

OPONENTSKÝ POSUDEK

Disertační práce:

Diagnostika hydraulických soustav letadel

Disertant: Ing. Karol Bencalík, VUT v Brně, Fakulta strojního inženýrství, Letecký ústav

Školitel: doc. Ing. Karel Třetina, CSc.

Studijní obor: Konstrukční a procesní inženýrství

Rozsah: 101 stran včetně příloh

Na základě požadavku děkana Fakulty strojního inženýrství Vysokého učení technického v Brně ze dne 13. 10. 2014 předkládám dále uvedený posudek disertační práce.

Předložená práce je zaměřena na problematiku diagnostiky hydraulických systémů letecké techniky. Pomocí vzájemně propojených hydraulických prvků se realizují převážně pohybové funkce potřebné pro činnost letadla. Na hydraulické systémy jsou kladeny vysoké nároky, proces hledání nejlepšího uspořádání, funkce a vlastností hydraulických systémů je v současné době velmi aktuální problém. Autor postupně seznamuje se základními hydraulickými okruhy leteckých systémů a jejich jednotlivých prvků, charakterizuje základní druhy údržby, volí komplexní přístup k výběru parametrů a požadovaných kritérií diagnostiky. Čerpá z 33 publikačních zdrojů, jednoho internetového zdroje a ze tří vlastních článků.

Po uvedení obsahu a stručném úvodu, který se týká zaměření disertační práce, je správně poukázáno na hlavní problémy diagnostiky a autor připravuje východiska k stanovení cílů a obsahu práce. Uvádí i seznam použitých symbolů.

Stanovení cílů a obsahu práce je přehledně a logicky uvádí tři dílčí cíle, které z podstatné části pokrývají problematiku palubní diagnostiky malého letounu.

V kapitole 2. rozebírá současný stav řešené problematiky, charakterizuje výstižně vývoj a hlavní požadavky na jednotlivé části hydraulických soustav. Hodnotí, k čemu se soustavy používají, konstatuje rozšíření servomechanismů pro ovládání kormidel v kategorii business jet letounů a uvádí výhody tohoto způsobu přenosu energie. V potřebném rozsahu informuje o hlavních požadavcích předpisů CS-23, které budou mít podstatný vliv na stanovení parametrů optimalizace a způsobu jejich zkoušení. Kap. 3 se zabývá problematikou údržby letadel z pohledu obsahu jednotlivých metod údržby, návrhem parametrů a optimalizací vybraných oblastí hydraulické soustavy. Ve 4. kapitole je provedeno výstižně porovnání hydraulických a elektrických soustav. V kapitole 5. rozebírá obecné diagnostické podmínky a uvádí prostředky pro kontrolu a diagnostiku letounu včetně vyhodnocení stávajících systémů.

Za stěžejní část předložené práce lze považovat problematiku použití termodynamické metody, význam podobnostních čísel, požadavků na hydrogenerátory včetně odvození vztahů pro jejich účinnosti, kde kladně hodnotím vyjádření účinností pomocí podobnostních čísel a uvedení korekcí změn teploty oleje, korekce přírůstu teploty oleje při průtoku hydrogenerátorem, korekce změn tlaku, dynamické viskozity a stlačitelnosti oleje uvedených v kapitolách 6 až 8. Důležitost přepočtu údajů při letu na standardní podmínky je závažná, teprve poté je možno rozhodnout o technickém stavu hydrogenerátoru. Obdobný význam mají úvahy o tlakových a teplotních poměrech v hydrogenerátoru dotažené až do realizace zkušebního zařízení (kap. 9) a významu kapaliny v hydraulických soustavách doloženou grafy změn důležitých parametrů (kap. 10). Kap. 11 se zabývá diagnostikou hydraulických soustav konkrétně, to je z hlediska určení poruch všech hydrostatických prvků. Pozornost je věnována výběru diagnostických parametrů. Tato teoreticko praktická příprava umožňuje rozpracovat kap. 12, ve které jsou definovány technické stavy a příznaky diagnostikovaného objektu.

Z nich je vytvořeno základní schéma HS pro návrh diagnostiky. Disertantem navržený postup hledání závad, které způsobí poruchový stav soustavy, hodnotím jako zdařilou interpretaci poznatků z teorie informací. Autorův postup je z větší části původní a vede ke stanovení minimální množiny diagnostických parametrů, které jsou jednoznačně schopny určit, ve kterém stavu z množiny technických stavů se soustava nachází. Uvedené poznatky jsou velice zdařile rozpracovány v kap. 13. Autor řeší metodicky diagnostiku hydrogenerátoru v letectví na realizovaném měřicím stavu v laboratorích ústavu, který umožňuje simulaci vnitřní netěsnosti hydrogenerátoru. Z přehledu použité literatury je zřejmé, že autor část výsledků již publikoval.

