

PORUCHY KRYSTALOVÉ MŘÍŽE

Poruchy bodové, čárové, plošné

Poruchy krystalové mřížky

Až do 30. let minulého století nepovažovali vědci za důležité zabývat se otázkou, jaký vliv mají cizí atomy (příměsi a nečistoty) na vlastnosti pevných látek. Teprve výrazný pokrok v metodách, umožňujících výrobu velmi čistých materiálů se stal podnětem pro studium tohoto problému a přinesl a stále přináší velmi výrazné technologické aplikace (od slitin kovů s požadovanými mechanickými vlastnostmi až po miniaturní elektronické součástky).

Poruchy krystalové mřížky

Poruchy krystalové mříže lze rozdělit podle různých hledisek. Jedno z možných rozdělení je rozdělení podle dimenze, tj. na poruchy:

- bodové (bezrozměrné),
- čárové (jednorozměrné),
- plošné (dvojměrné),
- objemové (trojměrné).

Bodové poruchy

Krystalovou mřížku je třeba chápat jako dynamický útvar. Mezi jednotlivými atomy působí síly přitažlivé a odpuzivé (které si lze představit jako malé pružinky) a při jakékoliv teplotě $T > 0$ K konají atomy kmity, jejichž amplituda roste s teplotou. Některý z atomů může náhodně získat od svých sousedů tolik energie, že zpřetrhá své vazby s nimi a usadí se buď na povrchu krystalu (Schottkyho mechanismus), nebo uvnitř krystalu v místě, kde se žádný atom nenachází (meziuzlová, intersticiální poloha, Frenkelův mechanismus).

Bodové poruchy - vakance

Vakance (volné místo v krystalové mřížce).

Při každé teplotě, větší než 0 K je v krystalu přítomen jistý počet vakancí (tzv. *rovnovážná koncentrace vakancí*) a ten roste s teplotou exponenciálně. Jinými slovy, nelze nijakým způsobem vyrobit krystal bez vakancí (při $T > 0$ K).

Vakance se mohou v krystalu pohybovat (tzv. *migrace vakancí*) a to tím snadněji, čím je vyšší teplota krystalu.

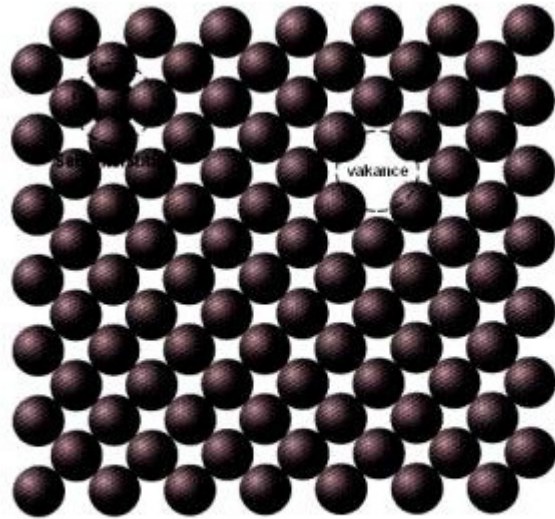
Bodové poruchy - intersticiály

Dokonale čistý krystal (např. kovu), skládající se pouze z jednoho druhu atomů, nelze vyrobit. I velice čistý materiál obsahuje příměsy (pokud jsou cizí atomy nežádoucí, nazýváme je *nečistotami*, v opačném případě *příměsemi*) Atom příměsi se může v krystalu nacházet buď v substituční, nebo intersticiální poloze. Podle toho hovoříme o slitině:

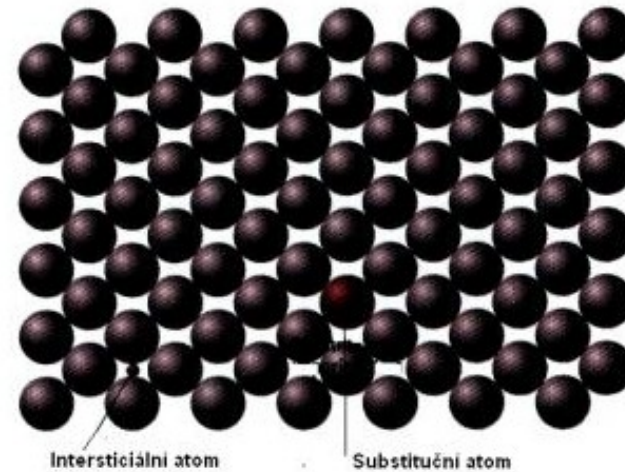
- substituční,
- Intersticiální.

(*substituční*, nebo *intersticiální tuhý roztok*).

Bodové poruchy



Vakance (Frenkelův mechanismus)



Atomy příměsí v krystalu.

Čárové poruchy

Čárové poruchy - dislokace vznikají vždy, když v krystalu působí mechanické napětí (při tuhnutí, při plastické deformaci). Dislokace není rovnovážnou poruchou jakou je vakance a tak lze i při teplotách vyšších, než 0 K vyrobit krystal bez dislokací (i když je to náročné). Existují dva základní druhy dislokací:

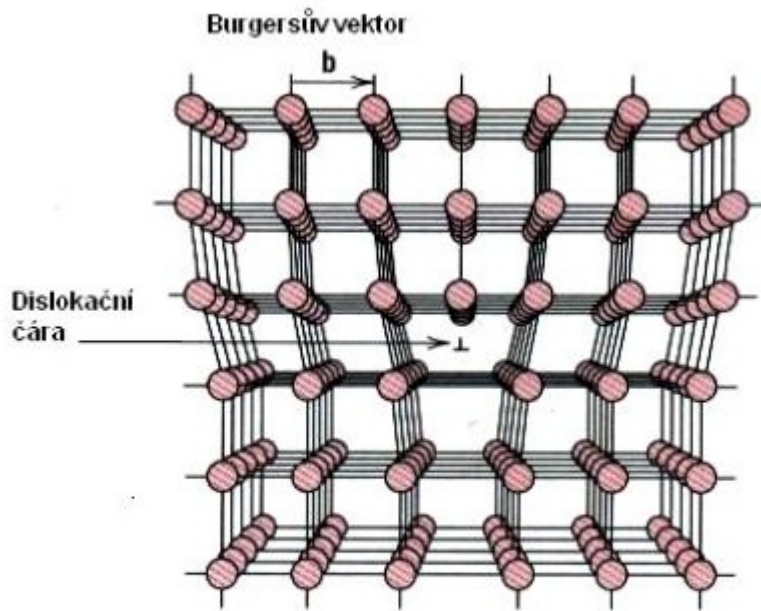
- *dislokace hranová*
- *dislokace šroubová.*

Dislokace, která má vlastnosti obou, se nazývá *dislokace smíšená.*

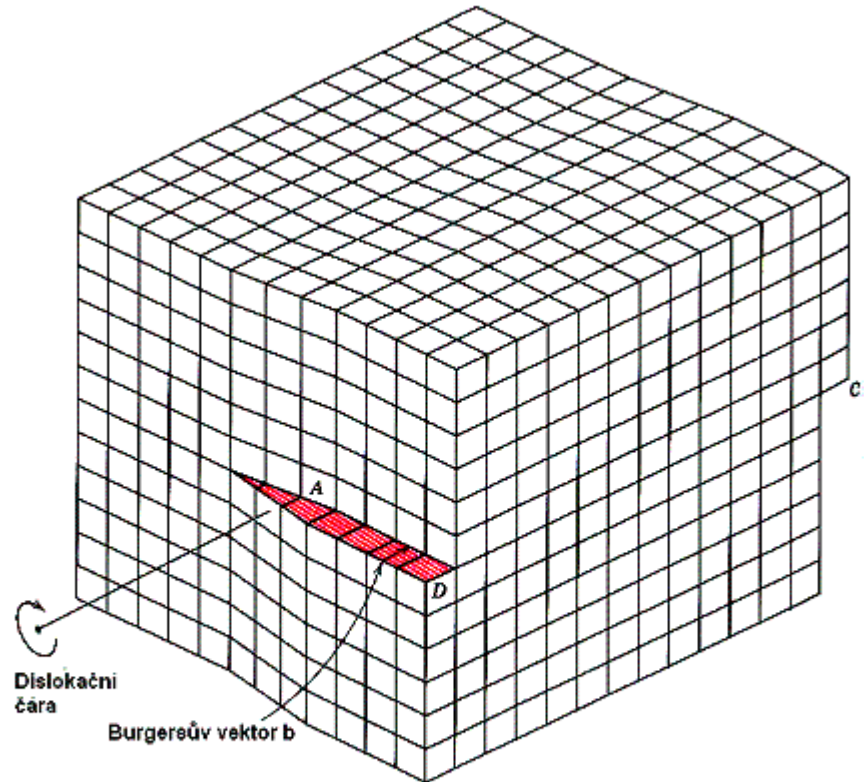
Dislokace hranová

Burgersův vektor \mathbf{b} , který zkonstruujeme tak, že kolem dislokace vytvoříme *Burgersovu smyčku*, skládající se ze stejného počtu kroků doprava jako doleva a nahoru jako dolů. Volný vektor \mathbf{b} , který smyčku uzavírá, je kolmý na dislokační čáru (hranu nadbytečné poloviny) a vytváří s ní tzv. *skluzovou rovinu*, v níž se hranová dislokace pohybuje.

Dislokace



Hranová dislokace



Šroubová dislokace.

Plošné poruchy

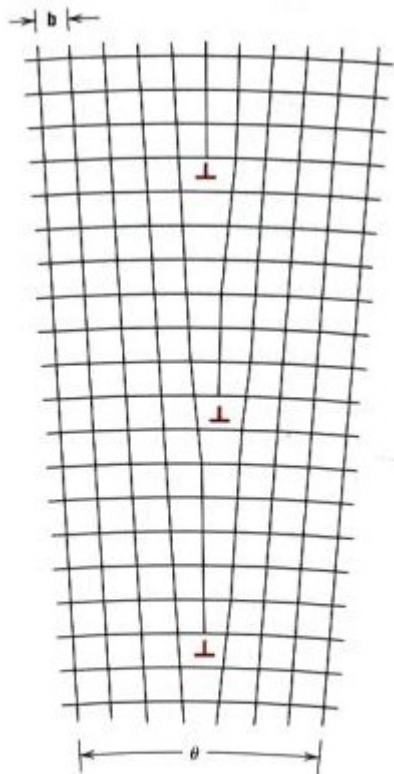
Plošné poruchy mohou být:

- na povrchu krystalů,
- hranice zrn.

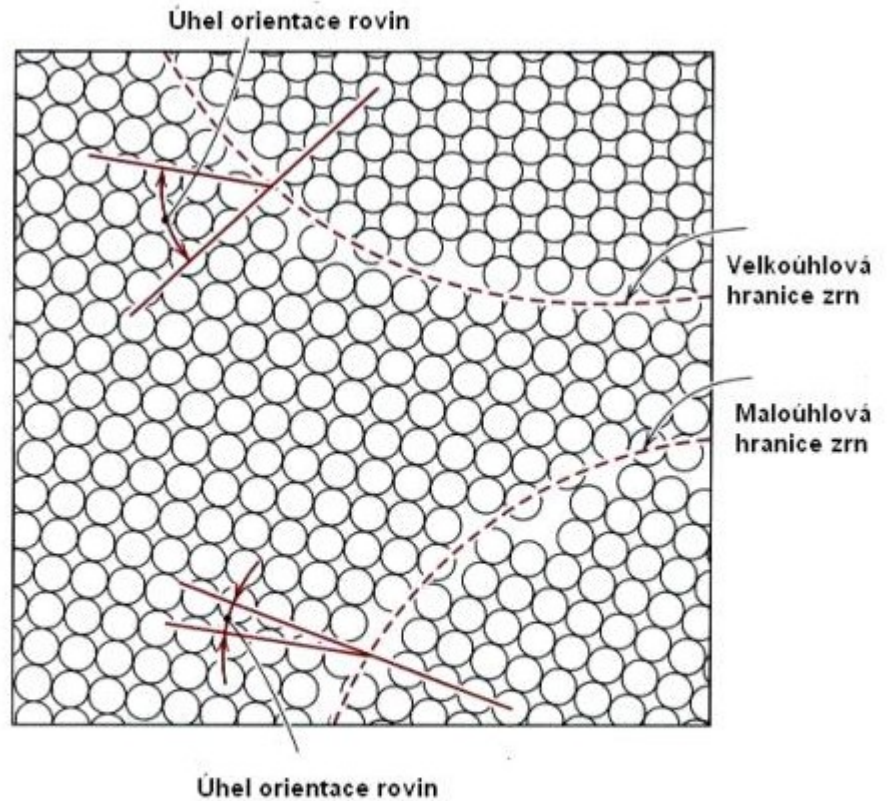
Oblast mezi zrny v polykrystalech se nazývá hranice zrn. Posláním této oblasti je nějakým způsobem zajistit přechod od jednoho zrna k zrně druhému (s jinak orientovanými krystalovými rovinami). Hranice zrn dělíme na:

- *maloúhlové,*
- *velkoúhlové.*

Hranice zrn



Malouhlová hranice zrn



Porovnání malouhlové a velkouhlové hranice zrn v krystalu.

Závěr

Literatura:

- [1] Pokluda, J., Kroupa, F., Obdržálek, L.: *Mechanické vlastnosti a struktura pevných látek*. PC-DIR spol. s r.o., Brno, 1994, 385s.
- [2] Vondráček, F. *Materiály a technologie I a II*, 1985, 243+244s.
- [3] Ptáček a kol. *Nauka o materiálu I a II*. CERM, 2003, 520+396 s.
- [4] *internet* <http://www.ped.muni.cz/wphy/fyzvla/>