на обработената повърхнина посредством диамантно заглаждане в аспект на получавана грапавост и полезни остатъчни окръжни нормални напрежения на натиск. Най-напред е показана конструирана и изработена инструментална екипировка, включваща различни варианти инструменти – комбинирани и суперкомбинирани, посредством които е извършена обработката на отвори в образци от стомани от класа на R260 (типична релсова стомана). Посредством концепцията „поток на напреженията” и проведен тест на проникване е доказано идентичното поведение на повърхностния слой на четири стомани – R260, стомана 76, 65Г, 40Х, от които са изработени различни експериментални образци. Най-напред са направени предварителни експерименти за оценка на получаваната грапавост. На основата на направените изводи са проектирани същинските експерименти, подчинени на планиране на експеримента. Резултатите са обработени посредством софтуера QstatLab и са получени съответни регресионни модели. На тяхна база са разработени еднооперационни технологии, съответно двупреходна и еднопреходна, за условията на FAE София. Извършена е необходимата оптимизация, целяща получаване на минимална грапавост при висока производителност. В тази глава е извършено експериментално определяне на остатъчните напрежения. Избран е метода на разрязания пръстен. Предвид факта, че се измерват окръжни нормални напрежения в отвор, това е практически единствено възможния достъпен метод.

В Глава 3 е извършено теоретико-експериментално моделиране на коефициента на триене при плъзгане между деформиращия диамант и обработваната заготовка. Сам по себе си коефициентът на триене в този случай може да бъде оптимизационен критерий (има същите управляващи фактори), тъй като е установена пряка корелация между получаваната грапавост и коефициента на триене. В случая той е от съществено значение и от друга гледна точка – допълва условията за адекватен крайно-елементен модел на процеса диамантно заглаждане. Проектирано и изработено е устройство, участващо в експерименталната установка. Прав гредови елемент с геометрическа нелинейност, причинена от комбинацията „натиск-огъване” е основния компонент в

устройството. По аналитичен път е изучено динамичното поведение на тази греда, а изводите са експериментално потвърдени. Изведените по този начин формули са използвани за определяне на коефициента на триене – експериментално е измервано провисването и на негова база е изчислен коефициентът.

Глава 4 е посветена на различни варианти на крайно-елементни симулации за определяне полето на остатъчните напрежения, а посредством двустранно свързан термо-механичен крайно-елементен анализ е определена и температурата, при процеса диамантно заглаждане. Използван е ABAQUS/Standard. Синтезирани са различни конститутивни модели на повърхностния слой на обработвания отвор посредством експеримент. Накрая е доказана адекватността на термо-механичния KE модел с приложение на концепцията „поток на напреженията”. Крайно-елементното разпределение на остатъчните напрежения е сравнено с експериментално полученото такова и са направени съответните изводи.

Приноси на дисертацията

Приемам приносите така, както са формулирани в дисертацията.

А. Научно-приложни приноси

- На основата на натурен планиран експеримент е получен регресионен математичен модел на получаваната грапавост в зависимост от подаването и честотата на въртене на комбиниран режещ инструмент. По този начин се осигурява минимална начална грапавост преди диамантно заглаждане.

- На основата на натурен планиран експеримент е получен 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.

- Методика за експериментално определяне на остатъчни напрежения, основана на метода на разрязания пръстен.

- Експериментално са определени въведените остатъчни окръжни нормални напрежения около наставови отвори.

- 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.

- Зависимост между силата на притискане на диамантния деформиращ елемент към заготовката и дълбочината на проникване, изведена на базата на 3D крайно-елементна симулация.

- Конститутивен модел на повърхностния слой на заготовка от релсова стомана R260 с нелинейно кинематично уякчаване.

- Метод за теоретико-експериментално определяне на коефициента на триене между деформиращия елемент от синтетичен диамант и обработвания материал.

- На основата на натурен планиран експеримент е получен регресионен математичен модел на коефициента на триене при плъзгане между диамантния деформиращ елемент и релсовата стомана (R260) в зависимост радиуса на върха на диамантния деформиращ елемент, силата на притискане, подаването и честотата на въртене при диамантно заглаждане.

- Крайно-елементни модели на процеса диамантно заглаждане.

Б. Приложни приноси

- Разработена е едно-операционна дву-преходна технология за обработване на наставови отвори върху вертикален обработващ център от типа RV, в условия, аналогични на тези във FAE София.

- Разработена е еднооперационна едно-преходна технология за обработване на наставови отвори върху вертикален обработващ център от типа RV, в условия, аналогични на тези във FAE София, посредством суперкомбиниран инструмент, съчетаващ последователно пробиване, райбероване и диамантно заглаждане на наставовия отвор.

- Разработени са устройства и инструменти за обработване на наставови отвори, реализиращи двете технологии;

- Намерени са оптимални геометрични, физични и технологични параметри за реализиране на разработените технологии;

- Разработена е експериментална установка за теоретико-експериментално определяне на коефициента на триене между деформация елемент от синтетичен диамант и обработвания материал.

Публикации по дисертацията

По темата на дисертацията са публикувани 8 научни статии. Седем от статиите са публикувани в български списания, от които 4 в Известия на Технически университет Габрово, 1 в Машиностроене и машинознание, 2 в Механика на машините. Една статия е публикувана в международно научно списание – Engineering Solid Mechanics

В каква степен публикациите и приносите са лично дело на дисертанта

Каквото е трябвало да се извърши лично от докторанта, е направено.

Автореферат

Авторефератът е направен според изискванията, установени през годините и правилно отразява основните положения в дисертацията и научните приноси

Други въпроси

Смятам, че образователната функция на докторантурата е изпълнена. Докторантът е получил нови познанията по специфичния проблем с уморната дълготрайност на наставови отвори, по теорията и практиката на диамантното заглаждане и крайно-елементните симулации на термо-механични проблеми.

Заклучение

Предлагам на уважаемото научно жури да присъди образователната и научна степен „доктор” на маг. инж. Велизар Тодоров Кузманов, в област на висше образование „5. Технически науки”, професионално направление „5.1. Машинно инженерство”, научна специалност “Технология на машиностроенето”.