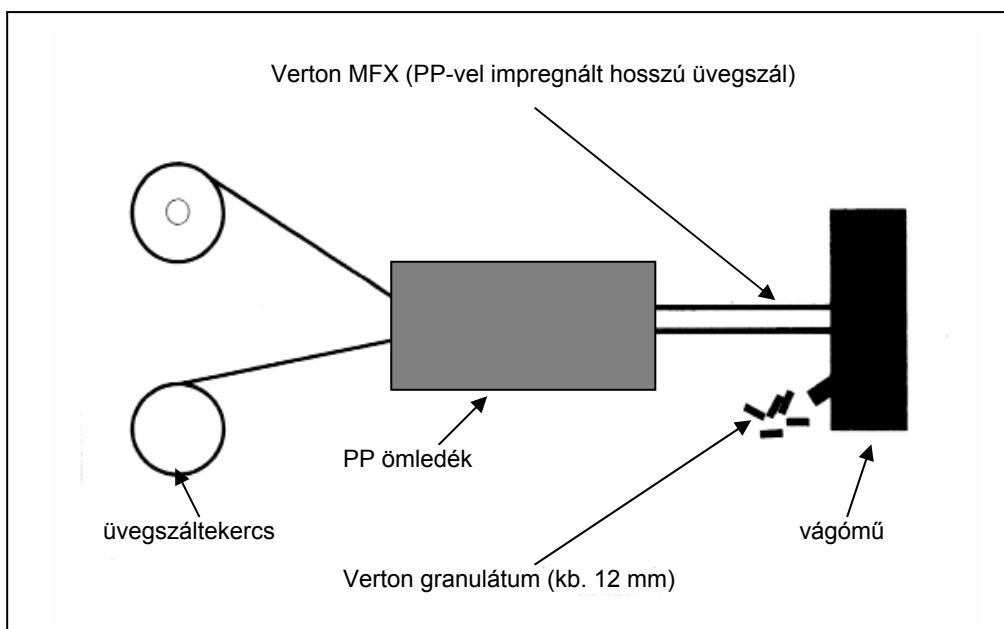


## 3.13 | Új utak a PP erősítésében 1.5

*Tárgyszavak: polipropilén; szálerősítés; üvegszál; PET szál; pultrúzió; üvegszál-koncentrátum; közvetlen bekeverés; fröccsöntés; tulajdonságok.*

### Hosszú üvegszállal erősített PP előállítása közvetlen bekeveréssel

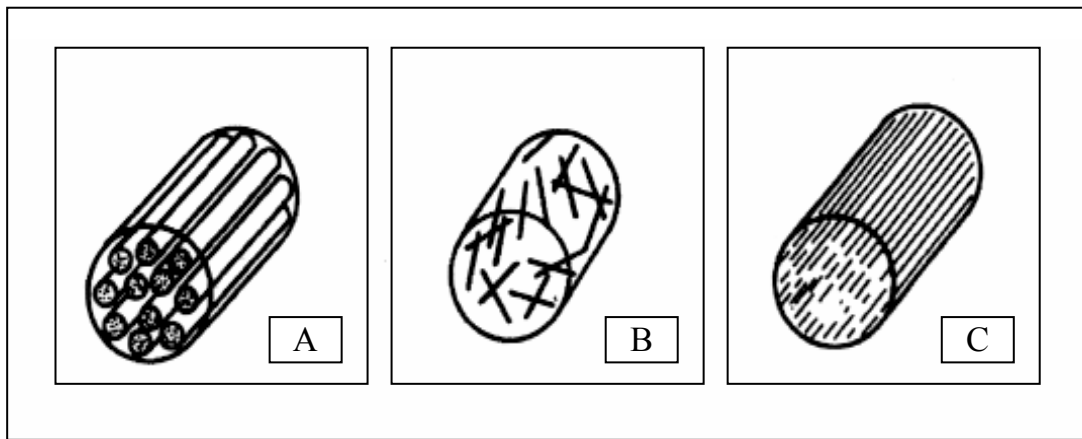
A műanyag-feldolgozó ipar több év óta alkalmaz hosszú üvegszálat tartalmazó PP (PP-LGF) granulátumot. Ezzel a PP kötőanyagba ágyazott üvegszálpaplant (hőre lágyuló sajtolópaplant), az üvegszálás PA-t, PBT-t vagy bizonyos alkalmazásokban akár a fémet is helyettesíthetik. Eddig elsősorban a 40% vagy annál több üvegszálat tartalmazó típusokat keresték, újabban igény mutatkozik a kisebb üvegszáltartalmú PP-LGF-re is. Az utóbbiakat szállítással (pultrúzióval) állítják elő, vagy úgy, hogy az alappolimerhez közvetlenül a feldolgozógépben nagyobb üvegszáltartalmú koncentrátumot kevernek.



1. ábra Hosszú üvegszálás PP granulátum előállítása pultrúzióval

A pultrúziós technológia elvét az 1. ábra mutatja. A végtelen üvegszál-köteget polimerömléden vezetik keresztül, majd a polimerrel nedvesített üvegszálát a polimer megszilárdulása után fröccsöntéshez kb. 12 mm-es, sajtoláshoz 20-25 mm-es hosszúságú granulátummá vágják fel. A granulátumban az üvegszálak egymással párhuzamosan helyezkednek el (2. ábra).

A kb. 0,3 mm hosszú rövid üvegszálakkal ellentétben, amelyek a polimermátrixban rendezetlenül találhatók, a pultrúzióval előállított termékben a granulátum hossza határozza meg az üvegszálak hosszát. Fröccsöntés után az óhatatlanul bekövetkező száltördelődés ellenére is a rövid üvegszálás termékekben kimutatható szálhosszúságnál tízszer hosszabb üvegszálak is vannak.



2. ábra Üvegszálás granulátumok.

(A: gyengén impregnált hosszú üvegszálás granulátum;

B: rövid üvegszálás granulátum;

C: jól impregnált hosszú üvegszálás granulátum.)

Az erősítőszálak hosszának meg kell haladni egy kritikus értéket ahhoz, hogy funkciójuknak eleget tegyenek. Ez az a legkisebb hosszúság, amely mellett húzó igénybevételkor a szálak a terhelést átveszik a mátrixtól. A kritikus szálhosszúság függ a környezeti hőmérséklettől és a terhelés nagyságától. Magasabb alkalmazási hőmérséklethez hosszabb üvegszálakat kell a mátrixba bevinni.

A kész formadarabban a hosszú üvegszálak jellegzetesen rendeződnek. A felületi rétegekben folyásirányban, egymással párhuzamosan, a belső magban folyásirányra inkább merőlegesen helyezkednek el. Ennek a szerkezetnek köszönhető a rövid üvegszálakat tartalmazó formadarabhoz képest jobb méretállandóság, kisebb mértékű vetemedés és lényegesen nagyobb ütésállóság. Az autógyártásban egyre jobban kedvelik a hosszú üvegszálakat tartalmazó PP-t, ahol szellőzőrácsot, műszerfaltartó keretet, akkumulátortartó szerelvényt

készítenek belőle. Növekszik alkalmazása a sport- és szabadidőcikkben, és jól bevált a vízzel, vegyszerekkel érintkező ipari eszközök gyártásában.

## **A PP-LGF fröccsöntése**

A PP-LGF granulátum feldolgozásakor az üvegszálak tördelődésének csökkentése érdekében a lehető legkisebb nyíró hatásra kell törekedni, azaz lehetőleg kis fordulatszámmal és kis torlónyomással kell dolgozni, de ezeknek elegendő nagyságúnak kell lenni a szálak és a mátrix jó homogenizálásához. A homogenitás feltétele a szálak megfelelő impregnálása granulátumon belül (lásd a 2. ábrán). Ilyen jól impregnált üvegszálak vannak a LNP Engineering Plastics cég Verton MFX márkanévű granulátumában.

Gazdaságossági okokból a feldolgozáshoz olyan fröccsöntő gépet célszerű választani, amely párhuzamos adagolásra képes. Ezáltal a plasztikálás a szerszámnyitáskor/záráskor és a kidobáskor sem áll le, és a rövidebb ciklusidő alatt hosszabb idő áll rendelkezésre a homogenizáláshoz.

Az utónyomás legyen kicsi. Megfigyelték, hogy a beömlőnyílás közelében aránytalanul nagy a száltördelés annak ellenére, hogy itt a legkisebb az ömledék folyásútja. Ez azzal magyarázható, hogy a falnál megdermedő ömledékből kiállnak a hosszú üvegszálak. Az utónyomás hatására utántöltődő ömledék ezeket letöri, és besodorja a formadarab magjába.

A mérsékelt nyíró hatás nagy fúvókával, optimális beömlőrendszerrel, folyamatos átmenetekkel érhető el. A hosszú üvegszálak kevésbé koptatják a gépet és a szerszámot, mint a rövid szálak, mert ugyanolyan száltartalom mellett kevesebb a vésőszerű szálvég.

Az Engel cég Fibermelt elnevezéssel optimalizált plasztikáló egységet tartalmazó fröccsöntő gépet kínál PP-LGF kíméletes feldolgozására. A speciális kiképzésű csigával a késztermékben az üvegszálak hossza elérheti a 6–7 mm-t.

Ha a fröccsöntéskor az üvegszálmentes PP homo- vagy kopolimerhez hosszú üvegszálal PP granulátumot (PP-LGF koncentrátumot) kevernek, a technológia fontos eleme a gravimetriás granulátumbemérő és -adagoló rendszer, amely nem okozhat szálsérülést. Az adagolórendszer keverőkamrájába elsőként az üvegszálal koncentrátumot (ha hulladékörleményt is használnak, ez megelőzi a koncentrátumot), majd az üvegszálmentes PP granulátumot juttatják be.

## **Tárolóláda fröccsöntése hosszú üvegszálal PP-ből**

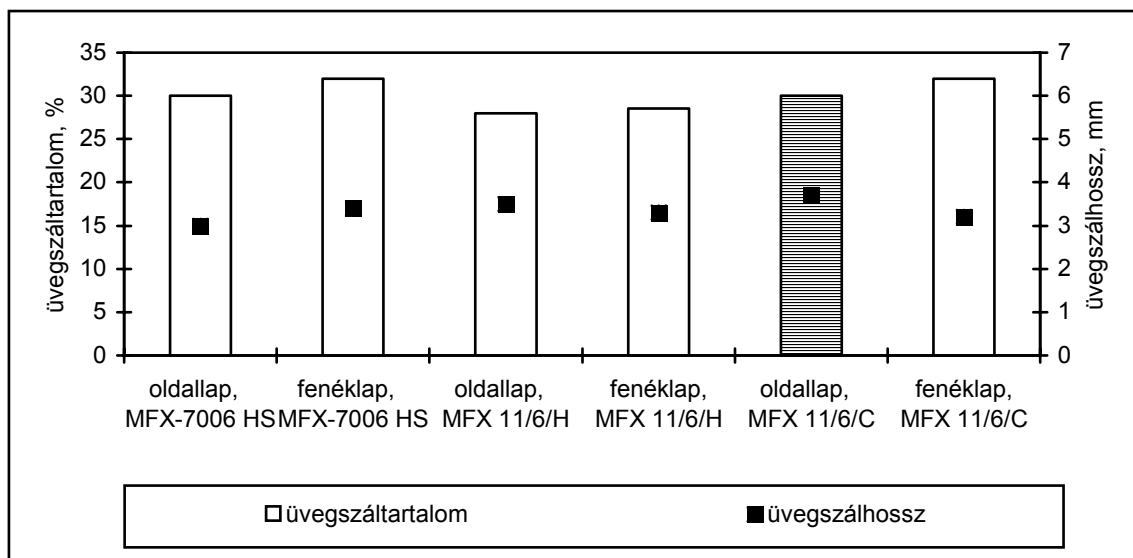
Különböző típusú PP-LGF-ből (1. táblázat) az ismertetett módon (de szokásos, 60 mm átmérőjű csigát tartalmazó gépen) 300x190x95 mm méretű, 2,4 mm falvastagságú, egymásba csúsztatással halmozható tárolódobozokat fröccsöntöttek. A beömlés a doboz fenéklapján volt. Ebből a fenéklapból és az

egyik 190x95 mm-es oldallapból vízszugárral vágják ki a vizsgálatokhoz szükséges, ISO szabványoknak megfelelő próbatesteket, és ezáltal elkerülték a csákolással vagy marással bevitt hibákat. Az üvegszálak hosszát és az üvegszáltartalmat hamvasztás után mérték. A 3. ábrán látható, hogy az üvegszálak egységesen 3,1–3,6 mm hosszúak, és az üvegszáltartalom 30% körül van.

1. táblázat

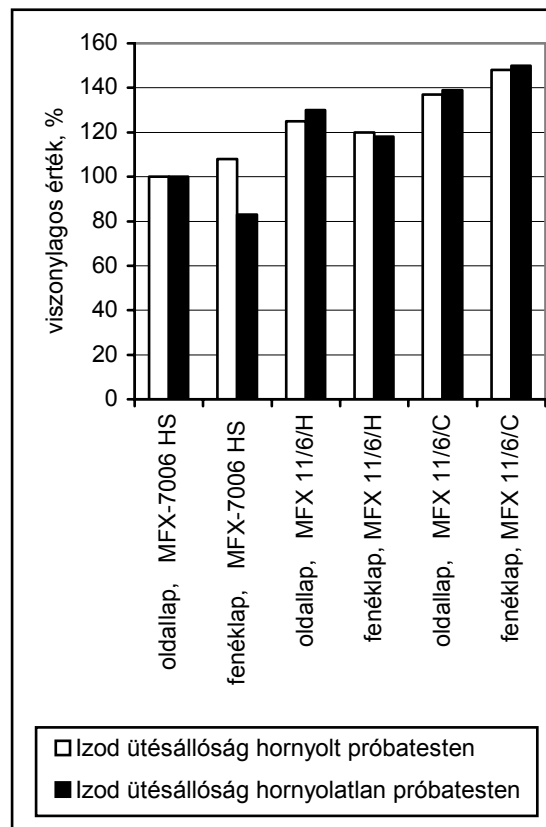
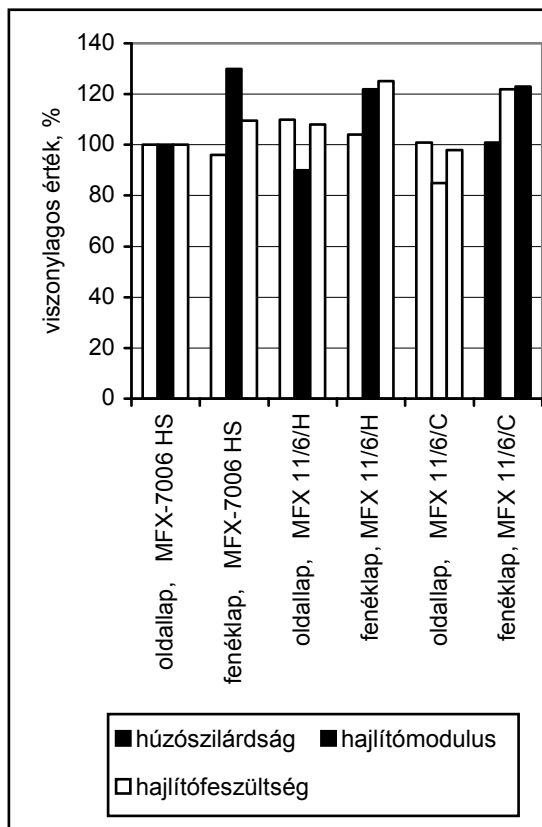
A fröccsöntéshez használt anyagok márkaneve  
és összetétele

Márkanév	Összetétel
MFX 7006 HS	Verton MFX 7006 HS, fekete (hőstabilizált PP-LGF 30)
MFX 700-11/6/H	Verton MFX 700-11 HS (hőstabilizált PP-LGF 57) PP homopolimerrel PP-LGF 30-ra hígítva
MFX 700-11/6/C	Verton MFX 700-11 HS (hőstabilizált PP-LGF 57) PP kopolimerrel PP-LGF 30-ra hígítva



3. ábra A próbatestek üvegszáltartalma és a bennük levő üvegszálak hossza

A 4. ábra mutatja a próbatesteken mért viszonylagos mechanikai tulajdonságokat. Viszonyítási alap a pultrúzióval készített PP-LGF 30. Az üvegszálak koncentrációjának bekeverésével készített PP-LGF próbatestek ütésállósága nagyobb, a kopolimerrel „hígított” polimeré természetesen valamivel nagyobb, mint a homopolimert tartalmazóé.



