

I. IDENTIFIKAČNÍ ÚDAJE

Název práce:	Hybrid Vehicle Driveline Concept
Jméno autora:	Bc.Pavel Fabry
Typ práce:	diplomová
Fakulta/ústav:	Fakulta strojní (FS)
Katedra/ústav:	
Oponent práce:	Ing. Josef Morkus, CSc.
Pracoviště oponenta práce:	Ústav automobilů, spalovacích motorů a kolejových vozidel, FS ČVUT

II. HODNOCENÍ JEDNOTLIVÝCH KRITÉRIÍ

Zadání	náročnější
<i>Hodnocení náročnosti zadání závěrečné práce.</i>	
Úkolem bylo kromě standardního návrhu převodů dvojspojkové převodovky stanovit vliv hybridizace této převodovky na spotřebu a emise vozidla.	

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>	
Pokud jde o rozsah práce, považuji zadání za plně splněné.	

Zvolený postup řešení	správný
<i>Posuďte, zda student zvolil správný postup nebo metody řešení.</i>	
Student vycházel z návrhu uspořádání převodovky od firmy Ricardo, stanovil parametry referenčního vozidla, zvolil spalovací motor a elektromotory, navrhl převodové poměry a počty zubů, popsal strategii řazení s využitím elektromotorů, zpracoval 3D model a řezy převodovkou, překontroloval dimenzování hřídelů a ložisek pomocí software SABR od firmy Ricardo, v Simulinku vytvořil model referenčního vozidla a hybridizované verze a tyto porovnal.	

Odborná úroveň	E - dostatečně
<i>Posuďte úroveň odbornosti závěrečné práce, využití znalostí získaných studiem a z odborné literatury, využití podkladů a dat získaných z praxe.</i>	
<p>Toto hodnocení se týká zejména návrhu rozsahu převodovky a převodů, ke kterému mám následující připomínky:</p> <ul style="list-style-type: none"> - požadavek na max. stoupání 15° (~27%) a současně max. rychlost 190 km/h se mi jeví jako přehnaný. - Při stanovení nejpomalejšího a nejrychlejšího převodu (rozsahu převodovky) student vychází ze součtu max. momentů spalovacího motoru a elektromotoru (nečíslovaná rovnice na str.20). Tyto momenty nelze algebraicky sčítat, neboť každý z nich působí při jiných otáčkách! Kromě toho elektromotory jsou připojeny přes převod, moment na hřídeli převodovky má tedy jinou velikost. <p>Pro stanovení nejpomalejšího převodu by tento postup byl ještě možný za nereálného předpokladu konstantních otáček spalovacího motoru rovným otáčkám max. momentu a rozjezd byl krátký (přetížení elektromotoru). Pro kontrolu dosažení max. rychlosti je toto zcela chybné, neboť moment spalovacího motoru má při max. rychlosti zcela jinou (menší) hodnotu. Správně by pro kontrolu max. rychlosti měl být použit dostupný výkon.</p> <ul style="list-style-type: none"> - U vztahů (15) a (16) pro odstupňování převodovky chybí odkaz, odkud jsou převzaty. - Při návrhu počtů zubů student uvažuje pouze nekorigované ozubení, o možnosti korekce zubů se vůbec nezmiňuje. Důsledkem jsou jednak atypické hodnoty normálních modulů (což by pro velkosériovou výrobu bylo ještě přijatelné). Pro automobilovou převodovku by však měla být použita korekce pro optimalizaci vlastností ozubení, což by zároveň umožnilo volit vhodnější počty zubů. Pro 3^o je zvolen převod 2.0 (50/25 zubů), zcela nevhodný kvůli soudělnosti. - převodový poměr 5^o je upraven pro dosažení otáček 3900 1/min při 130 km/h. Proč právě 3000 ot/min? - úhly sklonu zubů mají být voleny s ohledem na vyrovnání axiálních sil. <p>Vysoké úhly 25° u kol připojujících elektromotory povedou k velkému axiálnímu zatížení ložisek elektromotorů.</p>	

- Výsledné skoky převodů od 1° k 5° jsou 0.67 – 0.70 - 0.72 – 0.69, což není optimální a dosti se liší od navrhovaného průběhu na obr. 3.

