

I. IDENTIFIKAČNÍ ÚDAJE

Název práce:	Dynamická analýza ozubených převodů
Jméno autora:	Bc. Jan FLEK
Typ práce:	diplomová
Fakulta/ústav:	Fakulta strojní (FS)
Katedra/ústav:	Ústav konstruování a částí strojů
Oponent práce:	Ing. Karel PETR, Ph.D.
Pracoviště opONENTA práce:	Fakulta strojní, ČVUT v Praze, Ústav konstruování a částí strojů

II. HODNOCENÍ JEDNOTLIVÝCH KRITÉRIÍ

Zadání	náročnější
<i>Hodnocení náročnosti zadání závěrečné práce.</i>	
Zadáním práce byla dynamická analýza ozubených převodů. Student teoretické rovnice použité v práci zpracovával analyticky v programu MATLAB a formou MKP (metoda konečných prvků) modelu v programu ABAQUS.	

Splnění zadání	splněno
<i>Posuďte, zda předložená závěrečná práce splňuje zadání. V komentáři případně uveďte body zadání, které nebyly zcela splněny, nebo zda je práce oproti zadání rozšířena. Nebylo-li zadání zcela splněno, pokuste se posoudit závažnost, dopady a případně i příčiny jednotlivých nedostatků.</i>	
Student splnil všechny body uvedené v zadání. Veškeré teoretické znalosti srozumitelně v práci vysvětlil. Teoretické znalosti získané během studia vhodně aplikoval při analytických i MKP pevnostních výpočtech či simulacích. Student podrobně rozebral a okomentoval výstupy ze simulací (MATLAB, ABAQUS).	

Zvolený postup řešení	správný
<i>Posuďte, zda student zvolil správný postup nebo metody řešení.</i>	
Student zvolil správný postup řešení své DP. Student vycházel z teoretických podkladů, které doplnil o informace používané v současnosti (výstupy z článků) a veškeré tyto informace aplikoval na navržené ozubení pomocí analytiky a následně pomocí MKP.	

Odborná úroveň	A - výborně
<i>Posuďte úroveň odbornosti závěrečné práce, využití znalostí získaných studiem a z odborné literatury, využití podkladů a dat získaných z praxe.</i>	
V teoretické části práce student shrnul teorii torzního kmitání dynamické soustavy a následně se začal zabývat dynamikou ozubených převodů. Popsal zdroje dynamických jevů v ozubení a podrobně rozebral tuhost ozubení (jednopárový a dvoupárový záběr) a kinematickou úchytku převodového poměru. V tabulkách 2, 3 a 4 jsou uvedeny normy, ze kterých student čerpal informace, ale asi by se měl zaměřit také na jejich platnost – ISO 1328/2015, DIN 3961/NEPLATNÁ. Dále student shrnuje problematiku dynamiky ozubení s ohledem na modelování časově proměnlivé tuhosti. Vychází ze zahraničních článků, které zde stručně shrnuje.	
V praktické části práce student navrhl čelní jednostupňovou převodovku pro pohon o výkonu 5,5 kW a následně provedl analytický výpočet torzního kmitání bez uvažování tuhosti zubů a v kap 6.1.2. graficky znázornil příslušné frekvence. Následně student použil redukovaných model. Tyto modely ověřily funkčnost, a tak se student přesunul k analytickému výpočtu torzního kmitání s uvažování proměnlivé tuhosti zubů (Fourierova řada). Po vyřešení a ověření tohoto modelu pomocí programu MATLAB student doplnil do modelu také buzení kinematickou úchytkou převodu.	
V kapitole 7, student zhodnotil výsledky frekvenční analýzy z modelů vytvořených v programu MATLAB. Následovala kapitola 8, ve které student řeší tuhost zubů pomocí MKP (program ABAQUS). Student vychází z výpočtového modelu Ing. Petra. V úvodu student eliminoval výpočtovou náročnost modelu pomocí ubrání materiálu. Pro rozběh kontaktů student v modelu nastavil tři výpočtové kroky. Pro výpočet byla použita velmi jemná síť. Veškeré výsledky byly zpracovány pomocí grafických průběhů, kde je např. uveden průběh torzní tuhosti kola. V závěru práce student navrhuje další soukolí pro ověření navržených modelů.	

