



## Metalurgické aspekty odlievania zlievarenských zliatin - 2. etapa.

September 2006

### Riešitelia:

1. prof. Ing. Mária FRÖHLICHOVÁ, CSc. [Maria.Frohlichova@tuke.sk](mailto:Maria.Frohlichova@tuke.sk) +421 55 602 3152
2. doc. Ing. Jaroslav LEGEMZA, PhD. [Jaroslav.Legemza@tuke.sk](mailto:Jaroslav.Legemza@tuke.sk) +421 55 602 3155
3. Ing. Róbert FINDORÁK, PhD. [Robert.Findorak@tuke.sk](mailto:Robert.Findorak@tuke.sk) +421 55 602 3155
4. doc. Ing. Ľudovít BOBOK, CSc.
5. doc. Ing. Iveta VASKOVÁ, PhD. [Iveta.Vaskova@tuke.sk](mailto:Iveta.Vaskova@tuke.sk) +421 55 602 2023
6. doc. Ing. Jozef MALIK, CSc. [Jozef.Malik@tuke.sk](mailto:Jozef.Malik@tuke.sk) +421 602 3140

### Cieľ projektu:

Cieľom projektu bolo experimentálne overenie výsledkov získaných v rámci riešenia I. etapy a optimalizácia technologických parametrov výroby odliatkov z definovaných zliatin.

### Realizované úlohy:

1. boli realizované prevádzkové experimenty v spoločnosti SLOVALCO, a.s. Žiar nad Hronom, kde boli v zmysle splnenia cieľov výskumnej úlohy odobrané nasledujúce vzorky:
  - A) skupina Z3 - AlSi7Mg (Sb), IMS HA 4433 19 - 17 vzoriek na páse Gautschi,
  - B) skupina Z2 – AlSi7Mg (Sr), IMS HA 4433 98 - 14 vzoriek na páse KOB,
2. bola uskutočnená základná štatistická analýza uvedených vzoriek pomocou štatistického programu Statistica, v.7,
3. boli určené krivky tuhnutia vzoriek zliatin Z3 a Z2 pomocou tabuľkového editora Excel,
4. boli stanovené závislosti vplyvu obsahu primiešaných prvkov na stupeň modifikácie a hodnoty rekalescencie,

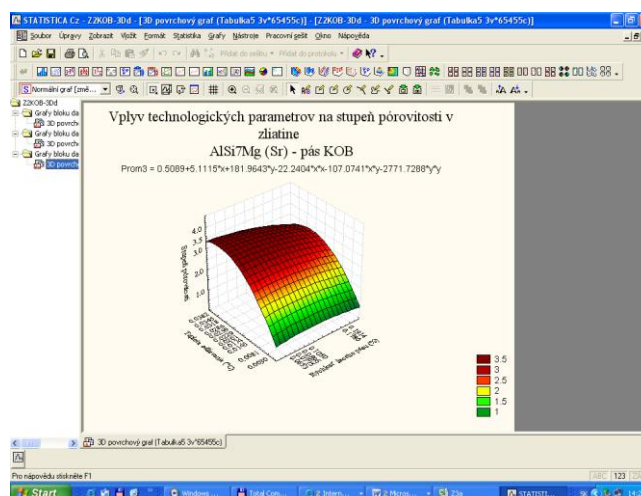
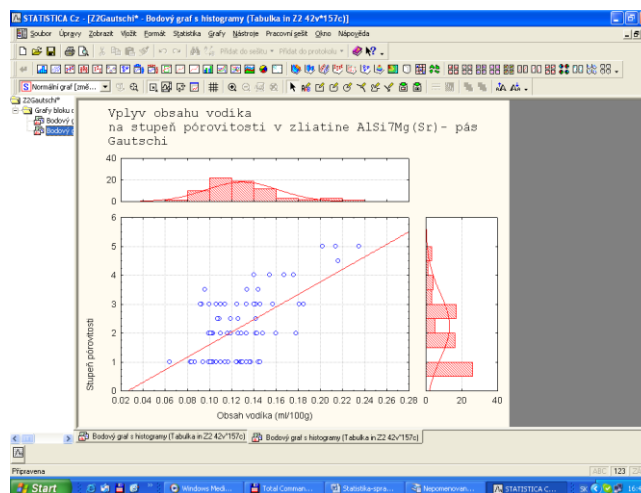
5. boli stanovené závislosti vplyvu niektorých technologických parametrov na stupeň pórovitosti ingotov.

## Použité metodiky:

1. štatistické vyhodnotenie,
2. odber vzoriek a základné experimentálne údaje,
3. hodnotenie rýchlosti tuhnutia,
4. hodnotenie stupňa modifikácie,
5. optimalizácia technologických parametrov výroby,
6. hodnotenie stupňa pórovitosti.

