Környezetbarát habok

A kompakt műanyagok habosítása régóta felkeltette a fejlesztők érdeklődését, amellyel tömegcsökkentést és anyagmegtakarítást akarnak elérni. Egy új fejlesztéssel ma már normál extruderen fizikai habosítószerrel is lehet pl. PP hablemezeket előállítani. A fenntartható fejlődés szempontjait figyelembe véve nő a biopolimerből habosított csomagolóanyagok jelentősége.

Tárgyszavak: biopolimer; hab; csomagolás; habosítószer; fizikai habosítás; gócképző; polipropilén.

A kompakt műanyagok habosításával nyert termékekkel széles körben találkozunk pl. szigetelésekben, biztonságtechnikai alkalmazásokban és sok más olyan területen, ahol előnyös a kis tömeg. Az emelkedő nyersanyagárak is növelik az érdeklődést az ilyen típusú műanyaghabok iránt. Ilyenkor viszonylag kisebb sűrűségcsökkenést céloznak meg, ami mellett még a mechanikai tulajdonságok nem változnak lényegesen. A széles körű alkalmazás mellett mindazonáltal a közvéleményben gyakran negatív megítélés alakult ki a csomagolásban felhasznált műanyaghabokról, főleg azok környezetszennyezése miatt. Mindez komoly kihívás a csomagolási szakemberek számára. De hasonló nézetekkel kell megküzdeniük a szakembereknek pl. a szigetelőhaboknál is, holott ezekkel jelentős mennyiségű energiát lehet megtakarítani. A fejlesztéseknél figyelembe kell venni a fenntartható fejlődés, azaz a minél kisebb környezetterhelés szempontjait is. Nem meglepő ezért, hogy az aktuális fejlesztési irányok, és így a *„Foam's 2008" konferencia* fő témái is a kevésbé ártalmas habosítóanyagok fejlesztése, az újrahasznosítás biztosítása és a biopolimerek nyersanyagként való felhasználása voltak.

Technológiai fejlesztések a fenntarthatóság jegyében

A fejlesztések eredményeképpen a biológiailag lebontható politejsavból a polisztirol habbal egyenértékű csomagolás készül, amely lényegesen kevésbé terheli a környezetet. A **Nature Works LLC** legújabb habosítható és lángálló típusa az *Ingeo 8051D,* amelynek kidolgozásához a politejsavat módosítani kellett, hiszen önmagában a viszonylag alacsony olvadékszilárdsága és az elasztikus folyás hiánya miatt nem alkalmas habosításra. *Az új habosított politejsavból főleg húsok, zöldségek és tojás csomagolására alkalmas tálcákat készítenek.* Kifejlesztői szerint az *Ingeo 8051-ből* megfelelő adalékokkal és a habosítási idő jó megválasztásával a polisztirolhabbal teljesen

egyenértékű habot lehet előállítani. A gyártásánál azonban a csigákat módosítani kell és szárítóberendezésre is szükség van, valamint növelni kell a hab hűtését.

A habosított műanyagok másik fő problémája, hogy a *felhasznált habosítóanyagok károsítják az ózonpajzsot.* A *Montreali Jegyzőkönyv* megtiltja a hidrogénezett freon, a HCFC használatát, annak ellenére, hogy még nincs tökéletes, környezetvédelmi szempontból elfogadható helyettesítője. Az extrudált polisztirol hőszigetelő lemezekhez (XPS) habosítószerként a tetrafluor-etánt (HFC-134a) ajánlják. Mindazonáltal ennek az anyagnak is vannak hiányosságai, nevezetesen, hogy rosszul oldódik a polisztirolban, ami a nyomás növelését igényli, és nagyobb sűrűségű, kisebb cellaméretű hab keletkezik. Ennek a problémának a megoldására kísérletet végeztek HFC-134a és difluor-metán (HFC-32) elegyével. Ebben a kutatásban a két anyagot elkülönítve injektálták az extruderbe. A kapott XPS lemezek sűrűségének, celláinak vizsgálata azt mutatta, hogy javul a habosítás, ha legalább 30% HFC-32-t adagolnak a HFC-134a-hoz, és ez nagyobb zárt cellákat is eredményez. A HFC 32 használatakor a nagyobb illékonyság miatt az adagolórendszer kisebb módosítására van szükség.

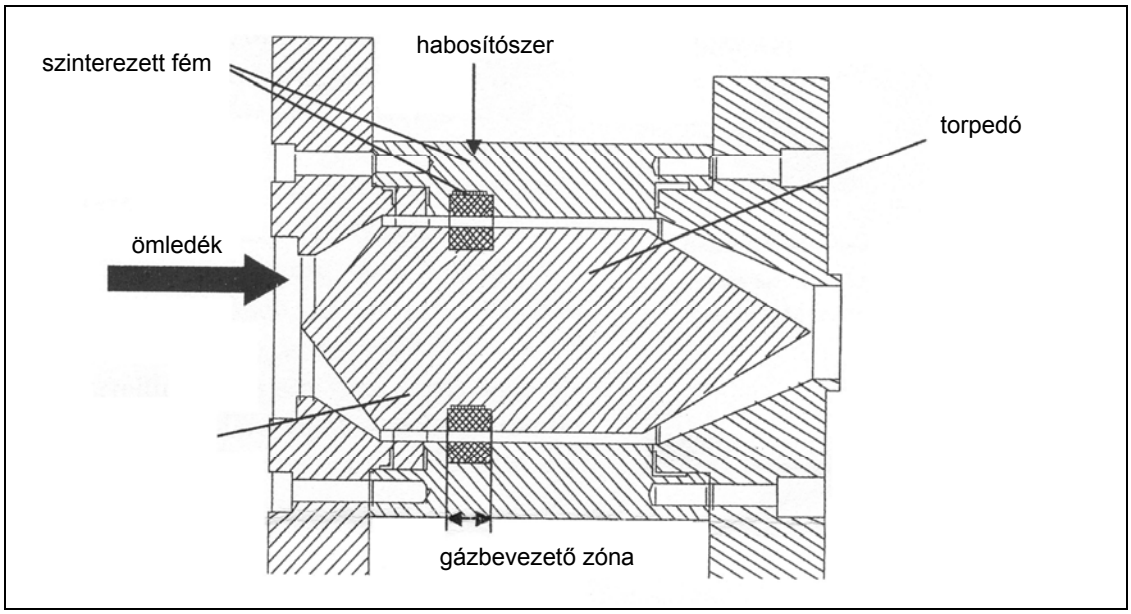
A kémiai habosítószerek alternatívája a *hőre táguló mikrogömbök használata*. Tipikus megoldásként a műanyagmátrixba üreges üveggyöngyöket és hőre expandáló műanyag gömböket ágyaznak be. Ez utóbbiakban a termoplasztikus héj izopentánt zár be. Hő hatására a gáz nyomása nő és a hőre lágyuló műanyag modulusa csökken, ami végül a műanyag gömb tágulásához vezet. Ez a folyamat természetesen a hőmérséklet, a nyomás és az idő változtatásával szabályozható. Egy ilyen etilén/vinil-acetát kopolimer gömb vizsgálatánál azt találták, hogy a tágulás csak egy bizonyos hőmérsékletig tart. Ennél magasabb hőmérsékleten az elérhető térfogat csökken. Ez annak a következménye, hogy a hőmérséklet túlzott növelésekor felgyorsul a gáz diffúziója a polimerhéjon keresztül, és ez a gömb összeroppanásához vezet. A maximális tágulást előidéző hőmérséklet a gömbök méretétől függ.

Fizikai habosítás normál extruderben

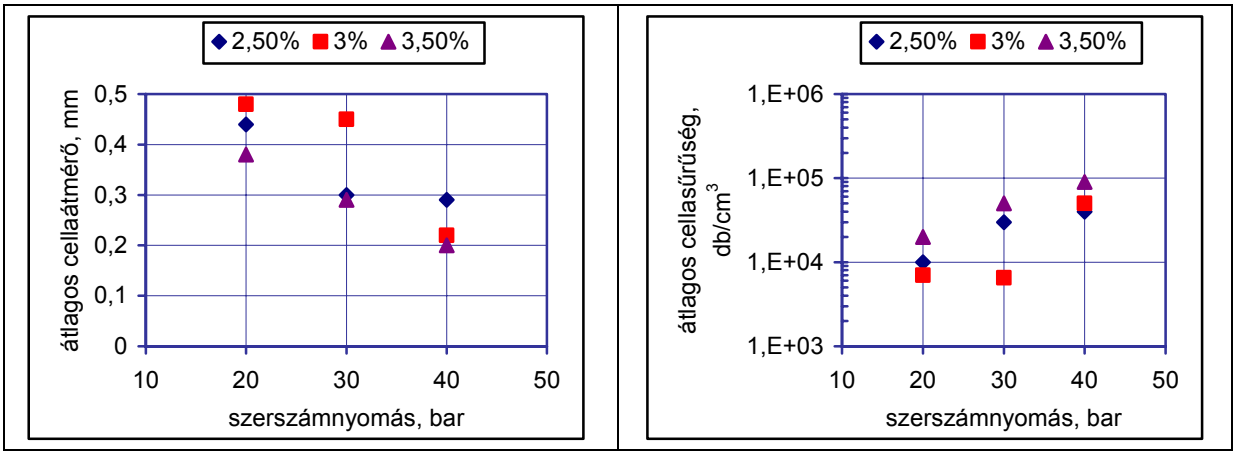
A nagyobb sűrűségű térhálósítatlan hőre lágyuló műanyaghabok, kb. 350 kg/m^3 sűrűségig kémiai habosítószerekkel állíthatók elő normál extruderben. A kisebb sűrűség, kb. 20 kg/m^3 eléréséhez a műanyagömledékbe fizikai habosítószereket kell injektálni, amelyek a nyomás, valamint a nyíró és keverő csigaelemek hatására feloldódnak a polimerömledékben. Fizikai habosítószerként alifás szénhidrogéneket (bután, pentán) vagy inert gázokat (CO_2 vagy nitrogén) használnak. A gázok lágyítóként is hatnak, ami az ömledék viszkozitáscsökkenésében nyilvánul meg. Mivel ez a habképződés és a cellák stabilitása szempontjából kedvezőtlen, a gázt tartalmazó ömledéket a szerszámba való belépés előtt lehűtik folyadékkal hűtött extruderszakaszban, vagy (350 kg/h teljesítmény felett) egy külön nagy átmérőjű hűtőextruderben.

