

РЕЦЕНЗИЯ

на дисертационен труд за получаване на
образователна и научна степен "ДОКТОР"

Автор на дисертационния труд: маг. инж. Десислава Красиминова
Ковачева

Тема на дисертационния труд: "ПОДОБРЯВАНЕ НА
ТРИБОЛОГИЧНОТО ПОВЕДЕНИЕ НА БРОНЗОВИ ЛАГЕРНИ ВТУЛКИ
ПОСРЕДСТВОМ ПОВЪРХНОСТНО ПЛАСТИЧНО ДЕФОРМИРАНЕ"

Област на висше образование: 5. Технически науки

Професионално направление: 5.1. Машинно инженерство

Докторска програма: Приложна механика

Рецензент: доц. д-р инж. Божидар Русанов Колев, Русенски
университет „Ангел Кънчев“

1. Актуалност на дисертационния труд

Известно е, че всички движещи се една спрямо друга части са подложени на триене, а вследствие на това – и на износване. Достигането на гранични стойности на износването лимитира работоспособността на дадено изделие, а удължаването на срока на работоспособност или експлоатация на всяко изделие носи значим стопански ефект. В разглеждания дисертационен труд е доказана реална възможност за ефективно повишаване износоустойчивостта на лагерни втулки от алуминиев бронз при прилагане на метода повърхностно пластично деформиране (ППД) чрез диамантно заглаждане (ДЗ), а следователно и удължаване на жизнения цикъл на плъзгащите лагери, при това с относително ниска стойност на отношението „цена/качество“.

Това е достатъчно, за да оценя разработената тема като актуална.

2. Обзор на цитираните източници

Проблемът е анализиран чрез преглед на общо 178 източника (статии, доклади, книги и интернет-сайтове), от които голямата част, а именно 161 заглавия, са на латиница – доклади на международни конференции и статии от реномирани научни списания и издания. От използваните 178 източника 14 са базирани в интернет. Използваните източници на хартиен и електронен носител достатъчно пълно отразяват развитието на теорията и практиката на проблема с прилагането на повърхностното пластично деформиране с цел подобряване на експлоатационното поведение на изделията.

3. Методика на изследването

Кандидатът демонстрира познания и умения за критичен анализ, формулиране на научен проблем, както и за решаване на научни задачи. За това твърдение основание ми дава представеният в обзора анализ за състоянието на проблема и умело използваните съвременни методи за научно изследване като планиране на експеримента, регресионен и дисперсионен анализи, оптимизационни подходи, математическо и 3D крайно-елементно (КЕ) моделиране. Експерименталните изследвания са извършени със съвременна апаратура и методология.

Оценявам възприетите методики за изследване като такива, даващи възможност и гаранция за получаване на достоверни резултати.

4. Кратка характеристика и приноси на дисертационния труд

4.1. Структура

Дисертационният труд включва съдържание, списък на означенията, списък на съкращенията, въведение, 4 глави, класификация на приносите, публикации по дисертацията и литература в общ обем 143 страници. В записката са включени текст, формули, 56 фигури и графики и 25 таблици.

4.2. Извършена работа

В Глава Първа, след обстоен преглед и анализ на известните факти, проблеми и решения относно процеса на повърхностно пластично деформиране на изделия от сплави на медна основа и в частност реализирането му чрез диамантно заглаждане, са представени изводи, на чиято основа коректно са формулирани основните задачи, с чието решаване се постига поставената цел.

В **Глава Втора** са решени четири от основните задачи чрез реализираните експериментални и теоретични изследвания. С помощта на методите за регресионен и дисперсионен анализи, математическо моделиране и оптимизация на база специализирана програма за управление на качеството QStatLab са получени адекватни математични модели за грапавост и микротвърдост на обработваните повърхнини на цилиндрични образци от алуминиев бронз чрез диамантно заглаждане, при предположението, че получените характеристики са близки до тези на вътрешни цилиндрични повърхнини. Експерименталните изследвания са проведени на специално разработено устройство за ДЗ на външни ротационни повърхнини. Установени са тежестта на влияние и оптималните стойности на факторите радиус на сферичния диамантен накрайник, деформираща сила и подаване по критериите минимална грапавост и максимална микротвърдост, както и стойностите на факторите в компромисната област, за които критериите имат едновременно минимална грапавост и максимална микротвърдост. Изследвано и анализирано е влиянието на броя на преходите и вида на работната схема върху повърхностната текстура (ПТ).

