



**Žilinská univerzita**

**Strojnícka fakulta**

**Katedra materiálového inžinierstva**

# **Rozpad presýtených tuhých roztokov**

**Prof. Ing. Peter Palček, PhD**

**Rozpad  
presýteného  
tuhého  
roztoku**

- Segregácia
- Widmanstättenova štruktúra
- Precipitácia

**Precipitácia**

- Kontinálna
- Diskontinuálna

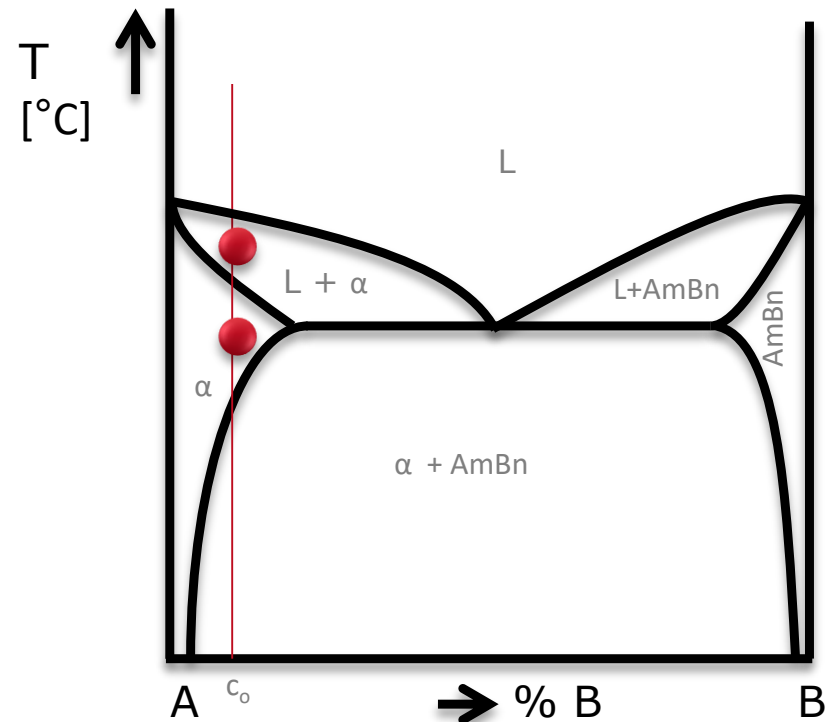
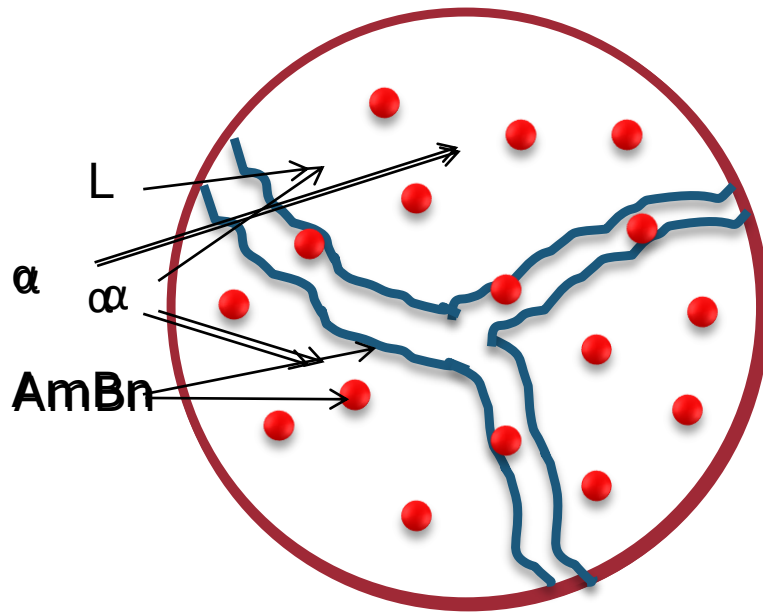
**Štádia  
precipitácie**

- GPZ
- Prechodový precipitát
- Rovnovážny precipitát

**OBSAH**

# Rozpad presýteného tuhého roztoku

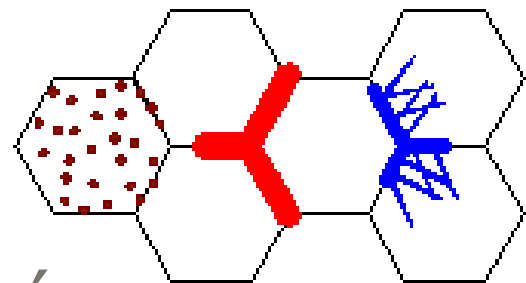
K rozpadu presýteného tuhého roztoku nastáva v zliatinách s obmedzenou rozpustnosťou v tuhom stave a rozpustnosť klesá s klesajúcou teplotou.



