

Fogorvosi Anyagtudomány Fizikai Alapjai

– 9 –

Mechanikai tulajdonságok: Rheológiai tulajdonságok

Agócs Gergely, Tölgyesi Ferenc
2021. november 1.

Tankönyv-
fejezet:
18

FAFA_HU

9 | Rheológiai tulajdonságok

1

Viszkoleszticitás

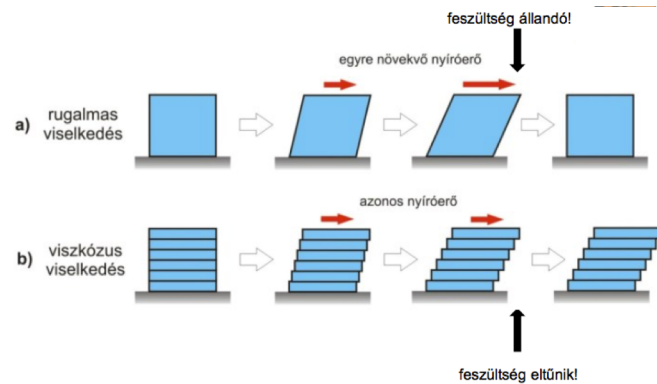


FAFA_HU

9 | Rheológiai tulajdonságok

2

Elasztikus és viszkózus viselkedés

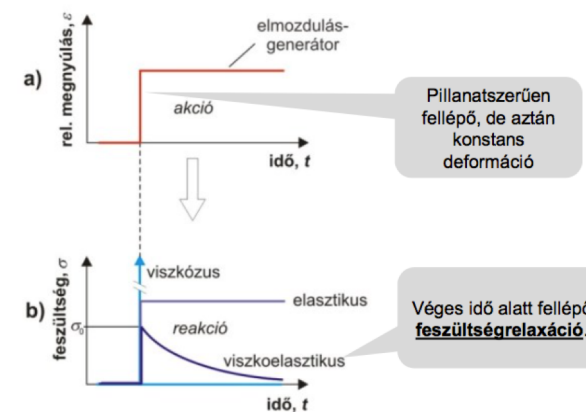


FAFA_HU

9 | Rheológiai tulajdonságok

3

A viszkoelaszticitás definíciója

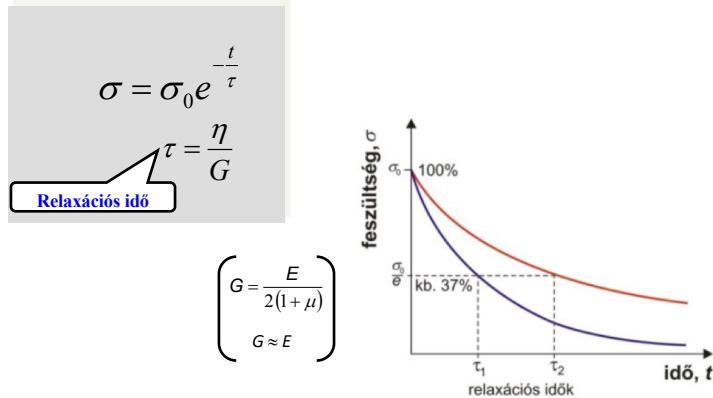


FAFA_HU

9 | Rheológiai tulajdonságok

4

Feszültségrelaxáció

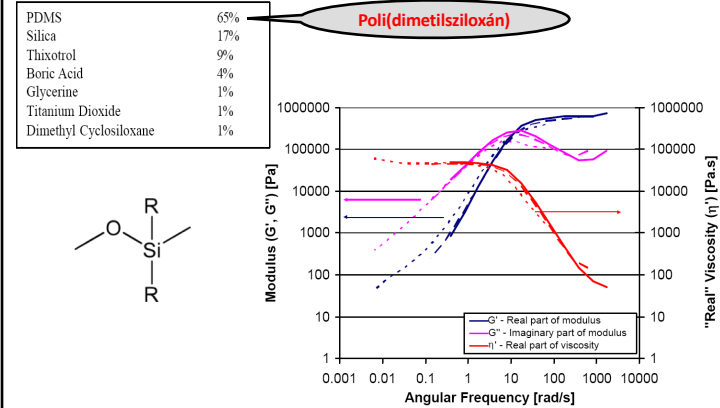


FAFA_HU

9 | Rheológiai tulajdonságok

5

Egy példa: Gyurmalin



FAFA_HU

9 | Rheológiai tulajdonságok

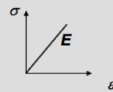
6

Modellek

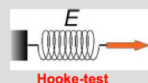
Ideális rugalmas test

- A test széles tartományban rugalmas és érvényes rá a Hooke-törvény:

$$\sigma = E\varepsilon$$



- A deformált állapot fenntartásához kell erő/feszültség.
- A deformáció végtelenül gyorsan, pillanatszerűen megtörténik.



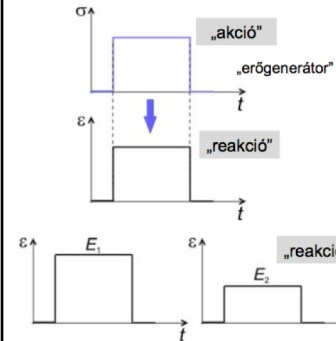
FAFA_HU

9 | Rheológiai tulajdonságok

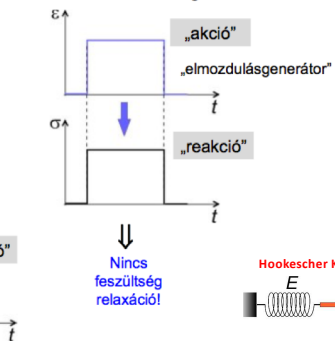
7

Ideálisan elasztikus test

Erőgenerátoros tesztelés: állandó erőhatás (feszültség) esetén hogyan változik a deformáció?



Elmozdulásgenerátoros tesztelés: állandó deformáció esetén hogyan változik a belső feszültség?



FAFA_HU

9 | Rheológiai tulajdonságok

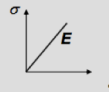
8

Modellek

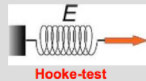
Ideális rugalmas test

- A test széles tartományban rugalmas és érvényes rá a Hooke-törvény:

$$\sigma = E\varepsilon$$



- A deformált állapot fenntartásához kell erő/feszültség.
- A deformáció végtelenül gyorsan, pillanatszerűen megtörténik.



Hooke-test

Ideális viszkózus test

- A test széles tartományban viszkózus és érvényes rá a Newton-féle sűrűdési törvény:

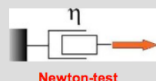
$$\sigma = \eta \frac{\Delta \varepsilon}{\Delta t}$$



relatív alakváltozási sebesség ($\Delta \varepsilon / \Delta t$)



- A deformáció folyamatához kell erő/feszültség – a deformált állapot fenntartásához már nem.
- A deformáció kialakulásához idő kell.



Newton-test

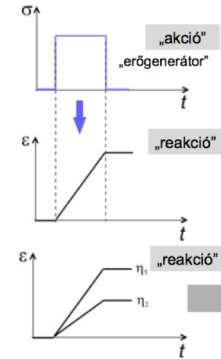
FAFA_HU

9 | Rheológiai tulajdonságok

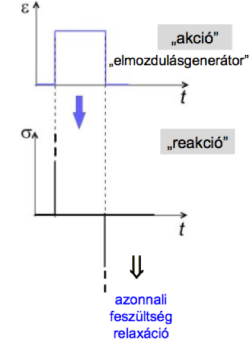
9

Ideálisan viszkózus test

Erőgenerátoros tesztelés: állandó erőhatás (feszültség) esetén hogyan változik a deformáció?



Elmozdulásgenerátoros tesztelés: állandó deformáció esetén hogyan változik a belső feszültség?

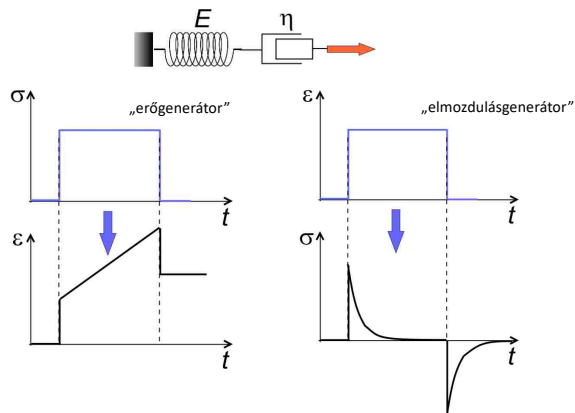


FAFA_HU

9 | Rheológiai tulajdonságok

10

Viszkoelasztikus modellek: Maxwell-modell

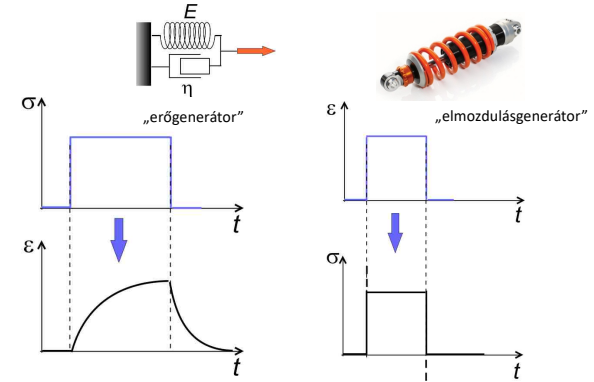


FAFA_HU

9 | Rheológiai tulajdonságok

11

Viszkoelasztikus modellek: (Kelvin)–Voigt-modell

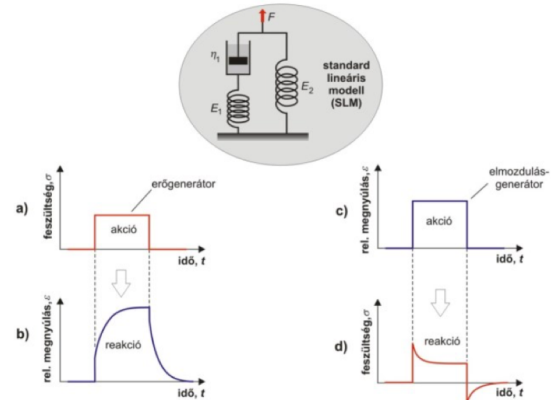


FAFA_HU

9 | Rheológiai tulajdonságok

12

Standard lineáris modell (Zener_m-modell)

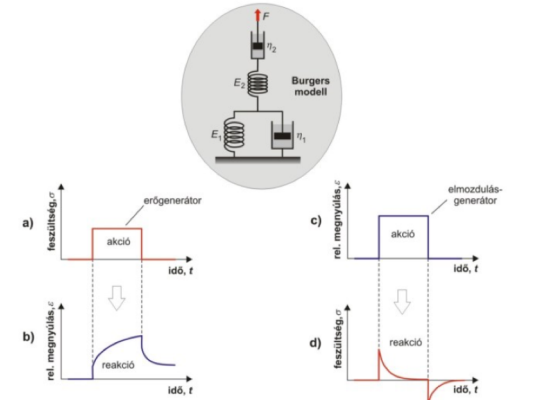


FAFA_HU

9 | Rheológiai tulajdonságok

13

Burgers-modell



FAFA_HU

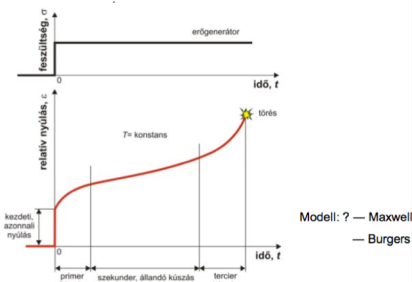
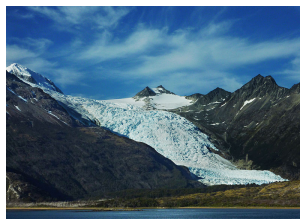
9 | Rheológiai tulajdonságok

14

Viszkoelasztikus jelenségek 1: kúszás

Hosszantartó folyamatos állandó terhelésnél fellépő állandóan növekvő deformáció.

- fémek
- polimerek
- egyes kerámiák (pl. beton)
- fa
- hó

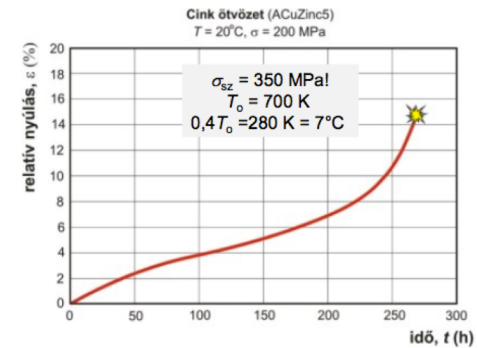


FAFA_HU

9 | Rheológiai tulajdonságok

15

Kúszás: példa



függ:

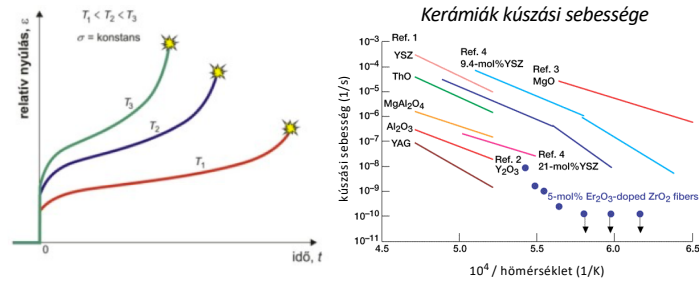
- hőmérséklet
- feszültség (terhelés)
- idő
- anyag

FAFA_HU

9 | Rheológiai tulajdonságok

16

Kúzás: hőmérsékletfüggés



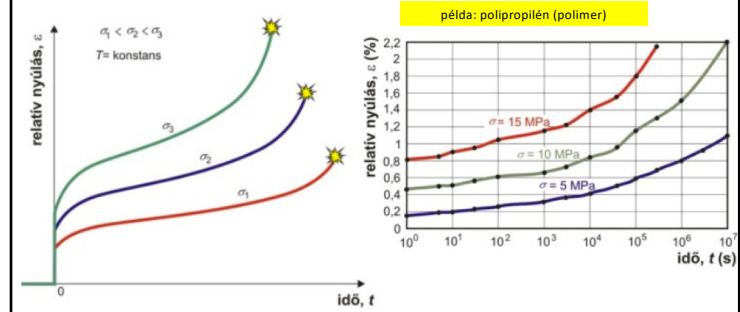
fémeknél $T > 0,4T_{\text{olvadás}}$ esetén jelentős

FAFA_HU

9 | Rheológiai tulajdonságok

17

Kúzás: terhelésfüggés



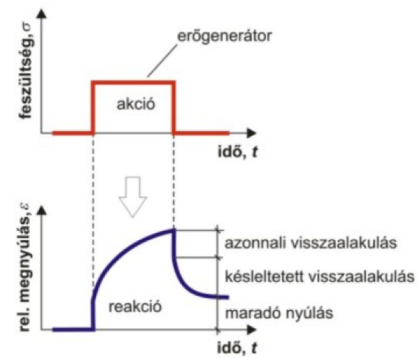
FAFA_HU

9 | Rheológiai tulajdonságok

18

Vizskoelasztikus tulajdonságok 2: Relaxáció

Alakrelaxáció: Erőhatás megszűnte utáni visszaalakulás

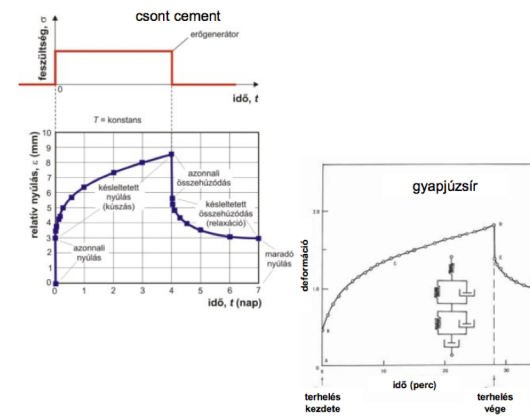


FAFA_HU

9 | Rheológiai tulajdonságok

19

Relaxáció: példák



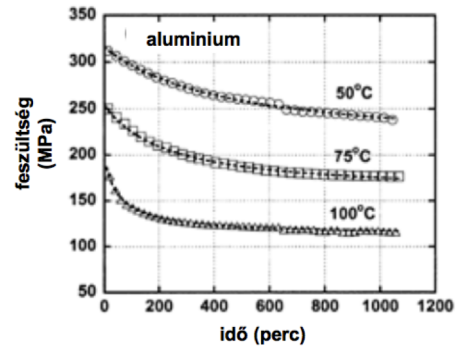
FAFA_HU

9 | Rheológiai tulajdonságok

20

Feszültségreaxáció: példa

Állandó deformáció mellett csökkenő feszültség



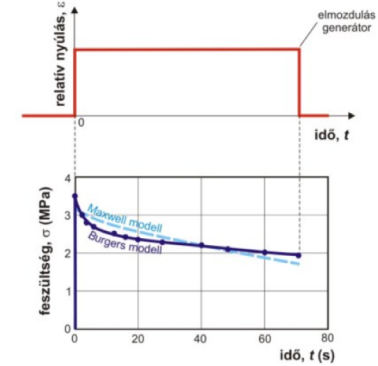
FAFA_HU

9 | Rheológiai tulajdonságok

21

Feszültségreaxáció: példa

Miofibrilláris fehérjékből készített film:

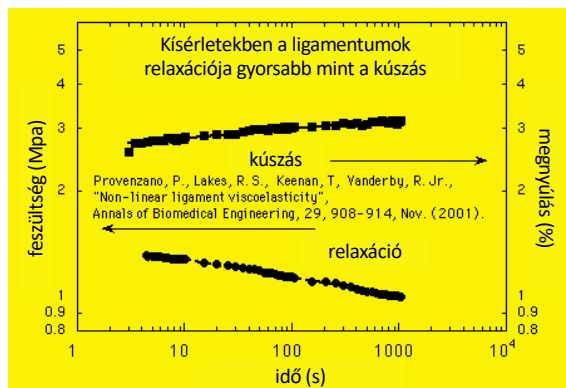


FAFA_HU

9 | Rheológiai tulajdonságok

22

Ligamentumok kúszása és relaxációja

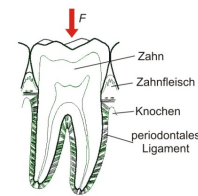


FAFA_HU

9 | Rheológiai tulajdonságok

23

Periodontalis ligamentum



FAFA_HU

9 | Rheológiai tulajdonságok

24

