

ZPEVNĚNÍ MATERIÁLU

Pohyb dislokací, zpevnění

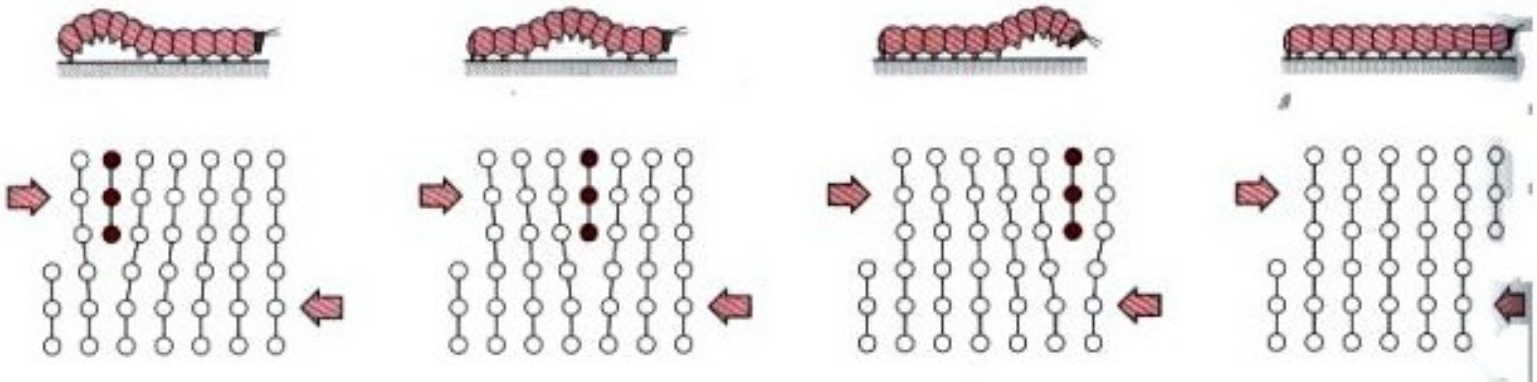
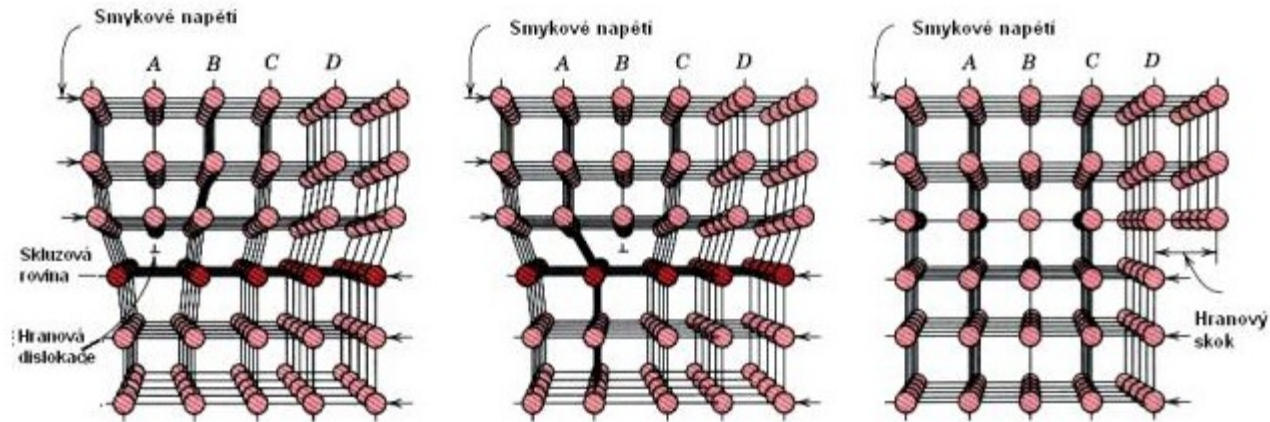
Úvod

Mechanické vlastnosti těchto látek jsou nejvíce ovlivňovány dislokacemi. Zjednodušeně se dá říci, že v oblasti pružné se dislokace ještě nepohybují a teprve v okamžiku, kdy napětí, působící na dislokaci překročí jistou mez a dislokace se dají do pohybu, dá se hovořit o plastické deformaci. Protože pohyb dislokací je tak důležitý zejména pro charakterizování plastických vlastností látek (a zejména kovů), všimneme si nejprve podrobněji právě pohybu dislokací.

Pohyb dislokací

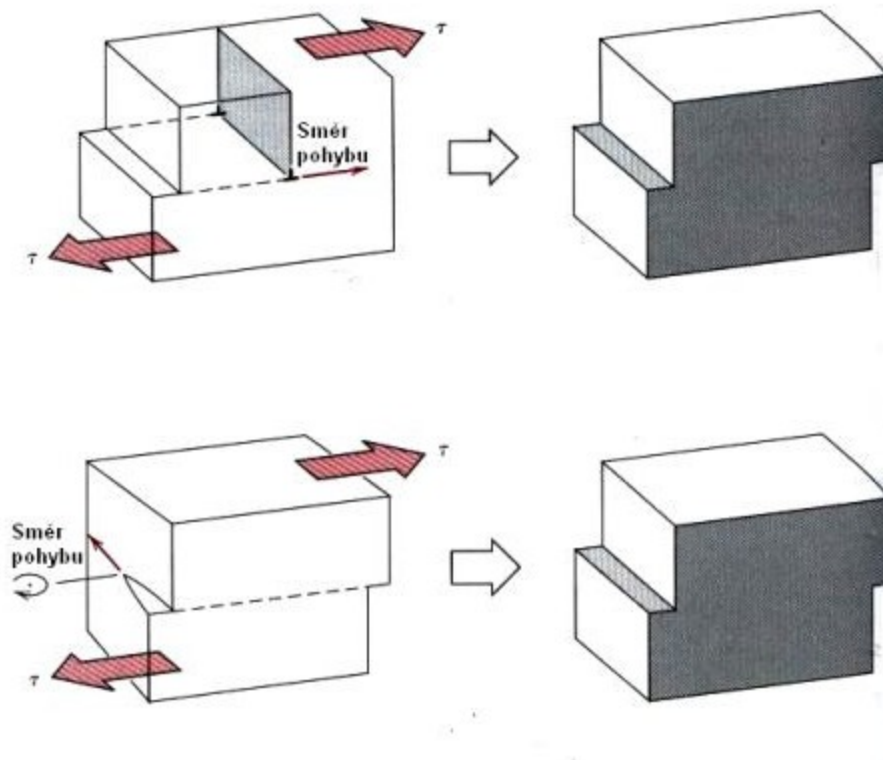
Pohyb hranové dislokace - na pohybu dislokace se účastní pouze atomy v okolí hrany nadbytečné poloroviny. Atomy dislokace kmitají a mohou se navázat na atomy, nacházející se pod skluzovou rovinou, u nichž se při kmitání narušily vzájemné vazby. Nebude-li působit na dislokaci žádné napětí, bude dislokace kmitat kolem rovnovážné polohy. Působí-li však skluzové napětí např. ve směru zleva doprava, bude se dislokace pohybovat také tímto směrem a výsledkem bude skok o velikosti Burgersova vektoru na povrchu krystalu.

Pohyb dislokací



Pohyb dislokací

Z makroskopického hlediska je pohyb dislokace hranové a šroubové a jeho výsledek znázorněn na obr.

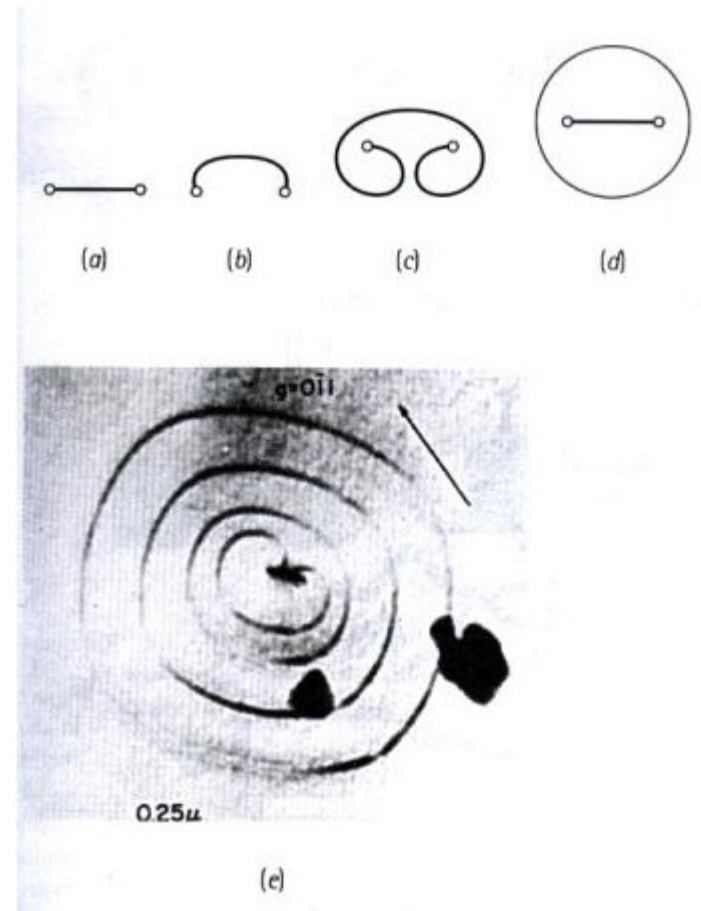


Pohyb dislokací

Během plastické deformace hustota dislokací neklesá, ale naopak prudce narůstá. Mechanismus, vysvětlující proč tomu tak je, navrhli Frank a Reed.

Je to tzv. Frankův – Reedův (F-R) zdroj.

Foto z el. mikroskopu



Pohyb dislokací

Protože plastická deformace vzniká v důsledku pohybu dislokací, je základní strategií všech technologických postupů, jejichž výsledkem má být materiál daných vlastností, ovlivňování pohybu dislokací. Chceme – li vyrobit materiál velmi tvrdý (ale bohužel křehký), musíme pohyb dislokací co nejvíce omezit.

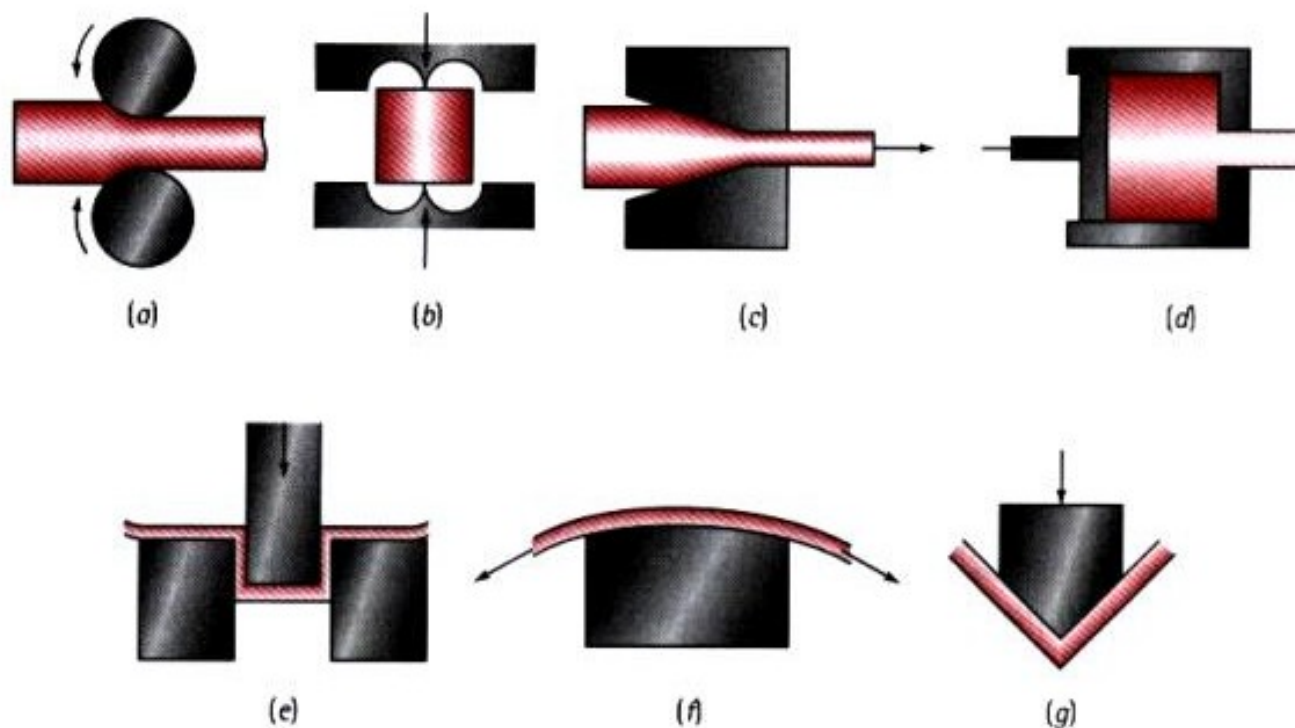
Naopak v kujném (tažném) materiálu se dislokace mohou pohybovat. Je však ještě další cesta – vyrobit a používat tzv. bezdislokační materiál, který má velkou, tzv. ideální pevnost. Výroba takových materiálů je sice možná, je však velmi drahá a takové materiály nemusí být dostatečně stabilní (trhlínky na povrchu krystalu mohou být zdrojem dislokací).

Deformační zpevnění

Významnou překážkou v pohybu dislokací jsou dislokace v jiných skluzových rovinách, tzv. „dislokace lesa“.

Deformační zpevnění je v praxi užíváno již odedávna. Například kování ostří kosy dosáhneme nejen jeho ztenčení (což bychom mohli provést snadněji broušením), ale zejména zpevnění ostří (které bude ale křehčí). Přitom zbytek kosy nebude křehký (což by bylo nevhodné, neboť by se lámala). Deformačního zpevnění používali kováři a platněři dávnověku i novověku a je využíván i v současnosti (tzv. *tváření za studena* – viz obr.) s tím rozdílem, že kovové součástky nejsou kovány ručně, ale pomocí bucharů a lisů.

Deformační zpevnění

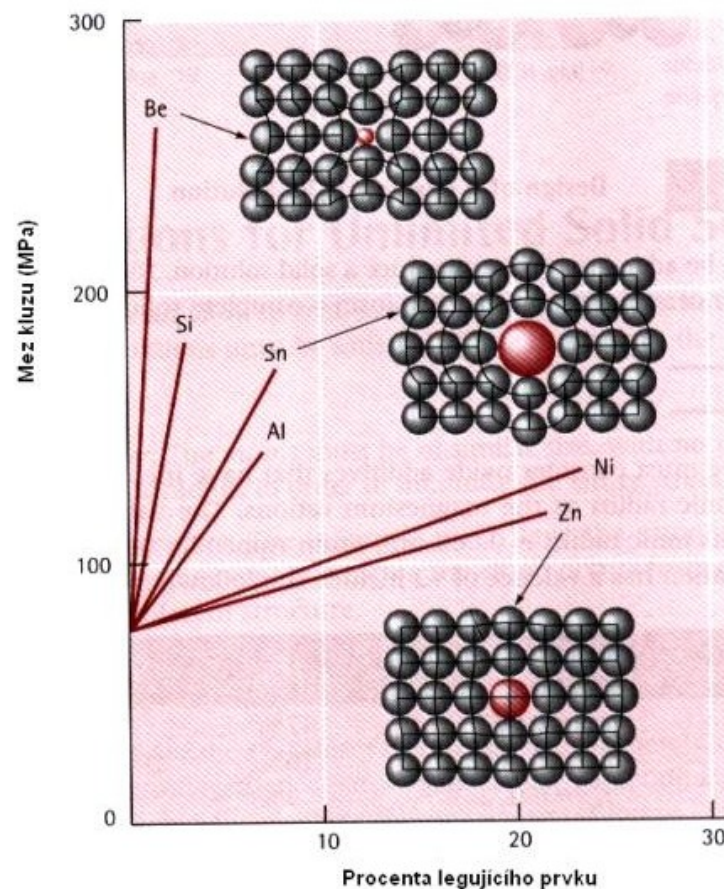


Obr.5.7. Různé způsoby strojního tváření za studena: a) válcování, b) kování, c) tažení, d) protlačování, e) hluboké tažení, f) tváření tažením, g) ohýbání.

Příměsové zpevnění

Příměsové zpevnění materiálu zná lidstvo už asi 5600 let, neboť v té době začíná přibližně doba bronzová. Právě v té době, neznámo kde, člověk objevil skutečnost, že vzájemným slitím dvou měkkých kovů lze vytvořit slitinu mnohem tvrdší. Dá se předpokládat, že podobný vliv budou mít atomy příměsí i na mechanické vlastnosti vzniklé slitiny. Pokud jsou poloměry obou druhů atomů přibližně stejné, je vliv atomů příměsí nepříliš velký (daný zřejmě pouze rozdílem vazeb mezi atomy základního prvku mezi sebou a atomy příměsí a atomy základního prvku navzájem – Zn a Ni v Cu). Je-li rozdíl poloměrů atomů příměsí a atomů základního prvku větší, je vliv atomů příměsí na mez plasticity slitiny mnohem zásadnější (Al, Sn a Si, Be v Cu).

Příměsově zpevnění



Vliv velikosti atomů příměsí na zpevnění mědi.

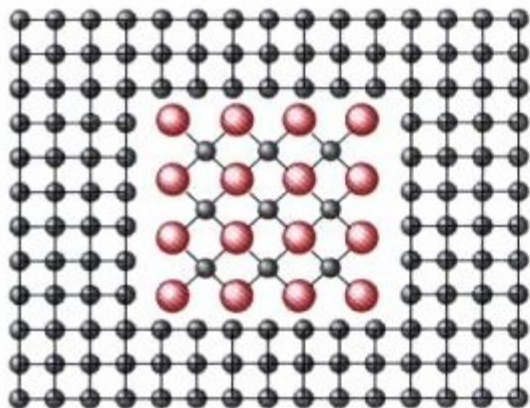
Závěrem odstavce shrňme kvalitativně vše, co známe o vlivu atomů příměsí na vlastnosti slitin:

- Mez plasticity, zpevnění a tvrdost slitiny je větší, než pro čistý kov (Jeden, nebo druhý).
- U většiny slitin je jejich tažnost menší, než tažnost čistého kovu (výjimkou je mosaz, CuZn)
- Elektrická vodivost slitiny je mnohem nižší, než vodivost čistého kovu (příměsí, nebo matrice).

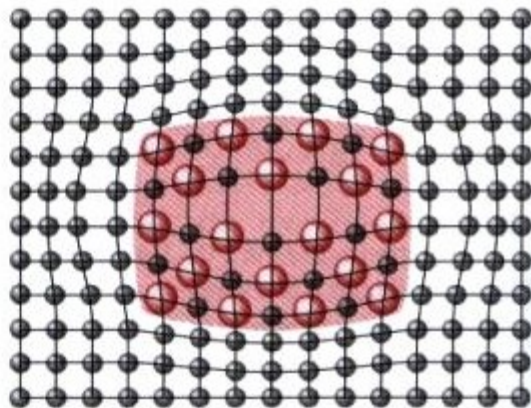
Precipitační zpevnění

Rozpustnost některých prvků v jiných může být dosti omezená. Fyzikální stránky tohoto problému si ještě všimneme podrobněji, zatím stačí poznatek, že v případě omezené, nebo nulové rozpustnosti vznikají v materiálu matrice tzv. vměstky, neboli precipitáty. Jsou to tzv. částice druhé fáze, které mají často zcela odlišné fyzikální a chemické vlastnosti a krystalickou strukturu.

Precipitační zpevnění

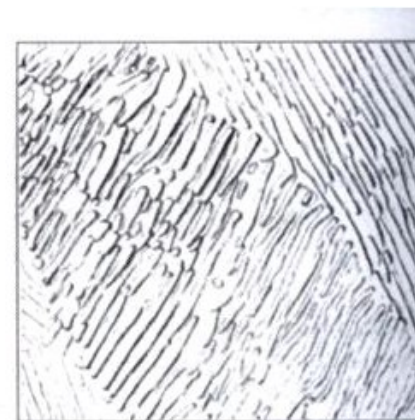
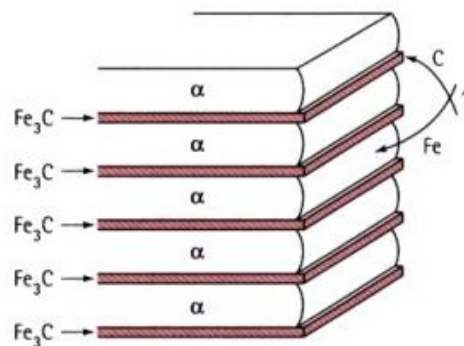


a)



b)

Nekoherentní a) a koherentní precipitát b).



Schematický tvar precipitátů Fe_3C a skutečný snímek (optický mikroskop).

Zpevnění pomocí hranic zrn

Hranice zrn jsou jako plošné poruchy složeny buď z dislokací (malouhlové hranice), nebo z tenké téměř amorfní vrstvičky (velkouhlové hranice) a jsou značnou překážkou pro pohyb dislokací. Deformace polykrystalů s velkým zrnem je obvykle dána hlavně deformací uvnitř zrn na rozdíl od deformace polykrystalů s malými zrny, která se téměř nedeformují a „kloužou“ po sobě (tzv. pokluz po hranicích zrn).

Zpevnění pomocí hranic zrn

Velikost a tvar zrn se během deformování mění, přičemž se tvar jednoho zrna přizpůsobuje tvaru zrn sousedních (nevznikají mezi nimi kavity – prázdná místa). V tom případě hraje velký význam mechanismus difúze atomů, silně ovlivňovaná teplotou deformovaného materiálu.

Poznámka: Ve fyzice pevných látek se nízkou (resp. vysokou) teplotou rozumí teplota nižší, (resp. vyšší), než je polovina teploty tání T_M (v K) dané látky.

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/>