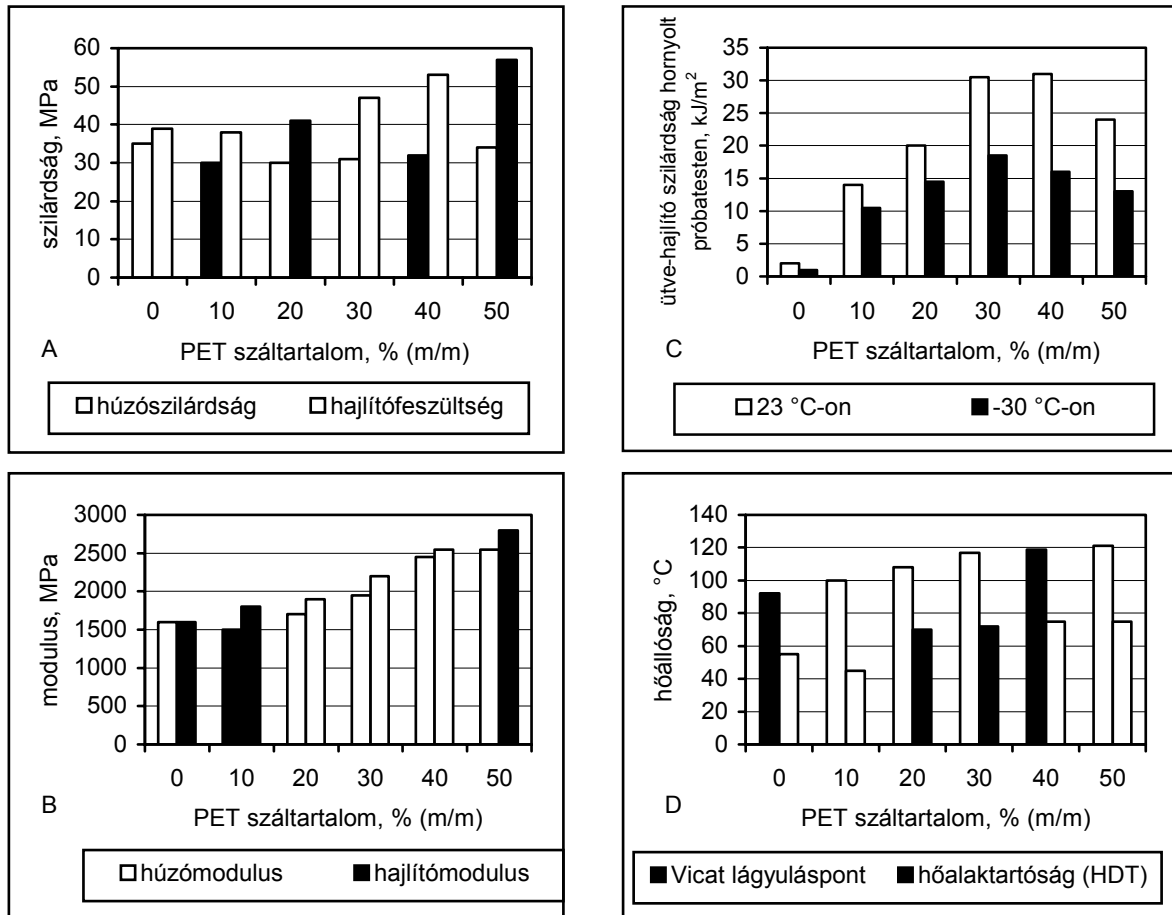
4. ábra A tárolóládából kivágott próbatestek viszonylagos mechanikai tulajdonságai

