

Posudek doktorské disertační práce

Doktorand: **Ing. Jan Kraus**

Název práce: **Konstrukční optimalizace elektro-hydrostatického válce pro letadla v kategorii všeobecného letectví**

Oponent: **prof. Ing. Miroslav Rousek, CSc., Fakulta lesnická a dřevařská Mendelu Brno**

K posouzení byla předložena disertační práce s rozsahem 103 stran a její přílohy 1-5. Práce je zaměřena v souladu se zadáním na stanovení požadavků na koncepci a vlastnosti elektro-hydrostatických válců určených pro soustavy řízení letounu. Práce je rozdělena do 19-ti základních kapitol s dobrou logickou strukturou a návazností, obsahuje dále všechny náležitosti, to je seznam zkratk a symbolů, seznam obrázků, tabulek, příloh, definic a zkratk, přehled použitých veličin a použitou literaturu. Obsah práce, její členění i prezentování výsledků odpovídají tématu práce a rozsahu řešené problematiky.

Aktuálnost tématu

Problematika různých posilovačů a elektro-hydrostatických aktuátorů je známá, ale autor se zaměřil na 3 nová řešení, u kterých analyzoval dynamické účinky, konkrétně účinky setrvačných hmot, tuhosti konstrukce a pohyblivých spojů při uvážení vlivu kinematiky navržených řešení pro požadované spektrum rychlosti, přesnost a stabilitu mechanismu. U každého řešení jsou zmíněny jejich výhody a nevýhody a konstatuje se, že není cílem konstruování vlastního mechanismu. Přes to je navržené řešení vysoce aktuální a umožní optimalizaci EHA.

Cíle disertační práce

V kapitole 11 práce jsou explicitně vyjádřeny cíle disertační práce. Základním cílem je optimalizace parametrů EHA pomocí sestavení 3 typů řízených buď pomocí servoventilu, nebo naklápění desky pístového HG hydraulicky nebo elektricky. Předpokladem je využití simulačních modelů. Matematické modely jsou vhodné pro analýzu přenosu výchylek a dynamických vlastností EHA, provedení optimalizace musí zabezpečit změny jednotlivých parametrů mechanismů a stanovení kritické velikosti parametrů dle stability a kvality řízení. Upřesněno je provedení 5 základních úkolů a konkrétní výstupy z programu. Výsledkem práce je porovnání parametrů 3 variant EHA, analýza okolí parametrů zvoleného EHA a postup optimalizace EHA. Ze stanovených cílů práce se ukazuje, že doktorand vycházel i z vlastních zkušeností a tvůrčí práce v uvedené oblasti. Lze konstatovat, že vytčené cíle disertační práce byly dobře stanoveny a splněny.

Úroveň rozboru současného stavu

Analýze vývoje posuzování optimalizačních metod leteckých dopravních prostředků i současnému stavu je věnována dostatečná pozornost v kapitole 10. Vyzdvihuje se trend zavádění systémů fly/power-by-wire z důvodu velkých sil potřebných pro ovládání letounu pomocí posilovačů řízení. Stručně je popsán jejich vývoj, který je v současnosti založen na bázi posilovačů v kombinaci s aplikací výpočetní techniky. Analogové principy jsou nahrazeny výkonnými mikrokontrolery. Předpokládá se nasazení elektro-hydrostatických mechanismů (EHA) i v seriově vyráběných letounech v ČR. U některých silových soustav jsou kladeny vysoké nároky na energetické a dynamické vlastnosti. Pečlivé zpracování této kapitoly velmi dobře vystihuje dosažený stav poznání a ukazují, že doktorand se v této oblasti výborně orientuje, má o ní dobrý přehled i vlastní zkušenosti.

