

A műszaki adatlapok csapdái. 2. rész

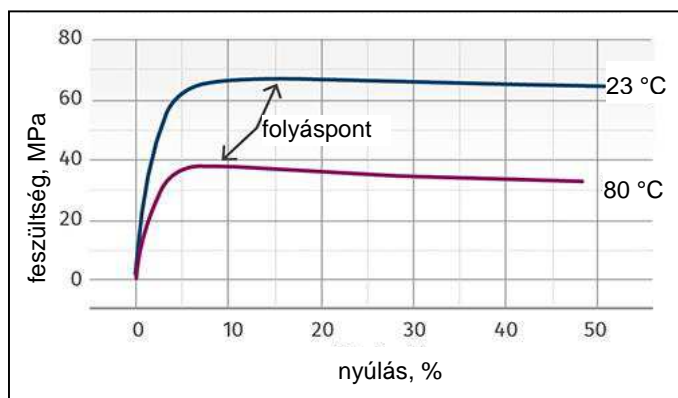
Folytatjuk a Szemle 5. számában megkezdett cikksorozatot, amely boncolgatja a műanyagok vizsgálati körülményeit, ill. azok hatását a műanyagok tulajdonságaira. Az alkalmazás szempontjából fontos tudni, hogy a szakító vizsgálatokat milyen hőmérsékleten és milyen nyújtási sebességgel végezték. Az ütésállósági vizsgálat két fő módszerét is érdemes áttekinteni.

Tárgyszavak: műanyagok vizsgálata; fiziko-mechanikai tulajdonságok; ütésállóság; poliamid; poli(oxi-metilén); polipropilén.

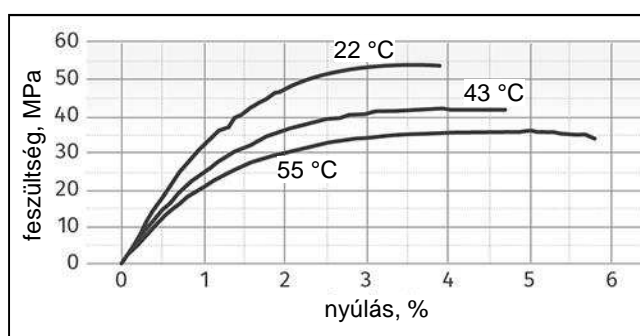
Hőmérséklet-változás és a nyújtás sebességének hatása a polimerek fiziko-mechanikai tulajdonságaira

A polimerek fiziko-mechanikai tulajdonságai jelentős mértékben változnak annak függvényében, hogy a méréseket milyen hőmérsékleten hajtják végre. Már viszonylag kis hőmérséklet-változás is jelentős eltérést okozhat a mechanikai szilárdság értékében. Természetesen ennek a változásnak a mértéke az adott polimer szerkezetétől függ. Példaként egy poli(oxi-metilén) (POM) kopolimer szobahőmérsékleten (23 °C) és 80 °C-on felvett feszültség-nyúlás görbéit vizsgálták (1. ábra). Látható, hogy ekkora hőmérséklet-emelés jelentős mértékű változást okoz a polimer szerkezetében, ennek hatására a modulus és a folyáshatár értéke 40%-kal csökken. Bár az nem látszik a görbén, de a vizsgálatot folytatva kiderülne, hogy a szakadási nyúlás jelentősen megnő a magasabb hőmérsékleten, mivel a polimerláncok sokkal könnyebben deformálódnak, ezért viszont az adott próbatest/termék terhelhetősége jelentősen lecsökken a terhelés okozta kényszer alóli kúszás eredményeként.

