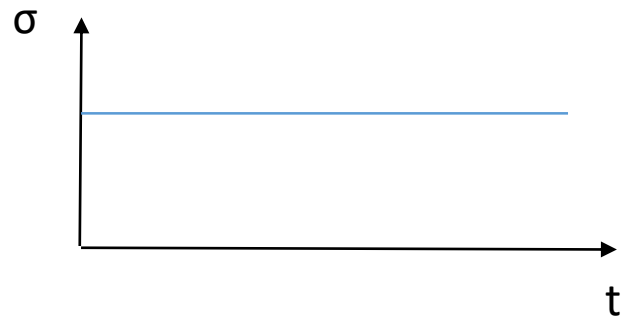


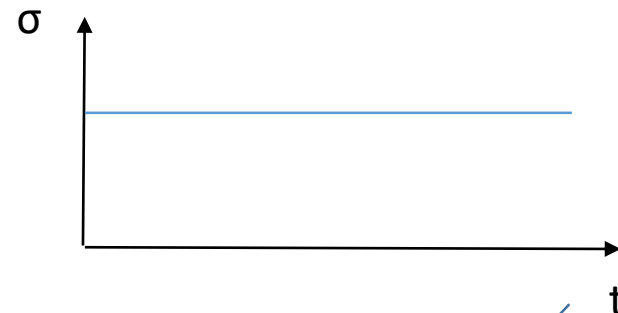
Kúszás

# Kúszás (tartós folyás) jelensége

- Állandó terhelésnek kitett szerkezetekre jellemző.
- Az anyagban egy lassú, de folyamatos képlékeny alakváltozás történik.
- Fémekben magas hőmérsékleten fordul elő, míg a hőre lágyuló műanyagok már szoba hőmérsékleten is kúsznak.