Aktuálnost tématu

Předloženou práci pokládám za aktuální především z toho důvodu, že autor do dostatečné hloubky rozpracoval optimalizaci diagnostický systém pro hodnocení technického stavu hydrogenerátoru. To je vysoce aktuální problematika, která vyžaduje zvládnutí a rozpracování teorie, pouze částečně publikované v literatuře. Přínosné je praktické provedení zkoušek na vlastním experimentálním zařízení.

Splnění cílů

Autor si stanovil tři cíle a to použití teorie podobnosti pro přepočty veličin získaných při letu na veličiny snímané na zemi, zjištění vlivu technického stavu hydrogenerátoru na teplotní a tlakové poměry v kapalině analyticky i experimentálně a jako poslední cíl navrhnout strukturu diagnostické soustavy pro malý letoun. Řešení jednotlivých bodů uspořádaných v logické návaznosti beze zbytku splnil.

Zvolené metody

Autor použil ve své práci z řady obecných metod vědecké práce analytickou a syntetickou metodu. Soudím, že v práci uvedený souhrn konkrétních metod a postupů vede k získání optimální varianty informací o technickém stavu hydrostatického systému. Autor zvládl teorii i praktické otázky diagnostiky. Prokázal dobrou orientaci v teoretických základech diagnostiky i v praktickém použití metod vědecké práce, aplikovaných do daného tématu.

Dosažené výsledky a nové poznatky

Obecné přínosy práce jsou značné. Aplikace metod a jejich dotažení do konkrétních postupů a výsledků umožňuje kvalifikovaně posoudit technický stav hydraulické soustavy. Práce prokázala vhodnost použitých metod. Důležitým přínosem je i realizace měření diagnostických parametrů. Navržené metodiky jsou z části původní a původní jsou i realizace příkladů uplatnění metod posouzení vlivu parametrů na stav hydrostatických prvků.

Význam pro praxi a rozvoj vědy

Hlavní přínos práce pro praxi, vidím v tom, že metodiky a postupy byly použity k analýze problematiky diagnostiky navrženého hydrostatického obvodu.

K rozvoji vědy, kde přínos autora hodnotím jako významný, přispívají původní aplikace postupu výběru a popisu diagnostických parametrů, dobrou úroveň mají i uvedené experimenty.

Formální úprava

Nemám připomínky a námitky k logické stavbě práce, jednotlivé kapitoly jsou zpracovány vyváženě a chybí mi jen práce s citacemi. Po formální stránce je práce zpracována

s minimem překlepů a drobných chyb, je logicky i formulačně obstojně zvládnutá. Kladně hodnotím i zpracování obrázků, tabulek a grafů.

Připomínky

- Autorerát disertační práce je zpracován v požadovaném rozsahu podle stanovené osnovy, práce je aktuální, všechny cíle práce byly splněny v plném rozsahu, řešení problému je zvládnuto na dobré úrovni a logicky, přínos disertanta spočívá v logickém uspořádání poznatků obecně a původní je metoda měření stavu hydrogenerátoru.
- Připomínku mám ke způsobu provádění citace literatury v textu, je nutné uvádět odkazy.
- Ve vlastních publikacích uvádí autor tři články z konferencí, z nichž publikaci autorů Bencalík, Třetina, v časopise Aviation považuji za významnou.

Dotazy

1. Kterou metodu pro hodnocení hydraulické účinnosti považujete za vhodnější, sledování nárůstu teploty nebo dobu naplnění akumulátoru?

Závěr

Předložená disertační práce řeší aktuální problematiku, je zpracována dostatečně přehledně, systematicky, formálně správně a obsahuje původní řešení problematiky diagnostiky hydraulického systému. Přínos je možno vidět v kvalitním a systematickém rozpracování jednotlivých problémů. Práce svým pojetím a zpracováním představuje lepší průměr s posunem v rozšíření znalostí v oboru a je vzhledem k dobře rozpracovanému experimentu využitelná nejen pro další rozvoj teorie, ale především pro praxi.

Na základě posouzení předložené disertační práce konstatuji, že disertant prokázal schopnost a připravenost k samostatné činnosti v oblasti výzkumu a vývoje a tím splnil podmínky § 47, odst. 4 zákona č. 111/1998 Sb. o vysokých školách pro obhajobu disertační práce v oboru Konstrukční a procesní inženýrství.

Navrhuji po jejím úspěšném obhájení udělit disertantovi akademický titul doktor (Ph.D.).

V Brně, 23. 10. 2014

Prof. Ing. Miroslav Rousek, CSc.

Adresa: Ústav základního zpracování dřeva, Fakulta lesnická a dřevařská, Mendelova univerzita v Brně, Zemědělská 3, 613 00 Brno, mail: rousek@mendelu.cz