

## I. IDENTIFIKAČNÍ ÚDAJE

<b>Název práce:</b>	<b>Návrh a výroba přípravku pro uchycení únavových těles při pokročilých způsobech dokončování</b>
<b>Jméno autora:</b>	<b>Aleš Cimr</b>
<b>Typ práce:</b>	diplomová
<b>Fakulta/ústav:</b>	Fakulta strojní (FS)
<b>Katedra/ústav:</b>	Ústav technologie obrábění, projektování a metrologie
<b>Oponent práce:</b>	Zdenek Pala
<b>Pracoviště oponenta práce:</b>	GE Aviation Czech

## II. HODNOCENÍ JEDNOTLIVÝCH KRITÉRIÍ

<b>Zadání</b>	<b>průměrně náročné</b>
<i>Hodnocení náročnosti zadání závěrečné práce.</i>	
<p>Náročnost zadání diplomové práce Aleše Cimra považuji za standardní. Diplomantovi nebyl předložen výjimečně těžký úkol a pro jeho splnění nebylo třeba vyvinout přílišnou kreativitu, ale spíše systematickosti a běžné práce typické pro absolventy strojní fakulty. Vysoce hodnotím, že tematika diplomové práce souvisí nejen s vývojovým projektem řešeným fakultou strojní s průmyslovým partnerem, ale také praktické zaměření výsledku práce, který má dosah mimo hranice ČR.</p>	

<b>Splnění zadání</b>	<b>splněno</b>
<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>	
<p>Aleš Cimr splnil beze zbytku všech pět pokynů pro vypracování. Práce obsahuje velmi zdařile a přehledně uspořádanou teoretickou část zabývající se dokončovacími technologiemi a geometriemi únavových těles. Vhodně je také řešen návrh přípravku pro uchycení vybraného zkušební tělesa na testování vysokocyklové únavy. Výkresová dokumentace je kompletní a obsahuje jen drobný nedostatek (u Opěrné desky a Upínací desky není vyplněna kolonka s materiálem). Zcela je také splněn požadavek na prototypovou výrobu, kdy Aleš Cimr úspěšně dokončil výrobu a přípravek je plně připraven pro použití.</p>	

<b>Zvolený postup řešení</b>	<b>správný</b>
<i>Posuďte, zda student zvolil správný postup nebo metody řešení.</i>	
<p>Kapitoly 2. a 3., kde student shrnuje teoretické poznatky jsou standardně členěny a problematika je studentem správně uchopena. Díky jednoznačnému zadání a jasné formulaci problému, byl zvolen poměrně jednoznačný postup návrhu přípravku, kdy student navrhl tři varianty. S ohledem na nezbytnost variability umístění vzorku, který souzní s různou orientací ploch leštěných dílů, byla vybrána třetí varianta. Metody i nástroje pro tvorbu prototypové dokumentace a následná výroba prototypu jsou jednoduché, leč účelné, efektivní a levné.</p>	

<b>Odborná úroveň</b>	<b>B - velmi dobře</b>
<i>Posuďte úroveň odbornosti závěrečné práce, využití znalostí získaných studiem a z odborné literatury, využití podkladů a dat získaných z praxe.</i>	
<p>Student v práci prokázal velmi dobré, nikoli však výborné, odborné znalosti. Prakticky se vyhnul pojmu „integrita povrchu“, která je z pohledu řešení tematiky tvorby finálního povrchu klíčová. Studijní obor výrobního a materiálového inženýrství není z diplomové práce příliš patrný. Zejména materiálové hledisko není z mého pohledu dostatečně prezentováno a v práci je několik míst, kde se student tomuto tématu vyloženě vyhýbá, resp. se mu věnuje značně okrajově.</p> <p>Mnohem více je zdůrazněna tematika obrábění a z odborného pohledu práci chybí nadhled, jenž by zohledňoval širší souvislosti řešeného úkolu. Mám na mysli zejména přímý vztah mezi pokročilými způsoby obrábění a</p>	

