

# Posudek oponenta diplomové práce

Autor práce: **Bc. Petr THURNVALD**

Název práce: **Problematika zbytkových napětí u 3D tištěných kovových součástí**

## **Splnění rozsahu zadání**

Velmi dobře

## **Odborná úroveň práce**

Dobře

## **Formální uspořádání a úprava**

Velmi dobře

## **Slovní vyjádření oponenta práce a otázky na autora práce**

Diplomová práce se zabývá problematikou výskytu zbytkových napětí v 3D tištěných kovových dílech. Cílem práce bylo analyzovat zbytková napětí dvěma metodami na vzorcích tištěnými standardními a upravenými parametry. Na základě výsledků poté rozhodnout, zda se úpravou tiskových parametrů dosáhlo efektu podobného žíhání, tzn. relaxace nežádoucích tahových zbytkových napětí. Vzhledem k aktuální a stále se rozšiřující tématice 3D tisku je práce více než aktuální. Zabývá se důležitou otázkou vyjmutí dodatečného tepelné zpracování, což by vedlo k finanční úspoře.

Práce je vhodně rozdělena do tří částí: rozbor současného stavu, návrh a realizace experimentu a zhodnocení výsledků.

První část obsahuje stručný úvod do problematiky metodik analýz zbytkových napětí, 3D tisku (i společně s analýzou průběhu tisku) a popis použitého materiálu. Jelikož je rentgenová difrakce jsou ze dvou metod analýz ZN, je k velké škodě nedostatečný popis základních principů metodiky. Obsah a odborná úroveň rešerše dokumentují skutečnost, že diplomant je spíše odborníkem v oblasti 3D tisku a než v oblastech analýz zbytkových napětí.

Druhá část (návrh a realizace experimentu) obsahuje popis vzorků, experimentálních přístrojů a stěžejní výsledky práce. Kapitola je dobře členěna a je přehledná. Nicméně chybí detaily k analýzám a výpočtům ZN: RD (elastické konstanty, parametry experimentu...), OM (elastické konstanty, geometrie růžic...). Přesto, že cílem práce bylo porovnat ZN vzorků tištěných standardními a upravenými parametry, v práci jsem nenalezl, kde by byly tyto parametry popsány.

Zvolené metody výzkumu nicméně považuji za adekvátní a dostatečné. Analýzy vedly k zajímavým korelacím obou metod a parametrů tisku a k jednoznačnému výsledku, že zvýšení teploty platformy vede ke generaci menších tahových ZN v tištěných vzorcích. O to větší škoda je absence hlubší diskuze.

Třetí část obsahuje zhodnocení výsledků a jedná se o stručné shrnutí předchozí kapitoly.

## **Připomínky:**

Text obsahuje značné množství nejasností, které snižují úroveň diplomové práce:

Preferoval bych jednotnou terminologii (zbytková napětí vs. vnitřní napětí vs. pnutí; odvrtávací metoda vs. odvrtání děr vs. vrtání díry vs. vrtání otvorů...). Odkazy na literaturu jsou zpřeházené, reference [7] má mnoho autorů a citační norma [9] je odlišná. Zbytková napětí je veličina odvozená a tudíž se neměří přímo. Většina obrázků je ve nedostatečné kvalitě. Formát grafů (velikost popisků, jednotek, os...) by bylo vhodné sjednotit. Chybí vysvětlení značení vzorků MS1\_SP a MS1\_SP120. V práci je značné množství opakujících se obrázků, což sice přispívá k celkové přehlednosti, ale některé obrázky jsou opakovány až

příliš. V práci se vyskytuje hodně vět, které nutí čtenáře k zamyšlení, ale chybí alespoň diskuze o daném jevu (např. „z grafu udávající dobu jedné vrstvy je vidět skok 27,4 mm, který nedává z pohledu tisku žádný smysl“). Absence chybových úseček experimentálních hodnot znemožňuje porovnání jednotlivých hodnot.

Bylo by nanejvýš vhodné vyžádat si odborné posouzení textu.

#### Otázky oponenta:

1. Vysvětlíte stručně základní principy rentgenové difrakce a způsob analýzy ZN pomocí ní.
2. Jaké limity má odvrtávací metoda oproti rentgenové difrakci a naopak?
3. Jaká je technika odvrtávání: konstantní rychlost či síla?
4. Existuje vysvětlení (hypotéza), proč byl tisk cyklik neúspěšný?
5. Proč má vzorek na RD větší rozptyl emisivity?

#### Doporučení k obhajobě

Doporučuji k obhajobě

**Hodnocení: 3 - Dobře**

V \_\_\_\_\_ dne \_\_\_\_\_

-----  
Ing. Jiří Čapek, Ph.D.