

MECHANICAL PROPERTIES OF DUCTILE IRON MADE IN ŽĎAS A.S. IN DEPENDENCE ON PEARLITE CONTENT AND THICKNESS OF TEST SAMPLE

Jan Čech*

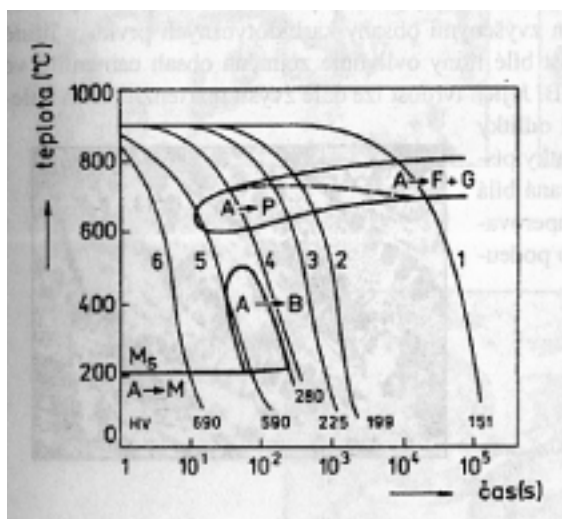
Summary: This article is part of bigger report about achieving ductile iron with good quality using control of chemical composition, oxygen activity and parametres of cooling curves in ŽĎAS a.s. metallurgie conditions. Here are described relations between amount of elements Cr, Mn, Cu with different test sample wall thickness and mechanical properties.

1. Slévárna ŽĎAS vyrábí litiny s kuličkovým grafitem (dále jen LKG) v jakostech od čistě feritické po zcela perlitickou, hmotnost odlitků od minimálně 50 kg do 20 000 kg. Při takto širokém výrobním spektru je třeba výrobní technologii stejného materiálu přizpůsobovat vždy konkrétním tloušťkám litých odlitků a požadovaným mechanickým hodnotám.

Pro vyhodnocení byly použity vzorky z běžných taveb LKG vyráběné v divizy metalurgie firmy ŽĎAS, a.s.

2.1. Vliv tloušťky stěny odlitku spočívá v pomalejším ochlazování kovu v silnějších stěnách, tím se dostáváme do různých struktur zachycených podle ARA diagramu na obr.č.1 z literatury [1] (%C 3,61, % Si 2,83, %Mn 0,2). Při pomalém chladnutí dle křivky 1 se austenit zcela přemění ve ferit, výsledkem křivky 2 a 3 je kombinace různých obsahů perlitu a feritu, křivka č. 4 je pro čistě perlitickou matici.

