

DEFORMACIJSKI MEHANIZMI IN MIKROSTRUKTURE

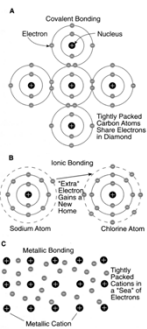


Deformacijski mehanizmi - procesi deformacije kamnin, ki potekajo v mikroskopskem in atomskem merilu. Lahko so *lomni* ("brittle") ali *duktilni* ("ductile").

[PONOVIMO: kaj vse vpliva na reologijo minerala/kamnine?]

Mikrostrukture - strukture, ki nastajajo v tem merilu.

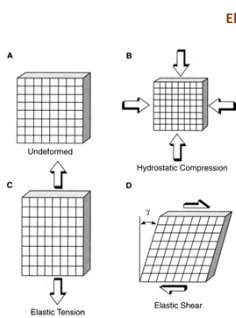
Kristalna struktura in trdnost snovi



Kristalna mreža in tipi vezi v kristalih

Atomi, ioni in molekule so urejeni v kristalno mrežo; njihov raspored je ravnotežen in tak, da rabi kar najmanj energije. Glavni tipi vezi v kristalih: kovalentna, ionska, kovinska.

Kristalna struktura in trdnost snovi

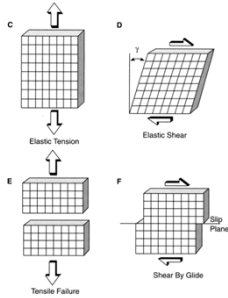


Elastična deformacija kristalne mreže

Pri elastični deformaciji se pod vplivom napetosti zmanjša/poveča razdalja med atomi kristalne mreže idealnega(!) kristala. Če napetost popusti, se atomi zaradi potencialne energije vezi med njimi vrnejo v prvotno lego. Lahkoto/"težavnost" deformacije - togost kristalne mreže - podajajo moduli elastičnosti (E, G, K). Ti moduli imajo višje vrednosti pri kristalih z bolj nefleksibilnimi vezmi.

Kristalna struktura in trdnost snovi

Prekoračitev meje elastičnosti

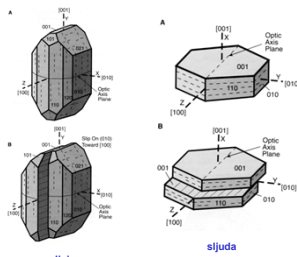


Vezi v kristalu se pretrgajo; potek razpoke je odvisen od zgradbe kristala (ploskve šibkosti) in smeri napetosti. Lahko pa pride le do zdrsa v kristalni mreži; premaknjeni atomi ponovno vzpostavijo vezi s sosednjimi atomi \Rightarrow spremeni se oblika kristala.

Kristalna struktura in trdnost snovi

Drсни sistemi v kristalih

Zdrsi v kristalni mreži potekajo vzdolž značilnih **drsnih ploskev** in v značilnih **smereh** \Rightarrow ploskev in smer zdrsa definirata **drsní sistem**.



Lega in orientacija drsnih sistemov je odvisna od vrste in moči vezi v kristalni mreži, ter od prostorskega razporeda vezi in atomov v mreži. Razkolne ploskve v kristalih kažejo, v katerih smereh so vezi najšibkejše. Nekateri minerali (npr. kremen) razkolnosti nimajo.

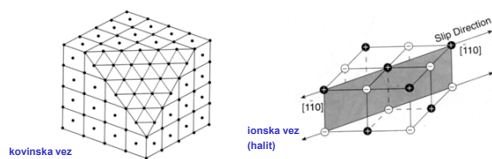
Kristalna struktura in trdnost snovi

Drsní sistemi v kristalih

Kovinska vez: najlažji zdrs, kjer so kationi najgostejši (najmanjša razdalja za premik kationa z enega mesta na drugega v kristalni mreži)

Ionski kristali: najlažji zdrs v takih smereh, da ne pridejo v stik ioni z enakim nabojem (primer: halit)

Kompleksni kristali: zdrsi v ravninah, kjer je treba pretrgati najšibkejše vezi **ali** kar najmanjše število močnih vezi. V silikatih se denimo razkolne in drsne ploskve izogibajo močni kovalentni vezi med Si in O (\Rightarrow zato je kremen (čisti Si oksid) tako trden).



Kristalna struktura in trdnost snovi

Teoretična trdnost kristalov

Teoretična trdnost (meja elastičnosti) kristala je odvisna od tipa in moči vezi, naboja in razdalj med atomi, ter simetrije kristala in jo je mogoče računsko določiti. Minerali z zelo nizko trdnostjo se običajno lahko deformirajo s sočasnimi premiki ob mnogih drsnih sistemih ⇒ duktilni tok.

Vezi določajo tudi kemijske lastnosti minerala ⇒ njegovo reaktivnost in obnašanje ob deformaciji.

Material	Shear Strength (GPa)	Cleavage (tensile) Strength (GPa)
Metallic Cu	1.2	3.9
NaCl (ionic solid)	2.84	0.43
MgO (simple oxide)	1.6	3.7
Quartz (covalent solid)	4.4	16
Diamond (covalent solid)	121	205

Kristalna struktura in trdnost snovi

Napake in nepravilnosti v kristalni mreži

Dejanske izmerjene trdnosti kristalnih mrež so mnogo manjše od **teoretičnih** vrednosti, kar je posledica napak in nepravilnosti v kristalni mreži.

dejanske vrednosti

Mineral or Rock Type	Compressive Strength (MPa)	Tensile Strength (MPa)
Clay	10	—
Calcite	14	—
Halite	27	—
Shale	30	8
Sandstone	50	10
Limestone	80	10
Basalt	100	10
Granite	160	14
Quartzite	360	—

teoretične vrednosti

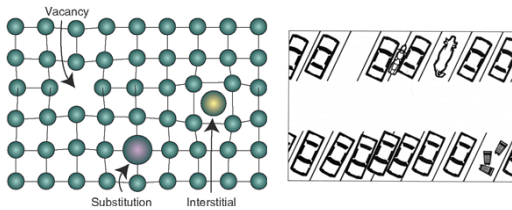
Material	Shear Strength (GPa)	Cleavage (tensile) Strength (GPa)
Metallic Cu	1.2	3.9
NaCl (ionic solid)	2.84	0.43
MgO (simple oxide)	1.6	3.7
Quartz (covalent solid)	4.4	16
Diamond (covalent solid)	121	205

Kristalna struktura in trdnost snovi

Napake in nepravilnosti v kristalni mreži

Točkovne nepravilnosti: prazna mesta v mreži, intersticijski atomi, vključki "nečistoč".

Primer: praznine pomagajo pri procesu difuzije atomov. Intersticijski atomi in vključki lahko povečajo trdnost mreže.



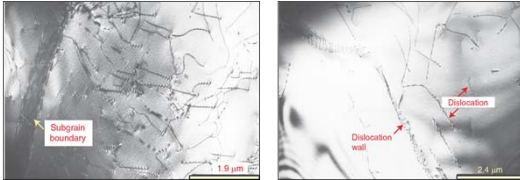
Kristalna struktura in trdnost snovi

Napake in nepravilnosti v kristalni mreži

Linearne nepravilnosti ali dislokacije.

Planarne nepravilnosti: meje med zrni, "subkristali", mehanski dvojčki.

Ostale nepravilnosti: tekočinski vključki, mikrorazpoke.



Predavanja iz Tektonike, lekcija 4: DEFORMACIJSKI MEHANIZMI IN MIKROSTRUKTURE

10

Deformacijski mehanizmi

Kateri deformacijski mehanizmi bodo delovali pri deformaciji in kako se bodo kristalne strukture v kamnini deformirale, je odvisno predvsem od mineralne sestave, velikosti zrn, temperature, okoljskega pritiska, pritiska fluidov, diferencialne napetosti in hitrosti obremenjevanja. V kamninah z le eno mineralno fazo ponavadi zadostujeta eden ali dva deformacijska mehanizma, v kamninah z več minerali in v spreminjajočih se pogojih pa lahko nastopa mnogo različnih kombinacij.

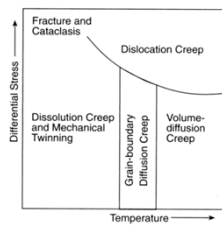
Predavanja iz Tektonike, lekcija 4: DEFORMACIJSKI MEHANIZMI IN MIKROSTRUKTURE

11

Deformacijski mehanizmi

Deformacijski diagram kaže, ob kakšnih fizikalnih pogojih delujejo različni deformacijski mehanizmi. Glavni deformacijski mehanizmi so:

- mikrolom, kataklaza in trenjsko drsenje
- mehansko dvojčenje
- lezenje (difuzivno, disolucijsko in dislokacijsko)



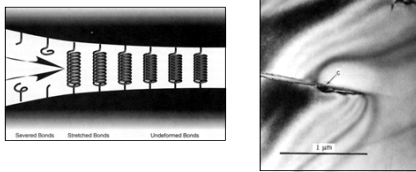
Predavanja iz Tektonike, lekcija 4: DEFORMACIJSKI MEHANIZMI IN MIKROSTRUKTURE

12

Mikrolom, kataklaza in trenjsko drsenje

so lomne deformacije v zrnskem in subzrnskem merilu. Zaradi napetosti nastajajo mikrorazpoke, ki rastejo in se povezujejo v večje razpoke.

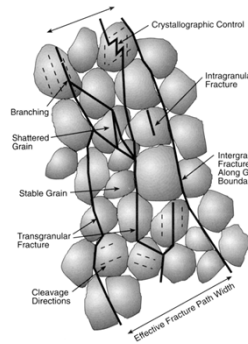
Zaradi mikrorazpok, ki "koncentrirajo" napetosti (gl. Griffithovo teorijo v poglavju o razpokah), je porušna trdnost kamnin in mineralov pri nizkih temperaturah precej nižja od teoretične. Mikrorazpoke začnejo rasti na mejah med zrni, ob vključkih, porah, dvojčkih, dislokacijah, itd. Napetosti, ki povzročijo nastanek mikrorazpok, lahko nastanejo zaradi tektonske, gravitacijske ali termične obremenitve.



Predavanja iz Tektonike, lekcija 4: DEFORMACIJSKI MEHANIZMI IN MIKROSTRUKTURE

13

Mikrolom, kataklaza in trenjsko drsenje



Intragranularne mikrorazpoke se pojavljajo znotraj zrn (pogoste ob razkolnih ploskvah).

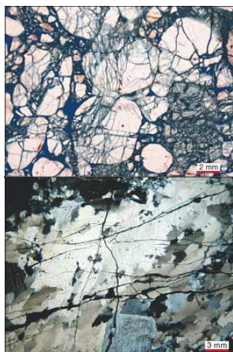
Intergranularne mikrorazpoke potekajo vzdolž kontaktov med zrni (pogoste v drobnozrnatih kamninah).

Transgranularne razpoke sekajo zrna in kontakte med njimi (pogoste, kadar so zrna trdno zraščena in imajo podobno orientirano razkolnost).

Predavanja iz Tektonike, lekcija 4: DEFORMACIJSKI MEHANIZMI IN MIKROSTRUKTURE

14

Mikrolom, kataklaza in trenjsko drsenje



Intragranularne mikrorazpoke se pojavljajo znotraj zrn (pogoste ob razkolnih ploskvah).

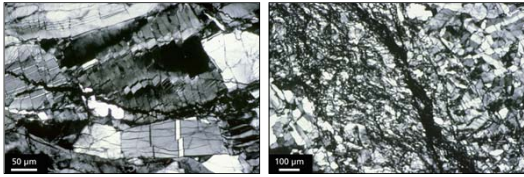
Intergranularne mikrorazpoke potekajo vzdolž kontaktov med zrni (pogoste v drobnozrnatih kamninah).

Transgranularne razpoke sekajo zrna in kontakte med njimi (pogoste, kadar so zrna trdno zraščena in imajo podobno orientirano razkolnost).

Predavanja iz Tektonike, lekcija 4: DEFORMACIJSKI MEHANIZMI IN MIKROSTRUKTURE

15

Mikrolom, kataklaza in trenjsko drsenje



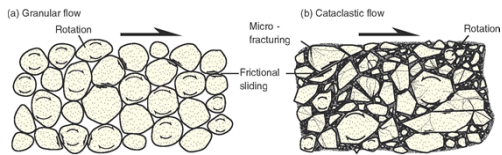
Mikrolom, kataklaza in trenjsko drsenje

Kataklaza

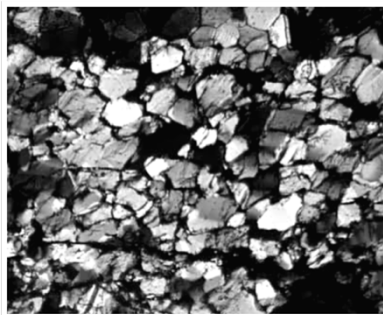
je penetrativno lomljenje in drobljenje kamnine, ki večinoma nastopa v prelomnih conah; nastane agregat močno pretrtih mineralnih zrn in kosov kamnine v osnovi iz močno zdrobljenih zrn. Taka zdrobljena kamnina lahko "teče" s pomočjo kontinuiranega drobljenja, trenjskega drsenja in rotacije zrn

⇒ **kataklastično tečenje**.

[Podoben proces je **granularno tečenje** v nelitificiranih kamninah, kjer pa zrna pri deformaciji večinoma ostanejo nedotaknjena.]

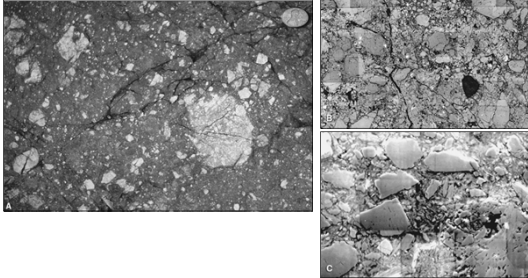


Mikrolom, kataklaza in trenjsko drsenje



Mikrolom, kataklaza in trenjsko drsenje

Kataklastične kamnine so penetrativno razpokane, zrna pa so praviloma ostroroba. Kamnina ponavadi izgleda presenetljivo enako v vseh merilih.



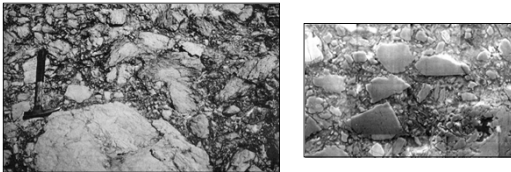
Predavanja iz Tektonike, lekcija 4: DEFORMACIJSKI MEHANIZMI IN MIKROSTRUKTURE

19

Mikrolom, kataklaza in trenjsko drsenje

Posledice kataklaze: manjšanje velikosti zrn, slabšanje sortiranosti, povečevanje volumna.

Proces kataklaze ovira visok okoliški pritisek (povečanje trenja, težnja k manjšanju volumna), zato sta kataklaza in kataklastično tečenje omejena na plitva območja skorje (največkrat na prelomne cone).

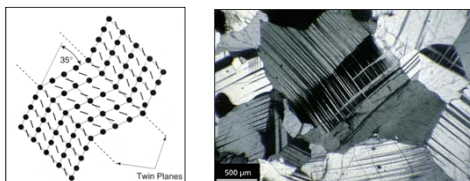


Predavanja iz Tektonike, lekcija 4: DEFORMACIJSKI MEHANIZMI IN MIKROSTRUKTURE

20

Mehansko dvojčenje in zgibanje

Dvojčenje je deformacijski mehanizem, pri katerem se kristalna mreža ne zlomi, ampak le zapogne. Najpreprostejši primer: strižna zapognitev in rotacija dela kristalne mreže preko dvojčične ravnine (\Rightarrow zrcalni dvojčki). Zapogibni kot je odvisen od kristalne strukture minerala. Tako mehansko dvojčenje pogosto nastopa v kalcitu in plagioklazih.



Predavanja iz Tektonike, lekcija 4: DEFORMACIJSKI MEHANIZMI IN MIKROSTRUKTURE

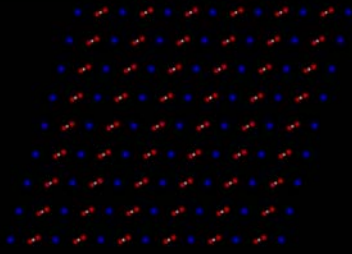
21

Mehansko dvojčenje in zgibanje

ScienceProf.com



Calcite Twinning



Predavanja iz Tektonike, lekcija 4: DEFORMACIJSKI MEHANIZMI IN MIKROSTRUKTURE

22

Mehansko dvojčenje in zgibanje



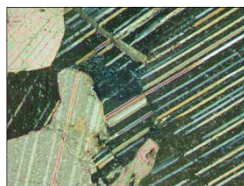
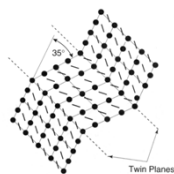
Predavanja iz Tektonike, lekcija 4: DEFORMACIJSKI MEHANIZMI IN MIKROSTRUKTURE

23

Mehansko dvojčenje in zgibanje

Pogoji za mehansko dvojčenje

- prisotnost ustrezne šibke ravnine dvojčenja v kristalni mreži
- ravnina dvojčenja mora biti ustrezno orientirana glede na smer glavnih napetosti (strižna komponenta napetosti vzdolž dvojčitne ravnine mora biti dovolj velika, da lahko deformira kristalno mrežo)
- pretežno neodvisno od okoliškega pritiska in temperature
- zahteva pa relativno visoke diferencialne napetosti



Predavanja iz Tektonike, lekcija 4: DEFORMACIJSKI MEHANIZMI IN MIKROSTRUKTURE

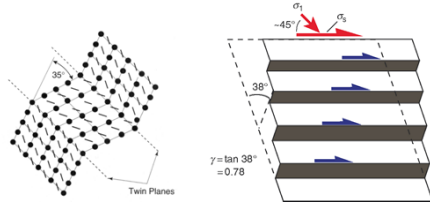
24

Mehansko dvojčenje in zhibanje

Pogoji za mehansko dvojčenje

Dvojčenje je relativno hiter proces. Skupna količina deformacije je omejena s kristalografijo minerala (primer: kalcitni dvojčki se lahko zapognejo do $38^\circ \Rightarrow \max \gamma = 0.35$).

Kakršnakoli dodatna deformacija se mora kompenzirati po kakem drugem mehanizmu (plitvo v skorji denimo z lomom kristalne mreže).

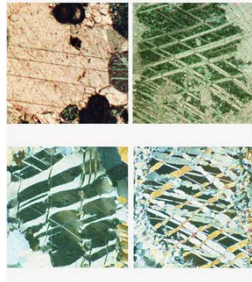
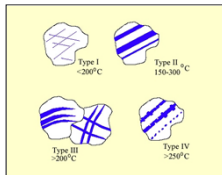


Predavanja iz Tektonike, Ikcija 4: DEFORMACIJSKI MEHANIZMI IN MIKROSTRUKTURE

25

Mehansko dvojčenje in zhibanje

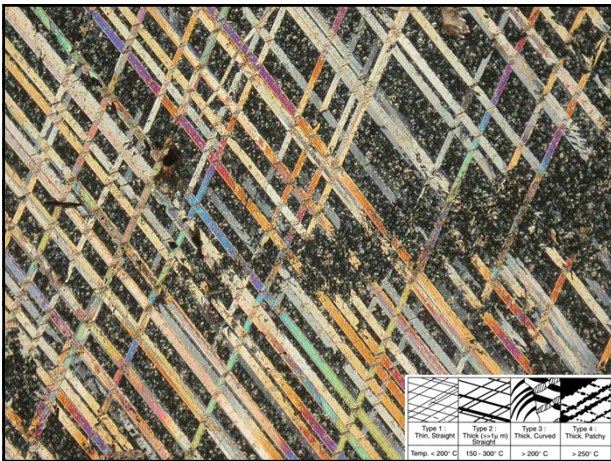
Geometrija in izgled kalcitnih dvojčkov sta povezana s temperaturo in količino deformacije.

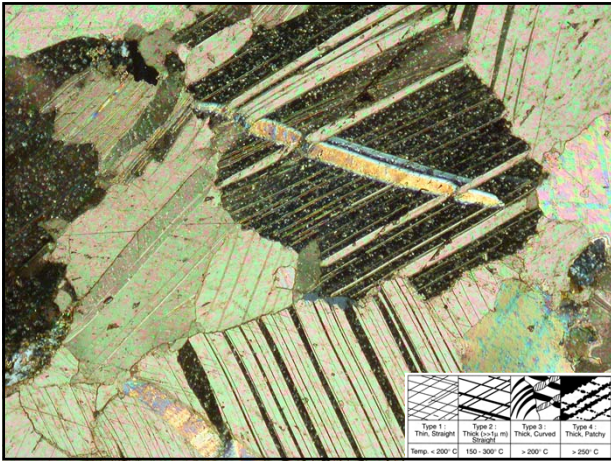


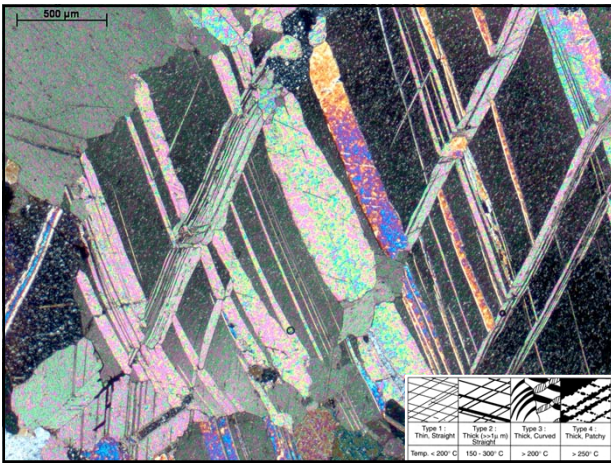
Type 1 Thin, Straight	Type 2 Thick, Loopy, m	Type 3 Thick, Curved	Type 4 Thick, Patchy
Temp. < 200° C	150 - 300° C	> 200° C	> 250° C

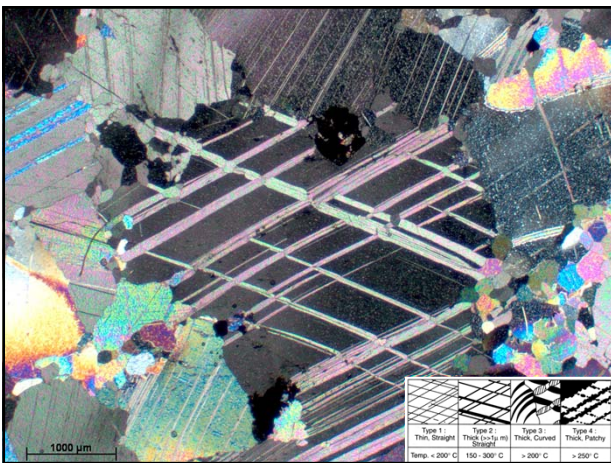
Predavanja iz Tektonike, Ikcija 4: DEFORMACIJSKI MEHANIZMI IN MIKROSTRUKTURE

26





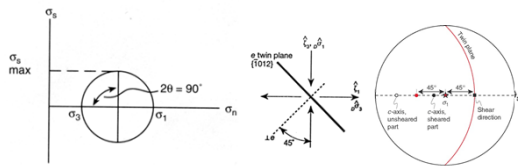




Mehansko dvojčenje in zgibanje

Določitev glavnih osi deformacije in napetosti s pomočjo dvojčkov

Pri dvojčenju se aktivirajo le tiste dvojlične ravnine, ki ležijo v ugodni orientaciji glede na σ_3 ; idealna je lega pod kotom 45° , saj je v tej orientaciji strižna komponenta napetosti na dvojlično ravnino največja. Kristalografska os c kalcitnega kristala (katere orientacijo je mogoče izmeriti pod mikroskopom s Fedorovo mizico) pri dvojčenju teži k vzporednosti s $\sigma_1 \Rightarrow$ izmerimo veliko število c osi in statistično določimo srednjo orientacijo, ki verjetno odraža orientacijo σ_1 v času deformacije.



Predavanja iz Tektonike, lekcija 4: DEFORMACIJSKI MEHANIZMI IN MIKROSTRUKTURE

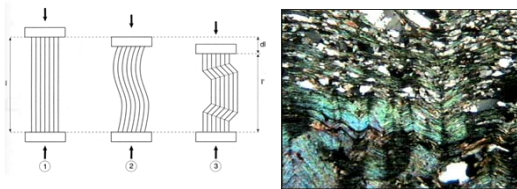
31

Mehansko dvojčenje in zgibanje

Zgibanje kristalne mreže ("kinking")

Tudi pri zgibanju se mreža zapogiba preko ravnin šibkosti v kristalu. Zapogitve so združene v **zapogitvene pasove** ("kink bands"), ki imajo drugačno optično orientacijo kot ostanek kristala \Rightarrow **pasovi potemnitve**.

Zgibanju so posebej podvrženi lističasti minerali. Zapogitveni kot pri zgibanju ni omejen!



Predavanja iz Tektonike, lekcija 4: DEFORMACIJSKI MEHANIZMI IN MIKROSTRUKTURE

32

Lezenje

Ponovimo: lezenje je...?

...počasna plastična deformacija pri napetostih, ki so mnogo manjše od porušne trdnosti kamnine.

Poznamo **difuzivno lezenje**, **disolucijsko lezenje** in **dislokacijsko lezenje**.

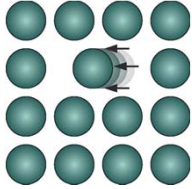
Predavanja iz Tektonike, lekcija 4: DEFORMACIJSKI MEHANIZMI IN MIKROSTRUKTURE

33

Difuzivno lezenje

Difuzija je premikanje atomov skozi mineralna zrna, vzdolž meje med zrnali ali v pornih fluidih med zrnali. Difuzija je aktivirana termično in zato poteka pri višjih temperaturah. Veliko hitreje kot v trdnini poteka v tekočini.

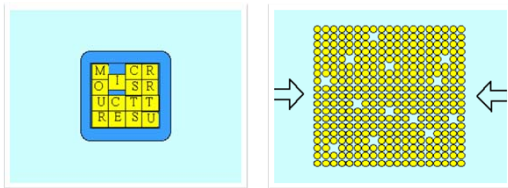
Difuzija skozi trdnino je dosti hitrejša, če kristalna mreža vsebuje praznine in druge napake. Najbolj učinkovita je v drobnozrnatih kamninah, kjer atomom ni treba prepotovati prevelikih razdalj.



