

Žilinská univerzita v Žiline
Strojnícka fakulta
Katedra materiálového inžinierstva

PROGRESÍVNE
KONŠTRUKČNÉ MATERIÁLY

Č. referátu	Test	Hodnotenie	Podpis
1			
2			
3			
4			
5			
6			
7			
8			
9			
10			
11			
12			
13			
Exkurzia			
Zápočet			

.....
Št. skupina

.....
Meno a priezvisko

Dátum:	Št. skup.:	Meno:	Hodnotenie:
Č. ref.:	HODNOTENIE VEĽKOSTI ZRNA CU		

Zadanie:

1. Hodnotenie veľkosti zrna Cu.

- Na mikrofotografiách tepelne spracovanej medi (obr. 1 a obr. 2 - príloha) vyhodnoťte veľkosť zrna podľa STN EN ISO 2624.
- Na mikrofotografiách tepelne spracovanej medi (obr. 1 a 2 - príloha) vyhodnoťte veľkosť zrna Jeffereisovou a Saltykovou metódou podľa STN EN ISO 2624. Výslednú hodnotu veľkosti zrna pre jednotlivé stavy tepelného spracovania medi určite ako priemernú hodnotu minimálne z troch priložení testovacej mriežky.
- Výsledky hodnotenia veľkosti zrna zistené rôznymi metódami porovnajte

2. Vyhodnoťte vplyv veľkosti zrna na zmenu mechanické vlastností Cu.

Vypracovanie

1. Hodnotenie veľkosti zrna Cu.

Porovnávací metóda podľa STN EN ISO 2624

<i>Obr. 1 Cu - východiskový stav</i>	<i>Obr. 2 Cu – žihaná, 1 hod. 15 min.</i>	<i>Obr. 3 Cu – žihaná, 2 hod.</i>
Stredný priemer zrna d_m [mm]	Stredný priemer zrna d_m [mm]	Stredný priemer zrna d_m [mm]
Číslo veľkosti zrna G	Číslo veľkosti zrna G	Číslo veľkosti zrna G

Vzťahy potrebné na výpočet:

Stredný priemer zrna:
$$d_m = \frac{1}{\sqrt{m}} \quad [\text{mm}]$$

Počet zrn na plochu 1 mm² výbrusu:
$$m = 8 \times 2^G$$

Hodnotenie veľkosti zrna Cu podľa STN EN ISO 2624 – metóda Jefferiesova

$$n_{100} = z + 0,5v; \quad m = 2 \times n_{100}; \quad a = \frac{1}{m}; \quad d_m = \frac{1}{\sqrt{m}}$$

Výpočty:

$$z_1 = \quad z_1 = \quad z_1 = \quad v_1 = \quad v_1 = \quad v_1 =$$

$$z_2 = \quad z_2 = \quad z_2 = \quad v_2 = \quad v_2 = \quad v_2 =$$

$$z_3 = \quad z_3 = \quad z_3 = \quad v_3 = \quad v_3 = \quad v_3 =$$

$$a_{VS} = \quad a_{1h15m} = \quad a_{2h} = \quad d_{mVS} = \quad d_{m1h15m} = \quad d_{m2h} =$$

Tab. 1

Výsledky hodnotenia Jefferiesovou metódou

Stav Cu	n ₁₀₀				Počet zrn na 1 mm ² plochy výbrusu m	Stredná plocha rezu a [mm ²]	Stredný priemer zrna d_m [mm]	Číslo veľkosti zrna G
	1	2	3	priemer				
východiskový								
žíhaná 1h 15 min								
žíhaná 2 hod								

Porovnanie vypočítaných a tabuľkových charakteristík a; d_m:

Hodnotenie veľkosti zrna Cu podľa STN EN ISO 2624 – metóda Saltykova

$$n_{100} = z + 0,5v - 1; \quad m = 2 \times n_{100}; \quad a = \frac{1}{m}; \quad d_m = \frac{1}{\sqrt{m}}$$

Výpočty:

$$z_1 = \quad z_1 = \quad z_1 = \quad v_1 = \quad v_1 = \quad v_1 =$$

$$z_2 = \quad z_2 = \quad z_2 = \quad v_2 = \quad v_2 = \quad v_2 =$$

$$z_3 = \quad z_3 = \quad z_3 = \quad v_3 = \quad v_3 = \quad v_3 =$$

$a_{vs} =$ $a_{1h15m} =$ $a_{2h} =$ $d_{m\ vs} =$ $d_{m\ 1h15m} =$ $d_{m\ 2h} =$

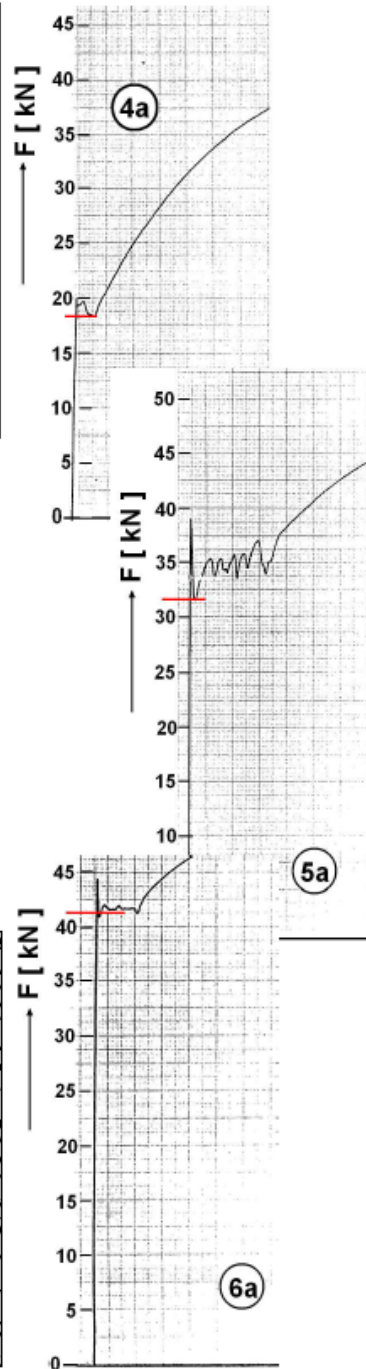
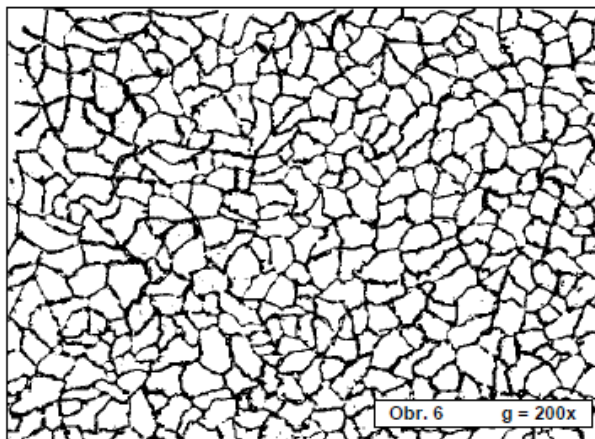
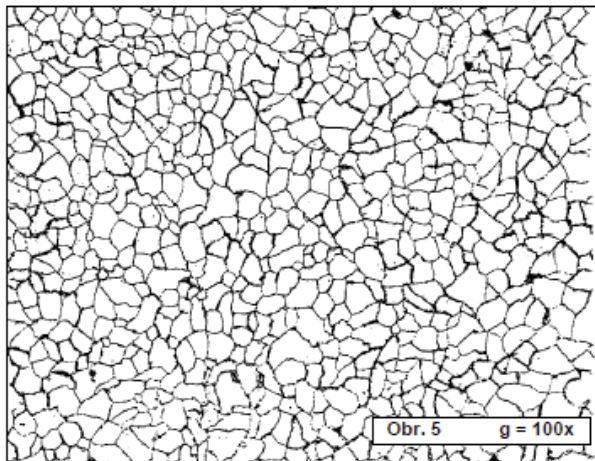
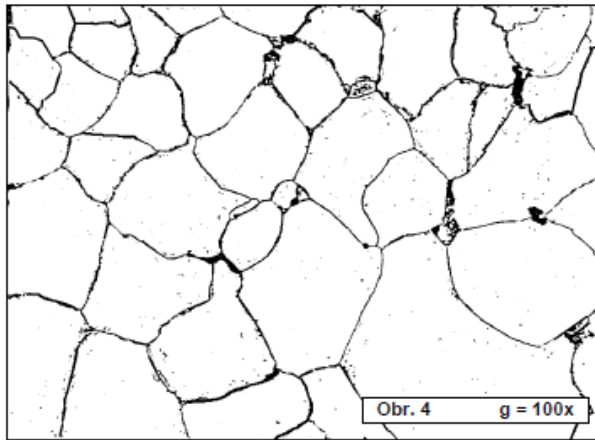
Tab. 2

Výsledky hodnotenia Saltykovovou metódou

Stav Cu	n ₁₀₀				Počet zrn na 1 mm ² plochy výbrusu m	Stredná plocha rezu a [mm ²]	Stredný priemer zrna d_m [mm]	Číslo veľkosti zrna G
	1	2	3	priemer				
východiskový								
žíhaná 1h 15 min								
žíhaná 2 hod								

Porovnanie vypočítaných a tabuľkových charakteristík a; d_m:**Diskusia výsledkov hodnotenia veľkosti zrna Cu.**

2. Hodnotenie vplyvu veľkosti zrna Cu na mechanické vlastnosti



Dátum:	Št. skup.:	Meno:	Hodnotenie:
Č. ref.:	KVANTITATÍVNE HODNOTENIE ŠTRUKTÚR ZLIATIN NIKLU		

Zadanie:

1. Na mikrofotografiách 3 niklových zliatin:

- IN 738 - žišaná 800 °C/15 hodín, rôzne rýchlosti ochladzovania (východiskový stav, vzduch, olej a voda);
- ŽS6U - liaty stav (obr. 1 - príloha A);
- VŽL14 - tepelne spracovaná - rozpúšťacie žihanie pri teplote 1020 °C s výdržou na teplote 4 hod. (obr. 2 - príloha B);

vyhodnoťte:

- dendritickosť na zliatine IN 738,
- obsah a počet karbidov zliatiny IN 738 bodovou a plošnou metódou,
- obsah γ' -fázy bodovou metódou,
- počet častíc γ' -fázy pomocou testovacej mriežky s plošnými sondami.

2. Z hodnôt V (obsah γ' -fázy) a N (priemerný počet častíc γ' -fázy) pre zliatiny ŽS6U a VŽL14 určte nasledujúce rozmerové parametre:

- priemernú plochu jednej častice γ' -fázy,
- lineárny rozmer jednej častice γ' -fázy.

3. Napíšte diskusiu a sformulujte záver o vplyve rýchlosti ochladzovania zliatiny IN 738 na dendritickosť, počet a plošný podiel karbidov, tepelného spracovania na charakter γ' -fázy v niklových zliatinách.

Vypracovanie**1a) Hodnotenie dendritickosti zliatiny IN 738**

Tab. 1

Výsledky hodnotenia dendritickosti ($D = \frac{L}{n \times zv} \times 1000$ [μm]; zv.: x; L = mm)

Stav	čís. mer.	1	2	3	4	$\bar{n}$	D
vých. stav	$\sum n$						
vzduch	$\sum n$						
olej	$\sum n$						
voda	$\sum n$						

1b) Hodnotenie obsahu a počtu karbidov

Tab. 2

Obsah karbidov ($V = \frac{p_s}{p} \times 100$)

Stav	čís. mer.	1	2	3	4	p_s	V [%]
vých. stav	$\sum p_i$						
vzduch	$\sum p_i$						
olej	$\sum p_i$						
voda	$\sum p_i$						

Tab. 3

Počet karbidov ($N = 1,11 \times Z^2 \times n_s \times 10^{-3}$); zv.: x

Stav	čís. mer.	1	2	3	4	n_s	N [mm ⁻²]
vých. stav	$\sum n_i$						
vzduch	$\sum n_i$						
olej	$\sum n_i$						
voda	$\sum n_i$						

1c) Obsah γ' -fázy

Tab. 4

Výsledky hodnotenia obsahu γ' -fázy ($V = \frac{p_s}{p} \times 100$)

Zliatina	čís. mer.	1	2	3	4	p_s	V [%]
ŽS6U - liaty stav	$\sum p_i$						
VŽL14 - tepelne spracované	$\sum p_i$						

1d) Počet častíc γ' -fázy

Tab. 5

Výsledky hodnotenia počtu častíc γ' -fázy ($N = 1,11 \times Z^2 \times n_s \times 10^{-9}$)

Zliatina	čís. mer.	1	2	3	4	n_s	N [μm ⁻²]
ŽS6U - liaty stav	$\sum n_i$						
VŽL14 - tepelne spracované	$\sum n_i$						

2. Určenie rozmerových parametrov jednej častice γ' -fázy

Tab. 6

Výsledky hodnotenia rozmerových parametrov jednej častice γ' -fázy

Zliatina	Priemerná plocha jednej častice γ' -fázy, a [μm ²]	Lineárny rozmer jednej častice γ' -fázy, u [μm]
ŽS6U - liaty stav		
VŽL14 - tep. sprac.		

Vzťahy potrebné pre výpočet rozmerových parametrov jednej častice γ' -fázy:

$$a = \frac{V}{100 \times N} \quad [\mu\text{m}^2], \quad u = \sqrt{a} \quad [\mu\text{m}],$$

kde:

a - priemerná plocha jednej častice γ' -fázy v [μm²],

u - lineárny rozmer jednej častice γ' -fázy v [μm].

