

# A MŰANYAGOK TULAJDONSÁGAI

## 1.1 | A műanyagok jellemzése – rövid jelek és jellemző tulajdonságok

*Tárgyszavak: műanyagfajta; rövid jel; szabvány; műanyagok átlagos tulajdonságai; tulajdonságmátrix; termékfejlesztés; műanyag kiválasztása.*

Egy új műanyagtermék tervezésekor viszonylag korán el kell dönteni, hogy melyik műanyagból célszerű azt gyártani. A téves anyagválasztásból adódó hibákat utólag nehéz kijavítani.

A megfelelő anyag kiválasztásában sokat segítenek az ún. tulajdonságmátrixok és a különböző adatbankok (CAMPUS, FUNDUS, POLYMAT stb.), amelyekben a polimereket ún. rövid jelük alapján lehet megtalálni. A biztos eligazodás érdekében a rövid jeleknek az egész világon egységesnek és egyértelműnek kell(ene) lenniük. Sajnos, ezen a területen elég nagy a zűrzavar.

### A műanyagok rövid jele

A műanyagok jellemzésére korábban Németországban szabványosítottak egy (DIN) rendszert, amelyet később európai (EN) és nemzetközi (ISO) szabványként is elfogadtak. Jelenleg a DIN EN ISO 1043 jelzésű szabványsorozat írja elő a használandó rövid jeleket. A sorozat 1. szabványa a polimerekkel és ezek módosított változataival, a 2. szabvány a töltő- és erősítőanyagokkal, a 3. szabvány a lágyítókkal, a 4. szabvány az égésgátlókkal foglalkozik. Elasztomerekre, kaucsukokra a DIN ISO 1629, plasztomerekre az ISO 472 és az ISO 1087 szabvány vonatkozik. Van egy USA-szabvány is, amely a polimerek terminológiáját rögzíti.

A DIN EN ISO 1043 szabvány jelölésmódjának alapelve, hogy a rövid jel mindenkor az alappolimer betűjelével kezdődik, és ehhez kötőjellel kapcsolják a kiegészítő információra vonatkozó betűjeleket. A nagy sűrűségű polietilén szabvány szerinti rövid jele pl. PE-HD és nem HDPE; a térhálós polietiléné PE-X és nem VPE; a habosított polisztirol PS-E és nem EPS. Ennek előnye nemcsak az, hogy teljesen egyértelművé válik az alappolimer fajtája, hanem az is, hogy az adatbankok adatainak számítógépes sorba rendezésekor

az azonos alappolimert tartalmazó műanyagok mindenkor egy csoportot alkotnak.

(Bár a nemzetközi hatályú ISO szabványokat elvileg az egész világon be kellene tartani, a szabványos rövid jeleket kevesen alkalmazzák. Az angol nyelvű szaklapokban szinte soha; ott pl. a HDPE, LDPE, LLDPE az általános forma a nagy sűrűségű, a kis sűrűségű és a lineáris kis sűrűségű polietilén jelölésére. A vezető német szaklapokban mindkét forma előfordul; valószínűleg a szerző eredeti jelöléseinek megfelelően. A hazai szabványok azonosak az ISO szabványokkal, de itthon is kevesen ismerik és használják a szabványos jelöléseket. Ennek egyik oka valószínűleg az, hogy a fiatal vegyész-nemzedék oktatói sem tették magukévá ezt a jelölésmódot. A szerkesztő megjegyzése.)

A rövid jelekben érzékeltethetők az adott polimer különleges jellegzetességei, pl. az a tény, hogy metallocén katalizátorral szintetizálták. Az ISO szabványok szerint sajnos a rövid jelben csak nagybetűk használhatók, ezért az ilyen polimerekre (amelyeket a szabvány még nem tartalmaz) pl. a PP-(M) jelölést javasolják a gyakran előforduló mPP helyett, amelyben a zárójel utal az információ különleges jellegére. Egy másik javaslat szerint meg kellene különböztetni a peroxiddal és a besugárzással térhálósított polietilént: az előbbi rövid jele PE-Xa, az utóbbié PE-Xc lehetne.

Nem kétséges, hogy a szabványos jelölésmód kissé nehézkes, és a nehézségek fokozódnak, ha bonyolultabb rendszert, pl. kopolimert vagy polimerkeveréket kell rövid jellel egyértelműen megjelölni. Az ezekre vonatkozó szabványon jelenleg dolgoznak, és DIN EN ISO 18067 számmal jelenik majd meg. Általa hatályát veszti majd a jelenleg érvényes DIN ISO 1629-2 szabvány.