Použité metody a způsoby jejich aplikace

Metody řešení předložené práce byly zvoleny vhodným způsobem. Ze systematické a podrobné analýzy současného stavu vyplynul její důraz na praktickou aplikaci. V práci se uvažuje použití tří principů EHA a pro optimalizaci se používá tři typů simulace, simulace v otevřené smyčce, simulace kompletního EHA (včetně PDS regulátoru) a simulace změnou zátěžné síly. Jedná se o optimalizační počítačové modelování a prověření možností posouzení stability chování zvolených mechanismů při využití programu Lab-view. Vhodně je rovněž uplatněna metoda popisu funkce všech EHA systémů a algoritmizovaného popisu jednotlivých prvků, ke kterým nemám připomínky. Autor vhodně uvádí popis filosofie výpočtu s vícenásobným použitím metody prediktor – korektor. Přehledně jsou uvedeny diagramy výpočtu, řadiče a postup řazení výpočtu včetně jeho algoritmů. Popsána je metoda pro vyhodnocení simulací.

Výsledky disertační práce

Předložená disertační práce představuje vcelku dobře a systémově zpracovaný problém, vedoucí k prakticky použitelnému analýzy a hodnocení simulací EHA, byly aplikovány 4 typy vstupních signálů, uvedeny tabulky parametrů prvků a v příloze 4 nastavení relací. Z tohoto pohledu má navržený postup analýzy EHA obecné použití. U každé aplikace se provádí vyšetření okolí navržených parametrů, které je dokumentováno na grafech. Byla provedena rekapitulace analýzy vlastností EHA v otevřené smyčce, ze které vyplynuly optimalizovatelné parametry, parametry, které je nutno prošetřit, a parametry bez vlivu na řešení. Uvedeny jsou akceptovatelné parametry. Poté jsou uvedeny výsledky analýzy chování mechanismu s PSD regulátorem a její výsledky jsou uvedeny v grafech. V kap. 17 je zpracován postup optimalizace EHA pomocí změn nejdůležitějších parametrů. Správný je poznatek, že kromě tuhosti rámu se nenachází ostatní parametry v rezonančním pásmu. Všechny údaje jsou zpracovány tabulkově pro jednotlivé typy mechanismů a vedou autora ke správnému závěru, že nejkvalitnější je řízení pomocí servoventilu. Přínosem je i sestavený přehled literatury (12 titulů), autor neuvádí žádný svůj článek.

Formální úprava a jazyková úroveň

Disertační práce je psána přehledně, výstižně a logicky správně, formální úprava je velmi dobrá s minimem překlepů. Jazykově je práce na dobré úrovni.

Připomínky a dotazy, vyjádření k тезím

- 1) Na obr. 62 (str. 85) jsou uvedeny grafy pro dobu ustálení a frekvenci vlastních kmitů EHA mechanismu pro narůstající délku ramene. Není projevující se rezonance nebezpečná pro funkci EHA? Souvisí to se závěry pro vyšetření okolí EHA, kde se upozorňuje na problematiku malé tuhosti rámu?
- 2) V příloze 1 obr. 8, to je graf naměřených hodnot při 50° C je v záhlaví uvedena Závislost délky sloupce kapaliny na tlaku - 20° C, prosím o vysvětlení?
- 3) Překlep na str. 24 dole, lépe marginální místo minoritní str. 46, 2 odst.
- 4) Zpracované teze doktorské disertační práce svým obsahem i strukturou odpovídají požadavkům děkana FSI.

Závěr

Předložená disertační práce tvoří ucelenou práci zaměřenou na významnou oblast analýzy elektro-hydrostatických mechanismů letounů. Dokazuje schopnost a připravenost doktoranda k samostatné činnosti v oblasti výzkumu a vývoje. Vzhledem k tomu, že disertační práce splňuje požadavky stanovené v § 47 odst. 4, zákona č. 111/1998 Sb. o vysokých školách doporučuji, aby panu Ing. Janu Krausovi byl po úspěšné obhajobě udělen akademický titul „doktor“ (ve zkratce Ph.D.)

V Brně dne 5. června 2016


prof. Ing. Miroslav Rousek, CSc.

