

Recenze diplomové práce

Diplomant: **Bc. Ondřej Řídký**

Téma: **Litina s kuličkovým grafitem s vyšším obsahem Si**

Studijní program N2301 : Strojní inženýrství

Studijní obor: 2303T002 Strojírenská technologie

Zaměření: Strojírenská metalurgie

Vedoucí diplomové práce: Prof. Ing. Iva Nová, CSc.

Recenzent: Doc. Ing. Antonín Mores, CSc.

Úvod:

V poslední době došlo k prudkému nárůstu automobilového průmyslu, což platí výrazně pro Českou republiku a rovněž pro Slovenskou republiku. Je známo, že nové automobily obsahují stále více komponentů z plastů a rovněž odlitků ze slitin zinku a hlavně ze slitin hliníku. Přesto zůstává velký podíl odlitků ze slitin železa, hlavně z litiny s kuličkovým grafitem (LKG). Jedná se o odlitky klikových hřídelů, diferenciálů, nábojů kol, brzdových systémů atd. V automobilovém průmyslu jsou na odlitky z LKG stále vyšší požadavky, které jsou často protichůdné. Je vyžadována vysoká pevnost v tahu R_m při současné poměrně nízké tvrdosti, s malými rozptyly tvrdosti jednotlivých míst a vždy je vyžadována dobrá obrobitelnost. Těmto požadavkům dosti odpovídá LKG se zvýšeným obsahem Si, což zaručuje hlavní požadavek, kterým je velmi malý rozdíl tvrdosti v jednotlivých místech odlitků, bez zřetele na rozdíly v tloušťkách stěn. Litina s vysokým obsahem Si svými vlastnostmi je umístěna mezi značky EN- GJS 400-15 a EN- GJS 500-7.

Teoretická (rešeršní) část práce.

Tato část práce je dobře a logicky zpracována a začíná správně rozdělením různých druhů litin. Zde bych podotknul k tabulce 2.3, že litina s lupínkovým grafitem (LLG) s $R_m = 100\text{--}200\text{MPa}$ není čistě feritická, ale při $R_m = 200\text{MPa}$ je převážně perlitická. Přehledně a dobře je zpracována kapitola 2.3.1, která popisuje vznik kuličkového grafitu. To platí i pro vliv prvků, pouze mám připomínku, že obsah Cu pod 0,03% se mi zdá příliš nízký. K obsahu bych dodal, že v současné době známé automobilky vyžadují obsah $P_{\max}$ 0,05%, což je často i požadavek pro obsah P v surovém železe.

Kapitola o kovové matici je rovněž dobře, lze říci učebnicově zpracována, což platí i pro kapitolu 2.6 „Tepelné zpracování litiny s kuličkovým grafitem“. Zde bych chtěl podotknout, že tepelné zpracování u odlitků z LKG se již prakticky neprovádí, neboť čistá kovová vsázka již umožňuje bez žihání dosáhnout u odlitků feritickou strukturu s vysokou tažností. Odlitky z ADI se pochopitelně, jak diplomant správně uvedl, musí izotermicky zušlechťovat.

Poznámka:

V této kapitole je dosti pravopisných chyb (banit, martenzitické klení)

K vsázkovému materiálu bych chtěl podotknout, že surové železo SORELMETAL je vhodné surové železo pro feritické druhy LKG, ale je cenově dražší než běžná surová železa pro výchozí vsázku LKG.

Kapitoly o modifikaci, způsobech modifikování, očkování jsou přehledné, čtivé a dobře zpracované. Za vhodné je uvedení výsledků pokusů s LKG s vyšším obsahem Si, které se dosáhly ve Švédsku, kde poprvé byly provedeny důkladné zkoušky s tímto materiálem. Velmi malý rozptyl tvrdosti je typický u tohoto materiálu, což platí i pro výborné výsledky, které nejsou příliš ovlivněny tloušťkou stěn odlitků. Jedinou nevýhodou tohoto materiálu je prudký

pokles hodnot nárazové práce u nízkých (záporných) teplot (hlavně při teplotách -20°C), správně diplomant poukazuje na skutečnost, že je nutné dodržovat nízké obsahy P.

