

## Újdonságok a poliamidtermékek és a poliamid típusok gyártásában

*Tárgyszavak: öntött poliamid; prototípus; kis sorozatok gyártása; NylonMold eljárás; Forma1 modell; K2004; vízmelegítő fűtőblokkja; új PA-típusok.*

A poliamidok a legrégebben alkalmazott műanyagok közé tartoznak. Ennek ellenére mind az alkalmazás módjában, mind pedig a típusválasztékban folyamatosan születnek újdonságok. Ezek közül mutatunk be néhányat.

### Öntött poliamidtermékek gyártása kis sorozatban NylonMold eljárással

Az **rpm (rapid product manufacturing) GmbH NylonMold** nevű sajátos gyártási eljárásában kombinálja a szilikonszerszám előnyeit a poliamid 6 alapanyag tulajdonságaival. A prototípusok esetében csak akkor lehet jól felbecsülni egy leendő termék jellemzőit, ha a sorozatgyártásnál használttal megegyező alapanyagot használnak. Szilikonszerszámokkal jelentősen lerövidíthető az idő a megrendelés és a funkcionális prototípus elkészítése között. A módszer azonban nem csak prototípusok, hanem néhány száz darabos kis sorozatok gyártásához is alkalmazható. A *NylonMold* eljárás bonyolult formájú termékek előállításakor idő- és pénzmegtakarítást jelent a fröccsöntéshez képest.

A CAD adatok felhasználásával elkészítenek egy mestermodellt, amelynek segítségével *legyártják a szilikonszerszámot, majd ebbe a szerszámba öntik be a poliamidot. Az öntéskor anionosan iniciált gyűrűfelnylásos polimerizációt alkalmaznak. A monomert adalékokkal és katalizátorokkal keverik, egy keverőfejen átvezetik, még mielőtt az öntési folyamat megkezdődik. A polimerizáció exoterm folyamat, az öntött termékeket néhány percen belül ki lehet venni a szerszámból.*

*A késztermékeknek jó a vegyszerállósága, a hőállósága és a mechanikai szilárdsága, minőségük nem marad el a fröccsöntött poliamidból készült termékeké mögött. Ami a vízzel és duzzasztószerrel szembeni ellenállást illeti, az öntött PA 6 nem rosszabb a fröccsöntött PA 66-nál sem. A tulajdonságjavulás azzal magyarázható, hogy ez az öntés nyomásmentes eljárás, a készter-*

mékben gyakorlatilag nincsenek belső feszültségek. A reakciókörülményeket úgy választják meg, hogy nagy molekulatömeg és nagy kristályossági fok alakuljon ki, ami ugyancsak pozitív hatással van a termékjellemzőkre.

A *NylonMold* eljárással készült termékek hőállósága eléri a 150 °C-ot, mérettartóságuk kiváló, ellenállnak a hidrolízisnek és forró olajoknak. Az öntött poliamidok kopásállósága koptató és korrozív közegekkel szemben nagyon jó, összemérhető az acélével. A bányászat vagy a hajóépítés nehéz körülményei között is megállják a helyüket. Hőkezeléssel sterilizálhatók, ezért az élelmiszeriparban vagy gyógyászatban is alkalmazhatók. A villamosipar, a repülőgépgyártás és az űripar is érdeklődik a technológia iránt. Eddig azonban a legtöbb terméket az autóipar számára állították elő, elsősorban motortéren belüli alkalmazásra (hűtővíz és olajköralkatrészek, légbeszívás). Ez hetekkel meggyorsíthatja egy-egy újabb megoldás kipróbálását.

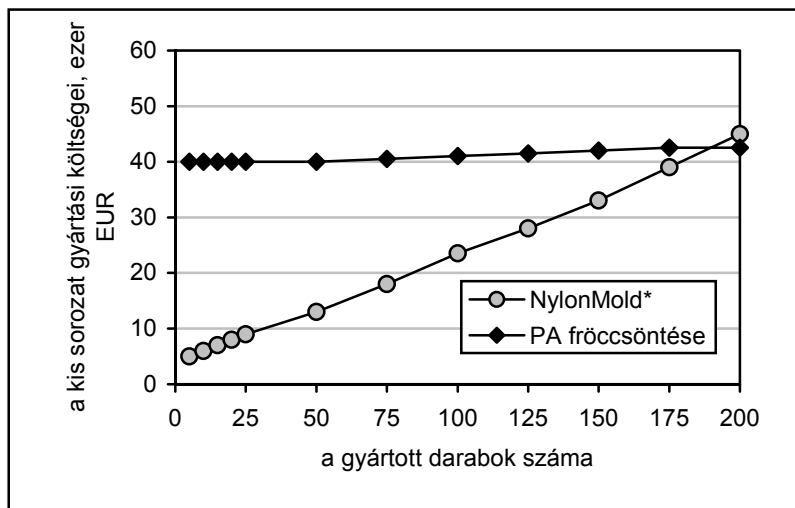
Hamarosan azok a vevők is részesülhetnek a *NylonMold* eljárás előnyeiből, akik erősített alkatrészek után érdeklődnek. Az **rpm GmbH** a **Fraunhofer Intézzettel** együttműködve egy sokat ígérő eljárás kidolgozásán fáradozik. A töltőanyagok bevitele növelné a rugalmassági modulust, az erősítetlen típusokéhoz képest legalább duplájára.

