

OPONENTSKÝ POSUDEK DISERTAČNÍ PRÁCE

Název disertační práce: **Kvalita povrchové vrstvy: Výzkum vybraných parametrů integrity povrchu při obrábění materiálů leteckého průmyslu**

Doktorand: **Ing. Zdeněk Pitrmuc**

Pracoviště: Ústav technologie obrábění, projektování a metrologie
Fakulta strojní
České vysoké učení technické v Praze

Oponent: **doc. Ing. Štěpánka Dvořáčková, Ph.D.**

Pracoviště: Katedra obrábění a montáže
Fakulta strojní
Technická univerzita v Liberci

Posudek byl vypracován na základě dopisu 736/12921/O/2022 o jmenování oponentkou disertační práce **Ing. Zdeňka Pitrmuce** ze dne 27. 05. 2022.

V oponentském posudku se na základě pokynů pro vypracování vyjadřují k:

- dosažení stanoveného cíle disertační práce,
- úrovni rozboru současného stavu řešené problematiky,
- teoretickému přínosu disertační práce,
- praktickému přínosu disertační práce,
- vhodnosti použitých metod řešení a způsobu, jak byly použité metody aplikovány,
- prokázání odpovídajících znalostí doktoranda v daném oboru,
- formální úpravě disertační práce a její jazykové úrovni,
- doporučení či nedoporučení disertační práce k obhajobě.

POSOUZENÍ DISERTAČNÍ PRÁCE

Hlavním cílem disertační práce pana **Ing. Zdeňka Pitrmuce** s názvem „**Kvalita povrchové vrstvy: Výzkum vybraných parametrů integrity povrchu při obrábění materiálů leteckého průmyslu**“ bylo určení vlastností integrity povrchu v závislosti na použité technologii u vybraných perspektivních technických materiálů využitelných v pokročilých technických oborech.

K dosažení vytyčeného cíle musel autor nejprve **optimalizovat** stávající metodu měření hloubkových průběhů zbytkových napětí (využití postupného elektrolytického odleptávání vrstev) a ověřit ji porovnáním se standardizovanou měřicí metodou. Dále pak experimentálně určit podstatné vlastnosti pro integritu povrchu vzorků s úpravami a v neposlední řadě určit vazby mezi použitou technologií a dosaženými vlastnostmi integrity



povrchu (zbytkovými napětími, mikrotvrdostí a lokálními změnami mikrostruktury) pro jednotlivé materiály.

Výše uvedené plyne z uvedených cílů práce.

Rozsah disertační práce je 173 stran a obsahuje 15 kapitol. Základem práce jsou kapitoly 4 – 9, kde jsou řešeny dílčí cíle práce. Na dané kapitoly navazují kapitola 10, 11 a 12, které shrnují podstatné výsledky pro vědu, průmyslovou praxi a řešení disertační práce. Splnění cílů práce se věnuje kapitola 13, na kterou navazuje kapitola 14 *Seznam literatury* (odkaz na 96 použitých pramenů, jak domácích, tak i zahraničních). Vlastní publikační a tvůrčí aktivita pana Ing. Zdeňka Pitrmuce je obsahem kapitoly 15 (odkaz na 11 publikací související s problematikou disertační práce, včetně 2 odkazů na *Ověřené technologie*, 21 odkazů na publikace mimo problematiku disertační práce, a dále 2 odkazy na další *Ověřené technologie* a odkaz na 1 *Užitný vzor*). Součástí práce je i *Seznam obrázků*, *Seznam tabulek* a *Seznam použitého softwaru*.

Dosažení stanoveného cíle disertační práce

Cíle disertační práce jsou uvedeny v kapitole 3 *Cíle disertační práce*, strana 48. Cíle jsou definovány srozumitelně a jsou rozděleny do 3 dílčích cílů. Cíle se jeví jako vhodně stanovené a splnitelné.

Dle uvedeného na str. 48 a celkového zpracování disertační práce lze konstatovat, že **autor splnil stanovené cíle**.

Úroveň rozboru současného stavu v disertaci řešené problematiky

Rozbor současného stavu řešené problematiky je proveden v kapitole 2 s názvem *Integrita povrchu*. Daná kapitola je rozdělena do 10ti podkapitol.

Kapitola 2 uvádí informace o integritě povrchu, zbytkovém napětí, mechanismu a příčinách vzniku zbytkových napětí, vlivu zbytkových napětí na statickou pevnost a životnost, metodách měření zbytkových napětí a v neposlední řadě o inovaci v měření zbytkových napětí v posledních 10 letech. V závěru kapitoly se autor věnuje problematice použitelnosti metod pro měření zbytkových napětí u lopatek z Ti6Al (souvisí s řešenou problematikou disertační práce).

Kapitola je dobře obsahově zpracovaná. Kvalita a hloubka zpracování dokumentuje znalost řešené problematiky autorem práce.