## Hlavná metodika:

### Štatistické vyhodnotenie



Program na štatistické vyhodnotenie – STATISTICA, v. 7

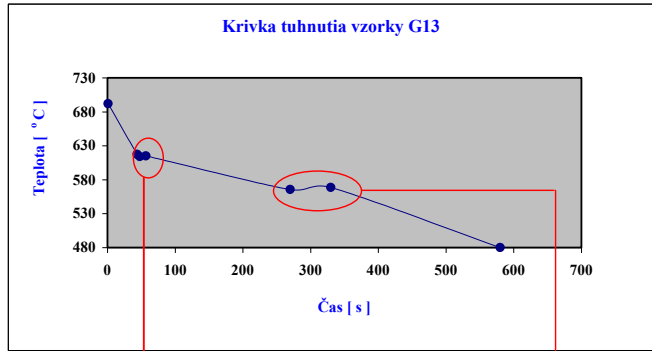
## Výsledky:

1. Bol dokázaný jednoznačný vplyv prímiesových prvkov na stupeň modifikácie a hodnotu rekalescencie (zliatiny Z2 a Z3) vo všetkých analyzovaných vzorkách, pričom najvýraznejšie vplyvy sa prejavili v zliatine AlSi7Mg (Sb). V tejto zliatine bol preukázaný pozitívny modifikačný účinok očkovacích a prímiesových prvkov Sb, Ti a v menšej miere aj V. Naopak negatívne účinky na modifikáciu mali v zliatine AlSi7Mg (Sb) prímiesové prvky Fe, Cu, Zn a Pb. V zliatine AlSi7Mg (Sr) mali pozitívny účinok na stupeň modifikácie Sr, Mg, Ti a v menšej miere aj V a Na. Negatívne v tejto zliatine pôsobili Fe, Ca a Zn. Doporučené obsahy relevantných primiešanín, určené z experimentálneho overenia sú uvedené v diskusii nameraných výsledkov.
2. Výraznejšie vplyvy obsahu prímiesových prvkov na stupeň modifikácie určený pomocou termoanalýzy a na hodnotu rekalescencie sa prejavili pri blokoch odliatych z pásu Gautschi (bloky s hmotnosťou 8 kg) ako v prípade blokov odliatych z pásu KOB (bloky s hmotnosťou 13 kg). Tu vznikol nesúlad medzi štatistickým vyhodnotením a experimentálnym overením.
3. Vplyvom technologických parametrov, ktoré vedú k zníženiu rýchlosti chladnutia zliatiny Z3-AlSi7Mg(Sb) – na páse Gautschi sa v kombinácii s vhodným chemickým zložením dosiahne predĺženie času tuhnutia medzi  $T_L$  -  $T_S$ , čo sa prejaví zvýšením hodnoty rekalescencie a súčasným znížením hodnoty stupňa modifikácie – čo vedie k výslednej globulitickej štruktúre.
4. Z binárneho pôsobenia prímiesových prvkov na stupeň modifikácie vyplýva, že prítomnosť prímiesových prvkov môže podporovať alebo tlmiť modifikačné účinky očkovačov.
5. Rozdiel v analyzovaných typoch zliatin (Z2, Z3) sa prejavil v stupni pórovitosti. Kým vzorky zo zliatiny Z3 - AlSi7Mg (Sb) mali veľmi nízke pórovitosti, vzorky zo zliatiny Z2 - AlSi7Mg (Sr) mali naopak veľmi vysoké pórovitosti – všetky vzorky mali nevyhovujúce vysoké stupne pórovitosti.
6. Na dosiahnutie nízkeho stupňa pórovitosti sa v prevádzke pri výrobe zliatiny Z2 - AlSi7Mg (Sr) na páse KOB doporučuje:
  - používať technologicky najnižšie možné rýchlosti – 72%,
  - udržiavať teplotu z pece na technologicky spodnej hranici - 750°C,
  - chrániť hladinu tekutého kovu od rafinátora po odlievacie koleso pred nadmernou absorpciou  $H_2$ .

# Obrazová príloha:

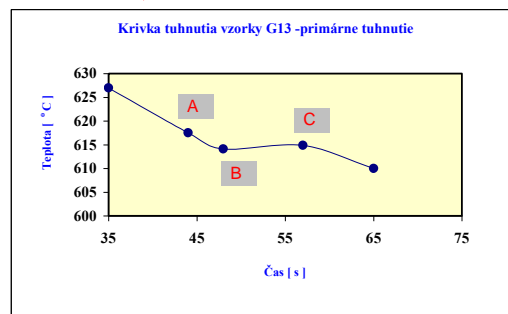
## Tuhnutie zliatiny-termická analýza vzorky G13

Čas (s)	Teplota (°C)	
1	691.9	$T_{max}$
44	617.5	A $T_L$ - teplota liquidus
48	614.1	B Primárne podchladenie
57	614.9	C Rekalescencia 1
270	565.5	D
330	568.5	E $T_{eutek}$ - eutektická teplota
580	480	
49		$T_L - T_S$



