



Fogorvosi anyagtan fizikai alapjai

7.

Mechanikai tulajdonságok 2.

Kiemelt témák:

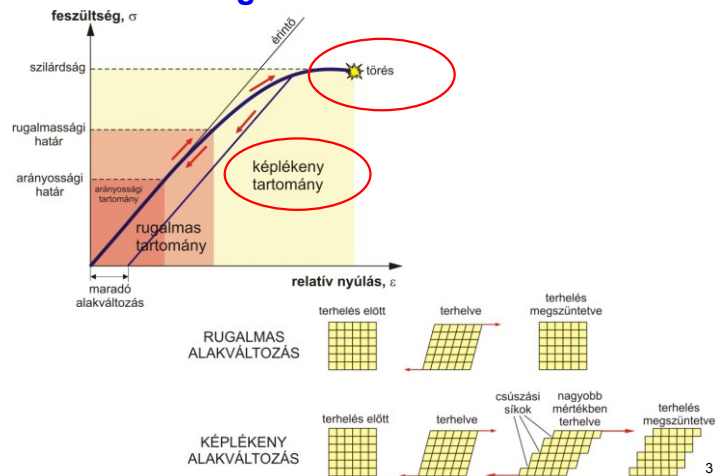
- ❖ Szilárdság, rugalmasság, képlékenységi és szívósság összefüggései
- ❖ A képlékeny alakváltozás mechanizmusa kristályokban és ennek következményei
- ❖ A törés mechanizmusa
- ❖ Keménység

Tankönyv
fejezetei:
16-17

HF:
4. fejj.:
26, 27, 29, 30, 32,
33, 34, 36

1

Terhelési diagram



rugalmas B mn 1. A rá ható erő következtében megváltozott alakját a hatás megszűntével visszanyerő. | Vmihez hozzáátódva róla visszapattanó.



visszarugózó képesség, ϵ_r
esetleg
fajl. elaszt. deform. munka w_f

merev B mn 1. Nem rugalmas, nem hajlékony <anyag, test>. | Rugalmasságát, hajlékonyságát veszített <test(rész)>.



Young-modulus, E

képlékeny C mn 1. Műsz Könnyen gyűrhető, alakítható.

erős A I. mn 3. Károsító hatásoknak ellenálló, szilárd, tartós. Erős szövet, vár. Szh: erős, mint a bőr: nagyon tartós <szövet>.

gyenge A gyöngye I. mn 2. Nagyobb megterhelést el nem viselő. Gyenge kötél. | nép

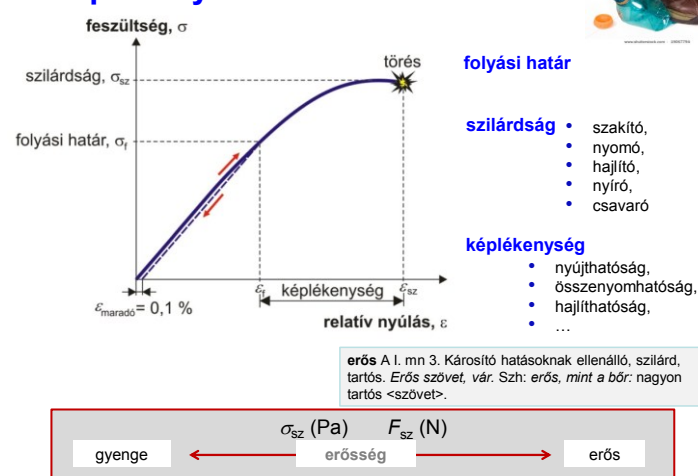
szilárd B mn 1. Helyéből ki nem mozdítható, biztos, erős, tartós. Szilárd építmény; szilárdan összeilleszt vmt. 2. Fiz Határozott térfogatú és alakú <anyag, test, ill. ennek halmazállapota

szívós B mn 1. Nehezen törhető, szakítható, téphető v. rágható.

kemény A mn 1. A nyomásnak, megmunkálásnak ellenálló <szilárd anyag>.

