



OPONENTSKÝ POSUDEK DISERTAČNÍ PRÁCE

Název disertační práce: **Studium vlivu procesních parametrů na tvrdost
vstřikovaných dílů**

Doktorand: **Ing. Tomáš Fiala**
Pracoviště: Univerzita Tomáše Bati ve Zlíně, Fakulta technologická
Studijní program: 3909V013 Nástroje a procesy

Oponent: **prof. Dr. Ing. Petr Lenfeld**
Pracoviště: Technická univerzita v Liberci, Fakulta strojní

Doktorand se ve své disertační práci věnuje výzkumu vlivu procesních teplotních parametrů na mechanické vlastnosti u vybraných typů polymerních materiálů metodou instrumentované vnikací zkoušky tvrdosti a také výzkumu dopadů na morfologii polymerů. Disertační práce obsahuje 126 stran. Práce je rozdělena do 9 základních číslovaných kapitol. Součástí disertační práce je seznam literárních zdrojů (83 použitých pramenů), vlastní publikační aktivita, přílohy a stručný životopis autora.

Vyjádření k disertační práci (postup řešení, použité metody, plnění cílů)

V kapitole 1 je probrán současný stav problematiky a teoretický rozbor z hlediska předpokládaných cílů disertační práce. Autor disertační práce provedl velmi dobrou rešerši, v textu je velké množství odkazů na literární prameny, které souvisí s řešenou problematikou. Jediným diskutabilním bodem může být uvedení podkapitoly 1.2, která je víceméně zbytečná.

V kapitole 2 se autor věnuje problematice polymerů a na závěr konkrétně i jednomu typu semikrystalického plastu (PE) a jednomu amorfnímu plastu (PC), které byly použity



pro výzkumné činnosti. Obsah kapitoly je plně dostatečný z hlediska zaměření disertační práce. Škoda jen, že v kapitole jsou jednak uvedeny již zastaralé obrázky a také formální chyby, které snižují úroveň, např. „nabotnají“ místo „nabobtnají“, apod.

V kapitole 3 se autor věnuje technologii vstřikování polymerů, parametrům procesu, vstřikovacím formám a vstřikovacím strojům. V této kapitole jsou uvedeny i podkapitoly, které nemají s obsahem a cíli disertační práce nic společného (rám stroje, vyhazovací systém formy, atd.). Proč je zde autor uvádí, je pro hodnotitele nesrozumitelné, ale chápu, že se jedná o ucelený systém informací. I v této kapitole je dost formálních nedostatků (uvádění indexů, překlepy, dělení slov v text, atd.), ale i odborných věcí, které jsou diskutabilní (chladící médium nemusí být použito k jen chlazení; Re číslo musí být mezi 10000 a 20000; kromě ocelí na výrobu forem mohou být použity i jiné materiály s výrazně odlišným koeficientem tepelné vodivosti ve vztahu k cílům práce, apod.).

V kapitole 4 se autor věnuje metodám měření tvrdosti, které jsou probrány velmi podrobně, a zde musím autora pochválit za zpracovanou kapitolu. Možná by stálo za úvahu zaměřit popis směrem k polymerním materiálům a tedy možnému použití včetně značení výsledků v materiálových listech polymerů. Jedinou výtkou by mohlo být neuvedení zkoušky měření tvrdosti dle Shore.

V kapitole 5 jsou uvedeny cíle práce, které byly stanoveny na základě provedené rešerše a směrů plánovaného výzkumu. Na základě rozboru problematiky byly stanoveny jednotlivé kroky.

V kapitole 6 jsou uvedeny Zvolené metody zpracování. V první podkapitole je proveden výběr polymerů, což byl i jeden z cílů disertační práce. Na základě zvolených kritérií byly vybrány HDPE a PC, ale uvedeným kritériím vyhovují i další polymery, které dokonce mohou být výhodné z hlediska srovnatelných teplot taveniny a teploty formy. Proč tedy byly vybrány tato polymery? V další podkapitole je popis procesu, jak byly připravovány zkušební tělesa s dvoustupňovým (co to znamená) dotlakem (při výrobě zkušebních těles by dotlak měl být 100% vstřikovacího tlaku), jak se měřila teploty (byla zvolená metoda dostatečná?). Následuje podkapitola o metodě DSI, o použití SEM a DSC. Jedná se o metody, které použil autor ve výzkumných činnostech. V rámci obhajoby by chtělo vysvětlit, proč se autor nezaměřil také např. na mikrotomové řezy a s tím spojenou polarizační mikroskopii nebo měření povrchové drsnosti.

