



## OPONENTNÍ POSUDEK BAKALÁŘSKÉ PRÁCE

Jméno studenta: Martin Bureš

Oponent bakalářské práce: Ing. Adam Čermák, Ph.D.

### I. Cíl práce a jeho naplnění

Bakalářská práce na téma „Využití laserového mikroobrábění pro úpravu povrchu 3D tištěných kovových součástí“ splňuje zadání v plném rozsahu. Předložená práce je rozdělena do čtyř kapitol a má celkem 53 stran.

### II. Obsahové zpracování a přístup k řešení

V úvodu si autor klade za cíl optimalizaci jednotlivých parametrů laseru. Kritériem pro optimalizaci bylo dosažení co nejvyšší kvality povrchu pomocí laserového popisovacího stroje pomocí laserového zdroje s krátkou (ns) délkou pulsu. Výchozí povrch pro optimalizaci, jež vznikl technologií DMLS spékáním kovového prášku, dosahuje hodnot  $8\mu\text{m}$  parametru  $R_a$ .

Kapitola 2 se zabývá rozбором současného stavu, kde autor charakterizuje jednotlivé laserové technologie, stav povrchu součástí vyrobených 3D metodou DMLS a faktory ovlivňující kvalitu povrchu součástí. Ve vlastním návrhu řešení autor nastiňuje potřebné zařízení, materiál a samotný postup experimentu mikroobrábění. Samotný experiment je rozdělen do tří tzv. režimů. V prvním režimu autor variuje parametr překrytí laserového spotu, kde mu vznikla matice 64 vzorků. Po této části experimentu autor vybral čtyři vizuálně nejlépe vypadající vzorky, u kterých následně vyhodnotil úběr na vrstvu. Dále autor vyhodnocoval vliv průměrného výkonu laserového zdroje na profilovou drsnost testovaných polí, kde z původních hodnot drsnosti  $R_a = 8\mu\text{m}$  došlo ke zlepšení na  $R_a = 4,3\mu\text{m}$ . V druhém režimu autor analyzuje důvody tepelně ovlivněné oblasti, jež vznikla vlivem použití vysokých energií v pulsu s kombinací velkého překrytí pulsů. Třetí režim pojednával o použití naopak nízkých hodnot energií v pulsu. Ve vyhodnocení experimentu již autor shrnuje výsledky, kde závěrem dodává, že vliv na výslednou drsnost povrchu má i drsnost počáteční.

V závěru BP autor popisuje nežádoucí jevy, které vznikají během procesu mikroobrábění krátkou délkou pulsu bez možností použití tzv. kompenzačních strategií pro eliminaci nežádoucích útvarů v krajních polohách testovacích polí.

Rešeršní částí práce obsahuje nelogické členění podkapitol, kde technologie laserového mikroobrábění je posunuta do jiné úrovně podkapitol, než technologie ostatní. K rešeršní části práce mám několik výtek. Popis stěžejní technologie laserového mikroobrábění pouze v jednom odstavci je poněkud strohé. Postrádám zde např. aplikační příklady technologie, její klady a zápory. Dále mi zde chybí přidaná hodnota rešeršní části, především informaci o tom, jestli již toto téma někdo řešil, popř. jakým způsobem. Oproti tomu technologie laserového svařování, které je věnováno stejný prostor, do tématu BP vůbec nezapadá.

V případě experimentální části práce oceňuji, že autor pracoval s parametrem překrytí laserového „spotu“. Zde bych se spíše přikláněl k testování různých velikostí parametru  $S_p$  po určitém kroku, kde





by výsledkem byla velká úspora testovaných polí. Velkou výtku mám k vizuálnímu výběru povrchů testovaných polí, které je velice subjektivní. U laserem ovlivněných povrchů se nelze spoléhat na vizuální výběr, protože v mnoha případech i tmavé povrchy vykazují lepší hodnoty drsností.

### III. Formální náležitosti práce a úprava

BP po formální stránce obsahuje:

- minimum gramatických chyb a překlepů
- anglické popisky obrázků
- nesjednocené časy vyjadřování (přítomný/minulý)
- netechnické vyjadřování: „...laserový popis lze odstranit pouze hrubou silou“; „tento písek je vrhán...“
- špatně volenou terminologii:  $E_{max}$  – určitý práh poškození (korektně: maximální energie v pulsu), drážkování laseru (korektně: překrytí šrafování). Některé větné formulace jsou pro čtenáře mnohdy nesrozumitelné.
- nesjednocené pojmenování pro typy délek pulsů. Jednou autor uvádí, že ps délka pulsu je ultrakrátká, a pak krátká.
- nedostatečný, resp. téměř žádný seznam symbolů, který je v oblasti technologie laserového mikroobrábění velmi důležitý.
- slovní zápisy rovnic, ne pomocí symbolů
- Chybí číslování všech rovnic

### IV. Otázky, připomínky

- Proč jste v experimentu volil konstantní vzdálenost šrafování a konstantní úhel?
- Jak by se proces mikroobrábění choval, kdybyste laserový zdroj „naladil“ na větší hodnoty délky pulsu?
- Ve třetím režimu píšete o tom, že se na materiálu vyskytly kapičky Ti na materiálu MS1. Čím si toto vysvětlujete, když je dle materiálového složení v tomto prášku pouze 0,7% průměrného množství?

### V. Slovní hodnocení diplomové práce

Problematika technologie laserového mikroobrábění je velmi komplexní, protože se jedná o interdisciplinární obor, jež vyžaduje odbornost v mnoha oborech (technologie obrábění, materiály, fyzikální a optické jevy). Autor BP prokázal znalost vlivů jím zkoumaných procesních parametrů. Správně analyzoval a vyhodnotil vznikající jevy během procesu laserového mikroobrábění. Celkovou úroveň práce sráží mnoho formálních nedostatků. Práci doporučuji k obhajobě.

Navrhovaná výsledná klasifikace: Velmi dobře

V Plzni, dne 4. června 2018

.....  
podpis oponenta práce