2

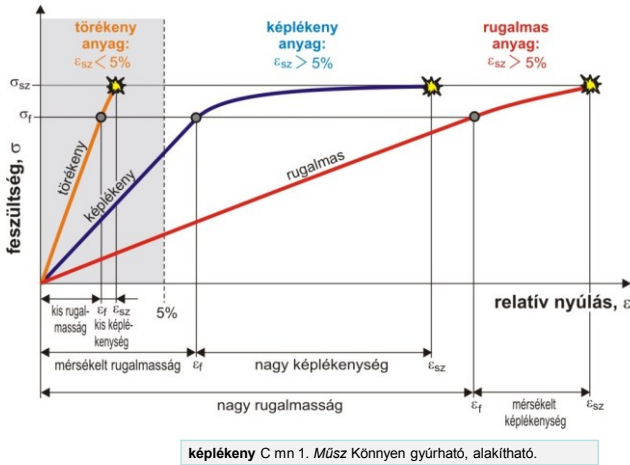
Képlékeny viselkedés



Néhány fogászati anyag szakító,
ill. nyomó szilárdsága:

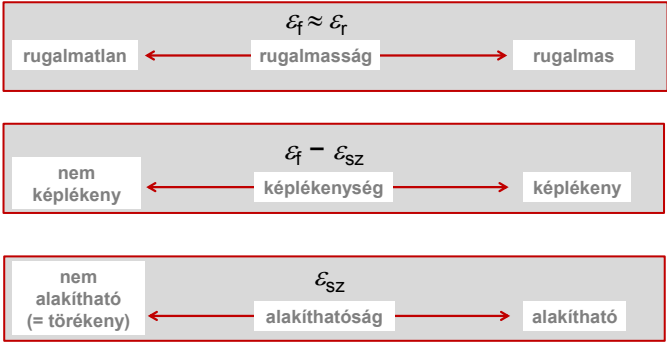
| anyag | $\sigma_{sz, szakító}$ (MPa) | $\sigma_{sz, nyomó}$ (MPa) |
|---------------------------------|------------------------------|----------------------------|
| fogzománc | ≈ 10 | ≈ 400 |
| dentin | ≈ 110 | ≈ 300 |
| kerámiák | 5-400 | 20-5000 |
| porcelán | ≈ 25 | ≈ 300 |
| polietilén (nagy sűrűségű) | ≈ 30 | |
| amalgám | 30-55 | 200-450 |
| PMMA (polimetilmetakrilát) | ≈ 50 | ≈ 80 |
| üveg | ≈ 50-70 | ≈ 700 |
| arany | 108 | |
| alumínium-oxid | ≈ 170 | ≈ 2100 |
| cirkónium-dioxid | ≈ 250 | ≈ 2500 |
| aranyötvözetek | 300-900 | |
| Pd-Ag ötvözetek | 400-700 | |
| Ni-Cr ötvözetek | 400-900 | |
| Co-Cr ötvözetek | 600-800 | |
| Ti ötvözetek | 900-1100 | |
| szénszáll (61%) erősítésű epoxi | ≈ 1700 | |

5



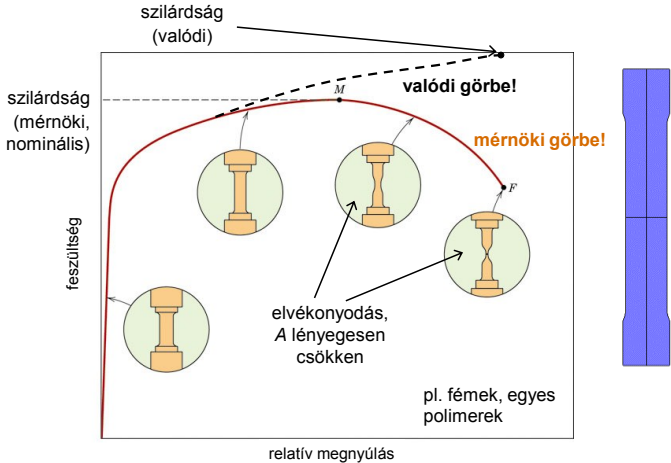
képlékeny C mn 1. Műsz Könnyen gyúrható, alakítható.

