

РЕЦЕНЗИЯ

върху дисертационен труд за получаване на научна и образователна степен „доктор”

Област на висше образование – Технически науки

Професионално направление – Машинно инженерство

Специалност – Технология на машиностроенето

Тема: „Технологични възможности на дорноването за управление на параметрите на качеството и експлоатационните характеристики при довършваща обработка на бронзови лагерни втулки”

Автор: маг. инж. Тихомир Гришев Василев

Рецензент: проф. дтн инж. Йордан Тодоров Максимов

Актуалност на разработения в дисертацията проблем

Дисертацията е посветена на изследване на процеса „дорноване”, реализиран по различни схеми, на бронзови втулки за плъзгащи лагери и на качеството на обработената повърхнина (surface integrity) в аспект на грапавост, точност, износване и микротвърдост. Предвид широкото приложение на плъзгащите лагери изобщо в машиностроенето, считам, че разглеждания в дисертацията проблем е актуален, а решението му е безспорно полезно за инженерната практика.

Познава ли дисертантът състоянието на проблема

Направените в дисертацията проучвания, обосновки и изследвания излизат от рамките на научната специалност „технология на машиностроенето” и засягат други области: машинознание, машинни елементи, трибология. В този аспект дисертацията има поли-дисциплинарен характер. Предвид последното, и съдейки по литературните източници (общо 115 на брой), смятам, че дисертантът познава задълбочено изследвания проблем.

Методика на изследване

От гледна точка на механика на непрекъснатата среда изследваният проблем е достатъчно сложен, за се изкуши човек да използва аналитичен подход. Печелившите варианти са два: крайно-елементен подход в съчетание с експеримент; чисто експериментален подход. Предвид технологичната насоченост на дисертацията, свършено правилно е възприет вторият подход. Аналитични изследвания са приложени към чисто геометрични модели, което от всяка гледна точка е правилно решение.

Кратка характеристика на материала, върху който са формулирани приносите

Дисертационният труд съдържа анотация, списък на използвани символи и съкращения, въведение, 6 глави, анализ на резултатите и предложения за практиката, класификация на приносите, използвана литература, публикации по дисертацията и приложения общо на 135 страници. В труда са включени 107 фигури и 13 таблици.

В гл. 1 са анализирани параметрите на качеството на бронзови лагерни втулки, включително и в трибологичен аспект. Направен е анализ на технологичните възможности на процеса дорноване за различни схеми на реализация и приложението му за обработване на бронзови лагерни втулки. На тази база дисертантът правилно дефинира целта на изследването и задачите за постигането ѝ.

Гл. 2 е посветена на аналитични изследвания. Моделирано е отклонението от правилната геометрична форма на отвора в напречно сечение на обработваната заготовка, на база геометричен модел, във функция от технологичните параметри на процеса дорноване. В същата глава аналитично е обосновано и доказано предимството на дорноването по критерий производителност пред други методи за довършваща обработка.

Гл. 3 е прелюдия към експерименталното изследване на процеса. Разработени са методики за реализиране на експериментите и са показани съответните експериментални установки, инструменти и заготовки. Висока оценка заслужава стендът за трибологични изследвания на лагерните двойки. Експерименталното изследване е подчинено на планиран двуфакторен експеримент с по пет нива на факторите. Реализира се чрез оптимален композиционен ротатабелен план. Двата управляващи фактора за всички целеви функции са стегнатост и широчина на цилиндричната лента. Другите два независими фактора – диаметър и параметърът m – са статични (приемат постоянни стойности). По този начин вместо един план с четири фактора, са проведени серия двуфакторни експерименти за всяка целева функция. В случая, това решение е предопределено от наличието на конкретен, тясно специализиран софтуер. По принцип обаче, този избор съвсем не е лишен от смисъл, тъй като моделирането на нелинейни проблеми с голям брой фактори често пъти създава главоболия на изследователя – или апроксимацията в точките на наблюдение е лоша при ниска степен на полинома; или обратно, по-високата степен на полинома (с единица по-ниска от броя на нивата) води до добра апроксимация в експерименталните точки и недопустимо разлюляване между тях.

В гл. 4, съгласно разработените в предната глава методики, са показани резултатите от експерименталното изследване на качеството на обработени чрез дорноване лагерни втулки – грапавост по критерий R_a , микротвърдост, отклонения от формата. Получени са регресионни модели за показателя R_a за различни материали (бронзови сплави) на втулките и различни стойности на диаметъра и параметъра m . Моделите са онагледени графично. Получените експериментални резултати са надлежно анализирани, включително и в трибологичен аспект. Регресионни модели са получени и за микротвърдостта и за отклоненията от кръглост и цилиндричност за същите материали и стойности на статичните фактори и е направен необходимият анализ. Ценен за инженерната практика е проведеният анализ на точността на получавания диаметрален размер. Като

естествен завършек на тази глава е направена оптимизация. Използвано е предимството на двуфакторния експеримент за графично представяне на резултата от много целева оптимизация с наложени параметрични и функционални ограничения. Като резултат е получена компромисна рационална област на управляващите фактори стегнатост и широчина на цилиндричната лента.

В гл. 5 са показани резултати от експериментално изследване в трибологичен аспект на лагерната двойка – триене и износване. Това именно са основните експлоатационни характеристики на плъзгащите лагери. Съчетанието от изследвания метод за обработка на лагерни втулки, който сам по себе си е известен отдавна, с резултатите от прилагането му в трибологичен аспект, резултира в новост с научно-приложен характер. По експериментален път е доказано предимството на тази технология за обработване на бронзови лагерни втулки пред методите за обработване чрез рязане – намален коефициент на триене и повишена контактна площ на контактуващата двойка, резултиращи в значително по-малко износване.

В гл. 6 са показани регресионни модели на осовата сила при дорноване, както на отвори, така и външно, на бронзови втулки. Получената информация е безусловно необходима за проектиране на технологичен процес, каквото е и направено в тази глава. По критерий „машинно време“ е доказано предимството на дорноването на лагерни втулки, пред методи за рязане – райбероване и фино разстъргване.

Приноси на дисертацията

Приносите в дисертацията включвам в категориите „научно-приложни“ и „приложни“.

Научно-приложните класифицирам в следните групи:

А. Създаване на нови класификации, методи, конструкции, технологии, схеми:

* Методика за теоретично изследване на връзката между технологичните параметри на процеса дорноване и отклоненията от кръглост на обработени детайли;

* Схема за обработване на лагерни втулки чрез последователно дорноване по външната и вътрешната повърхнина цилиндрични повърхнини на лагерната втулка.

Б. Получаване и доказване на нови факти:

* Получени са емпирични математични модели на изменението на параметрите на качеството на обработената чрез дорноване повърхнина на бронзови лагерни втулки във функция от технологичните параметри на процеса.

Приложните приноси са:

В. Приноси за внедряване на конструкции и технологии

* Получени оптимални технологични параметри на процеса дорноване на бронзови лагерни втулки за проектиране на технологичен процес;

* Стенд за трибологични изследвания на експлоатационните характеристики на плъзгащи лагерни двойки.

Публикации по дисертацията

Основните резултати от дисертацията са публикувани, достатъчно добре разгласени и обсъдени. Трудовете са отпечатани и разпределени както следва: статии в списания – 7 бр.; доклади на научни конференции – 2 бр. Две от статиите са на английски език. Една от статиите е самостоятелна.

В каква степен дисертационния труд и приносите са лично дело на дисертанта

Смятам, че всичко, което е трябвало да се извърши лично от докторанта, е направено.

Използване на резултатите от дисертационния труд в инженерната практика

Като приложения към книжното тяло на дисертационния труд фигурират две служебни бележки, подписани от изпълнителните директори на съответните фирми, които бележки удостоверяват, че получените в дисертацията резултати са внедрени в производствените процеси на двете фирми.

Препоръки за бъдещо използване на приносите

Мотивирани препоръки за бъдещо използване на научно-приложните и приложни приноси в аспект на внедряване аз не мога да направя по ред причини – това е задача на дисертанта и неговия научен ръководител, които са най-добре запознати с проблема, третиран в дисертацията. В аспект на бъдещи изследвания обаче, бих препоръчал следното: да се направи сравнение на получените параметри на качеството и експлоатационни характеристики на бронзови лагерни втулки, обработени чрез дорноване от една страна и от друга страна чрез методи за ППД, като например диамантно заглаждане (diamond sliding; diamond burnishing) – за справка например компанията Bencege. Докато дорноването, все пак, изисква специално оборудване, то съвременните инструменти за ППД на Escorol, Elliott и т. н. работят върху универсални машини.

Автореферат

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

Бележки по дисертационния труд

Съществени забележки към дисертационния труд нямам. Инженерното решение на една задача има долна граница, под която не бива да се слиза, но горна граница няма. Винаги има какво да се желае. По тази причина и настоящата дисертация не е лишена от някои незначителни слабости:

- В научните публикации е прието да се пише в страдателен залог.