3. Diskusia a záver

Dátum:	Št. skup.:	Meno:	Hodnotenie:
Č. ref.:	KVANTITATÍVNE HODNOTENIE PROFILU LOMU		

Zadanie:

1. Kvantitatívne vyhodnoťte členitosť lomových profilov:

- statických lomov* (príloha A),
- rázových lomov* (príloha B),

Al-zliatiny na odliatky AlSi10MgMn (silumín) v závislosti od množstva modifikátora (stroncía) pomocou súčiniteľa vertikálnej drsnosti R_v , ktorého hodnotu určíte podľa metódy č. 1 (viď. teoretický úvod) ako priemernú hodnotu z troch meraní. Výsledky spracujte do tabuľky.

- Vypracujte grafické závislosti R_m , A_5 , K_0 a $R_v I$ (pre statické lomy) a $R_v II$ (pre rázové lomy) od obsahu modifikátora Sr. Hodnoty mechanických vlastností sú uvedené v tab. 3.
- Napíšte diskusiu a sformulujte záver o vplyve modifikovania stronciom a zaťažovania na:
 - charakter porušovania zliatiny AlSi10MgMn (príloha C),
 - zmenu súčiniteľa vertikálnej drsnosti R_v ,
 - zmenu mechanických vlastností.

Vypracovanie**1. Hodnotenie členitosti lomových profilov Sr-modifikovanej zliatiny AlSi10MgMn***a) Hodnotenie členitosti lomových profilov **statických lomov***

Tab. 1

Hodnoty súčiniteľa vertikálnej drsnosti R_v lomových profilov statických lomov

% Sr	$\sum P_i$			$R_v I$			$\overline{R_v I}$
	1	2	3	1	2	3	
0							
0,05							
0,10							
0,15							

*b) Hodnotenie členitosti lomových profilov **rázových lomov***

Tab. 2

Hodnoty súčiniteľa vertikálnej drsnosti R_v lomových profilov rázových lomov

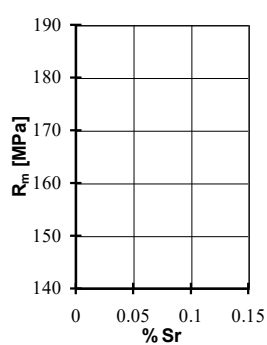
% Sr	$\sum P_i$			$R_v II$			$\overline{R_v II}$
	1	2	3	1	2	3	
0							
0,05							
0,10							
0,15							

2. Grafické závislosti

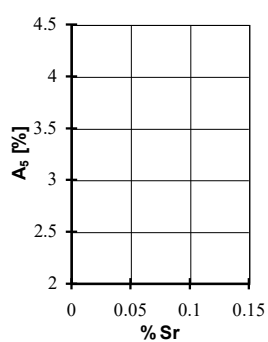
Tab.3

Hodnoty mechanických vlastností a súčiniteľa R_v pre modifikovanú zliatinu AlSi10MgMn

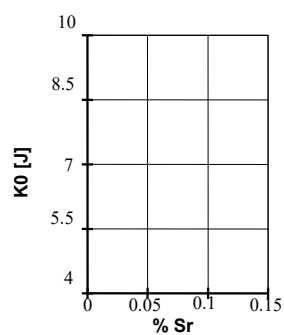
% Sr	R_m	A_5	K0	$\overline{R_v I}$	$\overline{R_v II}$
0	146	2,2	4,0		
0,05	160	4,3	9,6		
0,10	172	2,8	7,1		
0,15	183	2,4	6,2		



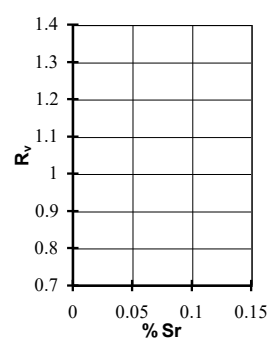
Graf 1



Graf 2



Graf 3



Graf 4

Obr. 1 Grafické závislosti R_m , A_5 , K0, $R_v I$ a $R_v II$

3. Diskusia a záver

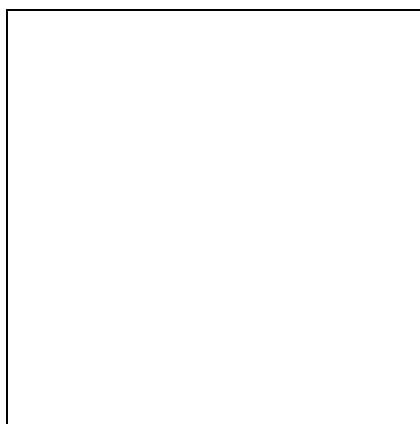
Dátum:	Št. skup.:	Meno:	Hodnotenie:
Č. ref.:	HODNOTENIE KOVOVÝCH PRÁŠKOV		

Zadanie

- Na mikrofotografiách kovových práškov (obr. 1 - príloha A) a (obr. 2 - príloha B) vyhodnoťte tvar častíc kovových práškov podľa STN 420890. Schematicky zakreslite a popíšte tvar častíc hodnotených kovových práškov.
- Na mikrofotografiách kovových práškov vyhodnoťte:
 - veľkosť častíc kovových práškov podľa Ministra,
 - merný povrch častíc kovových práškov podľa Ministra a Saltykova.
- Namerané hodnoty spracujte a výsledné hodnoty určte ako priemerné hodnoty z troch meraní a zapíšte ich do tabuľky.
- Napíšte diskusiu a sformulujte záver samostatne pre každý druh kovového prášku s dôrazom na vyjadrenie súvislostí medzi výsledkami z úloh 1 a 2.

Vypracovanie**1. Hodnotenie tvaru častíc kovových práškov podľa STN 42 0890**

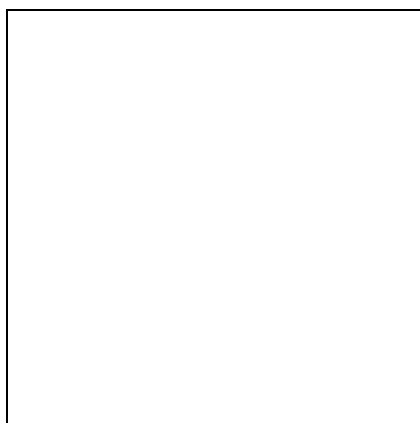
a) Kovový prášok



*Tvarová a rozmerová charakteristika
podľa STN 42 0890:*

*Obr. 1 Schematické znázornenie
tvaru kovového prášku
lept.....,
zv.*

b) Kovový prášok



Tvarová a rozmerová charakteristika
podľa STN 42 0890:

Obr. 2 Schematické znázornenie
tvaru kovového prášku

lept.....,
zv.

2. Hodnotenie veľkosti a merného povrchu častíc kovových práškov

Tab. 1

Výsledky hodnotenia veľkosti a merného povrchu častíc kovových práškov

Metóda	Počet meraní	Počet				h	L	S	d _h	$\bar{S}$	$\bar{d}_h$
		x	n	z	x _c	[mm]	[mm]	[mm ² . mm ⁻³]	[mm]	[mm ² . mm ⁻³]	[mm]
Ministr	1										
	2										
	3										
Saltykov	1										
	2										
	3										

3. Diskusia a záver

Dátum:	Št. skup.:	Meno:	Hodnotenie:
Č. ref.:	METALOGRAFICKÉ HODNOTENIE KORÓZNEHO NAPADNUTIA KOVOV		

Zadanie:

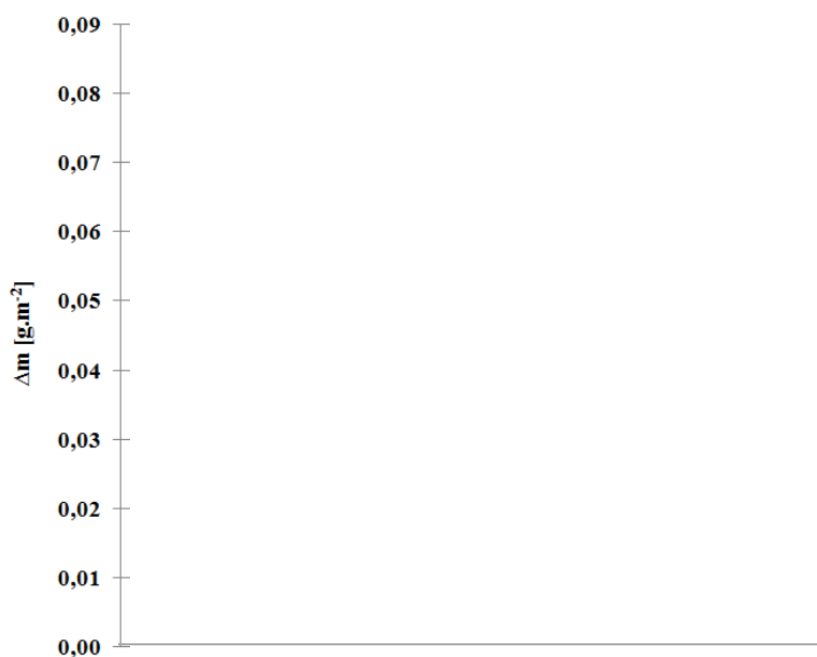
- Na základe nameraných korózných úbytkov a vypočítanej rýchlosti korózie (tab. 1), vyhodnoťte graficky rýchlosť korózneho napadnutia V_{corr} vnútra 4 rúrok (uhlíková oceľ (C-steel), pozinkovaná oceľ (Zn-steel), meď (Cu) a mosadz (CuZn)) po 1 mesačnej expozícii v otvorenom chladiacom okruhu chemickej prevádzky. Vzorky boli odoberané z hornej (A) a spodnej časti (B) chladiaceho systému. Ktorý materiál má najväčšiu koróznou odolnosť?
- Metalograficky vyhodnoťte korózne napadnutie vybranej sady vzoriek podľa normy STN 038137. Druhy a tvary korózneho napadnutia zistené na metalografických výbrusoch porovnajte so schémami (Príloha č.1), ktoré sú súčasťou normy STN 038137, slúžiacej na metalografické vyhodnocovanie korózneho napadnutia kovov.

Zistené druhy korózneho napadnutia popíšte a schematicky zakreslite.

Vypracovanie**1.**

Korózne úbytky a rýchlosť korózie materiálov po 1 mesačnej expozícii

Materiál	Δm [g.m ⁻²]	V_{corr} [mg.dm ⁻² .deň ⁻¹]
C-steel A	0,08126	15,18
C-steel B	0,06601	12,33
Zn-steel A	0,03151	6,08
Zn-steel B	0,02002	3,86
Cu A	0,00219	0,42
Cu B	0,00257	0,50
CuZn A	0,00840	0,16
CuZn B	0,00054	0,10

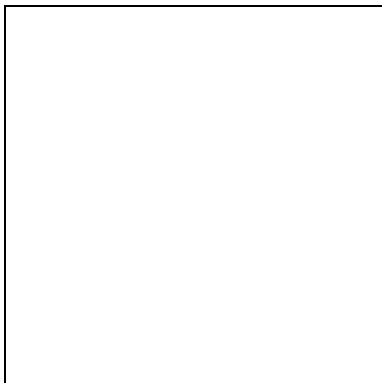


Záver:

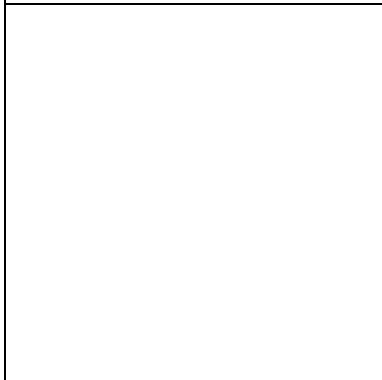
2. Hodnotenie korózneho napadnutia

Hodnotenie jamkovej korózie

Vzorka č.



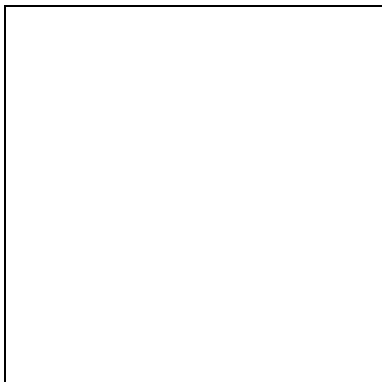
Popis korózneho napadnutia:



Popis korózneho napadnutia:

*Schéma jamkovej korózie Mg zliatiny,
lept. 1 % Nital, zv. 100 x*

Vzorka č.

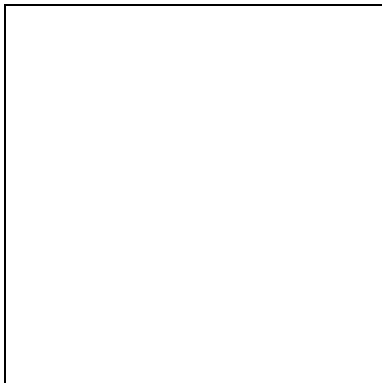


Popis korózneho napadnutia:

*Schéma jamkovej korózie, ocel' 17 347,
neleptané, zv. 100 x*

Hodnotenie medzikryštálovej korózie

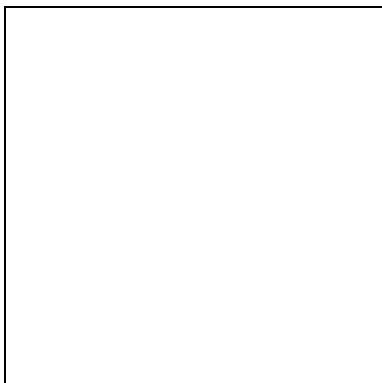
Vzorka č.

