

Zbytkové napětí na hliníku z 3D tisku

M. Mařan

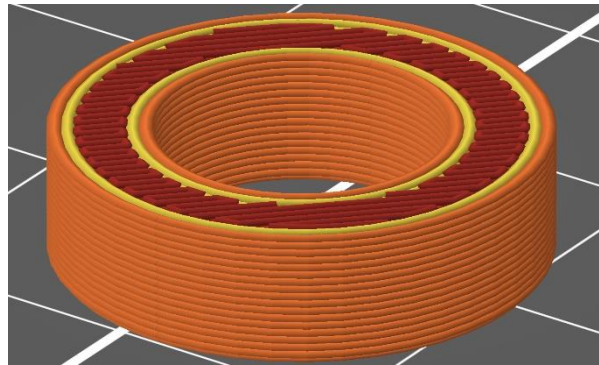
Fakulta jaderná a fyzikálně inženýrská ČVUT v Praze, Trojanova
339, 120 00 Nové Město

martinek.maran7@email.cz

Abstrakt: Každý výrobce kovových součástí chce co nejvíce snížit náklady, ale zároveň si udržet dostatečnou kvalitu. V tomto může pomoci určení zbytkových napětí na materiálu. V tuto chvíli jsme se zabývali hliníkem z 3D tisku. Dokázali jsme určit napětí a mohli pomoci navrhnout adekvátní úpravu postupu.

1 Úvod

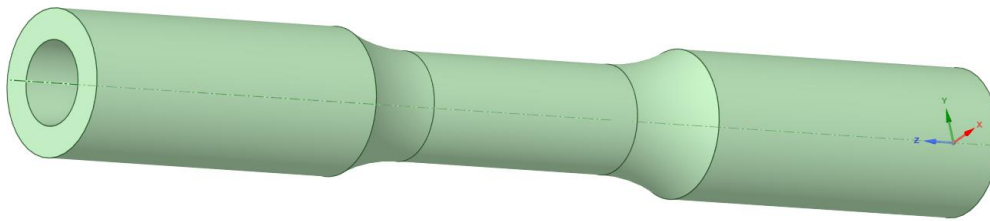
3D tisk je užitečný k výrobě složitých struktur, které jsou špatně vyrobitelné odléváním do formy. Ale jelikož je tisk postupný po vrstvách (viz obr. 1), a ne uniformní jako odlitím, na výtisku se působením tepelné roztažnosti tvoří napětí. Tyto napětí mohou způsobit předčasnou destrukci a třeba u letadla ztráty lidských životů.



Obrázek 1: Vrstvy 3D tisku

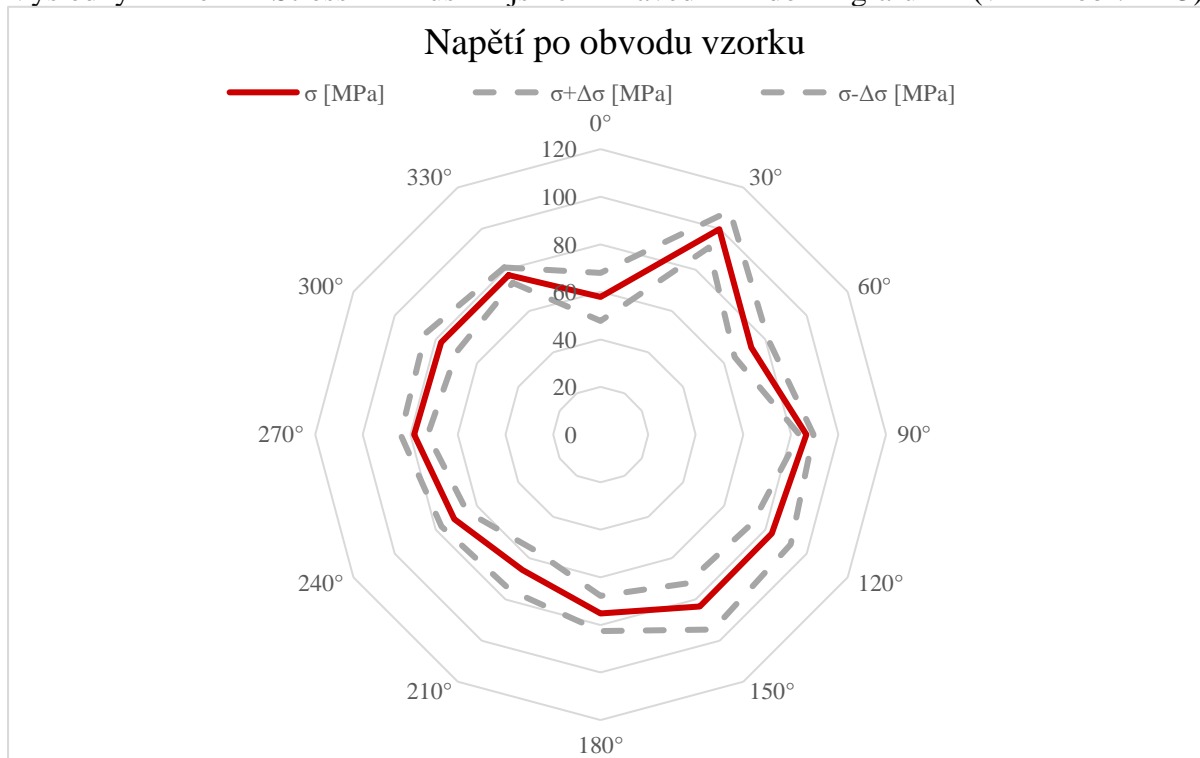
2 Praxe

K určení napětí využíváme rentgenového difraktometru. Pro difrakci rentgenového záření o vlnové délce λ a mezivinnou vzdáleností d je potřeba aby záření dopadalo na tyto roviny pod úhlem θ , což splní Braggovu rovnici $2 d \sin \theta = \lambda$. To nám může identifikovat fázové složení. Poté za pomoci programu Stress Plus můžeme určit ono zbytkové napětí. Do programu musíme ještě doplnit dvě hodnoty, které odpovídají materiálu, modul pružnosti v tahu (Youngův modul) a Poissonovo číslo. Tyto údaje nemáme osobně změřeny pro náš materiál AlSi10Mg (90% hliník, 9% křemík, 1% hořčík), tudíž jsme využili internetu. Hodnoty jsou různé i pro teplotu tisku, či šířky stopy. Nalezli jsme hodnoty pro podobné použití jako naše v článku (viz. ref. 1). Pomocí těchto konstant dokáže program vypočítat deformaci krystalické mřížky a tím i napětí. Napětí jsme určili každých 30° po obvodu našeho vzorku (viz obr. 2).



Obrázek 2: Vzorek 3D tisku hliníku

Výsledky ze Stress Plus jsme zavedli do grafu (viz obr. 3).



Obrázek 3: Napětí na vzorku

3 Shrnutí

Na vzorku jsme naměřili tahové napětí 60MPa až 100MPa. Tahové napětí je zápornou vlastností materiálu jelikož může způsobit či urychlit tvorbu prasklin. Také z toho můžeme vidět, že povrch vzorku není homogenní a při dalších úpravách se může deformovat.

Poděkování

Děkuji všem, kteří umožnili průběh akce Týden vědy na Jaderce. Děkuji mému učiteli fyziky, který mi tuto možnost ukázal a pomohl mi s přihláškou. Doufám, že se akce bude opakovat abych se mohl opět zúčastnit a naučit se něco nového.

Reference

- [1] Steffen Czink, Stefan Dietrich, Volker Schulze. *Ultrasonic evaluation of elastic properties in laser powder bed fusion manufactured AlSi10Mg components*.
<https://doi.org/10.1016/j.ndteint.2022.102729>
- [2] V. FREI. *Fyzika pevných látek*.
V. VALVODA. *Základy krystalografie*.
V. VALVODA, M. POLCAROVÁ, P. LUKÁČ. *Základy strukturní analýzy*.
<https://xray.cz/default-cz.htm>