6



7

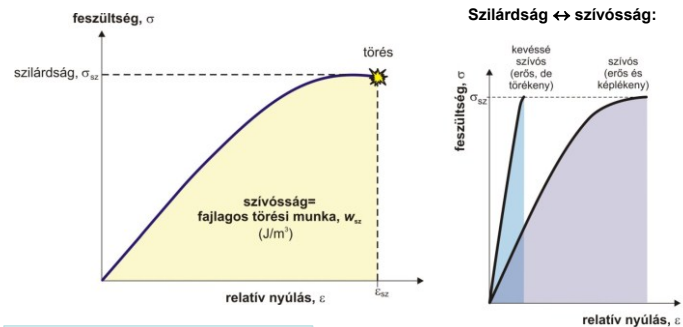
Mérnöki rendszer vs. „valódi rendszer”



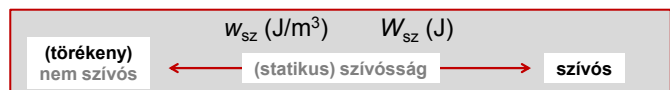
8

Szívósság

vagy fajlagos törési munka (w_{sz})

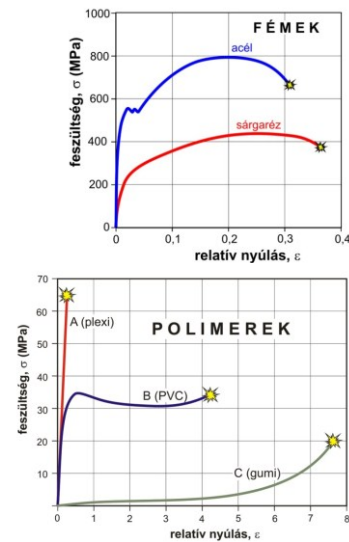
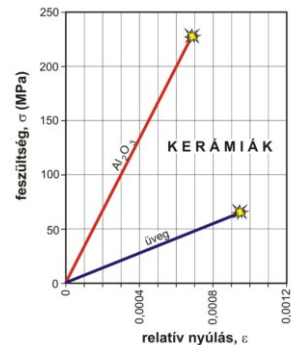


szívós B m n 1. Nehezen törhető, szakítható, téphető v. rágható.

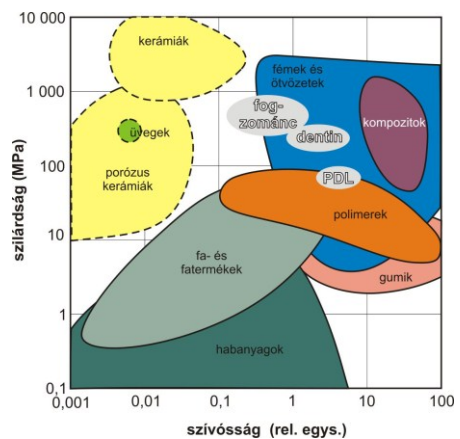


9

Példák:

