

OPONENTNÍ POSUDEK DIPLOMOVÉ PRÁCE

Jméno studenta: Bc. Martin Bureš

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

I. Cíl práce a jeho naplnění

Diplomová práce na téma „Využití povrchového leštění s ohledem na vlastnosti povrchu 3D tištěných dílů“ splňuje zadání v plném rozsahu. Předložená práce je rozdělena do pěti kapitol a má celkem 62 stran.

II. Obsahové zpracování a přístup k řešení

V úvodní kapitole si diplomant klade cíl DP, jež je aplikování technologie laserového leštění na vzorky vyrobené pomocí 3D tisku. Prvním parciálním cílem DP bylo nalezení procesních parametrů pro redukci drsnosti rovinných ploch, které byly vyrobeny pod různými úhly vůči platformě. Druhým parciálním cílem bylo aplikování laserového leštění na stěžejní válcové plochy testovacích vzorků, které byly následně podrobeny mechanickým zkouškám a metalografické analýze.

Následující kapitola řeší rozbor současného stavu, kde diplomant vstupuje do problematiky laserových technologií a charakterizuje základní fyzikální principy, vlastnosti a typy laserů, interakce materiál-laser. Dále rešerše navazuje přehledem vlivů jednotlivých procesních parametrů na interakci materiálu s laserovým paprskem, charakteristikou laserového leštění a úvodem do problematiky aditivní výroby.

První část rešerše, zejména podkapitoly 2.1 a 2.2, je obecného typu (základní vlastnosti laseru, typy zdrojů). Zde bych ocenil rešerši, která by detailněji rozvedla podkapitoly 2.4, problematiku laserového leštění. Tzn. rozdělení na makro- a mikroleštění, aplikační oblasti použití obou způsobů vč. doporučených rozsahů procesních parametrů, docílených zlepšení, omezující faktory, klady a zápory oproti konvenčnímu leštění, atd.

Kapitola třetí pojednává o návrhu a realizaci experimentu, kde diplomant definuje potřebné vybavení a testovaný materiál, nastiňuje návrh tisku vzorků. Dále autor popisuje úkony, jenž byly potřebné k realizaci první části experimentu: fokusování laserového paprsku, laserové čištění vzorků a aplikování ochranné atmosféry. Následující podkapitola 3.7 již řeší sérii experimentů, kde se diplomantovi daří zlepšit hodnoty profilové drsnosti o 90-96% původních hodnot. Poslední podkapitola 3.8 řeší druhý parciální cíl práce, kde dochází k výběru třech procesních parametrů laserového leštění a jejich aplikování na válcové plochy zkušebních vzorků, které následně byly podrobeny materiálovým zkouškám.

Ke kapitole 3 mám několik výhrad.

V podkapitole 3.1 chybí detailnější charakteristika použitého laserového zdroje (laditelnost délky pulsu τ v závislosti na opakovací frekvenci f), což neumožňuje posoudit kvalitu přístupu diplomanta ohledně rozsahu vhodně zvolených parametrů. V podkapitolách 3.4 a 3.5 autor „sklouzává“ k dílčím rešerším, které by bylo vhodnější zařadit do současného stavu (kap. 2), nikoliv již do experimentu. V této části práce bych již uvítal konkrétnější průběhy jednotlivých úkonů. Např. v kap. 3.5 by bylo vhodné charakterizovat postup laserového čištění válcových ploch: nastavení procesních parametrů a kinematiky laserového stroje pro danou aplikaci. Velkou výtku mám k chybějící charakteristice pre-experimentu (podkapitola 3.7), ve kterém dle diplomanta došlo k výběru 34 parametrů. Diplomant uvádí, že došlo k podstatnému získání informací, nicméně již zde nezmínil žádný postup ani průběh. V podkapitole 3.7.1 autor odůvodňuje defokusaci paprsku, aby nedocházelo k ovlivnění ochranného skla, nicméně se tato informace objevila pouze u vzorku, kde tisk probíhal kolmo na

platformu. U ostatních vzorků informace o velikosti defokusu chybí, ani není nikde zmíněno, že byl tento parametr konstantní pro zbytek experimentů laserového leštění. Výsledné hodnoty drsností po laserovém leštění jsou vyhodnoceny pro dvě oblasti (uprostřed a na kraji), ale referenční hodnota je pouze jedna a bez známé polohy. U obrázků 39 a 41 bych pro účely komparace doporučil i detail vzorku v reálných barvách.

Zbývající kapitoly sumarizují dosažené výsledky, vč. závěru DP, ke kterým nemám výhrady. Autor sám uvádí, že by pro přesnější interpretaci dat bylo nutné provést experiment s větším množstvím vzorků a následným statistickým vyhodnocením.

III. Formální náležitosti práce a úprava

Po rozsahové stránce DP nemám výtek, pouze pro členění jednotlivých informací bych uvítal jinou strukturu. Nesystematické členění informací škodí v orientaci a plynulosti textu. Diplomant volí často dlouhá souvětí, která zbytečně stěžují srozumitelnost textu. Některé důležité informace se vyskytují až v poslední části práce. DP obsahuje značné množství překlepů. Namátkově vybrané formální nedostatky:

- netechnické vyjadřování v 1. os č. mn. (Na leštění povrch můžeme pohlížet...; o jejichž odstranění jsme se snažili)
- viz. kapitola 2.3.3; viz. obr 2
- Fonony místo fotony - kap 2.2.3.
- FWMH - (full width max hight) - kap 3.4.
- povrch před a po laserovém čistěním
- chybné očíslování tabulky (str. 65 – místo Tab 12 autor píše Tab 9)
- nepojmenované symboly τ a σ pro zbytkové napětí (str. 65 Tab 12). Chybí rovněž ve zkratkách
- v zkratkách chybí popis k $D4\sigma$
- opakovaně chybějící jednotky u veličin (str. 68 – u výkonů, frekvencí a drsností)

IV. Otázky, připomínky

1. Jaký byl rozsah laditelnosti délky pulsu τ u hlavního laserového zdroje, příp. rozsah opakovacích frekvencí f v pulsním režimu?
2. Dotaz ohledně k navázání tisku: je znám vliv přerušení tisku v místech testovaného průřezu na vzorcích, jenž jsou určeny pro tahovou zkoušku?
3. V kapitole 3.7 popisujete, že pro účely prvotního testování laserového leštění došlo k výběru celkem 34 parametrů, jenž popisujete jako podstatné získání informací. Jaký byl postup nastavení tohoto experimentu a jeho průběh?

V. Slovní hodnocení diplomové práce

I přes veškeré připomínky DP poskytuje velký soubor informací z provedených experimentů, které by bylo v další fázi vhodné rozvést do dílčích a detailnějších experimentů. Diplomant prokázal orientaci v problematice laserového leštění, avšak vágně popsané skutečnosti zmíněné výše neumožňují posoudit vytížení charakteru laserového zdroje. Celkovou úroveň práce sráží mnoho formálních nedostatků. Práci doporučuji k obhajobě.

Navrhovaná výsledná klasifikace: Dobře

V Plzni, dne 12. srpna 2020

.....
podpis oponenta práce