K práci je připojen výkres podélného řezu převodovkou, v textu je příčný řez (obr 19.) Na výkresech není žádná kóta, v textu jsou pouze uvedeny axiální (!) vzdálenosti výstupních hřídelů od vstupních.

Je vytvořen 3D model převodovky a na jeho základě je v kap.4 proveden výpočet intenzity poškození ložisek pro návrhovou životnost a výpočet deformací hřídelů pomocí software SABR od firmy Ricardo. Jediným uvedeným vstupním údajem je (časové??) využití převodových stupňů. Chybí vstupní moment, otáčky, rozměrové údaje atd. U deformací hřídelů chybí přípustné hodnoty. Výsledkům výpočtu je proto nutno slepě věřit a nelze je posoudit.

Poslední kapitola se zabývá simulací jízdy referenčního vozidla bez hybridizace a vozidla s navrženou hybridní převodovkou v cyklu NEDC a jejich porovnáním. Výsledkem jsou spotřeby vozidel a emise CO₂. Jsou vytvořeny modely vozidel v Simulinku s použitím knihovnic modulů doplněných vlastními moduly. Tuto kapitolu považuji za největší přínos práce. Mám k ní však následující připomínky:

- rozdělení požadovaného momentu mezi spalovací motor a elektromotory podle poměru jejich maximálních momentů může být diskutabilní. Jsou i jiné možnosti, např. podle účinností motorů v daném režimu, podle ceny paliva a elektřiny apod.
- model neřeší fázi synchronizace (čas synchronizace, spotřeby energie, ..)
- není řešena rekuperace energie při brzdění, není uvažován stav nabití baterie a její dobíjení
- Electric Motor Block pracuje se zjednodušenou mapou účinnosti elektromotoru. Ta však není uvedena.

Formální a jazyková úroveň, rozsah práce

A - výborně

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

Diplomová práce je napsána v anglickém jazyce, je psána přehledně a srozumitelně, prakticky bez chyb a překlepů a je doplněna 30 vhodnými obrázky. Z formálního hlediska mám pouze dvě drobné připomínky:

- symbol F_{tr} na str. 17 a 19 je použit pro dvě odlišné hodnoty síly
- v kap. 5.3.1. není doplněno v odkazu na literaturu číslo zdroje a je chybný odkaz na číslo obrázku

Výběr zdrojů, korektnost citací

C - dobře

Vyjádřete se k aktivitě studenta při získávání a využívání studijních materiálů k řešení závěrečné práce. Charakterizujte výběr pramenů. Posuďte, 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.

Výhrady uvedené výše souvisí zejména s nedostatečným využitím přednášek z dopravní techniky a z převodů. Použité informace z literatury jsou v textu řádně doplněny odkazy. Uvítal bych zdůvodnění některých zvolených hodnot (např. úhly sklonu zubů, požadovaná životnost převodovky atd.).

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.

Zejména část týkající se volby rozsahu převodovky a převodových poměrů považuji za nesprávnou (viz výše).

Naopak zajímavá a originální je část Simulink modelu zabývající se spoluprací spalovacího motoru a elektromotorů.

III. CELKOVÉ HODNOCENÍ, OTÁZKY K OBHAJOBĚ, NÁVRH KLASIFIKACE

Prosím vysvětlit, proč je průběh úhlů natočení hřídelů (Slopes) zakreslen lomenou čarou a v jakých jednotkách je znázorněn.

Předloženou závěrečnou práci hodnotím klasifikačním stupněm **D - uspokojivě**.

Datum: 1.6.2016

Podpis: