



## Fogorvosi anyagtan fizikai alapjai 8.

### Mechanikai tulajdonságok 2.

Kiemelt témák:

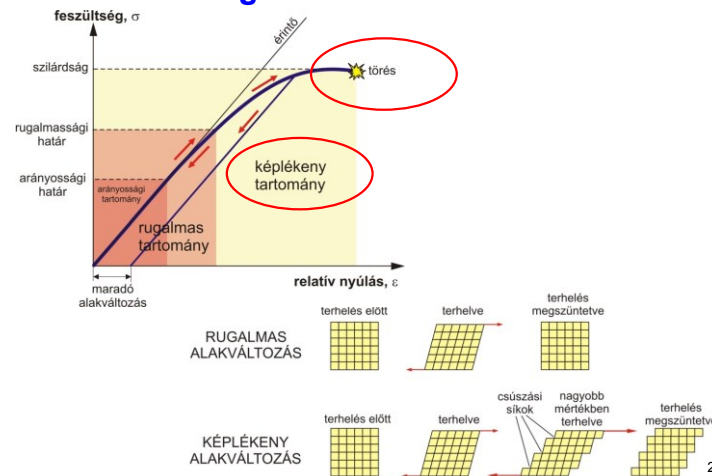
- ❖ Szilárdság, rugalmasság, képlékenységi és szívósság összefüggései
- ❖ A képlékeny alakváltozás mechanizmusa kristályokban és ennek következményei
- ❖ A törés mechanizmusa
- ❖ Keménység

Tankönyv  
fejezetei:  
16-17

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

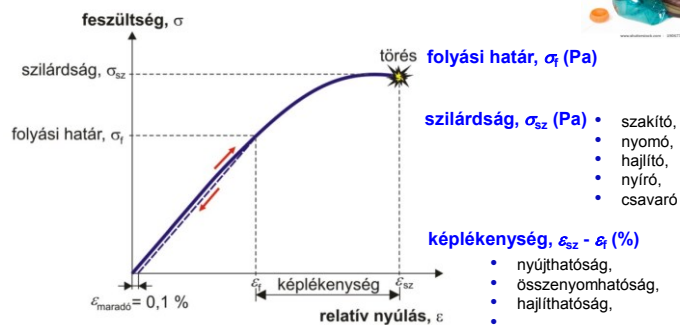
1

## Terhelési diagram

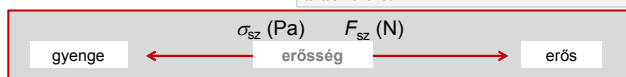


2

## Képlékeny viselkedés



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

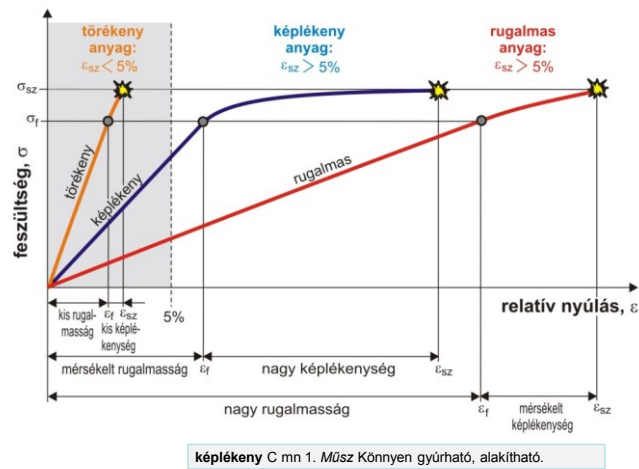


3

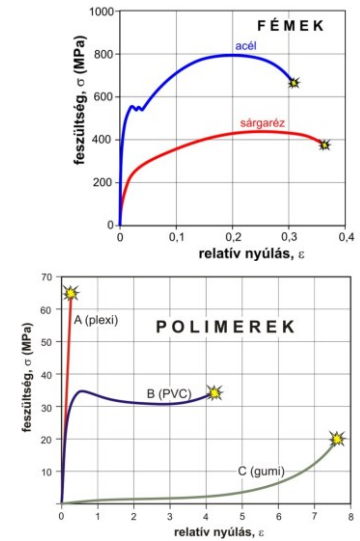
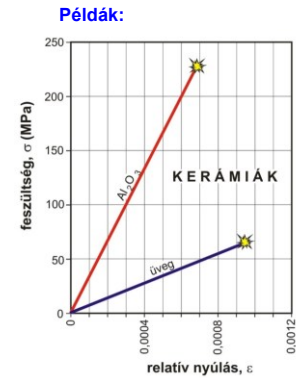
## Néhány fogászati anyag szakító, ill. nyomó szilárdsága:

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
arany-ötvözetek	300-900	
Pd-Ag ötvözetek	400-700	
Ni-Cr ötvözetek	400-900	
Co-Cr ötvözetek	600-800	
Ti ötvözetek	900-1100	
szénszál (61%) erősített epoxi	≈ 1700	

4



5

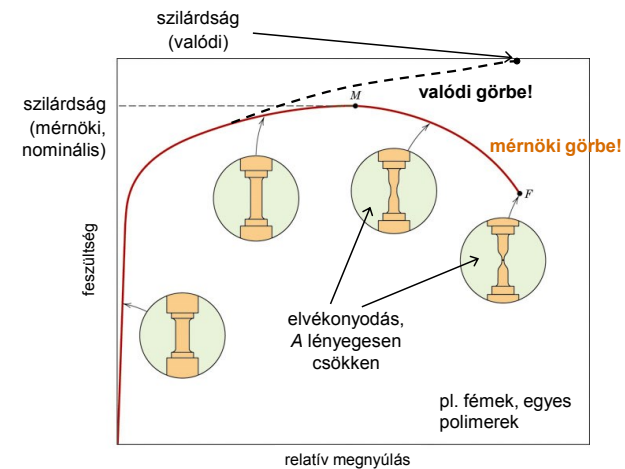


6



7

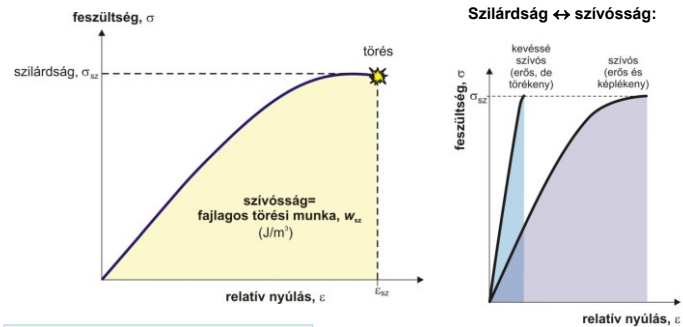
## Mérnöki rendszer vs. „valódi rendszer”



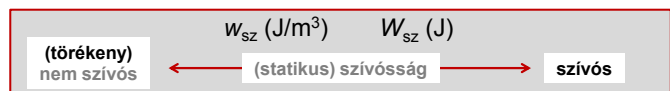
8

## Szívósság

vagy fajlagos törési munka ( $w_{sz}$ )

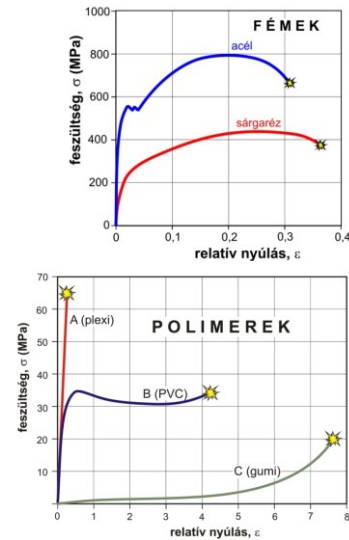
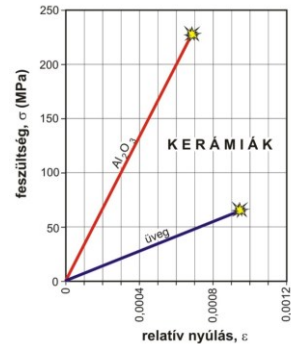


szívós B m n 1. Nehezen törhető, szakítható, téphető v. rágható.

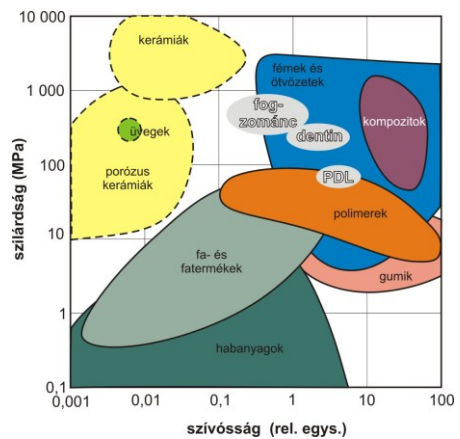


9

Példák:

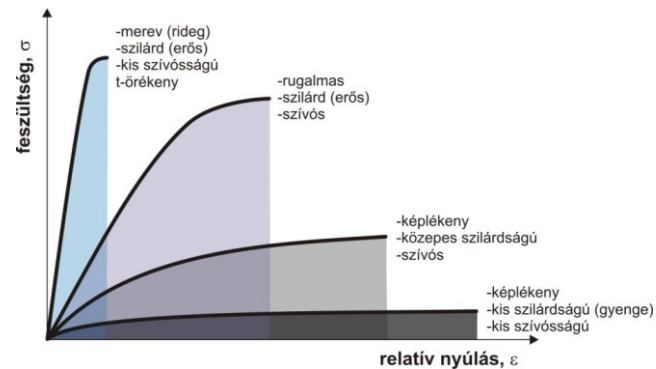


10



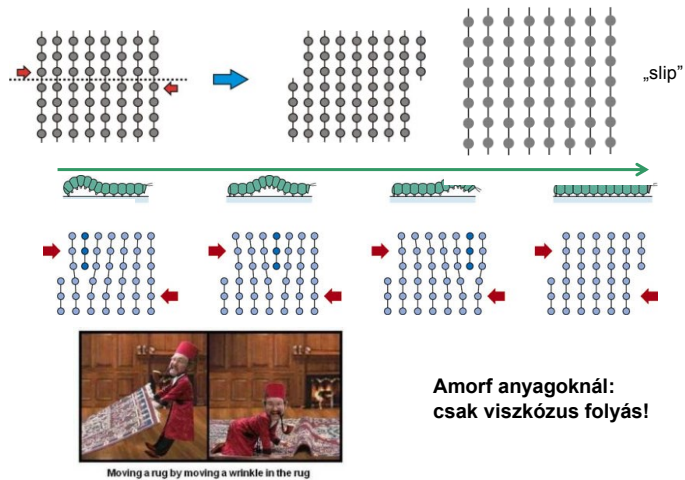
11

## Különféle tulajdonságok áttekintése



12

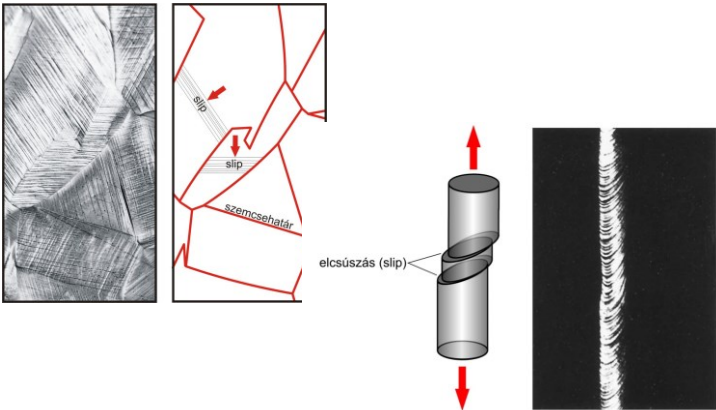
A képlékeny alakváltozás mechanizmusa kristályokban:



Amorf anyagoknál:  
csak viszkózus folyás!

