

I. IDENTIFIKAČNÍ ÚDAJE

Název práce:	Vlastnosti kované slitiny AlMgSi
Jméno autora:	Veronika Kozáková
Typ práce:	bakalářská
Fakulta/ústav:	Fakulta strojní (FS)
Katedra/ústav:	Ústav materiálového inženýrství
Oponent práce:	Dr. Ing. Petr Starka
Pracoviště oponenta práce:	Strojmetal aluminium forging, s.r.o

II. HODNOCENÍ JEDNOTLIVÝCH KRITÉRIÍ

Zadání	náročnější
<i>Hodnocení náročnosti zadání závěrečné práce.</i>	
<p>Předkládaná diplomová práce se zabývá hodnocením vlivu typu výchozího materiálu (litý/lisovaný) a jeho následné deformace na výsledné mechanické a strukturní vlastnosti hliníkových slitin.</p> <p>I přes dlouholeté používání lisovaných polotovary (tyčí) k výrobě zápusťkových výkovků, je stále možné při použití v technické praxi nalézt ne zcela zmapované oblasti. Se zaváděním polotovary vyráběných moderními technologiemi se pak množství témat vyžadujících bližší poznání dále zvětšuje.</p> <p>Pro rutinní technické použití má pak většina takovýchto nových poznatků významný přínos a pomáhá šetřit vytížené podnikové kapacity.</p> <p>Základním předpokladem zde vždy musí být důkladné teoretické a následné experimentální šetření.</p> <p>Zadání práce hodnotím jako náročné a zcela s potřebami a požadavky výroby.</p>	

Splnění zadání	splněno
<i>Posuďte, zda předložená závěrečná práce splňuje zadání. V komentáři případně uveďte body zadání, které nebyly zcela splněny, nebo zda je práce oproti zadání rozšířena. Nebylo-li zadání zcela splněno, pokuste se posoudit závažnost, dopady a případně i příčiny jednotlivých nedostatků.</i>	
<p>Předkládaná práce splňuje svým obsahem i rozsahem zvolené zadání.</p> <p>Všechny body zadání (zásady pro vypracování) byly řádně v práci splněny.</p> <p>S ohledem na teoretické zaměření studia je v rešeršní části práce vhodně popsán základní pohled na technologii tváření a detailněji pak rozvedeny jednotlivé deformační a odpeňovací mechanismy.</p> <p>Rovněž experimentální část je vedena vzhledem k tématu práce správně (použitá metodika zkoušek, vyhodnocování výsledků).</p> <p>V závěru práce je názorně a za použití odpovídající grafiky (sloupcové grafy) provedena prezentace dosažených výsledků a jejich srovnání.</p>	

Zvolený postup řešení	správný
<i>Posuďte, zda student zvolil správný postup nebo metody řešení.</i>	
<p>Zvolený způsob řešení jak v teoretické, tak i v experimentální části byl adekvátní zkoumané problematice a svědčí o porozumění základním pravidlům sledované problematiky.</p> <p>Teoretické část práce byla vzhledem k určení práce správně zaměřena do oblasti tvářecích a odpeňovacích pochodů u hliníkových slitin. Výběr a zpracování teoretických podkladů je dobře použitelný pro interpretaci získaných experimentálních výsledků</p> <p>V experimentální části je prezentován poměrně hutný blok výsledků a je nutné ocenit jejich značný rozsah. Velmi dobrý je grafický způsob jejich prezentace umožňující jejich přehledné srovnání.</p> <p>Návrh experimentů a jejich následné laboratorní vyhodnocení, je celkově na velmi slušné úrovni a odpovídá požadavkům současné praxe</p>	

Odborná úroveň

B - velmi dobře

Posuďte úroveň odbornosti závěrečné práce, využití znalostí získaných studiem a z odborné literatury, využití podkladů a dat získaných z praxe.

Odborná úroveň práce je na adekvátní úrovni.

Vzhledem k zaměření práce jsou v teoretické části popsány základní deformační mechanizmy a mechanizmy odpevňovací. Pozornost je věnována také procesům vytvrzovacím s důrazem na mechanizmy, které se uplatňují u sledovaných slitin hliníku.