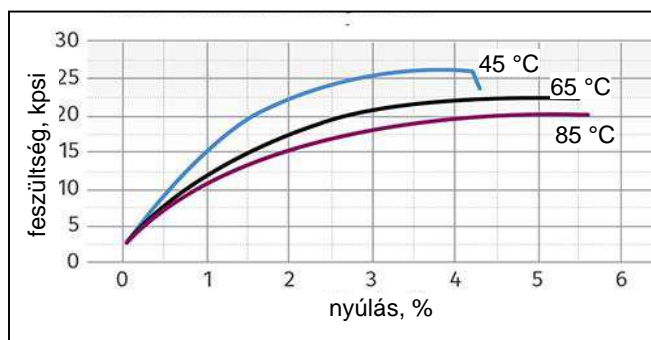
Szervetlen töltőanyagok, illetve üvegszál-erősítés alkalmazásával mérsékelten, de lehet csökkenteni a polimerek hőmérséklet-emelés hatására bekövetkező mechanikai szilárdságának csökkenését. A 2. ábrán egy 15% üvegszállal töltött PP, a 3. ábrán pedig egy 43% üvegszállal erősített PA 66 feszültség-nyúlás görbéi láthatók. A 2. és 3. ábra egy viszonylag kismértékű hőmérséklet-emelés hatását mutatja a feszültség-nyúlás diagramra. Az alkalmazott hőmérsékletek még bőven az adott polimer alkalmazhatósági határain belül vannak. Mindkét esetben jól látható, hogy az üvegszál erősítés ellenére a szilárdsági értékek már viszonylag csekély hőmérséklet-emelés hatására is jelentős mértékben csökkennek. És ami még nagyon lényeges: a hőmérséklet-emelés következtében egy adott polimer feszültség-nyúlás görbéjének pontjai nem csak numerikusan, hanem alapvetően, jellegükben képesek megváltozni.



1. ábra POM kopolimer feszültség-nyúlás görbéi szobahőmérsékleten és 80 °C-on



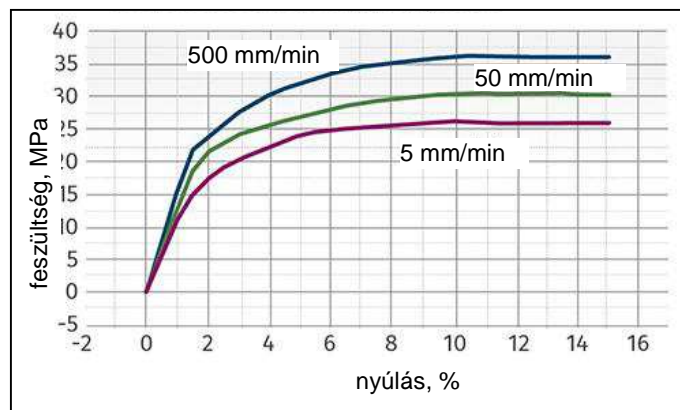
2. ábra 15% üvegszállal erősített PP feszültség-nyúlás görbéi különböző hőmérsékleteken



3. ábra 43% üvegszállal erősített PA 66 feszültség-nyúlás görbéi különböző hőmérsékleteken, 1 kpsi = 6,895 MPa

Van még egy lényeges szempont a feszültség-nyúlás vizsgálatok elvégzésénél, ez pedig a húzás sebességének szerepe. A 4. ábra egy töltetlen PP feszültség-nyúlás görbéit mutatja különböző húzási sebességeknél. Ezeknél a görbéknel a hőmérséklet ugyanaz volt, mégis a húzási sebesség változtatása olyan eredményt adott, mintha más

hőmérsékleteket alkalmaztak volna az egyes méréseknél. A leggyorsabb húzás alacsony hőmérsékletű nyújtásnak felel meg, a leglassúbb pedig egy jóval magasabb hőmérsékletűnek. Ez jól mutatja, hogy a húzás sebessége és az alkalmazott hőmérséklet változtatása azonos hatással jár a polimerek viszkoelasztikus tulajdonságai miatt. A fentiek rávilágítanak, hogy két vagy több alapanyag tulajdonságainak összehasonlításakor alaposan meg kell győződni arról, hogy az alkalmazott vizsgálati körülmények azonosak voltak-e. Egy példa: az 5 mm/min és az 50 mm/min húzási sebességgel végzett vizsgálatoknál a folyáshatárok kb. 7%-kal térnek el egymástól, így azonos minőségű anyagok megtévesztően más értékeket mutathatnak, ha nem figyelnek a részletekre.



4. ábra PP feszültség-nyúlás görbéi különböző nyújtási sebességnél

Ütésállósági vizsgálatok

Az ütésállóság vizsgálatával lényegében a polimerek hajlékonyságát, merevségét lehet számszerűsíteni. A polimerek ütésállóságát adalékanyagokkal ugyan lehet növelni, de ekkor az egyéb tulajdonságok negatív irányba változnak. Üvegszálal erősítéssel például növekszik a szilárdság és a modulus, de adott esetben törékenyebb lesz a kompaund (itt fontos az üvegszál hossza, felületkezelése stb.). A polimer merevségének növelésére adalékolhatnak ütésállóságot növelő komponenst a kompaundba, de ezáltal csökkenhet a szilárdság. A mérések hőmérsékletének emelésével csökken az ütésállóság. Egy adott célra megfelelő alapanyag kiválasztása, illetve előállítása kompaundálással azt jelenti, hogy az összes fiziko-mechanikai paramétert figyelembe véve a legjobb kompromisszumot kell megtalálni.