Teoretický přínos disertační práce

Teoretický přínos disertační práce vidím zejména v:

- **optimalizaci metody měření zbytkového napětí využívající elektrolytické (anodové rozpouštění) nebo chemické rozpouštění vrstev materiálu od autorů**





doc. Neckáře, CSc. a doc. Kafky, CSc. z FS ČVUT v Praze, která poslouží pro další možný navazující výzkum či jiné studie,

- **souboru nových poznatků o integritě povrchu titanových slitin - Ti6Al4V** (experimentálně získaná data v rámci důkladné analýzy 7 typů vytipovaných výrobních a dokončovacích procesů),
- **soubor nových poznatků o vlivu geometrie nástroje na integritu povrchu při soustružení nerezové oceli AISI 304,**
- **soubor nových poznatků o vlivu hloubkového broušení na integritu povrchu superslitiny Inconel 713LC,**
- **soubor nových poznatků o vlivu procesních parametrů 3D tisku na aditivně vyráběný materiál AISI 316L.**

Praktický přínos disertační práce

Praktický přínos disertační práce je významný. V rámci práce vznikly mimo jiné výsledky i **2 důležité Ověřené technologie:**

- **TH01011405-V7 Ověření účinku technologie zpevňování na povrchovou vrstvu a zvýšení životnosti lopatek,**
- **TH03010089-V001 Technologie progresivního dokončování kritických dílů kompresoru.**

Vhodnost použitých metod řešení a způsob, jak byly použité metody aplikovány

Metody použité v práci považuji za vhodně zvolené a aplikované. Vytýčené cíle práce byly splněny.

Prokázání odpovídajících znalostí v daném oboru

Dle teoretického a praktického přínosu práce autor jednoznačně prokázal odpovídající znalosti v oboru Strojírenská technologie.

Dosažené výsledky jsou hodnotné. Doložená publikační činnost (odkaz na 11 publikací související s problematikou disertační práce, včetně 2 odkazů na Ověřené technologie, 21 odkazů na publikace mimo problematiku disertační práce, a dále 2 odkazy na další Ověřené technologie a odkaz na 1 Užitiný vzor), **pana Ing. Zdeňka Pitrmuce, potvrzuje, že je autor schopen obor rozšiřovat o nové poznatky.**

Formální úprava disertační práce a její jazyková úroveň

Disertační práce je po formální stránce vhodně strukturovaná, vybavena tabulkami, grafy a fotografiemi. Celkově je formální úprava disertační práce na velmi dobré úrovni, text je čtivý a srozumitelný.



K formální úrovni disertační práce mám několik málo připomínek:

1. Znaky, označení parametrů, atd. splývají s textem.
2. Práce obsahuje drobné gramatické chyby a překlepy.
3. Práce je psaná v ČESKÉM JAZYCE, ale některé uvedené obrázky v práci jsou v anglickém jazyce.

Např. str. 30 – Obr. 2.10, str. 35 – Obr. 2.15, str. 41 – Obr. 2.19, aj.

V práci chybí stanovení nejistoty měření k optimalizované/inovované metodě měření zbytkového napětí. U každého měřidla, měřicího systému či metody měření musí být uvedena nejistota měření.

V práci mi také chybí porovnání dosažených výsledků s výsledky jiných tuzemských a zahraničních autorů na dané téma.

Vyjádření oponenta

Práce splňuje požadavky kladené na doktorskou disertační práci.

Samotná práce je velmi obsáhlá a dobře zpracovaná i přes některé výše mnou uvedené nedostatky práce.

Pan Ing. Zdeněk Pitrmuc v rámci řešené problematiky práce prokázal potřebné znalosti v daném oboru a schopnost samostatně vědecky pracovat (což dokazuje autorova uvedená publikační činnost).

Celkově hodnotím tuto doktorskou práci kladně a doporučuji práci k obhajobě.

V rámci obhajoby žádám o zodpovězení následující otázky:

1. Ekonomické zhodnocení optimalizované metody měření zbytkového napětí vůči využívaným metodám měření.

Žádám autora o stručné zhodnocení.

V Liberci dne 08. 06. 2022

.....
doc. Ing. Štěpánka Dvořáčková, Ph.D.
Technická univerzita v Liberci



VYJÁDŘENÍ OPONENTA

Název disertační práce: **Kvalita povrchové vrstvy: Výzkum vybraných parametrů integrity povrchu při obrábění materiálů leteckého průmyslu**

Doktorand: **Ing. Zdeněk Pitrmuc**

Pracoviště: Ústav technologie obrábění, projektování a metrologie
Fakulta strojní
České vysoké učení technické v Praze

Oponent: **doc. Ing. Štěpánka Dvořáčková, Ph.D.**

Pracoviště: Katedra obrábění a montáže
Fakulta strojní
Technická univerzita v Liberci

Po posouzení předložené disertační práce s názvem „Kvalita povrchové vrstvy: Výzkum vybraných parametrů integrity povrchu při obrábění materiálů leteckého průmyslu“ pana **Ing. Zdeňka Pitrmuce** z Fakulty strojní, Českého vysokého učení technického v Praze,

- d o p o r u č u j i -

práci **k obhajobě** a žádám o zodpovězení vzhneseného dotazu.

Současně s tímto doporučením a v souladu s ustanovením §47, odst. 5) zákona č. 111/1998 Sb. ve znění pozdějších předpisů zákona 137/2016 Sb., **doporučuji** komisi pro obhajobu disertační práce **Ing. Zdeňka Pitrmuce** udělení titulu „doktor“ ve zkratce „Ph.D.“

V Liberci dne 08. 06. 2022

.....
doc. Ing. Štěpánka Dvořáčková, Ph.D.
Technická univerzita v Liberci

