

Prof. Ing. Ladislav Ševčík, CSc.  
Technická univerzita v Liberci  
Fakulta strojní  
Katedra částí a mechanismů strojů  
Studentská 2  
461 17 Liberec

## **Oponentský posudek disertační práce**

**Ing. Jakub Chmelař**

### **„Využití povrchových akustických vln pro monitorování mazací vrstvy mezi valivými elementy a dráhou ložiska“**

**Studijní obor Konstrukční a procesní inženýrství**

Na základě žádosti číslo 951/12921/O/2019 prof. Ing. Tomáše Jirouta, Ph.D, proděkana pro VVČ FS ČVUT v Praze, jsem vypracoval tento oponentský posudek na výše uvedenou disertační práci.

#### **Rozbor práce**

Práce byla rozdělena do 8 kapitol. V kapitole 1 je úvod do problematiky mazání, motivace a vymezení tématu je v kapitole 2. V kapitole 3 je přehled současného stavu řešení. V kapitole 4 jsou vytyčeny cíle práce. V kapitole 5 je model ložiska a EHL mazací vrstvy kontaktu. V kapitole 6 je návrh experimentu s využitím matematických modelů. V kapitole 7 je popsán a proveden experiment snímání mazací vrstvy prostřednictvím povrchových akustických vln. V kapitole 8 je závěrečné shrnutí.

#### **a) Dosažení v disertaci stanoveného cíle**

Hlavním cílem této práce bylo vyvinutí a ověření metody sledování mazacího filmu mezi valivými elementy a dráhou ložiska, prostřednictvím monitorování charakteristik šíření aktivně buzených povrchových akustických vln.

Dílčí cíle:

1. Vytvořit propojený matematický model válečkového ložiska a elastohydrodynamického kontaktu.
2. Vytvořit mapu provozních mazacích režimů.
3. Provést návrh a konstrukci testovacího zařízení ložisek.
4. Navrhnout a provést experimentální měření s cílem sledování mazací vrstvy v ložisku.
5. Vyhodnotit signál šíření povrchových akustických vln.
6. Porovnání výsledků měření s predikcemi získanými modelováním.

Lze říci, že v průběhu práce byly všechny cíle postupně splněny a náležitě okomentovány.

## **b) Úroveň rozboru současného stavu v disertaci řešené problematiky**

V práci byl proveden detailní rozbor současných poznatků, který navazuje na dosavadní výsledky výzkumu v oblasti mazání valivých ložisek.

Rozbor současného stavu vychází z teorie Hertzova tlaku, elastohydrodynamického kontaktu, Reynoldsovy rovnice, vlivu tření, vlivu drsnosti a profilu povrchu, vlivu mazání. Dále vychází ze základů Striebeckovi teorie a z teorie vzniku podpovrchových trhlin. V práci byl proveden rozbor monitorování mazací vrstvy metodou optickou, elektrickou, mechanickou - vibrodiagnostikou.

## **c) Teoretický přínos disertace**

Teoretickým přínosem práce je rozpracování problematiky monitorování mazací vrstvy v tribologických rozhraních. Teoretickým rozбором byl vysvětlen fyzikální princip formování mazací vrstvy. Bylo provedeno teoretické vyhodnocení chování povrchových akustických vln. Byl proveden teoretický rozbor výsledků simulačních výpočtů a měření akustického signálu.

Důležitým přínosem je korelace výsledků experimentů s předpokládanými teoretickými výpočty.

## **d) Praktický přínos disertační práce**

Diagnostika ložisek, predikce vzniku poruch, zejména povrchových trhlin.

Optimalizace provozních parametrů v režimech plně rozvinuté mazací vrstvy.

Vyhodnocení výsledků měření signálu akustického snímače.

## **e) Vhodnost použitých metod řešení**

Idea postupu řešení je logická a systematická. Kapitoly uspořádává logicky za sebou tak, jak práce musela postupovat, aby byla zachována návaznost činností. Použité metody zcela odpovídají potřebám provedeného výzkumu a jsou využívány s jistotou, která dokládá vědecké schopnosti autora.

