

Oponentní posudek k diplomové práci

Analýza tepelných procesů při laserovém svařování plastů

Autor: Bc. Martina Benešová

Předložená diplomová práce se zabývá problematikou modelování tepelných procesů při laserovém svařování plastů. V rešeršní části prezentuje autorka současný stav problematiky jak z pohledu experimentálně-materiálového, tak z pohledu modelářského. V metodické části autorka popisuje sestavení skriptu v software COSMOSM a následně tvorbu výpočtů a volbu parametrů v prostředí MATLAB. Výsledková část je dělena na dvě podkapitoly. V první autorka popisuje výsledky modelování prostorového a časového průběhu teploty při svařování modelového systému. Výsledky modelu s výchozími parametry zvolenými v metodické části porovnává s daty z experimentu. Diskutuje vliv jednotlivých vstupních parametrů a hledá kombinaci parametrů vedoucí k nejlepší shodě experimentu a simulace. V druhé podkapitole se zabývá porovnáním simulace intenzity vyzařování z povrchu a rozhraní s experimentálními daty ze dvou různých infračervených kamer. V závěrečné části shrnuje výsledky a odkazuje na vybrané nejlepší parametry. Přílohy práce obsahují záznam sestaveného skriptu a další výsledky pro varianty experimentu, které nebyly klíčové pro diskusi ve výsledkové části.

Práce má typickou strukturu požadovanou pro diplomovou práci obsahuje všechny nezbytné kapitoly. Je přehledně členěná, neobsahuje téměř žádné gramatické chyby. Odkazy na literaturu jsou používány korektně, seznam literatury je zpracován bezchybně a dle normy. Celkově je práce pečlivě zpracována a je na diplomovou práci většího rozsahu (105 stran vč. příloh).

Seznam dílčích nalezených nedostatků a doporučení

- str. 6 – zkratka POM použita bez předchozího vysvětlení
- str. 8 – „kvalita záření“ – v daném kontextu lépe stupeň koherence
- str. 12 – „Na rozdíl od kovů, dochází v určitých teplotních rozsazích ke změnám fází plastů.“
nesrozumitelné a nesouhlasím
- str. 20 – „zespoda“
- str. 44 – „tlustější“
- str. 63 – obr 5.24, popis obrázku je nedostatečný, osy jsou nečitelné
– doporučil bych přidat seznam použitých zkratk

Komentář k formální stránce

Textová část je zpracována pečlivě a je kladen důraz na správný zápis všech veličin a korektní odkazy na jednotlivé obrázky a tabulky. Jako nevhodné mi přijde použití daného typu grafů v celé práci: všechny křivky jsou vykresleny jako symboly propojené čarami. Pro závislosti lišící se často jen v jedné části křivky je zobrazení nepřehledné. Data jsou modelována s jemným krokem, takže by bylo možné a vhodnější využít čárových grafů. Také by bylo možné většinu grafů zobrazit v menší velikosti, než je šířka textové oblasti stránky. Čtenář by tak mohl porovnávat data i mezi jednotlivými vzorky, parametry a podobně. Takto jsou grafy rozprostřeny na několik stran a to ztěžuje orientaci. Legendy některých grafů, zvláště v části 5.2 jsou nepřehledně formulovány, je nutné se detailně se zabývat textem, aby byl graf srozumitelný.

Komentář k výsledkové části

První výsledková část je sepsána přehledně, diskuze výsledků je věcná a vede k posouzení vlivu jednotlivých parametrů. Oceňuji odsunutí podobných výsledků pro více tlouštěk vzorků do přílohové části, tento krok výrazně napomáhá srozumitelnosti a zdůraznění důležitých závěrů. Oceňuji přesnou synchronizaci výsledků simulace a zaznamenaného tavení plastu, považuji daný postup za velmi elegantní. Posouzení jednotlivých parametrů je takřka vyčerpávající.

U části zabývající se simulací intenzity vyzařování se však objevuje řada neobjektivních porovnání, a zavádí se násobení simulovaných a naměřených hodnot konstantami „pro větší přehlednost“, případně aby se křivky „dobře se shodovaly“. Chybí mi detailnější komentář původu těchto konstant a diskuse jejich proměnlivosti napříč diskuzí. Postrádám také objektivnější metodiku porovnání křivek. Věrohodnost závěrů je také snižována nevhodnými formulacemi: „... vynásobeny nějakým koeficientem tak, aby co nejlépe odpovídaly experimentům.“ na str. 81; „Tvar křivek relativně souhlasil...“ str. 87 a podobně.

Dotazy do diskuze

- Jaký vliv mohou mít saze v materiálu na parametry c_p , λ a ρ ? Jaký vliv na výsledky by měla změna těchto parametrů např. o 5 %?
- Proč nebylo možné/vhodné simulovat pálení laseru po dobu 5,3 s, která odpovídá experimentu a místo toho bylo simulováno 5 s? Má tato záměna vliv na výsledky, případně na které?
- str. 68 „...rozvod tepla směrem nahoru nad rozhraní je rychlejší než rozvod tepla do stran vzorku, což je dáno geometrií úlohy a umístěním zdroje ohřevu“ – Prosím o detailnější vysvětlení, nerozumím.
- V úvodní části uvádíte, že absorpce záření s vlnovou délkou okolo 1 μm jsou v použitém plastu absorbovány pouze málo. Dále uvádíte také, že propustnost horního plastu je 18 % a 31 % pro 1mm resp. 2mm destičku. Dokážete odhadnout jaká část energie je odražena zpět a jaká je disipována v materiálu? Jak by to mohl zohlednit model a jak velké chyby se dopouštíme, když se předpokládá ohřev materiálu pouze na rozhraní?
- Jaký vliv na stopu laseru má rozptyl ve vrchním materiálu, tj. bude stopa laseru na rozhraní plastů široká podobně jako na povrchu?
- Prosím, zdůvodněte volbu vyzařujících oblastí v části 5.2. Je možné zanedbat vyzařování vnitřní části polopropustného vrchního plastu?
- Kde se berou normalizační konstanty v části 5.2? Dílčí dotazy: Jaký je prostorový úhel, který snímá kamera? Ovlivní rozptyl v materiálu úhlové rozložení záření vycházejícího z rozhraní svařovaných plastů? Jak fyzikálně vysvětlíte různé kombinace difúzní a přímé propustnosti difúzního rozptylu, které „zapínáte/vypínáte“ v modelu?

Závěrem konstatuji, že cíle práce byly splněny. Diplomovou práci Martiny Benešové **doporučuji** k obhajobě a při úspěšném zodpovězení uvedených dotazů navrhuji hodnocení **výborně**.

V Plzni dne 19. 6. 2018


RNDr. Stanislav Haviar, Ph.D.