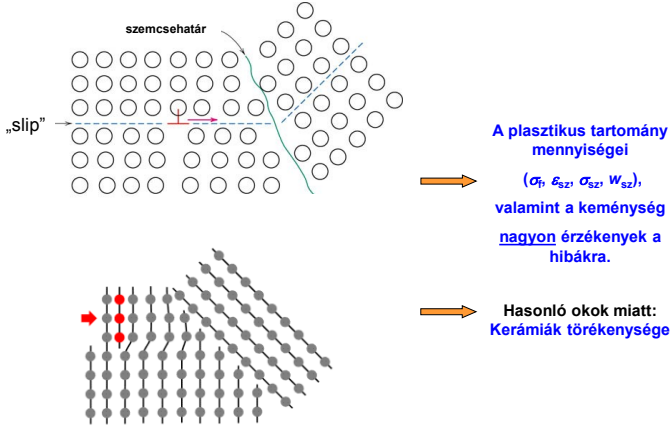
13

Diszlokációk mozgási szabadsága?!



14

Diszlokációk mozgási szabadsága?!

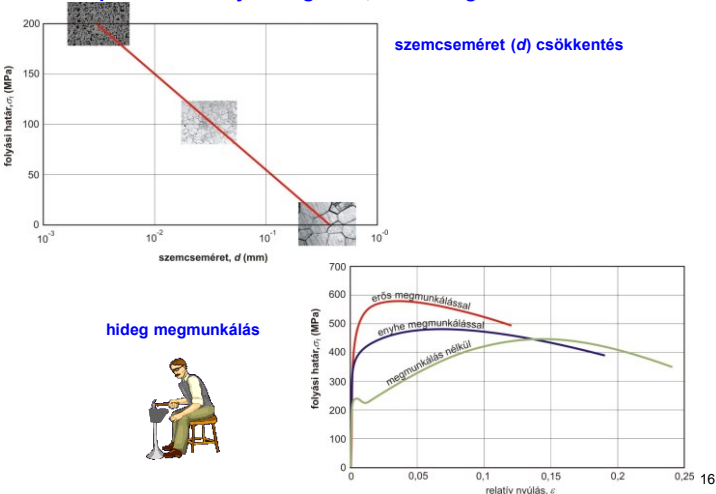


A plasztikus tartomány  
mennyiségei  
 $(\sigma_1, \epsilon_{sz}, \sigma_{sz}, w_{sz})$ ,  
valamint a keménység  
nagyon érzékenyek a  
hibákra.

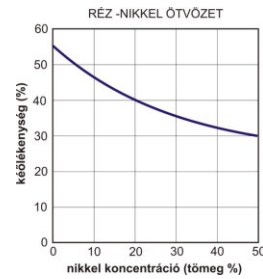
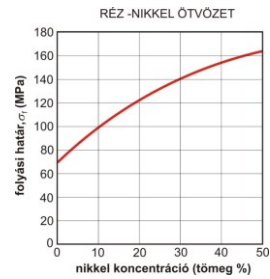
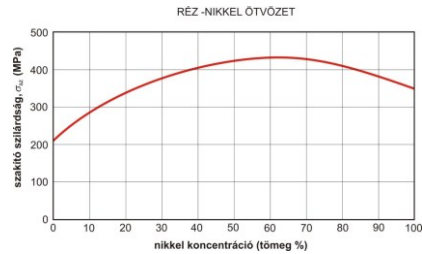
Hasonló okok miatt:  
Kerámia törékenysége

15

Fémek plasztikus tulajdonságainak, szilárdságának alakítása

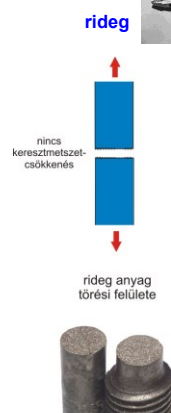
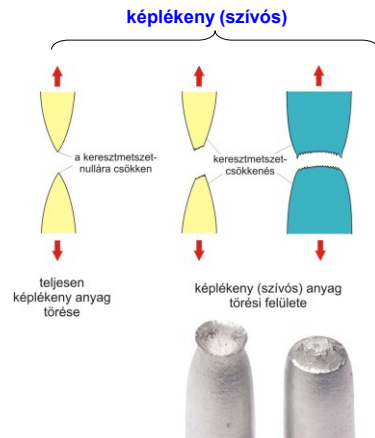


## Ötvözés



17

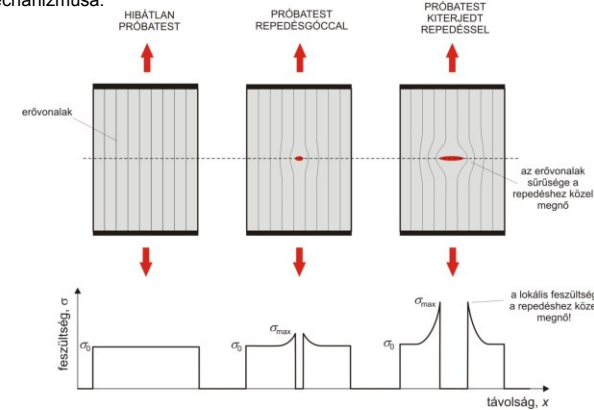
## Törésfajták



19

## Törés

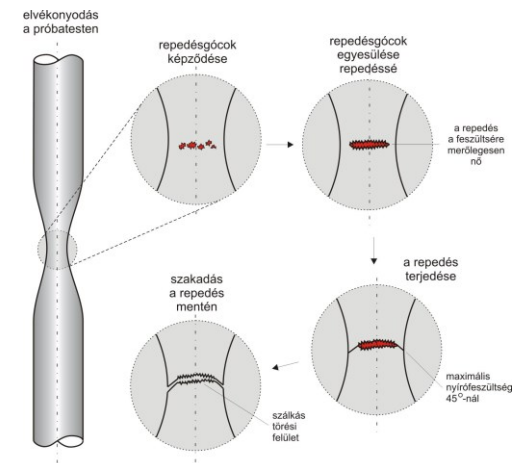
Mechanizmusa:



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

18

## Képlékeny anyag törési fázisai



20

## Fáradás, fáradásos törés



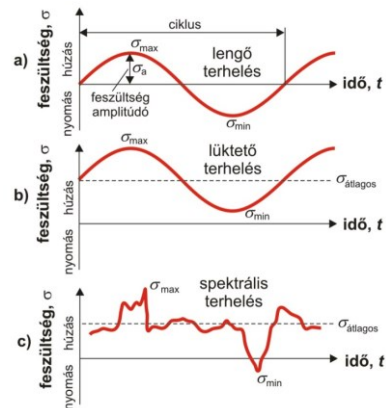
Hosszan tartó, ismétlődő terhelés

→ szerkezeti változások

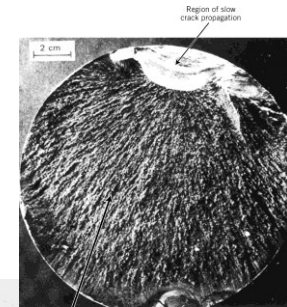
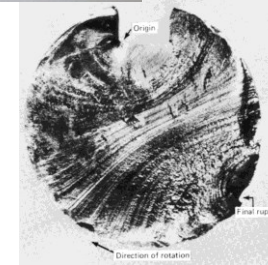
→ szilárdság csökken

**repedések!**

terhelési fajták:

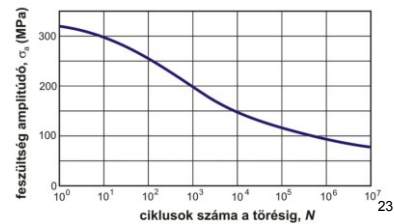
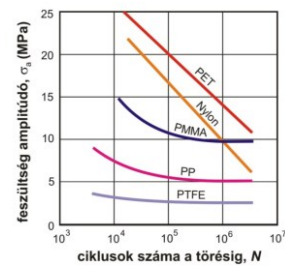


21

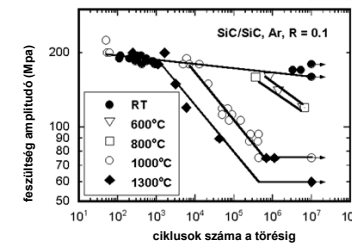
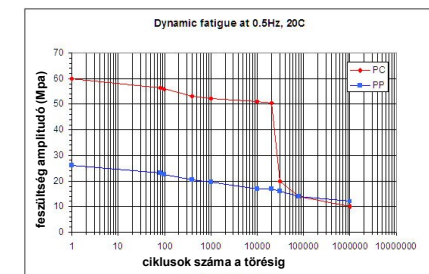


22

Fáradási görbe:



23



Továbbá:

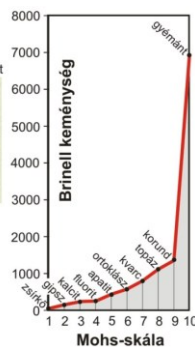
- termikus fáradás
- kémiai (korróziós) fáradás

24

## Keménység



### Mohs-skála:

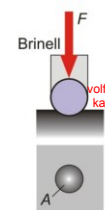


25

## Keménységmérési eljárások

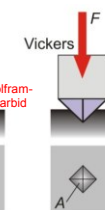
mikrokeménység vizsgálati eljárások

Brinell:



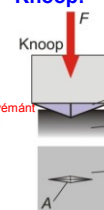
HB

Vickers:



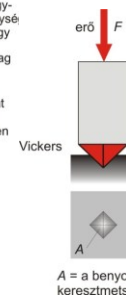
HV

Knoop:



HK

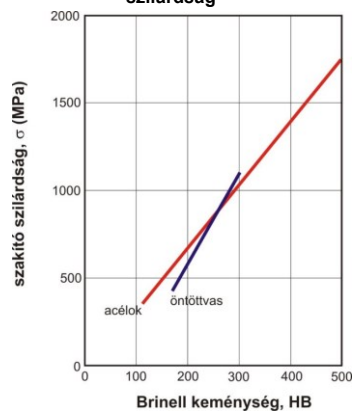
$$H = \frac{F}{A} \text{ (Pa)}$$



26

### Összefüggés más mennyiségekkel:

- rugalmassági határ
- szilárdság



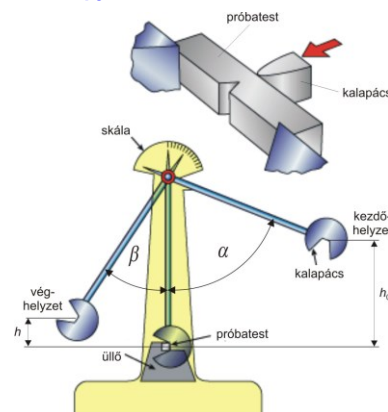
### Néhány fogászati anyag keménysége:

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:

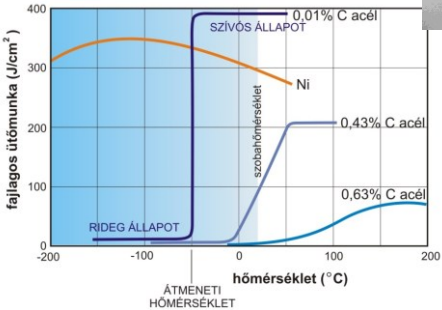


**Ütőmunka** = a kalapács helyzeti energia vesztesége (J)

**Fajlagos ütőmunka** =  
 ütőmunka/próbatest keresztmetszete (J/m<sup>2</sup>)  
 (= Ütőszívósság)

28

Hőmérséklet hatása:  
képlékeny törés — rideg törés átmenet



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