

Ing. Adéla Rulcová
Beneš a Lát a.s.
Tovární 463
289 14 Poříčany

Oponentní posudek

Diplomové práce **Bc. Jana Zajíce**

na téma: „**Hodnocení vlastností slévárenských forem vyráběných pomocí 3D tisku**“

Vedoucí diplomové práce: **doc. Ing. Jiří Machuta, Ph.D.**

Technická univerzita v Liberci – FS, Katedra strojírenské technologie

Tato diplomová práce řeší zajímavé téma, které se týká sledování vlastností formovací směsi využívané k výrobě slévárenských pískových forem pomocí metody 3D tisku, což je, díky rozvoji 3D tisku v posledních letech, velice aktuální téma.

Diplomová práce je v rozsahu 73 stran textu, 42 obrázků a 3 tabulek, student čerpal z 33 literárních podkladů. Práce je doplněna 13 přílohami. Předložená diplomová práce je nejen rešeršního charakteru, ale je doplněna o experimentální řešení zkoušek formovací směsi používané v Modelárně LIAZ pro výrobu pískových forem metodou 3D tisku. Diplomová práce přispěla zejména k rozvoji technického myšlení studenta a k lepšímu pochopení dané problematiky provedením několika experimentálních měření a jejich vyhodnocení.

Práce je rozdělena do dvou základních částí – teoretická a experimentální. V teoretické části práce se student nejprve zaměřil na popis pískových formovacích materiálů, jejich dělení a složky, ze kterých se formovací směs vyrábí (ostřivo, pojivo). V podkapitolách pak student stručně, ale jasně popisuje jednotlivé druhy pojiv a ostřiv, zejména pak ostřiva kyselá, která jsou pro tuto práci významná. Plynule navazuje kapitola věnující se formovacím technologiím, kde student popisuje formovací metody pro pojiva první, druhé a třetí generace. Ve třetí kapitole této práce je popsán princip tepelného namáhání formy. Zde student, i přes velkou složitost těchto dějů, dokázal stručně, ale velice srozumitelně popsat danou problematiku. Čtvrtou kapitolu student věnoval simulačnímu softwaru, jeho fungování a metodám výpočtu. V samostatné podkapitole popisuje řešení tepelných úloh metodou konečných prvků – tato podkapitola mi přijde trochu zbytečná, jelikož se student touto metodou zabývá již v podkapitole Metody řešení tepelných úloh. V poslední kapitole teoretické části práce se student věnuje problematice 3D tisku forem a to zejména dvěma konkrétním technologiím, a to technologii Sandprint a Viridis 3D. Celkově musím studenta pochválit za zpracování teoretické části práce, vše má popsáno jasně, bez zbytečných průtahů a i čtenář, který úplně nerozumí dané problematice snadno pochopí o co jde.

Hlavní část práce – experimentální – je zaměřena na komplexní proměření vlastností materiálu používaného k výrobě forem tištěných pomocí technologie Sandprint na zařízení S-max, kterou využívá Modelárna LIAZ, kde jsou tyto formy dále využívány k výrobě hliníkových odlitků. Student začal měřením technologických vlastností, a to granulometrickým rozbořem, zkouškou vyplavitelnosti a hodnocením prodyšnosti. Dalším prováděným měřením bylo termogravimetrické měření, které popisuje chování materiálu a jeho degradaci za zvyšujících se teplot. Na termogravimetrické měření přímo navazují zkoušky mechanických vlastností a to: měření pevnosti

v ohybu, tlaku a stříhu za zvyšující se teploty. S tepelným zatěžováním směsi úzce souvisí i tepelná dilatace a plynotvornost, což jsou další faktory ovlivňující kvalitu odlitku a byli v této práci měřeny. U všech měření, která student prováděl velmi pěkně popisuje, co daným měřením zjišťujeme, jaké jsou principy měření a v neposlední řadě i svůj pracovní postup. Měla bych pouze drobnou výtku a to, že u některých měření chybí obrázek měřicího zařízení (např.: granulometrický rozbor). Dále pak student proměřoval vlastnosti samotných forem s ohledem na simulační výpočty vytvářené pomocí softwaru pro simulaci slévárenských procesů MAGMA 5. Simulační výpočet, s aktuálně využívanými parametry, a jeho porovnání s reálně naměřenými hodnotami je poslední částí této práce.

V závěru práce student zhodnotil všechny dosažené výsledky vyplývající z měření, které bylo součástí této diplomové práce. Student zde podotýká, že výsledky této práce nejsou ani tak přesnými a definitivními hodnotami daných vlastností, jako spíše zobrazují trend, jakým se vlastnosti směsi ubírají. Měřením vlastností ostřiva student zjistil, že všechny výsledky ukazují na vysokou kvalitu ostřiva používaného k 3D tisku, prodyšnost směsi je pak nižší než u směsí bentonitových. Na základě termogravimetrické analýzy student zjistil, že k degradaci směsi pro 3D tištěné formy dochází při teplotě o 20°C vyšší než u bentonitových směsí. Dalším poznatkem z měření, která student prováděl je, že se zvyšující se teplotou mají všechny mechanické vlastnosti klesající tendenci. Z výsledků plynotvornosti pak student zhodnotil, že hodnota je srovnatelná s hodnotou, jakou vykazují bentonitové směsi. V poslední části práce student sledoval teplotní pole v softwaru MAGMA 5 a při reálném liti. Při tomto experimentu zjistil, že teploty zjištěné simulací a reálným měřením vykazují odchylky, které postupně s časem narůstají. Student zde uvádí možné důvody těchto rozdílů a doporučuje aktualizovat vstupní data ze strany softwaru MAGMA 5. V době, kdy byla data pro software měřena totiž nebyl 3D tisk forem tak rozšířený jako dnes a mohlo dojít k mírné změně chemického složení, tak aby směs lépe vyhovovala potřebám dané technologie.

Na studenta nemám žádné otázky.

Práce má dobrou grafickou úroveň a neshledala jsem žádné zásadní nedostatky. Drobnou výtku bych měla k chybějícím kapitolám „Úvod“ a „Závěr“, které by dle mého názoru měla práce obsahovat. Student však splnil všechny body zadání a práce tak splňuje požadavky na obhajobu.

Ve Slané u Semil., 28.05.2018

Ing. Adéla Rulcová



Hodnocení diplomové práce

studenta **Bc. Jana Zajíce**

na téma: „**Hodnocení vlastností slévárenských forem vyráběných pomocí 3D tisku**“

Vedoucí diplomové práce: **doc. Ing. Jiří Machuta, Ph.D.**

Technická univerzita v Liberci – FS, Katedra strojírenské technologie

Diplomovou práci doporučuji k obhajobě a hodnotím ji:

Výborně

Ve Slané u Semil., .28.05.2018

Ing. Adéla Rulcová