Difuzivno lezenje

Volumsko difuzivno lezenje (Nabarro-Herringovo lezenje)

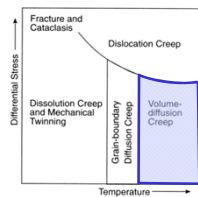
Pri visoki temperaturi in usmerjenem pritisku je difuzija znotraj kristalov dovolj hitra, da omogoča deformacijo mineralnih zrn. Atomi menjajo mesta v kristalni mreži s prazninami in se gibljejo stran od območij visokih tlačnih napetosti k območjem nizkih napetosti ⇒ praznine se uničijo, oblika kristala se spremeni.



Difuzivno lezenje

Volumsko difuzivno lezenje (Nabarro-Herringovo lezenje)

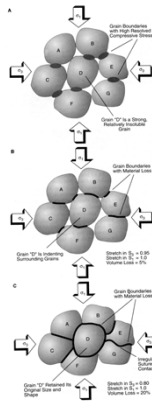
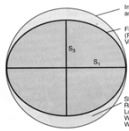
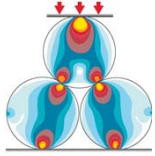
Volumsko difuzivno lezenje je najbolj učinkovito v izometričnih zrnih, kjer je difuzijska pot kratka. Proces je zelo počasen in je učinkovit le pri nizkih diferencialnih napetostih in zelo visokih temperaturah (blizu tališča minerala).



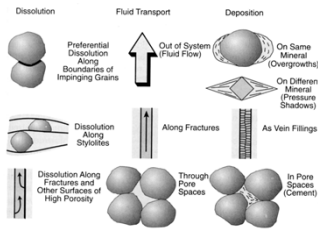
Disolucijsko lezenje

Korozija zrn je največja na območjih pod visokimi tlačnimi napetostmi (orientacija glede na σ_1 , stiki s togimi zrni). Običajno so tudi nekatera zrna bolj topna od ostalih.

Zaradi raztapljanja se koncentracija fluida poveča v območjih pod tlačno obremenitvijo in zmanjša na mestih z nizkimi napetostmi \Rightarrow gradient kemijske koncentracije, ki povzroča migracijo raztopljene snovi.

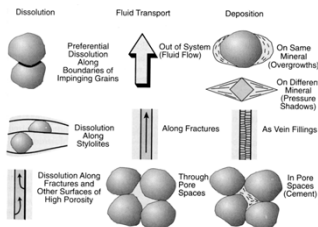


Disolucijsko lezenje



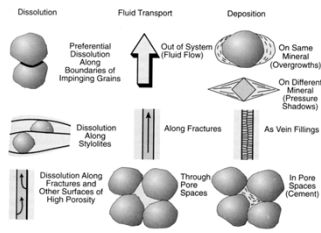
Razen z difuzijo se raztopljena snov lahko giblje tudi zaradi samega gibanja fluida.

Disolucijsko lezenje



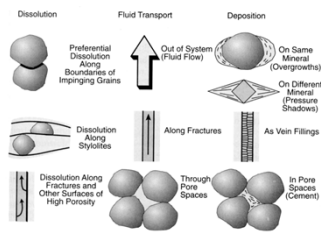
Če fluid odnaša raztopljen material daleč od izvora (npr. pri metamorfizmu), se zaradi raztapljanja/disolucijskega lezenja zmanjša volumen kamnine.

Disolucijsko lezenje



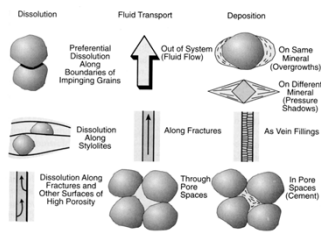
Na območjih kontinuiranega raztapljanja ponavadi nastanejo **stiloniti** in **nakopičenja manj topnih mineralov** (gline, sljude, organska snov).

Disolucijsko lezenje



Raztopljen material se lahko odlaga v obliki **preraščanj** na mineralnih zrnih, v **vlaknih** ali v **klinastih "bradah"** v **napetostnih sencah**.

Disolucijsko lezenje

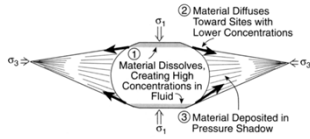


Bolj podvrženi disoluciji so visokotopni minerali in zrna z nečistočami ali napakami v kristalni mreži.

Disolucijsko lezenje

Raztopljen material se lahko odlaga v obliki **preraščanj** na mineralnih zrnih, v **vlaknih** ali v **klinastih "bradah"** v **napetostnih sencah**.

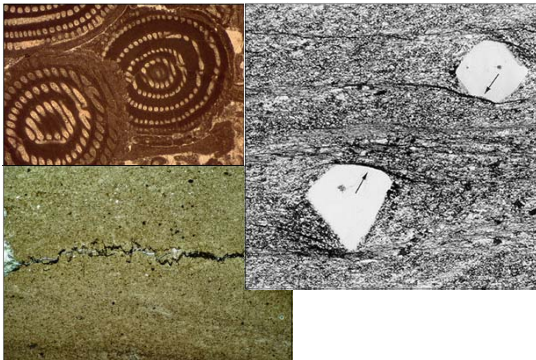
Vlakna rastejo v smeri minimalne glavne napetosti σ_3 . S kombinacijo raztapljanja in nove rasti se spreminja oblika mineralnih zrn
⇒ nova oblika nakazuje napetostne razmere.



Predavanja iz Tektonike, lekcija 4: DEFORMACIJSKI MEHANIZMI IN MIKROSTRUKTURE

46

Disolucijsko lezenje



Predavanja iz Tektonike, lekcija 4: DEFORMACIJSKI MEHANIZMI IN MIKROSTRUKTURE

47

Disolucijsko lezenje



Predavanja iz Tektonike, lekcija 4: DEFORMACIJSKI MEHANIZMI IN MIKROSTRUKTURE

48

Disolucijsko lezenje

Sčasoma lahko proces disolucijskega lezenja postane neučinkovit zaradi prevelike razpotenjenosti mineralnih zrn (predolga migracijska pot), cementacije, kompaktacije, zaraščanja razpok \rightarrow "strain hardening" - prenehanje lezenja.

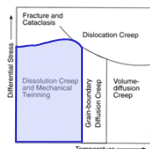
Disolucijsko lezenje

Pogoji za disolucijsko lezenje

Proces disolucijskega lezenja se lahko odvija v velikem razponu temperature in napetosti, **prisoten pa mora biti medzrnski fluid**. Proces je učinkovit celo pri nizkih temperaturah (diageneza, anhimetamorfizem)

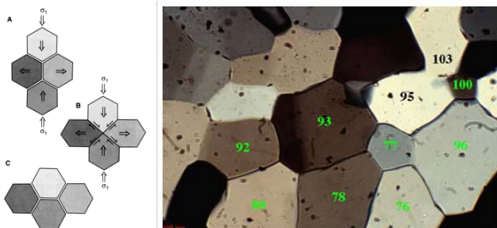
\Rightarrow nastanek kompaksijskih stilitov v apnencu.

Disolucijsko lezenje je najbolj učinkovito v "nezrelih" kamninah (glinavci, laporji, apnenci), posebej drobnozrnatih. Hitrost deformiranja je obratno sorazmerna s kubom velikosti zrn \Rightarrow ob manjšanju velikosti zrn zaradi raztapljanja se hitrost deformacije povečuje (neke vrste "strain softening").



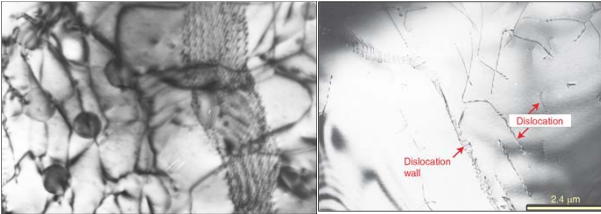
Superplastično lezenje

- \Rightarrow kombinacija suhega/mokrega lezenja vzdolž meja zrn in medzrnskega drsenja.
- omogoča visoke hitrosti deformiranja ob nizkih diferencialnih napetostih
- idealna je visoka temperatura (višja od polovice temperature tališča) in drobnozrnata kamnina (spodnja skorja, plašč)
- zrna ostanejo znotraj navidez nedeformirana (!)



Dislokacijsko lezenje

⇒ spreminjanje oblike (distorcija) kristala vzdolž drsni ravnini s pomočjo zelo lokalizirane inčasne deformacije mreže, ki potuje vzdolž drsne ravnine.



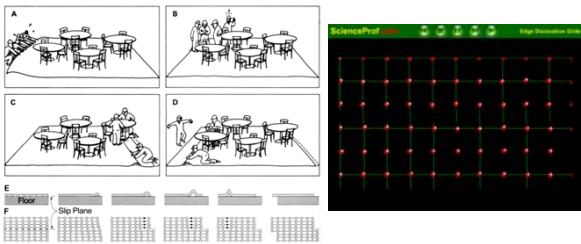
Predavanja iz Tektonike, lekcija 4: DEFORMACIJSKI MEHANIZMI IN MIKROSTRUKTURE

52

Dislokacijsko lezenje

Deformacija cele kristalne mreže z zdrsom ob drsni ravnini je energijsko prezahtevna - prekiniti je treba preveč vezi med atomi naenkrat. Pri dislokacijskem lezenju je naenkrat aktiviran le majhen del drsne ravnine. **Dislokacija** je linija, ki loči že deformirani (zdrslji) del kristalne mreže od nedeformiranega.

Sprememba oblike kristala je **plastična**. Kristal se po dislokacijskem zdrsu popolnoma zaceli in ohrani prvotno trdnost.

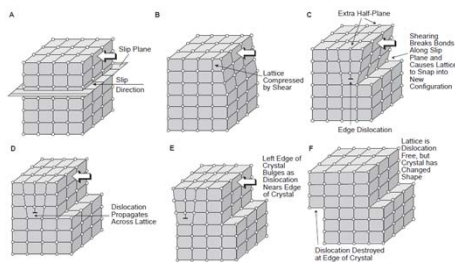


Predavanja iz Tektonike, lekcija 4: DEFORMACIJSKI MEHANIZMI IN MIKROSTRUKTURE

53

Dislokacijsko lezenje

Robne dislokacije so orientirane pravokotno na smer drsenja. Napredovanje robnih dislokacij imenujemo **drsenje dislokacij** in se praviloma odvija vzdolž kristalografskih ravnin s šibkimi vezmi.

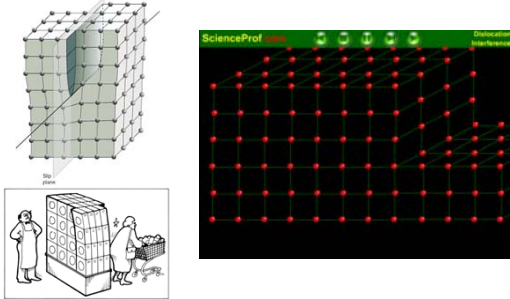


Predavanja iz Tektonike, lekcija 4: DEFORMACIJSKI MEHANIZMI IN MIKROSTRUKTURE

54

Dislokacijsko lezenje

Vijačne dislokacije so orientirane vzporedno smeri drsenja. Dislokacije pogosto preskakujejo iz ene ravnine v drugo in spreminjajo značaj iz robnih v vijačne in obratno - **mešane dislokacije**.



Predavanja iz Tektonike, lekcija 4: DEFORMACIJSKI MEHANIZMI IN MIKROSTRUKTURE

55

Dislokacijsko lezenje

Dislokacije se lahko širijo iz točke v **dislokacijski zanki**.



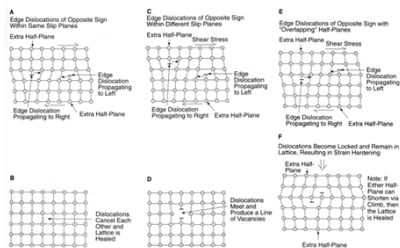
Predavanja iz Tektonike, lekcija 4: DEFORMACIJSKI MEHANIZMI IN MIKROSTRUKTURE

56

Dislokacijsko lezenje

Interakcija dislokacij v kristalu povzroča nastanek praznin in **dislokacijskih vozlov**, kjer se deformacija "zatakne"

⇒ s povečevanjem števila dislokacij postaja dislokacijsko drsenje čedalje težje ("strain hardening").



Predavanja iz Tektonike, lekcija 4: DEFORMACIJSKI MEHANIZMI IN MIKROSTRUKTURE

57

Regeneracija in rekristalizacija

⇒ procesa, ki "popravljata" kristalno mrežo - odpravljata napake in zmanjšujeta prebitno energijo, shranjeno v mreži. Pri **regeneraciji** ("recovery") se preurejajo in uničujejo dislokacije v kristalni mreži. Pri **rekristalizaciji** in **neomineralizaciji** se zrna z nepravilnostmi pretvorijo v nova zrna (ali novo konfiguracijo zrn) brez napak.

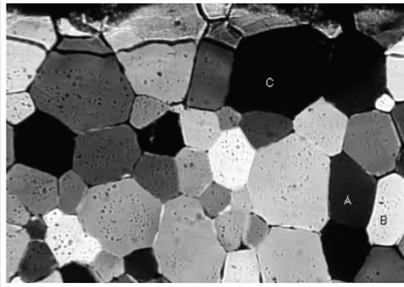
Regeneracija in rekristalizacija se lahko odvijata med deformacijo (**dinamična rekristalizacija**) ali po končani deformaciji (**statična rekristalizacija**).

Dinamična rekristalizacija sproti odpravlja ovire v kristalni mreži, ki nastajajo pri dislokacijskem lezenju ⇒ brez dinamične rekristalizacije deformacija z dislokacijskim lezenjem sploh ni mogoča!

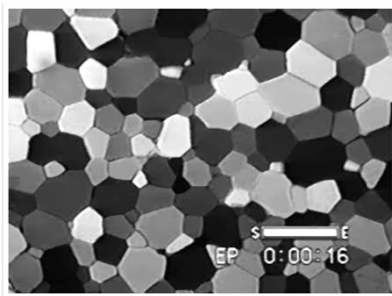
Hitrost deformiranja z dislokacijskim lezenjem je zato pogojena s hitrostjo regeneracije in rekristalizacije.

Rekristalizacija sproti briše sledove mikrostrukturnih deformacij, zato po deformaciji običajno izgleda, kot da se minerali sploh ne bi deformirali.

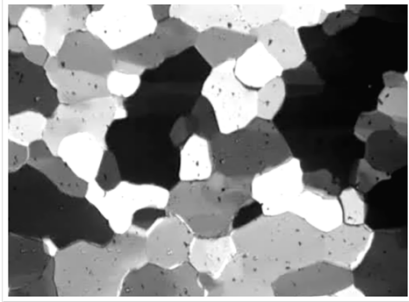
Dinamična rekristalizacija



Statična rekristalizacija



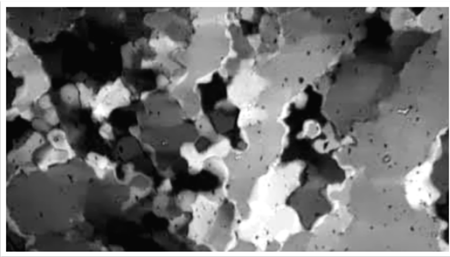
Dinamična rekristalizacija



Predavanja iz Tektonike, lekcija 4: DEFORMACIJSKI MEHANIZMI IN MIKROSTRUKTURE

61

Statična rekristalizacija



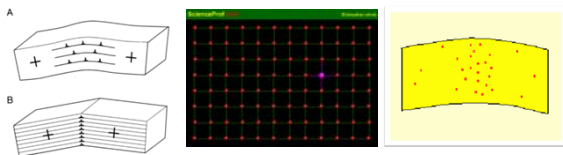
Predavanja iz Tektonike, lekcija 4: DEFORMACIJSKI MEHANIZMI IN MIKROSTRUKTURE

62

Regeneracija in rekristalizacija

Regeneracija kristalne mreže poteka večinoma s pomočjo vzpenjanja dislokacij po mreži preko ovire ali ven iz mineralnega zrna.

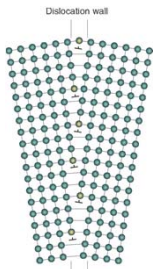
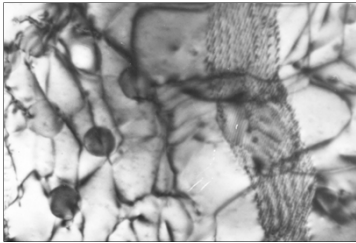
Pri rotacijski rekristalizaciji se dislokacije zberejo v ravnine, ki ložijo rahlo različno orientirane dele kristala - "subkristali", "zrna znotraj zrn" ("subgrains"). Če se pri napredovanju deformacije kot med "subkristali" dovolj poveča (nad 10°-15°), lahko govorimo o nastanku novih zrn.



Predavanja iz Tektonike, lekcija 4: DEFORMACIJSKI MEHANIZMI IN MIKROSTRUKTURE

63

Regeneracija in rekristalizacija



Predavanja iz Tektonike, lekcija 4: DEFORMACIJSKI MEHANIZMI IN MIKROSTRUKTURE

64

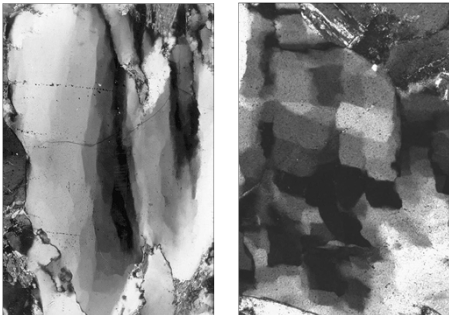
Regeneracija in rekristalizacija



Predavanja iz Tektonike, lekcija 4: DEFORMACIJSKI MEHANIZMI IN MIKROSTRUKTURE

65

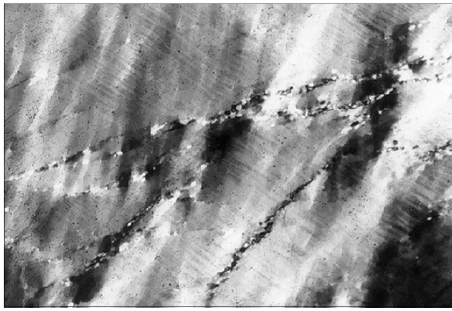
Regeneracija in rekristalizacija



Predavanja iz Tektonike, lekcija 4: DEFORMACIJSKI MEHANIZMI IN MIKROSTRUKTURE

66

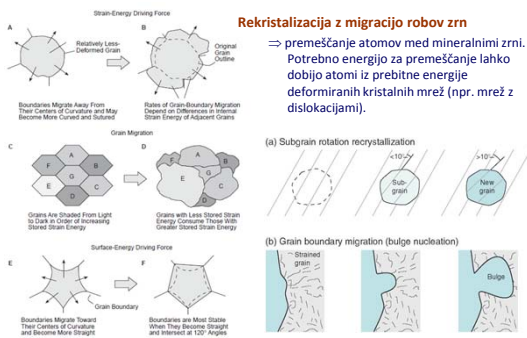
Regeneracija in rekristalizacija



Predavanja iz Tektonike, Ikcija 4: DEFORMACIJSKI MEHANIZMI IN MIKROSTRUKTURE

67

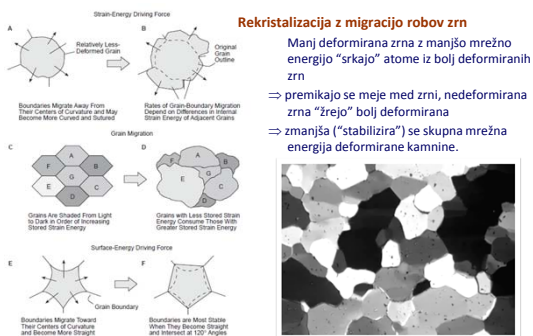
Regeneracija in rekristalizacija



Predavanja iz Tektonike, Ikcija 4: DEFORMACIJSKI MEHANIZMI IN MIKROSTRUKTURE

68

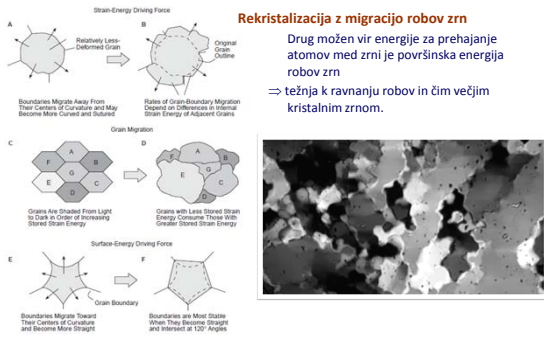
Regeneracija in rekristalizacija



Predavanja iz Tektonike, Ikcija 4: DEFORMACIJSKI MEHANIZMI IN MIKROSTRUKTURE

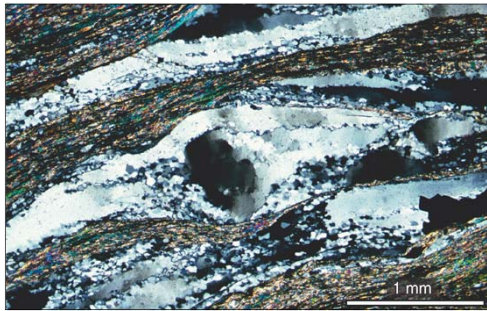
69

Regeneracija in rekristalizacija



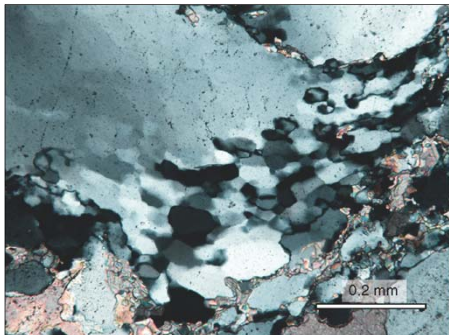
Predavanja iz Tektonike, lekcija 4: DEFORMACIJSKI MEHANIZMI IN MIKROSTRUKTURE 70

Regeneracija in rekristalizacija



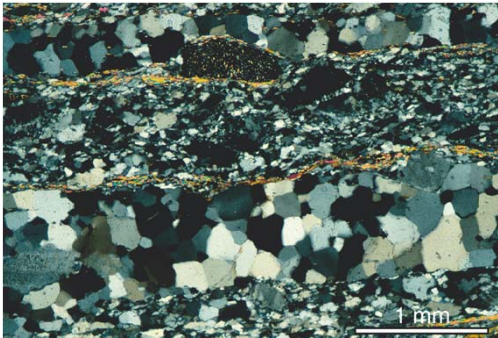
Predavanja iz Tektonike, lekcija 4: DEFORMACIJSKI MEHANIZMI IN MIKROSTRUKTURE 71

Regeneracija in rekristalizacija



Predavanja iz Tektonike, lekcija 4: DEFORMACIJSKI MEHANIZMI IN MIKROSTRUKTURE 72

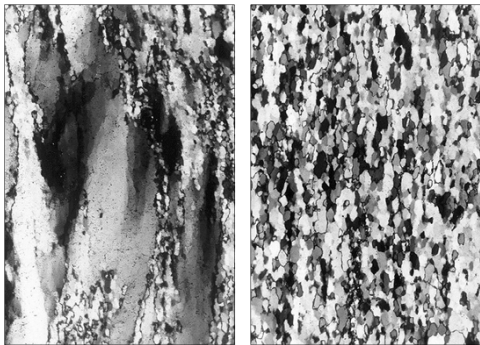
Regeneracija in rekristalizacija



Predavanja iz Tektonike, lekcija 4: DEFORMACIJSKI MEHANIZMI IN MIKROSTRUKTURE

73

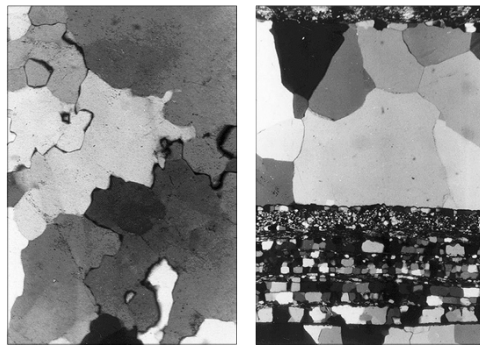
.....ična rekristalizacija (?)



Predavanja iz Tektonike, lekcija 4: DEFORMACIJSKI MEHANIZMI IN MIKROSTRUKTURE

74

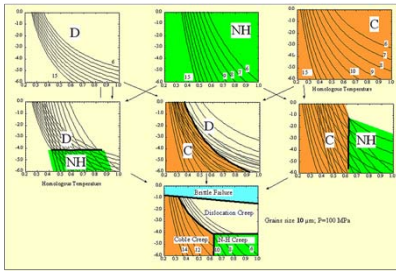
.....ična rekristalizacija (?)



Predavanja iz Tektonike, lekcija 4: DEFORMACIJSKI MEHANIZMI IN MIKROSTRUKTURE

75

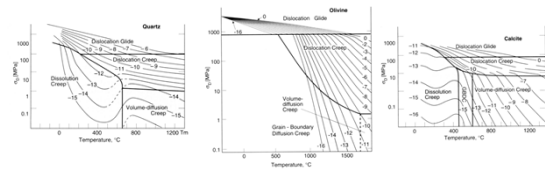
Deformacijski diagrami in eksperimenti



Predavanja iz Tektonike, Ikcija 4: DEFORMACIJSKI MEHANIZMI IN MIKROSTRUKTURE

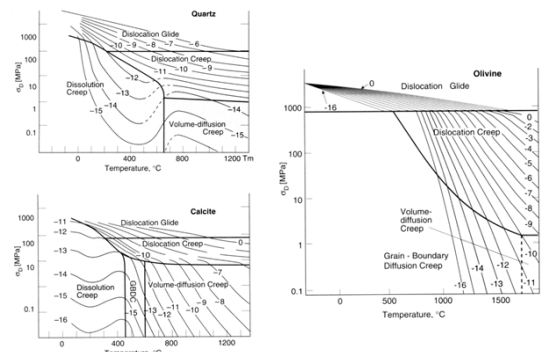
Deformacijski diagrami in eksperimenti

Deformacijski diagrami za nekatere najpomembnejše minerale v skorji - kremen, kalcit, olivin - so najverjetneje reprezentativni kar za večino deformacij, ki jih opazujemo. Kremen je en najpogostejših mineralov v skorji, kalcit je pomemben v sedimentnih kamninah (apnenec, marmor), olivin pa je najpogostejši mineral v zgornjem plašču.



Predavanja iz Tektonike, Ikcija 4: DEFORMACIJSKI MEHANIZMI IN MIKROSTRUKTURE

Deformacijski diagrami in eksperimenti



Predavanja iz Tektonike, Ikcija 4: DEFORMACIJSKI MEHANIZMI IN MIKROSTRUKTURE
