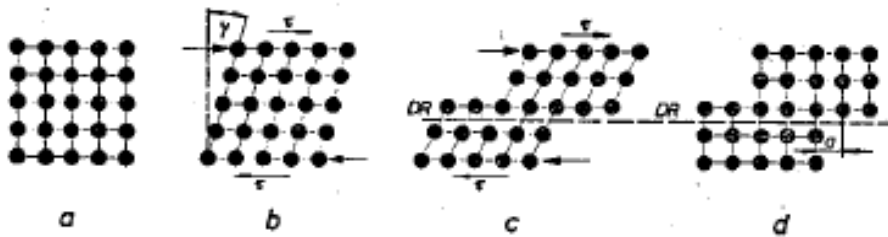


5.1 Teoretične osnove preoblikovanja

Kovine oz. njihove zlitine so sestavljene iz množice kristalitov (kristalnih zrn) t. j. kristalov, ki imajo pravilno kristalno zgradbo, nimajo pa pravilne zunanje oblike. Ta kristalna zrna leže drug poleg drugega statistično popolnoma neurejeno in so med seboj zraščena po kristalnih mejah.

Zunanji obremenitvi sledi najprej elastična deformacija materiala, pri dovolj veliki zunanji obremenitvi pa sledi želena plastična deformacija oz. velike in trajne spremembe oblike.

Enokristal

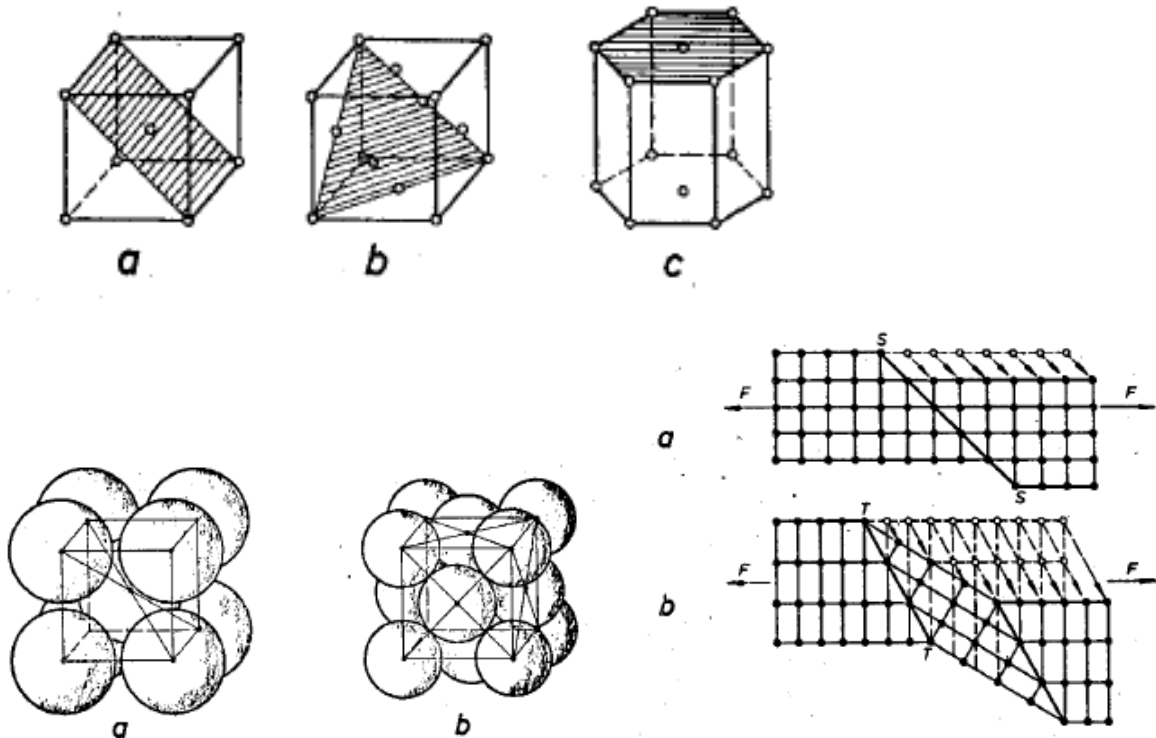


Merilo za elastično deformacijo je specifična tangencialna deformacija γ , ki jo povzroči napetost τ

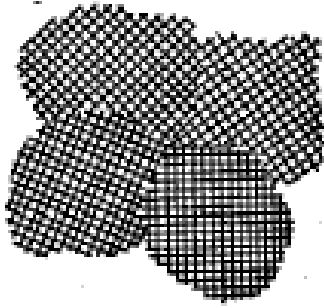
$$\tau = \gamma \cdot G$$

G = strižni modul ($\gamma = 0,001$ do 1°)

Drzne ravnine



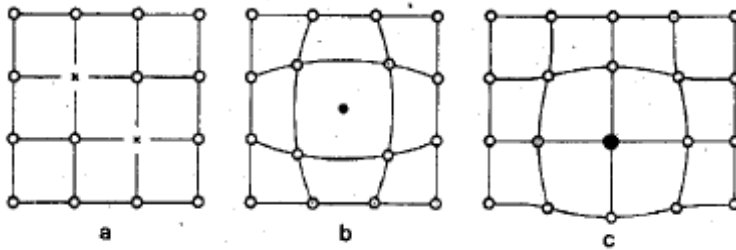
Polikristali



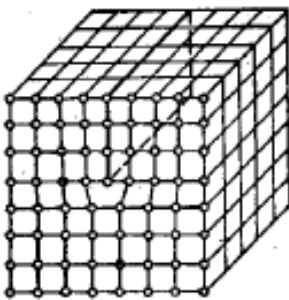
Drsenje se ne prične v vseh možnih ravninah istočasno, ampak sunkoma zaradi različnih napah v strukturi:

Točkaste nepopolnosti

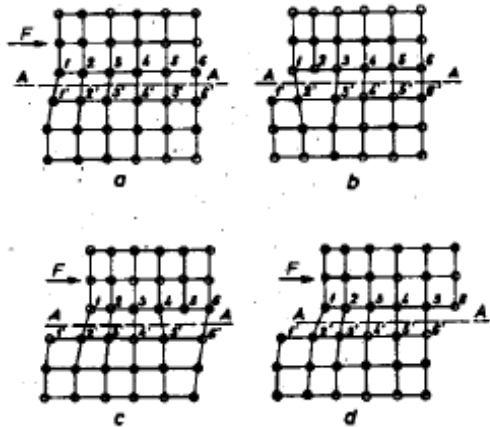
- a. vrzeli
- b. vrinjeni atomi
- c. atomi tujih primesi



Linijske nepopolnosti



Ravninske nepopolnosti



Plastična deformacija je v principu gibanje mrežnih efektov skozi material. Pri večkristalnih snoveh se mora vsako zrno prilagoditi deformaciji sosednjih zrn.

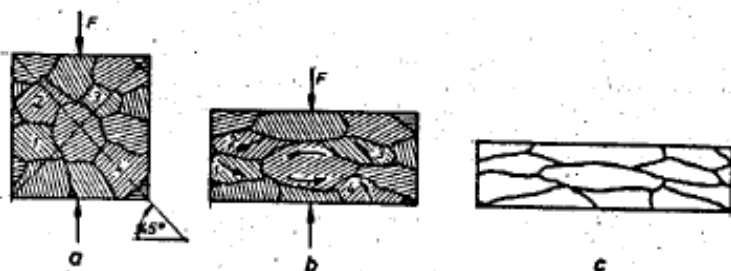
UTRDITEV

Utrditev se navzven kaže

- a v povečanju meje natezne trdnosti, trdote in meje plastičnosti
- b v zmanjšanju plastičnih sposobnosti t.j. razteznosti, udarne žilavosti

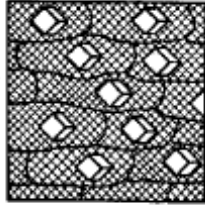
Hladno preoblikovanje ima velik vpliv na trdnostne karakteristike kovin in njihovo plastičnost. Deformacija kristalne mreže, koncentracija fragmentov kristalnih zrn v drsnih ravninah ter izločevanje delcev karbidov, ki blokirajo drsenje, povzročajo spremembo fizikalnih in tehnoloških lastnosti deformiranega materiala. Z naraščanjem plastične deformacije se povečujejo meja plastičnost, trdnost in trdota kovine. Nasprotno pa zmanjšuje hladna deformacija plastičnost (deformabilnost), kar se odraža v občutnem zmanjšanju razteznosti, kontrakcije in udarne žilavosti

Po močni hladni deformaciji (hladno valjanje pločevine, stiskanje, iztiskavanje) se kristaliti tako stisnejo in raztegnejo (podaljšajo), da spominjajo po obliki na vlakna. Zato imenujemo tako strukturo (zrnino) deformirane kovine tudi vlaknasto strukturo, ki ima smer glavnih deformacij t, j. smer najintenzivnejšega tečenja materiala. Pri valjani pločevini je zrnina vrhu tega še močno sploščena (geometrično anizotropna), Kristalna zrna spremenijo pri plastičnem preoblikovanju ne le svojo zunanjo obliko, temveč tudi medsebojno lego ter orientacijo v smeri obremenitve. Pri dovolj veliki deformaciji se posamezni kristaliti postopoma zasučejo, tako da dobi njihova kristalna struktura enotno orientacijo (slika 15). Izrazita usmeritev kristalne mreže v smer glavne deformacije, ki jo imenujemo deformacijska tekstura, pa ima za posledico močno usmerjenost mehanskih in fizikalnih lastnosti kovine.





a



b

Vpliv temperature pri preoblikovanju

Obnašanje kovin pri preoblikovanju je močno odvisno od temperature. Preoblikovanje v hladnem kovino utrdi, pri čemer se spremenijo ne samo njena struktura, temveč tudi mehanske lastnosti. Povečanje temperature pred preoblikovanjem ali med samo preoblikovalno operacijo povzroča zmanjšanje trdnostnih lastnosti in odpornosti proti plastični deformaciji, medtem ko se plastičnost kovine poveča.

Povečanje plastičnosti pri višjih temperaturah je posledica

- a) večje gibljivosti atomov v kristalni mreži
- b) manjše trdnosti vmesnih substanc, ki vežejo kristalna zrna in
- c) večje deformacije teh snovi.

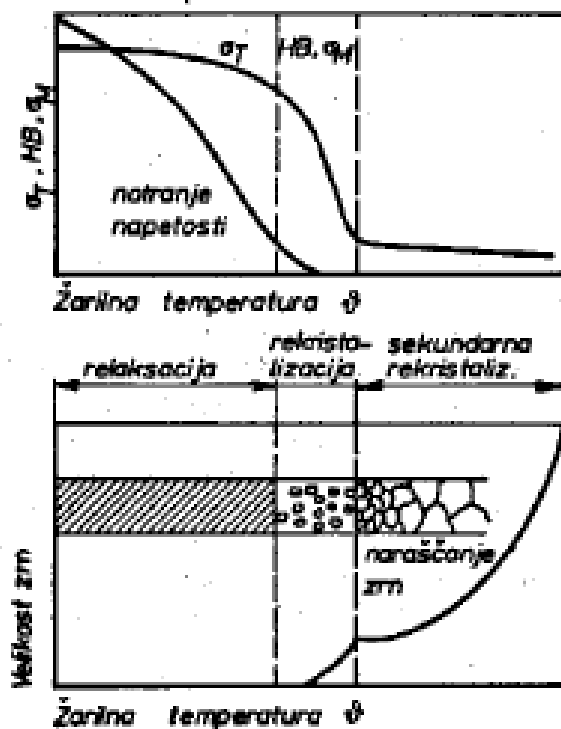
Zaradi tega so medkristalni premiki pri višjih temperaturah izrazitejši ter je njihov delež pri celotni deformaciji večji.

Procesi pri segrevanju hladno deformirane kovine

Z ustrezno toplotno obdelavo lahko dosežemo delno ali popolno regeneracijo plastičnosti utrjene kovine. Pojave, ki se pri tem odvijajo lahko delimo v

tri skupine:

1. relaksacija (poprava),
2. primarna rekristalizacija,
3. sekundarna rekristalizacija.