obrázek č. 1

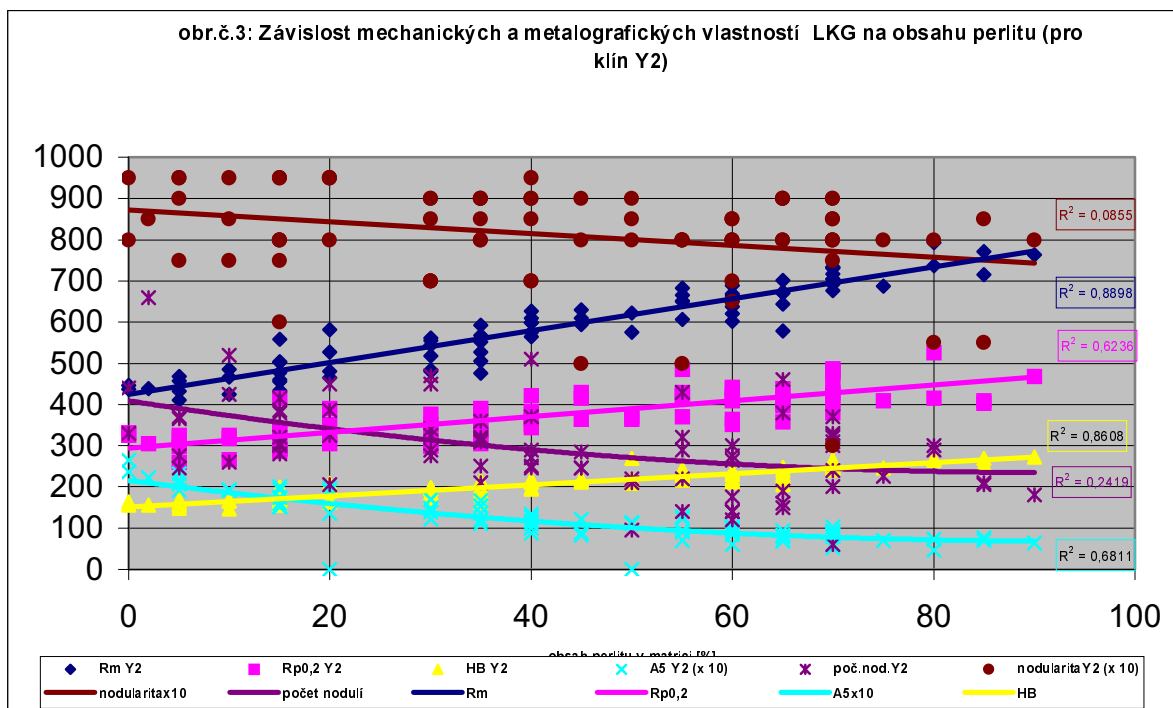
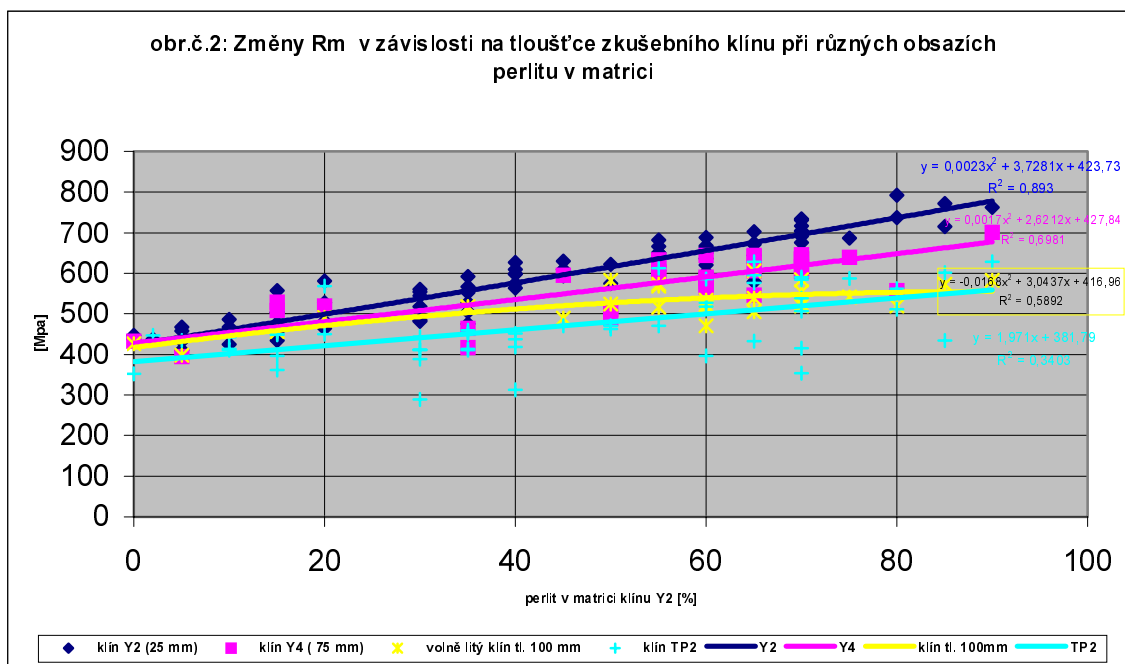


Praktické výsledky zobrazené na obrázku č.2 tuto teorii potvrzují. Nejpomaleji samozřejmě chladne klín přilýtlý k odlitku (TP2), obsahuje tak více feritu a proto dosahuje vždy nejnižších hodnot R_m. Naopak nejrychleji tuhnoucí volně lité klín Y2 s tímž chemickým složením obsahuje vždy nejvíce perlitu, přičemž pevnostní rozdíly mezi jednotlivými tloušťkami narůstají se zvětšujícím se množstvím perlitu. U perlitických litin tak rozdíl R_m mezi stěnou tlustou 25 mm a 100 mm (nebo klínem TP2) činí při stejném chemickém složení více jak 200 Mpa, v důsledku různých ochlazovacích rychlostí v dané tloušťce stěny.

Průřez všemi vyhodnocovanými mechanickými i metalografickými veličinami pro klín Y2 je na