konkrétním typem obráběného materiálu – v letectví, kosmonautice a lékařství nejvíce používané titanové slitiny Ti6Al4V. Dva odstavce věnované vibračnímu zpevňování v kapitole 2.2.5 i celá kapitola 2.2.6 o shot peeningu jsou příliš obecné. Zejména z toho důvodu, že studentem zmiňované rotační díly jsou prakticky vždy před dokončovací operací zpevňovány jednou z těchto dvou technologií by si zasloužily rozsáhlejší popis, který by dokázal studentův přehled a odbornost. Vliv dokončovací operace na parametry integrity povrchu je zásadní pro celé nastavení procesu a výslednou certifikaci dílů (které velmi často, ne-li vždy, patří mezi tzv. kritické díly motoru), což v práci není dostatečně popsáno.

**Formální a jazyková úroveň, rozsah práce**

**B - velmi dobře**

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

Jazykovou i typografickou úroveň diplomové práce Aleše Cimra hodnotím jako velmi dobrou. V práci je jen velmi málo překlepů a stylisticky je diplomová práce z mého pohledu nadprůměrná. Z formální stránky Alešovi vytýkám pouze nekonzistenci při používání odborného výrazu pnutí, který je na str. 17 správně použit jakožto „zbytková tlaková napětí“, ale nesprávně na str. 14 ve formě „zbytkových pnutí“; jedná se však o velmi drobnou chybu.

**Výběr zdrojů, korektnost citací**

**A - výborně**

*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 použitých zdrojů čítá 56 položek, což je pro diplomovou práci nadprůměrné množství. Citace jsou správně vloženy v textu a správně zapsány v 6. kapitole. V tomto ohledu nemám výtek a Aleš Cimr osvědčil, že se zdroji umí vhodně a umně pracovat.

**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.*

Práce neobsahuje žádné teoretické výsledky a také nevidím potenciál pro případný publikační výstup. Jistota možností je ovšem patentování prototypu, které ve spojení s přístrojem na strojní leštění dílů přímo doporučuji. V mnoha ohledech je patent daleko cenějším výstupem, než publikace, byť v respektovaném a renomovaném periodiku. Hlavní dosažený výsledek je zcela v souladu se zadáním a také s očekáváním projektu, jehož je tato diplomová práce součástí. Přestože diplomová práce neobsahuje informace o testování přípravku, Aleš Cimr provedl vše nutné, aby zajistil výbornou funkčnost přípravku. Student zároveň ukázal, že je schopen splnit zadaný úkol včas a v požadované kvalitě.

**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.*

Diplomovou práci hodnotím jako velmi dobrou a to zejména z těchto důvodů (i) vhodný přístup k řešení zadané problematiky, (ii) splnění úkolu a skutečné dodání prototypu přípravku, který plně vyhovuje zadávacím požadavkům, (iii) slušná, nikoli však výborná, odborná úroveň teoretické části. Student v praktické části zapomněl vysvětlit, proč malá drsnost povrchu vede ke snížení spotřeby a zlepšení výkonových parametrů nejen turbovrtulových motorů a tímto tak práci zapomněl zasadit do širších souvislostí.

Otázky:

1. V kapitole 4.4.1 věnované volbě materiálu je formulován požadavek na korozivzdornou magnetickou ocel. Přípravek byl ovšem nakonec vyroben z běžné uhlíkové oceli. Jakým způsobem by student zajistil, aby

nedocházelo ke korozi přípravku? Prosím alespoň o tři řešení a ideálně také o jejich seřazení z pohledu nákladů a trvanlivosti.

2. Co je to „integrita povrchu“ a jaký vliv hraje v leteckém průmyslu z pohledu bezpečnosti produktu?
3. Jakou dokončovací metodu, případně jejich kombinaci, by student zvolil, pokud by zadáním byl finální povrch s Ra min. 0,1  $\mu\text{m}$  na díle z kobalt-chromové slitiny vyrobeném technologií 3D tisku?

Předloženou závěrečnou práci hodnotím klasifikačním stupněm **B - velmi dobře.**

Datum: 22.8.2019

Podpis: