

## A fenntarthatóság javítása és a költségek csökkentése polipropilén habokkal

A PP habok több éve jelen vannak a piacon, fejlesztésük és alkalmazásuk egyre szélesebb, köszönhetően előnyös tulajdonságaiknak a PS és EPS polimerekkel szemben. Az extrudált, a fröccsöntött és a fúvott PP habok fontos alkalmazási területei az autóipar, a csomagolás, az építőipar, a fogyasztási cikkek és az ipari termékek.

*Tárgyszavak: polipropilén habok; extrudálás; fröccsöntés; autóipar; építőipar; csomagolás.*

A polipropilén (PP) habosítása egyre népszerűbbé vált az elmúlt években. Az extrudált, a fröccsöntött és a fúvott habok fontos alkalmazási területei az autóipar, a csomagolás, az építőipar, a fogyasztási cikkek és az ipari termékek. A költségcsökkentés mellett a habosított PP-k iránti megnövekedett kereslet fontos mozgatórugója a fenntarthatósági kezdeményezések teljesítése azáltal, hogy kevesebb az alapanyag felhasználás, és alternatívát kínálnak a PS és az EPS polimerekkel szemben, melyeket kevésbé „környezetbarátnak” tartanak.

Az autóiparban a súlycsökkentés még nagyobb lendületet vesz az elektromos járművek térhódításával, ami várhatóan szintén hozzájárul a habosított PP keresletének növekedéséhez. Ugyanez vonatkozik a csomagolásra is a fenntarthatóság által, de meg kell említeni a fizikai és kémiai – néha mindkettő kombinációját – habosítási technológiák fejlődését is. Példaként hozható a Trexel MuCell közvetlen gázbefecskendezési eljárásának továbbfejlesztése, amely lehetővé teszi a vékonyfalú termékek fröccsöntését korábban nem lehetséges szinten. Az iD Additives, az Avient és a Trexel kémiai habosítószer-gyártók pedig olyan készítményeket vezettek be, amelyekkel nagyon kis cellaméretű, egyenletes eloszlású és igen esztétikus mikrocellás habok állíthatók elő. A SABIC és az Asahi Kasei Plastics PP alapanyag- beszállítók az extrudált és öntött PP habszerkezetekhez kiváló ömledékszilárdságú típusokat, valamint kifejezetten habosításra alkalmas speciális erősített kompaundokat ajánlanak.

A Markets & Markets piackutató cég 2018-as tanulmánya megállapítja, hogy az extrudált PP habok globális piaca évente közel 7%-kal nő 2023-ig. Iparági szakemberek szerint a csomagolásra vonatkozó új jogszabályok kulcsfontosságú növekedési potenciált jelentenek a jelenlegi megoldások PP alapú habbal való felváltásához. A PP hab bővülése kétszámjegyű, főleg a fröccsöntésben. Ugyanakkor a PP ellátási problémák egyre inkább érintik a habosított extrudált alkalmazásokat az építőiparban, így ez korlátozza a növekedést. A habosítás és a vékonyfalú termékek előállítása pozitívan hat a költség- és súlycsökkentésre, valamint javítja a gyártási ciklus hatékonyságát. A PP alapanyag árak emelkedését kétféleképpen lehet kompenzálni a költségek szempontjából: habosítással vagy adalékolással.

A Trexel cég ugyanakkor nem lát bizonyítékot arra, hogy a PP árak emelkedése a habosítás bevezetésére késztetné a feldolgozókat, ugyanis a MuCell eljárás és kisebb mértékben a kémiai habosítószeres esetében jelentős időráfordítás és elkötelezettség szükséges a habosított alkatrészek kereskedelmi sikerének realizálásához. A habosított termékek minősítése gyakran szükségessé teszi a terméktervezés átalakítását, hogy a fizikai tulajdonságok megfeleljenek a követelményeknek. Ha az alapanyag árak emelkednek, és az általános egyetértés az, hogy ez továbbra is így marad, akkor a gazdaságosabb habosítás vonzóbbá válik.