Az aacheni **Műanyag-feldolgozó Intézet** (Institut für Kunststoffverarbeitung, IKV) eljárása a két lépést – a plasztikálást és a habosítógáz beadagolását egymástól elválasztva valósítja meg. *A technológia kulcsa a habosítógázt adagoló egység,* amelyben a gázt az extruder végén az ömledékbe viszik. Ez az egység minden extruderhez

hozzáilleszthető, és arra is van lehetőség, hogy az extruder és az injektáló egység közé szűrőt építsenek be. Az injektáló egység működési elve az *1. ábrán* látható. Az ömledék a torpedó segítségével egy henger palástja mentén áramlik a berendezésben, ahol a gázt egy szinterezett fémgyűrű pórusain keresztül juttatják az olvadékba. *A szinterezett fém átereszti a gázt, de nem engedi be az ömledéket.* Az injekciós egységet úgy méretezték, hogy 10 kg/óra anyagáramlásnál 1 %(m/m) habosítógáz adagolását teszi lehetővé. Az injektáló egység és a szerszám közé két statikus mixert is beépítettek. Az egyik a homogenizálást, a másik a hűtést szolgálja.



1. ábra Az új injektáló egység keresztmetszeti rajza

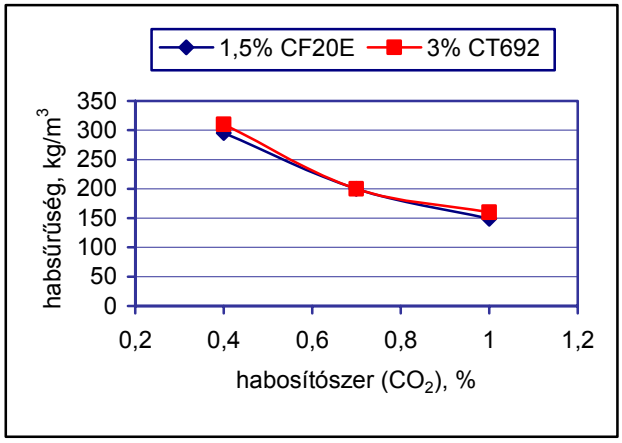


2. ábra A szerszámnyomás és a passzív nukleálószer (CT692) hatása a habszerkezetre

www.quattroplast.hu

Az intézetben felépített kísérleti berendezésen polipropilénből habosított fóliát állítottak elő. A kapott fóliák sűrűsége 0,4 %(m/m) CO_2 tartalomnál 300 kg/m^3 volt. A gáztartalom 1%-ig való növelésével a sűrűséget egészen 150 kg/m^3-ig sikerült csökkenteni. 1,1%-nál már észlelték, hogy a gáz egy része nem oldódott teljesen. A kísérletben a beadagolt gáz mennyisége mellett vizsgálták a szerszámnyomás és a gócképzőként alkalmazott talkum hatását is.

Az eredmények azt mutatják, hogy a cellaméret a gócképző mellett a szerszámnyomással is befolyásolható. Sok gócképzővel, nagy szerszámnyomással nagyon finom habszerkezet érhető el. A *2. ábrából* látható, hogy a talkummal előállított PP habfólia celláinak nagysága 0,2 és 0,5 mm között mozog 10^4–10^5 cella/cm^3 sűrűség mellett.



3. ábra Aktív (CF20E) és passzív gócképzővel (CT692) előállított habfóliák habsűrűsége

Végeztek vizsgálatokat kis mennyiségű kémiai habosítószerrel, amely aktív gócképzőként hat. A vizsgálathoz a **Clariant** *Hydrocerol CF20E* típusát használták. Az ezzel kapott habszerkezet sokkal finomabb, mint a talkummal kapott. A cellaméretek 0,1–0,15 mm között vannak, a cellasűrűség egy nagyságrenddel nagyobb, 10^5–10^6 cella/cm^3. A *3. ábrán* láthatók a passzív és az aktív gócképző szerekkel elérhető habsűrűségek. Az ábra azt mutatja, hogy az aktív és a passzív gócképzőkkel a habszerkezet különbözősége ellenére az elérhető habsűrűség nem különbözik lényegesen. Megjegyzendő azonban, hogy az aktív gócképző, a CF20E a feldolgozásnál további habosítószert szabadít fel, ami tovább csökkenti a sűrűséget.

Összeállította: Máthé Csabáné dr.

Tolinsky, M.: Foams seek sustainability. = Plastics Engineering, 65. k. 2009. 1. sz. p. 6–8.
Michaeli, W.; Hildebrand, T.; Schumacher, H.: Physikalisches Schäumen mit Standardextrudern. = Kunststoffe, 98. k. 2008. 11. sz. p. 78–81.