Experimentální část

U složení vsázky experimentálních taveb je zřejmé, že použití vratu je výhodné pro dosažení vyšších obsahů základních prvků C a Si. Použitím vratu se rovněž snižují vsázkové náklady. Modifikátor KVZ pro výrobu LKG je velmi netradiční řešení, doporučoval bych klasické modifikátory typu FeSiMg a navíc psát vždy množství modifikátoru ke natavenému kovu (1,2-1,8 %), takto lze pak lépe hodnotit celý proces průběhu modifikace, náklady atd. Metalografické hodnocení tvaru grafitových kuliček ve zkouškových odlitcích dalo výborné výsledky, obrázky jsou pro tloušťky stěn 7 mm. Obrázky struktury tloušťek menších zde diplomant neuvádí, asi z důvodů nákladů. Podle tabulky 3.8 jsou ale výsledky výborné- převážná část grafitu je ve tvaru VI, zbytek ve tvaru V, což je u LKG možno považovat za přípustné. Tabulka 3.9 ukazuje výborné výsledky, nejsou zde velké rozdíly v tvrdostech mezi tloušťkami stěn 3 mm a 10 mm. Bylo by vhodné tuto tabulku důkladně vysvětlit, neboť ta v podstatě ukazuje výsledky všech experimentů. Ke kapitole 3.4.3 lze uvést, že ploché zkušební tyče vyřezané z destiček vždy dají u LKG poměrně nízké hodnoty tažnosti (vliv i nepatrných vad). Přitom hodnoty ze zkušebního bloku Y jsou vynikající.

Velmi kladně lze hodnotit i kapitolu 3.5 „Simulační výpočet tuhnutí litiny s kuličkovým grafitem“. Je zde uvedeno, že simulace dokázala, že se nepodařilo úplně odstranit porezitu (ředinu). To je jistě i jedna z dalších příčin, proč mechanické hodnoty přímo z odlitků destiček jsou nízké.

Závěr

Diplomant velmi dobře zpracoval teoretickou část své práce. Je zde mnoho správných údajů, které jsou nutné pro vysvětlení experimentální části práce. Experimentální část práce byla jistě velmi pracná, neboť odlévání zkušebních odlitků destiček klade velké nároky na správné vedení tavby, kontrolu chemického složení a hlavně dodržení přibližně stejných odlévacích teplot. Hodnotná je rovněž část, kde diplomant provedl simulaci plnění zkušebních odlitků, zjistil místa s vířením kovu a rovněž správně uvedl, že výskyt ředin v odlitcích destiček je velmi obtížně řešitelný problém. Bylo by dobré pokračovat v této oblasti v dalším výzkumu.

Je však nutné diplomantovi vytknout velké množství i hrubých pravopisných chyb (tvrdé y a měkké i nelze libovolně zaměňovat). Některé chyby jistě vznikly počítačovým zpracováním (porózita místo porezita, atd.)

Výsledky experimentální části jsou výborné a chtěl bych zdůraznit, že ve VSS Košice již s úspěchem byly vyrobeny poměrně hmotné odlitky z LKG s vysokým obsahem Si s vynikající kvalitou.

V rámci obhajoby prosím o zodpovězení následujících otázek:

- 1) Jaký je vztah u litin mezi C a Si ?
- 2) Proč u LKG nemá ve výchozím nataveném kovu obsah S klesnout pod 0,005 % a LLG pod 0,05 % ?
- 3) Které prvky usnadňují výrobu LKG s převážně perlitickou strukturou?
- 4) V kterých tavicích agregátech lze provádět aktivní chemické procesy ?
- 5) Vliv Si na hodnoty nárazové práce- uvést graf
- 6) Vysvětlíte výsledky uvedené v tabulce 3.9 – komentář a úvaha

Hodnocení diplomové práce: **Bc. Ondřeje Řídkého**

Téma diplomové práce : **Litina s kuličkovým grafitem s vyšším obsahem Si**

Pro diplomanta navrhuji klasifikaci

výborně

Praha 3.6.2012

Doc. Ing. Antonín Mores, CSc.