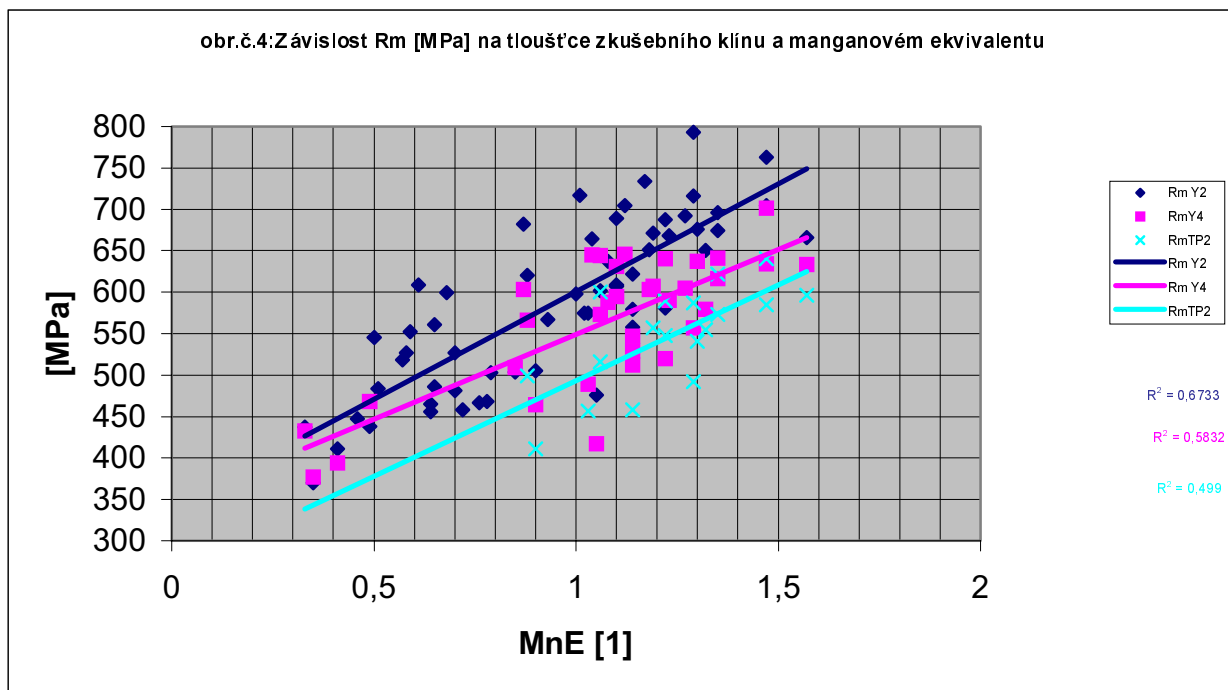
* Ing. Jan Čech, ŽĎAS, a.s.

obrázku č. 3. Vyplývá z něj, že na obsahu perlitu nejvíce závisí Rm a HB. Z hlediska kvality litiny je vhodné si povšimnout, že u feritických litin lze dosáhnout při stejné technologii výroby obecně lepší nodularity kuliček grafitu a vyšší počet nodulí (poč.nodY2) v matrici, než je tomu u perlitických druhů litin..



2.2. Druhý faktor ovlivňující množství perlitu (a tím mechanické vlastnosti) je chemické složení. Prvky obsažené v tavenině lze mimo jiné rozdělit na perlitotvorné a feritotvorné. Podle literatury [2] jsou těmi nejdůležitějšími perlitotvornými prvky, které je nutno v nelegované tvárné litině sledovat, Mn, Cu, Cr, Sn. V našem statistickém souboru byl tento závěr potvrzen, a proto jsme začali používat

jako indikátor množství perlitotvorných prvků v kovu tzv. manganový ekvivalent MnE, který je definován vzorcem $\%Mn + \%Cu + 3x\%Cr + 10x\%Sn = MnE$.



Z obrázku č.4 jsou patrné závislosti hodnot Rm jednotlivých zkušebních klínů na manganovém ekvivalentu. Na základě těchto výsledků byly pro různé tloušťky zkušebních těles definovány způsoby legování Mn a Cu s ohledem na množství nataveného Cr a Sn. Výsledkem je v současné době snížení rozptylu mechanických hodnot a zvýšení dosahovaných tažností díky praktickému odstranění situací, kdy byla tavenina zbytečně přelegována perlitotvornými prvky. Vzhledem k vysoké korelaci mezi Rm a HB používáme taktéž vztah mezi MnE a HB v těch případech, kdy zákazník žádá konkrétní rozmezí tvrdosti v konkrétních místech odlitku (např. v ozubení).

3. Vyhodnocování závislosti mechanických vlastností na tloušťce stěny bylo prováděno na volně litých zkušebních klínech tvaru Y tloušťky 25 mm (dále jen Y2), 75 mm (dále jen Y4), pouze informativně na klínu tloušťky 100 mm (není to standardní zkušební těleso) a na klínech tloušťky 70 mm přilítých k odlitku (dále jen TP2). Se vzrůstající tloušťkou stěny klesala (při stejném chemickém složení) pevnost i tvrdost materiálu, naopak stoupala tažnost.

Při zkoumání vlivu chemického složení na mechanické vlastnosti bylo zjištěno, že růst pevnosti závisí především na obsazích prvků Mn, Cu, Cr a Sn (prvky podporující vylučování perlitu při eutektoidní teplotě). Byl navržen postup pro určení vhodného chemického složení s ohledem na požadované mechanické vlastnosti, a to pomocí manganového ekvivalentu MnE.

4. [1] Luděk Ptáček a kol., Nauka o materiálu II, akad. nakl. CERM, Brno, 1999

[2] Herbert Werner und koll., Fertiguns parameter fur ein GroBguBstuck aus GuBeisen GGG-60, Giesserei 1995, Nr. 22