

Oponentní posudek diplomové práce

VLIV PROSTŘEDÍ NA VYBRANÉ VLASTNOSTI DÍLŮ NA BÁZI FOTOPOLYMERU ZHOTOVENÉ TECHNOLOGIÍ POLYJET

Jméno diplomanta: Bc. Václav Pich
Oponent diplomové práce: Ing. Petr Kůsa, Ph.D.

Předložená diplomová práce se zabývá studiem materiálových charakteristik dílů na bázi fotopolymerů. Předmětné díly byly vyrobeny 3D tiskem – technologií Polyjet. Zvolená problematika je z pohledu technických aplikací aktuální, jelikož využití postupů rapid prototyping umožňuje efektivní výrobu prototypů za účelem ověření vlastností budoucích, sériově vyráběných dílů. Rozvoj technologií rapid prototypingu v současné době také umožnil, ve specifických případech, také výrobu dílů pro finální průmyslovou aplikaci.

Diplomant v úvodu mj. popisuje aplikační možnosti rapid prototypingu a specifikuje cíl diplomové práce, kterým je studium mechanických vlastností dílů vyrobených technologií Polyjet s ohledem na typ polymeru, orientaci vrstev a prostředí kondicionace.

Po úvodu následuje teoretická část, která se podrobně zabývá definicí rapid prototypingu. Vysvětluje základní principy, vlastnosti prototypů, základní principy a přínosy včetně specifikace důvodů pro výrobu prototypových dílů touto metodou. Dále se zaměřuje na rozdělení metod rapid prototypingu z hlediska technologických postupů a typu použitého materiálu. Největší pozornost je pak věnována technologii Polyjet, která je předmětem experimentální části práce.

V úvodu experimentální části diplomant specifikuje materiál jednotlivých vzorků. Experimentu byly podrobeny čtyři typy fotopolymeru na bázi akrylátu: 1. Digital ABS Plus 2. VeroWhitePlus 3. RGD8560-DM 4. FLX2195-DM. Jejich mechanické vlastnosti jsou uvedeny v přehledných tabulkách. Diplomant dále popisuje přípravu vzorků ve tvaru normalizovaných zkušebních těles. Příprava vzorků zahrnuje tvorbu 3D modelu a samotnou výrobu vzorků s rozdílnou orientací vrstev na 3D tiskárně typ J700, výrobce Stratasys. Pro porovnání mechanických vlastností vzorků byla zvolena tři rozdílná prostředí: 1. běžné prostředí (23 °C, relativní vlhkost 50%) 2. zvýšená vlhkost (30 °C, relativní vlhkost 80%) 3. prostředí s postupně zvyšující se teplotou (až 100 °C). Analýza užitečných vlastností zvolených typů fotopolymerů spočívala ve stanovení a hodnocení následujících vlastností: 1. Vrubová houževnatost – hodnoty byly stanoveny za standardních podmínek dle platných norem pro všechny čtyři typy polymerů, přičemž pro měření každého z nich bylo použito 10 ks vzorků pro každý typ materiálu, orientaci vrstev a prostředí. 2. Ohybové vlastnosti – byly stanoveny pro tři typy materiálů, typ FLX2195-DM nebyl pro tuto zkoušku vhodný vzhledem k jeho mechanickým vlastnostem. 3. Odrazová pružnost – provedeno pouze pro FLX2195-DM. 4. Tahové vlastnosti – provedeno pro všechny materiálové vzorky za standardních podmínek, 10 vzorků od každé šarže. Veškeré výsledky byly zaneseny do přehledných tabulek a statisticky zpracovány.

Kapitola zabývající se vyhodnocením výsledků obsahuje přehledná grafická znázornění dosažených hodnot mechanických vlastností včetně patřičných směrodatných odchylek. Dále obsahuje komentář a detailní hodnocení dosažených hodnot mechanických vlastností vzorků s ohledem na zvolené parametry experimentu.

Závěr shrnuje dosažené výsledky, kde je patrné, že dle očekávání došlo k poklesu mechanických vlastností u všech materiálů díky náchylnosti k navlhání. Dalším výsledkem diplomové práce je vyvrácení tvrzení výrobce materiálu Digital ABS Plus, že vystavení dílu zvýšeným teplotám má příznivý vliv na jeho pevnostní charakteristiky. Experiment naopak potvrdil zvýšení ohybových vlastností u materiálu RGD8560-DM. Diplomant si tento nárůst vysvětluje strukturními změnami materiálu, které ovšem nebylo možno analyzovat vzhledem k vybavení laboratoří (nebylo předmětem práce). Vliv orientace vrstev se projevil pouze u dvou materiálů, jejichž složkou byl materiál TangoBlackPlus. Diplomant v tomto případě, jako další postup, doporučuje provedení materiálové studie tohoto materiálu z důvodu objasnění jeho vlivu na materiálové vlastnosti materiálových směsí RGD8560-DM a FLX2195-DM.

Komentář a výhrady k teoretické části práce:

Nemám konkrétních připomínek – teoretická část práce poskytuje komplexní přehled metod rapid prototypingu, včetně příkladů konkrétní aplikovatelnosti jednotlivých postupů.

Komentář a výhrady k experimentální části práce:

Doporučuji při psaní odborného textu používat vhodnou terminologii. Zejména se mi jedná o popis orientace vrstev. Diplomant používá termíny „naležato“ / „nastojato“. Uvažoval bych o vhodnějším popisu kladení a orientace vrstev, jelikož z popisu to není zcela zřejmé. Např. vrstvy byly kladeny v axiálním, resp. radiálním směru, nebo popsat orientaci modelů vůči základové desce termíny horizontální, resp. vertikální. Případně by bylo vhodné kladení vrstev demonstrovat obrázkem.

V kapitole „Stanovení ohybových vlastností“ je na str. 41 uvedena informace, že vzorky byly zhotoveny ze čtyř materiálů. Tabula 8. uvádí pouze 3 materiály. Důvod pro absenci materiálu FLX2195-DM je ovšem zřejmý.

Dotazy k obhajobě diplomové práce:

1. Můžete popsat podstatu zkoušky pro stanovení teploty průhybu při zatížení?
2. V teoretické části práce je uvedeno tvrzení (str. 11), že technologie RP přináší zvýšení spolehlivosti. Můžete toto tvrzení konkrétním tvrzením specifikovat?

Závěrečné hodnocení:

Diplomová práce splňuje požadavky na tvorbu odborného textu jak po stránce obsahu, tak i grafické úrovně. Doporučuji se soustředit na kvalitu odborných zdrojů, zejména Internetových, kterých práce obsahuje nadbytečné množství. Dále na správnou terminologii a pravidla pravopisu. I přes uvedené připomínky má práce velmi dobrou úroveň, a proto ji doporučuji přijmout k obhajobě s klasifikací velmi dobře.

V Karlových Varech, dne: 5. 6. 2018


.....
Ing. Petr Kůsa, Ph.D.

Klasifikace diplomové práce

VLIV PROSTŘEDÍ NA VYBRANÉ VLASTNOSTI DÍLŮ NA BÁZI FOTOPOLYMERU ZHOTOVENÉ TECHNOLOGIÍ POLYJET

Jméno diplomanta: Bc. Václav Pich

Oponent diplomové práce: Ing. Petr Kůsa, Ph.D.

Navržený klasifikační stupeň: **VELMI DOBŘE**

A handwritten signature in black ink, likely belonging to the supervisor or reviewer, Ing. Petr Kůsa, Ph.D.