В **Глава Трета** е обосновано прилагането на крайно-елементния анализ за оценка на остатъчните напрежения. Експериментално е изследвано влиянието на скоростта на плъзгане върху коефициента на триене като е получен адекватен регресионен модел. Предложен е и адекватен температуро-зависим конститутивен модел (КМ) на материала на повърхностните слоеве на образеца от алуминиев бронз, подложен на диамантно заглаждане. Разработен е 3D KE модел, чрез който са оценени температурния ефект, напрегнатото и деформирано състояние на повърхността и в дълбочина. Резултатите доказват повишаване на динамичната якост на лагерни втулки от алуминиев бронз след ППД чрез ДЗ.

В **Глава Четвърта** е оценена ефективността на процеса ДЗ за повишаване на износоустойчивостта на втулка от алуминиев бронз чрез сравнително изследване на характеристиките на износването и износоустойчивостта, определени на база загуба на маса вследствие на износване след изминат определен път на триене върху опитна уредба на образци, чиито вътрешни работни повърхнини са подложени само на струговане или на ППД чрез ДЗ с различен брой преходи в условия на гранично триене (ГТ) и сухо триене (СТ) чрез специално разработено устройство. Доказана е по-висока износоустойчивост след ДЗ, както в условия на ГТ, така и в условия на СТ.

4.3. Приноси на дисертационния труд

В дисертационния труд откроявам научно-приложни и приложни приноси. Те са резултат от изследвания, чиято крайна цел е удължаване срока на експлоатация на лагерни втулки от алуминиев бронз за плъзгащи лагери. На базата на прецизно обосновани и коректно проведени голям брой експерименти са получени резултати, които ми позволяват да приема следните:

Научно-приложни приноси:

1. Разработена е морфологична класификационна схема на устройства и инструменти за статично ППД на отвори;
2. Изведени са емпирични математични модели, предсказващи получената грапавост R_a , μm и повърхностна микротвърдост $HV_{0.05}$ в образци от бронз $CuAl_8Fe_3$ в зависимост от факторите радиус на сферичната повърхнина на диамантния накрайник r , деформираща сила F_b и подаване f ;
3. Получени са оптимални стойности на управляващите фактори на процеса ДЗ, максимизиращи повърхностната микротвърдост $HV_{0.05}$ ($r = 2\text{ mm}$; $F_b = 350\text{ N}$; $f = 0.03\text{ mm/rev}$) и минимизиращи получената грапавост R_a , ($r = 3.36\text{ mm}$; $F_b = 275.35\text{ N}$; $f = 0.11\text{ mm/rev}$), в образци от бронз $CuAl_8Fe_3$;
4. Получени са компромисни стойности на управляващите фактори на процеса ДЗ ($r = 4\text{ mm}$; $F_b = 344.46\text{ N}$; $f = 0.07\text{ mm/rev}$), осигуряващи едновременно ниска получена грапавост R_a и висока повърхностна микротвърдост $HV_{0.05}$ в образци от бронз $CuAl_8Fe_3$;
5. Установено е, че прилагането на процеса ДЗ с един и с шест прехода в образци от бронз $CuAl_8Fe_3$ осигурява благоприятно съчетание от 3D височинни и параметри на формата на повърхностната текстура, минимизиращо триенето и подобряващо мазането в сравнение с конвенционалния случай на фино струговане;
6. Предложен е емпиричен математичен модел на зависимостта на изменение на коефициента на триене при ДЗ на образци от бронз $CuAl_8Fe_3$ в зависимост от скоростта на плъзгане $\mu = \mu(v)$;
7. На основа на концепцията "flow stress" е разработен температурозависим конститутивен модел на материала (КММ) на повърхностния слой на бронз $CuAl_8Fe_3$ с доказана адекватност в температурния диапазон $T = 20...250\text{ }^\circ\text{C}$;

8. Разработен е двустранно свързан 3D КЕ модел на процеса ДЗ на лагерни втулки от бронз $CuAl_8Fe_3$, предсказващ разпределението на температурата, еквивалентната пластична деформация и окръжните остатъчни напрежения (ОН) в повърхностните слоеве около отворите;
9. Доказано е, че по-голямата ефективност на процеса ДЗ за повишаване на износоустойчивостта в условията на ГТ, се дължи на доминиращото значение на геометричния фактор (повърхностната текстура), докато при СТ съществено значение има подобреното физико-механично състояние на повърхностните слоеве около отворите;
10. Установено е различното влияние на броя преходи ДЗ за образци с отвор при ГТ и при СТ по отношение на износоустойчивостта в сравнение с тази на образец, обработен само чрез рязане.

