

Poliamid kétkomponensű fröccsöntése más polimerekkel

Kétkomponensű fröccsöntéssel gazdaságosan gyárthatók többfunkciós formadarabok. Egy német kutatócsoport azt tanulmányozta, hogyan lehet rosszul összeférő polimereket, pl. poláros poliamidot és apoláros polipropilént úgy kofröccsönteni, hogy a határfelületen megfelelő kohézió alakuljon ki. Egy németországi vállalat pedig hőre lágyuló poliamid és hő+nyomás hatására vulkanizáló kaucsuk kofröccsöntésére dolgozott ki eljárást.

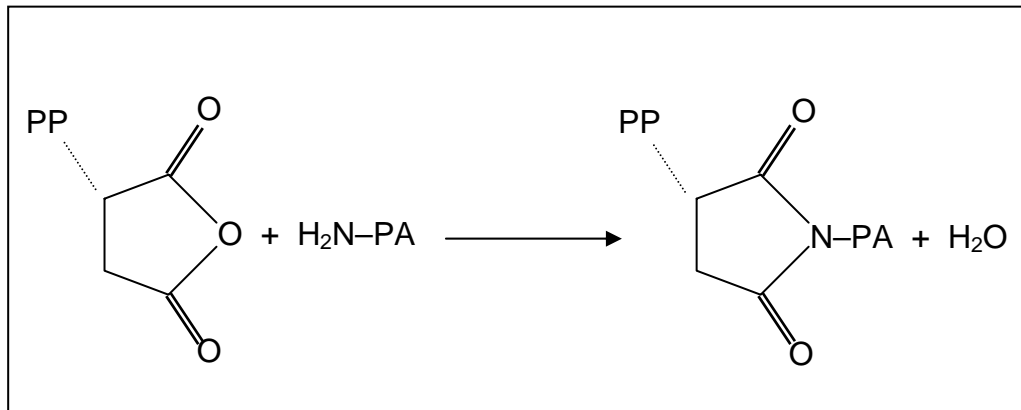
Tárgyszavak: műanyag-feldolgozás; kofröccsöntés; poliamid; polipropilén; HNBR; vulkanizálás; funkcionálás; gyártástechnológia; autóipar.

A kétkomponensű fröccsöntés (kofröccsöntés) – amelyben két különböző műanyagot egymás után ugyanabba a szerszámba fröccsentenek be – egyre kedveltebb eljárás. *Ezzel a technikával többfunkciós terméket lehet előállítani, utólagos összeszerelést lehet megtakarítani, néha pedig egészen szokatlan műszaki megoldásokat lehet produkálni.* Az utóbbira példa egy olyan formadarab, amelyben az első fröccsöntéssel létrehozott darab mozog (pl. forog) a második lépésben ráfröccsöntött héjban. Ilyen szerkezet csak akkor hozható létre, ha a két műanyag inkompatibilis (összeférhetetlen), azaz közöttük semmiféle kötés nem alakul ki. Számos esetben viszont éppen arra van szükség, hogy a két műanyag tökéletesen „összenőjön”. Ez a követelmény olyankor, ha egy kemény műanyagból készítik egy formadarab vázát és szilárdságát adó részét, de a kellemes, puha tapintás érdekében felületére elasztomert fröccsöntenek, amelynek a formadarab teljes élettartama alatt jól kell tapadnia az alatta lévő felülethez. Ez esetben az összeférhetőség hiánya hátrányos, a jó tapadást felületkezeléssel, tapadást javító anyag (kapcsolóanyag) felvitelével vagy más módon – pl. az egyik polimer kémiai módosításával – próbálják elérni. A kapcsolóanyagok olyan funkciós csoportokat (pl. poláros és apoláros csoportokat) tartalmaznak, amelyek a fröccsöntéshez használt mindkét műanyaggal kapcsolatot tudnak teremteni, mintegy ragasztóanyagként működnek. Kémiai módosításkor pedig a társopolimerrel reakcióba lépő csoportokat építenek az egyik polimerbe.

Poliamid és polipropilén társítása

A poliamid (PA) poláros, a polipropilén (PP) apoláros műanyag, eredeti állapotukban összeférhetetlenek, mégis készítenek keverékeket ebből a két polimerből. Ha ugyanis maleinsavanhidriddel (MSA) ojtott PP-t (PPgMSA) és poliamidot együttesen reaktív extrúzióknak vetnek alá, stabil keveréket kaphatnak. Megfelelő feldolgozási paraméterek mellett ugyanis kémiai reakció játszódik le a két polimer között, a polimer-

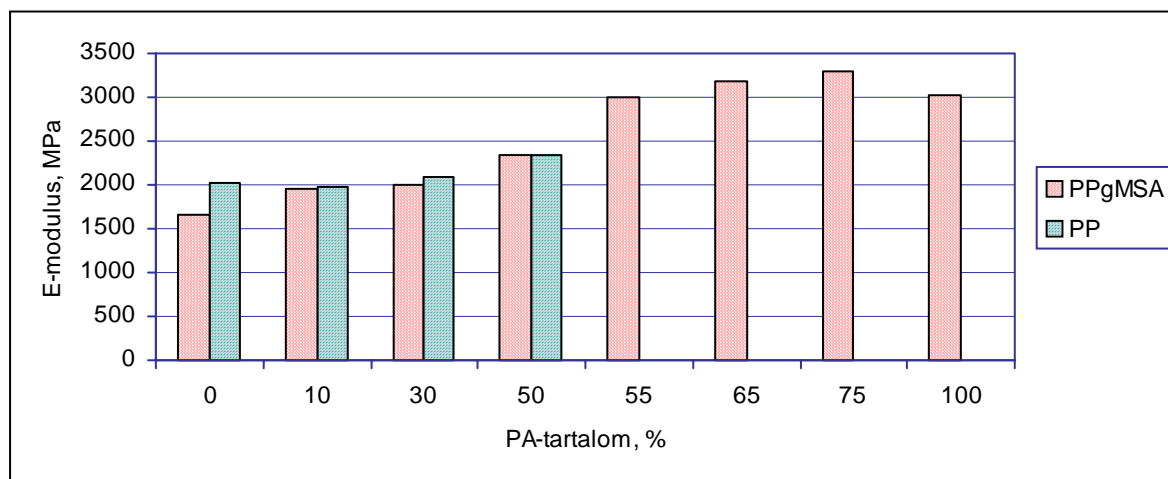
fázisok között létesülő kovalens kötések PP-PA blokk-kopolimereket hoznak létre (1. ábra). Az ilyen PP-PA keverékek felhasználhatók kapcsolóanyagként is a két polimer kétkomponensű fröccsöntésekor, de önállóan is szerepelhetnek egyik fröccspartnerként.



1. ábra A maleinsavanhidriddel ojtott PP és a poliamid kémiai reakciójának egyszerűsített vázlata

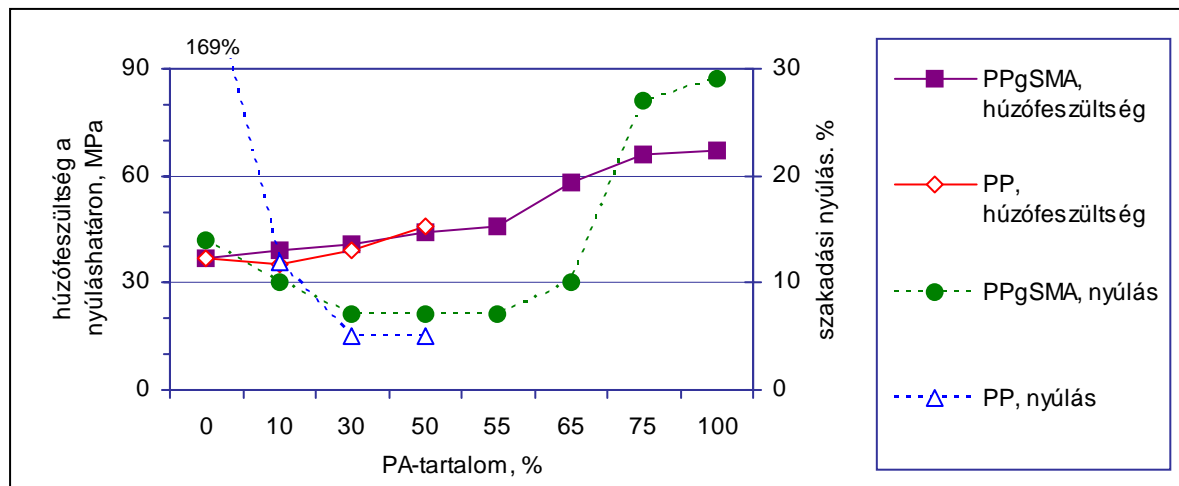
Keverékek PA-ból és PPgMSA-ból, ill. standard PA-ból

Egy német kutatócsoport különböző arányú keverékeket készített poliamidból és maleinsananhidriddel ojtott, ill. ojtatlan standard polipropilénből. A PA minden esetben a **BASF AG Ultramid B3** típusú terméke volt. Ojtott PP-ként a **Kometra GmbH** 1,2% maleinsavanhidridet tartalmazó *Scona TPPP 2112* termékét, standard PP-ként a **Basell cég Moplen HF 500 N** nevű termékét alkalmazták. A PPgMSA/PA keverékek aránya 100–0%, a PP/PA keverékeké 100–50% tartományban változott. A keverékeket ZSK 30 típusú kétcsigás extruderben, 100 min^{-1} csigafordulattal készítették el. A csiga mentén a hőmérséklet 240–205 °C volt.



2. ábra A PPgMSA-PA és a PP-PA keverékek rugalmassági modulusa a keverék PA-tartalmának függvényében

A keverékekből fröccsöntött szabványos próbatesteken mért mechanikai tulajdonságokat a 2–3. ábra mutatja. Látható, hogy a PA-tartalom növekedésével nő a keverék modulusa, és 50% PA-tartalom mellett már eléri a gyártó által megjelölt 3000 MPa húzószilárdságot, sőt a 65 és 75% PA-t tartalmazó PPgMSA keverékek E-modulusa meg is haladja ezt az értéket. Az infravörös spektroszkópiás felvételek igazolták, hogy a PPgMSA/PA keverékekben kémiai kötések képződtek, a PP/PA keverékek ezzel szemben fizikai keverékek voltak.



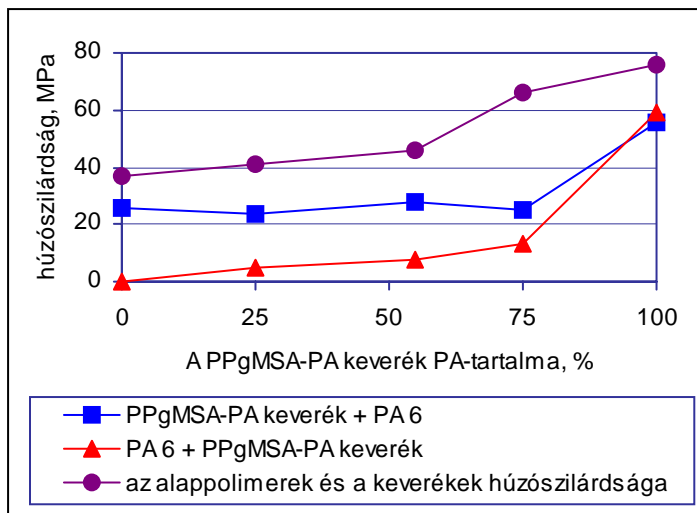
3. ábra A PPgMSA-PA és a PP-PA keverékek húzófeszültsége a nyúláshatáron és szakadási nyúlása a PA-tartalom függvényében

Kétkomponensű fröccsöntési próbák

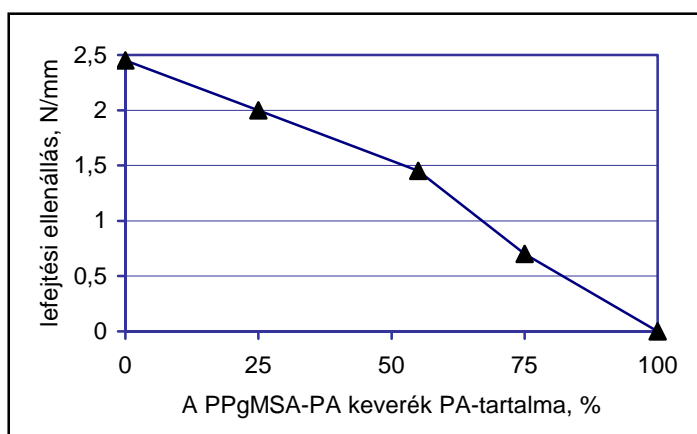
A kétkomponensű fröccsöntési próbák (kofröccsöntés) során ún. kemény/kemény kombinációkat készítettek, amikor a PPgMSA-PA keverékeket (közülük a 0, 25, 55, 75 és 100% PA-t tartalmazókat) tiszta PA-val társították. A kétféle polimerből olyan szakítópálcákat készítettek, amelyek egyik felét az első lépésben az egyik, a második lépésben a második felét a másik polimerből fröccsöntötték. A két polimer tompahegészteshez hasonló határfelülete a próbatest közepén 4x10 mm volt. Az első kísérlet-sorozatban az első polimer mindig az aktuális PPgMSA keverék volt, és erre fröccsöntötték rá a tiszta PA-t; a második sorozatban a PA volt az első polimer, és erre fröccsöntötték a PPgMSA keverékeket. A kofröccsöntött pálcákon mért húzószilárdságot a 4. ábra mutatja. Látható, hogy a kétféle polimer közötti húzóerő lényegesen nagyobb ha a PPgMSA-ra fröccsöntik rá a PA-t, mint fordítva. A 25 MPa körüli érték a PA nélküli PPgMSA húzószilárdságának kb. 70%-a. A legnagyobb húzószilárdságot akkor mérték, ha a tiszta poliamidra ugyancsak tiszta poliamidot fröccsöntöttek, de az ilyen pálcák húzószilárdsága még mindig kisebb volt, mint az alappolimerből egykomponensű fröccsöntéssel készített pálcáké.

Készítettek kemény/lágy kombinációkat is; ilyenkor 2 mm vastag, 18 mm széles, 130 mm hosszú PPgMSA pálcákra 2 mm vastag elasztomerréteget (az **Advanced**

Elastomer Systems cég *Santoprene 101-64* jelzésű PP-EPDM keverékét) fröccsöntöttek, amelynek a lefejtési ellenállását mérték *DIN 53 289*, ill. *DIN 53 530* szabvány szerint. Az 5. ábrán látható, hogy a lefejtési ellenállás a PPgMSA-PA keverék PA-tartalmának növekedésével gyakorlatilag lineárisan csökken. Ha tehát egy formadarabot rugalmas bevonattal akarnak ellátni, és a szilárdságnak nagyobbnak kell lennie a tiszta polipropilénénél, célszerű kémiailag módosított PP és PA keverékét használni, de annak PA-tartalma ne haladja meg az 50%-ot.



4. ábra
A kofröccsöntéssel készített pálcák húzószilárdsága a fröccsöntött polimerek sorrendjének és a PPgMSA-PA keverékek PA-tartalmának a függvényében. (Az ábra feltünteti az alappolimerek és a keverékek eredeti húzószilárdságát is.)



5. ábra
A PPgMSA-PA keverékekre ráfröccsöntött PP-EPDM réteg lefejtési ellenállása a keverékek PA-tartalmának függvényében

Hőre lágyuló poliamid és hőre keményedő kaucsuk kofröccsöntése

Az autógyártásban ma már nem számít ritkaságnak az olyan kétkomponensű fröccsöntés, ahol hőre lágyuló kemény műanyagot rugalmas termoplasztikus elasztomerrel (TPE) társítanak. Az ilyen rendszerek jól beválnak az utastér belső kiképzésében, ahol a puha tapintású felületek növelik a kényelmet.

A gépkocsiban számos olyan alkatrész van (pl. olajteknő, szelepfedél), amely tömítést tartalmaz. Ezek hagyományos gyártásmódja szerint külön munkaműveletben fröccsöntik magát a formadarabot és külön munkaműveletben (esetleg másik műhely-

ben vagy gyárrészlegben) készítik el a tömitést, majd egy harmadik helyen – esetleg kézi munkával – helyezik vagy ragasztják be a tömitést. Mindegyik munkaműveletben ott a hibalehetőség, az egész gyártási folyamat hosszadalmas, bonyolult és drága. Kézenfekvő az az ötlet, hogy a tömitést kofröccsöntéssel közvetlenül az alkatrészen alakítsák ki.

A korszerű gépkocsik magas hőmérsékletű motorterében azonban a hőre lágyuló elasztomerek élettartama nem kielégítő, a tömitést tehát vulkanizálható anyagból kell készíteni. *Műszakilag nem könnyű megoldani azt, hogy ugyanabba a szerszámba először hűtést igénylő hőre lágyuló ömledéket, majd magas hőmérsékleten és nyomás alatt vulkanizálódó kaucsukot fröccsentsenek, és mindezt rövid ciklusidő alatt.* A **Lanxess Deutschland GmbH** (Leverkusen) azonban megoldotta ezt a feladatot. Egy folyadéktartály kétkomponensű technológiáját dolgozta ki. A tartály speciális *Durethan* poliamidból, a tömitést módosított nitrilkaucsukból (*HNBR*, *Therban AT*) készítik. A két komponens ciklusidejét pontosan összehangolták.

A gyártószerszám egy forgó asztalon helyezkedik el. Elsőnek a poliamidot fröccsentik be. Az ömledék megszilárdulásához szükséges hűtési idő eltelte után a szerszám kinyílik, és a PA előformát tartalmazó szerszámfél 180°-kal elfordul. A 2. állomáson a szerszám ismét zár, és itt fröccsentik be a kb. 180 °C-ra fűtött szerszámfélszekbe a HNBR kaucsukot. Amikor a vulkanizáláshoz szükséges idő eltelt, a szerszám kinyílik, a kidobók kiemelik a kész darabot. Az asztal elfordulásával a szerszám ismét az 1. állomáshelyre jut, maga a szerszám 180°-kal megfordul, és ezáltal megindítja a következő ciklust.

A zavartalan gyártás alapfeltétele a magas fokú automatizálás és az, hogy a szerszám hideg és meleg részét termikusan jól elkülönítsék egymástól. A rövid ciklusidő azáltal érhető el, hogy a kaucsuk vulkanizálása ugyanannyi idő alatt menjen végbe, mint a poliamid megszilárdulása. A vulkanizálást nyomás alatt kell végezni, mert a peroxid térhálósító szer egyébként felhabosítja a kaucsukot, a nem kielégítő mértékű vulkanizálás pedig megrövidíti a tömités élettartamát. A tapasztalatok szerint 80%-os térhálósodás után azonban a darab kivehető a szerszámból, és a teljes térhálósodást utóhőkezeléssel lehet elérni.

Az új eljárással elkészített mintadarabokat szobahőmérsékleten pukkasztási nyomásvizsgálatnak, illetve 150 °C-ig terjedő változó hőmérsékleten tartós termikus igénybevételnek tették ki. Az eredmények igazolták a várakozásokat. A darab poliamidból készített része a belső nyomástól nem szenvedett alakváltozást, a tömités pedig a termikus igénybevétel után is megőrizte eredeti maradó összenyomódását. A nyomásállóságot szimulációs program segítségével is ellenőrizték.

Összeállította: Pál Károlyné

Lurz, A.; Amesöder, S. stb.: PA 6/PP-Verbund im 2K-Spritzguss durch chemische Modifizierung. = Gummi, Fasem, Kunststoffe (GAK), 59. k. 7. sz. 2006. p. 447–453.

Achten, D.; Schulte, M.: Perfekt abgestimmt. = Kunststoffe, 96. k. 2. sz. 2006. p. 51–53.