Már most is *meg tudják oldani csavarmenetek vagy más, a vevő által kért betétek beépítését. A betétek nagyon szilárdan rögzülnek a termékben. A NylonMold* eljárással készült darabok nem igényelnek utómegmunkálást. Ragaszthatók, hegeszthetők, lézeres megmunkálással alakíthatók, sőt lakkozhatók is. További fejlődési lehetőséget kínál a megsemmisíthető (kioldható, kiolvasható) magot alkalmazó ún. „lost core” technológia, amellyel üreges termékek is előállíthatók. A szerszámmag az öntés után „eltűnik”.

Az módszer legnagyobb előnye kis sorozatok esetében a hagyományos szerszámkészítés elmaradása – és ezt az öntött poliamid különlegessége teszi lehetővé. Az *1. ábra* mutatja a hagyományos fröccsöntéssel és a *NylonMold* módszerrel készülő termékek költségeit kis darabszámok esetében. Látható, hogy kis sorozat (100 darab) gyártásakor a megtakarítás kb. 20 E EUR, és a gyártási idő is kb. 30%-kal csökkenthető.

## **1:1 méretű autómodellek fémből és poliamidból**

A *Forma1* versenyautók fejlesztésében nagyon fontos szerepet játszanak a szélcsatorna-vizsgálatok, ahol a pontos mérésekhez 1:1 méretű funkcionális modellekre van szükség. A darmstadti **3D Systems GmbH SLS (szelektív lézershinterező) eljárással** szerszámok felhasználása nélkül, 3D-CAD adatokból képes poliamid és fém felhasználásával elkészíteni a szükséges modelleket. Itt a hűtőrendszer, az elektronika és különböző készülékházak elemeiről van szó. Az előállítás költségei ilyen módon jelentősen csökkenthetők, és a gyártási idő is kb. 30%-kal rövidül. Ez a gyors reagálás a fejlesztési igényekre rendkívül fontos a prototípusgyártók számára.



1. ábra  
NylonMold módszerrel és hagyományos fröccsöntéssel készülő kis sorozatú termékek költségei (\*ősmintával együtt). 5 darab 4000 EUR-ba kerül, a NylonMold előnye kb. 36000 EUR. 100 darabnál (tipikus kis sorozat) a megtakarítás 20 000 EUR

## Bonyolult alakú termékek poliamidból – egy átfolyó melegítő példája

Ma már nem számít luxusnak, hogy a lakás különböző pontjain hozzá lehessen férni hideg vagy meleg folyóvízhez. Akár központi melegvíztárolóval, akár átfolyósos fűtőberendezéssel a dolog egyszerűen megoldható. Ahhoz, hogy egy átfolyósos melegítőt a tusolófülkében vagy más szűk helyen lehessen elhelyezni, a berendezésnek kompaktnak kell lennie. Az átfolyó melegítők „lelke” a központi fűtőegység, amelynek alkarészeit mind villamosan, mind termikusan szigetelni kell, és biztosítani kell az átfolyó víz jó hatásfokú melegítését. Ez utóbbihoz az szükséges, hogy a víz többszörösen („hajtogatott útvonalon”) jusson át a fűtőegységen, és közben elég hosszú ideig érintkezzék a fűtőtesttel.

A **Stielbel Eltron** cégnél a fűtőblokkokat eredetileg kerámiából készítették, majd gazdaságossági okokból áttértek a rézbevonatú PPO-alkatrészekre. Ezen a szinten a berendezés 11 alkatrészből állt, közöttük négy fröccsöntött alkatrészből és három tömítésből. *Ezt próbálták egy későbbi fejlesztési fázisban teljesen műanyagból készült egységgel felváltani, hogy csökkentsék az alkatrészek számát, integrálják a különböző funkciókat, egyszerűsítsék a szerelést és nem utolsósorban csökkentsék az árat.* Így a fröccsöntött darabok számát háromra, a tömítések számát kettőre lehetett mérsékelni. Ehhez olyan anyagot kellett választani, amely egyszerre tesz eleget az alábbi követelményeknek:

- nagy szilárdság,
- kis kúszási hajlam,
- nagy hőállóság,
- nagyfokú stabilitás – forró vízzel érintkezve is,
- kitűnő folyóképesség,
- jó feldolgozhatóság.

A gyártó cég végül a **BASF** 35% üvegszállal erősített PA66 típusa (*Ultramid A3EG7*) mellett döntött, amely jól bírja a meleg vizet, és engedélyezve van ivóvízzel érintkező alkalmazásokban is. (Az anyag néhány műszaki jellemzőjét az *1. táblázat* foglalja össze.)

1. táblázat

Az integrált fűtőegység gyártásához használt *Ultramid A3EG7* jelű, 35% üvegszállal erősített PA 66 típus néhány műszaki adata száraz (sz.) és légnedves (n.) állapotban

Paraméter	Egység	Érték (száraz/légnedves)
Húzómodulus	MPa	11500 (sz.)/8500 (n.)
Folyási/szakadási feszültség	MPa	210 (sz.)/150 (n.)
Charpy ütésállóság	kJ/m <sup>2</sup>	95 (sz.)/105 (n.)
Maximális alkalmazási hőmérséklet	°C	240
Fajlagos térfogati ellenállás	ohm · m	10 <sup>13</sup> (sz.)/10 <sup>10</sup> (n.)

A víz megfelelő vezetéséhez az egy darabból készült fűtőblokk csököteg-szerű szerkezetet mutat, amelynek üregeit fröccsöntéskor csak magok alkalmazásával lehet kialakítani. Ezek a magok (a közepén levő osztás ellenére) elég hosszúak, ezért lehűlés után csak akkor lehet őket eltávolítani, ha a fröccsnyomás eloszlása az egyes magokra viszonylag egyenletes, ezért a magok csak minimálisan torzulnak. A tervezéskor oda kell figyelni arra, hogy a falvastagság lehetőleg azonos legyen. Ilyenkor ugyanis a folyási front is egyenletes, csökken a magok terhelése, és az így kialakult lyuk- és hibahelymentes szerkezet a víznyomást is jobban bírja. A szerszám kialakításában sokat segített egy szerszámfeltöltést szimuláló program.

A sorozatgyártásban robotokat használnak a szerszámból való óvatos kivételhez és az utómegmunkáláshoz. Az egész gyártást központi adatgyűjtéssel követik és ellenőrzik. A hibahelyek és feszültségócok kiszűrésére minden egyes darabot roncsolásmentes módszerrel, számítógépes tomográfiával ellenőriznek. Az eredetileg orvosi célra kifejlesztett eszköz alkalmas arra, hogy a sűrűségeloszlás egyenletességét vizsgálják a bonyolult alakú tárgy keresztmetszeteiben. A termék megvalósítása szoros együttműködést követelt az alapanyag- és a késztermékgyártó cég szakemberei között.

## A japán **UBE Industries** poliamid-újdonságai a **K 2004** kiállításon

A japán **UBE Industries** az egyik legnagyobb poliamidgyártó, amelynek kínálatában szerepel a poliamid 6, 66 és 12 is. A PA12-t *Ubesta* márkaneven

árulják. Az **UBE** Japánban 9 E t/év kapacitással rendelkezik a különleges típusok előállítására. A cég Japánban 61 E t/év, Thaiföldön 21 E t/év kapacitással gyárt PA 6-ot, az utóbbit 4 E t/év-vel növelni fogják. 2004-ben indult Spanyolországban a PA-kopolimerek gyártása 10 E t/év kapacitással. Thaiföldön az alapanyaggyártó cég mellett kompaundáló üzemet is kiépítettek.

Az **UBE** cég, amely már 20 éves tapasztalattal rendelkezik a PA 12 csövek gyártásában, *bevezetett egy saját fejlesztésű lézeres hegesztési technológiát, amely különösen a csövek csatlakoztatásában hasznosítható. A csatlakozások rögzítésére olyan lézeres hegesztőberendezést alakítottak ki, amely két tengely mentén is precízen ellenőrzi a lézersugár irányát.* Ez a megoldás sokkal termelékenyebb, mint a hagyományos villamos hegesztés, mert a hegesztett kötések másodpercek alatt elkészülnek. Az új hegesztési módszer jobban kielégíti a minőségbiztosítási és a környezetvédelmi követelményeket is.

Az **UBE** cég a K2004 kiállításon mutatta be *új poliamid elasztomerjét*, amelyben merev PA 12 szegmensek és speciális poliéteralapú lágy szegmensek találhatók. Az új termék, az *Ubesta XPA* hidrolízis- és fáradásálló, emellett átlátszó, ami megkülönbözteti a legtöbb eddigi elasztomertől. Az új anyagból várhatóan fröccsöntött termékek, csövek, fóliák, lemezek és szálak is készülhetnek.

Az UBE *többféle új fröccsönthető poliamidot* is bemutatott. Ilyenek pl.

- a nem fekete, UV-álló PA típusok, amelyeket elsősorban az autóipar-nak szántak,
- egy új alapanyag autóhűtők számára, amely PA 6 és PA 12 kopolimert is tartalmaz, és olcsóbb más, hasonló tulajdonságú anyagoknál,
- egy új égésgátolt poliamid nanokompozit.

Az extrúziós üzemekben nagyobb szilárdságú, rugalmas, de átlátszó típusokat igényelnek. Az UBE kihasználta azt az előnyt, hogy maga is vegyipari alapanyaggyártó, és olyan *különleges terpolimert* (három komponenst tartalmazó kopolimert) *állított elő*, amely megfelel ennek a komplex követelményrendszernek. A mélyhúzható, zsugorítható, ugyanakkor átlátszó poliamid kiváló alapanyag mind koextrudált fóliák, mind a nagy szilárdságú szálak számára.

**Dr. Bánhegyi György**

Spritzgiesswerkzeug ade. = Kunststoffe, 94. k. 11. sz. 2004. p. 34, 36.

Fahrzeugteile aus Metall und PA. = Kunststoffe, 94. k. 11. sz. 2004. p. 38.

Illner, S.; Bonten, C.; Lebriez, D.: Lange Leitung erwünscht! = Kunststoffe, 95. k. 2. sz. 2005. p. 101–102.

UBE showcases innovative developments at K2004. = Modern Plastics Worldwide, 81. k. 9. sz. 2004. p. 106.

## Röviden...

### Korszerűbb doboz a DVD csomagolásához

Az optikai eszközök csomagolásáért számos gyártó verseng egymással. A DVD lemezek csomagolása különleges figyelmet érdemel. *Az amerikai háztartások több, mint 60%-ában van DVD készülék, és 2007-re Európában is eléri a 67%-ot.* A lemezek vásárlására és kölcsönzésére fordított összeg már 2002-ben meghaladta a videokazettákét, és 2008-ra eléri a videoszoftverekre költött összeg 93%-át. A viszonylag drágább termék csomagolására is nagyobb gondot fordítanak, és majdnem kizárólag PP-t használnak erre a célra.

*A K'2004 kiállításon mutatta be a fröccsöntő gépeket gyártó Husky, a szerszámkészítő svájci AWM és a bremeni Ilsemann Automation cég közösen kifejlesztett, DVD dobozokat gyártó rendszerét.* Az új technológiával egyszerre nyolc 63 g-os doboz készíthető el 6 s alatt. A jelenlegi csomagolás tömege 75 g körül van. A Husky rendszerrel, 95%-os hatékonyság mellett, az anyagmegtakarítás révén 10%-kal nő a gazdaságosság. Emellett a szerszámok karbantartása és hozzáférése is javult; a víz és a levegő hozzávezetése könnyen elérhető, a fűtött csatornás szerszámon a karbantartást gépre szerelt állapotban is el lehet végezni. Az automata a fél dobozokat kiemeli a szerzámból, majd összeszereli és felhalmozza őket. 8-10 óra hűlés után már nem várható további zsugorodás, és a lemez behelyezhető.

A rendszer működés közben tanulmányozható a Husky cég boltoni bemutató központjában. Az erre a célra kidolgozott poliolefint Európában 40-60, Észak-Amerikában 100 g/10 min folyási számmal forgalmazzák, Ázsiában egy sokkal kisebb folyóképességű változatot kínálnak a feldolgozóknak.

Az átlátszóságot növelő adalékanyagot gyártó Milliken cég saját számára is jó reklámnak tartja a szép küllemű dobozokat. A dobozba helyezett, grafikával díszített, mindkét oldalán feliratos papír jól olvasható, nem szükséges külső papírcímkét alkalmazni. Ausztráliában a DVD dobozok 95%-a átlátszó, Ázsiában 30%, Európában 20%. Észak-Amerikában csak a TV-sorozatokat és a zenét csomagolják átlátszó dobozba.

*(Modern Plastics Worldwide, 34. k. 12. sz. 2004. p. 66.)*

### EGYÉB IRODALOM

Sommer, M. M.; Pässler, M.; Schledjewski, R.: Sandwichkonstruktion für Sportschläger. (Szendvicsszerkezetek sportütökhöz.) = Kunststoffe, 94. k. 5. sz. 2004. p. 89–91.

Eberlein, W.; Deuerlein, M.: Schweißzeit um Faktor zehn verkürzt. (Tizedére csökkentett hegesztési idő.) = Kunststoffe, 94. k. 1. sz. 2004. p. 68–70.