

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. Ondřej Berka

„Studie distribuce zatížení evolventního ozubení v převodových ústrojích“

Studijní obor Konstrukční a procesní inženýrství

Na základě žádosti číslo 206/12921/O/2016, proděkana Fakulty strojní ČVUT Praha, prof. Ing. Jana Macka, DrSc. jsem vypracoval tento oponentský posudek na výše uvedené disertační práci.

Rozbor práce

Práce byla rozdělena do 8 kapitol. V kapitole 1 je úvod, v kapitole 2 je proveden přehled problematiky určení zatížení evolventního ozubení a jeho distribuce a problematiky tenzometrie. V kapitole 3 jsou popsány cíle disertační práce. V kapitole 4 je proveden návrh experimentálního měření kvality záběru. Dále v kapitole 5 je provedení experimentu. V kapitole 6 je zpracování, vyhodnocení a interpretace dat a v kapitole 7 jsou popsány výstupy z práce. V kapitole 8 je závěr. Součástí je příloha o 34 stranách.

a) Dosažení v disertaci stanoveného cíle

Hlavním cílem práce byl komplexní návrh metodiky sledování kvality záběru ozubení:

1. Návrh experimentální metody využívající tenzometrická měření, stanovení způsobu instalace tenzometrických snímačů, kompenzování vlivu teplotních rozdílů, stanovení parametrů ochrany před vnějšími vlivy.
2. Návrh měřicí aparatury s ohledem na požadované výstupy, počet měřících kanálů, snímkovací frekvence, parametry testování a požadovanou autonomii v planetovém soukolí.
3. Stanovení postupu zpracování dat včetně vytvoření zpracovatelského software.
4. Ověření a optimalizace stanovené metodiky měření na základě provedení série testovacích měření.
5. Interpretace výsledků, definice nejistot.
6. Zobecnění výsledků práce pro další využití.

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

b) Úroveň rozboru současného stavu v disertaci řešené problematiky

Problematika určení zatížení evolventního ozubení a jeho distribuce včetně tenzometrického měření je známá. V práci je popsána základní teorie evolventních ozubených kol, jejich návrh a měření dle dostupných norem. Dále je popsána tenzometrická část. Ke škodě této kapitoly je, že rozbor bohužel nejde do hloubky rozborů výsledků již v minulosti prováděných tenzometrických měření na ozubení a nezabývá se problematikou, která byla udělána v minulosti ve firmách vyrábějící ozubení a převodovky.

c) Teoretický přínos disertace

V disertační práci je vytvořena metodika měření pro univerzální použití na planetových převodech. Byl vytvořen datalogger firmou Clevertex, se kterým je možné měřit na libovolném kole včetně satelitů. Robustnost metody je zajištěna propracovaným a odzkoušeným křížovým zapojením tenzometrů včetně kompenzace teploty.

d) Praktický přínos disertační práce

Univerzální použitelnost výsledků měření na ozubená kola. Byla prokázána dostatečná odolnost proti změnám prostředí, jako je teplota, olej. Instalace s minimálními, nebo žádnými zásahy do konstrukce převodovky. Nezávislost dataloggeru na vnějších zdrojích a výpočetní technice. Praktickým přínosem je zejména stanovení kvality záběru ozubení, které je určeno součinitelem nerovnoměrnosti zatížení ozubení $K_{H\beta}$. Tento součinitel je vypočítán z naměřených veličin.

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 provedeního výzkumu a jsou využívány s jistotou, která dokládá vědecké schopnosti autora. Autor v závěru práce upozorňuje na možné chyby metody. Uvádí několik příčin možných vzniků chyb, které snižuje zejména použitím instalační folie.

f) Způsob, jak byly použité metody aplikovány

Ve studijním oboru „**Konstrukční a procesní inženýrství**“ je tato práce přínosem zejména z hlediska nového netradičního přístupu k měření deformací v patě ozubených kol a převodových planetových systémů. Bylo využito speciální elektroniky a výpočetní techniky vybavené soudobým softwarem. Didaktický účinek zvyšují naměřené výsledky v příloze, které umožňují rychlý přehled o naměřených hodnotách.

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 měřicí a výpočetní techniku. Práce shrnuje soudobé vědecké poznatky z výpočtů a testování ozubených kol. Měření bylo ověřeno dalšími metodami, jak např. testem na barvu a výpočtem.

h) Vyjádření k výsledkům a původnosti konkrétního přínosu práce

V práci jsou zcela konkrétní původní výsledky a to jak z oblasti metodické a experimentální. Citovaná literatura je v textu řádně označena. Ve vědním oboru „**Konstrukční a procesní inženýrství**“ je tato práce přínosem zejména z hlediska použitých postupů při měření ozubených soukolí. Praktickým přínosem je zejména stanovení kvality záběru ozubení, které je určeno součinitelem nerovnoměrnosti zatížení ozubení $K_{H\beta}$. Takovýto postup je aplikovatelný i v jiných firmách zabývajících se výrobou převodovek s ozubenými koly.

i) 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.

j) Hodnocení publikací disertanta

Doktorand má dostatečné množství publikací a to jak týkající se vlastní práce, tak i z jiného činností výzkumu.

k) Celkové zhodnocení práce

Konstatuji, že předložená práce je zpracována na dobré odborné úrovni. Je patrné, že autor je v problematice velmi zkušený, protože ji řeší již delší dobu. Nedostatkem však mohou být další v práci zanedbané podmínky, které mohou ovlivnit výsledky měření. Nedostatkem je také ověření výsledků v praxi.

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. Kvalita obrázku 2.4, 2.5, 2.7, 2.16, 2.17.
2. Anglické popisy obr. 2.15, 2.16, 2.17, kontrola na barvu - černobílý obrázek
3. V seznamu použitého značení a symbolů chybí některé symboly v práci používané.

Otázky k obhajobě:

1. Jaký je vliv poloměru zakřivení tenzometru na jeho přepočtovou konstantu (k-faktor tenzometru)?
2. Jaký je vliv přesnosti polohy nalepení účinné plochy tenzometru (0,3 mm) na patní přechodovou plochu ozubeného kola?

Závěrečné vyjádření

Závěrem lze konstatovat, že všechny cíle práce uvedené v zadání byly splněny. Na základě výše uvedeného doporučuji dle zákona č. 111/1998 Sb. §47 disertační práci **Ing. Ondřeje Berky** k obhajobě a po úspěšné obhajobě doporučuji udělit disertantovi akademický titul

„doktor“.

V Liberci dne 23. 1. 2017

Prof. Ing. Ladislav Ševčík, CSc.