

Posudek oponenta diplomové práce

Autor práce: **Bc. Daniel VESELÝ**

Název práce: **Možnosti snižování vnitřního napětí aditivně vyráběných kovových komponent**

Splnění rozsahu zadání

Velmi dobře

Odborná úroveň práce

Dobře

Formální uspořádání a úprava

Velmi dobře

Slovní vyjádření oponenta práce a otázky na autora práce

Tématem diplomové práce je identifikovat příčiny vzniku vnitřního napětí a popsání možností, jak zjistit jeho velikosti a jak ho účinně odstranit. Formulace a popis některých technických výrazů z oblasti 3D tisku je nepřesný. Výhrady mám k vypovídající hodnotě provedených experimentů. Dle dostupných informací nebylo provedeno žádné opakování experimentů, jejichž výstupy jsou velmi citlivé. Proto je potřeba stanovit nejistoty měření, které jsou stěžejní pro vypovídající hodnotu.

První část praktické části se zabývá měřením vnitřního pnutí. To je provedeno ve dvou rozdílných místech vytištěných kalibračních hřebenů. Dle mého posouzení by bylo potřeba pro získání relevantnějších dat provést několik opakování. Což nebylo provedeno, a proto má uvedený experiment pouze informativní charakter, že existuje takováto metoda měření vnitřního pnutí. Autor s těmito daty ovšem dále počítá a operuje s přesnostmi na tisíce MPa, viz tabulka 3 na straně 37. Nabízí se otázka, zda měl vůbec uchazeč o inženýrský titul během studií předmět o laboratorním měření.

Další metodou pro stanovení vnitřního pnutí je měření deformací po odříznutí speciálně navrženého kalibračního hřebene. Tento hřeben je naříznutý z jedné strany až k jeho patě a poté je změřena míra vychýlení z původní polohy. Opět by bylo vhodné provést několik opakování, aby se dopracovalo relevantním výsledkům při hodnocení účinnosti různých strategií, které mají přispívat ke snížení vnitřního pnutí. Určité potvrzení potřeby opakování experimentu může nabídnout vzorek č.12 (výkon laseru. 225 W, rychlost 757,9 mm/s) a vzorek č.14 (výkon laseru. 228,6 W, rychlost 770 mm/s), jejichž strategie výroby se jen nepatrně odlišuje ve výkonu laseru a jeho rychlosti. Naměřené hodnoty u těchto vzorků ovšem vykazovaly nepoměrně jiné vychýlení. U této metody stanovení vnitřního pnutí by opakování nebylo ani tolik časově a finančně náročné jako by tomu bylo v případě metody odvrtáváním. Opakování s jiným pořadím vzorků na platformě by mohlo také eliminovat případný vliv polohy vzorku na stavební platformě.

V závěru práce je nastaven kalibrační profil ze zjištěných deformací vzorků. Tento profil je použit pro simulaci průběhu teplot a napěťových stavů. V této části práce jsem postrádal jakékoliv relevantní ověření, že vytvořený profil poskytuje rozumnou schodu s procesy během výroby kovové součásti 3D tiskem. Autor poukazuje v závěru práce na fakt, že díky těmto predikcím lze vhodně přidat podpory či optimalizovat tvar součásti, pro zamezení vzniku teplotních gradientů, a tím vzniku vnitřního napětí.

Vyjádření k formě:

Pravopis a grafická úprava práce je na vysoké úrovni. To samé lze říct o rešeršní části a způsobu citování. Na všech obrázcích analýz v kapitole 3.5 postrádám čitelnou legendu barevné stupnice s přiřazenými hodnotami.

Otázky:

1. Máte nějaké vysvětlení proč vzorky z přisetého prášku vykazují nižší míru vnitřního pnutí? Stačí prášek pouze přesít nebo musí proběhnout tiskovým procesem?

2. V kapitole 3.5.3 uvádíte, že výsledek simulace průběhu napětí koreluje s výsledky měření pomocí metodou odvrátání. Můžete blíže vysvětlit a prokázat pravdivost Vašeho tvrzení, že větší napětí bylo blíže k patě kalibračního hřebenu než na jeho vrcholu?

3. V kapitole 5., tedy v závěru, doporučujete se vyhnout expozici krátkých drah (hatches) ve vnitřní strategii laserem tavených drah (infill - exposure type) a to konkrétně použitím funkcí Skywriting nebo Minimim vector time. Můžete vysvětlit, jak tyto funkce mohou zamezit expozici těchto krátkých drah?

4. Proč jste neprovedl opakování u metody měření deformací? Vždyť Vy sám o této metodě píšete, že se jedná o rychlou a jednoduchou metodu.

Doporučení k obhajobě

Doporučuji k obhajobě

V _____ dne _____

Ing. Pavel Hanzl, Ph.D.