

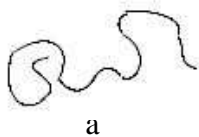
Beugró kérdések

1. Mi polimer (műanyag)?

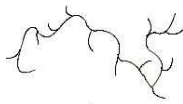
Hosszúláncú szerves vegyület, nagymolekulájú (óriásmolekulájú) anyag, melyben sok ezer elemi építőegység (monomer) kötődik egymáshoz elsődleges kémiai kötéssel. A műanyagokat mesterségesen állítjuk elő természetes (cellulóz, fehérje származékok...), illetve mesterséges (pl.kőolaj) alapanyagokból.

2. Milyen szerkezete van a polimereknek?

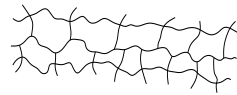
A műanyagokat hosszú láncmolekulák alkotják. A polimerizációs folyamatok jellege és körülményei meghatározzák a láncok szerkezetét. A műanyagok állhatnak fonalmolekulákból (a), kisebb, illetve nagyobb mértékben elágazott fonalmolekulákból (b) és térhálós molekulákból (c).



a



b



c

3. Értelmezze a homopolimerek, a kopolimerek, továbbá a lineáris, elágazó és térhálós polimerek fogalmát!

Homopolimer: Olyan polimer, amelyben azonos monomerekből épül fel a molekula.

Kopolimer: Olyan polimer, ahol többféle monomerekből épül fel a molekula.

Lineáris polimer: Elágazás nélküli láncokból álló molekula.

Elágazó polimer: A molekulalánctól oldalágak ágaznak le, melyek mérete összemérhető a láncéval.

Térhálós polimer: A láncok hálószerűen kapcsolódnak egymáshoz, szerkezete amorf, rendezetlen. Lehet sűrűn, vagy gyengén térhálós.

4. Mi a polimerizáció?

A leghatékonyabb műanyag előállítási technológia, a szintetikus polimerek közel 90 %-át ezúton állítják elő. Folytonos reakció, melynek révén a monomereket (kis molekulájú vegyület) gyors láncreakcióban, melléktermék nélkül kapcsolhatjuk össze. A folyamat szabályozható pl. a fény, a koncentráció, hőmérséklet vagy a nyomás változtatásával.

Példák: PE, PP, PVC, PS, PTFE

5. Mi a polikondenzáció?

Lépcsős reakció műanyag előállítására. A kiindulási vegyületek (monomerek) hő vagy katalizátor hatására melléktermék (többnyire víz) keletkezése mellett reagálnak.

Példák: PA, PC, PET.

6. Mi a poliaddíció?

A kis molekulák (monomerek) ((két- vagy többfunkciós alapvegyület) kapcsolódását reakcióképes átrendeződésre alkalmas funkciós csoportok biztosítják. Melléktermék nem keletkezik, lassú, lépcsős reakció. Pl.: poliuretánok, epoxigyanták.

7. Mi a polidiszperzítás, polidiszperzítás index (PDI)?

Polidiszperzítás azt jelenti, hogy az alkotó láncok hossza eltérő, emiatt a műanyagoknak nincs jól definiált molekulatömegük. Meghatározható egy molekulatömeg eloszlás, számszerinti, illetve tömegszerinti átlagos molekulatömeg. A polidiszperzítás foka (index), azaz a PDI a tömeg szerinti és a szám szerinti molekulatömeg hányadosa (M_w/M_N).

8. Mi a polimerizáció fok?

A műanyagot felépítő ismétlődő egységek, monomerek száma.

9. Mi a HDT hőmérséklet?

A polimer hőállóságát jellemzi. Terhelés alatti behajlás hőmérséklete. Egy mechanikailag terhelt (két ponton alátámasztott, középen terhelt), viszonylag magas hőmérséklet hatásának kitett mintán azt mérik, hogy milyen hőmérsékleten éri el a behajlás a 0,25 mm (vagy egyéb, a szabványban rögzített) értéket.

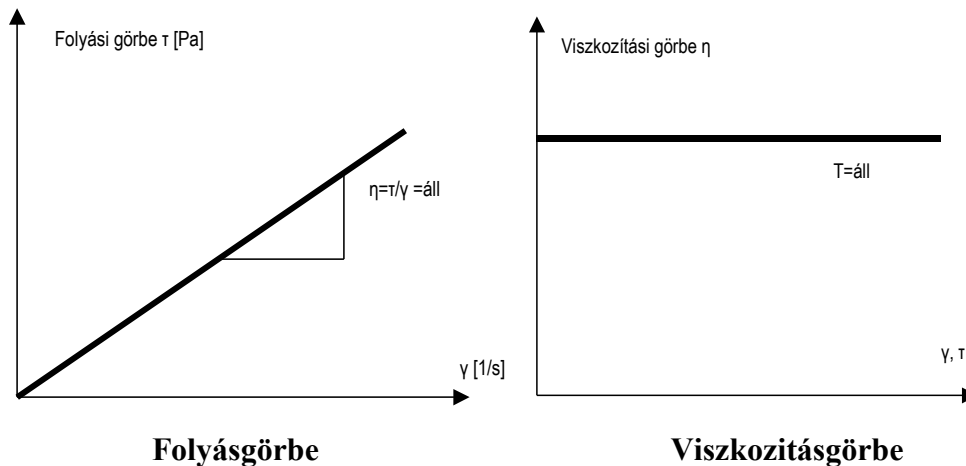
10. Mi a Vicat lágyuláspont?

A polimer hőállóságát jellemzi. Az a hőmérséklet, amelyen egy 1 mm² felületű, hengeres fémcsúcs 1 vagy 5 kg terheléssel 1 mm mélységű behatolást okoz a polimer felületén.

11. Ismertesse a Newton típusú polimer ömledék reológiai tulajdonságait!

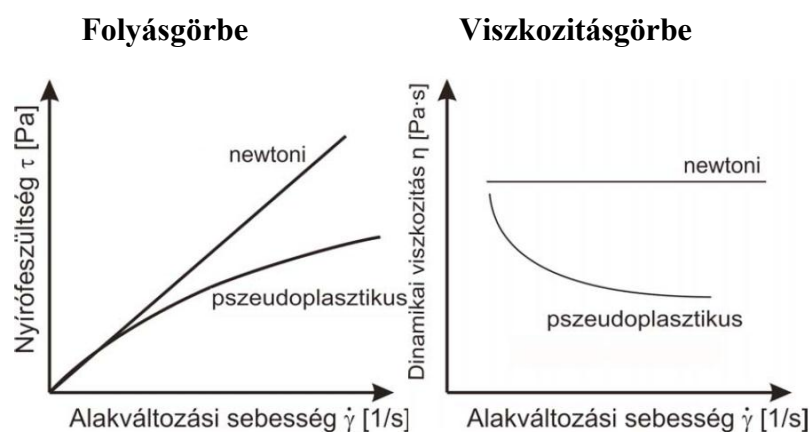
Ez a reális folyadékok viselkedésének leírására is használatos modell az ömledék reológia alapmodellje. Az ideálisan képlékeny anyagban ébredt τ feszültség a $\dot{\gamma}$ deformáció sebességgel arányos, arányossági tényező az η newtoni viszkozitási tényező ($\tau = \eta \cdot \dot{\gamma}$).

Az η -dinamikai viszkozitás kizárólag T hőmérsékletnek a függvénye így izoterm esetben állandó, nem függ az igénybevételtől (τ) és az alakváltozási sebességtől ($\dot{\gamma}$).



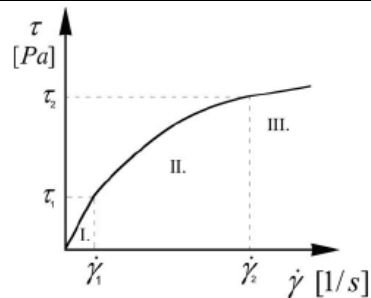
12. Értelmezze az alábbi fogalmat: pszeudoplasztikus. Rajzolja fel a newtoni és a pszeudoplasztikus anyagok folyás- és viszkozitásgörbéjét!

Pszeudoplasztikus: (Ostwald de Waele) hatványtörvény érvényes: $\tau = K \cdot \dot{\gamma}^n$, ahol $n < 1$; az ömledék viszkozitása állandó hőmérsékleten az igénybevétel növekedésével csökken (az anyag nyírásra vékonyodik).



13. Rajzolja fel egy valós polimer ömledék (strukturviszkózus) folyásgörbáját! Jelölje be rajta a newtoni és a pszeudoplasztikus viselkedést követő tartományokat.

A strukturviszkózus viselkedés sajátossága, hogy az ömledék extrém kis és extrém nagy igénybevételek tartományában newtoni jelleget mutat (I. és III. tartomány), a kettő között, a feldolgozási technológiák tartományában pedig pszeudoplasztikus (II. tartomány).



14. Mivel jellemezzük a polimerek folyóképességét, mivel mérjük?

A folyóképesség jellemzésére szolgáló szabványos folyási mutatószám az **MFI [g/10 perc]**: az a grammokban kifejezett anyagmennyiség, amely a vizsgálati és anyagszabványban előírt hőmérséklet és nyomás mellett a szabványos mérőkészülék kifolyónyílásán 10 perc alatt kifolyik. Jellemezhetjük a folyóképességet az MVR (Melt Volume Rate) [cm³/10perc]) mutatószámmal is.

A folyási mutatószám meghatározására szolgáló készülék a kapilláris plasztométer.

15. Ismertesse az olvadéktörés (lágytörés) (melt fracture) jelenségét, keletkezésének okait.

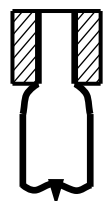
A lágy törés akkor jön létre, ha a polimer ömledéket nagy keresztmetszetről kis keresztmetszetre hirtelen akarjuk összenyomni (az ömledékben ébredő nyomófeszültség meghaladja az anyag nyomószilárdságát). A polimer ömledék nehezen viseli el a hirtelen és jelentős keresztmetszet csökkenést, így a lágytörés után a szűk keresztmetszetből kijövő anyag spirális alakú lesz.



16. Mit jelent, hol értelmezzük a kifolyási duzzadást?

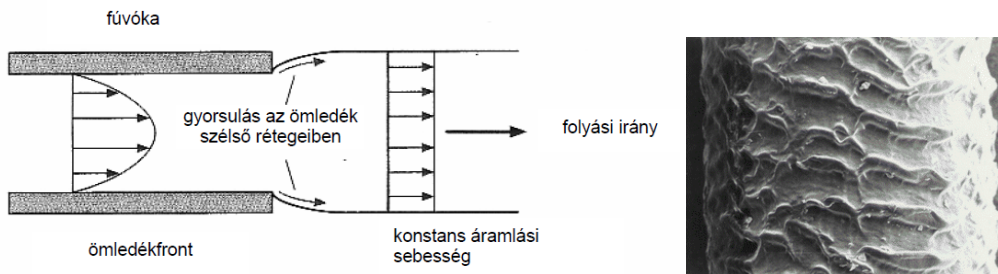
A kapillárist elhagyó polimer ömledék rugalmassága miatt kirugózik, átmérője nő.

Az extrudálásnál van jelentősége. Korlátozza a profilkialakítás szabadságát, és a kész termékek lehűtésekor, az extrudált profilokba befagyott feszültségek később, a tartós igénybevételek során helyileg eltérő relaxációs jelenségeket, méretváltozást, torzulást, feszültségi repedezést, korai tönkremenetelt okozhatnak.



17. Mi a cábabőr, hogyan keletkezik?

Az olvadék polimer külső molekuláinak a szerszámból történő kilépéskor fel kell gyorsulniuk. Ez egy húzó igénybevételt jelent rájuk nézve. Ha ez a húzó igénybevétel nagyobb, mint az ömledék húzószilárdsága, akkor az ömledék felülete felszakadozik, pikkelyes, hártvás lesz.



18. Hogyan határozható meg terhelés hatására a polimerek deformációja? Hogyan modellezzük az egyes komponenseket?

A terhelés hatására az anyagokon létrejövő teljes alakváltozást komponensekre bontjuk.

$$\varepsilon_{\text{ö}} = \varepsilon_{pr} + \varepsilon_{kr} + \varepsilon_m$$

Pillanatnyi rugalmas deformáció – Hooke modell

Késleltetett rugalmas deformáció – Kelvin-Voight modell

Maradó deformáció – Newton modell

19. Rajzolja fel a Hooke modellt és ábrázolja diagramban, valamint adja meg képletben a feszültség és a deformáció közti összefüggést.

A rugalmas elemre ható feszültség a feszültséggel arányos alakváltozást hoz létre. Az ideálisan rugalmas test deformációs tulajdonságát a Hooke törvény írja le:

$$\sigma(t) = E \cdot \varepsilon(t)$$

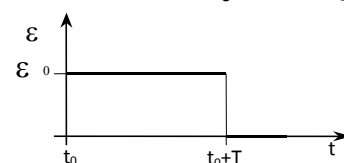
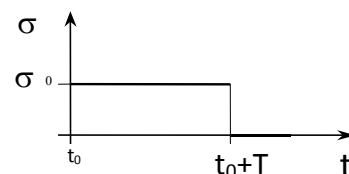
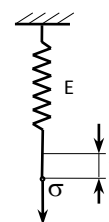
ahol

σ - húzófeszültség,

E - rugalmassági modulus,

ε - nyúlás.

A rugalmas elemet csavarrugóval szemléltethetjük.



20. Rajzolja fel a Newtoni folyadékok viselkedését leíró modellt és ábrázolja diagramban, valamint adja meg képletben a feszültség és a deformáció közti összefüggést.

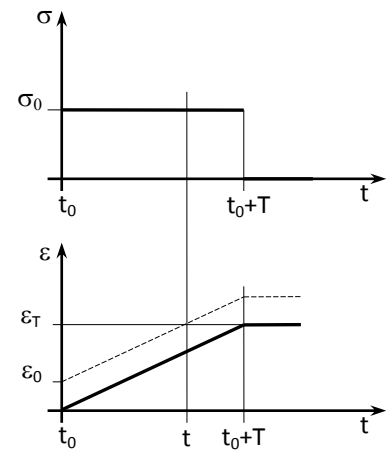
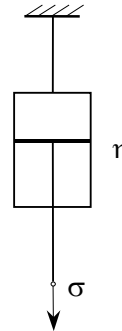
A maradó alakváltozást a Newton testtel modellezhetjük, és egy viszkózus folyadékban mozgó dugattyúval jellemezzük.

Viszkózus elemnél az alakváltozást létrehozó feszültség az alakváltozás sebességének függvénye, melyet a newtoni folyás törvény ír le.

$$\sigma = \eta \cdot \frac{d\varepsilon}{dt}$$

ahol η - a folyadék viszkozitási tényezője (newtoni viszkozitási tényező), $\eta = const.$

$\frac{d\varepsilon}{dt}$ az alakváltozás sebessége.



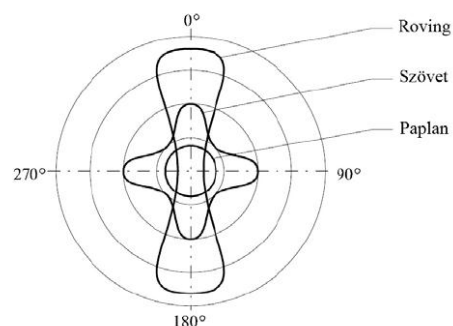
21. Mit ábrázolnak a termomechanikai görbék?

Egy, vagy több mechanikai anyagjellemzőt a hőmérséklet függvényében.

22. Ismertesse az erősítőszálak kiserelési formáit, és hatásukat a mechanikai tulajdonságokra (polárdiagram)

- **Roving** (köteg) vagy szalag (1D)
- Szótt vagy nem-szótt és kötött textíliák (2D)
 - **Paplan:** nincs mechanikailag kitüntetett irány
 - **Szövet:** szálak két irányban
- Vastag tűzött kelmék (3D)

Húzószilárdság és rugalmassági modulus jellege a terhelési szög függvényében



23. Definiálja a kritikus szálhossz fogalmát

A rövid szálerősítéses polimer kompozitoknál meghatározó. A szál még alkalmas, legkisebb hossza (rövidsége), amelynél *rövidebb* szál húzóigénybevétel alkalmával a mátrixból *kihúzódik*, és amelynél *hosszabb* szál a jó beágyazottság, a jó tapadás következtében *maga szakad* el a tönkremenetel pillanatában.

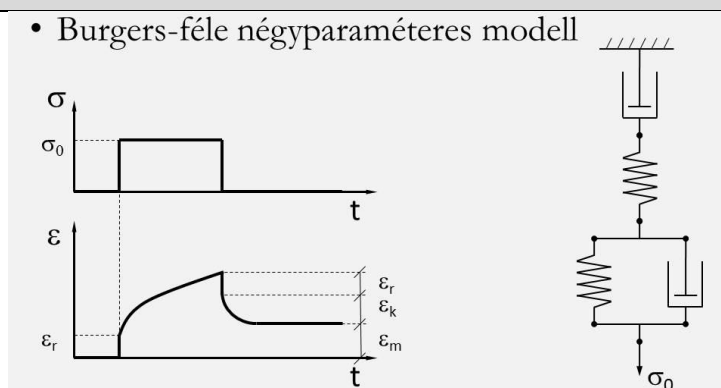
24. Mi a kúszás definíciója?

Állandó (konstans) feszültség mellett a deformáció idővel növekszik. Ez a molekulaláncok átrendeződésével magyarázható, azaz a szilárd műanyagok „erő hatásra folynak”.

25. Mi a relaxáció definíciója?

Állandó értéken tartott deformáció mellett idővel az anyagban csökken, feloldódik az anyagban ébredő feszültség.

26. Rajzolja fel a kúszás legegyszerűbb modelljét. Adja meg az egyes deformáció komponenseket, és jelölje a diagramon!



A négy paraméter: η_1 , E_1 , η_2 , E_2

A feszültség gerjesztés hatására az anyagokon létrejövő teljes alakváltozást komponensekre bontjuk

$$\varepsilon_{\sigma} = \varepsilon_{pr} + \varepsilon_{kr} + \varepsilon_m$$

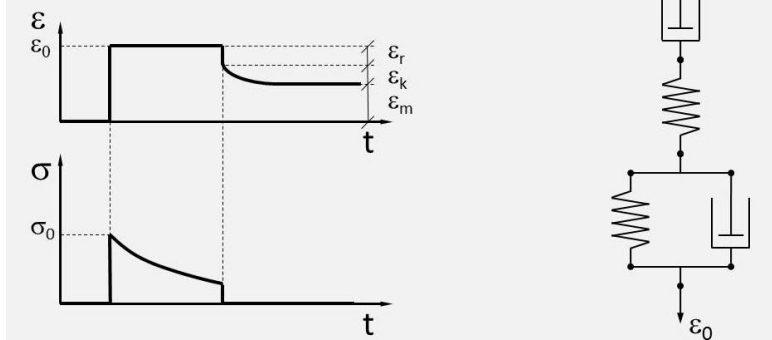
Pillanatnyi rugalmas deformáció

Késleltetett rugalmas deformáció

Maradó deformáció

27. Rajzolja fel a relaxáció modelljét?

- Burgers modell



Deformáció gerjesztést alkalmazunk, a terhelés megszűnésével az anyag maradó deformációt szenved, a feszültség pedig csökken, majd teljesen nullára visszaáll.

28. Mi a polimer kompozit fogalma?

A kompozitok vagy társított anyagok olyan szerkezeti anyagok, amelyeket két vagy több különböző anyag egyesítésével állítanak elő, és a köztük lévő kapcsolat a terhelés növelésével is megmarad. Kompozit = mátrix (polimer) + erősítő anyag (jellemzően szál).

29. Mi a BMC és SMC?

BMC – Bulk Molding Compaund – alaktalan előimpregnátum, szálerősített mátrix oligomer

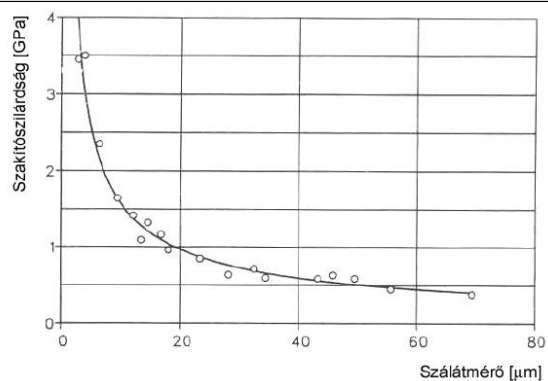
SMC – Sheet Molding Compaund – lemezformájú kompozit előgyártmány, jellemzően tekercselve

30. Mi a pultruzió?

Húzott extrudált termék előállítása, hosszirányú erősítéssel.

31. Rajzolja fel a szálátmérő és az erősítőszál szakítószilárdsága közötti összefüggést

Az erősítő hatás annál nagyobb, minél kisebb a szálátmérő (**mérethatás**). A szálak szilárdsága ebből adódóan a $10\mu\text{m}$ alatti tartományban exponenciálisan növekszik, ezzel számottevően növelve az erősítés hatékonyságát.