*Popis korózneho napadnutia:*

*Schéma medzikryštálovej korózie austenitickej
Cr-Ni ocele, lept. Kallings, zv. 100 x*

Hodnotenie extrakčného napadnutia

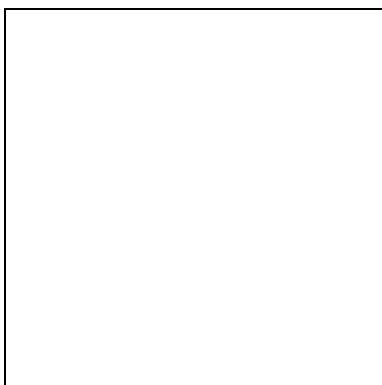
Vzorka č.

*Popis korózneho napadnutia:*

*Schéma extrakčného napadnutia povrchovej vrstvy
- jamkové odzinkovanie mosadze Ms62, neleptané, zv. 200 x*

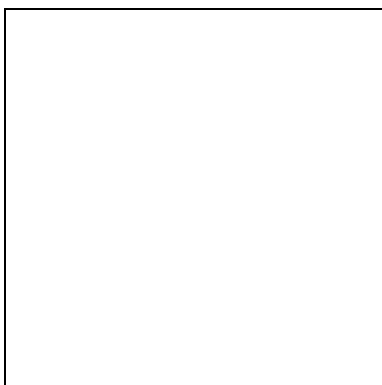
Hodnotenie korózných trhlín a lomov

Vzorka č.

*Popis korózneho napadnutia:*

*Schéma výskytu korózných trhlín na dne závitu
- uhlíková ocel' tr. 12 (potrubie zemného plynu), neleptané, zv. 50 x*

Vzorka č.

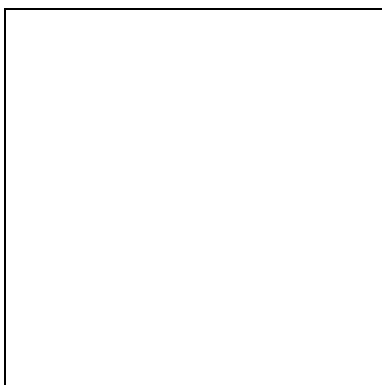


Popis korózneho napadnutia:

*Schéma výskytu korózných trhlín - uhlíková ocel tr. 12,
neleptané, zv. 50 x*

Hodnotenie selektívnej korózie

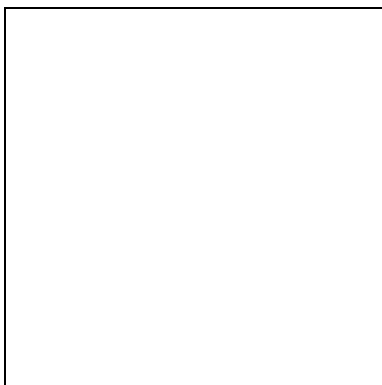
Vzorka č.



Popis korózneho napadnutia:

*Schéma napadnutia δ -feritu ocele Cr15Mn18
po skúške v štand. roztoku TZ 350 °C/10 000 hod.,
neleptané, zv. 500 x*

Vzorka č.



Popis korózneho napadnutia:

*Schéma napadnutia δ -feritu ocele Cr15Mn18
po skúške v štand. roztoku TZ 350 °C/10 000 hod.,
lept. Kallings, zv. 500 x*

Dátum:	Št. skup.:	Meno:	Hodnotenie:
Č. ref.:	HODNOTENIE KORÓZNEJ ODOLNOSTI ZINKOVÝCH POVLAKOV OCEĽOVÝCH PLECHOV		

Zadanie:

Vyhodnoťte *koróznú odolnosť* vzoriek oceľových plechov /hlbokotažná oceľ 1.0951/ určených pre výrobu automobilových karosérií, s 2 typmi Zn-povlakov. 1 typ = Zn-povlak vyrábaný žiarovým pozinkovaním ocelí v zinkovej zliatine obsahujúcej 0,8 - 1,0 % Mg a 0,8 - 1,0 % Al /ZINKOMAG/. 2 typ = tradičný žiarovo pozinkovaný plech /galvanized – GI/. Analyzované boli povrchy vzoriek: bez a po chemickej pasivácii (s cieľom dodatočne zvýšiť koróznú odolnosť povlakov), pri dvoch hmotnostiach povlakov - 50 a 75 g/m².

1. Vysvetlite pojmy ako: úprava kovov povlakmi; žiarové zinkovanie; biela hrdza; a popíšte vlastnosti povlakov.
2. Na základe výsledkov korózných testov v agresívnej atmosfére neutrálnej soľnej hmly vyhodnoťte vizuálnou kontrolou povrchu vzoriek odolnosť povlakov GI a ZINKOMAG (bez - PRÍLOHA 1A a po chemickej pasivačnej ochrane - PRÍLOHA 1B) voči prekorodovaniu do základného materiálu, t. j. stanovte čas do vzniku tzv. červenej hrdze.
3. Zostrojte grafickú závislosť (čas do vzniku tzv. červenej hrdze vs. typ povlaku) pre hmotnosť povlaku 50 g/m² (bez a po chemickej pasivácii) a porovnajte koróznú odolnosť povlakov GI vs. ZINKOMAG.
4. Zostrojte grafickú závislosť (čas do vzniku tzv. červenej hrdze vs. typ povlaku) pre hmotnosť povlaku 75 g/m² (bez a po chemickej pasivácii) a porovnajte koróznú odolnosť povlakov GI vs. ZINKOMAG.
5. Na základe výsledkov (2 až 4) vyberte vhodný typ a hmotnosť ochranného povlaku a určite, či je potrebná chemická pasivácia povrchu vzoriek.
6. Porovnajte výsledky korózných testov v agresívnej atmosfére neutrálnej soľnej hmly chemicky pasivovaných povlakov GI (hmotnosť povlaku 150 g/m²) a ZINKOMAG (hmotnosť povlaku 75 g/m²) - PRÍLOHA 2 voči prekorodovaniu do základného materiálu, t.j. stanovte čas do vzniku tzv. červenej hrdze. Aký záver je možné vyvodiť z tejto realizovanej skúšky?

Vypracovanie

1. Vysvetlenie pojmov:

Úprava kovov povlakmi:

Žiarové zinkovanie:

Biela hrdza:

Červená hrdza:

Vlastnosti ochranných povlakov:

2. Odolnosť povlakov GI a ZINKOMAG – vizuálna kontrola

Korózna odolnosť zinkových povlakov (GI vs. ZINKOMAG) pri hmotnostiach povlaku (50 g/m^2 a 75 g/m^2), bez a s chemickou pasivačnou úpravou povrchu, v koróznom prostredí neutrálnej soľnej hmly.

Čas do vzniku tzv. červenej hrdze:

vzorky - bez pasivácie povrchu			
50 g/m ²		75 g/m ²	
GI	ZINKOMAG	GI	ZINKOMAG

vzorky - s chemicky pasivovaným povrchom			
50 g/m ²		75 g/m ²	
GI	ZINKOMAG	GI	ZINKOMAG

3. Korózna odolnosť povlakov GI a ZINKOMAG – 50 g/m^2

Grafická závislosť (čas do vzniku tzv. červenej hrdze vs. typ povlaku) pre hmotnosť povlaku 50 g/m^2



Korózna odolnosť zinkových povlakov (GI vs. ZINKOMAG) pri hmotnosti povlaku 50 g/m^2 , povrch bez a s chemickou pasivačnou úpravou.

4. Korózna odolnosť povlakov GI a ZINKOMAG – 750 g/m²

Grafická závislosť (čas do vzniku tzv. červenej hrdze vs. typ povlaku) pre hmotnosť povlaku 75 g/m²



*Korózna odolnosť zinkových povlakov (GI vs. ZINKOMAG) pri hmotnosti povlaku 50 g/m²,
povrch bez a s chemickou pasivačnou úpravou.*

5. Návrh vhodného ochranného povlaku:

6. Vplyv rôznej hmotnosti povlaku

Korózna odolnosť zinkových povlakov (GI vs. ZINKOMAG) s chemickou pasivačnou úpravou povrchu pri rôznych hmotnostiach povlaku, v koróznom prostredí neutrálnej soľnej hmly.

Čas do vzniku tzv. červenej hrdze:

vzorky - s chemicky pasivovaným povrchom	
GI – hmotnosť povlaku 150 g/m ²	ZINKOMAG – hmotnosť povlaku 75 g/m ²

Grafická závislosť (čas do vzniku tzv. červenej hrdze vs. typ povlaku)



*Korózna odolnosť zinkových povlakov (GI vs. ZINKOMAG)
povrch s chemickou pasivačnou úpravou.*

Záver:

Dátum:	Št. skup.:	Meno:	Hodnotenie:
Č. ref.:	CVD, PVD A DIFÚZNE VRSTVY		

Zadanie:

- Na základe poznatkov z teórie napíšte:
 - aké sú základné fyzikálno-chemické charakteristiky PVD vrstiev,
 - výhody aplikácie PVD vrstiev,
 - výhody a nevýhody aplikácie CVD vrstiev,
 - aké sú rozdiely medzi metódami PVD a CVD povlakovania.
- Podľa prílohy A vyhodnoťte adhéziu vrstiev - Mercedes test a na základe merania hrúbky (príloha B) určite o aký typ vrstvy sa jedná. Výsledky spracujte do tab. 1.
- Nakreslite a vyhodnoťte závislosť mikrotvrdosti vo vzdialenosti od povrchu, príloha C, difúzných vrstiev (nitridovaná, nitro-oxidovaná a nitro-oxidovaná ochladená) ocele 14 209.
- Nakreslite a vyhodnoťte závislosť koeficientu trenia " μ " v závislosti od času, tab. 2, difúzných vrstiev (nitridovaná, nitro-oxidovaná a nitro-oxidovaná ochladená) ocele 14 209.
- Napíšte diskusiu a sformulujte závery o adhézii PVD a CVD vrstiev, mikrotvrdosti a koeficiente trenia " μ ".

Vypracovanie

1. Základné fyzikálno-chemické charakteristiky PVD vrstiev:**Výhody aplikácie PVD vrstiev:****Výhody a nevýhody aplikácie CVD vrstiev:****Rozdiely medzi PVD a CVD vrstvami:**

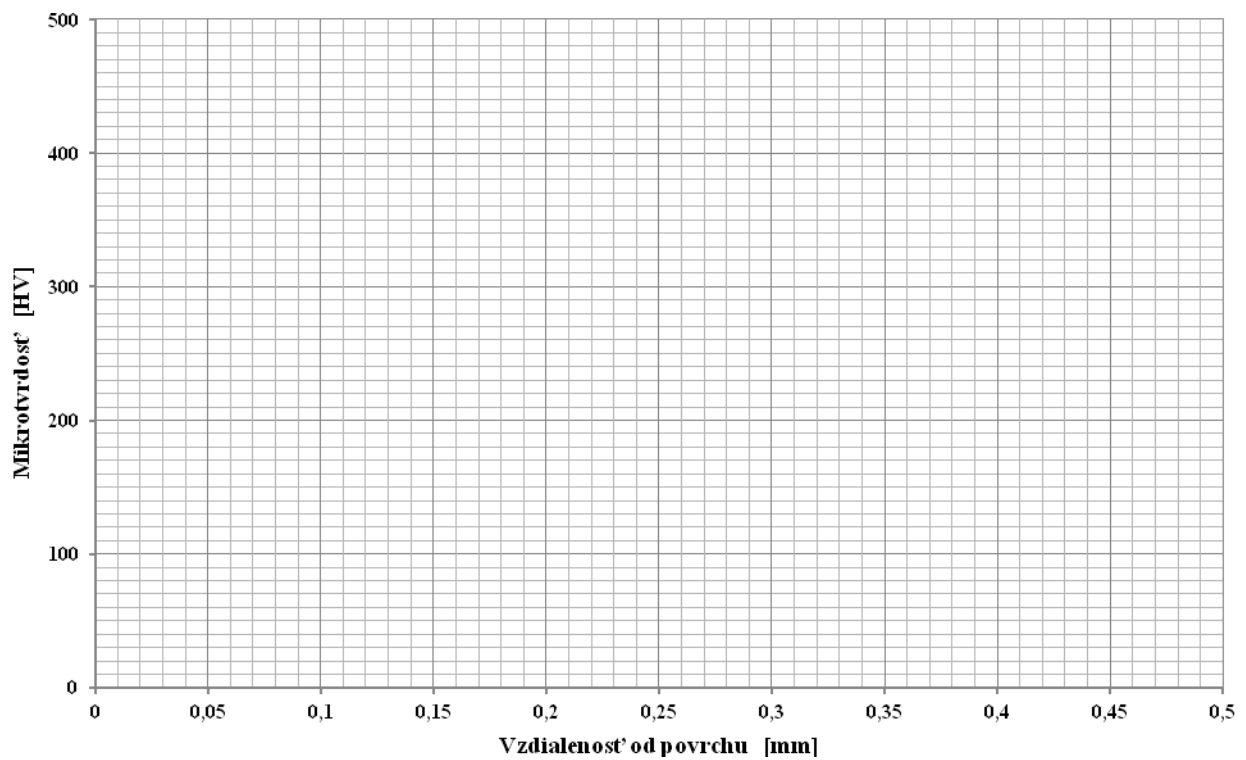
2. Hodnotenie PVD a CVD vrstiev

Tab. 1

Hodnotenie PVD a CVD vrstiev

Povlak	Mercedes test	Adhézia (vyhovuje/nevyhovuje)	Hrúbka vrstvy [μm]	Typ povlaku (PVD/CVD)
AlTiN				
CrN				
TiAlN				
TiCN				
TiN				