Valamennyi próbatesten hasonló húzószilárdságot mértek. Ezt ugyanis elsősorban az üvegszálak beágyazottsága, azaz az impregnálás minősége határozza meg, ezért közömbös, hogy a mátrixot homo- vagy kopolimer képezi-e. A hajlítómodulusban és a hajlítófeszültségben észlelt 5–20%-os eltérések sem tekinthetők jelentősnek

## PET szállal erősített PP

A PP módosításának új lehetőségét fejlesztették ki a németországi TITK-ban (Thüringisches Institut für Textil- und Kunststoff-Forschung eV, Rudolstadt), ahol PET szálak adagolásával állítottak elő kedvező merevség/szívósság arányú polimereket. A keverékekhez a KoSa cég 710 típusú, 8,35 dtex finomságú, 76 N szakítószilárdságú termékéből készített rövid vágott PET szálakat, mátrixként a Basell Novolen 1180 P típusú PP homopolimerjét használták. A keverékeket egy erre a célra kifejlesztett és szabadalmaztatott száladagoló berendezéssel ellátott kétcsigás extruderben készítették el. A vizsgálatokhoz a granulátumból szabványos próbatesteket fröccsöntöttek.

A különböző száltartalmú keverékek tulajdonságai az 5. ábrán láthatók.



5. ábra PET szál tartalmazó PP keverékek tulajdonságai a száltartalom függvényében

A szakítószilárdság a PET szál mennyiségének növekedésével csak csekély mértékben változik a szálmentes PP-éhez képest aminek oka valószínűleg a PET szál erőteljes nyúlása. A hajlítófeszültség ezzel szemben növekszik a száltartalommal, mert a PET szál ennek az igénybevételnek erősebben áll ellen (A kép). 30% száltartalomig folyamatosan nőtt a próbatestek adott húzófeszültséghez tartozó nyúlása, ami ugyancsak a PET szálak 20%-os nyújthatóságának a következménye.

A PP ütésállóságának növelésére használt hőre lágyuló elasztomerek rugalmassági modulusa kisebb, mint a PET szálé, ezért ezek csökkentik a keverékek szilárdságát és merevségét. A PET szálakkal elért modulusokat a B kép mutatja.

A PP alappolimer egyik hátrányos tulajdonsága a 23 °C-on és hideg környezetben egyaránt tapasztalt horonyérzékenység, amelyet a hornyolt próba-

testen mért ütésállósággal jellemeznek. A C képen látható, hogy már 10% PET szál hatására hatszorosára nő ez a fajta ütésállóság, amely 30-40% PET száznál éri el a legmagasabb értéket. Valamennyi próbatest ún. zsarnértöréssel törik, azaz az ilyen anyagot gépkocsialkatrészhez alkalmazva kicsi a szilánkos törés veszélye.

A hőállóság (*D* kép) egyik mérőszáma, a terhelés alatti lehajlás hőmérséklete (HDT) 10% PET szál hatására csökken az alappolimeréhez képest. Ez azzal magyarázható, hogy a kis mennyiségű szál hajlító igénybevétellel szembeni nagyobb ellenállása nem tudja ellensúlyozni a határfelületeken óhatatlanul kialakuló hibahelyek negatív hatását. 20% szállal már a PP homopolimerénél valamivel magasabb HDT-érték mérhető, amely további szálmennyiség hatására már gyakorlatilag nem változik. A Vicat hőállóság (B módszerrel, 50 K/h hőmérséklet-emelkedéssel mérve) ezzel szemben fokozatosan nő a száltartalommal. Ütésállóságot növelő hőre lágyuló elasztomer hatására a PP keverékek Vicat hőállósága általában jelentősen csökken.

A TITK PET szállal erősített PP-inek hornyolt próbatesten mért ütésállósága 15–35 kJ/m<sup>2</sup>, E-modulusa 1000–3000 MPa között van. Ezek az értékek tanúsítják, hogy ezeknek az erősített polimereknek a merevsége és a szívóssága is kedvező, ami a szilánkmentes töréssel együtt különösen alkalmassá teszi őket autóiipari alkalmazásra.

**(Pál Károlyné)**

Bär, M.; Egger, P.; Tesar, R.: Flexibel und kostengünstig. Inline-Abmischen von Langglasfaser-PP-konzentrat. = Kunststoffe, 92. k. 8. sz. 2002. p. 42–44, 46.

Olschak, S; Reinemann, S.: PET-faserverstärktes Polypropylen. = Kunststoffe, 92. k. 4. sz. 2002. p. 97–98.

## **EGYÉB IRODALOM**

Witzleben, M.; Kollenberg, W.: Keramik-Spritzgießen in der Praxis. (Kerámiák fröccsöntése a gyakorlatban.) = Kunststoffe, 92. k. 6. sz. 2002. p. 52–57.

PET-Preforms im kleinen Stil. (Automatikus palackgyártó berendezések kis feldolgozóüzemek számára.) = Kunststoffe, 92. k. 7. sz. 2002. p. 52–51.

Gotzmann, G.: Werkstoffe mit multifunktionen. Kunststoffe in der Kommunikations- und Informationstechnik. (Sokfunkciós anyagok. Műanyagok a kommunikációs és információs technikában.) = Kunststoffe, 92. k. 6. sz. 2002. p. 97–108.

# HÍR

## ABS-re épülő új polimerkeverékek

A BASF cégcsoport új kínálatában szerepelnek az ABS/PA 6 keverékeken alapuló Terblend N termékcsalád tagjai, amelyekben a termékismertető szerint sikerült megvalósítani a szívósság és a merevség közötti helyes egyensúlyt. Az alapanyag könnyen feldolgozható, a belőle gyártott termék pedig kellemes tapintású és tetszetős megjelenésű. A termékek a magas fényűtől a mattig sokféle felülettel állíthatók elő. A töltőanyag nélküli változat (sűrűsége  $1,07 \text{ g/cm}^3$ ) különösen alkalmas alapanyaga a gépkocsik belső tartozékainak (pl. támasztóelemek, kesztyűtartó, légsákfedél), ill. bizonyos külső elemeknek (pl. a visszapillantó tükör háza). Az autóipar mellett az elektronikai iparban és telefonkészülékekhez is felhasználható. A felsorolt cikketek eddig főleg ABS-ből, PC/ABS, PC/PBT vagy ABS/PBT keverékekből állították elő.

Az ABS/PA 6 keverék hangtompító hatása különösen előnyös a gépkocsikban gyakran fellépő „bádoghang” kiküszöbölésére. Vegyszerállósága jobb a PC/PBT-énél, sőt még az üvegszál-as poliamidénál is.

A rendkívül szívós, töltőanyag nélküli Terblend NMX03 hornyolt próbatesten mért Izod ütőszilárdsága szobahőmérsékleten  $65 \text{ kJ/m}^2$  (kb. 30%-kal nagyobb a PC/ABS értékénél),  $-30 \text{ °C}$ -on pedig  $50 \text{ kJ/m}^2$ . A töltőanyag nélküli, rendkívül merev NM-12 típus rugalmassági modulusa  $2200 \text{ MPa}$ , az üvegszál-erősítésű NG-02 és NG-04 [8% (m/m), ill. 20% (m/m)] jelű változatoké  $4310 \text{ MPa}$ .

A GE Plastics cég új generációs ABS/PBT ötvöze, a Cytra ugyancsak az eddig alkalmazott műanyagok helyettesítésére alkalmas. A termék rendkívül ellenálló benzinnel, olajjal, zsírokkal, mosószerekkel és kozmetikumokkal szemben. Színezés nélkül is alkalmazható, mérettartása alacsonyabb hőmérsékleten is jó.

A Cytra XCT 100 típust műszerházakhoz, porlasztófejhez ajánlják. Sűrűsége  $1,10 \text{ g/cm}^3$ , Izod ütőmunkája  $864 \text{ J/m}$ , rugalmassági modulusa  $2170 \text{ MPa}$ .

A Cytra SCT 200 ütésálló ABS/PBT/PC ötvözet, amelynek sűrűsége  $1,22 \text{ g/cm}^3$ , Izod ütőmunkája  $810 \text{ J/m}$ . Porlasztófej, ajtókeret-burkolat, jégmentesítő rács, központi támasztóoszlop és ajtóborítás céljára ajánlják.

*(Plastics Technology, 48. k. 9. sz. 2002. p. 31.)*