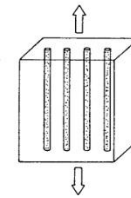
32. Hogyan alakul a párhuzamos szálakkal egyirányban erősített kompozit modulusa az összetevők modulusa és a szálerősítés térfogathányadának függvényében szálirányú terhelés esetén?

A kompozitra ható erő egy részét a szál, más részét a mátrix viseli el:

$$F_C = F_f + F_m$$

Ez a Voight szabály (egyszerű „keverési” szabály (rule of mixtures)).

$$E_C = E_f * V_f + E_m * (1 - V_f)$$



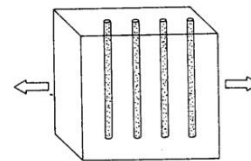
33. Hogyan alakul a párhuzamos szálakkal egyirányban erősített kompozit modulusa az összetevők modulusa és a szálerősítés térfogathányadának függvényében szálirányra merőleges terhelés esetén?

A kompozit méretváltozása a komponensek méretváltozásának összege:

$$\Delta l_C = \Delta l_f + \Delta l_m$$

Ez a Reuss szabály

$$E_C = \frac{E_f E_m}{E_m V_f + E_f (1 - V_f)}$$



34. Hogyan értelmezzük a polimerek halmazállapota, fázisállapota és fizikai állapota közti különbséget?

Halmazállapot: A részecskék kölcsönhatása és a hő-mozgási energia viszonyából.

Szilárd halmazállapot: hő-mozgási $E \ll$ kölcsönhatási E

Gáz halmazállapot: hő-mozgási $E \gg$ kölcsönhatási E

Folyékony halmazállapot: hő-mozgási $E \cong$ kölcsönhatási E

Fázisállapot: A fizikai részecskék, elrendeződése határozza meg.

Kristályos: hosszútávú szabályos elrendezés.

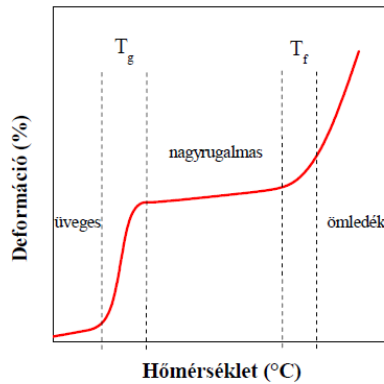
Amorf (folyékony): kisméretű rendezettség.

Gáz: kaotikus elrendeződés

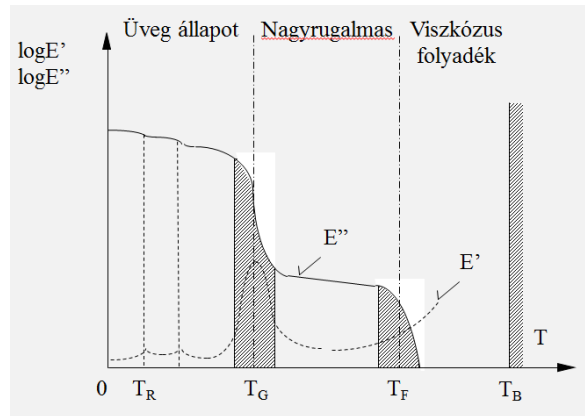
Fizikai állapot: Azonos fázisállapotú, de fizikai szerkezetében és a molekulaláncok hőmozgásának típusában eltérő polimer állapotok.

35. Rajzolja fel egy amorf anyag termomechanikai görbáját! Melyik a jellemző átalakulási hőmérséklet?

A beugróban elég az egyiket megadni.