3. Hodnotenie mikrotvrdosti difúzných vrstiev na oceli 14 209



Slovné vyhodnotenie závislosti:

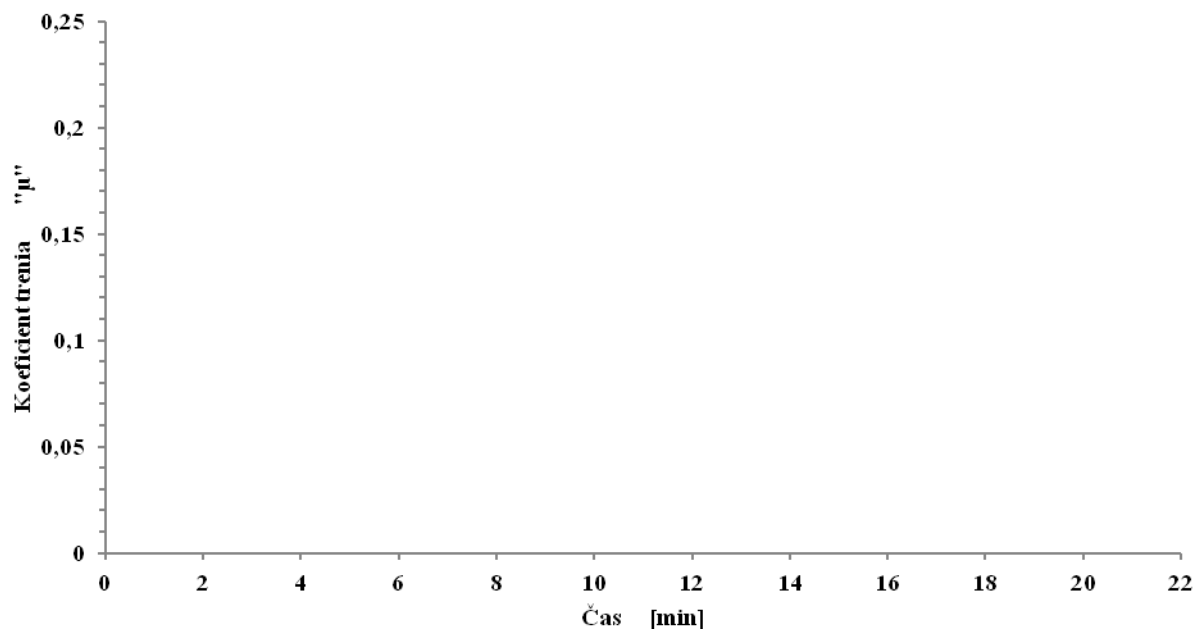
4. Hodnotenie koeficientu trenia difúzných vrstiev na oceli 14 209

Tab. 2

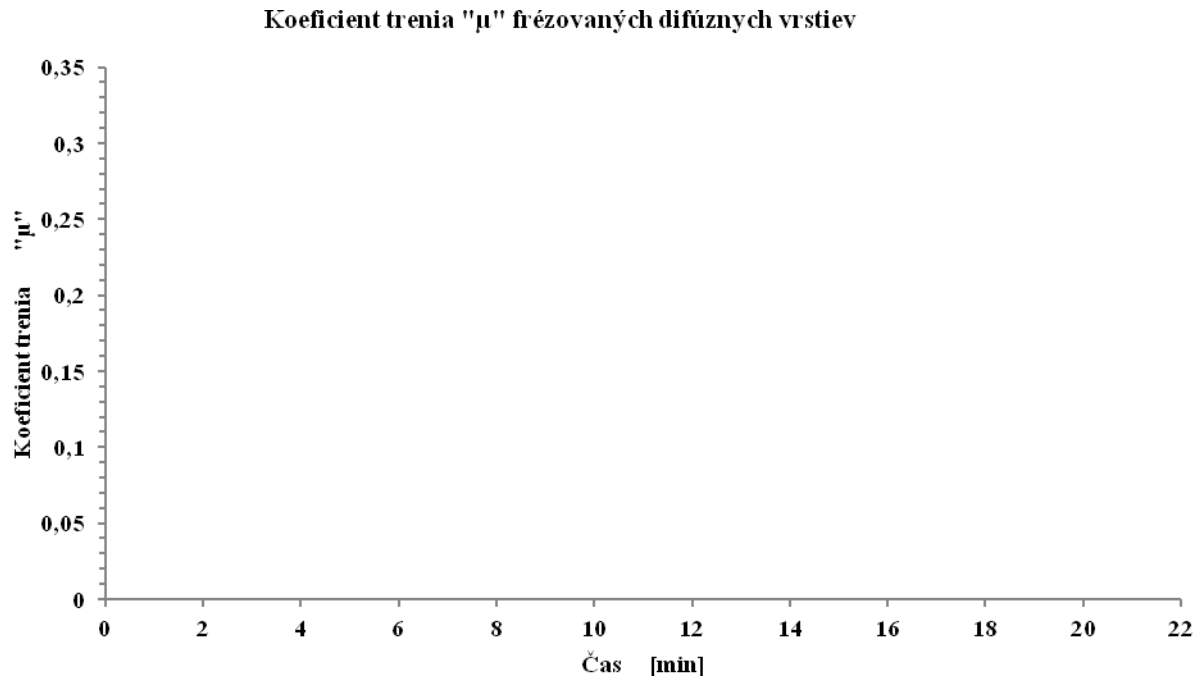
Hodnoty koeficientu trenia " μ " v závislosti od času

Vzorka		Čas [min.]										
		0	2	4	6	8	10	12	14	16	18	20
nitridovaná	brúsená	0,06	0,12	0,141	0,181	0,161	0,181	0,181	0,161	0,201	0,241	0,221
	frézovaná	0,06	0,18	0,2	0,22	0,2	0,2	0,24	0,26	0,22	0,2	0,24
nitro-oxidovaná	brúsená	0,06	0,08	0,12	0,141	0,181	0,141	0,141	0,161	0,161	0,201	0,241
	frézovaná	0,06	0,12	0,181	0,201	0,201	0,201	0,201	0,181	0,181	0,201	0,261
nitro-oxidovaná ochladená	brúsená	0,06	0,08	0,08	0,08	0,1	0,1	0,1	0,141	0,12	0,12	0,141
	frézovaná	0,06	0,081	0,141	0,181	0,222	0,262	0,222	0,302	0,302	0,302	0,343

Koeficient trenia " μ " brúsených difúzných vrstiev



Slovné hodnotenie koeficientu trenia " μ " brúsených difúzných vzoriek:



Slovné hodnotenie koeficientu trenia " μ " brúsených difúzných vzoriek:

5. Diskusia a záver

Dátum:	Št. skup.:	Meno:	Hodnotenie:
Č. ref.:	ŠTRUKTÚRNA ANALÝZA ZLIATINY AlSi10MgMn		

Zadanie:

- V zliatine AlSi10MgMn modifikovanej Sr (0; 0,05 % Sr; 0,10 % Sr a 0,15 % Sr) vyhodnoťte podľa STN 42 0491:
 - obsah dendritov α -fázy,
 - jemnosť dendritov α -fázy;
 - SDAS faktor;
 - tvár eutektického Si (podľa STN tzv. β -fázy);
 - stupeň zamodifikovania štruktúry;
 - rozloženie eutektického Si v nemodifikovanej zliatine.
- Na základe výsledkov sformulujte záver o vplyve modifikovania použitím modifikátora na báze Sr na zmenu mikroštruktúry zliatiny AlSi10MgMn. Definujte optimálne množstvo Sr.

Vypracovanie**1. Hodnotenie dendritov primárne vylúčenej α -fázy podľa STN 42 0491****a) obsah dendritov α -fázy (v percentách plochy výbrusu)**

nemodifikovaný:	0 % Sr	- obr. 1a	- označenie	 -%
modifikovaný:	0,05 % Sr	- obr. 1b	- označenie	 -%
	0,10 % Sr	- obr. 1c	- označenie	 -%
	0,15 % Sr	- obr. 1d	- označenie	 -%

0 % Sr	0,05 % Sr	0,10 % Sr	0,15 % Sr

Obr. 1 Schematické znázornenie tvaru dendritov α -fázy, zliatina AlSi10MgMn, lept. 0,5 % HF, zv. 100 x

b) jemnosť dendritov α -fázy (vyjadrená priemernou hrúbkou dendritických výbežkov)

modifikovaný:	0,05 % Sr	- obr. 1b	- označenie	 - μm
	0,10 % Sr	- obr. 1c	- označenie	 - μm
	0,15 % Sr	- obr. 1d	- označenie	 - μm

c) SDAS – faktor

modifikovaný: 0,05 % Sr - obr. 1b - μm
 0,10 % Sr - obr. 1c - μm
 0,15 % Sr - obr. 1d - μm

d) tvar (morfológia) eutektického kremíka (tzv. β -fázy) podľa STN 42 0491

nemodifikovaný: 0 % Sr - obr. 2a - ozn. charakterist.
 modifikovaný: 0,05 % Sr - obr. 2b - ozn. charakterist.
 0,10 % Sr - obr. 2c - ozn. charakterist.
 0,15 % Sr - obr. 2d - ozn. charakterist.

e) stupeň zamodifikovania štruktúry

0 % Sr - obr. 2a - ozn. charakterist.
 0,05 % Sr - obr. 2b - ozn. charakterist.
 0,10 % Sr - obr. 2c - ozn. charakterist.
 0,15 % Sr - obr. 2d - ozn. charakterist.

0 % Sr	0,05 % Sr	0,10 % Sr	0,15 % Sr

Obr. 2 Schematické znázornenie tvaru eutektického Si, zliatina AlSi10MgMn,
 lept. 0,5 % HF, zv. 400 x

f) rozloženie eutektického Si v nemodifikovanej zliatine

nemodifikovaný: 0 % Sr - obr. 2a - ozn. charakterist.

2. Diskusia a záver

Dátum:	Št. skup.:	Meno:	Hodnotenie:
Č. ref.:	Vplyv železa a Mn na vlastnosti sekundárnych Al-zliatin		

Zadanie:

1. Úvod do problematiky
2. Vypočítajte kritickú hodnotu železa v experimentálnych tavných A-D (PRÍLOHA 1 - tab. 1)
3. Štruktúrna analýza - popíšte vplyv Fe, prídavku Mn a TS na zmenu štruktúry (PRÍLOHA 1, obr. 1-3).
4. Pomocou kvantitatívnej analýzy vyhodnoťte graficky vplyv železa a Mn na veľkosť ihlicovitej fázy Al_5FeSi , plošný podiel Fe-fáz a pórovitosť (PRÍLOHA 2, tab. 1).
5. Graficky spracujte výsledky mechanických skúšok bez a v koróznom prostredí (PRÍLOHA 2, tab. 3 a tab. 4) . Popíšte, aký je vplyv Fe, Mn, tepelného spracovania a korózneho prostredia na hodnoty pevnosti, medze klzu, ťažnosť a tvrdosť. Ako sa líšia získané hodnoty od hodnôt definovaných normou (PRÍLOHA 1, tab. 2)?
6. Na základe výsledkov únavových skúšok (PRÍLOHA 3) – vyhodnoťte vplyv Fe, Mn a tepelného spracovania na únavové vlastnosti. Aký vplyv bude mať korózne prostredie?
3. Sformulujte záver o:
 - Vplyve Fe, Mn a tepelného spracovania na štruktúru zliatiny $AlSi7Mg0,6$;
 - Vplyve Fe, Mn, tepelného spracovania a korózneho prostredia na mechanické vlastnosti zliatiny $AlSi7Mg0,6$;
 - Vplyve Fe, Mn, tepelného spracovania a korózneho prostredia na únavovú odolnosť $AlSi7Mg0,6$;
 - Sekundárne vs. primárne Al-zliatiny (výhody, nevýhody, aplikovateľnosť,);

Vypracovanie

1. Úvod do problematiky:

- Vysvetlite rozdiel medzi primárnou a sekundárnou Al-zliatinou.
- Ktoré intermetalické fázy sa vyskytujú v zliatinách Al-Si-Mg na odliatky a aký je ich vplyv na vlastnosti odliatkov.
- Ktoré prvky eliminujú negatívny vplyv fázy Al_5FeSi a akým spôsobom?