Všechny použité teoretické podklady včetně odkazů je možné přímo použít k vysvětlení získaných experimentálních výsledků

Vysokou úroveň je potřeba ocenit u experimentální části práce.

Získané výsledky byly dosaženy za použití vhodných laboratorních postupů.

Díky použitým technikám a způsobu hodnocení je možné na tyto výsledky kdykoliv navázat a rozšířit je.

Vyhodnocení získaných výsledků je velmi příhodně zpracováno ve formě grafů. Přínosné jsou rovněž srovnávací grafy mezi jednotlivými variantami vzorků/parametrů.

Z hlediska věcné správnosti bych měl k práci následující připomínky:

1. V textu se vyskytuje pojem přetlakové horizontální lití. Užití termínu přetlakové však u dané technologii není zcela přesné
2. V úvodu práce a následně v některých dalších bodech (2.4.2) se objevuje definice tváření za studena pro oblast tvářecích teplot 0,35-0,45 Tt. V této oblasti jde však o standardní tváření za tepla.
3. Bod 2.2.3 - zpevnění u tepelně nevytvzrovaných slitin se dosáhne pouze tvářením za studena?(jiné mechanizmy zpevnění?)
4. Bod 2.3 - obsahy legujících prvků odpovídají spíše slitinám licím
5. Bod 2.4.1- stárnutí je zde určeno jako nejvýznamnější část procesu tepelného zpracování. Dle praktických zkušeností se však možná významnějším jeví fáze rozpouštěcího žihání. Bez jeho řádného provedení není za žádných podmínek stárnutí možno dosáhnout požadovaných mechanických vlastností.
6. Bod 2.5.1- formulace...zotavením se rozumí tepelná úprava.... (Zotavení je část procesu odpevnění)
7. Bod 2.5.2 - rekrytalizace probíhá při teplotě 0,35-0,45Tt (srovnej s bodem 2.4.2)
8. Strana 22-23 - faktory ovlivňující rekrytalizaci – vliv rychlosti ohřevu ???, vliv druhu materiálu – celková srozumitelnost textu?
9. Bod 3 - krystaly intermetalické fáze??
10. Bod 3.2 - slitiny 6xxx by měly být uvedeny jako typické s umělým stárnutím
11. Bod 4.2 - do úvodu vhodné uvést odkaz na CSN EN normu pro zkoušku tahem CSN EN 6892
12. Bod 5.2.1 - chybí poloha odběru tahové tyče
13. Bod 5.2.5 - smluvní mez pevnosti v kluzu....(uváděno i dále v textu) - správně smluvní mez kluzu
14. Bod 5.3 - není stanoveno místo odběru vzorku (definice jádro/povrch vzorku)
15. Některé obrázky struktur nejsou zcela vypovídající (přepleťáno) – např. obr.12 pro litý stav
16. Formulace v závěrech práce: ...hrubozrnnou vrstvu, která se během precipitačního vytvrzování zvětšuje... myšleno při rozpouštěcím žihání? V průběhu stárnutí již k dalšímu růstu nedochází

Formální a jazyková úroveň, rozsah práce

A - výborně

Posuďte správnost používání formálních zápisů obsažených v práci. Posuďte typografickou a jazykovou stránku.

Celkově je práce jak ve své teoretické tak i v experimentální části strukturována správně a odpovídá zadání a programu práce.

Jazyková stránka textu je rovněž na vysoké úrovni.

Drobnější připomínky bych měl k:

1. Bod 2.1, vhodné použít odkaz na normu EN 573 1-3 popisující systematiku třídění a názvosloví slitin hliníku
2. Bod 2.2.2, jako nejpoužívanější evropskou slitinu bych uvedl zkoumanou EN AW 6068 a nikoliv 6061
3. Bod 2.2.2, formulace: ...je možné dosáhnout méně rovnovážného stavu struktury a tím i požadované vyšší pevnosti...

