

### 2.5 | **Habszerkezetű formadarabok készítése rotációs öntéssel melegen kompaundált habosítható PP-ből**

*Tárgyszavak: polipropilén; habosítás; rotációs öntés; habosítószer; bekeverés ömledékben; extruder; összetétel; habszerkezet.*

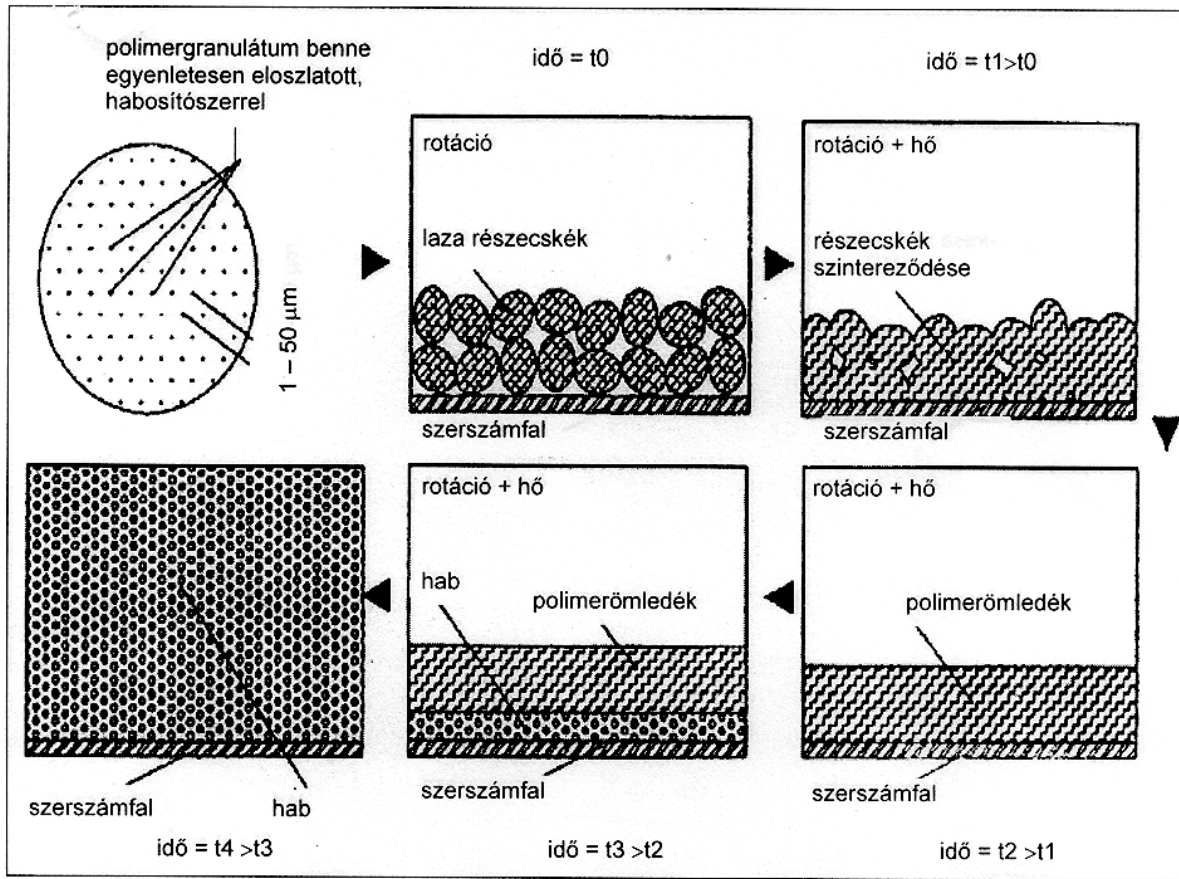
Rotációs öntéssel nagyméretű üreges testek gyárthatók viszonylag olcsó szerszámmal. A testeknek kikészítés nélkül is szép a felülete, és nagy a tömegükhöz viszonyított merevsége. Ha a szerszámba habosítószeret tartalmazó polimert töltenek, a termék fala habszerkezetű lesz. Maga a gyártási eljárás ilyenkor is ugyanazokból a lépésekből tevődik össze:

1. az alapanyag betöltése a szerszámba,
2. a meleg szerszám forgatása két egymásra merőleges tengely irányába,
3. a szerszám hűtése a forgatás fenntartása mellett,
4. a kész darab kivétele.

Habosítható alapanyag felhasználásakor csak kismértékben kell a gyártóberendezést módosítani. Mivel a habosított darab kisebb mértékben zsugorodik, mint a tömör falú, a könnyebb kivétel érdekében pl. érdemes a szerszámot kónuszosabbra tervezni. Mód van teljesen vagy részlegesen habosított falú, tömör fedőréteggel borított vagy habos felületű darabok készítésére. A tömör réteggel fedett darabok gyártásához kétféle anyagot használnak. A habosítható alapanyag rotációs öntésekor a ciklusidő 25-100%-os növekedésével kell számolni a hab kisebb hővezető képessége miatt.