2. Vypočítajte kritickú hodnotu železa (Fe_{krit}) v experimentálnych tavných A až D

$$Fe_{krit.} \approx 0,075 \times (\% Si) - 0,05$$

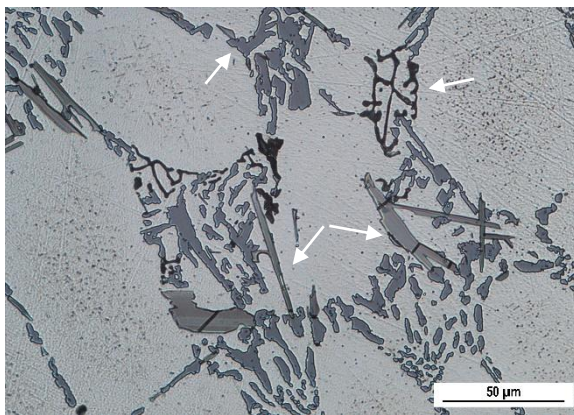
Tab. 1

Chemické zloženie experimentálnych taviieb (v hm. %)

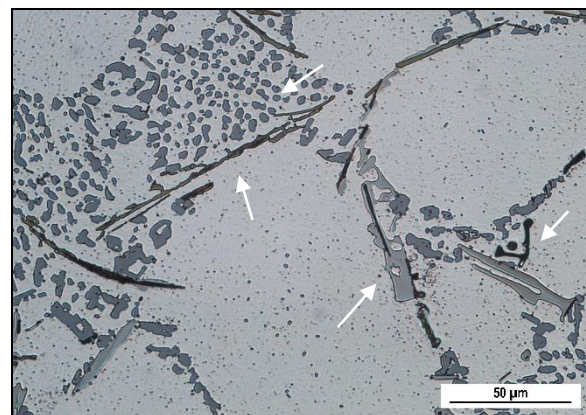
	Si	Fe	Cu	Mn	Mg	Zn	Ti	V	Al	Fe_{krit}
Tavba A	6,742	0,128	0,012	0,046	0,519	0,005	0,108	0,010	zvyšok	
Tavba B	6,675	0,202	0,018	0,058	0,564	0,021	0,113	0,009	zvyšok	
Tavba C	7,097	0,429	0,013	0,044	0,466	0,002	0,119	0,010	zvyšok	
Tavba D	6,881	0,429	0,011	0,149	0,596	0,002	0,103	0,010	zvyšok	

3. Štruktúrna analýza

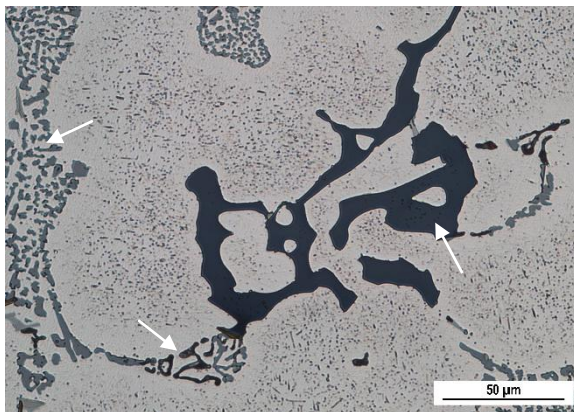
- Na obr.1a, obr. 1b, obr. 1c a obr. 1d vyznačte jednotlivé štruktúrne zložky.



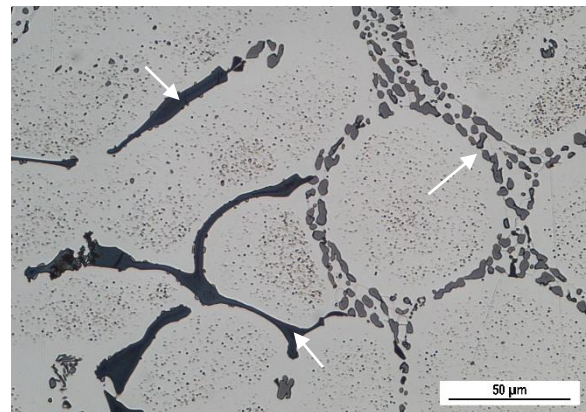
a) liaty stav – bez Mn



b) po tepelnom spracovaní T6



c) liaty stav – s prídavkom Mn

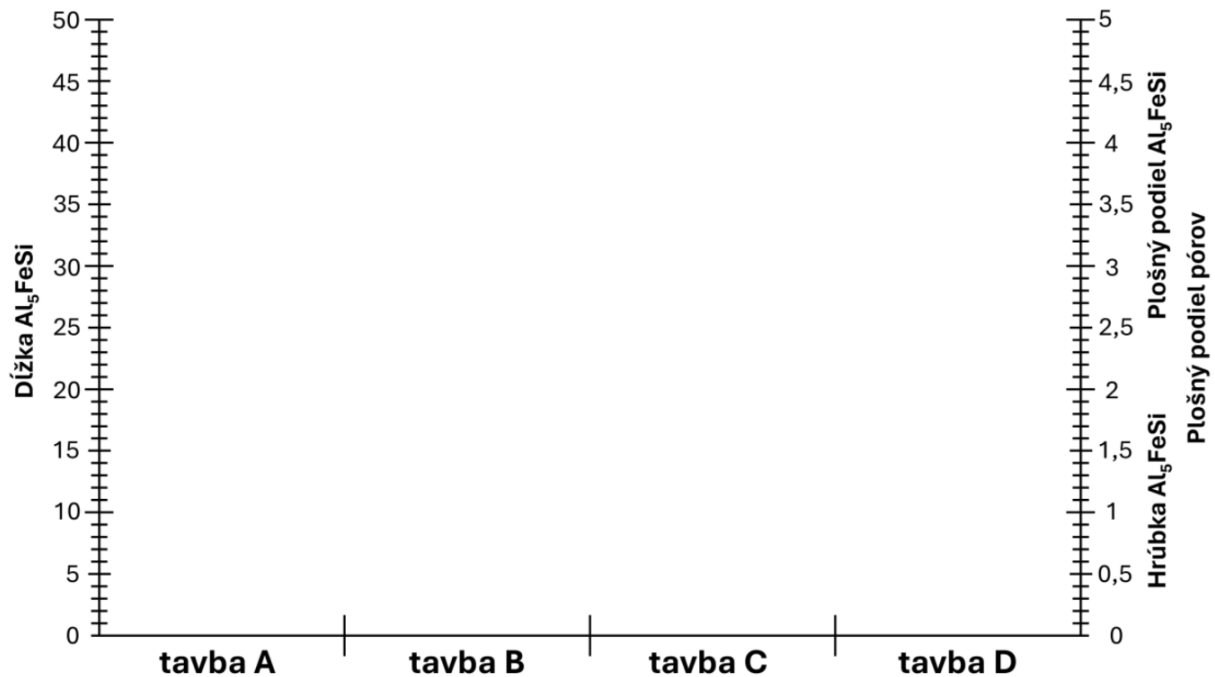


d) po tepelnom spracovaní T6 – s prídavkom Mn

Obr. 1 Zliatina AlSi7Mg0,6, lept. 0,5 % HF

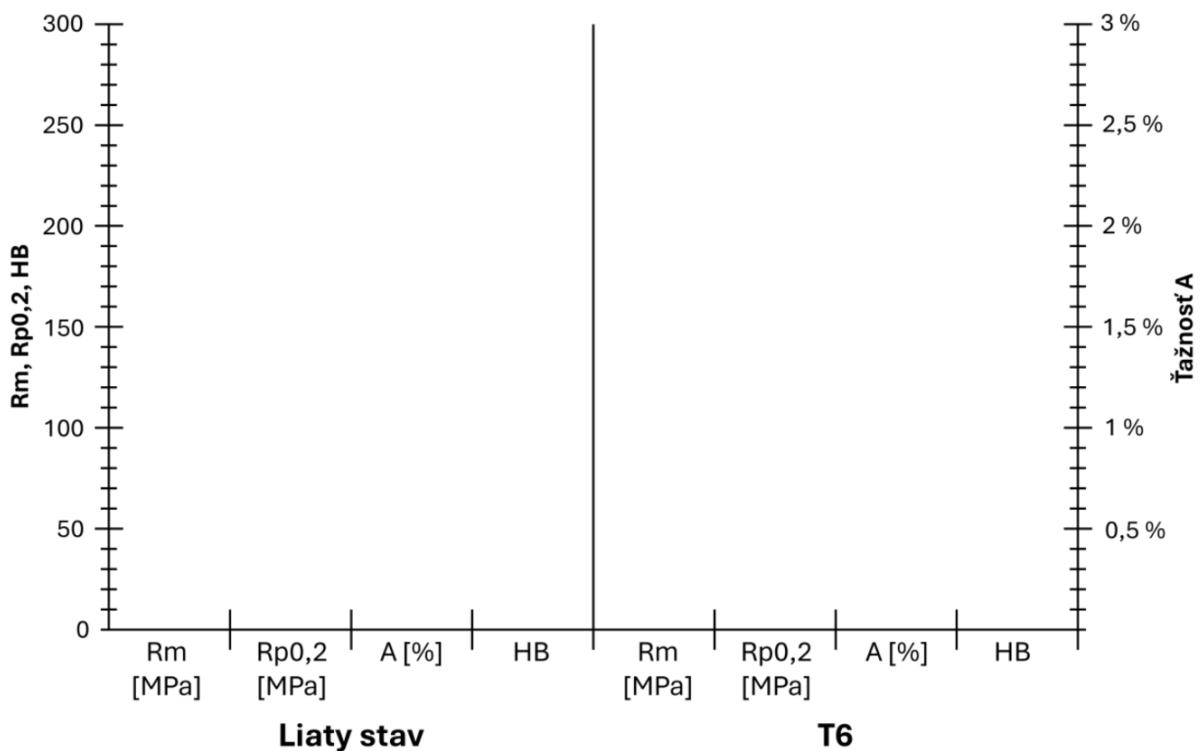
- Popíšte - aký je vplyv tepelného spracovania (T6) a prídavku Mn na zmenu štruktúry?

4. Pomocou kvantitatívnej analýzy vyhodnoťte vplyv železa a Mn na veľkosť fázy Al_5FeSi , plošný podiel Fe-fáz a pórovitosť.

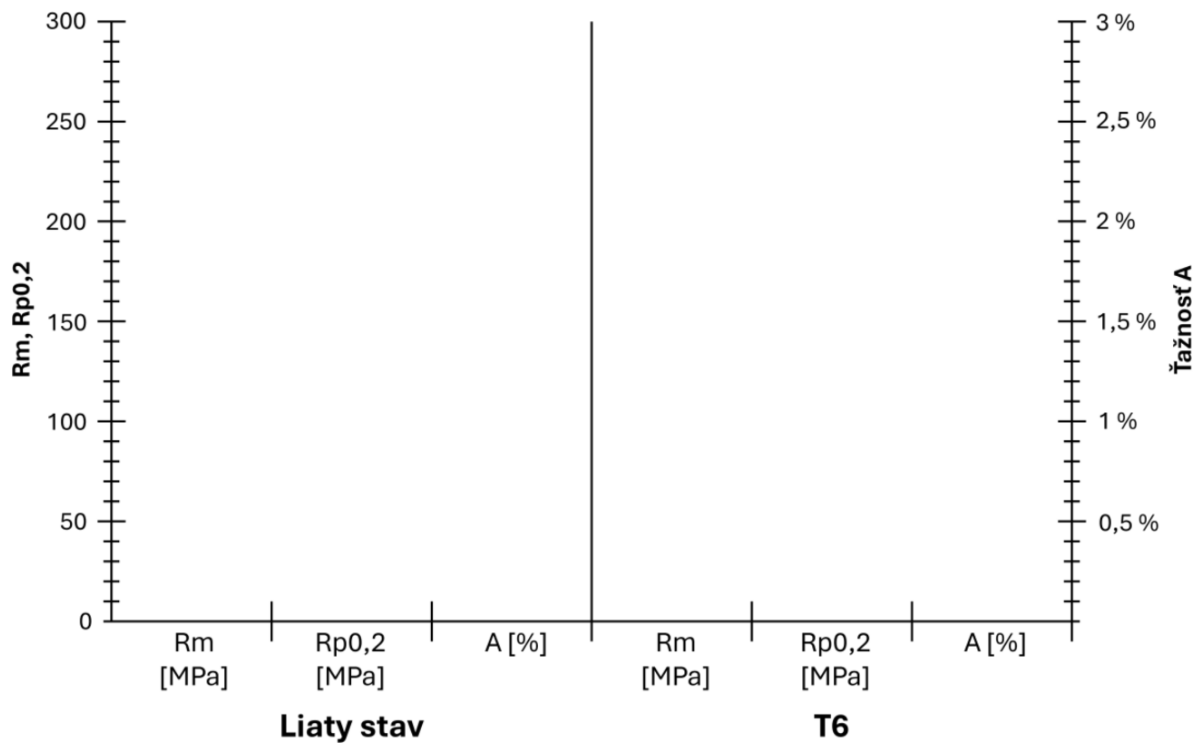


Obr. 2 Vplyv Fe a Mn na veľkosť (dĺžku a hrúbku v μm) ihlicovitej fázy Al_5FeSi , plošný podiel Fe-fáz a pórovitosť

5. Graficky spracujte výsledky mechanických skúšok bez a v koróznom prostredí (PRÍLOHA 2, tab. 3 a tab. 4). Popíšte, aký je vplyv Fe, Mn, tepelného spracovania a korózneho prostredia na hodnoty pevnosti, medze klzu, ťažnosť a tvrdosť. Ako sa líšia získané hodnoty od hodnôt definovaných normou (PRÍLOHA 1, tab. 2)?



Obr. 3 Vplyv Fe, Mn a tepelného spracovania na mechanické vlastnosti



Obr. 4 Vplyv korózneho prostredia na mechanické vlastnosti

6. Na základe výsledkov únavových skúšok (PRÍLOHA 3) – vyhodnoťte vplyv Fe, Mn a tepelného spracovania na únavové vlastnosti. Aký vplyv bude mať korózne prostredie?

7. Záver.

- Aký je vplyv Fe, Mn a tepelného spracovania na: štruktúru zliatiny AlSi7Mg0,6;
- Aký je vplyv Fe, Mn, tepelného spracovania a korózneho prostredia na mechanické vlastnosti a únavovú odolnosť zliatiny AlSi7Mg0,6;

Dátum:	Št. skup.:	Meno:	Hodnotenie:
Č. ref.:	VPLYV CHEMICKÉHO ZLOŽENIA NA MECHANICKÉ VLASTNOSTI LGG		

Zadanie

1. Uvedte rozdelenie grafitických liatin a) podľa tvaru grafitu a b) podľa základnej kovovej hmoty. Čo je očkovanie? Čo je modifikovanie? Uvedte príklady modifikátorov a typy grafitických liatin, ktoré sa použitím daného typu modifikátora vyrábajú.
2. Na základe chemického zloženia, tab. 1, vypočítajte stupeň eutektickosti Sc uvedených liatin ($Sc < 1$ - podeutektická; $Sc = 1$ - eutektická; $Sc > 1$ - nadeutektická liatina).
3. Z hodnôt v tab. 2 posúďte vplyv obsahu Mn a Cu na pomer ferit/perlit v štruktúre LGG a nakreslite grafickú závislosť:
 - a) obsahu Mn, Cu na podiel feritu a perlitu;
 - b) vplyv podielu perlitu na R_m a na $R_{p0,2}$;
 - c) vplyv obsahu Mn a Cu na mechanické vlastnosti R_m , $R_{p0,2}$, A a Z .
4. Napíšte diskusiu o vplyve chemického zloženia na stupeň eutektickosti Sc , podiel feritu a perlitu v štruktúre LGG a výsledné mechanické vlastnosti. Aký je optimálny podiel Mn a Cu na výsledné mechanické vlastnosti?