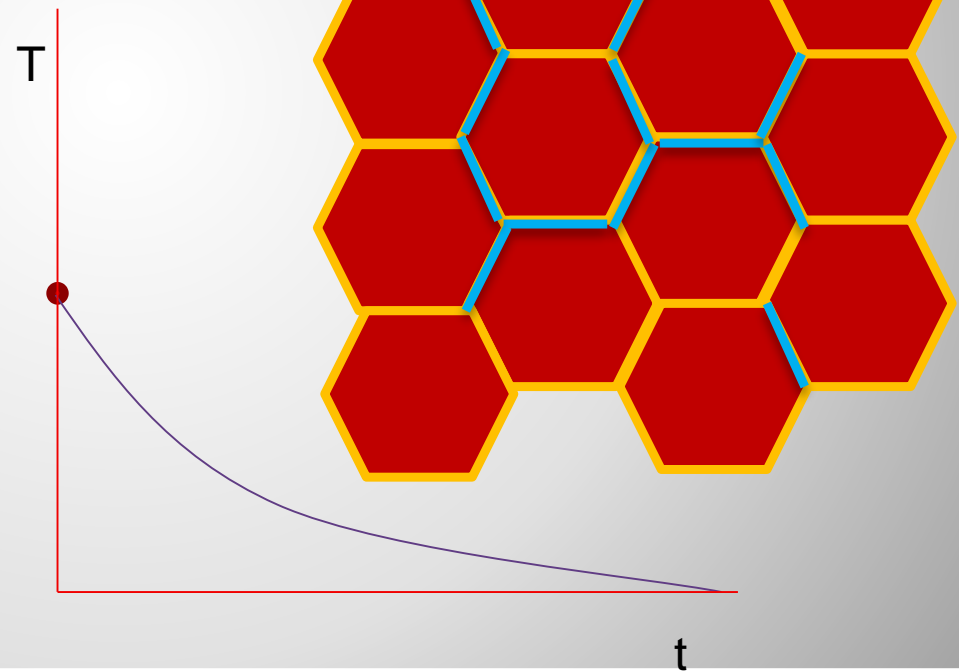
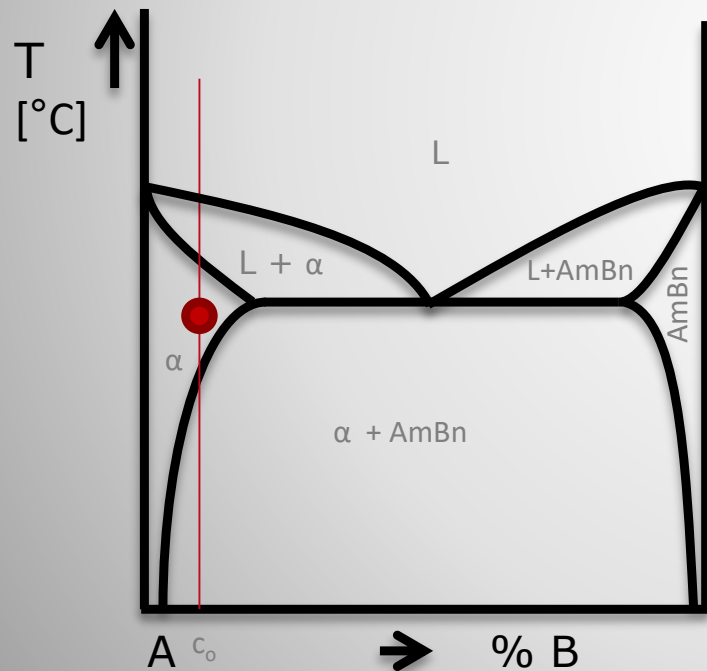
# Rozpad presýteného tuhého roztoku

## 3 spôsoby rozpadu:

1. Segregácia
2. Precipitácia
3. Widmanstättenova štruktúra

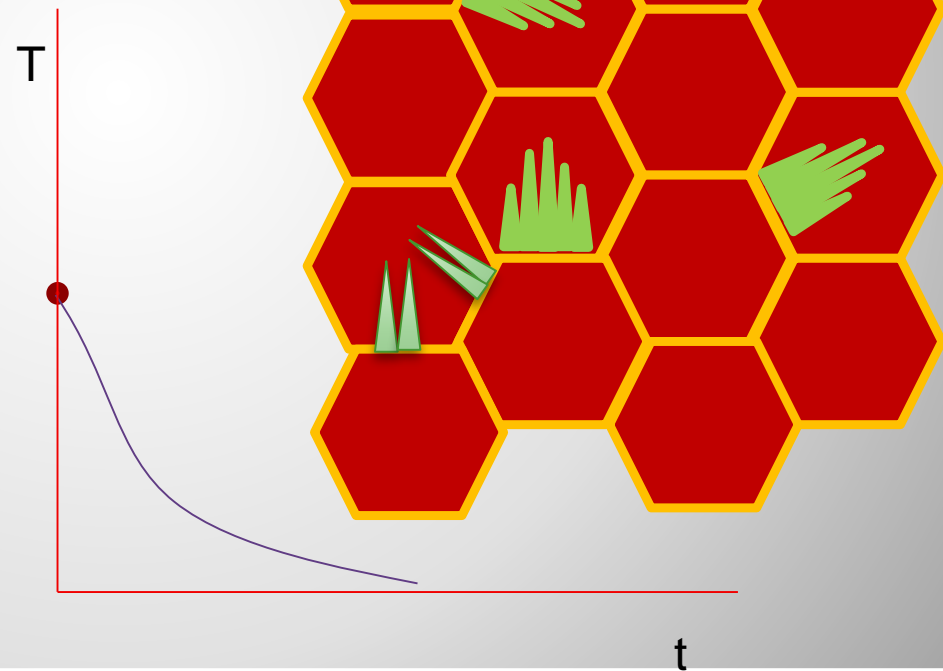
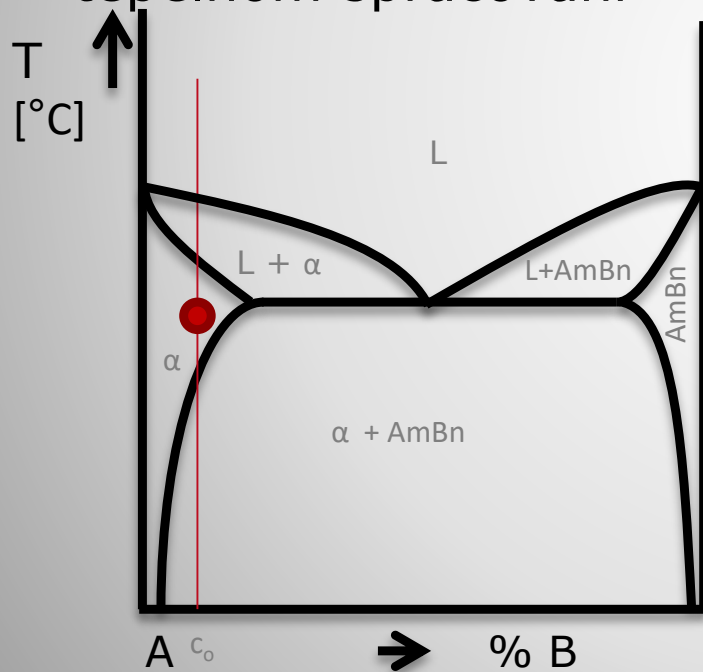