Kopolimerek rövid jelében a komonomerek tömegarányának csökkenő sorrendjében jelenleg ferde vonallal elválasztva sorolják fel az alkotókat, a keverékek zárójelbe tett alkotói közé pedig + jelet írnak. Az új javaslat szerint az előbbinél a ferde elválasztó jelet, az utóbbiaknál a zárójelet el lehetne hagyni.

A DIN EN ISO 1043-4 szabvány szerint az égésgátló-tartalmat az FR jel, az égésgátló típusát pedig zárójelbe írt kétjegyű szám definiálja. A PBT-FR (52) pl. olyan poli(butilén-tereftalát), amelybe égésgátlóként vörös foszfort kevertek. Ez a jelölés hasznos információ pl. a hulladék újrafeldolgozásakor.

A DIN EN ISO 11469 szabvány szerint a dibutil-ftaláttal lágyított PVC rövid jele PVC-P(DBP), és ha fel akarják tüntetni azt is, hogy a PVC 30% lágyítót tartalmaz, akkor PVC-P(30DBP).

Többrétegű fóliák vagy lemezek összetételének feltüntetésekor a fő alkotót aláhúzzák: pl. a PVC, PUR, ABS jelű lemez legvastagabb rétegét ABS alkotja.

Teljes a zűrzavar a hulladékból visszanyert másodnyersanyagok elnevezésében. Ezt szokás örleménynek, agglomerátumnak, regenerátumnak, reciklátumnak is nevezni. Minősítésük a

frankfurti műanyagfeldolgozó-ipari egyesülés a következő elnevezéseket javasolja: fajtatiszta, típustiszta, hasonló fajta, összeférhető, keverék, szennyezett, egyéb. Az egyes típusok ismérveit szabványjavaslatban sorolják fel.

Kialakulatlan a lebomló műanyagok jelölése. Itt különbséget kell tenni a saját kémiai tulajdonságaik révén lebomló és a komposztálható (biológiai úton bomló) műanyagok között. Jelenleg a DIN 54900-1...4 szabvány foglalkozik ezekkel az anyagokkal.

## **A leggyakrabban használt műanyagfajták jellemző tulajdonságai**

Mint látható, a jól alkalmazott rövid jel már viszonylag sok információt tartalmaz a műanyagról, de annak eldöntéséhez, hogy milyen fajta műanyagból készüljön a tervezett termék, ismerni kell a műanyagfajtákra jellemző legfontosabb tulajdonságokat. (Ezen belül az optimális típus kiválasztása később is elvégezhető.) Ilyen átlagos tulajdonságokat tartalmaznak az ún. tulajdonságmátrixok (1. táblázat). Ezek között vannak számszerűen jellemezhető tulajdonságok és olyanok, amelyek csak összehasonlító sorszámmal érzékeltetők (1 a legmagasabb, 6 a legalacsonyabb érték).

Nagy hiba, ha az anyag árát csak a megfelelőnek ítélt műszaki tulajdonságok meghatározása után tudakolják meg. Ezen elbukhat vagy késedelmet szenvedhet a gyártás. A táblázat a műanyagok 2001. szeptemberi átlagos árát tartalmazza.

A műanyag sűrűségét nem csak azért kell előre tudni, hogy tervezhessék a termék majdani súlyát, hanem azért is, mert a terméknek a térfogata adott, a műanyag árát viszont tömegegységre adják meg. A gazdaságossági számításokhoz erre az adatra feltétlenül szükség van.

A szilárdság ismerete ugyancsak fontos. Ha tudják, milyen terhelésnek lesz a tervezett formadarab kitéve, kikereshető az a műanyag, amely ezt biztonságosan elviseli anélkül, hogy elérné a nyúlási határt.

Az alkalmazás közben megengedhető legmagasabb hőmérséklet táblázatban megadott értékei átlagértékek. Az alkalmazás hőmérséklete függ az igénybevétel időtartamától is.

A feldolgozhatóság egyik mérőszáma a folyási úthossz, amelyet a táblázat 2 mm-es falvastagságra ad meg. Nagyobb falvastagság esetében a folyási út az arányosnál nagyobb mértékben nő. Valamennyi műanyagfajtán belül vannak jobban és kevésbé jól folyó típusok. A folyás fűtött csatornával, több befolyónyílás alkalmazásával módosítható.

A feldolgozási zsugorodás 2–3 mm-es falvastagságra vonatkozik. Az alapanyaggyártó által megadott feldolgozási hőmérséklettől való eltérés, a

nem megfelelő temperálás, a szélsőséges ciklusidők nagyon erősen befolyásolhatják a zsugorodást.

A szerszám falának ferdesége, az ún. kónuszosság a kész darab eltávolítását könnyíti meg. A táblázat olyan szerszámfalra vonatkozik, amelyen a felületi érdesség mélysége átlagosan  $3,5\ \mu\text{m}$ .