Vypracovanie**1. Rozdelenie grafitických liatin:**

a) podľa tvaru grafitu

b) podľa základnej kovovej hmoty

Modifikovanie je:

Očkovanie je:

Modifikátory a grafitické liatiny:

2. Výpočet stupňa eutektickosti Sc:

$$S_c = \frac{\% C}{4,3 - 0,312 \% Si - 0,275 \% P}$$

Tab. 1

Chemické zloženie liatin (hmot. %)

Por. číslo	C	Si	Mn	S	P	Cu	Stupeň eutektickosti Sc
1.	2,78	4,69	0,49	0,017	0,050	0,92	
2.	3,24	1,95	0,14	0,01	0,03	0,02	
3.	3,36	2,03	0,36	0,01	0,03	0,1	
4.	3,20	2,07	0,58	0,01	0,03	0,1	
5.	3,32	1,94	0,86	0,01	0,03	0,1	
6.	3,47	1,89	0,1	0,01	0,03	0,37	
7.	3,43	2,09	0,1	0,01	0,03	0,65	
8.	3,27	1,96	0,1	0,01	0,03	0,87	

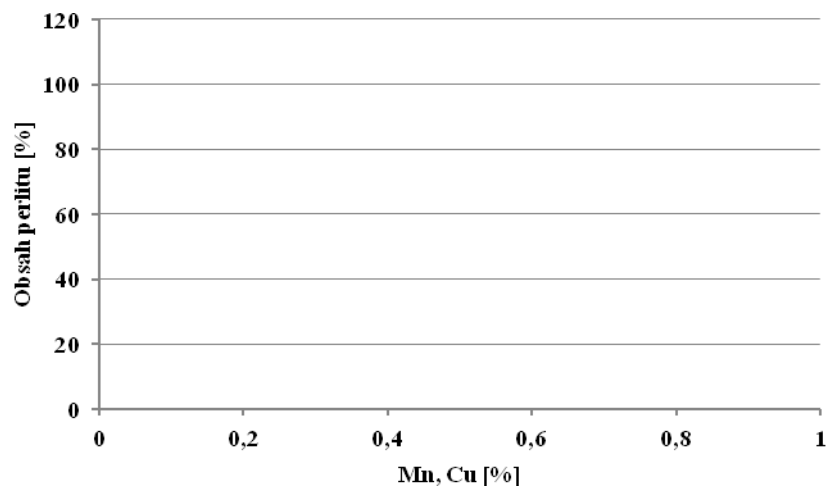
Slovné hodnotenie:

3. Vplyv chemického zloženia na štruktúru a mechanické vlastnosti LGG

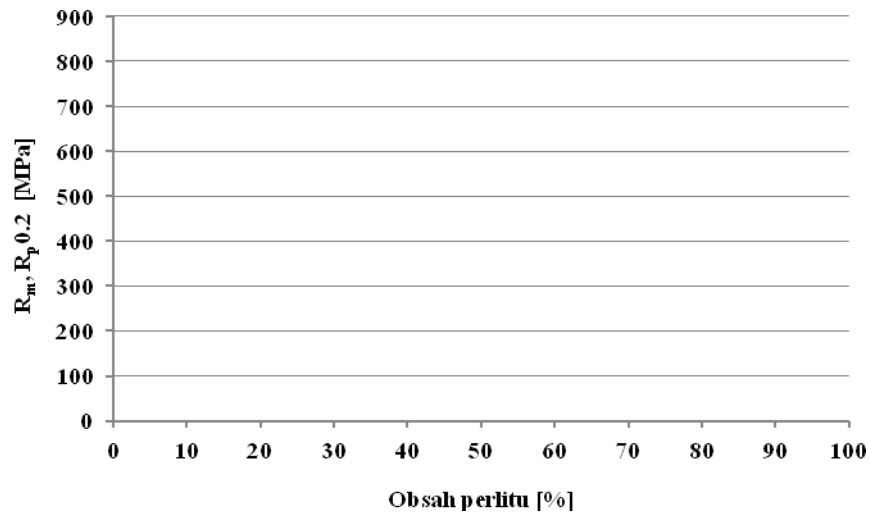
Tab. 2

Podiel ferit/perlit a základné mechanické charakteristiky LGG

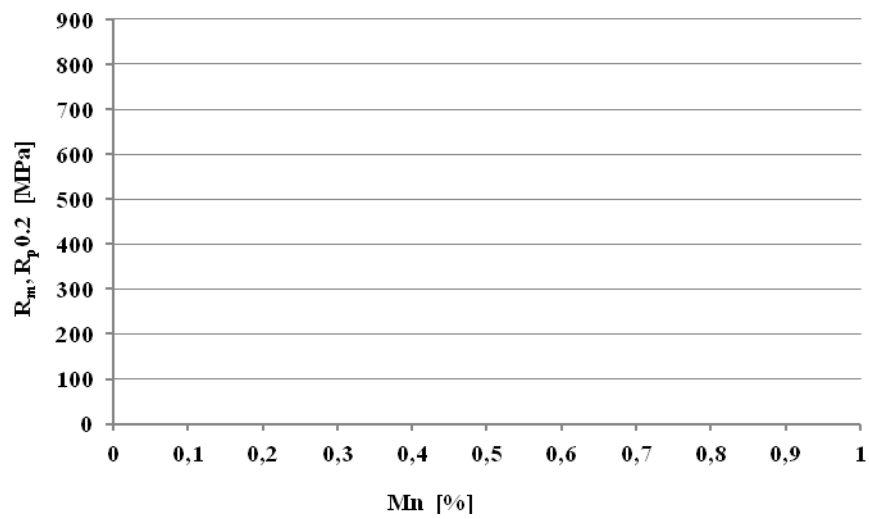
Obsah Mn/Cu	Podiel ferit/perlit [%]	R _m [MPa]	R _{p0,2} [MPa]	A [%]	Z [%]
0,00 % Mn, Cu	94/6	400	290	19	15
0,20 % Mn	90/10	440	290	17	16
0,40 % Mn	78/22	490	300	16	15
0,65 % Mn	40/60	605	370	12	11
0,90 % Mn	18/82	670	390	6	5
0,20 % Cu	49/51	510	300	15	12,5
0,40 % Cu	22/78	630	370	12	9
0,65 % Cu	4/96	780	440	8	6
0,90 % Cu	0/100	800	470	6	4,5



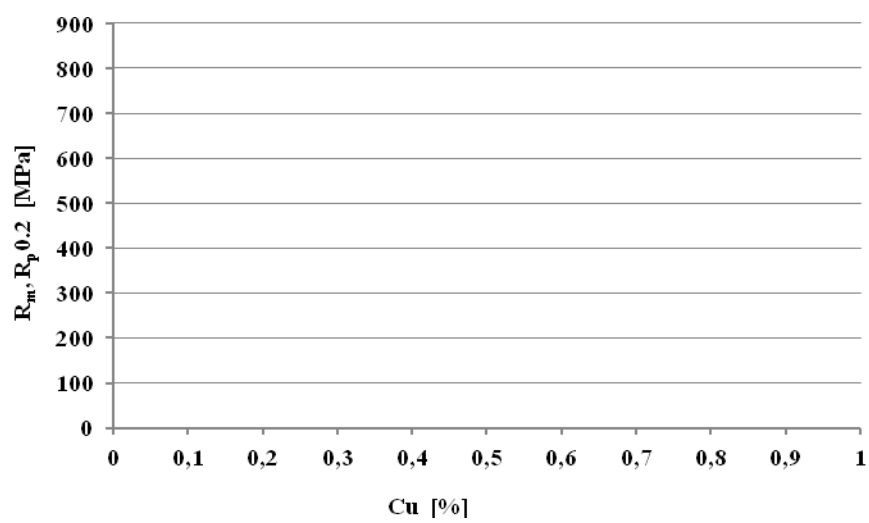
Obr. 1 Vplyv obsahu Mn a Cu na obsah perlitu/feritu v štruktúre LGG



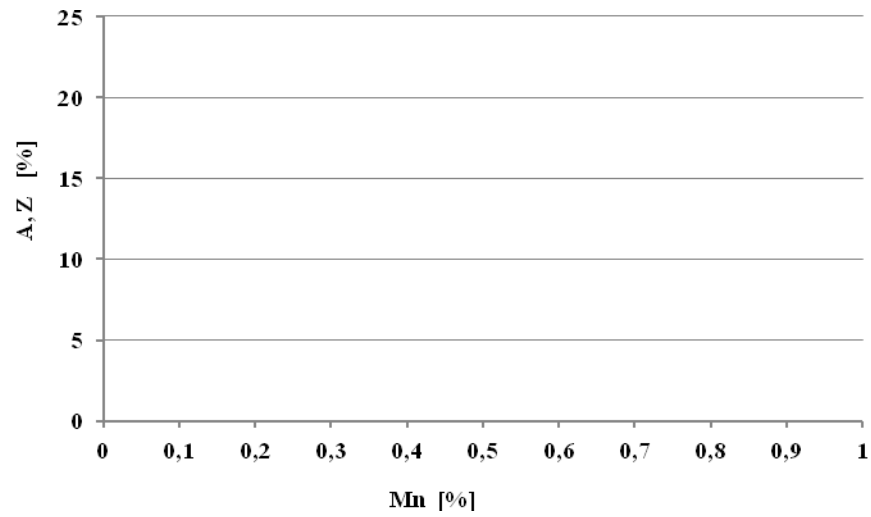
Obr. 2 Vplyv obsahu perlitu na R_m , $R_{p0,2}$



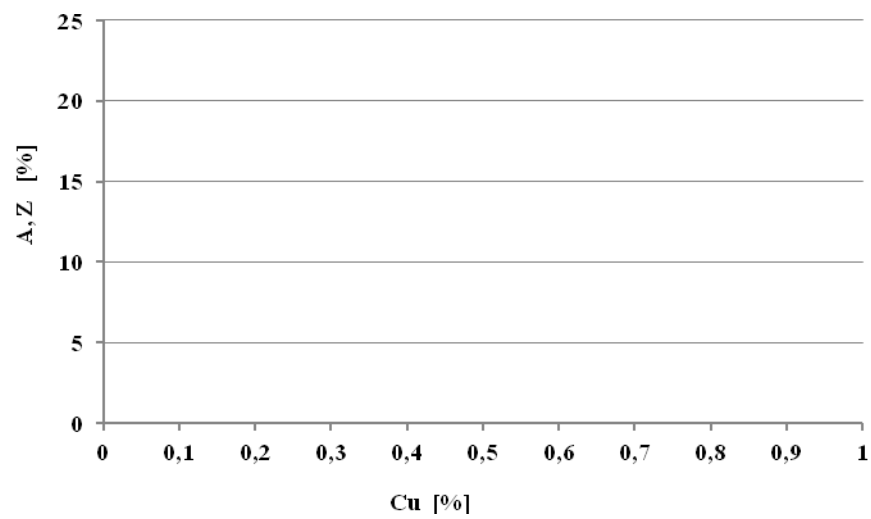
Obr. 3 Vplyv Mn na R_m a $R_{p0,2}$



Obr. 4 Vplyv Cu na R_m a $R_{p0,2}$



Obr. 5 Vplyv Mn na A a Z



Obr. 6 Vplyv Cu na A a Z

4. Diskusia a záver:

Dátum:	Št. skup.:	Meno:	Hodnotenie:
Č. ref.:	VPLYV TEPELNÉHO SPRACOVANIA NA MECHANICKÉ VLASTNOSTI ADI		

Zadanie:

1. Čo to je ADI liatina a charakterizujte spôsob tepelného spracovania, ktorým získame ADI liatinu a vypočítajte stupeň eutektickosti S_c týchto zliatin, tab. 1.
2. Aké sú základné štruktúrne zložky ADI liatiny, na základe údajov v prílohe A nakreslite závislosť zmeny podielu austenitu (A), bainitu (B) a martenzitu (M) a mechanických vlastností v závislosti od doby izotermickej výdrže.
3. Nakreslite grafické závislosti mechanických vlastností, tab. 2, ADI liatiny (príloha B) v závislosti od teploty izotermického rozpadu austenitu a zmenu tvrdosti, tab. 3, ADI liatiny v závislosti od teploty izotermického rozpadu austenitu a od doby výdrže na tejto teplote.
4. Na základe zistených skutočností napíšte diskusiu a sformulujte závery ako vplýva teplota a doba výdrže izotermického rozpadu austenitu na mechanické vlastnosti ADI liatin (dva rôzne východiskové typy liatin s rôznym chemickým zložením).

