

## Posudek diplomové práce

Autor diplomové práce: Bc. Pavel Košťál  
Téma diplomové práce: Vliv poškození valivého ložiska na jeho diagnostické parametry  
Autor posudku: doc. Dr. Ing. Pavel Němeček,  
Technická univerzita v Liberci, Fakulta strojní,  
katedra vozidel a motorů

Autor ve své diplomové práci řeší téma, které je stále otevřené a patří k základům vibrodiagnostiky. Každý nový poznatek v této oblasti je cenný pro zvýšení spolehlivosti strojů a zařízení, jichž jsou ložiska významným konstrukčním prvkem. V práci nacházím tři základní témata. Vibrace, ložiska a diagnostika ložisek pomocí měření vibrací, která v závěru vedou k experimentu a vlastním závěrům autora. K práci mám následující připomínky:

1. Autor dle mého názoru zbytečně obšírně v rámci rozsahu práce vysvětluje základy vibračního pohybu. Tato kapitola mohla být stručnější a orientována pouze na informace použitelné při řešení. Dále mi chybí zmínka o metodách, které se v diagnostice ložisek dnes používají s analýzou, která by naznačila důvody pro autorův návrh metodiky nové.
2. Autor uvádí Fourierovu transformaci jako jedinou formou frekvenční analýzy. Ve vibrodiagnostice se v současné době stále více prosazuje i pásmová analýza, která je pro diagnostiku ložisek stejně použitelná jako FFT.
3. V kapitole 3.2.1 autor popisuje jako výhodu měření zrychlení vibrací integraci na rychlost a zrychlení. Ta je však v časové oblasti velmi obtížná a vede k chybám.
4. Definice axiálních a radiálních ložisek v kapitole 4 považuji za nesprávné (pokud nejsou autora chybí mi zdroj).
5. V tabulce 3 je uvedena velikost valivých kuliček 11 mm, to ale není vzhledem k ostatním rozměrům možné (katalog uvádí průměr kuličky 6 mm).
6. V kapitole 5.4 autor uvádí: „Z teorie chvění je známo, že se závady na valivých ložiscích projevují až od 5 kHz. Od této hodnoty jsme tedy začali s hledáním projevujících se závad“. Není uvedeno stádium poškození a hlavně důvody pro výpočet ložiskových frekvencí z kapitoly 4.1, které rozhodně do tohoto pásma nespádají. Dále chybí odkaz na tuto teorii. Poškození, která autor na ložiscích uměle udělal jsou natolik závažná, že lze předpokládat, že se ložiska nacházejí v poslední fázi vývoje poškození. Zde by měly základní budící frekvence dominovat.
7. Na straně 46 autor uvádí, že stanovené ložiskové frekvence násobí celočíselným koeficientem, protože vidí projev poškození ve vyšších harmonických složkách. V tabulce 7 pak tyto vyšší harmonické složky uvádí hodnoty kolem 9 000 Hz. Pokud se jedná o ložisko 6202, tak pro otáčky  $600 \text{ min}^{-1}$  jsou základní ložiskové frekvence v řádech desítek Hz. Uvedené frekvence by tedy byly cca třístou vyšší harmonickou. Autor neuvádí, proč se v hodnocení nezabývá amplitudami na nižších frekvencích, které ve spektrech dominují.
8. Autor vůbec nezmiňuje normativní zázemí, které je pro vibrační diagnostiku platné a použitelné.

Autor by měl svoji metodu hodnocení důkladněji vysvětlit, uvést příklady výpočtů a hlavně více objasnit důvody, proč se zaměřuje pouze na pásmo nad 5 kHz, kde je vibrační signál (jím naměřený) poměrně slabý. Dále mi v práci chybí jasně vyjádřený postup, jak provádět měření, analyzovat výsledky a jak rozhodnout o stavu ložiska.

K práci mám i formální připomínky:

- Chybí zdroj obrázků a tvrzení, které autor převzal.
- Autor frekvenční spektra nazývá grafy.
- Ve frekvenčních spektrech (grafech) jsou hodnoty na vodorovné ose čteny zleva, což mi přijde neobvyklé. Jednotky by měly být uvedeny přímo vedle souřadných os, nikoliv v textu práce.

Autor nepřináší originální řešení vhodné pro autorské osvědčení nebo patent. Myslím, že práci chybí rozsáhlejší experiment.

Vzhledem k uvedeným skutečnostem, snaze autora podepřít teorii i experimentem, použití moderní měřicí techniky a dobré úpravě a přehlednosti práce navrhuji práci k obhajobě a navrhuji hodnocení známkou

**dobře.**

K obhajobě pokládám následující otázky:

1. Vysvětlíte důvody, proč je v tabulce 1 frekvence poškození valivého tělesa výrazně nižší než u poškození vnějšího a vnitřního kroužku. Pro jaké ložisko byl výpočet proveden?
2. K čemu byste použil při diagnostice ložisek výpočet charakteristických frekvencí lokálních poruch ložisek, jestliže považujete za významné až pásmo nad 5 kHz.
3. Vysvětlíte, jak jste dospěl k vypočteným budicím frekvencím v tabulkách 7 a 8.

V Liberci 3. 6. 2009

Doc. Dr. Ing. Pavel Němeček