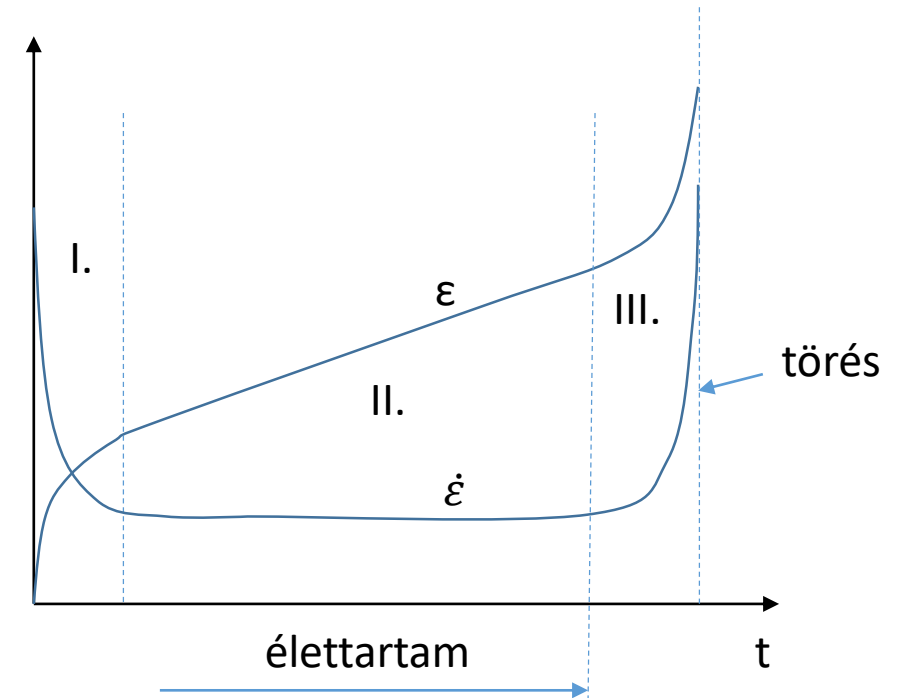
a, Nincs kúszás



b, Kúszás

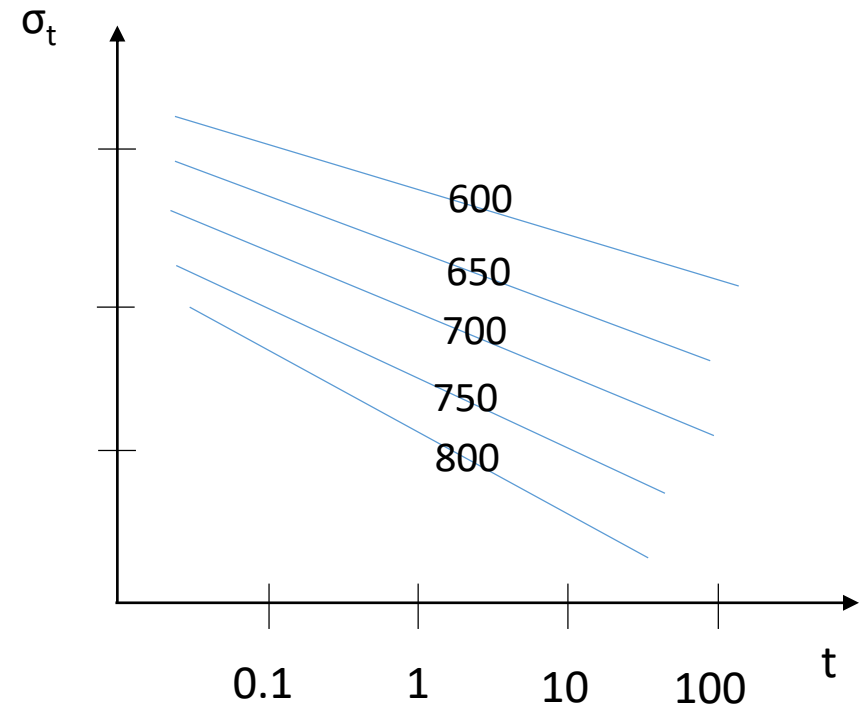
# Kúszás folyamata

- Fémek esetén két ellentétes folyamat játszódik le kúszáskor:
  - Képlékeny alakváltozás hatására bekövetkező felkeményedés
  - Rekristallizáció hatására bekövetkező lágyulás, ez utóbbi a meghatározó.
- Tehát itt akarunk ellenére bekövetkező lassú, de folyamatos képlékeny melegalakításról van szó.
- Kúszásnak kitett szerkezeteket mindig élettartamra kell méretezni.
- Szakaszai:
  - I. Lassuló alakváltozás
  - II. Állandósult alakváltozás
  - III. Gyorsuló alakváltozás, amely töréssel végződik
- Kúszásnak ellenálló ötvözeteket melegszilárd ötvözeteknek hívják.
- A melegszilárdság nem keverendő össze a hőállósággal, ami a magas hőmérsékleten bekövetkező revésedéssel szembeni ellenállóképességet jelenti.



# Melegszilárd acélok és ötvözetek viselkedése

- A melegszilárd acéloktól és ötvözetektől a hőállóság mellett nagy üzemi hőmérsékleten meghatározott ideig jelentős ellenállást követelnek meg a mechanikai igénybevételekkel szemben.
- A törést okozó feszültség nagy üzemi hőmérsékleten az igénybevétel idejétől is függ.
- Rövid idejű terhelésnél  $R_{p0,2}$  jelentős lehet, míg tartós terhelés esetén  $\sigma_t$  minimálisra csökken.



# Kúszást befolyásoló tényezők

- Az esetek többségében a kúszás teljesen nem szüntethető meg, csak sebessége csökkenthető.
- Csökkentés lehetőségei:
  - Rekrisztallizációs hőmérséklet emelése
  - Rugalmassági határ növelése
- A fémek, ötvözetek rekrisztallizációs hőmérséklete annál nagyobb minél nagyobb az olvadáspontjuk.

$$T_{\text{rekr}} = a \cdot T_{\text{olv}} \quad a \text{ értéke a szövetszerkezettől, összetételtől függ}$$

nagy tisztaságú fémek esetén  $a=0.2$

normál tisztaságú fémek esetén  $a=0.4$

erősen ötvözött szilárd oldatokra  $a=0.7-0.8$

- Melegszilárd anyagok céljára a tiszta fémek nem alkalmasak.
- Ilyen célra az újrakristályosodási hőmérsékletet jelentősen növelő elemekkel ötvözött szilárd oldatok megfelelők.

# Kúszást befolyásoló tényezők

- Az újrakristályosodási hőmérsékletre legnagyobb hatása acélok esetén a Molibdénnek van.
  - 1% Mo 115 °C-al emeli a  $T_{\text{rekr}}$ 
    - Nagyobb atomsugarú a vasnál, diffúziója lassú, nehezen dúsul fel, diszlokációk mozgását gátolja, karbidképző
  - 1% V 50 °C-al,
  - 1% Cr 45 °C-al,
  - 1% Ni 20 °C-al emeli a  $T_{\text{rekr}}$  hőmérsékletet
- Korlátolt szilárd oldat még előnyösebb, mert a kiválósos keményedés a kúszásállóságot növeli a rövid idejű üzemeltetések esetén.
- A melegszilárd ötvözetek alacsony olvadáspontú eutektikumot vagy fázisokat létrehozó szennyezőket (S, Sn, Pb, stb.) nem tartalmazhatnak.
- A lapközepes köbös rács rekrisztallizációs hőmérséklete magasabb mint a térközepes köbös rácsé.
  - Ausztenites acélok jobbak ebből a szempontból
- A durva, nagy szemcsék a melegszilárdságot növelik, de a képlékenységet rontják.

# Anyagjellemzők

- $\sigma_t$  – tartós folyáshatár
  - Az a feszültség amely a terhelés 25 és 35 órája között  $10^{-4}$  %/h nyúlássebességet okoz.
- $\sigma_{B/1000}$  – kúszó szilárdság
  - Az a feszültség amely meghatározott idő után törést okoz.
- $\sigma_{0.2/1000}$  – kúszáshatár
  - Az a feszültség amely meghatározott idő után meghatározott nyúlást idéz elő
- Ezek az anyagjellemzők természetesen meghatározott hőmérsékletre érvényesek és értékük más hőmérsékleten eltérő.

# Különböző anyagok alkalmazhatósági hőmérsékletei

a) Ötvözetlen acélok maximálisan 300-350 °C-ig alkalmazhatók

b) 350-500 °C tartomány

- Ferrit-perlites acélok
  - Ötvözetlen típusok 400 °C-ig P235GH, P265GH, P295GH és a P355GH
  - 0.3-1 % Mo, 1% Cr, 0.5%W, 0.3%V 16Mo3, 18MnMo4-5
- Martenzites 2-3% Cr 13CrMo4-5, 10CrMo9-10, 11CrMo9-10
- Ferrites 12% Cr

c) 500-700 °C tartomány

- Ausztenites
  - Csak Cr, Ni ötvözésű
  - + Mo, V, W, Ti, Nb T<100 óra jobb a melegszilárdsága

d) 700-1000 °C tartomány

- Ni alapú melegszilárd ötvözetek ausztenites acél már nem jó, Ni, Co alapú ötvözetek
- Ni fele részben Fe-al helyettesítik 20% Cr, 1% Al, 2% Ti, fokozható a melegszilárdság Co, Mo, W ötvözéssel
- Co alapú ötvözetek ridegebbek, repedésre hajlamosabbak

e) 1000 °C felett Magas olvadáspontú fémek és ötvözeteik

W 3410 °C

Mo 2623 °C

Re 3186 °C