

I. IDENTIFIKAČNÍ ÚDAJE

Název práce:	Strukturální charakteristiky slitiny 6082 v podmínkách kování
Jméno autora:	Ondřej Krejčí
Typ práce:	bakalářská
Fakulta/ústav:	Fakulta strojní (FS)
Katedra/ústav:	Ústav materiálového inženýrství
Oponent práce:	Vladivoj Očenášek
Pracoviště oponenta práce:	SVÚM a.s.

II. HODNOCENÍ JEDNOTLIVÝCH KRITÉRIÍ

Zadání	náročnější
<i>Hodnocení náročnosti zadání závěrečné práce.</i>	
<p>V současné době se jako vstupní polotovary pro zápusťkové výkrovky ze slitiny EN AW 6082 používají za tepla lisované tyče. V posledních letech je snahou použít jako vstupní materiál kontinuálně lité tyče. To přináší řadu ekonomických výhod ale současně i poměrně zásadní změnu technologie výroby a tím i změny struktury a vlastností výkrovků. Pro průmyslové využití kontinuálně litých tyčí na výkrovky je proto potřeba provést nejen řadu kovacích zkoušek ale i řadu poloprovozních a modelových deformačních zkoušek. Cílem bakalářské práce bylo provést strukturální analýzy slitiny 6082 po modelových deformačních zkouškách pýchováním. Tyto deformační zkoušky tvořily základ dalších studentských prací, na jejichž výsledcích byla stavěna i předkládaná bakalářská práce. Práce byly soustředěny na náročné analýzy struktury metodami elektronové mikroskopie (EBSD analýza, EDS analýza, analýza lomových ploch).</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>Cílem práce bylo v závislosti na velikosti a způsobu deformace a tepelného zpracování charakterizovat metodou zpětně odražených elektronů strukturu zrn a jejich orientaci. Pomocí lokální chemické EDS analýzy bylo dalším cílem charakterizovat složení fází, které se v lité, deformované a tepelně zpracované struktuře vyskytují. Součástí analýz bylo i vyhodnocení morfologie lomových ploch po zkoušce tahem.</p> <p>Zadání práce bylo splněno. Dosažené výsledky dobře charakterizují strukturu modelových výkrovků připravených metodou HCM z kontinuálně litých tyčí.</p>	

Zvolený postup řešení	správný
<i>Posuďte, zda student zvolil správný postup nebo metody řešení.</i>	
<p>Zvolený postup řešení a použité metody navazovaly na poloprovozní deformační zkoušky. Použité experimentální metody byly adekvátní řešenému problému. Použité moderní strukturální metody na analýzu lité a tvářené struktury odpovídají požadavkům na detailní informace, které je nutné získat pro hodnocení technologického postupu výroby výkrovků z litých tyčí.</p>	

Odborná úroveň	B - velmi dobře
<i>Posuďte úroveň odbornosti závěrečné práce, využití znalostí získaných studiem a z odborné literatury, využití podkladů a dat získaných z praxe.</i>	
<p>Práce svědčí o zvládnutí zadaných cílů, které se týkaly strukturálních analýz lité, tvářené a tepelně zpracované slitiny hliníku EN AW 6082. Seznam použité literatury pokrývá obory související s řešenými problémy. Zvládnutí řešené problematiky svědčí o využití poznatků ze studia a literárních podkladů.</p>	

Formální a jazyková úroveň, rozsah práce	A - výborně
<i>Posuďte správnost používání formálních zápisů obsažených v práci. Posuďte typografickou a jazykovou stránku.</i>	
<p>Bakalářská práce je zpracována přehledně. Po jazykové, obsahové a grafické stránce nemám podstatné připomínky. Výsledky strukturálních analýz jsou na vysoké úrovni. Rozsah práce odpovídá cílům práce a dosaženým výsledkům.</p>	

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.

Uvedené literární prameny jsou v souladu s tématem řešení a v teoretické i experimentální části práce byly pro interpretaci výsledků využity. Citace jsou uváděny korektním způsobem. Vzhledem k tomu, že využití kontinuálně litých tyčí pro výkovky je poměrně nová technologie, je četnost literárně dostupných výsledků z hodnocení struktury a vlastností takto vyrobených výkovků poměrně malá.

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.

Dosažené výsledky strukturních analýz dobře charakterizují stavy lité a tvářené struktury. Použité metody vyžadují dobré znalosti elektronové mikroskopie a metodiky vyhodnocování výsledků. Autor musel rovněž zvládnout přípravu vzorků pro tyto analýzy.

Formální připomínky k teoretické části práce:

- První odstavec na straně 14: Slitina 6082 má vyšší obsah legujících prvků Mg a Si (viz. Tab. 3 na stejné straně), proto ji nelze po rozpouštěcím žihání ochlazovat volně na vzduchu (správně je uvedeno v Tab. 4).
- Vzhledem k tomu, že se jedná o slitinu 6082, mohla být zmíněno v technologii výroby výkovků běžně používané tepelné zpracování na stav T5, tj. ochlazení z teploty tváření bez nutnosti využití separátního rozpouštěcího žihání (T6).
- V souvislosti s využíváním označení TX pro různé stavy tepelného zpracování mohla být v teoretické části uvedena tabulka s uvedením specifikací pro stavy T0 až T9.
- „Neobratné vyjádření: str. 19 „Rekrytalizačním žiháním se rovněž **může** měnit velikost zrna, zrno se obvykle **zjemňuje**“.
Rekrytalizačním žiháním se mění zrno vždy, a to z tvářeného na rekrytalizované. Velikost rekrytalizovaného zrna závisí na použitých parametrech žihání.
- Příliš velké částice: „Nejvíce brzdí fázi hrubnutí zrna částice o velikosti přibližně **50 μm**“.

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.

Práce se zabývá tvářením kontinuálně litých tyčí metodou HCM z vytvrzovatelné slitiny EN AW 6082.

Jedná se inovativní přístup k výrobě výkovků, kdy lisovaná tyč je nahrazena tyčí litou. Možnost výroby zápusťkových výkovků z kontinuálně litých tyčí ze slitin typu Al-Mg-Si je z hlediska ekonomického velmi výhodná. Dosažené výsledky jsou přínosem v oblasti analýz lité struktury a vlivu tváření a tepelného zpracování na litou a nehomogenizovanou strukturu. Mezi důležité výsledky patří zejména to, že i při deformacích 20+40% a teplotě rozpouštěcího žihání kolem 530°C (která je mnohem větší než rekrytalizační teplota) nedochází k rekrytalizaci, ale pouze k zotavení. To zásadním způsobem odlišuje výkovky tvářené z lisovaných tyčí od tyčí kontinuálně litých.

K výsledkům a vlastní práci mám pro obhajobu tyto dotazy:

- Může se použít žihání na odstranění vnitřních napětí u slitiny EN AW 6082?
- Ovlivňují se vzájemně u slitiny 6082 precipitace a rekrytalizace (odst. 5.2.3.2)
- Čím lze vysvětlit skutečnost (str. 38), že u vzorků tepelně zpracovaných vymizel dendritický charakter struktury?
- Čím lze vysvětlit nelogický závěr, že tepelným zpracováním se zmenšila velikost zrna, když nedošlo k rekrytalizaci?

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

Datum: 24.8.2021

Podpis: