

Modifikácia amorfných kovových zliatin a nanokryštálov pomocou žiarenia



Autor : Dominika Holková
Školiteľ: prof. Ing. Jozef Sitek, DrSc.

Obsah

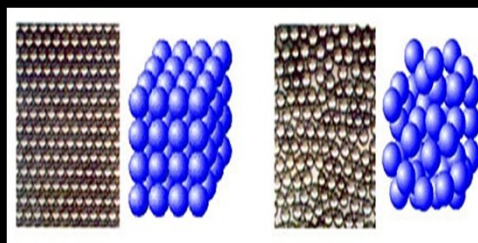
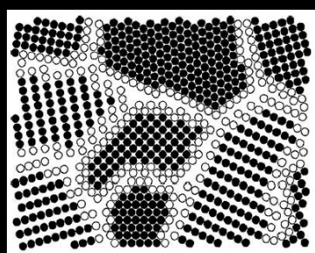


Amorfné a nanokryštalické zliatiny

- ı Modifikácia zliatin pomocou žiarenia
- ı Metóda analýzy
- ı Výsledky
- ı Záver

Amorfné a nanokryštalické zliatiny

Štruktúra



A- kryštalická štruktúra, B- amorfná štruktúra

Model štruktúry nanokryštalických zliatin. Čierne body predstavujú atómy kryštalitov, biele body znázorňujú atómy hraníc – fázového rozhrania.

- Z hľadiska zloženia je známych niekoľko typov: **FINEMENT, NANOPERM, HIPERM, NANOMET**

Príprava amorfných a nanokryštalických kovových materiálov

- Elektrodepozícia
- Vakuové naparovanie a naprašovanie
- Rýchle ochladenie taveniny striekaním na rýchlo rotujúci valec

Príprava nanokryštalických zliatin s amorfných prekurzorov

- § Kondenzácia z plynnej fázy
- § Mechanické legovanie
- § Príprava žíhaním amorfných prekurzorov

Vzorky boli pripravené na - SAV Fyzikálny ústav

Základné charakteristické magnetické vlastnosti amorfných a nanokryštalických zliatin

- ; Feromagnetické vlastnosti
- ; Feromagnetické materiály delíme – magneticky mäkké a magneticky tvrdé
- ; FINEMENT, NANOPERM, HITPERM, NANOMET
- ; Distribučná funkcia P(B)

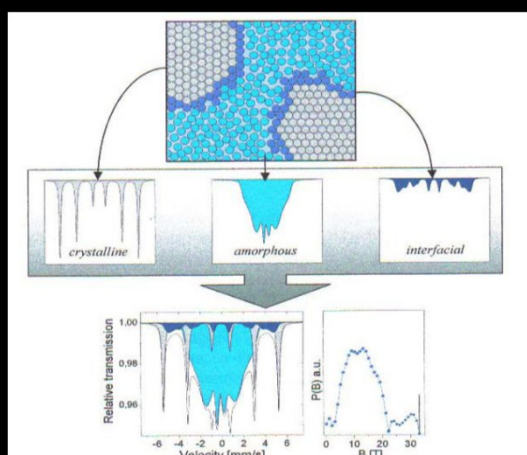
Modifikácia zliatin pomocou žiarenia

Vplyv externých faktorov

- ; 1. žihanie rôznych atmosférach (argón, vákum)
- ; 2. vplyv korózie
- ; 3. externé magnetické pole
- ; 4. radiačné poškodenie
 - ; - neutróny
 - ; - ióny
 - ; - elektróny

Metóda analýzy

ı Mössbauerova spektroskopia



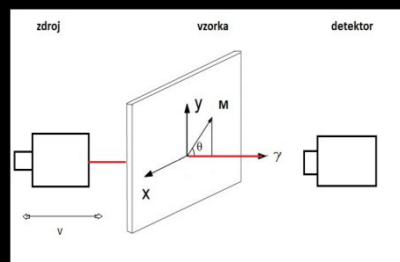
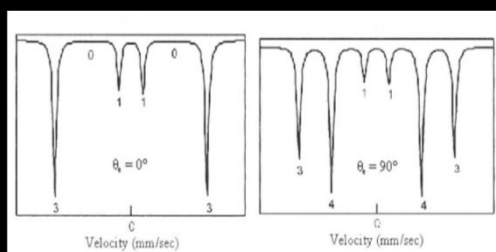
Schematické znázornenie nanokryštalickej štruktúry a jej Mössbauerovo spektrum

Citlivé parametre

- ı 1. zmena orientácie strednej hodnoty magnetického momentu
- ı 2. hodnota intenzity vnútorného hyperjemného magnetického pola- zmena tvaru distribučnej funkcie amorfnej zložky- $P(B)$
- ı 3. zmena obsahu kryštalickej a amorfnej zložky

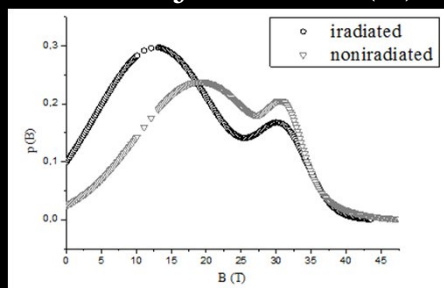
1. Zmena smeru orientácie

- i Parameter A_{23}
- i $I_1=I_6=3(1+\cos^2\theta)$
- i $I_2=I_5=4\sin^2\theta$
- i $I_3=I_4=1+\cos^2\theta$



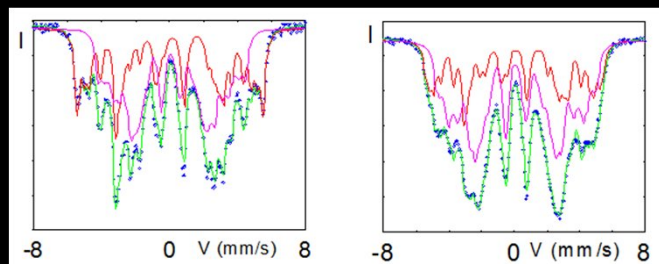
2. Zmena B a P(B)

Zmena hodnoty vnútorného magnetického poľa
a zmena distribučnej funkcie P(B)



3. Vytvorenie novej fázy

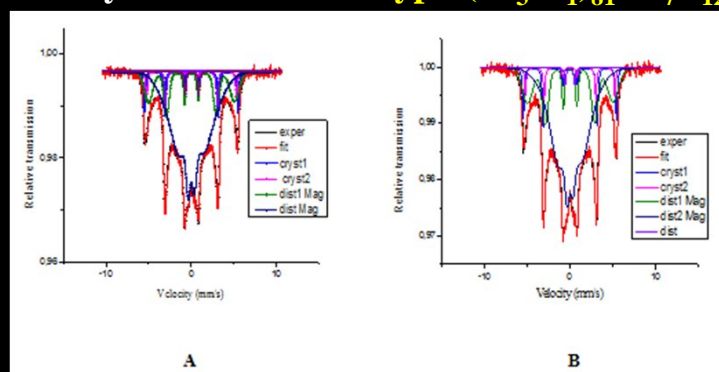
Stupeň radiačného poškodenia – neutróny,



Mössbauerove spektrum pred a po ožiarení neutrónmi FINEMENT ($\text{Fe}_{73.5}\text{Cu}_1\text{Nb}_3\text{Si}_{13.5}\text{B}_9$), vľavo spektrum neožiarenej zliatiny, v pravo spektrum zliatiny po ožiarení neutrónmi $10^{19} \text{ n.cm}^{-2}$. Kryštalická fáza klesla zo 45 na 35%

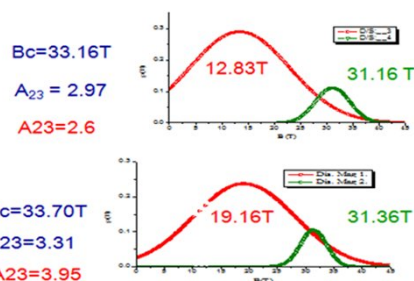
Predbežné výsledky

i Nanokryštalická zliatina typu $(\text{Fe}_3\text{Ni}_1)_{81}\text{Nb}_7\text{B}_{12}$



Mössbauerove spektrum $(\text{Fe}_3\text{Ni}_1)_{81}\text{Nb}_7\text{B}_{12}$ zliatiny: A.) vľavo neožiarená vzorka, B.) vpravo ožiarená elektrónmi.

Nanokryštalická zliatina typu $(\text{Fe}_3\text{Ni}_1)_{81}\text{Nb}_7\text{B}_{12}$ priebeh P(b)- vplyv elektrónov

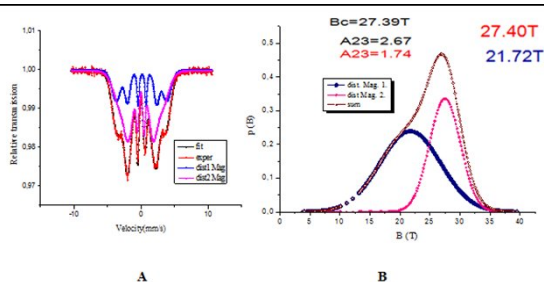


Tab. : parametre Mössbauerovho spektra neožiarenej a ožiarenej nanokryštalickej zliatiny $(\text{Fe}_3\text{Ni}_1)_{81}\text{Nb}_7\text{B}_{12}$. A_{23} -intenzita druhej a piatej čiary, B -indukcia vnútorného magnetického poľa, A_a – hodnota amorfnej časti, A_c – hodnota kryštalickej časti

vzorka	amorfné komponenti					kryštalické komponenti		
	A_{23}	$B_1[\text{T}]$	$B_2[\text{T}]$	$A_1[\%]$	$A_2[\%]$	A_a	$B[\text{T}]$	A_c
neožiarená	2.27	31.23		22		89	3.34	33.38
	2.06		13.65		67			
ožiarená	3.07	31.30		26		86	3.44	33.13
	3.16		12.83		60			

Zliatiny $(\text{Fe}_3\text{Ni}_1)_{81}\text{Nb}_7\text{B}_{12}$: priebeh P(b) funkcie hore neožiarená vzorka, dole ožiarená.

Nanokryštalická zliatina typu $(\text{Fe}_3\text{Ni}_1)_{81}\text{Nb}_7\text{B}_{12}$ po implantácii iónov Cu^{+4}



A.) Spektrum nanokryštalickej zliatiny $(\text{Fe}_3\text{Ni}_1)_{81}\text{Nb}_7\text{B}_{12}$; a B.) priebeh P(b) funkcie po implantácii iónov Cu^{+4} .

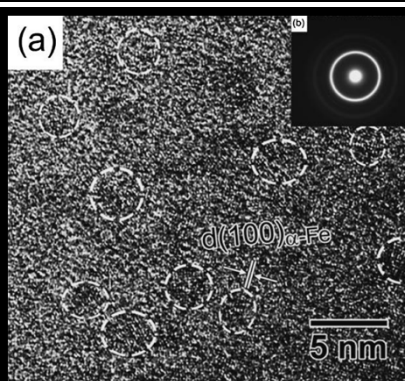
Tab. 2.: percentuálna zmena jednoilivých komponentov nanokryštalickej zliatiny $(\text{Fe}_3\text{Ni}_1)_{81}\text{Nb}_7\text{B}_{12}$ po implantácii Cu^{+4} iónov.

Pred implantáciou	Po implantácii
$A_c = 13\%$	$A_c = 13\%$
$A_{ah} = 25\%$	$A_{ah} = 19\%$
$A_{al} = 62\%$	$A_{al} = 68\%$
$A_a = 87\%$	$A_a = 87\%$

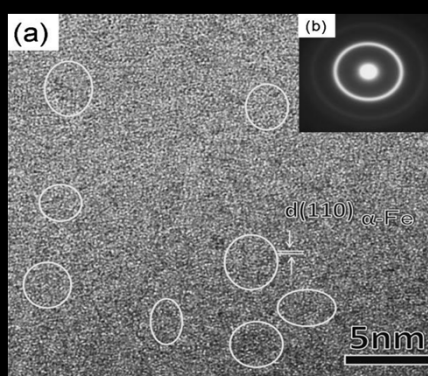
NANOMET

- ¡ NANOMET –FeSiBPCu
- ¡ FeSiB s prídavkom P 3-4 %, taktiež obsahuje menej než 1 % Cu a obsah Fe nad 80 %.
- ¡ Výsledná štruktúra - zrna alfa železa (α -Fe), ktoré sú nerovnomerne rozmiestnené v amorfnej matrici
- ¡ **Hetero-amorfna štruktúra**
- ¡ Príspevok fosforu a medi spôsobuje zníženie zhlukov alfa železa (α -Fe) z hodnoty 90-100nm na hodnotu 2-3nm.