Vypracovanie**1. Charakteristika ADI liatiny**

ADI liatina je:

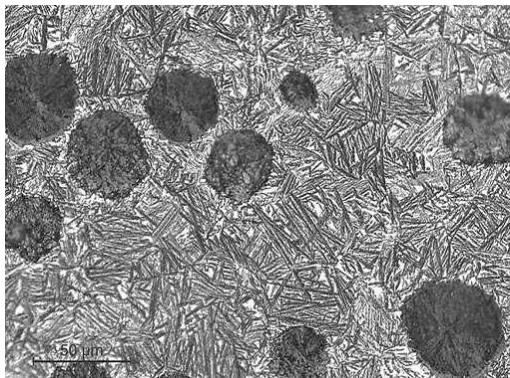
Spôsob výroby ADI liatin:

Stupeň eutektickosti:
$$S_c = \frac{\% C}{4,3 - 0,312 \% Si - 0,275 \% P}$$

Tab. 1

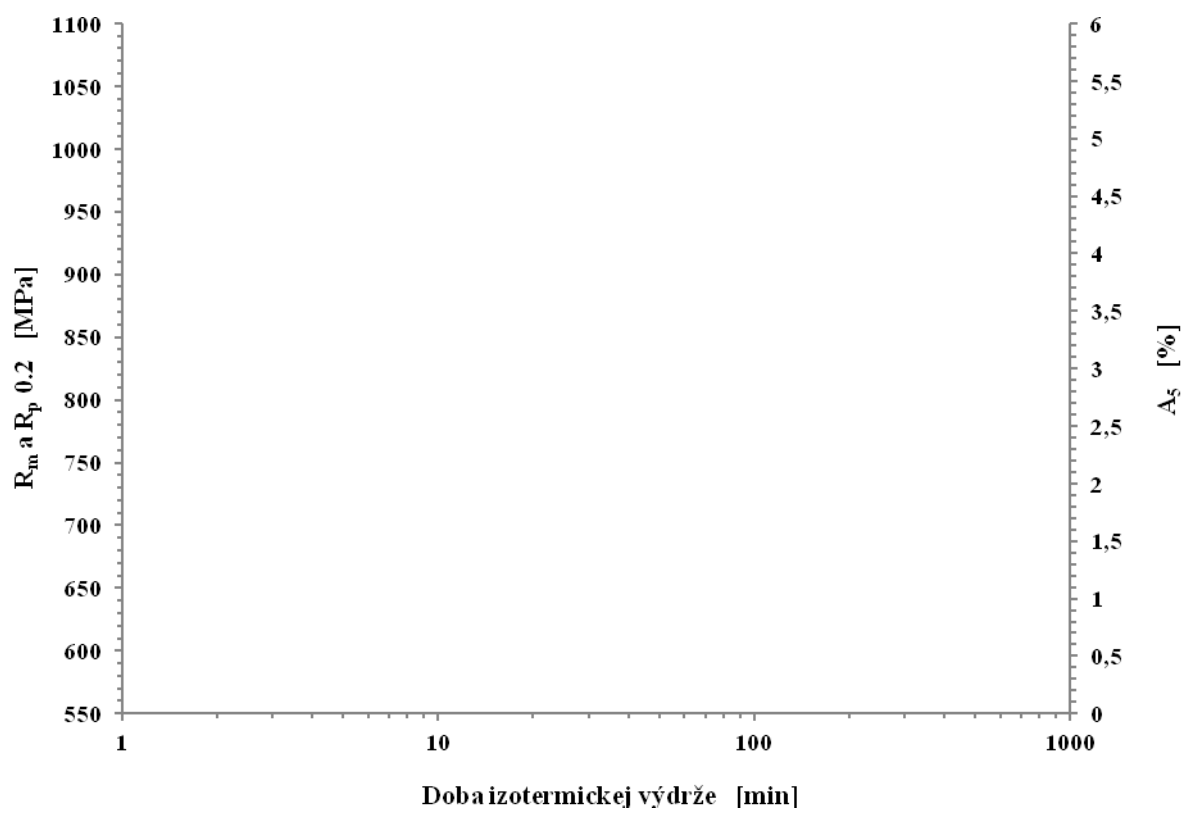
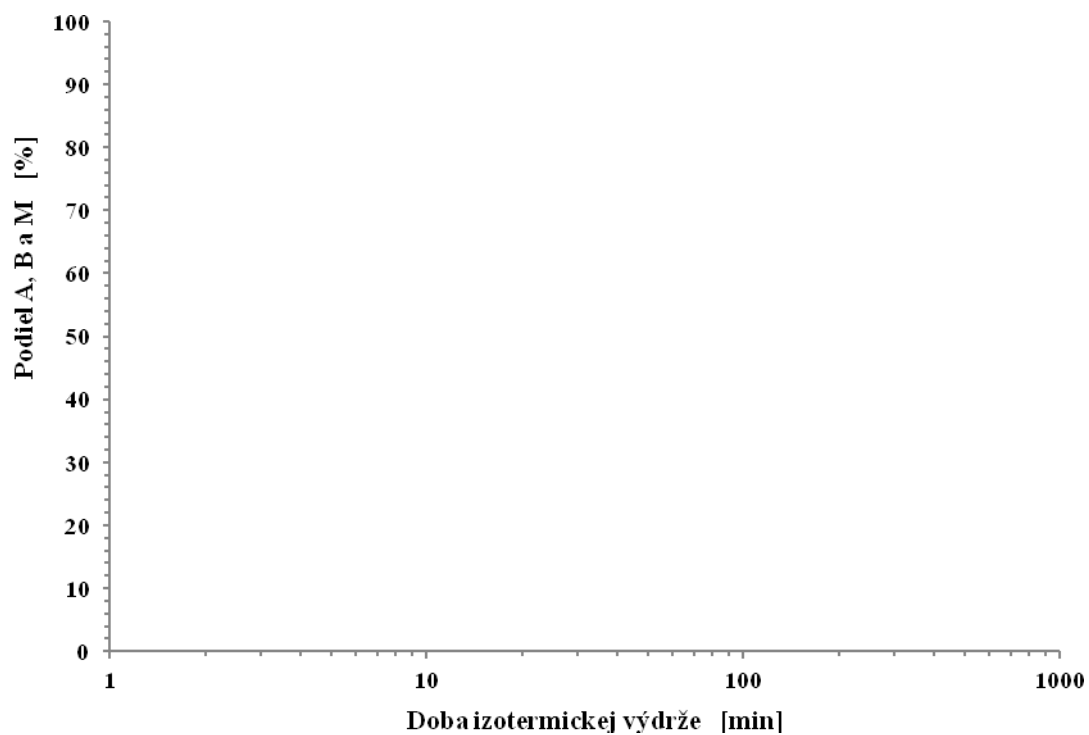
Výpočet stupňa eutektickosti S_c

Prvok [hmot. %]	C	Si	Mn	S	P	Cu	Ni	Mg	Stupeň eutektickosti S_c
ADI 1	2,78	4,69	0,49	0,017	0,050	0,92	1,10	-	
H380a	3,49	2,46	0,25	0,007	0,02	-	-	0,042	

2. Vplyv doby izotermickej výdrže na podiel A, B a M; a mechanické vlastnosti

Základné štruktúrne zložky:

Obr. 1 ADI liatina, lept. NITAL

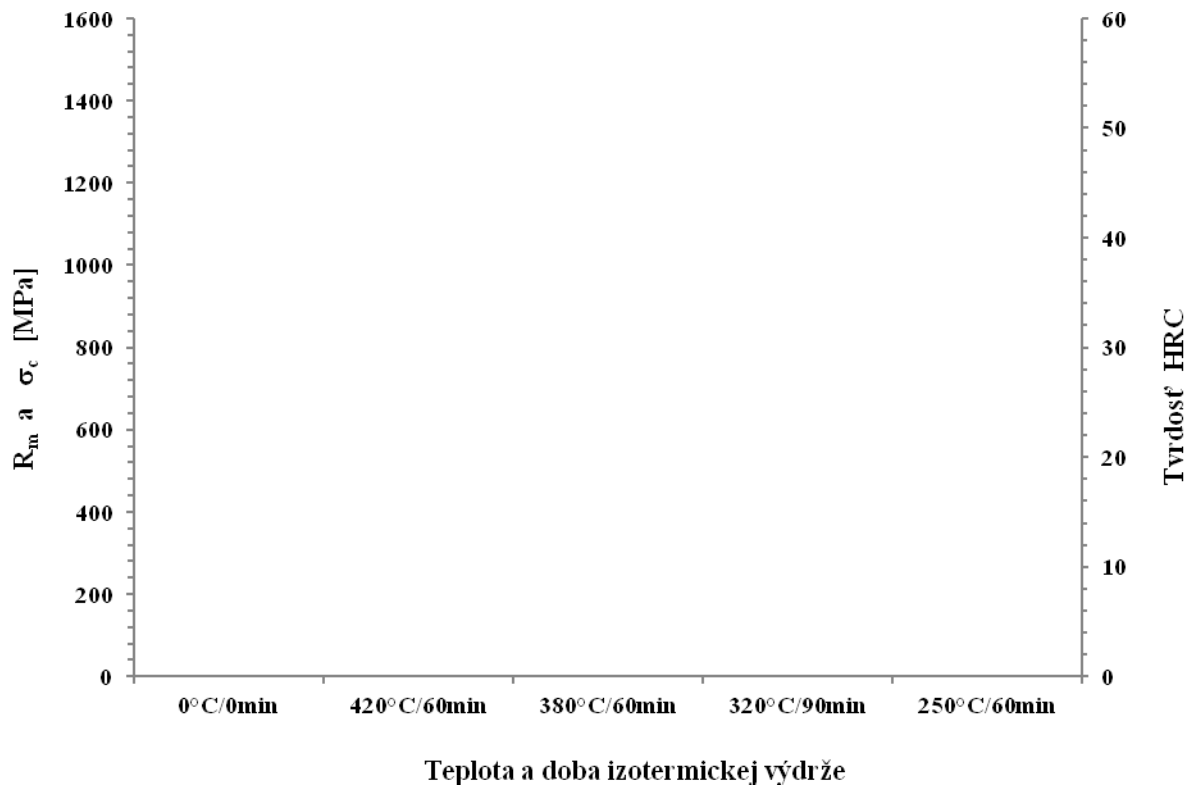


3. Mechanické vlastnosti ADI liatiny v závislosti od teploty izotermického rozpadu austenitu a doby výdrže na tejto teplote

Tab. 2

Mechanické vlastnosti vzoriek po izotermickom zušľachťovaní

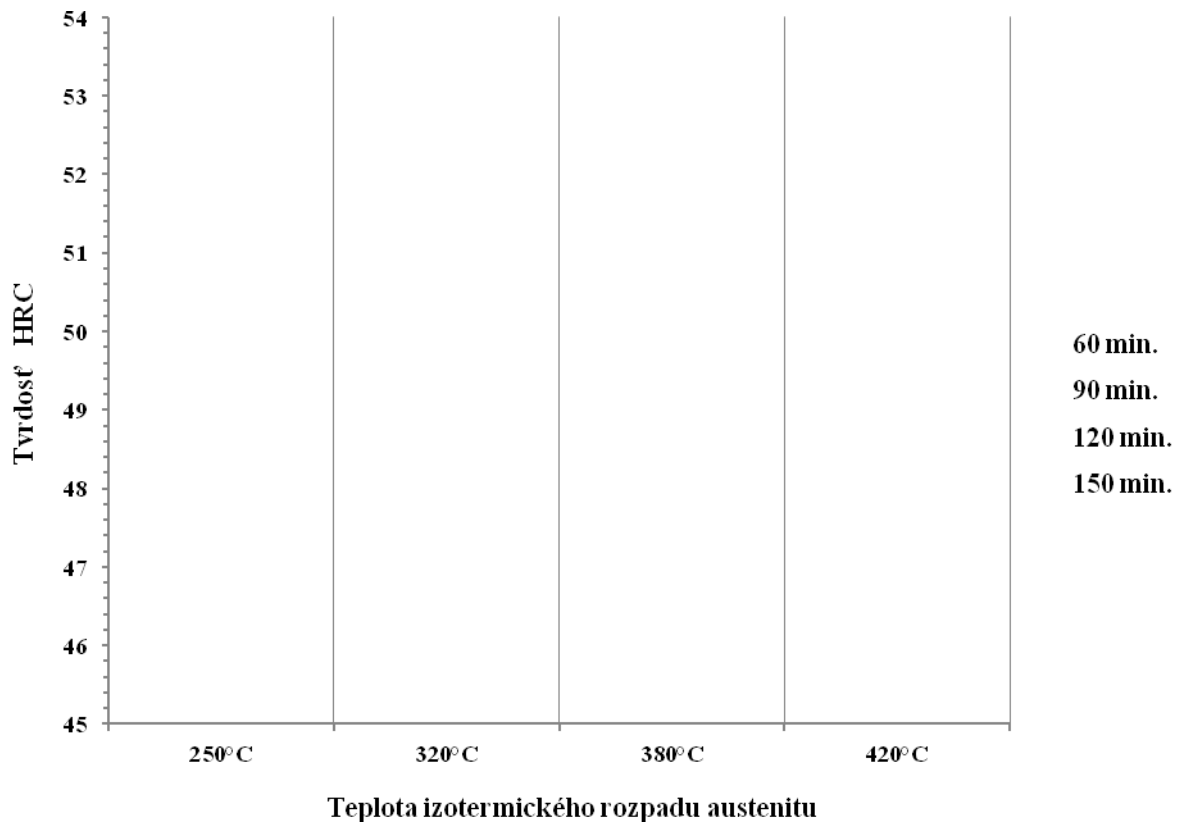
Vzorka	Matrica	R _m [MPa]	HRC	σ _c [MPa]
základný materiál	ferit + perlit	711	24,6	390
420 °C/60'	horný bainit + zvyškový austenit	980	49,0	378
380 °C/60'		1040	50,6	361
320 °C/90'	dolný bainit + zvyškový austenit	1164	50,3	328
250 °C/60'		1551	52,9	276



Tab. 3

Tvrdosť vzoriek HRC po izotermickom zušľachťovaní

teplota/čas	250 °C	320 °C	380 °C	420 °C
60 min.	52,9	50,3	50,6	49
90 min.	50,2	49,1	49,7	47,8
120 min.	50,6	49,1	49,2	48
150 min.	48,7	48,6	48,1	48,2



4. Diskusia a závery

Aplikácia ADI liatin:

Dátum:	Št. skup.:	Meno:	Hodnotenie:
Č. ref.:	NÁSTROJOVÉ OCELE		

Zadanie:

1. Aké sú základné požiadavky na vlastnosti nástrojových ocelí.
2. Charakterizujte základné štruktúrne zložky nástrojových ocelí, ktoré z nich sú prospešné a ktoré nežiadúce.
3. Uvedte z akých operácií pozostáva tepelné spracovanie nástrojových ocelí.
4. Na základe pozorovania zakreslite a popíšte štruktúru nástrojových ocelí 19 436, 19 191, 19 420, 19 573. Podľa materiálových listov rozdeľte nástrojové ocele z hľadiska chemického zloženia a k daným typom ocelí uveďte vhodný postup tepelného spracovania.
5. Na základe pozorovania vyhodnoťte a schematicky zakreslite vplyv rôznych teplôt kalenia na mikroštruktúru nástrojovej ocele 19 830, popíšte jednotlivé štruktúrne zložky.
6. Vyhodnoťte vplyv teploty kalenia na tvrdosť (HRC) nástrojovej ocele 19 830.
7. Napíšte záver a sformulujte diskusiu o vplyve teploty kalenia na výslednú mikroštruktúru a tvrdosť nástrojovej ocele 19 830.