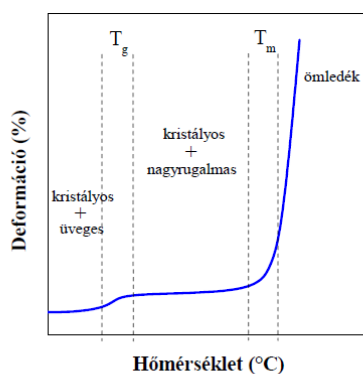


Amorf polimer – jellemző hőmérséklet: T_g

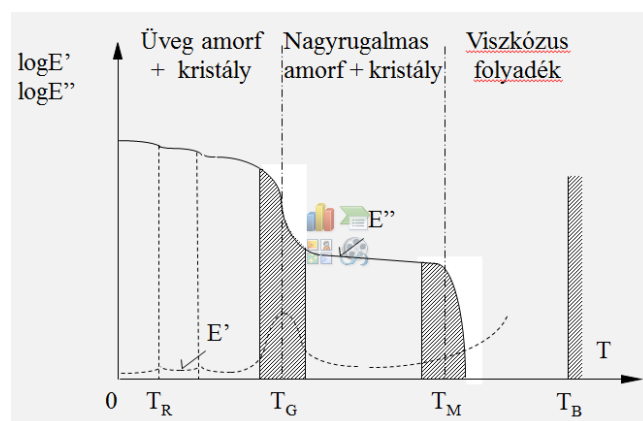


36. Rajzolja fel egy kristályos anyag termomechanikai görbáját!

A beugróban elég az egyiket megadni.



Kristályos polimer – jellemző hőmérséklet: T_m



37. Mi az extrudálás?

Lencseszerű granulátumot a folyamatosan forgó csiga szállítja, tömöríti és a súrlódásból adódó hő hatására megolvastja, majd keresztül pumpálja a nyitott szerszámon, ahol felveszi a kívánt alakot mielőtt megszilárdulna a hűtés hatására.

38. Mi a fóliafűvés?

A fólia gyártás technológiája. A keresztfej szerszámmal extrudált kis átmérőjű csövet levegő befűvással biaxiális nyújtásnak tesszük ki, amely során a cső fala 10 és 100 μm közötti vastagságra csökken, miközben az átmérője nő. A kapott fóliát „hűtőtoronyban” lehűtjük, majd feltekeresljük.

39. Mi a szálhúzás?

A szálhúzás egy egytengelyű húzással létrehozott nyújtási eljárás, amely segítségével szintetikus szálakat gyárthatunk a textil ipar és a kompozit ipar számára.

40. Mi az extrúziós fúvás?

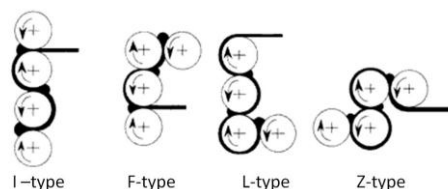
Üreges test gyártására alkalmas technológia, nagy ömledék szilárdságú anyagok esetén (PE, PP). A keresztfej szerszámmal extrudált csövet zárt szerszámban levegővel felfújjuk, amely a kihülés során felveszi a szerszám alakját.

41. Mi a melegalakítás?

Melegalakítás alatt a termo-elasztikus állapotban lévő hőre lágyuló műanyag félkész termékek (előgyártmányok, többnyire lemezek, fóliák) kis erővel történő alakítását értjük.

42. Mi a kalanderezés, adjon meg 2 jellemző kalander elrendezést!

Leggyakoribb alakadási technológia a nagy viszkozitású hőre lágyuló- és a hő degradációra hajlamos polimerek lemez gyártására hengerson. A kalander nagy mennyiségű anyag feldolgozásra képes kis mechanikus energia befektetése mellett.



43. Mi a fröccsöntés?

A fröccsöntés során a polimer ömledéket nagysebességgel, szűk beömlőnyíláson át zárt szerszámba fröccsöntjük, és ebben a zárt szerszámban a nagy nyomás alatt kihülő polimerből alakul ki a tetszőlegesen bonyolult formájú alkatrész, gyakorlatilag hulladékmentes, képlékeny alakítással, nagy méretpontossággal.

44. Mi a fröccsfúvás?

Üreges test gyártására alkalmas technológia, kis ömledék szilárdságú anyagok esetén (PET). A fröccsöntött előgyártmányt zárt szerszámban levegővel felfújjuk, amely a kihülés során felveszi a szerszám alakját.

45. Mi a downcycling, recycling és upcycling?

Downcycling - alacsony szintű újrahasznosítás. Az eredeti termékénél alacsonyabb igénybevételnek kitett terméket gyártanak.

Recycling - újrahasznosítás. Visszaforgatás az eredeti gyártásba.

Upcycling - magas szintű újrahasznosítás. Az eredeti termékénél nagyobb igénybevételnek kitett terméket gyártanak (pl. szálerősítéssel).