

A hőre lágyuló műanyagok habfröccsöntésének előnyei

A hőre lágyuló műanyagok habfröccsöntése növekvő trendet mutat, mivel anyagmegtakarítást és számos technológiai előnyt kínálnak, továbbá az ilyen megoldások jól illeszkednek a termékek tömegcsökkentésének általános igényéhez. A habosítás egyes hátrányos jellemzőjének semlegesítésére új eljárásokat fejlesztettek ki.

Tárgyszavak: műanyag-feldolgozás; habfröccsöntés; negatív prézelés; PP; PA; PC; PBTP; TPE.

A hőre lágyuló műanyagok (pl. PP, műszaki műanyagok, mint a PA, PC vagy PBTP) habfröccsöntése során a habosító (hajtó) anyaggal összekevert polimerömléket nyomás alatt egy zárt szerszámüregbe juttatják, ahol az üreg kitöltése után a műanyag lehűl, és külsején többé-kevésbé tömör héj, belsejében pedig a gázfejlődés hatására finom pórusú habszerkezet alakul ki, azaz az ilyen termékek keresztmetszete szendvicsszerkezetű.

A habosítást végezhetik gáz (általában nitrogén, ritkábban szén-dioxid) bevezetéssel a csiga keverőzónájába (fizikai habosítás), illetve olyan vegyület (pl. diazodikarbamid, fenil-tetrazol) bekeverésével, amely a műanyag megömlése alatt bekövetkező felmelegedés hatására gázfejlődés mellett elbomlik (kémiai habosítás). A kémiai habosításkor a gáznyomás kb. 15–40 bar, azaz viszonylag alacsony érték, ezért ezzel a módszerrel csak viszonylag nagy falvastagságú, rövid folyási utakat igénylő darabok gyárthatók eredményesen. A fizikai habosítás alatt a gáznyomás elérheti a 100–200 bar értéket, ezért ez már vékony falú, nagyobb folyási úthosszakat igénylő termékekhez is alkalmazható. Az 1. ábrán folyékony nitrogénnel működő habosító fröccsgép működési sémája látható.

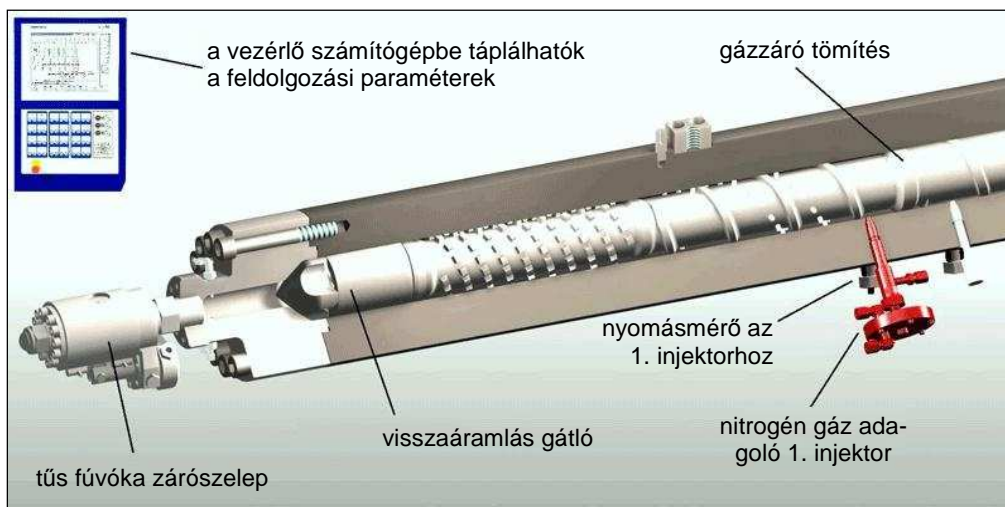
A fröccsöntés paraméterei természetesen befolyásolják a habszerkezetet, így például jelentős az ömledék- és a szerszámhőmérséklet, illetve a fröccssebesség szerepe.

A habfröccsöntés előnyei és hátrányai

A habfröccsöntésnek számos előnyös tulajdonsága van a tömör termékekkel szemben:

- kevesebb (5–15%-kal) nyersanyag kell,
- a termék könnyebb lesz, ami jól szolgálja a tömegcsökkentési törekvéseket (pl. az autópárhuzamban),
- jóval kisebb fröccsnyomásra van szükség, tehát kisebb (akár 50%-kal) záróerejű géppel lehet dolgozni,

- rövidebb ciklusidő (főleg a hűtési idő) a kisebb anyagtömeg következtében,
- a kisebb nyomások miatt olcsóbb szerszámkonstrukció is megfelelő,
- a habosodási nyomás következtében nincs szükség utónyomásra, a nyomás a teljes szerszámüregben egyenletes lesz, erősen lecsökkentve a vetemedési hajlamot, továbbá a zsugorodás is csökken, azaz a termék méreteinek reprodukálhatósága javul,
- a beömlőnyílások elhelyezésénél nem kell a falvastagságra ügyelni,
- szabadabb szerszámkialakítás: nincsenek beszívódások még a bordák, szemek hátoldalán és vastag falú részeknél sem, vékony falú részek után is következhetnek vastag falú szakaszok.

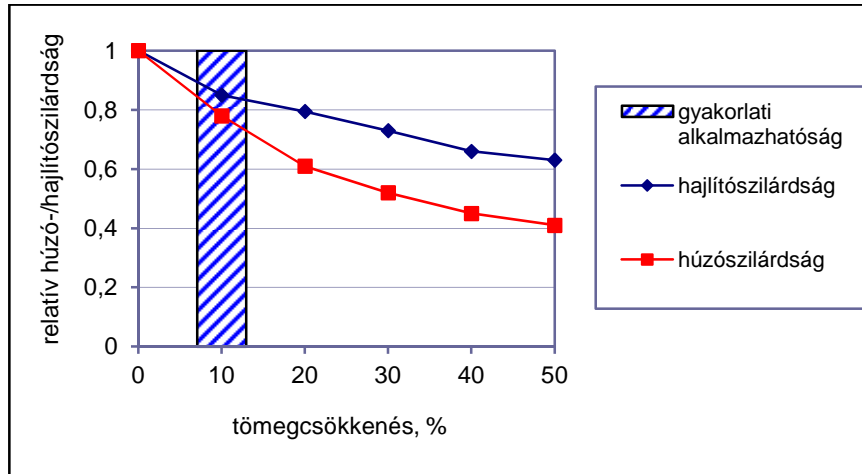


1. ábra A Wittmann Battenfeld 300 bar nyomású folyékony nitrogénnel működő habfröccsöntő gépének kulcselemei. A csiga első 20D szakasza végzi a plasztikálást, a végén lévő 5 D szakasz a gáz bekeverését és elosztatását az ömledékben

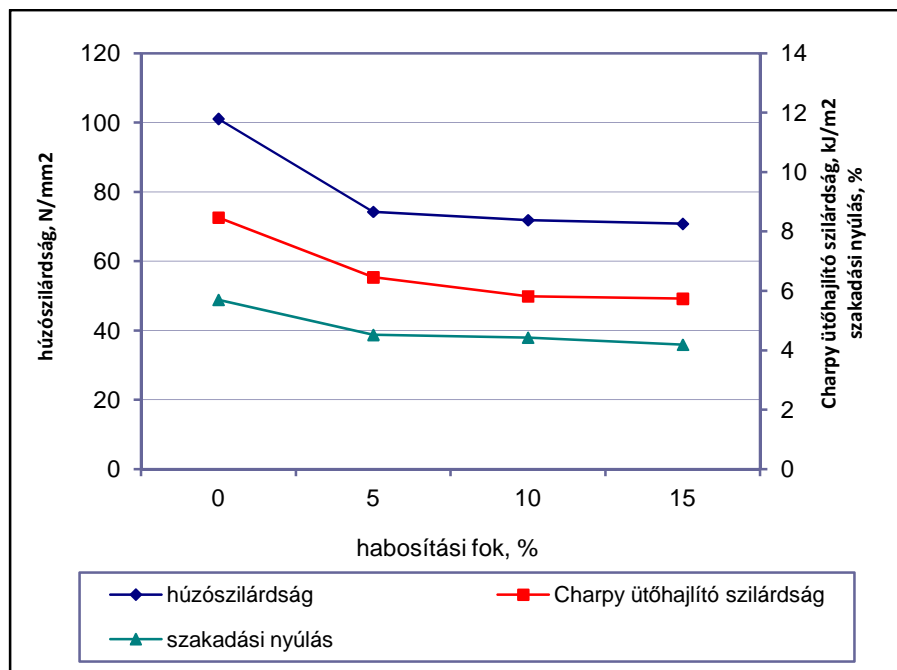
Ugyanakkor természetesen hátrányos tulajdonságok is jelentkeznek. A termék felülete kevésbé lesz sima, esztétikus, mint a tömör megoldásoknál. Különösen a töltőanyag nélküli, amorf polimerek habosításakor lehet találkozni gázfejlődés okozta folyásnyomokkal a felületen, azaz a felület „cirmos” lesz. A részben kristályos, töltött polimerekből habosított termékek felülete azonban erre kevésbé érzékeny.

Azonos keresztmetszet esetén a mechanikai szilárdság csökken, különösen a húzószilárdság. A hajlítószilárdság jóval kevésbé romlik (2. ábra), mivel itt a tömör héj szerepe jóval nagyobb. A gyakorlati szempontból érdekes tartományban a húzószilárdság 20–25%-kal csökken, míg a hajlítószilárdság csak mintegy 10%-kal. A 3. ábrán 40% üvegszálat tartalmazó PP kompozit (PP-SGF 40) mechanikai tulajdonságainak változása látható a habosítás fokának függvényében. 5%-os habosításnál a szakítószilárdság az eredeti 73%-ára, az ütőhajlító szilárdság a 76%-ára, a szakadási nyúlás a 79%-ára csökken. Nagyobb mértékű habosításnál a tulajdonságromlás mérséklődik.

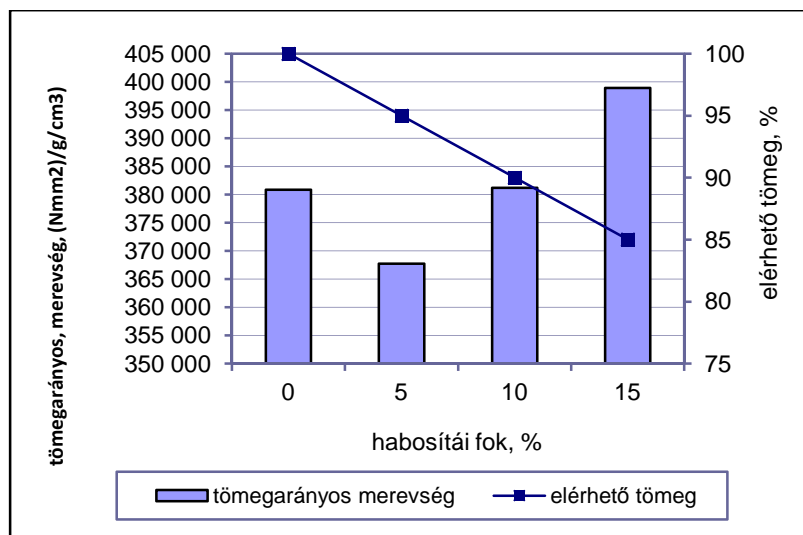
A 4. ábrán a gyakorlat szempontjából fontos hajlítószilárdság értékei a tömegre vonatkoztatva vannak feltüntetve. Látható, hogy 5%-os habosításnál kismértékben csökken ugyan a merevség, azonban ez nagyobb fokú habosításnál megfordul. 15%-os habosítással a termék tömegét 15%-kal lehet csökkenteni.



2. ábra A mechanikai tulajdonságok változása állandó falvastagságú habosított fröccstermék tömegcsökkentésének függvényében. A kijelölt oszlop a gyakorlati alkalmazhatóság sávját mutatja



3. ábra Habfröccsöntéssel gyártott PP-SGF40 próbatestek mechanikai jellemzőinek változása a habosítás függvényében



4. ábra A habfröccsöntéssel gyártott PC/ABS készülékházak legfontosabb tulajdonságának, a tömegarányos merevségnek változása a habosítás mértékével

Új habfröccsöntési eljárások

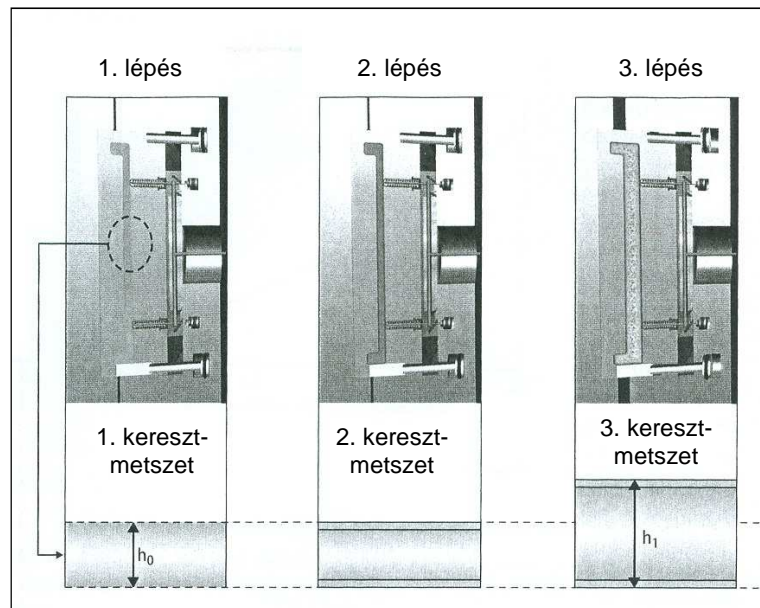
A habfröccsöntés viszonylag új módszerét képviseli az ún. negatív prézelés, amelynek során a szerszám kitöltése után az egész szerszámot vagy csak a formaüreget, vagy pedig annak csak egy vagy több részét kismértékben „megnyitják” (5. ábra). Az így létrejövő szabad térfogatot a habosodás révén az anyag kitölti, és az eredeti szerszámméretnél vastagabb falú termék jön létre.

Az ilyen termékek kedvező mechanikai jellemzőit szemlélteti a 6. ábra. Az ábrán jól látható, hogy a falvastagság növelése eleinte rohamos mértékben csökkenti a húzószilárdságot, de azután e trend megfordul. A hajlítószilárdság viszont már kezdettől monoton növekszik.

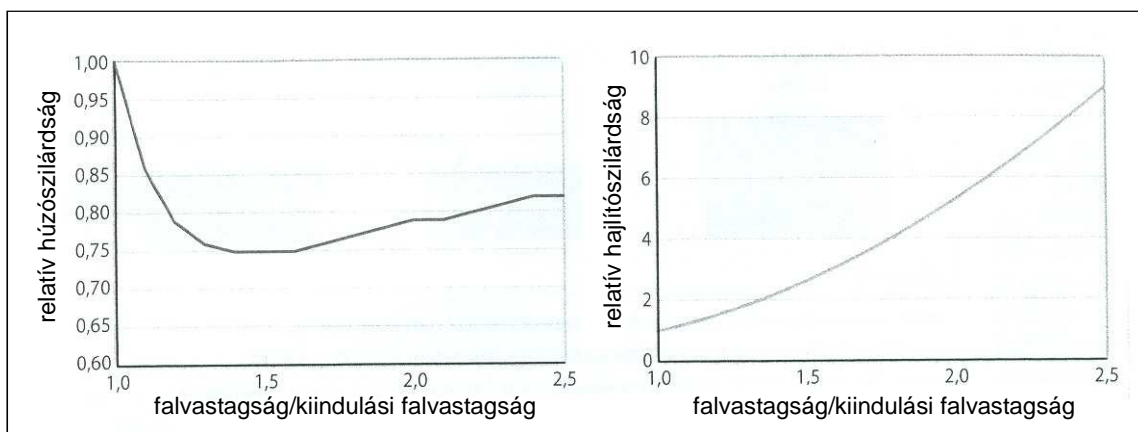
A szerszám tervezésekor figyelembe kell venni, hogy a termék azon részei, amelyek a szerszámüreg megnyitásának irányára 90°-nál kisebb szöget zárnak be, kevésbé habosodnak fel, tehát mechanikai tulajdonságaik is eltérőek lesznek. Ha csak a szerszámüreg bizonyos részeinél, azaz részleges megnyitással növelik meg a termék falvastagságát, a tömör és habosított részek kombinációját kapják, ami pl. egy habosított készülékházon tömör, szilárdabb részek, mint pl. kampók és más kötőelemek kialakítását teszi lehetővé.