4. Bod 4.2.2, formulace ... rychlost natahování vzorku je předepsána a celá zkouška dle normy...
5. Bod 5.1, chybí vzorec výpočtu velikosti deformace

Výběr zdrojů, korektnost citací

A - výborně

Vyjádřete se k aktivitě studenta při získávání a využívání studijních materiálů k řešení závěrečné práce. Charakterizujte výběr pramenů. Posuďte, zda student využil všechny relevantní zdroje. Ověřte, zda jsou všechny převzaté prvky řádně odlišeny od vlastních výsledků a úvah, zda nedošlo k porušení citační etiky a zda jsou bibliografické citace úplné a v souladu s citačními zvyklostmi a normami.

Vzhledem k zaměření práce do oblasti tváření hliníkových slitin je výběr informačních zdrojů adekvátní.

Citace jsou řádně uvedeny a odlišeny o vlastních výsledků

Drobná připomínka k uvedení citací u parametrů ovlivňujících odpevnění s. 22-23 (není jasné zda všechny parametry jsou citovány z jednoho či více zdrojů)

Další komentáře a hodnocení

Vyjádřete se k úrovni dosažených hlavních výsledků závěrečné práce, např. k úrovni teoretických výsledků, nebo k úrovni a funkčnosti technického nebo programového vytvořeného řešení, publikačním výstupům, experimentální zručnosti apod.

Práce vykazuje v obou svých částech velmi slušnou úroveň.

Smysluplná a věcná správné je jak teoretická příprava, tak i navržení experimentů a jejich vyhodnocení.

Z praktického hlediska jsou zajímavé a přínosné výstupy z měření tvrdostí a mikrotvrdostí v jádře a povrchových vrstvách a jejich srovnání pro oba typy použitých materiálů

III. CELKOVÉ HODNOCENÍ, OTÁZKY K OBHAJOBĚ, NÁVRH KLASIFIKACE

Shrňte aspekty závěrečné práce, které nejvíce ovlivnily Vaše celkové hodnocení. Uveďte případné otázky, které by měl student zodpovědět při obhajobě závěrečné práce před komisí.

Jak již bylo opakovaně konstatováno v bodech hodnocení uvedených výše, splňuje hodnocená práce dle názoru hodnotitele po všech stránkách požadavky kladené na bakalářskou práci.

V teoretické části jsou představeny základní deformační mechanismy a popsán principy procesů odpevňovacích. S ohledem na v experimentu použitou hliníkovou slitinu, jsou rovněž vhodně zmíněny mechanismy precipitačního vytvrzování.

Část praktická /experimentální byla velmi dobře připravena jak z pohledu návrhu experimentu tak i jeho vyhodnocení.

Získané poznatky lze plně použít jako podklady při interpretaci reálných tvářecích procesů.

Potvrzeny byly předpoklady o různé deformační odezvě litých a lisovaných polotovarů (vyšší odolnost litého materiálu procesům hrubnutí zrna).

Zajímavé výsledky pak přineslo studium jednotlivých resp. složených deformací (popis vlivu rozložení deformace na mechanické a strukturní vlastnosti).

Zajímavé jsou i výsledky měření tvrdostí (u obou typů polotovarů se zásadně neliší hodnoty v jádře a povrchové vrstvě)

Doplňující otázky:

Práce je věnována popisu strukturně mechanické odezvy litého a lisovaného materiálu na procesy tváření a tepelného zpracování .

Ze získaných výsledků je patrná řada tendencí a zákonitostí.

Rád bych v této souvislosti položil následující doplňující otázky, k jejichž objasnění poskytuje práce potřebné podklady:

1. V závěrech práce je konstatováno, že u lisovaných polotovarů se šířka hrubozrnné vrstvy v průběhu precipitačního vytvrzování zvětšuje. Vezmeme – li vytvrzovací proces jako složený (rozpouštěcí žihání + stárnutí), pak v jaké jeho části (oblasti teplot) může k tomuto nárůstu docházet?
2. Čím je způsobena odolnost litých polotovarů procesům růstu zrna? (nehrubnou...)
3. Jak by mohl být vysvětlen poznatek o prakticky stejných hodnotách tvrdosti v jádru vzorků a hrubozrnných vrstvách, z hlediska uplatňujících se mechanismů zpevnění?

Předloženou závěrečnou práci hodnotím klasifikačním stupněm **B - velmi dobře.**

Datum: 29.1.2020

Podpis: Petr Starka

