

I. IDENTIFIKAČNÍ ÚDAJE

Název práce:	Návrh hybridního agregátu vozidla
Jméno autora:	Jan Čeřovský
Typ práce:	bakalářská
Fakulta/ústav:	Fakulta strojní (FS)
Katedra/ústav:	Ústav automobilů, spalovacích motorů a kolejových vozidel
Oponent práce:	Ing. Josef Morkus, CSc.
Pracoviště oponenta práce:	Centrum vozidel udržitelné mobility

II. HODNOCENÍ JEDNOTLIVÝCH KRITÉRIÍ

Zadání	náročnější
<i>Hodnocení náročnosti zadání závěrečné práce.</i>	
Téma hybridních pohonů je přednášeno až v magisterském studiu. Student se musel s touto problematikou seznámit a v prostředí CAD vytvořit vlastní návrh hybridního agregátu navazující na model spalovacího motoru a převodovky.	

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>	
Zadání považuji za splněné v plném rozsahu.	

Zvolený postup řešení	správný
<i>Posuďte, zda student zvolil správný postup nebo metody řešení.</i>	
Práce má dvě části: V první části je zpracována spíše obecně pojatá rešerše hybridních pohonů, jejich třídění a základních součástí. Ve druhé části je pak originální návrh řešení připojení elektromotoru k pohonu vozidla.	

Odborná úroveň	C - dobře
<i>Posuďte úroveň odbornosti závěrečné práce, využití znalostí získaných studiem a z odborné literatury, využití podkladů a dat získaných z praxe.</i>	
<p>Poměrně rozsáhlá rešeršní část se zabývá popisem různých třídění hybridních pohonů, druhy používaných elektromotorů a způsoby spojení jednotlivých částí pohonu. Jde o celkem kvalitní přehled, i když v této části lze nalézt několik drobných nepřesností, převážně vyplývajících z převzatých podkladů v literatuře a několik nesprávných formulací (např. „elektromotor je schopen otáčet řemenicí oběma směry“ – jde o směr momentu a ne otáčení, „při rekuperaci energie z brzd“ – z brzd již nelze rekuperovat, „full hybrid musí mít dělič výkonu“ – nemusí, jde o jedno z možných řešení), které zřejmě též vyplývají z interpretace údajů v podkladech. Úspory CO₂ zde uváděné z literárních zdrojů jsou spíše optimistické.</p> <p>Pro návrhovou část je zvolena neobvyklá varianta tzv. dvouhřídelového paralelního uspořádání s elektromotorem v pozici P2 umístěným mimo osu SM a navíc připojeným pomocí řemenového převodu. Nicméně tuto variantu považuji za možnou a akceptuji ji. Student musel vytvořit poměrně komplikovanou, ale obecně funkční konstrukci s cílem dosáhnout krátkého zástavbového prostoru. K této části mám podstatnou výhradu: Chybí zde technický výkres (řez agregátem) doplněný pozicemi označujícími jednotlivé části, které jsou dále popisovány a počítány. Model podrobně uvedený v příloze a jeho řez, který lze nalézt až u závěru práce technický výkres nenahrazuje a toto pojetí značně ztěžuje orientaci v práci.</p> <p>Poznámky ke konstrukci: Jako spojka CO umožňující připojení SM k pohonu je navržena zubová spojka. To vyžaduje poměrně přesné vyrovnání otáček při řazení, což při použití asynchronního (indukčního) motoru bude obtížné. Navržený elektromotor je chlazen kapalinou – v návrhu chybí chladič (chladič SM nelze využít, pracuje s vyšší teplotou). Uložení komponent agregátu na jediném – byť dvouřadém ložisku je poměrně odvážné.</p> <p>K výpočtové části mám několik dílčích připomínek:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Převodový poměr mezi SM a EM je volen z maximálních otáček obou strojů. Přednost bych dal sladění otáček v oblastech optimální účinnosti obou motorů. - V rovnici (2) by měla být uvažována účinnost převodu 	

- Není respektována nerovnoměrnost chodu SM, i když je tlumena dvoumotovým setrvačником
- V jiných případech je předpokládáno rovnoměrné rozložení zatížení (např. mezi zuby spojky), což nemusí odpovídat skutečnosti.
- Nesouhlasím s výpočtem životnosti ložisek, nejsou zatěžována pouze silou v řemenu (viz rozklad sil v klínové drážce). Navíc tyto síly přidavně zatěžují klikovou hřídel. Není kontrolováno zatížení ložisek elektromotoru od řemenu.
- V tab. 5 je překlep, má být 200 Nm

Formální a jazyková úroveň, rozsah práce

B - velmi dobře

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

Rozsah práce 60 stran je na BP nadprůměrný, rovněž objem konstrukčních a výpočtových prací se blíží spíše diplomové práci.

Z formálního hlediska se v textu vyskytuje několik méně srozumitelných míst (chybějící slova) a několik překlepů.

- V práci chybí seznam použitých symbolů. Některé symboly (např. ve výpočtu spojky) nejsou vysvětlené, jiné (symbol i) jsou použité pro různé veličiny (převod a počet šroubů)
- Číslování rovnic v textu od (35) je posunutě

Výběr zdrojů, korektnost citací

B - velmi 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.

Jak již bylo uvedeno, student musel nastudovat řadu podkladů. V práci je uvedeno 32 položek literatury, na které jsou v textu uváděny odkazy. Doporučoval bych uvádět odkazy i přímo u rovnic, aby bylo jasné co je převzato a co jsou vztahy napsané autorem.

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.

Jedná se o obsáhlou, poměrně kvalitní a náročnou práci, která svými požadavky překračuje obvyklou úroveň bakalářských prací. Hlavní cíl - návrh hybridního agregátu umožňujícího začlenění elektromotoru do hnacího ústrojí a umožňujícího jeho snadnou zástavbu mezi SM a převodovku byl splněn. Některé nedostatky řešení jsou ovlivněny náročností problematiky, která přesahuje rozsah bakalářského studia.

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.

Vzhledem k výše uvedenému hodnotím předloženou závěrečnou práci klasifikačním stupněm **B - velmi dobře**.

Otázky:

Jak by jste řešil vyrovnání otáček zubové spojky při řazení?

Stačí výkon elektromotoru pro rozjezd do prudšího kopce (např. výjezd z garáže v suterénu)?

Datum: 7.8.2021

Podpis: Josef Morkus