

I. IDENTIFIKAČNÍ ÚDAJE

Název práce:	Povrchové kalení vybraných litých slitin železa
Jméno autora:	Jan Stoudek
Typ práce:	bakalářská
Fakulta/ústav:	Fakulta strojní (FS)
Katedra/ústav:	Ústav materiálového inženýrství
Oponent práce:	Doc. Ing. Antonín Mores ,CSc
Pracoviště oponenta práce:	Ústav strojírenské technologie FS ČVUT v Praze

II. HODNOCENÍ JEDNOTLIVÝCH KRITÉRIÍ

Zadání	náročnější
<i>Hodnocení náročnosti zadání závěrečné práce.</i>	
<p>Zadání je dosti rozsáhlé, zahrnuje rešeršní část, lze říci obecnou, ale vztahující se postupně k povrchovému kalení grafitických litin, to je litiny s lupínkovým grafitem (LLG) a litiny s kuličkovým grafitem (LKG) s cílem připravit teoretické podmínky pro povrchové laserové kalení. Po zhodnocení všech rešeršních pramenů spočíval hlavní úkol v provedení časově velmi náročných zkoušek s průběhem tvrdostí na vybraných vzorcích v litém stavu a rovněž po izotermickém kalení. Tvrdost byla po laserovém povrchovém kalení zjišťována ve směru od povrchu vzorku směrem ke středu. Navíc byla prověřena struktura ve zjištěných vrstvách směrem od povrchu ke středu vzorků.</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>Předložená práce splňuje zadání. Hlavním cílem bylo zjištění, jaké se dosáhnou povrchové tvrdosti po laserovém povrchovém kalení a do jaké hloubky je ovlivněna tvrdost se zjištěním průběhu tvrdostí. Navíc provedení strukturálních snímků s jejich vyhodnocením. Zadání bylo splněno, v oblasti tepelného zpracování mohla být více zpracována část, do které patří ausferitické litiny s kuličkovým grafitem dle ČS EN 1563, (používá se i název ADI), která se získá izotermickým kalením LKG dostatečně rychlým ochlazením nad iniciační teplotu martenzitu. Je nutné dodat, že úkol spočíval i v povrchovém laserovém kalení izotermicky kalené LLG a rovněž LKG s legujícími prvky, které zvyšují obsah perlitu. Pro tyto druhy LLG a LKG izotermicky kalené zatím nebyly vydány EN</p>	

Zvolený postup řešení	správný
<i>Posuďte, zda student zvolil správný postup nebo metody řešení.</i>	
<p>Student zvolil správný postup řešení, přesně popsal problematiku různých druhů litin, s různým tvarem grafitu a jeho hodnocení. Lze dodat, že v současnosti již nenazýváme druh litiny s "vločkovým grafitem", je tím myšlena temperovaná litina. Totéž platí pro litinu s "červíkovým grafitem". Nová ČSN EN používá již vžitý název- litina s vermikulárním grafitem. Jako zvláštní druhy litin z hlediska provozní praxe a značení v technické dokumentaci, lze těžko nazývat další druhy litin, jako litiny cementitické, bílé a litiny tvrzené.</p> <p>Přehledně jsou zpracovány kapitoly o tvrdostech a jejich prověřování. Kladně je možno hodnotit dobře a přehledně zpracované kapitoly o laserovém povrchovém kalení, jeho podrobné srovnání s indukčním povrchovým kalením a dříve používaném povrchovém kalení pomocí plamene. Správné a výstižné je zařazení kapitol o měření mikrotvrdosti, v praktické části ale mohlo být lépe zdůvodněno, vysvětleno a popsáno. Postup provádění zkoušek byl správný, to je nejdříve hodnocení povrchového laserového kalení běžné LLG, pak tentýž materiál ze stejné tavby, ale izotermicky tepelně zpracovaný, další vzorky byl prověřeny podle vzorků, které byly k dispozici, to je pouze po izotermickém tepelném zpracování.</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.

Úvod o litinách je dobře zpracován, lze říci, že vypovídajícím a podrobným způsobem. Ke kapitole "Chemické složení litin" mohlo být uvedeno běžné chemické složení LLG a LKG, vliv na grafitizaci, obsahy základních prvků C, Si, Mn, P, S. Tím i důvod, proč vzorky jsou legovány prvky Sn, Cu, Ni. Legování litin je zpracováno v dostačujícím rozsahu.