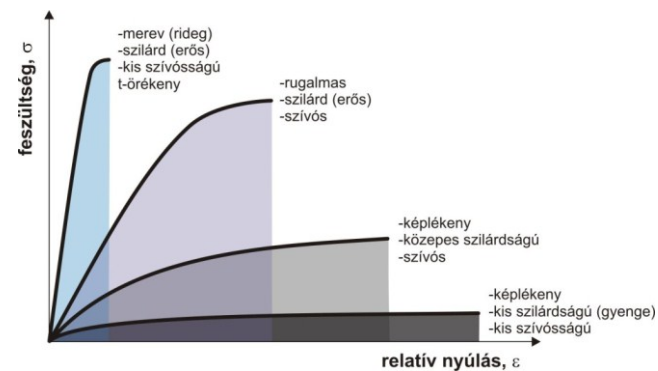


10



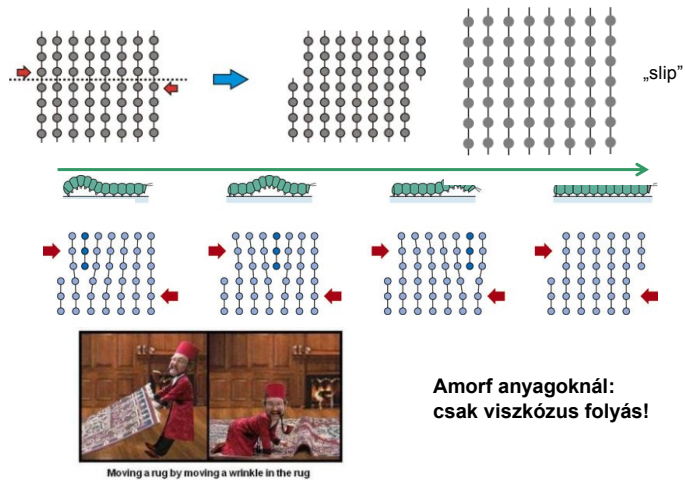
11

Különféle tulajdonságok áttekintése



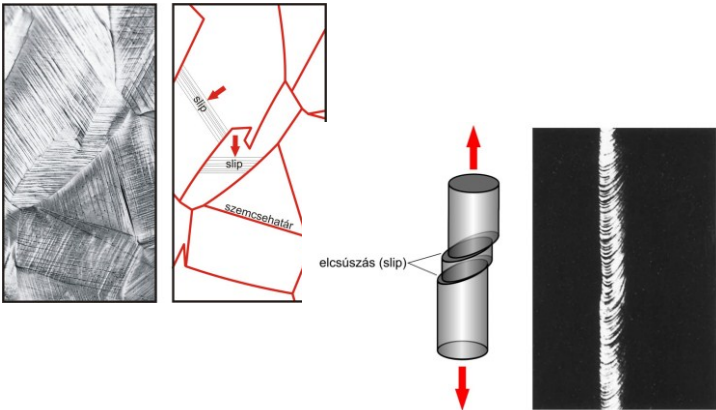
12

A képlékeny alakváltozás mechanizmusa kristályokban:



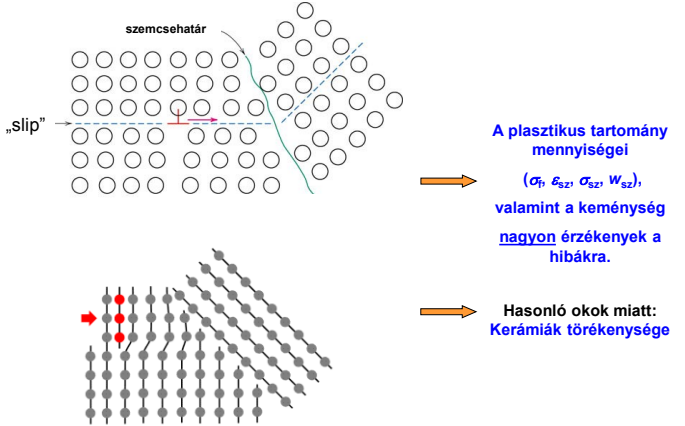
13

Diszlokációk mozgási szabadsága?!



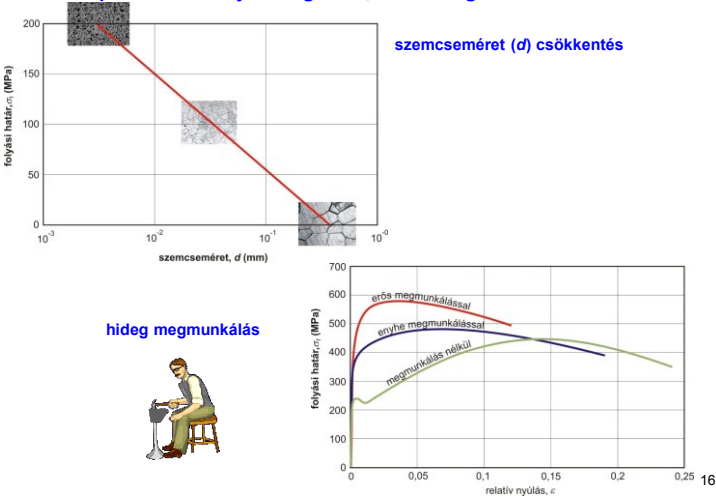
14

Diszlokációk mozgási szabadsága?!



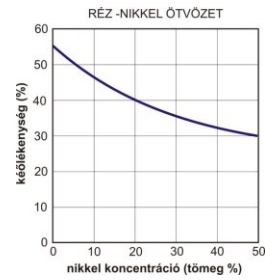
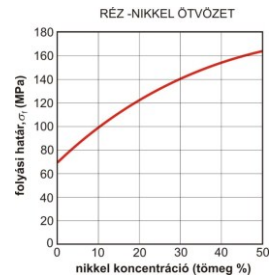
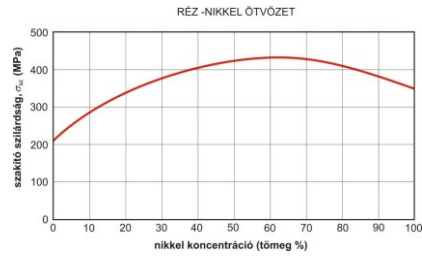
15

Fémek plasztikus tulajdonságainak, szilárdságának alakítása



16

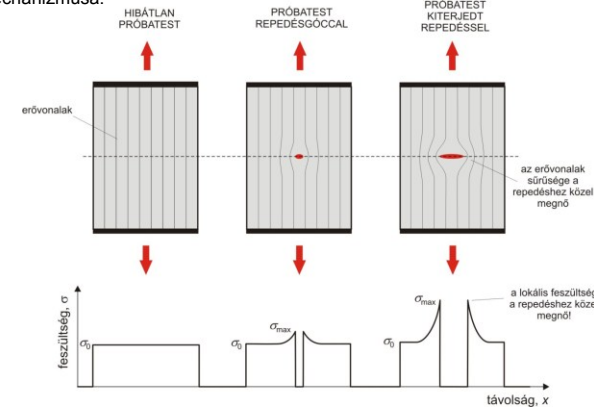
Ötvözés



17

Törés

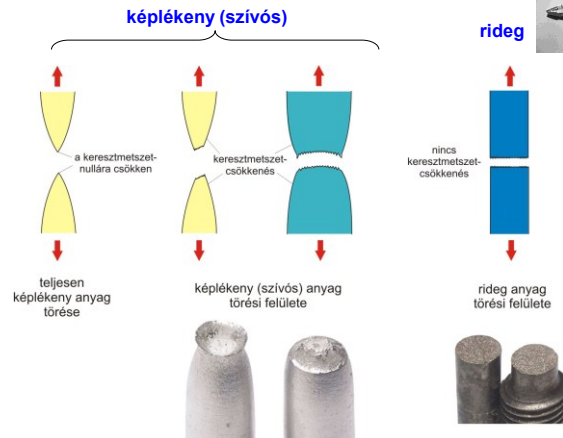
Mechanizmusa:



➔ feszültség növelés ➔ törékeny anyag: nincs képlékeny alakváltozás **rideg törés**
 ➔ képlékeny alakváltozás **képlékeny törés**

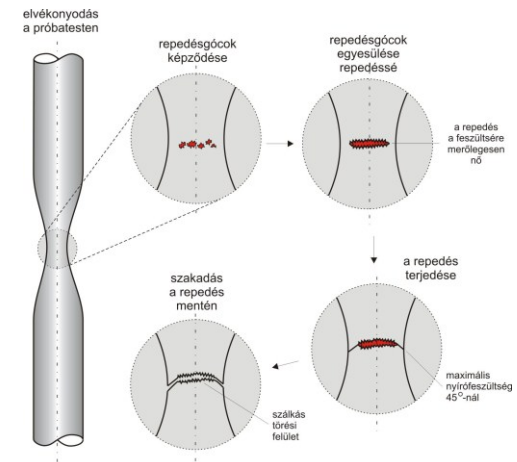
18

Törésfajták



19

Képlékeny anyag törési fázisai



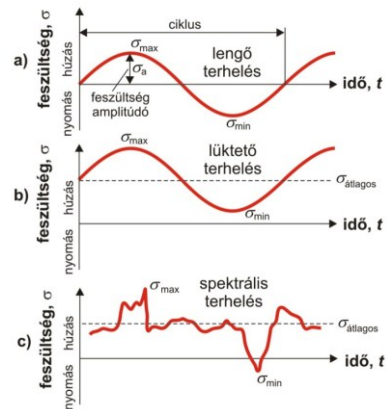
20

Fáradás, fáradásos törés

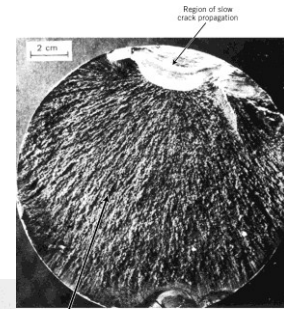
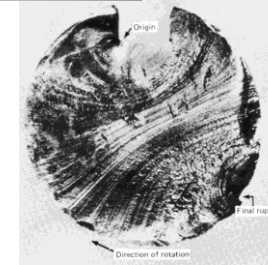


Hosszan tartó, ismétlődő terhelés
 → szerkezeti változások
 → szilárdság csökken
repedések!

terhelési fajták:

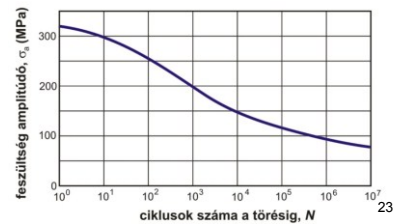
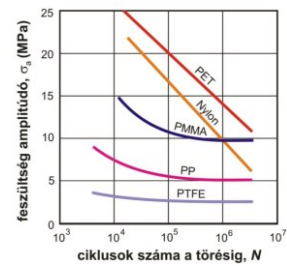
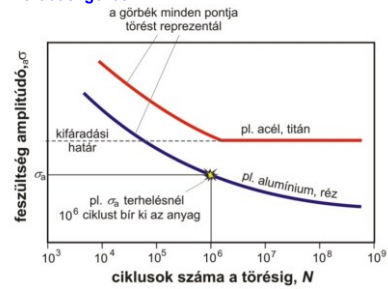


21

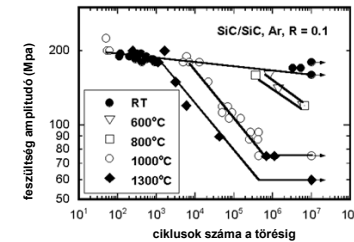
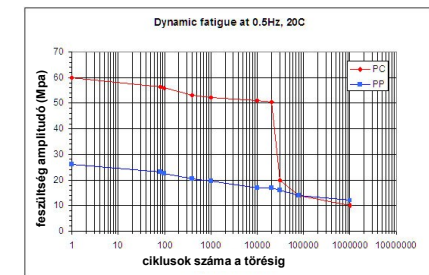


22

Fáradási görbe:



23



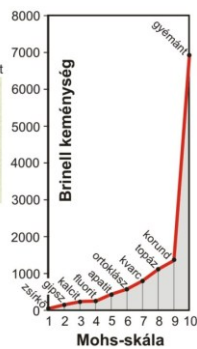
Továbbá:
 • termikus fáradás
 • kémiai (korróziós) fáradás

24

Keménység



Mohs-skála:

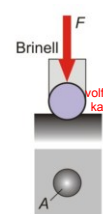


25

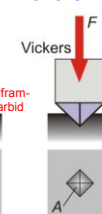
Keménységmérési eljárások

mikrokeménység vizsgálati eljárások

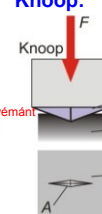
Brinell:



Vickers:



Knoop:

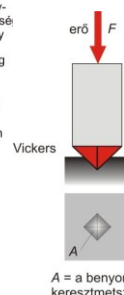


$$H = \frac{F}{A} \text{ (Pa)}$$

HB

HV

HK

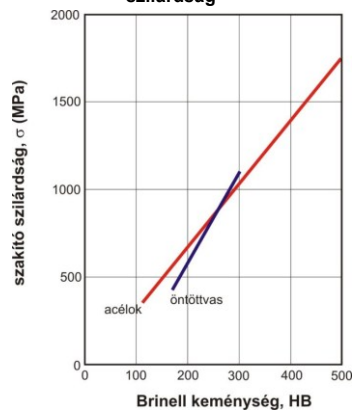


növekvő Vickers-keménység (HV)

26

Összefüggés más mennyiségekkel:

- rugalmassági határ
- szilárdság



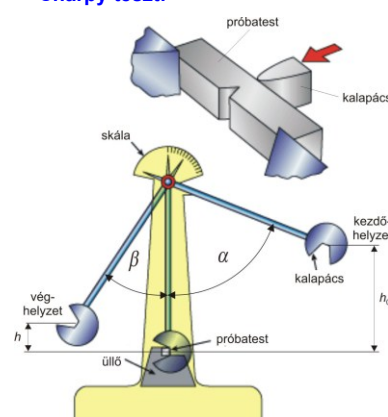
Néhány fogászati anyag keménysége:

| anyag | HV (MPa) | HK (MPa) |
|-----------------|-----------|-----------|
| fogzománc | ≈ 3400 | 3400-4000 |
| dentin | ≈ 600 | ≈ 700 |
| amalgám | ≈ 1000 | |
| arany | | 60-70 |
| arany ötvözetek | 600-250 | ≈ 2000 |
| Pd-Ag ötvözetek | 1400-1900 | |
| Co-Cr ötvözetek | ≈ 4000 | 3000-4500 |
| Ni-Cr ötvözetek | 3000-4000 | 2000-3500 |
| üveg | | ≈ 5000 |
| porcelán | 4500-7000 | ≈ 6000 |
| akrilát | ≈ 200 | ≈ 200 |

27

Ütővizsgálat

Charpy teszt:

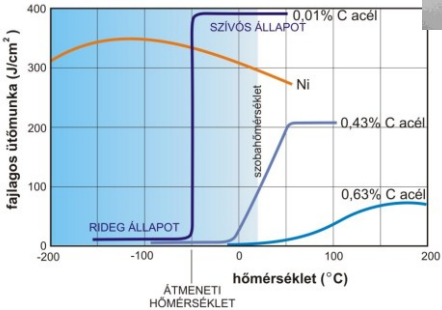


Ütőmunka = a kalapács helyzeti energia vesztesége (J)

Fajlagos ütőmunka =
 ütőmunka/próbatest keresztmetszete (J/m²)
 (= Ütőszívósság)

28

Hőmérséklet hatása:
képlékeny törés — rideg törés átmenet



29

Néhány angol elnevezés:

| | |
|----------------------------------|---|
| merevség | stiffness, rigidity |
| rugalmasság | elasticity, flexibility |
| fajl. elaszt. def. munka | resilience |
| szilárdság | strength |
| képlékenység | ductility |
| törékenység | brittleness |
| szívósság | toughness |
| fajlagos ütőmunka (ütőszívósság) | impact energy impact strength notch toughness |
| keménység | hardness |

Következő
előadáshoz:
18.
tankönyvi
fejezet

30