Az ütésállósági vizsgálatok értékeit általában szobahőmérsékleten végzett mérések adataiként tüntetik fel a műszaki adatlapokon. Ettől eltérően néha a -18 és a -40 °C érték is megtalálható, főleg az USA-ban.

Észak-Amerikában leggyakrabban a bemetszett próbatestenen végzett *Izod vizsgálatot* használják az ütésállóság mérésére, Európában pedig a *Charpy féle módszer* az elterjedtebb. A két vizsgálati módszer között vannak hasonlóságok és határozott eltérések is. Mindkettőt a XX. század első évtizedében fejlesztették ki, mégpedig a fémek

vizsgálatára, a hirtelen bekövetkező lökésszerű hatások tanulmányozására. Ekkoriban fedezték fel, hogy a rugalmas anyagok jórészt csak akkor károsodnak, ha bemetszést alkalmaznak a próbatest felületén.

A műanyagok merevség/ridegség vizsgálatához végül is megfelelőnek találták mind a Charpy, mind az Izod módszert: mindkettőnél egy lengő inga üti meg a különböző módon rögzített próbatesteket. Az Izod mérésnél egy tartókarhoz van rögzítve a mintadarab, és a bemetszéssel azonos oldalról kapja az ingán lévő kalapács ütését, a Charpy esetében pedig egy hárompontos hajlítás megy végbe az inga ütésével, és a bemetszés az ütéssel szembeni oldalon van. A kétféle teszt eredményének összehasonlítása nem egyszerű, mivel mások a próbatest méretei és a mérés kivitelezése is eltér egymástól. Az Izod féle mérés eredménye egyfajta vastagságegységre eső energiaveszteséget szolgáltat ft-lb/in illetve joule/m mértékegységben. A hagyományos mintaszélesség 0,5 in (12,7 mm), a bemetszés mélysége 0,1 in (2,5 mm). A Charpy féle ütészállósági vizsgálatnál az ütésnél fellépő energiaveszteséget területegységre számítják (mintaszélesség x vastagság), a kapott mértékegység ft-lb/in², illetve J/m² (vagy kJ/m²). A bemetszett Izod ütészállósági vizsgálatnál a próbatest vastagsága 3 és 12,7 mm lehet. A mérési eredmények kiértéklésénél feltétlenül figyelni kell a vastagság értékét.

A fémgyártás szakemberei már az 1940-es években elérték, hogy az alkalmazott anyagok ütészállóságát alacsonyabb hőmérsékleteken is mérjék néhány hideg égőben bekövetkezett hajókatasztrófa után. Igyekeztek megtalálni a rugalmasból a törékenybe való alakulás hőmérsékletét. Az ütészállóság szobahőmérséklettől eltérő hőmérsékleten végzett mérésére még manapság sincs utalás az adatlapokon, nem beszélve a rugalmas-törékeny átmenet hőmérséklet-intervallumának megadásáról.



5. ábra Észak-Amerikában használt szabványos ütészállósági vizsgálatra alkalmas készülék, gyártó: Testing Machine Inc.

Az ütésállóság mérésénél alkalmazott különböző terhelés (az ingán lévő kalapács tömege, illetve az inga sebessége) félrevezető eredményekhez vezethet. A törési/ütésállósági teszteknel az inga sebességének változtatása gyökeresen megváltoztatja a mérések eredményeit. Az autóiipari szakemberek 2,2 és 6,6 m/s sebességgel végzik a törési vizsgálatokat. Érdekes módon előfordul, hogy egy anyag az alacsonyabb sebességnél rugalmasnak minősül, míg a magasabbnál törékeny kategóriába kerül. A műanyagipari szabványokban nincs előírás az ütési/törési sebesség változtatására vonatkozóan.

Összeállította: Csutorka László

Sepe, M.: Materials: The problems with single-point data. Part 3. www.ptonline.com 2015. augusztus

Sepe, M.: Materials: The problems with single-point data. Part 4. www.ptonline.com 2015. szeptember