## Autóipari trendek

A habosítható PP kompaundokat közel két évtizede használják az autóiparban az alkatrészek tömegének csökkentésére. A közelmúltig használatukat elsősorban a szerkezeti, nem látható alkalmazásokra korlátozták a rossz felületi minőségük miatt. A könnyű, esztétikus beltéri alkatrészek iránti keresletnövekedés, valamint a ciklusidők, az anyagfelhasználás és a költségek csökkentésére irányuló törekvések elősegítik az új generációs, esztétikusabb felületi minőségű PP habanyagok kifejlesztését. Az autó beltéri elemek az üzemanyag-fogyasztás és a károsanyag-kibocsátás csökkentésére irányuló megatrend részeivé váltak.

Az elektromos járművek gyártásának hirtelen megugrása hozzájárul ehhez a trendhez, mivel a tömegük összefüggésben van a hatékonyságukkal és a hatótávolságukkal. A habosított PP polimerek fontos szerepet játszhatnak a kisebb sűrűségű, 8–10%-kal könnyebb alkatrészek előállításában. A jobb áramlási tulajdonságoknak köszönhetően pedig vékonyabb alkatrészek gyárthatók és a tervezési szabadság is nagyobb lesz, ami még tovább csökkentheti a súlyt. A SABIC becslései szerint ezek a tényezők együttesen 20–25%-kal is mérsékelhetik az alkatrészek tömegét a nem habosítottakhoz képest.

Az elmúlt években a SABIC fókuszában olyan habosítható PP kompaundok fejlesztése áll, amelyek hozzájárulhatnak a súlycsökkentéshez, miközben kiváló felületi esztétikával rendelkeznek. Fontos szempont a felületi csíkok és hibák csökkentése, illetve a beszívódási nyomok elkerülése, még a vékonyfalú alkatrészeknél is. Jellemzően a belső elemeket legfeljebb 3 mm falvastagsággal tervezik, mert a vastagabb falak csökkentik a beszívódások előfordulását. A habosítás elegendő belső nyomást hoz létre a formázott részen belül, hogy ellensúlyozza a túlzott zsugorodást és csökkentse a beszívódásokat. Az optimalizált tervezés és feldolgozás kulcsfontosságú a PP habanyagokban rejlő értékek kinyerésére, mint pl. a maximális súlycsökkentés (1. ábra).

A MuCell habosítási eljárással szerzett jelentős autóipari tapasztalatok után a Trexel fokozott aktivitást mutat a töltetlen PP-k habosítása iránt. A látható beltéri autóalkatrészek egyike azon piaci szegmenseknek, ahol a cég *TecoCell* kémiai habosítószerét a kiváló felületi minőség miatt elismerték. *A TecoCell egyedülálló abban, hogy képes A-osztályú felületet biztosítani.*

Annak ellenére, hogy a habosított PP-t elsősorban nem A-osztályú, nem szerkezeti alkatrészek, pl. a motortérben akkumulátortartók és a burkolatok, előállítására használják, az Asahi Kasei Plastics célja a félszerkezeti alkalmazások irányában való elmozdulás. Erre lehetnek jövőbeli példák a padlókonzolok, térképzebek, kalaptartók és belső kárpitelemek.

Az Avient Sibol szerint a PP habok autóipari potenciálja tovább erősödik a súlycsökkentés és az amerikai CAFE szabványosítás miatt. Az autóiparon túl a szállítási szegmensben

is bővülés mutatható ki. Az Avient a habosított PP tekintetében például a nagy autóiipari alkatrészek és bizonyos csomagolási alkalmazások fröccsöntésére összpontosít. Kémiai habosítószereit a súlycsökkentésen kívül gócképzőként is használják a közvetlen gázbefecskendezéses extrudálás során, így finomabb habszerkezetet hozható létre.