A rotációs öntést atmoszferikus nyomáson végzik, ezért fizikai habosítószer (direkt gázbevezetés) nem alkalmazható, ehelyett kémiai habosítószer kell a polimerhez keverni. Ennek szokásos módja a polimerpor és a habosítószer egyszerű összekeverése (szárazkeverék készítése), de PP esetében az ebből készített formadarabok habszerkezete messze elmarad a polietilénből készültké mögött. Kanadai kutatók ezért olyan eljárást próbáltak ki, amelyben a PP-t előzőleg ömledékállapotban homogenizálták az azo-dikarbonamid habosítószerrel, és az így kapott granulátumot vagy az annak őrlése révén kapott port töltötték a szerszámba.

Az eljárás két – időben és térben is elkülöníthető – része az anyag-előkészítés és a rotációs habosítás.



1. ábra A rotációs habosítás folyamatának egymás utáni szakaszai

Az anyag-előkészítéskor a PP porhoz (ha az alappolimer granulátum formájú, ezt porrá őrlik) hozzákeverik a szükséges mennyiségű kémiai habosítószerrel, továbbá az esetleges aktivátort és a többi szükséges adalékot. Az így előállított szárazkeveréket extruderben homogenizálják, majd granulálják. Ezzel további feldolgozásra kész a habosítható granulátum, amelyet azonnal vagy tárolás után is be lehet tölteni a rotációs öntőszerszámba. Ha a feldolgozást por alakú anyaggal végzik, a habosítható granulátumot porrá őrlik.

A rotációs öntéskor a betöltött anyag szemcséi laza halmazt alkotnak ( $t_0$  idő), majd a forgás és a hő hatására szintereződnek ( $t_1$  idő), összeolvadnak ( $t_2$  idő). Ha a polimer falhoz legközelebbi része eléri a habosítószer bomlási hőmérsékletét, ez a réteg habosodni kezd ( $t_3$  idő), majd a habosodás kiterjed az anyag teljes tömegére ( $t_4$  idő), ill. addig tart, amíg a habosítószerből gáz fejlődik. A hab cellaszerkezete a habosítószer eloszlásának egyenletességétől függ; optimális esetben a habosítószer-részecskék egymástól való távolsága a granulátumban  $50 \mu\text{m}$  (1. ábra).

Mind az anyag-előkészítés, mind pedig a rotációs öntés kényes technológia, amelynél nagyon szigorúan be kell tartani a technológiai paramétereket. A habosított formadarab minőségét meghatározza az előkészített anyag összetétele, és ebben a lépésben nagyon kell arra ügyelni, hogy a habosítószer bomlása ne induljon meg. A rotációs öntéskor a beadagolt anyagmennyiség, a hőmérséklet és a technológiai idők pontos betartása a döntő.

A kanadai kutatók négyféle polipropilénnel végeztek kísérleteket, amelyek jellemzői az 1. táblázatban láthatók.

1. táblázat

A rotációs habosításhoz használt PP-k jellemzői

Jellemző	PP1	PP2	PP3	PP4
Gyártó	Montell	Montell	Millenium	Montell
Típusjelzés	PF633	SD812	MT4390 HU	SD242
Polimer jellege	homopolimer, HMS	kopolimer, közepes ütésállóság, HMS	kopolimer rotációs öntéshez	kopolimer, közepes ütésállóság, göcképzővel
Molekulaszerkezet	elágazó	elágazó	nem elágazó	nem elágazó
Eredeti forma	granulátum	granulátum	por	granulátum
Folyási szám, 230 °C/2,16 kg, g/10 min	5,5	16	20	35
Sűrűség, g/cm <sup>3</sup>	0,90	0,90	0,90	0,90

A habosítószerként alkalmazott azo-dikarbonamid (*Celogen AZ 3990*) 2,4–3,0 µm méretű sárga por volt, amely 205–215 °C között bomlik, és grammonként 220 cm<sup>3</sup> gázt (65% N<sub>2</sub>, 24% CO, 5% CO<sub>2</sub>, 5% NH<sub>3</sub>) fejleszt. A kísérletekben az eredetinek háromszorosára, ill. hatszorosára akarták a térfogatot növelni, ehhez a számítások szerint 0,73% ill. 1,83% AZ-t kellett a polimerhez keverni. A PP-keverékek egy részéhez 10, ill. 50 rész ZnO aktivátort adtak. A minták összetételét a 2. táblázat tartalmazza.

A kompaundálást 150 °C körüli hőmérsékleten végezték. Az 50 rész aktivátort tartalmazó keverékek bomlási hőmérséklete ez alá süllyedt, ezek a keverékek emiatt az extruderben részlegesen felhabosodtak, ezért ezeket a rotációs öntésből kihagyták.

