

OPONENTNÍ POSUDEK DIPLOMOVÉ PRÁCE

Jméno a příjmení studenta: Bc. Daniel Vojtíšek

Název práce: Vliv geometrie svařovaného tělesa a intenzity odvodu tepla na velikost zbytkových napětí

Vedoucí diplomové práce: Ing. Bc. Martin Švec, Ph.D.

Oponent: Ing. Jiří Čapek, Ph.D.

1. Hodnocení diplomové práce

Hodnocení	výborně	výborně minus	velmi dobře	velmi dobře minus	dobře	neprospěl
Splnění cíle a zadání práce		x				
Kvalita provedené rešerše			x			
Metodika řešení práce			x			
Odborná úroveň práce				x		
Přínos práce a potenciální aplikovatelnost výsledků			x			
Formální a grafická úroveň práce				x		

Hodnocení vyznačte x v příslušném políčku.

Výsledné hodnocení oponenta práce je dáno celkovým subjektivním hodnocením.

Klasifikace práce v bodě 5 je uvedena slovně, ne číselně ani písmenem.

2. Připomínky a komentáře k diplomové práci

Diplomová práce je zaměřena na zkoumání vlivu navařování, geometrie tělesa a intenzity odvodu tepla na velikost a průběhy povrchových zbytkových napětí (ZN). Navařování lze nejen využít k vytvoření 3D struktur, ale v průmyslu i pro výrobu a opravu forem, zápusťek nebo ozubených kol. Formy během své životnosti trpí silným poškozením v důsledku termodynamického namáhání. Proto byly vyvinuty různé způsoby jejich oprav, které jsou levnější než výroba nových forem. Nicméně vnesené teplo během navařování způsobuje deformace a/nebo zhoršení vlastností materiálu (hlavně únavové životnosti). Je proto nanejvýš žádoucí zkoumat vliv vneseného tepla, popř. i geometrie dílu, na stav zbytkové napjatosti, které je jedním z parametrů ovlivňující únavovou životnost.

Práce je rozdělena do teoretické (rešeršní) a experimentální části. V rešeršní části jsou detailně popsány pasáže: svařování/navarování, ZN generována při svařování a teorie analýzy ZN. Kladně hodnotím snahu vše důkladně popsat, i když v některých pasážích je příliš informací a pro experta v oboru ne moc vhodně formulovaných.

Pro analýzu vzorků byly zvoleny: chemická analýza, tahová zkouška, tvrdost, strukturní analýza, EBSD a hlavně tenzometrická rtg analýza ZN. Výběr analýz považuji za dostatečný a vhodně zvolený, nicméně bych očekával větší provázanost výsledků. V diskuzi byly detailně komentovány vlivy vneseného tepla, fixace vzorku a pro zkoumání vlivu geometrie tělesa na povrchový stav zbytkové napjatosti byly porovnávány tloušťky. Postrádal jsem graf a komentář k vlivu šířky tělesa, popř. objemu na stav ZN. Byla provedena i analýza vlivu žihání na relaxaci ZN celého tělesa. Osobně by mi přišlo zajímavé žihat návar lokálně, mít asymetrickou geometrii, např. návar v 2/3 šířky desky, popř. porovnat MAG a laserového navařování.

K diplomové práci mám zejména následující připomínky a komentáře:





