

I. IDENTIFIKAČNÍ ÚDAJE

Název práce:	Demonstrátor vstřikovače raketového motoru
Jméno autora:	Bc. Daniel Satke
Typ práce:	diplomová
Fakulta/ústav:	Fakulta strojní (FS)
Katedra/ústav:	Ústav letadlové techniky
Oponent práce:	Lubor Lejček, RNDr., DrSc.
Pracoviště oponenta práce:	Fyzikální ústav AV ČR

II. HODNOCENÍ JEDNOTLIVÝCH KRITÉRIÍ

Zadání	náročnější
<i>Hodnocení náročnosti zadání závěrečné práce.</i>	
Cílem práce byla výroba demonstrátoru vstřikovače pro kapalinový raketový motor. Zadání práce vyžadovalo v přípravné fázi nejprve rozbor možností, které jsou pro konstrukci vstřikovače k dispozici (např. výkon čerpadla) a pak provedení řady numerických simulací proudění kapalin ve vstřikovači. Výsledky simulací pak vyústily v konkrétní konstrukční návrh vstřikovače a jeho výrobu. Lze konstatovat, že zadání práce bylo náročnější, neboť realizace demonstrátoru vyžadovala řadu operací jak teoretického tak praktického charakteru.	

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>	
V práci jsou detailně popsány simulace a jejich výsledky, na základě kterých byl vyroben funkční model demonstrátoru vstřikovače. Dále byly diskutovány výsledky proudění v kapalin v demonstrátoru a porovnávány s předpokládaným prouděním, očekávaným ze získaných simulací. Lze tedy konstatovat, že zadání diplomové práce bylo splněno.	

Zvolený postup řešení	vynikající
<i>Posuďte, zda student zvolil správný postup nebo metody řešení.</i>	
Jednotlivé etapy diplomní práce na sebe logicky navazují. Vyrobený model demonstrátoru je funkční a dává výsledné proudění, očekávané ze simulací. Lze tedy konstatovat, že metoda a postup řešení zadání práce byly úspěšné.	

Odborná úroveň	A - výborně
<i>Posuďte úroveň odbornosti závěrečné práce, využití znalostí získaných studiem a z odborné literatury, využití podkladů a dat získaných z praxe.</i>	
Diplomová práce má vysokou úroveň. Je třeba ocenit jednak autorův rozbor problematiky a dále numerické simulace možných návrhů konstrukce demonstrátoru. Na základě výsledků simulací si autor zvolil návrh konstrukce. Tento návrh pak autor realizoval.	

Formální a jazyková úroveň, rozsah práce	A - výborně
<i>Posuďte správnost používání formálních zápisů obsažených v práci. Posuďte typografickou a jazykovou stránku.</i>	
Práce je čtivá, lze z ní jasně pochopit, co autor chce sdělit čtenářům. Z formálního hlediska v práci většinou nejsou ani překlepy, snad až na výjimku „se paprsky tříštili“ na str. 5, 3. řádek shora.	

Výběr zdrojů, korektnost citací

Zvolte položku.

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.

Seznam literatury obsahuje 37 položek. Kromě základní literatury se další citace věnují jednak popisům některých raketových motorů či přímo vstřikovačů. Dále je odkazováno i na technologie 3D tisku a též 3D vytištěných vstřikovačů. Z tohoto pohledu je v práci uváděn dostatečný počet odpovídajících zdrojů, vhodných a potřebných pro vlastní návrh a realizaci demonstrátoru vstřikovače. Práce je strukturována tak, že po úvodní části následuje rozbor požadavků na konstrukci demonstrátoru (část 2). V následujících kapitolách jsou probírány návrh konstrukce, simulace a pak vlastní konstrukce demonstrátoru. Lze tedy říci, že ze struktury diplomové práce jasně vyplývá vlastní autorův příspěvek k řešení zadání práce.

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.

Úkolem práce je praktická realizace demonstrátoru vstřikovače pro menší raketový motor na kapalné pohonné látky. V úvodní části je podán přehled problematiky a informováno o některých užívaných raketových motorech. Poté následuje hlavní část práce. Ta začíná nejprve rozбором požadavků na konstrukci demonstrátoru – palivo a okysličovadlo je simulováno proudem vody. Tlak vody je dán vodním čerpadlem, které měl diplomant k dispozici. Z konstrukčního hlediska jde o vstřikovač, tvořený kanálky pro „palivo“ a „okysličovadlo“. Geometrie těchto kanálků vytváří paprsky „paliva“ a „okysličovadla“, které se protínají a tak dochází k vytváření malých kapiček a tak k promíchávání obou komponent pohonné látky. Před vlastní realizací demonstrátoru byla provedena řada numerických simulací s prouděním svazků pohonných látek. Z výsledků těchto simulací vyplynula velikost demonstrátoru, volba počtu svazků (11 párů svazků pro „palivo“ a „okysličovadlo“), jejich geometrie a návrh průměrů otvorů v čele vstřikovače pro „palivo“ a „okysličovadlo“ dle vteřinové spotřeby pohonné látky. Je třeba pochválit autora za detailní rozbor návrhu konstrukce vstřikovače, podložený rozsáhlou numerickou simulací proudění a testování promíšení jednotlivých komponent „paliva“ a „okysličovadla“.

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.

V práci mě velmi zaujalo zpracování návrhu demonstrátoru, tj. od rozboru požadavků na jeho konstrukci s uvážením možností, které měl diplomant k jeho realizaci a zejména využitím numerických simulací k volbě konstrukčních parametrů nutných pro vlastní stavbu demonstrátoru.

V případné diskuzi by se mohl diplomant vyjádřit k následujícím otázkám:

1. Numerické simulace směšování svazků paliva a okysličovadla jsou přehledně znázorňovány barevně (Obr. 32 -39, 42). Při optickém sledování kvality promíšení komponent „paliva“ a „okysličovadla“ by se mohla jedna z komponent také obarvit (např. vstříkem barvy do jednoho přívodu do kanálků pro pohonné látky na obr. 66 (za ventily). Bylo by to možné?
2. Byl činěn pokus sledování kvality promíšení se změnou průtočného množství pohonných látek protékajícím vstřikovačem?

Předloženou závěrečnou práci hodnotím klasifikačním stupněm **A - výborně**.

Datum: 16.8.2019

Podpis:

Lubor Lejček