V kapitole 7 jsou uvedeny Hlavní výsledky práce. V úvodu je zkonstatováno, že amorfní plasty mají širší zpracovatelské okno, ale vůči HDPE tomu tak není. V podkapitole 7.1 se autor věnuje vyhodnocení výsledků pro polymer PC. Jsou zde uvedeny výsledky z měření tvrdosti a hloubky vniku v závislosti na teplotě taveniny, teplotě formy, ale i v závislosti na velikosti zatížení. Autor konstatuje a popisuje výsledky, např. že klesá tvrdost, když stoupá teplota taveniny (což však platí pouze u nízkých zatížení), že povrch



má vyšší tvrdost, než vnitřek vzorku, atd. Na druhé straně je patrné, že rozdíly mezi hodnotami HV nejsou nijak významné v porovnání s velikostí směrodatné odchylky a tedy u polymeru PC je vliv jednotlivých parametrů zanedbatelný. Obdobná jsou i zjištění pro obsah kyslíku v povrchové vrstvě. Diskutabilní je tvrzení o třech vrstvách v lomové ploše. V podkapitole 7.2 byla provedena obdobná měření pro HDPE, jako pro polymer PC. Zde došlo k jasnému zjištění, že tvrdost stoupá s rostoucí teplotou taveniny a také, i když ne tak výrazně, s rostoucí teplotou formy. Stejně jako u polymeru PC nejsou rozdíly v hodnotách HV výrazné. Co se týká obsahu kyslíku, tak ten klesá jak na povrchu, na v lomové ploše. V podkapitole 7.3 je provedena Diskuse výsledků. Autor zde provedl shrnutí výsledků, které byly uvedeny v předchozích podkapitolách. Konstatuje, že u polymeru PC je tvrdost na povrchu vyšší, než samotného PC. Obdobné shrnutí je i u materiálu HDPE, resp. obsahu kyslíku pro oba polymery. V textu však již není uvedeno, proč tomu tak je, není diskuse k tomuto tvrzení, závěry s tím spojené. V této kapitole by však měla být provedena diskuse získaných hodnot a výsledků vzhledem ke známým informacím a současnému stavu poznání.

V kapitole 8 s názvem Přínos práce pro vědu a praxi autor popisuje přínos a význam své práce jak v teoretické, tak i praktické rovině.

V kapitole 9 autor stručně shrnuje celkové výsledky práce. Závěry z disertační práce jsou zároveň otázkami pro obhajobu disertační práce. Na závěr autor doporučuje pokračovat v této problematice, ale už neuvádí, jakým směrem.

Stanovisko k disertační práci

Disertační práce se svým zaměřením a svým obsahem zabývá současnou problematikou, která je zajímavá nejenom z teoretického, ale i praktického hlediska. Svými teoretickými předpoklady, cíli má svůj nepochybný výzkumný potenciál na znalosti a informace o vlivu procesních parametrů na tvrdost u amorfních a semikrystalických polymerů, měřených pomocí metody instrumentované zkoušky tvrdosti (DSI).

Disertační práce je po formální stránce na velmi dobré úrovni. Obsahuje sice překlepy, chyby, které občas kazí dojem z velkého objemu vykonané práce, ale nemají zásadní vliv na kvalitu disertační práce.

Autor v disertační práci uvádí 6 publikačních výstupů, které svým počtem jsou nadprůměrné a svým obsahem se týkají tématu předložené disertační práce.

Disertační práce je z hlediska odborné stránky vypracována na standardní úrovni, přináší výsledky a výstupy, o kterých je možné diskutovat a hodnotit je z více směrů. Autor pracoval dle zadaných cílů, splnil zadání a svými výsledky rozšířil poznání v oblasti užitných vlastností vstřikovaných dílů. Z hlediska stanoviska mám i připomínky k disertační práci:

- Teoretický rozbor obsahuje i části, které nebylo nutné uvádět,

- Některé výsledky a s tím spojená tvrzení jsou odvážná vzhledem k naměřeným hodnotám a statistickému vyhodnocení.
- V disertační práci chybí diskuse získaných výsledků (nikoliv popis a shrnutí dosažených výsledků), která by potvrdila nebo vyvrátila závěry, uvedené v kapitole 7.

Otázky k obhajobě disertační práce

1. V disertační práci postrádám jasný popis toho, proč byly vybrány uvedené polymery.
2. Tvrzení, že procesní parametry ovlivňují mechanické „chování“ povrchové vrstvy je poměrně odvážné. Co autora vedlo k tomuto závěru?
3. Proč je u polymeru PC nejvyšší tvrdost na povrchu a směrem dovnitř klesá a u polymeru HDPE je tomu naopak? Co je důvodem?
4. Je předchozí závěr možné zkonstatovat u těles s tloušťkou 4 mm, když hloubka vtisku je u polymeru PC do 45 μm a u polymeru HDPE do 90 μm ?
5. Proč má u polymeru HDPE vyšší vliv teplota taveniny, než teplota formy?
6. Nemohla mít vliv na zjištěné hodnoty drsnost povrchu zkušebních těles?

Závěr

Disertační práce se zabývá současnými oblastmi výzkumu, které jsou velmi zajímavé jak z teoretického, tak i praktického hlediska. Disertační práce má jasně definované cíle, strukturu a svým obsahem splňuje požadavky na tento stupeň vzdělání. Autor práce Ing. Tomáš Fiala osvědčil své znalosti a schopnosti, aplikoval poznatky a zkušenosti a za pomoci vědeckých metod a dokázal řešit danou problematiku.

Disertační práci doporučuji k obhajobě a bude-li disertační práce úspěšně obhájena, budou relevantně zodpovězeny otázky, doporučuji udělení akademického titulu Ph.D. panu Ing. Tomášovi Fialovi.

prof. Dr. Ing. Petr Lenfeld
Fakulta strojní
Technická univerzita v Liberci

V Liberci dne 4. 06. 2019