- Prebieha pri pomalom ochladzovaní, keď sa z tuhého roztoku sekundárne vylučuje fáza, ako súvislá sieť na hraniciach zŕn pôvodného tuhého roztoku.
- Vylučuje sa ako sekundárna fáza
- Je príčinou zníženia húževnatosti

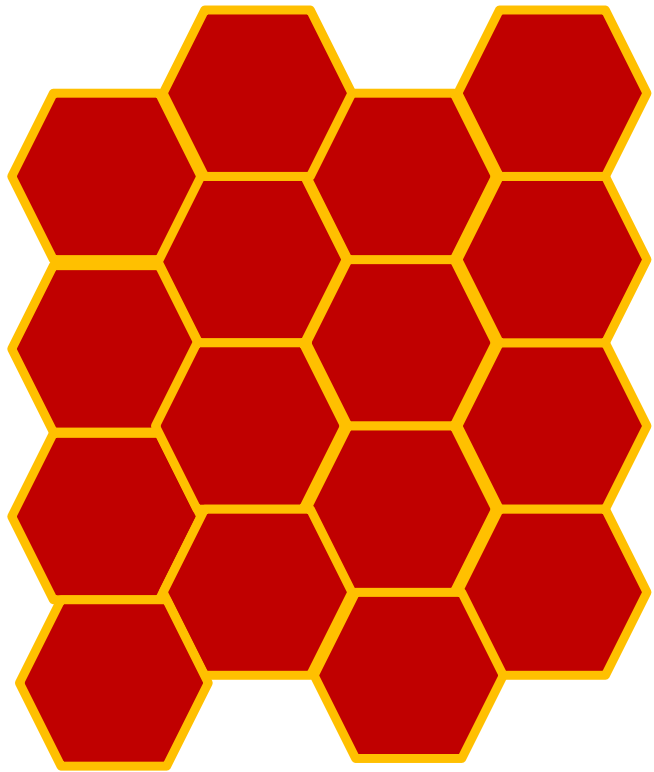


**Segregácia**

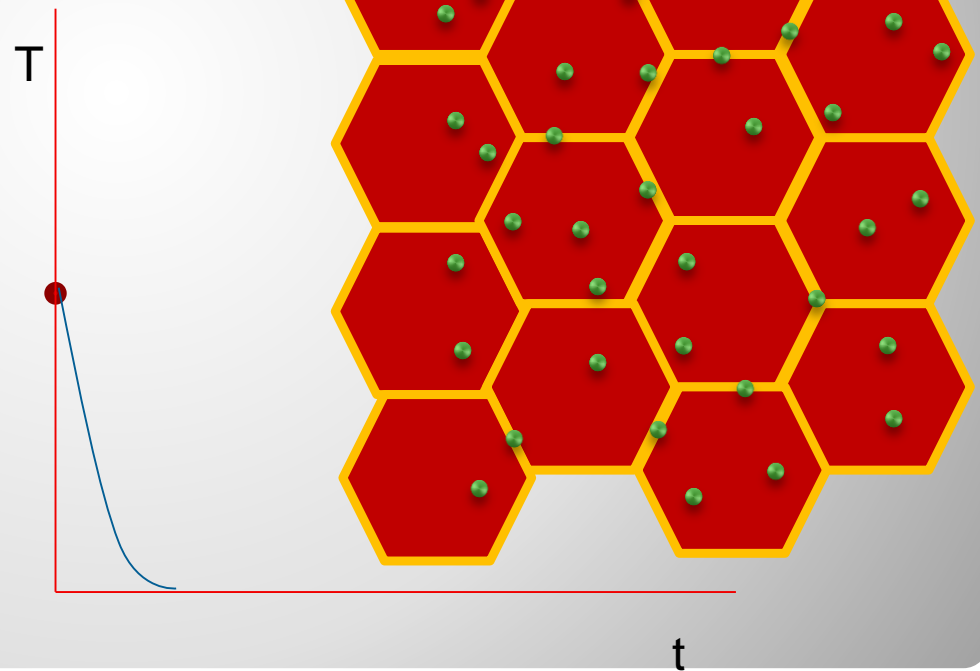
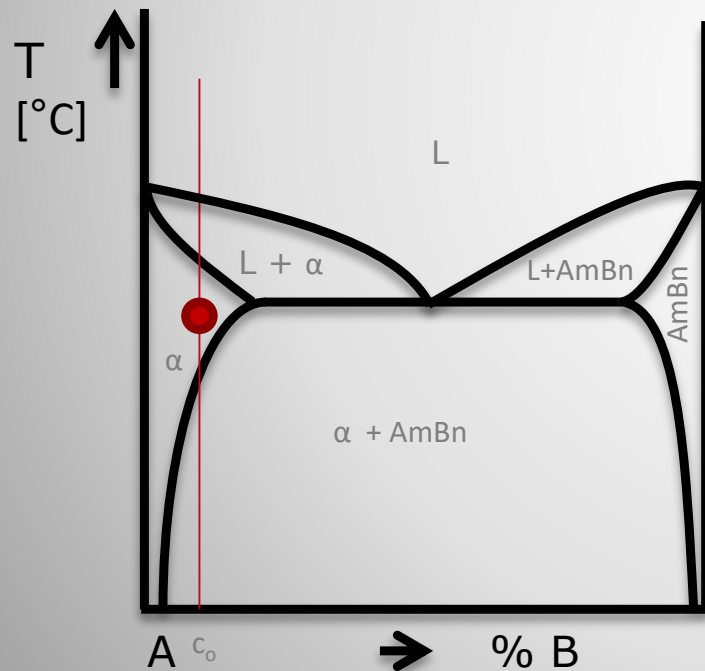
- vzniká, ak je presýtenie tuhého roztoku veľké a difúzia málo účinná na to, aby atómy prešli na hranice zrn
- pri stredných rýchlostiach ochladzovania
- vzniká po nesprávnom tepelnom spracovaní



# Widmanstättenova štruktúra



- vzniká pri nerovnovážne silne presýtenom tuhom roztoku, pri pomerne nízkych teplotách
- je riadené vylučovanie fázy v objeme zrn vo forme jemných disperzných častíc - precipitátov



# Precipitácia



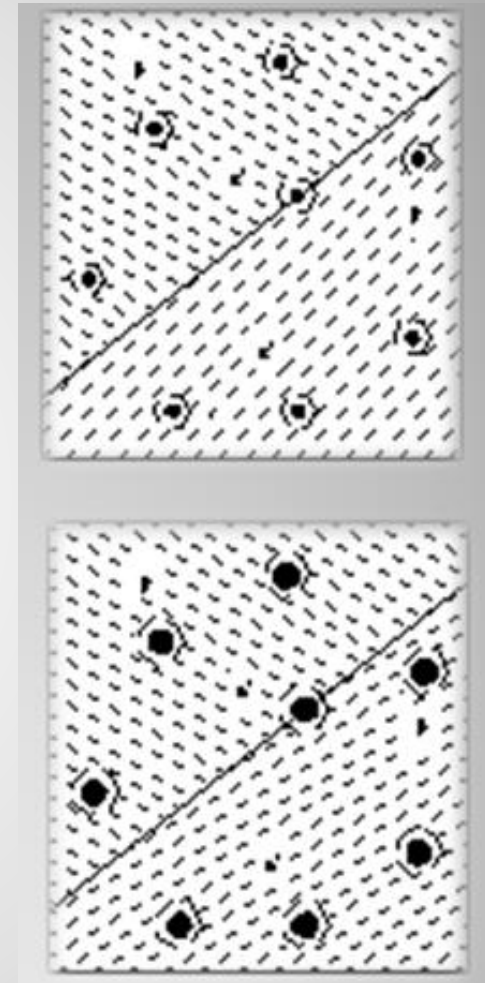


# Precipitácia

Podľa spôsobu tvorby sa delí :

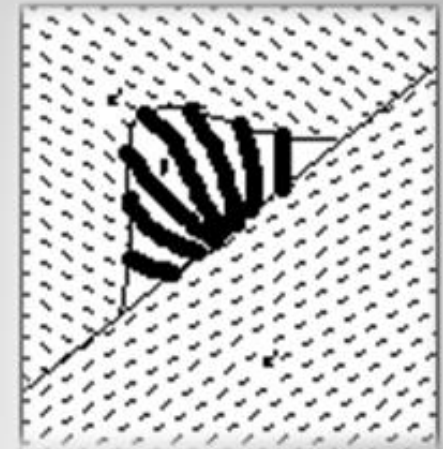
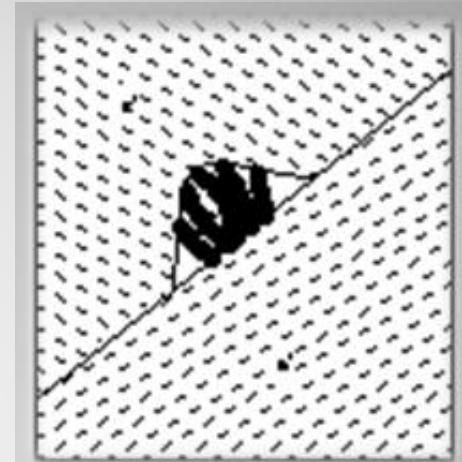
- kontinuálnu
- diskontinuálnu

- Prebieha v celom objeme zliatiny súčasne s rozdielnou rýchlosťou.
- Častice precipitujúcej fázy rastú, kým všetok nadbytok prísadového prvku neprejde z okolitej matrice do precipitujúcej fázy.
- Vývoj koncentračných zmien je v matrici KONTINUÁLNY



## Kontinuálna precipitácia

- K diskontinuálnej zmene koncentrácie dochádza na fázovom rozhraní, ktoré ohraničuje jednotlivé oblasti
- Dochádza v značne presýtených tuhých roztokoch s nízkou energiou fázového rozhrania, v ktorom je nukleácia (rast) precipitujúcej fázy zložitá, ale rast je uľahčený krátkymi difúznymi dráhami s urýchlenu difúziou pozdĺž hraníc zŕn.
- Je menej obvyklá ako kontinuálna.



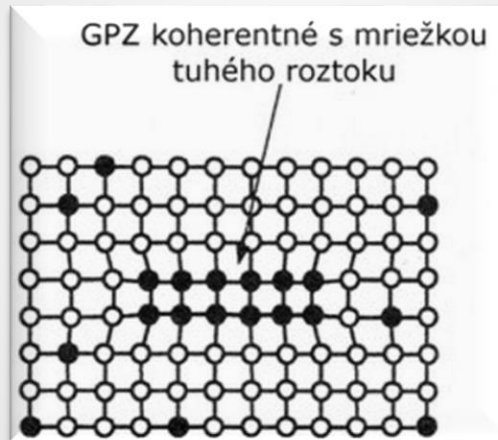
## **Diskontinuálna precipitácia**

## Má tri štádiá:

- vytváranie segregovaných oblastí s pravidelným rozdelením atómov v mriežke tzv. Guinierove – Prestonove zóny
- prechodový precipitát
- rovnovážny precipitát

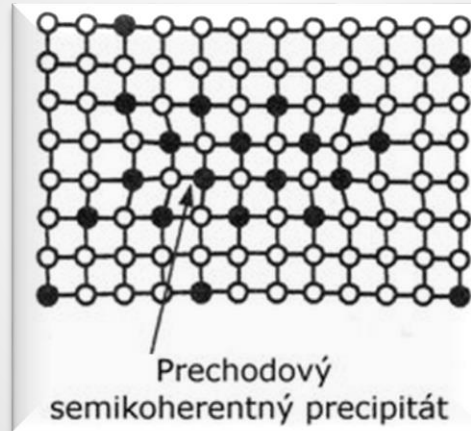
**Precipitačný proces**

# Guinierove – Prestonove zóny GPZ



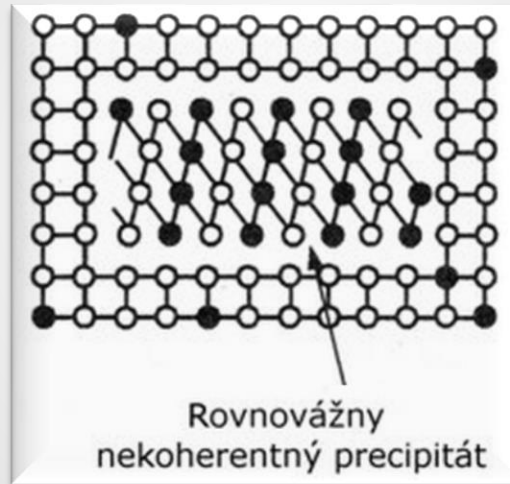
- Sú oblasti zvýšenej koncentrácie atómov komponentu B v tuhom roztoku.
- Ak sú atómové priemery rozdielne = GPZ majú iný mriežkový parameter ako miesta chudobnejšie na danú zložku.
- Vytvárajú mriežkové napätia, zvyšujú tvrdosť a pevnosť materiálu.

# Prechodový (semikoherentný) precipitát



- Koncentrácia B dosahuje v zónach približne stechiometrický pomer  $A_mB_n$  a tým nastáva preskupenie iónov v týchto zónach.

# Rovnovážny precipitát



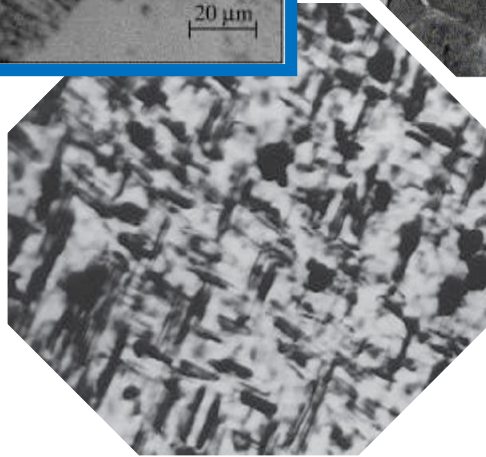
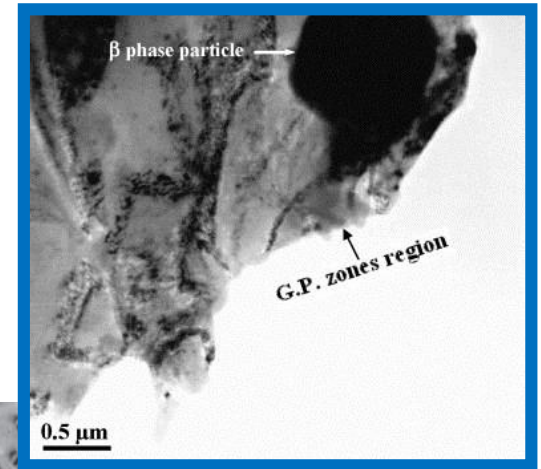
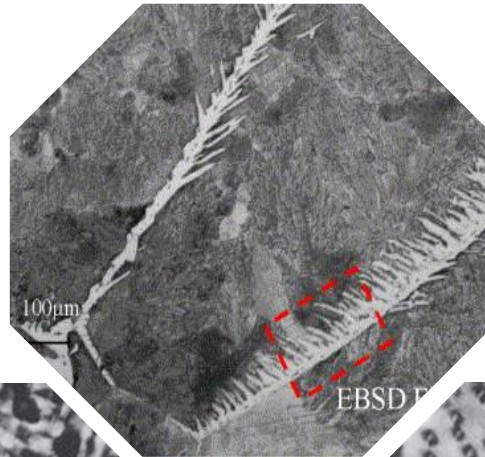
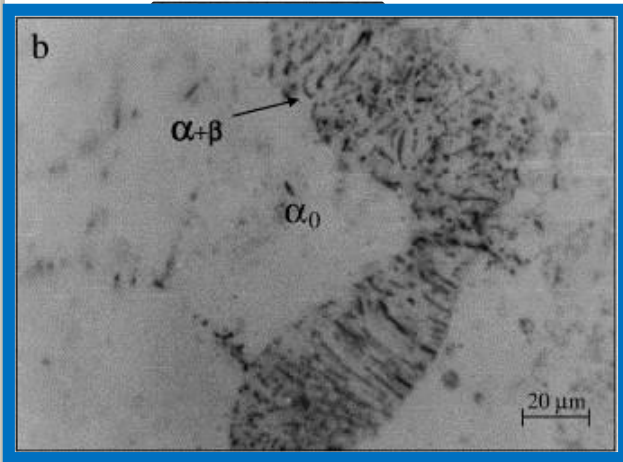
- Dôjde k úplnému preskupeniu atómov na iný typ mriežky.
- Stráca sa koherencia s tuhým roztokom a vytvrdenie napätovými poľami sa mení na typické precipitačné vytvrdenie, ktorého efekt je o niečo nižší.



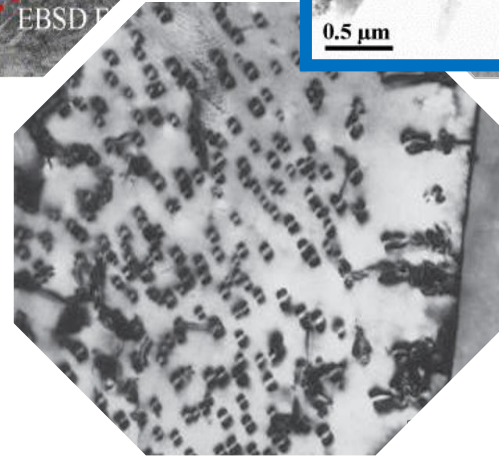
**Segregácia**

**Widmanstättenova štruktúra**

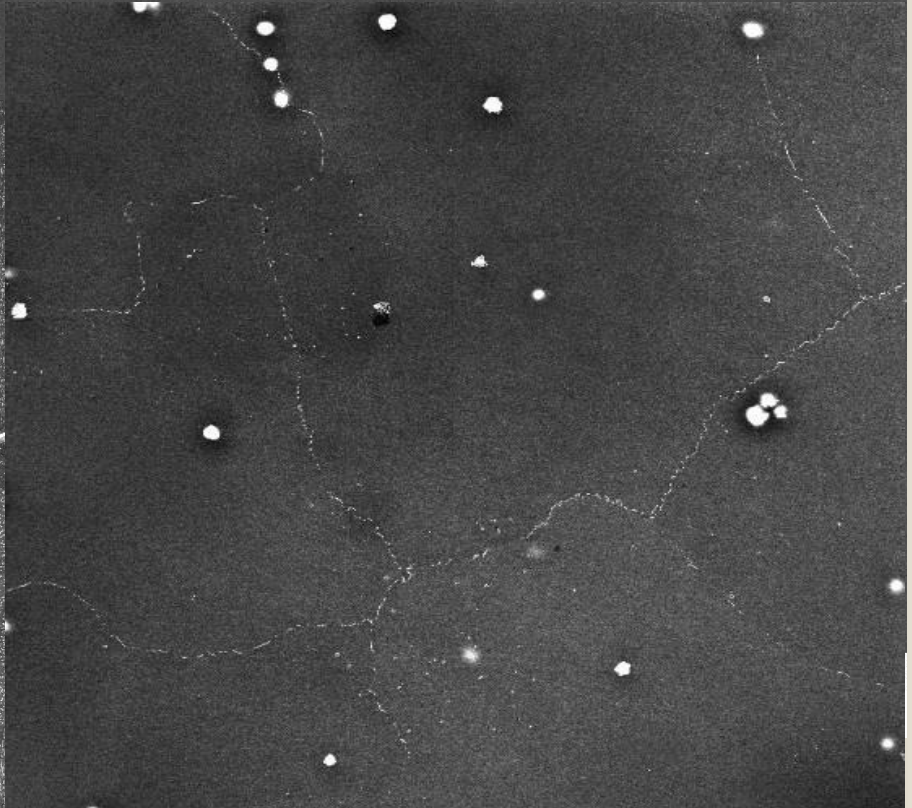
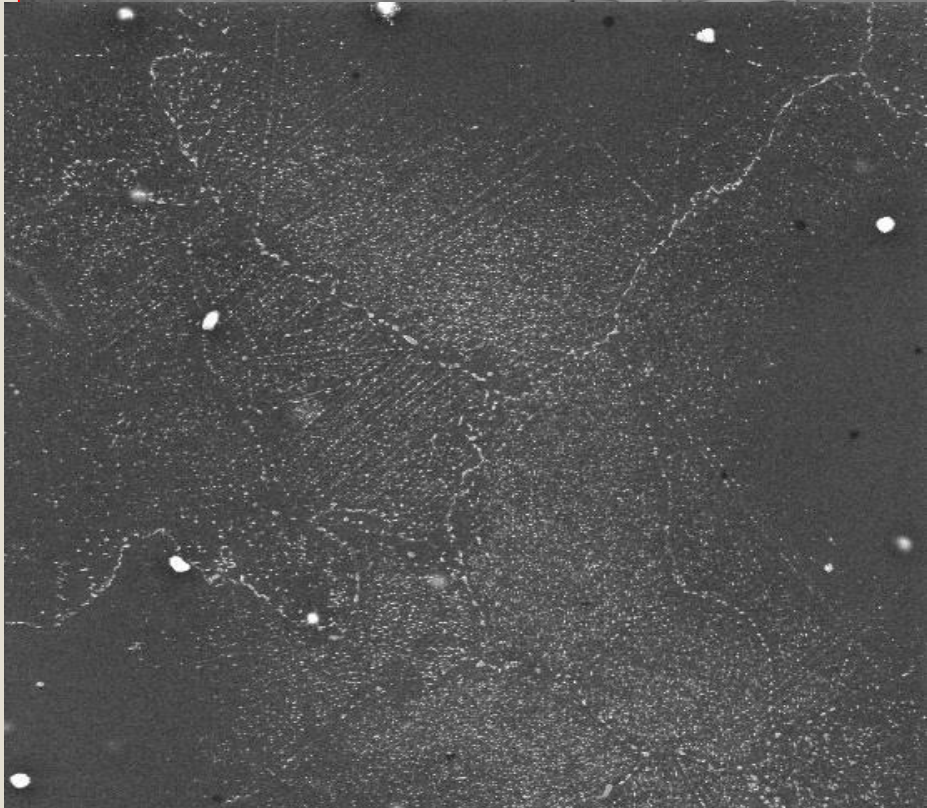
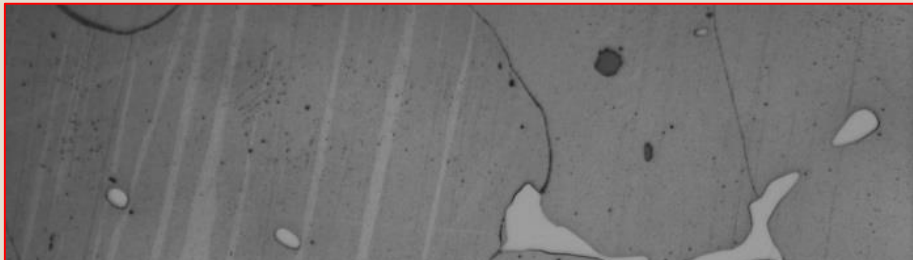
**GP zóny**



**Kontinuálna precipitácia**

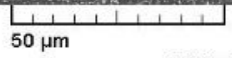


**Diskontinuálna precipitácia**



SEM HV: 30.00 kV  
View field: 217.1  $\mu\text{m}$   
WD: 25.10 mm

chmkmi  
Det: SE Detector  
SEM MAG: 1.00 kx



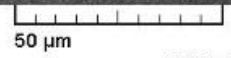
50  $\mu\text{m}$

VEGA\\ TESCAN

Digital Microscopy Imaging

SEM HV: 30.00 kV  
View field: 217.1  $\mu\text{m}$   
WD: 25.36 mm

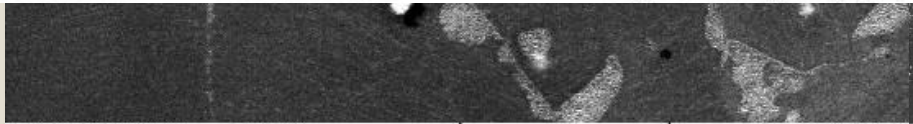
chmkmi  
Det: SE Detector  
SEM MAG: 1.00 kx



50  $\mu\text{m}$

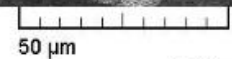
VEGA\\ TESCAN

Digital Microscopy Imaging



SEM HV: 30.00 kV  
View field: 217.1  $\mu\text{m}$   
WD: 24.92 mm

chmkmi  
Det: SE Detector  
SEM MAG: 1.00 kx



50  $\mu\text{m}$

VEGA\\ TESCAN

Digital Microscopy Imaging

SEM HV: 30.00 kV  
View field: 217.1  $\mu\text{m}$   
WD: 24.77 mm

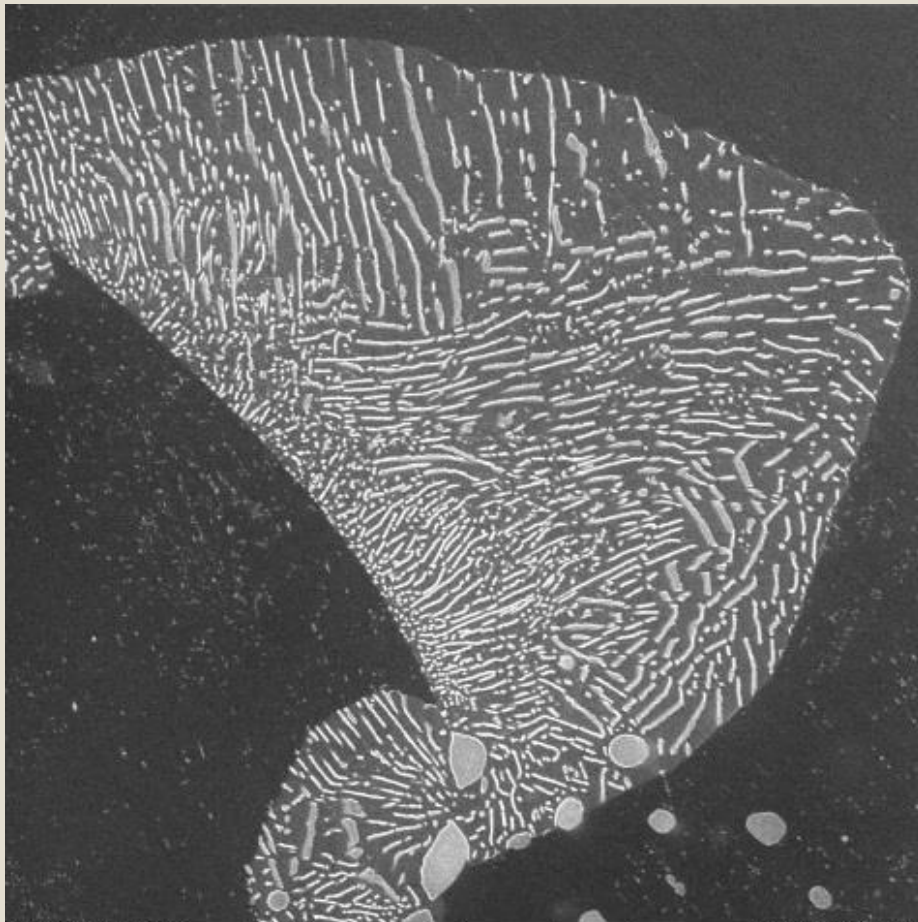
chmkmi  
Det: SE Detector  
SEM MAG: 1.00 kx



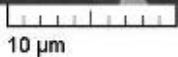
50  $\mu\text{m}$

VEGA\\ TESCAN

Digital Microscopy Imaging



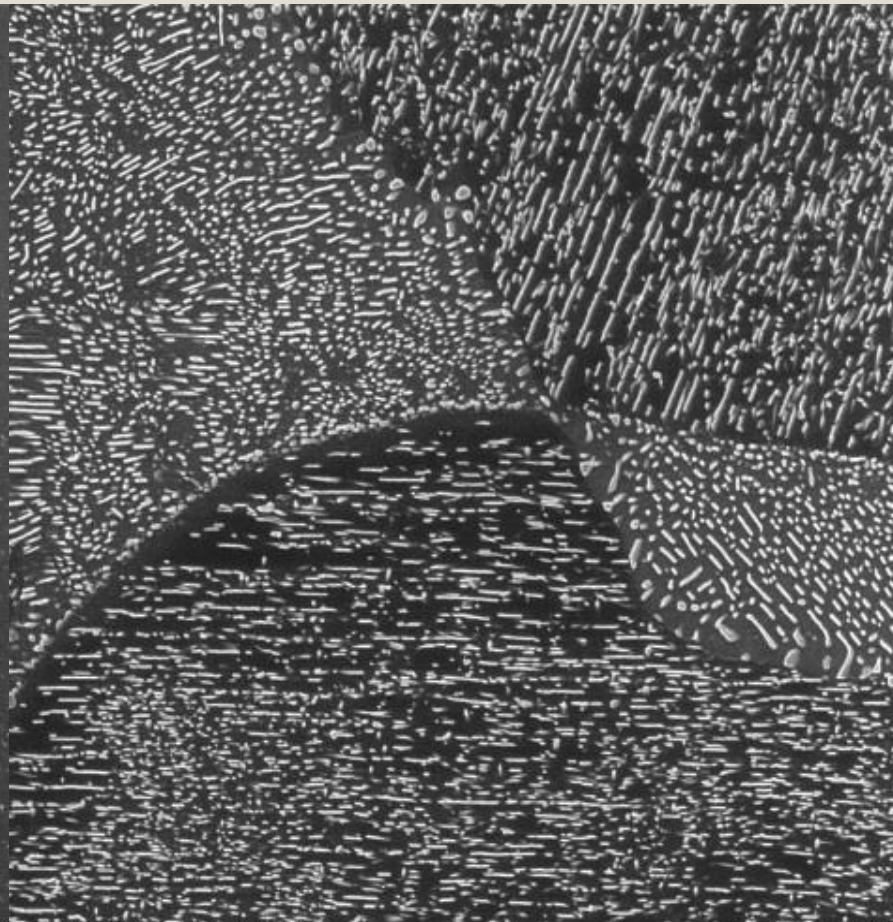
SEM HV: 30.00 kV  
View field: 54.29  $\mu\text{m}$   
WD: 25.80 mm  
chmkmi  
Det: SE Detector  
SEM MAG: 4.00 kx



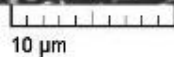
10  $\mu\text{m}$

VEGA\\ TESCANA

Digital Microscopy Imaging



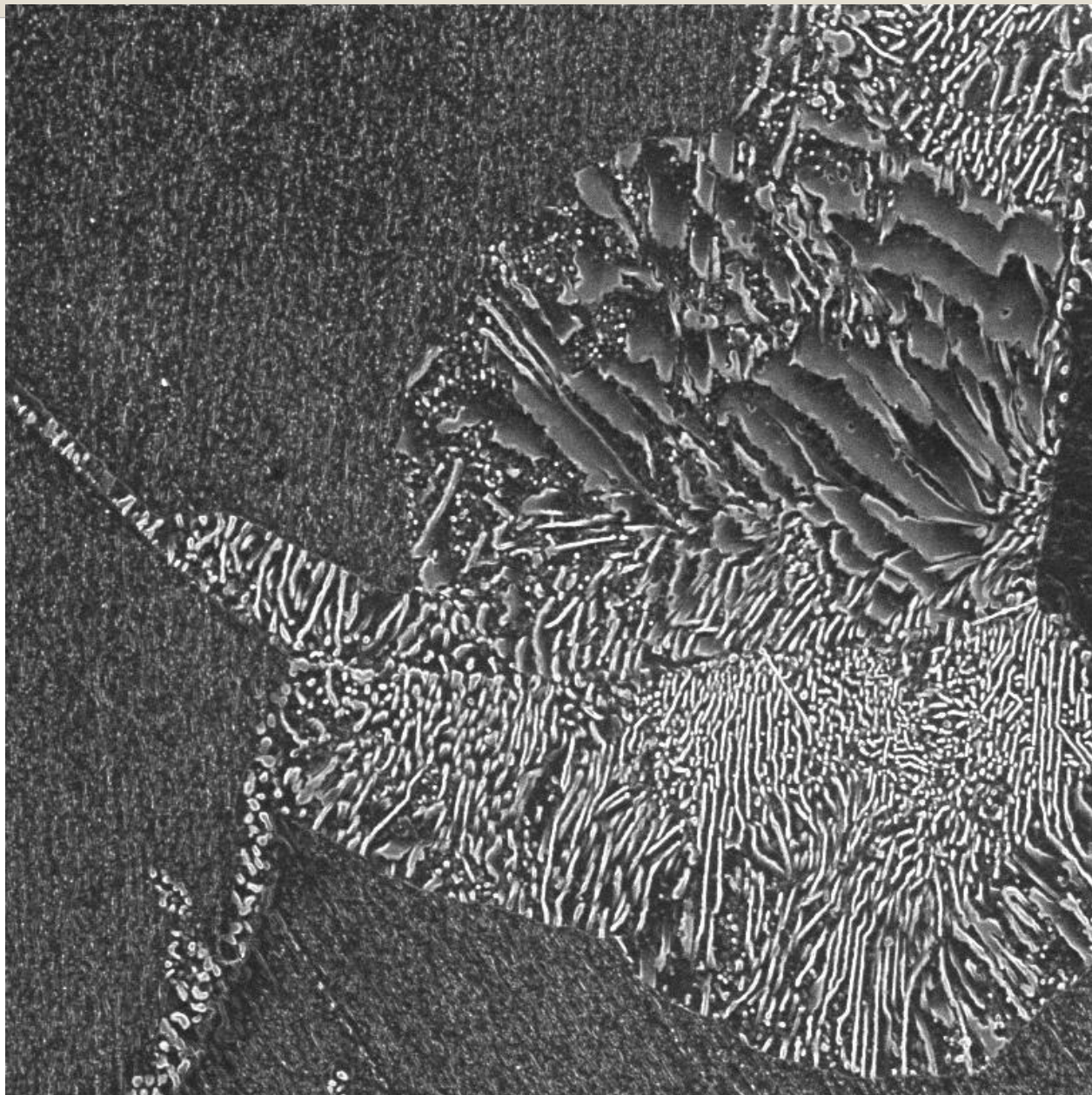
SEM HV: 30.00 kV  
View field: 54.29  $\mu\text{m}$   
WD: 24.68 mm  
chmkmi  
Det: SE Detector  
SEM MAG: 4.00 kx



10  $\mu\text{m}$

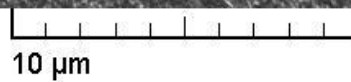
VEGA\\ TESCANA

Digital Microscopy Imaging



SEM HV: 30.00 kV  
View field: 36.20  $\mu\text{m}$

chmkmi  
Det: SE Detector



VEGA\\TESCAN



*Ďakujem za pozornosť*