1. táblázat

Néhány gyakrabban alkalmazott hőre lágyuló műanyag tulajdonságmátrixa

Tulajdonságok	Egység	PE-HD	PP	PS	SB	ABS	PA 6	PA 66	PA 12 amorf	POM	PBTP	PETB	PMMA	PC	Üveg-szál	Ásványi anyag
Számszerű adatok																
Ár (2001/09)	euró/kg	1,15-1,30	1,10-1,25	1,05-1,15	1,10-1,25	1,75-2,50	2,50-3,25	3,00-3,50	9,00-12,50	1,95-2,90	3,20-3,60	2,90-3,25	2,20-3,10	3,50-4,00	nő	csökken
Sűrűség	g/cm <sup>3</sup>	0,95	0,91	1,05	1,05	1,05	1,13	1,14	1,02	1,41	1,31	1,37	1,18	1,2	nő	nő
Húzószilárdság	MPa	26	29	55	32	38	77	80	60	66	40	47	63	61	nő	csökken
Alkalmazás max. hőmérséklete	°C	90	120	65	65	85	125	135	110	110	130	150	85	145	nő	változtatlan
Folyási úthossz <sup>1/</sup>	mm	600	600	700	650	500	600	650						200	változtatlan	csökken
Feldolgozási zsugorodás <sup>2/</sup>	%	1,7	1,7	0,60	0,60	0,60	1,00	1,00	0,60	2,1	1,5	1,5	0,60	0,60	erősen csökken	kicsit csökken
Szerszámialakúság <sup>3/</sup>	°(fok)	2,5	2,5	3,0	2,5	2,5	2,0	2,0	3,0	2,0	2,0	2,0	3,0	3,0	na-gyobb	na-gyobb
Szerszám belső nyomása <sup>4/</sup>	bar	260	260	260	300	350	340	340	400	400	350	350	410	500	nő	változtatlan
Összehasonlító adatok																
Ütésállóság		2	4	6	4	3	2	2	3	3	2	2	5	1	csökken	csökken
Vegyszerállóság		1	2	6	5	4	2	2	3	2	3	3	6	6	változtatlan	változtatlan
Állíthatóság		5	5	1	5	6	5	5	2	6	6	6	1	1	csökken	csökken
Kis gyártási tűrés		5	5	2	2	2	5	5	2	6	5	5	2	2	nehezebb	lehet
Ragasztási tulajdonság		5	5	2	2	2	3	3	3	5	2	2	3	3	csökken	csökken
Jellegzetesség	lágú, lúszás- hajlamos	rá- zsanér hatás	film- zsanér hatás		matt felület	fényes felület, galvani- zálható	edv-szívó tulajdon- ságok	edv-szívó tulajdon- ságok	átlászó és vegyszer- álló	rugó anyag, jó csúszó tulaj- donságok			UI-álló	erősen ütés- álló		anizo- trópia

<sup>1/</sup> 2 mm-es falvastagság.

<sup>2/</sup> fröccsöntéskor.

<sup>3/</sup> 3,5 µm felületi érdesség.

<sup>4/</sup> 3 mm falvastagság, 1:150 folyási út.

A szerszám belsejében fellépő nyomás befolyásolja a megfelelő fröccsöntő gép kiválasztását, de figyelembe kell venni ezt az értéket a kidobók tervezésekor is.

Az ütésállóság a termék tartósságára van hatással. A poliamidok a használat során nedvességet vesznek fel, ami kedvezően befolyásolja ütésállóságukat.

A vegyszerállóság bonyolult jelenség, amely nemcsak a vegyszertől, hanem a hatás időtartamától és a hőmérséklettől is függ. Általában igaz, hogy az amorf (színezék nélküli változatban az ABS-t kivéve legtöbbször átlátszó) műanyagok vegyszerállósága gyenge, a részlegesen kristályos műanyagoké (amelyek színezék nélkül sem átlátszóak) viszonylag jó.

A műanyagoktól néha túl szoros mérettűrést várnak el. Meg kell jegyezni, hogy „műanyagyszerű” tervezéssel néha meglepően kis tűrést is meg lehet valósítani.

**(Pál Károlyné)**

Land, W.: Neutrale Kennzeichnung von Polymeren. Eine kritische Betrachtung. = Plastverarbeiter, 52. k. 9. sz. 2001. p. 182–183.

Nachtsheim, E.: Eigenschaftsmatrix der gebräuchlichsten Thermoplaste. Tipps für den Praktiker. = Plastverarbeiter, 52. k. 9. sz. 2001. p. 184–185.