- От списъка със 115 литературни източника, 32 не са цитирани в средни скоби в дисертацията (напр. 8, 15, 24, 45, 46, 66, 69, 72-74, 78, 79, 85, 86, 92, 94-103, 107, 109, 110, 112-115). Някои източници от тези 115 се отнасят до превенцията „cold expansion”, чиято цел е повишаване на уморната дълготрайност на конструкционни елементи със скрепителни отвори и има отношение към механика на разрушението, в частта ѝ „уморно разрушение”, респ. нямат нищо общо с темата на дисертацията. Интересното е, че само три от тях влизат в списъка с нецитирани в средни скоби в дисертацията.
- Би следвало да се отбележи броят на наблюденията в експериментална точка.
- За дорноването е характерен нежелан ефект, наречен surface upset – „изтичане” на метал на входа и изхода на отвора. Това довежда до необходимост от подрязване на челата на заготовката след дорноване. Би било добре този въпрос да се коментира в дисертацията.
- Отклонението от цилиндричност (седлообразност) е неизменен спътник на свободното дорноване на отвори по причина на значителния градиент по оста на радиалната коравина на заготовката. Този въпрос е трябвало да се коментира в изводите на стр. 92.
- В дисертацията реално е извършена многоцелева оптимизация. Добре би било, макар и на няколко реда, математически да се дефинира многоцелевата оптимизационна задача: векторите на управляващите фактори и целевите функции, параметрични и функционални ограничения, многоцелева оптимизация.
- На стр. 95 (фиг. 4.31) се твърди, че „...няма голямо значение за точността колко е стегнатостта на дорноване ...”. Само по себе си, подобно твърдение се нуждае от предхождащ го по-сериозен анализ, тъй като то противоречи на фундаменталния закон за причинно-следствената връзка: не може две различни в качествен и количествен аспект причини, отнесени към един и същ обект, да имат идентични следствия. Ако става дума за свободно дорноване, твърдението категорично не е вярно – тензорът на деформациите в околност на точка е непрекъснатата функция и на метричните и на материалните координати за произволен път на натоварване и последващо разтоварване. Ако иде реч за несвободно дорноване на отвори, то по-голямата стегнатост довежда до по-големи остатъчни осови деформации, респ. до нежелания surface upset – потокът на напреженията (stress flow) е непрекъснат! Докторантът не може да не забелязал този ефект. И в двата случая този момент от дисертацията е било редно да се коментира по-обстойно.
- Фиг. 4.31 – в подфигурния надпис началния диаметър на отвора се променя в диапазона 38.7mm до 39.5 mm, а в текста, отнесен към същата фигура, е посочен диапазон от 40.0mm до 40.8mm, като горната граница съответства на дясната граница на абцисата на фигурата. Същевременно за максималният диаметър на дорна в подфигурния надпис е посочено 39.65 mm. При наличие на хлабина, как се осъществява дорноване на отвора?
- Накрая бих препоръчал на дисертанта да подлага на щателна проверка всичко, което напише в научната си работа. По този начин ще се избягнат не само досадните технически грешки, забелязани в текста, но и мисълта, вложена в редовете, ще бъде по-ясна и стегната.

Други въпроси

Преди една година ми беше възложено да напиша становище върху дисертацията, с оглед стартиране на процедура по защитата ѝ. На 7 страници написах мотивирани препоръки да се премахне грешното, ненужното и излишното, най-вече от чужди за докторанта области. Сега, една година по-късно, не мога да не изразя задоволството си от факта, че нито един мой коментар не е останал без последствие. Като резултат се е получила една чудесна, стегната дисертация, с ярко открити изводи и приноси, дисертация с подчертано експериментален характер, напълно съответстваща на научната специалност Технология на машиностроенето.

Заклучение

Разработената дисертация „Технологични възможности на дорноването за управление на параметрите на качеството и експлоатационните характеристики при довършваща обработка на бронзови лагерни втулки” с автор маг. инж. Тихомир Гришев Василев отговаря на изискванията на Закона за развитие на академичния състав в Република България. Авторът на дисертационния труд показва отлична подготовка в третата образователна степен и реализация на знания в областта на технология на машиностроенето, машинни елементи, трибология. С това авторът показва, че е изграден научен работник, който може самостоятелно да решава технически проблеми в областта на технология на машиностроенето. Предлагам на уважаемото научно жури да присъди образователната и научна степен “доктор” на маг. инж. Тихомир Гришев Василев в област на висше образование „5. Технически науки”, професионално направление „5.1. Машинно инженерство”, научна специалност “Технология на машиностроенето”.

Февруари 2014

Габрово

Рецензент:

(проф. д-р инж. Й. Т. Максимов)