Amennyiben a felület minősége vagy a tapintás érzete nagyon fontos szempont, lehetőség van a szerszámba behelyezett fóliára vagy textilre hátulról ráfröccsönteni a habosítandó műanyagömlédeket. Ilyenkor a termék felületén a fólia/textil látszik, azaz tetszés szerinti felületi minőséget lehet elérni. Ügyelni kell arra, hogy a fólia gázáteresztő legyen, különben a habosodás során fejlődő gáz buborékokat képezhet a fólia alatt, amelyek akár a fólia leválását is előidézhetik. A fólia egyúttal elszigeteli a szerszámfaltól is a forró műanyagömlédeket, így a habosodás következtében fellépő felü-

leti rajzolatok kialakulása visszaszorul. Ezért átlátszó fólia alkalmazásával szép, csillogó felületet lehet kapni.



5. ábra A habfröccsöntésnél alkalmazható negatív prézelési eljárás lépései
 1. lépés: a szerszámüreget kitölti az ömledék; 2. lépés: a felületi kéreg megszilárdul;
 3. lépés: a szerszámüreg vastagságát megnövelő elmozdulás után az ömledék felhabosodik



6. ábra A habfröccsöntésnél alkalmazható negatív prézelési eljárással készített termékek mechanikai jellemzői a falvastagság növelésének függvényében

A felület minőségét, simaságát az ún. *ellennyomósos habfröccsöntéssel* is lehet javítani. Ennek során befroccsentesítés előtt (általában nitrogéngázzal) túlnyomást alakít-

tanak ki a szerszámüregben. Ezért a szerszámkitöltés folyamán az ömledékfront nem tud habosodni, és a felületi réteg cirmosságmentesen tud megszilárdulni. Ezután a túlnyomást megszüntetve kihabosodik a termék belseje. Az eljárás azonban csak egyszerű geometriájú termékeknel működik jól. Fizikai habosítószeres esetében a túlnyomás mértéke 50–100 bar, kémiai habosítószereseknél kb. 10 bar.

A jó gázelvezetés egyébként is fontos tényező a habfröccsöntéshez tervezett szerszámok kialakításánál, mivel itt a szokásosnál több légnemű anyag távozását kell biztosítani a szerszámüregből.

Kettős fröccsöntéssel lehet például egy kemény (tömör vagy habosított) hordozóra lágy, gumyszerű, habosított TPE anyagot ráfröccsönteni, felületi fólia/textil bevonattal vagy anélkül. Ezáltal speciális, lágy tapintású termékeket állíthatnak elő. A TPE anyagok habfröccsöntése a merev műanyagokhoz képest nehezebb feladat, a *legtöbb TPE csak fizikai habosítással ad elfogadható eredményeket*. Elsősorban a gyenge felületi minőség okoz problémát, ami a szerszámüregben lévő levegő, illetve a fejlődő gázok nehezebb eltávozásával magyarázható. E probléma részben a csökkentett befröccsöntési sebességgel, részben a durvított, strukturált szerszámfelület alkalmazásával orvosolható. A legjobb eredményeket a poliészterbázisú hőre lágyuló elasztomerekkel érték el.

A *Varioterm* eljárásnál a szerszámüreget (vagy annak csak egyes részeit) a befröccsöntés előtt felhevítik, ezáltal biztosítva a sima termékfelületet. Ezt például indukciós fűtéssel, infravörös vagy lézeres hevítéssel, illetve a szerszámüreg falának közvetlen közelébe elhelyezett forró vizes vagy gőz fűtőcsatornákkal, esetleg kerámiai ellenállásfűtéssel lehet elérni. Ezután a szerszám falát lehűtik és a darab (habosodás közben) megszilárdul.

Összeállította: Dr. Füzes László

Endlweber R., Gießauf J.: Darf's etwas mehr sein? = Kunststoffe, 104. k. 12. sz. 2014. p. 30–34.

Bauer R.: Schaumspritzgießen 2.0 = Kunststoffe, 104. k. 12. sz. 2014. p. 18–24.