A többi keveréket egy laboratóriumi rotációs berendezésen dolgozták fel. A szerszám 80 cm<sup>3</sup>-es, egy irányban (főtengelye körül) forgó hengeres test volt, amelyet csúszókar tölt be a kemencébe, ill. húzott ki abból. A hűtést vízzel végezték. Hatszoros habosításhoz 12 g, háromszoros habosításhoz 24 g anyagot töltöttek a szerszámba. A kemence hőmérséklete 300 °C volt. Feldol

gozás közben a belső hőmérsékletet a szerszám középpontjában mérték. Az idő–hőmérséklet görbék szerint a rotációs öntés alatt a belső hőmérséklet 15–30 °C/min sebességgel emelkedett, és maximális sebességét a habosítószer bomlása alatt érte el. A felhabosodott anyag teljesen kitöltötte a szerszámot; a formadarabnak tömör fedőrétege nem volt.

2. táblázat

Az anyag-előkészítéskor alkalmazott receptúrák

Minta jele	Összetétel	Habosítás mértéke	Átlagos cellaméret, $\mu\text{m}$
P101P	PP1 + 1,83% AZ + 10 rész <sup>1/</sup> ZnO	6	400–500
P102P	PP1 + 1,83% AZ + 50 rész <sup>1/</sup> ZnO	6	AZ bomlásnak indult <sup>2/</sup>
P103P	PP1 + 1,83% AZ	6	350–450
P104P	PP1 + 0,73% AZ	3	450–550
P201P	PP2 + 1,83% AZ + 10 rész ZnO	6	100–1150
P202P	PP2 + 1,83% AZ + 50 rész ZnO	6	AZ bomlásnak indult <sup>2/</sup>
P203P	PP2 + 1,83% AZ	6	1000–1150
P204P	PP2 + 0,73% AZ	3	450–550
P301P	PP3 + 1,83% AZ + 10 rész ZnO	6	1200–1400
P302P	PP3 + 1,83% AZ + 50 rész ZnO	6	AZ bomlásnak indult <sup>2/</sup>
P303P	PP3 + 1,83% AZ	6	1200–1400
P304P	PP3 + 0,73% AZ	3	500–600
P401P	PP4 + 1,83% AZ + 10 rész ZnO	6	1250–1350
P402P	PP4 + 1,83% AZ + 50 rész ZnO	6	AZ bomlásnak indult <sup>2/</sup>
P403P	PP4 + 1,83% AZ	6	1250–1350
P404P	PP4 + 0,73% AZ	3	550–650

<sup>1/</sup> 100 részre 10, ill. 50 rész, <sup>2/</sup> bomlás anyag-előkészítés alatt

A 2. táblázatban feltüntetett átlagos cellaméretből látható, hogy a nagy viszkozitású, elágazó molekulákból felépített PP1 polimerből egyenletesebb és finomabb cellaszerkezetű hab keletkezett, mint a többi PP-ből. A legszebb cellaszerkezetet akkor kapták, ha a háromszoros habosításra előkészített P103P keverékből 12 g-ot mértek be, azaz hatszoros térfogatára habosították a keveréket. Ez valószínűleg a nagy ömledékszilárdságnak köszönhető.

Megállapították, hogy a rotációs öntéssel előállított PP habok minősége nem érte el a PE-habokét, de melegen kompaundált keverékekből, az ömle

dékben elosztatott habosítószerrel megfelelő alappolimerrel, optimális receptúrával és anyag-előkészítéssel szebb habokat lehet előállítani, mint PP szárazkeverékből.

**(Pál Károlyné)**

Pop-Iliev, R.; Park, Ch. B.: Melt compounding based rotational foam molding technology for manufacture of polypropylene foams. = Journal of Reinforced Plastics and Composites, 21. k. 2. sz. 2002. p. 101–120.

The rotational molding process. = [www.ferryindustries.com/rot\\_mold.html](http://www.ferryindustries.com/rot_mold.html)

## HÍR

### Rotációs öntéssel formázott hab

A rotációs öntéssel feldolgozható polimereket forgalmazó európai vezető cég, az ICO Polymers egyik vásárlója ki akarja bővíteni választékát olyan környezetvédelmi szempontból kifogástalan raklapmozgató rámpával, amelyet veszélyes anyagok kezeléséhez használnak. Az eddig használt rámpa alumíniumból készült, amelynek az előállítása költséges, és vegyszerállósága sem kielégítő. Az új rámpának nagyobb terhelést kell elviselnie, könnyebbnek kell lennie, és jobb vegyi ellenállást várnak el tőle.

Ezek figyelembevételével az ICO ajánlása szerint a rotációs öntéssel formázott és habosított PE-LLD az optimális megoldás. A feldolgozásnál a One-Shot habosítási eljárást alkalmazzák a különleges PE-LLD porhoz. Ezzel kialakul a külső héj, amelynek a belsejét granulátumból készített hab alkotja. Mindkét komponenst, még bonyolult alakzat esetén is, egy ütemben, két melegítési ciklussal formázzák. A kész hab sűrűsége  $150 \text{ kg/m}^3$ , ezzel jelentősen csökken a tömeg, de megfelelő a szilárdság. A szerszám elkészítése után kezdik meg a folyamatos gyártást.

*(Macplas International, 2002. 2. sz. máj. p. 55.)*