Formální a jazyková úroveň, rozsah práce

A - výborně

Posudte správnost používání formálních zápisů obsažených v práci. Posudte typografickou a jazykovou stránku.

Formálně je práce zpracovaná přehledně a čitelně. Sled kapitol je volen správně a také text jednotlivých kapitol na sebe plynule navazuje. Práce se velmi dobře četla. Jen se mi úplně nelíbí, že seznamy obrázků a tabulek jsou vedeny hned za obsahem, dle zvyklostí se umísťují na závěr práce. Nemyslím si, že je úplně vhodné mít v kapitolách 4.1 až 4.10 přímo originální názvy článků, přece jen se jedná o česky psanou práci. Nevím proč závěr není číslovaný, myslím si, že by tam mělo být „10. Závěr“. Myslím si, že příslušné (MATLAB, ABAQUS) modely mohly být součástí práce formou přílohy, aby do nich mohl čtenář nahlédnout. Rozsah diplomové práce je dostatečný – 89 stran, 57 obrázků a 26 tabulek.

Výběr zdrojů, korektnost citací

A - výborně

Vyjádřete se k aktivitě studenta při získávání a využívání studijních materiálů k řešení závěrečné práce. Charakterizujte výběr pramenů. Posudte, zda student využil všechny relevantní zdroje. Ověřte, zda jsou všechny převzaté prvky řádně odlišeny od vlastních výsledků a úvah, zda nedošlo k porušení citační etiky a zda jsou bibliografické citace úplné a v souladu s citačními zvyklostmi a normami.

Student použil velké množství zdrojů a vycházel i z posledního trendu v této oblasti (aktuální vědecké články). Odkazy z textu jsou provedeny správně a stejně tak i zápis.

Další komentáře a hodnocení

Vyjádřete se k úrovni dosažených hlavních výsledků závěrečné práce, např. k úrovni teoretických výsledků, nebo k úrovni a funkčnosti technického nebo programového vytvořeného řešení, publikačním výstupům, experimentální zručnosti apod.

Úroveň výsledků je v souladu se zadáním a požadavky na DP.

III. CELKOVÉ HODNOCENÍ, OTÁZKY K OBHAJOBĚ, NÁVRH KLASIFIKACE

Shrňte aspekty závěrečné práce, které nejvíce ovlivnily Vaše celkové hodnocení. Uveďte případné otázky, které by měl student zodpovědět při obhajobě závěrečné práce před komisí.

Student vypracoval práci na téma dynamická analýza ozubených převodů. Forma zpracování odpovídá současným zvyklostem. Na základě teorie torzního kmitání dynamické soustavy, kterou student aplikoval na ozubení a obohatil o výstupy z vědeckých článků, vytvořil v programu MATLAB matematické modely torzního kmitání s a bez uvažování proměnlivé tuhosti zubů, s časovou změnou, buzením kinematickou úchylností převodu apod. Výstupy z těchto modelů zhodnotil a pokračoval ve vytvoření MKP modelu v programu ABAQUS. Veškeré výsledky byly zpracovány pomocí grafických průběhů a byly opět zhodnoceny. V závěru práce student navrhuje další soukolí pro ověření navržených modelů.

Dle předložené diplomové práce mohu konstatovat, že se student výborně orientuje v matematickém programu MATLAB a MKP programu ABAQUS. Práce je po formální stránce zpracována přehledně. V práci se vyskytuje pár formálních nedostatků, ale tyto nedostatky však nijak nesnižují kvalitu předložené diplomové práce po odborné stránce. Jednotlivé kapitoly na sebe logicky navazují. Rozsah diplomové práce je 89 stran, 57 obrázků a 26 tabulek.

Student splnil požadavky zadání diplomové práce a věnoval po odborné i formální stránce práci dostatečnou pozornost.

Otázky:

1. Jak si myslíte, že se projeví tvar paty zubu na výsledku jednopárové a dvoupárové tuhosti (obr. 52)? Jaké tvary paty zubů se v praxi používají?
2. Jak si myslíte, že by se ovlivnily výsledky MKP výpočtu při změně materiálových vlastností (tvrdý povrch zubu a houževnaté jádro) nebo při aplikaci kontaktu se střením?

Předloženou závěrečnou práci hodnotím klasifikačním stupněm **A - výborně**.

Datum: 17.8.2020

Podpis: