

HYDROMOBIL – NÁVRH HYDRAULICKÉ ČÁSTI A PŘEVODU

Konstrukce

Autor: Bc. Martin Mikula (MartasMik@seznam.cz)

Školitel: prof. RNDr. Ing. JOSEF NEVRLÝ, CSc. VUT

Formulace řešeného problému

Cílem projektu je navrhnout a zkonstruovat prototyp vozidla (hydromobilu), které bude poháněno tlakovou kapalinou z vakových zásobníků. Termín dokončení vozidla je stanoven na den 3. 10. 2011, kdy začíná Mezinárodní strojírenský veletrh v Brně. Hydromobil zde bude sloužit jako reklamní vozidlo, na němž bude prezentováno funkční hydraulické zapojení, používané při hydrostatické rekuperaci kinetické energie, za účelem úspory paliva (tzv. Hydraulic regenerative braking). Použité hydraulické prvky budou od firmy Bosch Rexroth. Vozidlo bude prezentovat pouze část, kdy je využívána naakumulovaná energie k rozjezdu vozidla. Zde nebude docházet k ukládání paliva při brzdění z toho důvodu, že vozidlo nebude dosahovat dostatečně velké hmotnosti a rychlosti, kdy by bylo možné uchovat dostatečné množství energie, která by se následně použila při rozjezdu. Tento problém bude řešen pomocí přídavného elektromotoru s hydraulickým čerpadlem, kterým se budou plnit vakové zásobníky a vyřeší se tak první část - ukládání paliva. Ovládání hydromobilu bude řešeno rádiovým (RC) dálkovým řízením. Tudíž bude nutné opatřit jednotlivé mechanické prvky (řízení, brzd a řazení) odpovídajícími elektrickými servopohony. V hydraulickém převodu budou instalovány elektricky ovládané řídicí a pojistné ventily. Komunikaci, mezi jednotlivými ovládacími prvky a řízením (vysílačkou), zajistí řídicí jednotka umístěná na vozidle. Vozidlo bude ovládáno pomocí RC vysílačky. Na projektu spolupracuji s Bc. Michalem Stodolákem, jehož úkolem je navržení konstrukční části. Zhotovení 3D modelu

rámu vozidla a řešení dalších konstrukčních částí (např. řízení, brzdného systému, volba jednotlivých servopohonů a jejich výpočtů a zapojení). Návrh hydraulického zapojení a převodové části je řešen v této diplomové práci. Hlavní důraz je kladen na výpočet potřebného krouticího momentu na hydromobilu pro rozjezd vozidla a na správné rozložení sil v převodové části. Rám karosérie bude vyroben ve spolupráci s Ing. Ivem Magálem, který zhotoví kapotáž z PVC desek na námi navrhnutou kostru karoserie. Opatří i nástřik a polepy.



Tento příspěvek je spolufinancován
Evropským sociálním fondem
a státním rozpočtem České republiky

Cíl práce

Hlavním cílem práce je návrh experimentálního vozidla s hydraulickým pohonem, založeným na systému mechanicko-hydraulické rekuperace kinetické energie. Vozidlo bude používat energii z hydraulicko-plynového akumulátoru při rozjezdu a pohybu vozidla.

Dílčí cíle

Dílčí cíle práce:

- Návrh a výpočet hydraulického obvodu
- Výpočet a konstrukce zadní pohonné osy
- Návrh a konstrukce převodového ústrojí
- Konstrukce přečerpávací olejové nádrže a výběr vhodného čerpadla
- Rozmístění hydraulických komponentů
- Určení potřebné síly pro řazení (zpětný chod)

Závěr

V této diplomové práci je řešen návrh a výpočet jednotlivých částí vozidla, poháněného tlakovou kapalinou. Nejprve byl vytvořen návrh konstrukce vozidla a princip hydraulického pohonu. Nosný rám vozidla je vyroben z ocelových čtyřhranných profilů. Ráma je v přední části osazen zkráceným hřebenovým řízením z automobilu Škoda Favorit. Základ zadního pohonu tvoří upravená osa ze čtyřkolky Ikarus 150. Tato osa byla rozdělena z původně obou současně poháněných kol na pohon pouze jednoho kola. Druhé zadní kolo je vlečené. Vyřešila se tím nutnost použít diferenciální převodovku v případě obou hnaných kol. V přední části jsou použita kola skútrová a v zadní kola univerzální, běžně používaná u zahradních malotraktorů. Hydraulické brzdy, použité ze čtyřkolek, jsou rozděleny do zadního a předního brzdového okruhu. Vozidlo pohání axiální pístový hydromotor o objemu 16 cm³, který vytváří krouticí moment až 56 Nm. Tento krouticí moment je přenášen dvoustupňovým řetězovým převodem na zadní hnané kolo. Poté, co byl propočítán řetězový převod, který byl lehce poddimenzován z důvodu snahy o menší hmotnosti převodu. Následoval výpočet hřídelí a ložisek. Žádná ze součástí pohonu nebyla počítána na únavu materiálu, protože se jedná o prototyp vozu, které najezdí jen několik desítek hodin. Maximální rychlost vozu je omezena na 5 km/h. Maximální tlak v obvodu dosahuje 250 bar. Bezpečnost hydraulického obvodu je zajištěna trojicí bezpečnostních prvků v obvodu a to bezpečnostním blokem za vakovými zásobníky, přepouštěcím a bezpečnostním ventilem. Veškeré hydraulické prvky, použité v hydromobilu, dodala firma Bosch Rexroth, která podporovala celý projekt. Veškeré výpočty a konstrukce jednotlivých částí navazují na práci mého kolegy Bc. Michala Stodoláka [20]. Výroba vozidla, kromě rámu (ten byl vyráběn v dílnách ÚK), probíhala ve firmě Bosch Rexroth. Na realizaci vozidla jsem se aktivně podílel s kolegou. V průběhu prací operativně řešili a konzultovali vyskytlé problémy s naším vedoucím prof. RNDr. Ing. Josefem Nevrlým, CSc. a zaměstnanci firmy Bosch Rexroth.

Byl navržen a zkonstruován funkční prototyp vozidla -hydromobilu. Prototyp byl konstruován a vyráběn ve zkráceném termínu od 1. 3. 2011 do 3. 10. 2011, neboť jeho dokončení bylo limitováno začátkem Mezinárodního strojírenského veletrhu. Na Mezinárodním strojírenském veletrhu v Brně, konaném ve dnech 3. – 7. 10. 2011, byl hydromobil s úspěchem předváděn. Vozidlo prezentovalo funkční systém zapojení hydraulické rekuperace u těžkých nákladních vozidel, za což sklidilo veliký ohlas, jak od účastníků veletrhu, tak od firmy Bosch Rexroth, čímž byly splněny veškeré cíle práce. Zájem o projekt projevily také média a byli jsme pozváni i do televizního vysílání. V současné době je vozidlo vystaveno ve firmě Bosch Rexroth.

Při dalším zdokonalování hydromobilu by bylo vhodné provést celkové odlehčení rámu (například výrobou z hliníkových slitin). Dále by se dala zlepšit ovladatelnost vozu, především úpravou zatáčení. Zatáčení, instalované na tomto prototypovém vozidle, má pomalou odezvu řízení a pro nezaškoleného operátora je značně problematické. Při zatočení je vždy nutné určitý časový okamžik počkat, než kola zatočí, aby se pokračovalo požadovaným směrem. Tento problém by se mohl vyřešit například výměnou rychlejšího servomotoru zatáčení. Hlavní úpravy by bylo možné provést na hydraulickém okruhu a to především v oblasti vhodnějšího výběru jednotlivých hydraulických členů, pro zvýšení účinnosti celého okruhu. Tento výběr by se prováděl například na základě matematického modelu, vypracovaného na základě funkčních charakteristik hydraulických prvků. Současný hydraulický obvod je sestaven z hlediska funkčního bez ohledu na účinnost a ztráty v obvodu. Při dalších úpravách na voze, při zvýšení maximální rychlosti, za předpokladu vylepšeného zatáčení, by se dalo uvažovat o zapojení první fáze rekuperace do hydraulického obvodu, tou by bylo akumulování kinetické energie z brzdění.