

Posudek diplomové práce

Bc. Jakuba Bugára

zpracované na téma

Výpočtová analýza vibrací rotoru turbodmychadla

Diplomová práce je teoretickou studií kmitání vysokootáčkových rotorů turbodmychadel uložených na dvou válcových kluzných ložiskách s plovoucími pouzdry. Hřídel je diskretizován jako 1D – kontinuum se šesti stupni volnosti v každém uzlu. Ložiskové síly přenášené oběma olejovými filmy kluzných ložisek jsou linearizovány v blízkém okolí statických rovnovážných poloh čepů a pouzder. Z textu o výpočtovém modelu konkrétního turbodmychadla (kap. 3.2) nevyplývá zda byla aplikována Timošenkova teorie, v níž se respektuje vliv zkosů od smykového napětí, a jak bylo modelováno vnitřní tlumení hřídele. Oba vlivy včetně hřídele a kotoučů jsou v teoretické části (kap. 2.1, 2.2 a 2.4) modelovány v rotujícím prostoru a ložiskové síly po linearizaci (kap. 2.3 a 2.4.1) v pevném prostoru.

Problematika modelování kmitání rychloběžných turbodmychadel je teoreticky náročná neboť vyžaduje modelovat kromě standardních setrvačných a elastických sil též gyroskopické účinky, vliv vnitřního tlumení rotujícího kontinua a zejména ložiskových sil olejových filmů oddělených plovoucími pouzdry. Diplomová práce má logickou strukturu od vysvětlení principu turbodmychadel, modelů jejich komponent až k linearizovanému modelu rotorů turbodmychadel a aplikaci na konkrétním typu. Je napsána na dobré jazykové úrovni textu avšak s řadou překlepů zejména v matematických výrazech (např. (2.3), (2.6), (2.29), (2.31), (2.60), (2.61), (2.72), (2.75), (2.82), (2.91) a dalších. Názvy kap. 5.1.2 a 5.1.3 je vhodné terminologicky upřesnit a lépe prokázat vazbu aplikovaného modelu turbodmychadla C12 s teorií.

Za přínos práce považuji aplikaci teorie na konkrétní typ turbodmychadla, která si vyžádala značné úsilí s vývojem a odladěním vlastního programového vybavení. Více pozornosti mělo být věnováno rozboru Campbellových diagramů v souvislosti se zlomy některých větví vlastních frekvencí.

Připomínky a dotazy k obhajobě:

1. Modely rotujících hřídelů kruhového profilu v pevném a rotujícím souřadnicovém systému se liší v maticích gyroskopických a tlumících účinků a v neexistenci matice „změkčení“ u modelu v pevném systému. Který z modelů byl využit v aplikaci na turbodmychadlo C12?
2. V modelu hřídele (2.60) a rotoru (2.98) turbodmychadla se vyskytují matice „změkčení“ (nesprávně s kladným znaménkem) a v (2.98) též matice tlumení B zahrnující vnitřní tlumení

hřídele (modelováno v souladu s (2.91) v rotujícím prostoru) a tlumení ložisek (modelováno maticí (2.96) v pevném prostoru). Vysvětlete tento nesoulad.

3. Byly vyšetřovány též závislosti reálných částí vlastních čísel na otáčkách turbodmychadla a případné změny dvojic komplexně sdružených čísel na dvě reálná vlastní čísla?

Závěr:

Diplomant prokázal schopnost aplikovat teoretické poznatky z kmitání rychloběžných rotorových soustav na turbodmychadla. Náročné zadání diplomové práce v zásadě splnil. Po upřesnění některých nejasností a odstranění formálních chyb diplomová práce má uplatnění v dynamice rotorových soustav obecně a speciálně u turbodmychadel. Diplomovou práci hodnotím známkou

velmi dobře.

V Plzni, dne 22. 8. 2016



prof. Ing. Vladimír Zeman, DrSc.

katedra mechaniky, FAV, ZČU v Plzni