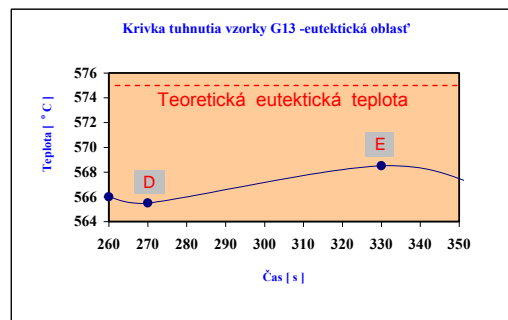
## Primárne tuhnutie

Čas (s)	Teplota (°C)	
35	627	
44	617.5	A $T_L$ - teplota liquidus
48	614.1	B Primárne podchladenie
57	614.9	C Rekalescencia 1
65	610	

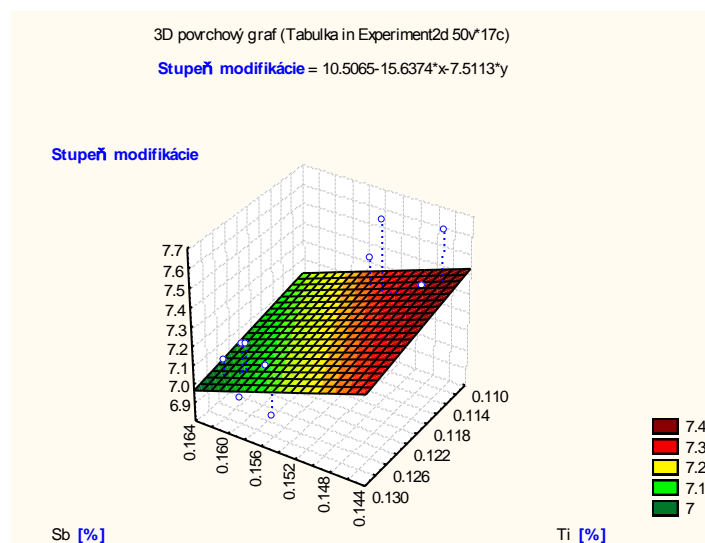


## Eutektická oblasť

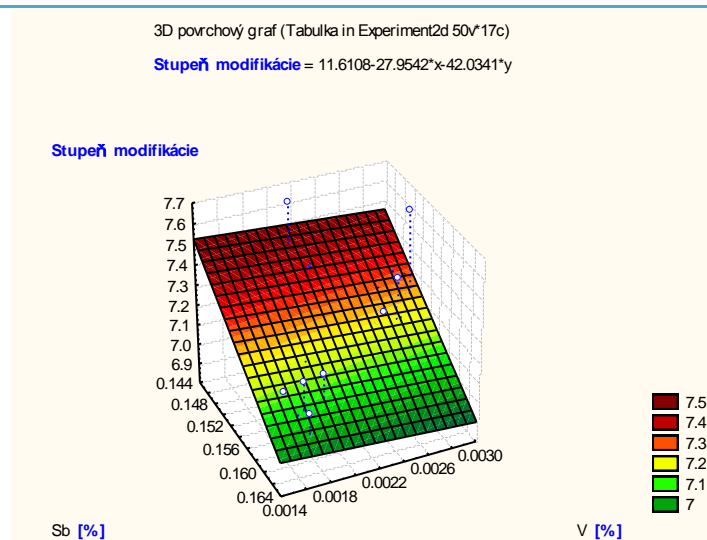
Čas (s)	Teplota (°C)	
260	566	D
270	565.5	E $T_{eutek}$ - eutektická teplota
330	568.5	$T_{eut. teor.}$ - teor. eutek. teplota
360	574.6	
3		Rekalescencia 2
6.1		Depresia



Obr. 1 Krivka tuhnutia vzorky G13



a)



b)

Obr. 2 Vplyv obsahu Sb a Ti (a) a Sb a V (b) na stupeň modifikácie pri výrobe zliatiny AlSi7Mg(Sb)

<i>Prvok</i>	<i>Stupeň modifikácie</i>	<i>Rekalescencia1</i>	<i>Rekalescencia2</i>	<i>T<sub>likvidus</sub></i>	<i>T<sub>podchladenia</sub></i>	<i>T<sub>likv</sub> - T<sub>sol</sub></i>
Sb	↓			↓	↓	
Ti	↓		↑	↓	↓	↓
Ca				↓	↓	↓
Al	↓	↑				
V	↓					
Si	↑	↓				
Fe			↓	↑	↑	↑
Cu	↑		↓			↑
Mn	↑					↑
Mg	↑					
Zn	↑			↑	↑	
Pb			↓	↑	↑	↑

Tab. 1 Vplyv prímiesí na veličiny z termickej analýzy získané pri výrobe zliatiny Z3-AlSi7Mg(Sb) – pás Gautschi