Vypracovanie

1. Základné požiadavky na vlastnosti nástrojových ocelí**2. Základné prospešné a nežiaduce štruktúrne zložky nástrojových ocelí****3. Tepelné spracovanie nástrojových ocelí pozostáva z:**

4. Na základe pozorovania zakreslite a popíšte štruktúru nástrojových ocelí 19 436, 19 191, 19 420, 19 573

Oceľ 19 436

--	--

Oceľ 19 191

--	--

Oceľ 19 420

--	--

Oceľ 19 573

--	--

5. Na základe pozorovania vyhodnotte a schematicky zakreslite vplyv rôznych teplôt kalenia na mikroštruktúru nástrojovej ocele 19 830, popíšte jednotlivé štruktúrne zložky

Oceľ 19 830 východiskový stav

--	--

Oceľ 19 830 kalenie 1170 °C

--	--

Oceľ 19 830 kalenie 1190 °C

--	--

Oceľ 19 830 kalenie 1230 °C

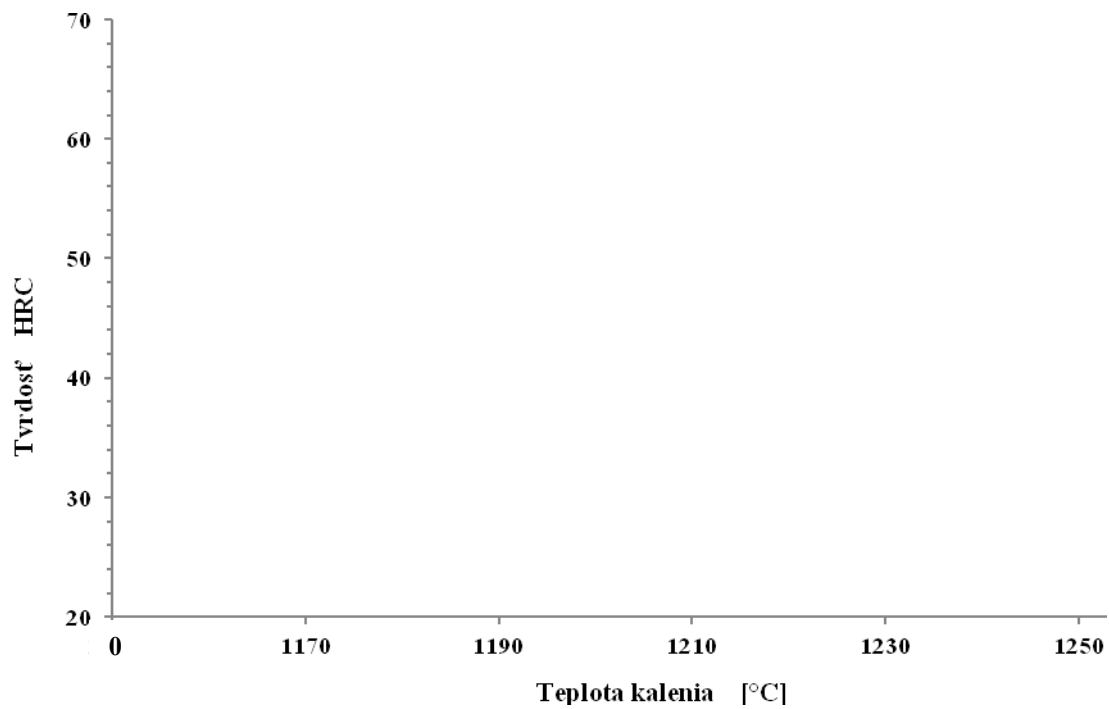
--	--

Oceľ 19 830 kalenie 1250 °C

--	--

6. Vplyv teploty kalenia na tvrdosť HRC nástrojovej ocele 19 830

	Stav ocele 19 830 - teplota kalenia [°C]				
	vých. stav	1170	1190	1230	1250
Tvrdosť HRC	63,1	58,6	58,3	62,6	59,8



7. Diskusia a záver

Dátum:	Št. skup.:	Meno:	Hodnotenie:
Č. ref.:	METALOGRAFIA ANTIKORÓZNYCH OCELÍ		

Zadanie:

1. Na základe chemického zloženia antikoročných ocelí (viď. norma STN) a pomocou Schaefflerovho diagramu odhadnite mikroštruktúru vybraných ocelí (17 153, 17 381, 17 248, 17 353,4, 17 041, 17 102 a 17 240).
2. Spracujte metalografickú analýzu vybraných antikoročných ocelí (17 153, 17 381, 17 248, 17 353,4, 17 041, 17 102 a 17 240); pozorujte a schematicky zakreslite mikroštruktúru vybraných antikoročných ocelí, popíšte ich mechanické a fyzikálne vlastnosti podľa STN, popíšte tepelné spracovanie (určite zadelenie do skupiny, resp. typ antikoročnej ocele) a uveďte príklady možného použitia.
3. Porovnajte získané výsledky z bodu 1. a 2., napíšte diskusiu výsledkov a sformulujte záver.

Vypracovanie

1.

Tab. 1

Predikcia mikroštruktúry na základe Schaefflerovho diagramu

Materiál	17 153	17 381	17 248	17 353,4	17 041	17 102	17 240
Cr _{eqv. min}							
Cr _{eqv. max}							
Ni _{eqv. min}							
Ni _{eqv. max}							
Cr _{karbidy min}							
Cr _{karbidy max}							
Mikroštruktúra							
a							

2. Schematické znázornenie mikroštruktúr vybraných antikoročných ocelí*lept., zv.: X***Oceľ: 17 153***Mikroštruktúra:**Vlastnosti:***Oceľ: 17 381***Mikroštruktúra:**Vlastnosti:*



Ocel': 17 248

Mikroštruktúra:

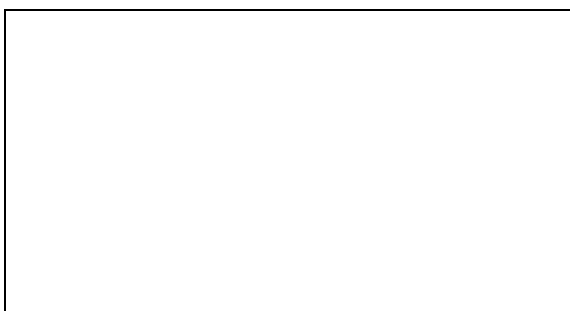
Vlastnosti:



Ocel': 17 353,4

Mikroštruktúra:

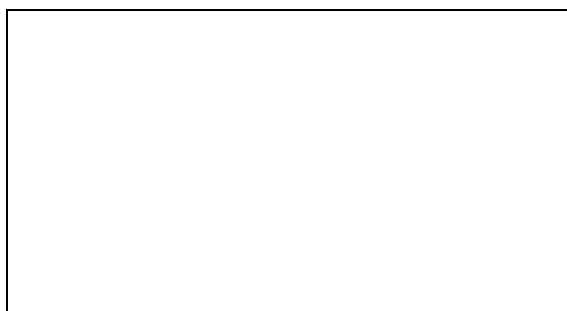
Vlastnosti:



Ocel': 17 041

Mikroštruktúra:

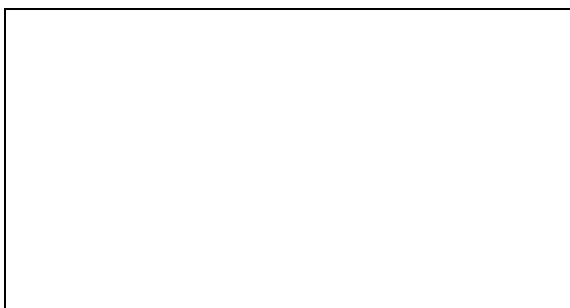
Vlastnosti:



Ocel': 17 102

Mikroštruktúra:

Vlastnosti:



Ocel': 17 240

Mikroštruktúra:

Vlastnosti:

3. Diskusia a záver:

Dátum:	Št. skup.:	Meno:	Hodnotenie:
Č. ref.:	HODNOTENIE MIKROŠTRUKTÚRY SPEKANÝCH KARBIDOV		

Zadanie:

1. Na mikrofotografii volfrámového spekaného karbidu H1 (obr. 1 - príloha A) vyhodnoťte mikroštruktúru α -fázy podľa STN 42 0892. Hodnotenú mikroštruktúru schematicky zakreslite a štruktúrne popíšte.
2. Vyhodnoťte zrnitosť α -fázy volfrámového spekaného karbidu H1 na mikrofotografiách troch zorných polí (obr. 2 - príloha B). Odmerajte rozmery najdlhších strán cca 50 zrn v každom zornom poli, zostavte frekvenčný histogram tried zrnitosti (od 0,5 do 1,5 μm ; 1,5 - 2,5 μm atď.) a určite stredný rozmer ako strednú hodnotu histogramu a smerodajnú odchýlku.
3. Napíšte diskusiu a sformulujte záver.

Vypracovanie**1. Hodnotenie mikroštruktúry α -fázy volfrámového spekaného karbidu H1 podľa STN 42 0892**

Štruktúrny popis:

 α -fáza -

Obr. 1 Schematické
znázornenie mikroštruktúry
 α -fázy spekaného karbidu H1,
lept., zv. x

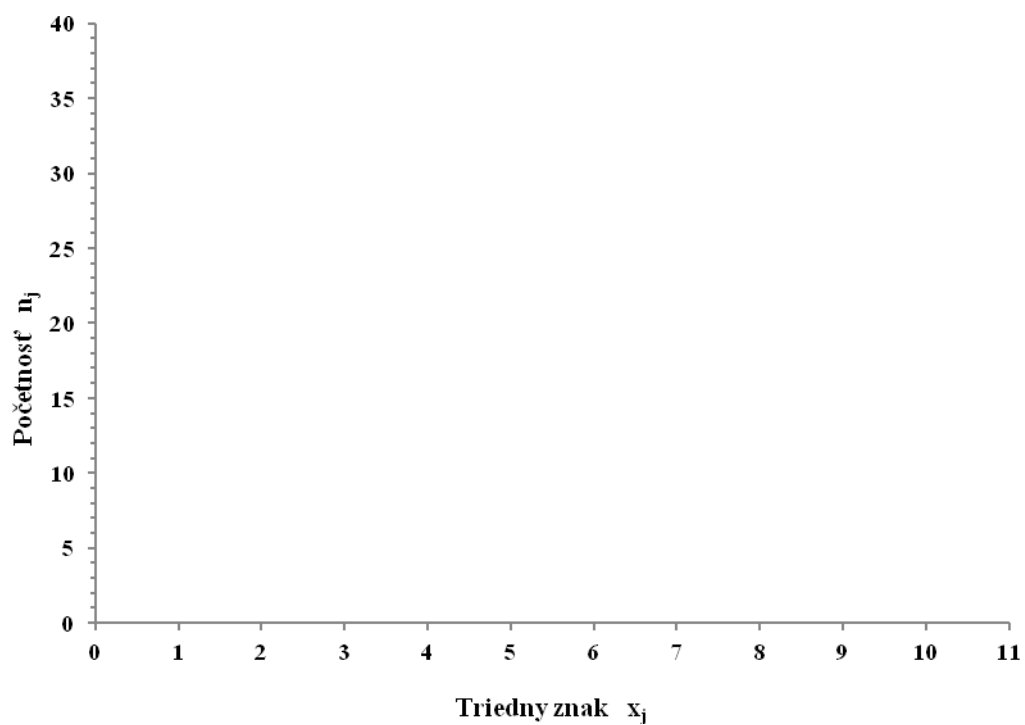
Rozmerová charakteristika podľa STN 42 0892:

2. Hodnotenie zrnitosti α -fázy wolfrámového spekaného karbidu H1

Tab. 1

Štatistické spracovanie nameraných hodnôt dĺžok strán

k	Triedny interval	Triedny znak x_j	Početnosť n_j	$x_j \cdot n_j$	$x_j^2 \cdot n_j$

 $\bar{X} =$
 $S =$
 $\sigma =$


Obr. 2 Histogram tried zrnitosti

3. Diskusia a záver