Приложни приноси:

1. Предложена е технология за ДЗ на отвори на втулки за плъзгащи лагери от алуминиев бронз $CuAl_8Fe_3$, осигуряващи значително подобряване на трибологичното им поведение;
2. Формирана е база данни от 3D височинни и параметри на формата на повърхностната текстура (ПТ) в образци от алуминиев бронз $CuAl_8Fe_3$ в корелация с вида на довършващото обработване – само чрез струговане, ДЗ с един преход ($n = 1$), и ДЗ с шест прехода ($n = 6$);
3. Представени са КЕ резултати за разпределението на температурата, еквивалентната пластична деформация и окръжните ОН в повърхностните слоеве около отвори във втулки от бронз $CuAl_8Fe_3$, подложени на ДЗ с оптимални стойности на параметрите на процеса.

5. Публикации и цитирания на публикации

Основните резултати от дисертацията са представени в шест статии в сп. «Известия на ТУ – Габрово», списание с научно рецензиране и една статия в международно списание с импакт-фактор. Общ брой на публикациите по дисертационния труд – седем, от които една самостоятелна, а останалите в съавторство с научните ръководители.

Не е представена информация за цитирания и внедрявания.

6. Авторство на получените резултати

Демонстрираната увереност при представянето на разработената тема от кандидата на предварителната защита, съдържанието и стилът на изложение на дисертацията, публикациите по нея, както и Декларацията на кандидата за авторство ми дават основание да приема, че резултатите и приносите са лично дело на дисертанта маг. инж. Десислава Ковачева.

7. Автореферат

Авторефератът представя в синтезиран, но достатъчно подробен, вид изследваните в дисертационния труд проблеми, има логична структура, ясно и грамотно изложение. Оформен е правилно и съдържа всички изискуеми факти и информация по дисертацията. Неговите обем от 61 стр. и структура напълно отразяват основните моменти в разработката, изводите и приносите. Авторефератът е издържан не само по съдържание, но и по графично оформление и илюстриране. Представените фигури, таблици и зависимости подкрепят тезите и изводите в изложението. Така подготвеният автореферат осигурява възможността за бързо запознаване с основните въпроси и постижения в дисертационния труд.

8. Забележки, въпроси и препоръки по дисертационния труд

Дисертационният труд е структуриран правилно и богато онагледен със снимки, схеми, графики, таблици с данни. Използван е ясен и точен технически език. Източниците са описани и цитирани според библиографските изисквания.

Принципни забележки по рецензирания дисертационен труд нямам.

Имам два въпроса:

- Какъв физически смисъл се влага в параметрите на формата на повърхностната топография - Ssk Skewness и Sku Kurtosis и в какво се изразява влиянието им върху износването на бронзови лагерни втулки?
- Защо отворите в лагерните втулки подложени на многопреходна обработка с ДЗ са обработени с едноръчна схема?

Препоръчвам на дисертанта инж. Десислава Ковачева да продължи работата по внедряване на методите и резултатите от дисертацията в практиката.

9. Заключение

От изложените доказателства, анализи и факти се вижда, че защитаваните резултати в докторската дисертация са значими и представляват оригинален принос в науката и практиката. Дисертационният труд показва, че кандидатът притежава задълбочени теоретични знания и способности за самостоятелни научни изследвания по приложна механика.

Считам, че представеният дисертационен труд на тема: „ПОДОБРЯВАНЕ НА ТРИБОЛОГИЧНОТО ПОВЕДЕНИЕ НА БРОНЗОВИ ЛАГЕРНИ ВТУЛКИ ПОСРЕДСТВОМ ПОВЪРХНОСТНО ПЛАСТИЧНО ДЕФОРМИРАНЕ“ с автор маг. инж. Десислава Ковачева отговаря на изискванията на Закона за РАСРБ и Правилника за приложението му, като му давам ОБЩА ПОЛОЖИТЕЛНА ОЦЕНКА.

Предлагам на дисертанта маг. инж. Десислава Красиминова Ковачева **ДА БЪДЕ ПРИСЪДЕНА ОБРАЗОВАТЕЛНАТА И НАУЧНА СТЕПЕН "ДОКТОР"** по докторска програма „Приложна механика“.

09.05.2022 г.
Русе

Рецензент: /п/
/доц. д-р инж. Б. Колев/