Notranje napetosti, ki preostanejo v deformirani kovini so škodljive, ker lahko povzročijo skrivljenje ali celo prelom preoblikovancev. Te notranje napetosti lahko odpravimo ali znatno zmanjšamo

1. z lokalno ali površinsko plastično deformacijo
2. z žarjenjem ali popuščanjem pri temperaturah, ki omogočajo relaksacijo ali popravo kristalov.

Deformirana področja kristalne mreže imajo večjo potencialno energijo kakor nedeformirana in stremijo za tem, da bi to energijo zopet oddala. Nastale notranje napetosti s časom popustijo, in sicer že pri normalni temperaturi. Pravimo, da si kristaliti opomorejo (relakstra]o), pojav pa imenujemo poprava kristalov ali relaksacija. To relaksacijo lahko znatno pospešimo, če material segrejemo.

Segrevanje hladno deformirane kovine zaradi poprave kristalov imenujemo tudi žarjenje za odstranjevanje napetosti. Z ustrezno termično obdelavo lahko torej dosežemo pri hladno deformirani kovini zopet stabilno kristalno strukturo brez notranjih napetosti, medtem ko utrditev ostane. Značilno je tudi to, da kristali, ki se pri plastični deformaciji raztegnejo, po relaksaciji stegnjeno obliko ohranijo.

Rekristalizacija

Če segrevamo hladno preoblikovano kovino še naprej (nad temperaturo relaksacije), se pri določeni temperaturi - temperaturi rekristalizacije - prične premeščanje atomov, ki povzroči sčasoma popolno spremembo strukture. Na mejnih ploskvah kristalnih zrn: in v drsnih ploskvah deformirane strukture se tvorijo kristalizacijske kali, iz katerih zrastejo povsem novi kristaliti. Novo nastalo ali regenerirano strukturo imenujemo strukturo rekristalizacije.

Kovina dobi zopet prvotne mehanske lastnosti t. j. manjšo trdoto in trdnost ter večjo razteznost, tako da jo lahko ponovno preoblikujemo. Pojav nastajanja in rasti kristalizacijskih kali imenujemo primarno rekristalizacijo.

Temperatura, pri kateri, se prične rekristalizacija, je odvisna od vrste kovine in od stopnje deformacije. Je tem nižja, čim bolj čista je kovina in čim večja je bila poprejšnja deformacija v hladnem.

Povprečna velikost kristalnih zrn rekristalizirane kovine je odvisna od

- temperature žarjenja
- žarilne dobe
- hitrosti segrevanja
- stopnje deformacije
- čistosti materiala

DEFORMACIJE

Pri deformacijah, kakršne želimo doseči pri preoblikovanju, sestavljata deformacijo telesa dva dela: elastični in plastični

$$\epsilon_{\text{cel}} = \epsilon_{\text{el}} + \epsilon_{\text{pl}}$$

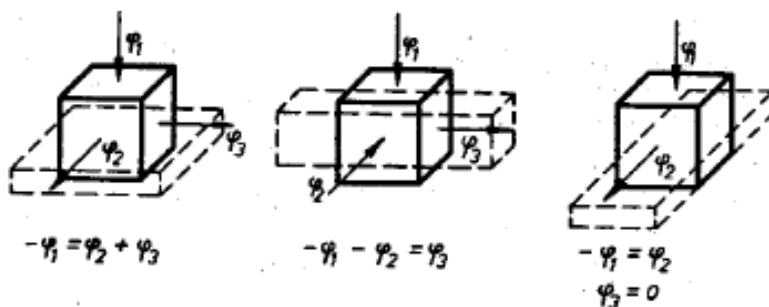
Pri čemer elastični del izgine, ko odstranimo silo.

Gostota telesa se med preoblikovanjem le neznatno spremeni, zato lahko smatramo da je volumen preoblikovanega materiala pred in po plastični deformaciji enak:

$$V_0 = V_1 = \text{konst.}$$

Deformacijsko stanje popišemo s spremembo dimenzij obdelovanca v treh pravokotnih smereh(x, y, z,)

$$\epsilon = \frac{dl}{l_0}, \quad d\varphi_1 = \frac{dl}{l}$$



PREOBLIKOVALNA TRDNOST

Za področje elastičnosti

$$\sigma = \epsilon \cdot E, \text{ oziroma } \epsilon = \frac{\sigma}{E} = \frac{\sigma}{\sigma_0}$$

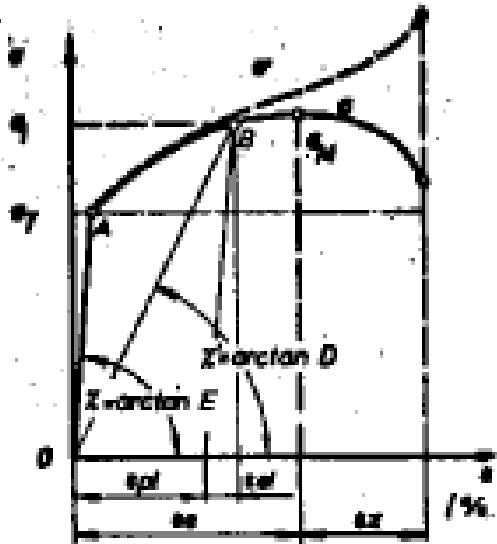
$$\sigma = F/A_0$$

$$\sigma = \epsilon \cdot D, \text{ oziroma}$$

$$\epsilon = \alpha' \cdot \sigma = \frac{\sigma}{D},$$

kjer je α' - koeficient plastičnosti in
 D - modul plastičnosti.

Za področje plastičnosti

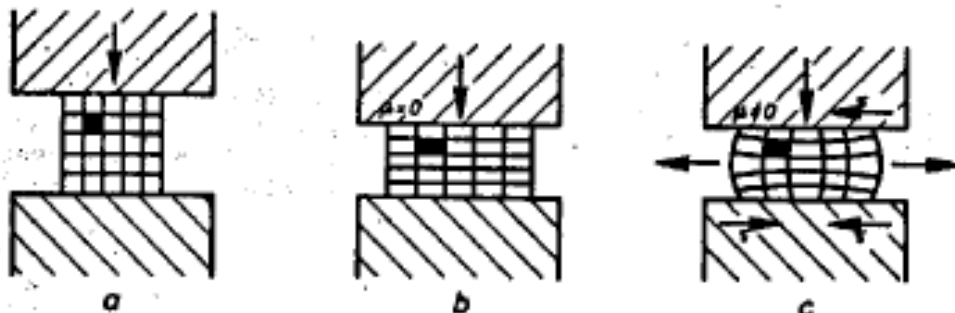


Bistvena razlika med modulom E in D je v tem, da je E konstanten, medtem ko se modul plastičnosti s časom (med preoblikovanjem) spreminja

VPLIV TRENJA MED PREOBLIKOVANJEM

Zunanji sloji preoblikovanega materiala se se premikajo relativno nasproti orodju. To zunanje trenje bistveno vpliva na potek plastične deformacije.

Poleg zunanjega trenja pa nastaja pri preoblikovanju še notranje trenje, če deformacija po prerezu obdelovanca ni enakomerna t.j. med plastmi ki mirujejo in med plastmi, ki so podvržene plastični deformaciji (tanjšanje pri kovanju idr).



Koeficienti trenja so odvisni zlasti od:

- vrste preoblikovalnega procesa,
- preoblikovanega materiala,

- kvalitete površine orodja (sprememba površine, obraba),
- kontaktne površine obdelovanca,
- temperature preoblikovanja,
- hitrosti deformacije,
- mazanja

MAZANJE

Trenje na kontaktnih ploskvah orodja in obdelovanca je odvisno tudi od lastnosti in debeline plasti maziva med obema površinama. Običajno je trenje mešano, vendar lahko preide lokalno tudi v mejno, če postane razdalja med ploskvama enaka velikosti molekul maziva, ki ga uporabljamo. Če se ta razdalja še zmanjša, lahko pride do neposrednega stika med orodjem in obdelovancem, to pa ima za posledico popolno izravnanje površin ali celo lokalno zvarjenje obeh materialov, kar je odvisno od njunih adhezijskih lastnosti.