## **f) Způsob, jak byly použité metody aplikovány**

Ve vědním oboru „**Konstrukční a procesní inženýrství**“ je tato práce přínosem zejména z hlediska nového netradičního přístupu k návrhu ložisek s ohledem na mazací vrstvu. Bylo využito měřicí a výpočetní techniky vybavené soudobým softwarem (Kissoft). Bylo navrženo, vyrobeno a testováno zkušební měřicí zařízení valivých ložisek. Porovnáním výsledků výpočtu s měřením, lze konstatovat, že měřicí metody byly použity v rámci možností soudobého technického a softwarového vybavení použity správně.

## **g) Prokázání odpovídajících znalostí v daném oboru**

Disertant prokázal, že je schopen řešit zadaný úkol, že umí systematicky postupovat ve vědecké práci a že ovládá moderní výpočetní techniky. Práce shrnuje soudobé vědecké poznatky z výpočtů a testování valivých ložisek v oleji. Znalostí problematiky jsou na vysokém stupni.

## **Vyjádření k výsledkům a původnosti konkrétního přínosu práce**

V práci jsou zcela konkrétní původní výsledky a to jak z oblasti metodické tak i experimentální. Citovaná literatura je v textu řádně označena. Ve vědním oboru „**Konstrukční a procesní inženýrství**“ je tato práce přínosem zejména z hlediska

použitých postupů návrhu mazání valivých ložisek a to jak teoretického modelu, tak i metodika vyhodnocení akustického signálu. Takovýto postup je aplikovatelný ve většině firem, kde se vykytují potřeby predikce poruchy ložisek.

#### **h) Formální úroveň práce**

Po formální stránce je práce zpracována na dobré technické úrovni. Je logicky uspořádaná a text je psán srozumitelně, bez většího množství překlepů a chyb. Některé formulace vět jsou těžkopádné, to však nemůže ovlivnit vědeckost práce. Bohužel v závěru mi chybělo uvést, jaká je tloušťka hydrodynamické vrstvy při provozu ložiska pod různým zatížením a v různých režimech otáček.

#### **i) Hodnocení publikací disertanta**

Je spoluautorem 36 výsledků uvedených v informační systém výzkumu, experimentálního vývoje a inovací. Je spoluautorem 9 publikací na konferencích vztahujících se k tomuto tématu a dále 1 patentu a 1 příspěvku v impaktovaném tribologickém časopise.

#### **j) Celkové zhodnocení práce**

Konstatuji, že předložená práce je zpracována na výborné odborné úrovni. Je patrné, že autor je v problematice velmi zkušený, protože ji řeší již delší dobu. To mohu dosvědčit i z osobních setkání na vědeckých konferencích, kde svou práci průběžně prezentoval. Kladně hodnotím praktický význam práce pro uživatele ložisek.

### **Připomínky k práci a otázky k obhajobě**

#### **Formální problematika:**

V práci se vyskytují některé formální nedostatky, které nemají vliv na odbornost práce, namátkou např.:

1. Anglické popisky obrázků.
2. Značení jednotek, např. Mhz.
3. Dlouhé složené věty.

#### **Otázky k obhajobě:**

1. Jaká je tloušťka vrstvy při plně rozvinutém hydrodynamickém mazání?
2. Jakou roli a jaký vliv na velikost mazací vrstvy má tolerance uložení?
3. Proč nebyla testována doživotní náplň vazelínou?

#### **Závěrečné vyjádření**

Lze konstatovat, že všechny cíle práce byly splněny. Na základě výše uvedeného doporučuji dle zákona č. 111/1998 Sb. §47 disertační práci **Ing. Jakuba Chmelaře** k obhajobě a po úspěšné obhajobě doporučuji udělit disertantovi akademický titul

**„doktor“.**

V Liberci dne 6. 1. 2020

Prof. Ing. Ladislav Ševčík, CSc.