1. ábra A SABIC díjnyertes műszerfal hordozója hosszú üvegszálal Stamax PP-ből készült, a habosítás 15%-kal csökkentette a súlyt

## Csomagolás

A Trexel töltetlen polipropilén polimerjeit vékonyfalú csomagolási alkalmazásokhoz, például a tárolóedényekhez, csészékhez, tálakhoz, fedelekhez és kiöntőkhöz használják. A *MuCell* technológia segítségével növelni lehet az anyag folyóképességét, ez lehetővé teszi vékonyabb darabok fröccsöntését azonos méretű berendezésen. A kínai Yizumi fröccsöntő gép gyártó a *MuCell* segítségével olyan csészét állított elő, amellyel 5%-os súlycsökkenést, 15%-kal kisebb fröccsnyomást és 20%-os szerszámzáróerő csökkenést értek el a nem habosított termékekhez képest.

A habosított PP iránti kereslet megnövekedett az e-kereskedelemben a visszaküldhető dobozoknál és a raklapoknál, az élelmiszercsomagolásban, a védőcsomagolásoknál, de jelentős piaca van az ipari csomagolásoknál (nagy méretű dobozok, raklapok) is. Az iD Additive cég mikrocellás *Micro Fine Cell* habképző szerét fűjt palackokhoz, kupakokhoz és zárókupakokhoz használják. Az Asahi Kasei is terjeszkedési potenciált lát a csomagolási piacon, különösen a kitöltőanyagoknál a falvastagság és a ciklusidő rövidülése miatt. A vastag termékeknel a formázási folyamat nagyon hosszú a hő eltávolításához szükséges hűtési idő miatt. Habosításkor a hűtési idő rövidebb lesz, mert kisebb az anyag tömege, ezzel 5–35%-kal is csökkenthető a ciklusidő.

## Építőipari és egyéb alkalmazások

Habosított PP-ből készülhetnek műanyag fűrészárúk, tetőfedő elemek és egyéb kapcsolódó alkalmazások, szerszámdobozok és szintjelzők alkatrészei is. Az építőipar használ szerkezeti habokat és előregyártott építőelemeket, például házszigeteléseket, csöveket és padlóburkolatokat. A súlycsökkentés ezen a piacon nem tekinthető prioritásnak, kivéve, ha befolyá-

solja a szállítási költségeket, a habok használatát az építőiparban inkább a kevesebb anyagfelhasználásból és rövidebb gyártási ciklusidőből adódó költségcsökkentés indokolja.

Az egyéb alkalmazások között a fogyasztási (pl. műanyag fogasok, lábbelik) és egészségügyi cikkek tekinthetők a habosított PP felhasználási lehetőségeinek a költség, alapanyag felhasználás és ciklusidő csökkentés vonatkozásában.

## Legújabb fejlesztések

Az Asahi Kasei habosítható anyagaival esztétikusabb külső érhető el a kisebb súly mellett. A *Thermylene* típusú, rövid üvegszállal erősített, kémiaileg kötődő PP-t habosított napfénytető modulokhoz használják, ahol képes helyettesíteni a drágább, nem habosított, hosszú üvegszálat tartalmazó PP-t (2. ábra). Az iD Additives cég Micro Fine Cell kémiai habosítói lehetővé teszik vékonyabb falú termékek előállítását.



2. ábra Az Asahi Kasei Thermylene habosítható polipropilénjéből készült napfénytető modul

A Trexel MuCell P gázbevezetéses rendszerét kifejezetten a gyors ciklusú, vékonyfalú csomagolási megoldásokhoz tervezték. A MuCell eljárás rugalmasságát nagymértékben növelték a speciális csigacsúcsos gázadagolással, ahol a gáz bevezetését és keverését rövidebb területen végzik. Ez különösen fontos olyan csomagolási alkalmazásoknál, ahol lényeges a kihozatal, mivel ez a kialakítás nem korlátozza a plasztikáló teljesítményt, mint a hagyományos kivitelnél.

A Sibol Avient folyékony és szilárd kémiai habosítószerei segítséget nyújthatnak azoknak a feldolgozóknak, akik a súlycsökkentés határait feszegetik a mechanikai tulajdonságok romlása nélkül, különösen a műszaki alkatrészeknél. A kisebb cellaméret és a felület esztétikája fontos, de lehetőség van a felületi tulajdonságok változtatására is. Olyan technológiát

dolgoztak ki, amely korona- vagy más felületkezelés nélkül lehetővé teszi a festést és/vagy matricák használatát, miközben javulhat a gyártási hatékonyság is.