Pouze poznámka:

LLG legované Al se již v ČR prakticky nevyrábějí - je to značně obtížné a snad i zbytečné, dříve se tato LLG vyráběla z důvodu nedostatku legujících, tehdy drahých legur. Kapitola "Tepelné zpracování litin" je zpracována poměrně krátce. Údaje zde uvedené jsou správné, ale pro praktickou část práce je velmi důležité izotermické tepelné zpracování. Určitě to mělo být popsáno v kapitole 3.3 daleko podrobněji a výstižněji. Tepelné zpracování LLG se již ve slévárnách prakticky neprovádí, pouze obráběcí provozy po odstranění první vrstvy přídavků provádějí žíhání na odstranění vnitřního pnutí. U odlišků z LKG se provádí tepelné zpracování pouze tehdy, když není dodrženy přesný požadovaný druh LKG. V předložené práci je správně velmi dobře popsáno povrchové kalení s hlavním důrazem na laserové povrchové kalení, jeho druhy a možnosti. Zkoušky tvrdosti jsou rovněž přehledně zpracovány, určitě měla být jako hlavní pozornost věnována zkouškám mikrotvrdosti. V praktické části měl student k dispozici 5 vzorků ze tří taveb s uvedeným chemickým složením. Vzorky byly připraveny pro prověrku tvrdostí pomocí rozbrušovací pily, leštičky, mikroskopu. Příprava vzorků byla provedena velmi pečlivě, totéž platí i pro vlastní měření tvrdostí, kterých bylo provedeno až příliš mnoho. Přímé měření tvrdostí je vhodné podrobněji vysvětlit - viz obr. 19. Snímky struktur jsou ve výborné kvalitě, průběhy tvrdostí také vypovídající.

Pro studenta doporučení:

Každý obrázek musí být jasně popsán např.: Obr. 20 – vzorek č.1, materiál EN- GJL-200, laserově kalený povrch.

Nesmí se stát, aby různé obrázky měly naprosto shodný text. - viz obr. 27 a obr. 28.

Diskuze výsledků správně vyhodnotila dosažené výsledky: Izotermicky kalené LLG a LKG dosáhly podstatně vyšší hloubky povrchové zakalené vrstvy, což při vysokých hodnotách jádra jsou vynikající výhodou - vyšší odolnost proti opotřebení při výborných vlastnostech jádra.

Formální a jazyková úroveň, rozsah práce

B - velmi dobře

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

Práce je dobře zpracována, student se umí vyjadřovat jasně a zřetelně bez jazykových chyb

Je nutno věnovat velkou pozornost popisu obrázků, více používat tabulky. Z tabulky 2 nelze poznat, že byly prověřovány stavy EN GJL 200, EN GJL-200 AGI dvakrát, EN GJL-250 AGI a EN GJS-700 CuNi ADI.

Výběr zdrojů, korektnost citací

C - dobře

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.

Student prostudoval doporučenou literaturu, uměl si vybrat správné základní údaje. Navíc získal další údaje, hlavně z oblasti využití laserů v průmyslové praxi. Je nutno podotknout, že v oblasti povrchového laserového kalení čerpáme hlavně z literatury od čínských autorů, kteří na podobná témata provádějí různé konference. Těchto odkazů mohlo být více. O povrchovém laserovém kalení izotermicky kalené LLG však literární odkazy téměř nejsou.

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.

Viz doplňující otázky v Celkovém hodnocení. Student provedl velmi náročná měření, získal zajímavé, lze říci výborné výsledky. Student musí pro příště dbát na jasné a přehledné tabulky a rovněž na správné a jednoznačné texty k obrázkům.

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.

Bakalářská práce studenta Jana Stoudka z hlediska vypracování plně splňuje kriteria zadání. Práci hodnotím kladně, splňuje a ve výsledku dokonce překračuje nároky na běžnou bakalářskou práci. Je nutné zdůraznit, že z hlediska náročných měření, provedení snímků struktur a vyhodnocení se jedná o práci dosti náročnou. Doplňující otázky k odpovědi při bakalářské zkoušce:

- 1) ČSN EN 1561 (pro LLG) a ČSN EN 1563 (pro LKG) neuvádějí chemické složení -jaké jsou obvyklé obsahy C, Si, Mn, P, S pro oba druhy materiálů?
- 2) Tepelné zpracování litin – jaká případně přicházejí v úvahu pro LLG, LKG
- 3) Popište izotermické kalení LKG, proč se tato litina nazývá "Ausferitická litina s kuličkovým grafitem"? (ČSN EN 1564)

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

Datum: 26.8.2021

Podpis: doc. Ing. Antonín Mores, CSc