- Název práce obsahuje slovo „svařování“, ale je zaměřena na navařování. V textu se často tyto dvě technologie zaměňují.
- Potřeba sjednotit terminologii! Např. výrazy pnutí vs. ZN vs. vnitřní napětí jsou často zaměňovány. Terminologie je navíc přejímána z více zdrojů, např. skripta od Neumanna a od Krause. Pro rtg difrakci bych doporučovat používat terminologii od experta na rtg difrakci, tzn. Krause např.:
 - ZN se neměří, ale analyzují, určují, počítají apod.,
 - definice druhů ZN,
 - odbourávání, snížení ZN vs. relaxace,
 - ZN pohybující se kolem nuly vs. v rámci experimentální chyby nulová/nevýznamná.
- U grafů postrádám experimentální chyby. Když se poté diskutuje rozdíl ZN, nelze posoudit, zda nejsou rozdíly v rámci této chyby. Experimentální body se spojují rovnou čarou – nesplňovat!
- Použitý stejný symbol ϵ jak pro poměrné prodloužení, tak pro mřížkovou deformaci.
- CITACE!! Máte špatně odcitovaný obr. 2.4. Text popisující obr. 2.3. je defacto lehkou re-formulací textu z [2], který navíc není ani odcitován. Nedodržení normy v Seznamu použité literatury.
- Nepřesné překreslení obr. 2.5, 2.7 a chyba v rovnici 2.5.
- Celkem častý nešvar je, že se použije nepřesná terminologie a o řádek níže je již správná, např. odraz vs. rozptyl jako definice difrakce.
- Obrázky použitých přístrojů (pokud vůbec použít tak) je třeba v lepší kvalitě. Graf 3.9 je zbytečný – nepřehledný.
- Veliká škoda je množství výsledků z EBSD analýzy, kde byl komentován a ještě navíc nepřesně efekt zjemnění zrna v TOO.
- Vcelku nešťastně volené grafy tvrdosti. Na grafu je vidět zvláštní pokles tvrdosti v TOO, který je ovšem pouze důsledkem místa vpichu nad a pod rovinou ostatních.
- Diskuze, zaměřená „pouze“ na zbytková napětí, působí těžkopádným stylem, čtenář se musí často velmi soustředit, aby porozuměl obsahu. Jednodušší, a daleko lépe čitelnější, by byla diskuze s větší provázaností s jinými experimentálními analýzami.
- Závěr obsahuje „pouze“ 6 konstatování z nichž 2 jsou terminologicky nepřesné a 2 jsou předmětem dotazu.

3. Otázky k diplomové práci

Vzhledem k většímu počtu nedostatků mám na studenta následující dotazy:

1. Experimentální parametry difrakčních měření uvedené v kap. 3.4 jsou nekompletní. Chybí informace o rtg rovinách hkl, použitých elastických konstantách, směru analýzy vzhledem ke geometrii vzorků, metodě určení difrakčního úhlu a metodě výpočtu zbytkových napětí. Doplňte.
2. Jak by obecně vypadal průběh povrchových zbytkových napětí (ZN) v závislosti na vzdálenosti od návaru ve směru příčném? Jaký efekt (krom teplotního) by pro feritické oceli převládal? Proč byly analyzovány ZN pouze ve směru podélném?
3. Pokud by vyšlo ZN větší než $R_{p0,2}$, popř. R_m , jak byste tento jev vysvětlil?
4. Jakých hodnot budou nabývat ZN, pokud bychom sečetli ZN přes celý objem (popř. ozářili celý objem vzorku) a proč?
5. Je zmíněno, že přesnost a spolehlivost určení ZN klesá s rostoucí velikostí zrn a vznikem textury, proč? Jelikož byl výchozí materiál válcován, byl tento efekt pozorován?
6. Píšete, že při rychlejšímu ochlazení vzniká více bainitu. Jaká je tedy ta další fáze, popř. její kvantifikace; není nikde zmíněna.
7. „U návaru na okraji desky byl očekáván pokles zbytkových napětí, způsobený efektivnějším odvodem tepla sáláním nežli na středu desky“. Tato věta zní jako kdyby odvod tepla kovem byl méně efektivní, než sáláním. Vypočítejte/porovnejte teplo přenesené za jednotku času vedením s teplem emitované plochou (sáláním).
8. ZN nemají vliv na velikost zrna! Jak tedy vysvětlíte efekt zjemnění zrna v TOO?



4. Vyjádření oponenta, zda diplomová práce splňuje požadavky na udělení akademického titulu a zda je doporučena k obhajobě

Přestože předkládaná práce by si, pro naplnění potenciálu, vyžádala ještě delší čas na pečlivější sepsání a analýzu výsledků, splňuje nároky kladené na diplomovou práci a **doporučuji k obhajobě**.

5. Klasifikace oponenta diplomové práce

Vzhledem k většímu počtu chybných formulací a formálním chybám navrhuji známku **velmi dobře minus**.

V závislosti na průběhu obhajoby a reakcích na dotazy může být známka upravena.

V Praze, dne 6. 6. 2022

.....
podpis oponenta diplomové práce

