

MŰANYAGOK TULAJDONSÁGAI, VIZSGÁLATOK

Műanyagok hajlékony és rideg állapota

Hivatkozás: <https://omnexus.specialchem.com/polymer-property/ductile-brittle-transition-temperature>

Tárgyszavak: 1. Vizsgálat 2. 3.
4. Rideg/hajlékony átmenet 5. 6.

Mely hőmérsékleten következik be az átmenet a hajlékony és a rideg állapot között?

Ez nem egy adott hőmérséklet, hanem egy 10 °C-ot is meghaladó tartomány, ami alatt a hajlékony műanyag rideggé válik. Angol elnevezése: ductile/brittle transition temperature (DBTT).

A rideg anyagok feszültség-nyúlás görbéje tipikusan egyenes egészen a szakadásig. A hajlékony (ütésálló) műanyagok szakadási görbéje jellegzetes ívet, adott esetben maximumot mutat. Ez érvényes a nagysebességű deformációra is, mint ami az ütési vizsgálatok során felép.

Milyen tényezők befolyásolják a műanyagok hajlékonyból rideg állapotba való átmenetét?

A hőmérséklet hatása a polimer szerkezetére:

- magasabb hőmérsékleteken (tipikusan az üvegesedési hőmérséklethez közel) az anyagok hajlékonyabbak, szívósabbak
- alacsony hőmérsékleteken (tipikusan az üvegesedési hőmérséklet alatt) a legtöbb amorf műanyag rideggé válik.

A hőmérséklet hatása az amorf polimerekre

A hőmérséklet növelése megváltoztatja az amorf polimerek láncainak mozgékonyaságát, ami a húzási tulajdonságokra is kihat. Alacsony hőmérsékleteken a polimerek ridegek. A hőmérséklet emelésekor szívósabbá válnak. Ez addig folytatódik, amíg nem érik el a hajlékony-rideg átmenetet. Efölött a hőmérséklet fölött a polimerek hajlékonyra válnak. A hőmérséklet további növekedése gumyszerű tulajdonságokhoz vezet.

Példák amorf polimerekre: polikarbonát (PC),
általános célú polisztirol (GPPS),
polimetilmetakrilát (PMMA),
polivinilklorid (PVC),
akrilnitril-butadién-sztirol (ABS).

A hőmérséklet hatása a kristályos polimerekre

Alacsony hőmérsékleteken a kristályos polimerek az amorf polimerekhez hasonlóan viselkednek, ugyanis a kristályok közti amorf részek üveges állapotban vannak. DBTT értéküket az amorf rész állapota határozza meg. Minél nagyobb a polimer kristályossága, annál kevésbé érzékeny az amorf tartalom által meghatározott változásokra.

Példák a kristályos polimerekre: poliolefinok,
poliéter-éterketon (PEEK),
polietilén tereftalát (PET),
poli(oxi-metilén) (POM).

Megjegyzés: a kristályos polimerek a kristályos olvadáspont alatt adott hőmérsékleten szilárdabbak, mint az amorf polimerek, bár ez az összehasonlításra használt amorf polimer üvegesedési hőmérsékletétől is függ.

A hőmérséklet hatása a térhálós polimerekre

A térhálós polimereknek ugyanolyan mechanikai tulajdonságai vannak, mint az amorf polimereknek, legalábbis kis térháló sűrűség mellett. Ha a térhálóság növekszik, akkor módosulnak a mechanikai tulajdonságok, a polimer intenzívebben reagál a hőmérséklet változására.

Példák a térhálós polimerekre: szálerősített poliészter,
 poliuretán (PU),
 vulkanizált gumi,
 epoxigyanták.

Az alábbi tényezők ridegebbé teszik a hajlékony anyagokat

- nagyobb terhelési sebesség,
- ciklikus terhelés,
- triaxiális (három tengelyű) húzóerő.

A rideg anyagoknak általában nagyobb a húzószilárdsága, mint a hajlékony anyagoknak, de kisebb a szakadási nyúlásuk.

Térhálósűrűség és segédanyagok adagolása

A térhálósűrűség növelése korlátozza a molekulák mozgását. Ez a polimert még inkább törékennyé, ridegké teszi.

A lágyítókkal az anyag flexibilitását növelni lehet. A lágyító koncentrációjának csökkentése viszont csökkenti a hajlékonyságot. Az erősítőszálak a szakadási nyúlást csökkentik, a húzószilárdságot növelik.

Feldolgozás hatása a ridegedésre:

Az alábbi feldolgozási hatások ridegebbé teszi az anyagot:

- anizotrópia, inhomogenitás kifejlődése, maradék feszültség.
- vegyi anyagokkal történő érintkezés, degradáció, stb.

Hol vesszük hasznát a rideg/rugalmas átmeneti hőmérséklet ismeretének?

- segíti az anyagok kiválasztását,
- magyarázza a hibás folyamatokat, pl. túlterhelés, kifáradás, környezeti feszültség korrózió,
- segíti az alacsony hőmérsékleten felhasznált termékek alkalmazhatósági határainak megállapítását.

1. táblázat. Műanyagok hajlékony és rideg állapot átmeneti hőmérséklete.

Polimer neve	Minimális érték [°C]	Maximális érték [°C]
ABS	-25	-40
HDPE	-70	-70
HIPS (ütésálló PS)	-40	-20
PS	+20	+20
LCP	-200	-50
LDPE	-70	-70
PA66	-80	-65
POM	-40	-40
PP	-20	-10
PP+10–20% üvegszál	-30	-5
PVC	-10	+1
PVC lágyított	-40	-5
SAN	+20	+20

Hajlékony és rideg állapot átmenet hőmérsékletének mérése

Az átmenet hőmérsékletének mérésére a legnépszerűbb a Charpy ütésállóság vizsgáló berendezés, amely az elfogyasztott energia mennyiségét határozza meg az anyag törésekor, különböző terhelési körülmények között. A mérésnél alkalmazott szabványok: ISO 6603 -1 és ISO 6603-2.

1. táblázatban néhány anyag hajlékony és rideg állapot átmeneti hőmérséklete.

Cikk nyelve: angol

Készítette: dr. Orbán Sylvia