A SABIC új habosított PP kompaund portfóliót fejleszt esztétikus autó beltéri elemek gyártásához. Másik terméke, az új generációs, nagy ömledékszilárdságú PP-UMS habosítható PP, melynek ömledékszilárdsága 65 cN-nál nagyobb, jó a habosítóképesse, különösen nagy expanziós arányoknál. Alkalmazási területe az autóiipar, a csomagolás (beleértve az élelmiszerek tárolását is az EPS alternatívájaként) és az építőipar.

### **Méhsejtszerkezetű polipropilén autóiipari panelek**

A méhsejtszerkezetű mag nem újdonság a kompozitiparban, de viszonylag újnak számítanak az autóiiparban, ahol a kompozit anyagok most kezdenek megjelenni a járművek alkatrészeiben és szerkezeteiben. Ezt felismerve a ThermHex Waben GmbH kifejlesztett egy polipropilén méhsejtszerkezetű magot kompozit szendvicspanelekhez. Ennek a magnak a standard térfogatsúlya 80 kilogramm köbméterenként. Kisebb nyomószilárdság esetén rendelkezésre áll egy 60 kg/m<sup>3</sup> sűrűségű mag is. A magvastagság 3–28 milliméter, a cellaméret 3–9,6 milliméter. A ThermHex méhsejtek félig nyitott felületűek, amely különböző felületkezelésekkel kombinálva lehetővé teszi az optimális kapcsolatot a mag és a bőrréteg között a szendvicselemben. A kis cellák szinte tökéletes felületkezelést is lehetővé tesznek.



3. ábra DPA Moldados autóiipari panel méhsejt polipropilén maggal

A ThermHex a méhsejtes magokat hőre lágyuló polimerek fóliába történő extrudálásával, rotációs vákuumformázással, hajtogatással és a felület in-line laminálásával állítja elő a külső felületi rétegek jobb kötése érdekében. Ezzel a szabadalmaztatott, folyamatos, in-line

eljárással különböző felületi rétegeket lehet felvinni a méhsejt magra, melyek ezután méretre vághatók. Más eljárásoknál a méhsejt minden rétegét külön-külön vágják le egy blokkból és azután laminálják. A DPA Moldados autóiipari beszállító felismerte, hogy az autógyártóknak olyan alternatívákra van szükségük a különböző monolitikus alkatrészekhez, amelyek könnyebbek, ugyanakkor hasonló vagy jobb mechanikai tulajdonságokkal rendelkeznek, mint a korábban használt anyagok (3. ábra). A cég a ThermHex fekete változatát használja például a Hyundai Creta ix25 csomagtartó fenéklemezének gyártásához. Itt az üvegszálas szőnyeget előmelegítik, majd helyezik a ThermHex méhsejtmag felső és alsó oldalára, végezetül egy polipropilén mátrixszal (granulátum) préselik a szendvicsszerkezetbe. A vállalat azon kevés gyártók egyike a világon, amely műszakilag képes ilyen típusú szendvics alkatrészek tömegtermelésére. A felhasznált anyagok 100%-ban újrahasznosíthatók, és feldolgozásuk kevesebb energiát fogyaszt, mint a versenytárs anyagé.

A *ThermHex* méhsejt magja csökkenti az autóiipari alkatrészek tömegét a tömör anyagokhoz képest, hasonló vagy jobb szilárdsági tulajdonságokkal. A méhsejt magok megtalálhatók még a teherautók karosszériáiban, a hajók belső tereiben, az uszodai termékekben és a bútorokban.

Összeállította: Dr. Lehoczki László

Sherman, L. M.: Foam PP to Improve Sustainability and Cost = *Plastics Technology* 2021.07.,  
<https://www.ptonline.com/articles/foam-pp-to-improve-sustainability-and-cost>

Sloan, J.: Polypropylene honeycomb lightens, strengthens automotive panels = *CompositesWorld*,  
4/21/2020, 2020. ápr. [www.compositesworld.com](http://www.compositesworld.com)