HRTEM zobrazenie

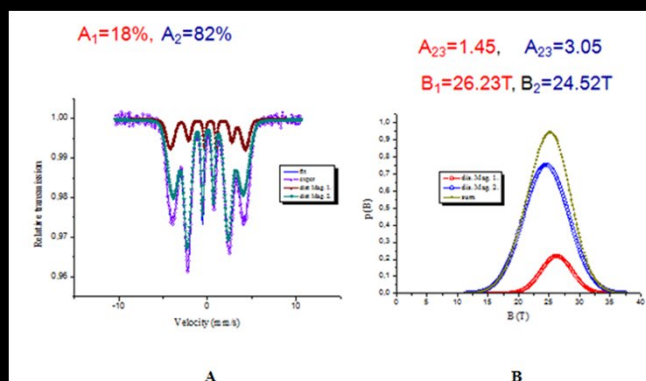


HRTEM zobrazenie (a) a SAED zobrazenie (b) as-quenched zliatin $\text{Fe}_{81.7}\text{B}_7\text{Si}_9\text{P}_2\text{Cu}_{0.3}$



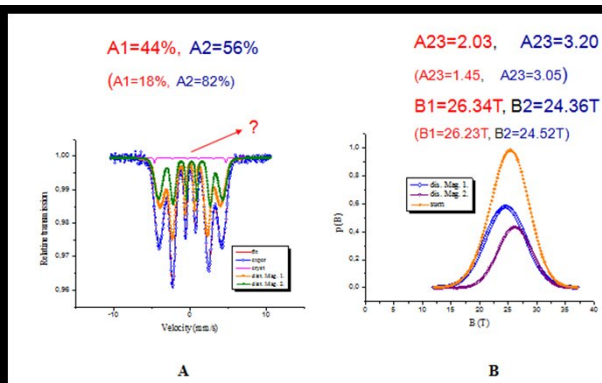
HRTEM zobrazenie (a) a SAED zobrazenie (b) pre as-quenched $\text{Fe}_{85.3}\text{Si}_2\text{B}_{10}\text{P}_2\text{Cu}_{0.7}$ zliatinu.

Spektrum zliatiny- NANOMET



A.) ľavo vidíme Mössbauerovské spektrum amorfnej vzorky $\text{Fe}_{81.6}\text{B}_{9.6}\text{Si}_{4.8}\text{P}_3\text{Cu}_1$. B.) v pravo vidíme vnútorné magnetické pole aj s jeho dvoma zložkami, a to nízkym magnetickým polom a vysokým polom.

Zliatina- NANOMET $\text{Fe}_{81.6}\text{B}_{9.6}\text{Si}_{4.8}\text{P}_3\text{Cu}_1$



A.) ľavo Mössbauerove spektrum amorfného materiálu $\text{Fe}_{81.6}\text{B}_{9.6}\text{Si}_{4.8}\text{P}_3\text{Cu}_1$ po žhnutí pri 400 °C pozorovateľný vznik malého sextetu (kryštalickej fázy). B.) v pravo vnútorné magnetické pole a jeho zložky.

Záver

- ; 1. zmena orientácie smeru intenzity magnetického pola tzv. A23
- ; 2. malé zmeny v hodnote vnútorného magnetického pola
- ; 3. zmeny v distribučnej funkcii P(B)
- ; 4. silné externé vplyvy- vznik nových fáz
- ; 5. implantácia Cu iónov do štruktúry- zmena v magnetickej štruktúre (fázové zmeny)
- ; 6. NANOMET – hetero-amorfná štruktúra – možná modifikácia štruktúry pomocou implantácie