

Faliszttel töltött kompozitok (WPC) fröccsöntése

A faliszttel töltött kompozitokat eddig főleg extrudálták. Újabban egyre több feldolgozó próbálkozik fröccsöntésükkel. A faliszttel, természetes szálakkal töltött keverékeket biokompozitoknak nevezik, utalva a megújuló forrásból származó természetes anyagok jelenlétére. A WPC termékeket az autó- és villamosiparban, az építőiparban, játékok gyártására alkalmazzák.

Tárgyszavak: fröccsöntés; faliszt; biokompozit; természetes szálak; autóipar.

A WPC-ből készült termékek már eléggé elterjedtek, pl. extrudált borítóelemeket, kerítéseket készítenek belőlük. Napjainkban a fröccsöntő cégek is kezdenek érdeklődni a WPC kompaundok iránt. Persze ezek a cégek mint úttörők számos kihívással néznek szembe, ilyen pl. a WPC keverékek ingadozó minősége és a szűk szállítási készség, és általában a hagyományos fröccsanyagokhoz képest tapasztalható több feldolgozási probléma.

A legújabb fejlesztéseknek köszönhetően a fenti nehézségek egyre inkább kiküszöbölhetőek, így a hagyományos fröccsgépeken a paraméterek állításával a WPC-ből is megfelelő minőségű termékeket lehet gyártani. Bár ezeknél az anyagoknál azért speciális feldolgozási paraméterekkel kell dolgozni.

WPC anyagokat sokféle polimermatrixszal gyártanak, legjellemzőbbek a PE, PP, PS alapúak. A termoplasztikus biokompozitok családjába sorolják a különféle WPC anyagokat, és nem csak a faliszttöltésű anyagok tartoznak ide, hanem ugyanígy a rizshéj, a pálmafa szálak hulladéka vagy a lencszálak is.

A következőkben kifejtett feldolgozási javaslatok kifejezetten a faliszt-PP keverékekre vonatkoznak, bár az alapelvek a növényi szálakat tartalmazó típusokra is érvényesek.

Biokompozitok előnyei

Egy 50%-ban szerves szálasanyaggal töltött WPC előnyei a hagyományos töltetlen polimerhez képest:

- kisebb környezetterhelés („zöldebbek” vagyunk),
- fele akkora függőség az emelkedő petrolkémiai alapanyagárártól,
- a termelési költségek csökkenése, pl. azért, mert csak a polimert kell feldolgozáskor megömlesztetni, a töltőanyagot pedig nem,
- nagyobb szerkezeti merevség érhető el,

- a termék megjelenése esztétikus,
- jól eladható új termékminőség keletkezik.

A faliszt-PP biokompozitok sűrűsége kisebb, mint a töltetlen PP sűrűsége, így a kisebb anyagfelhasználás árelőnyt jelent. A kalcium-karbonát- vagy talkumtöltésű PP-k és a biokompozitok sűrűsége között még nagyobb a különbség, feldolgozhatóságuk viszont versenyképes ezekkel a szerves töltőanyagok kompaundokkal. A kisebb sűrűség külön előnyt jelent a gépjárműgyártás, az építőipar, a sportcikk, a játékok és egyéb fogyasztási cikkek piacán is.

A WPC további előnyei: vízzel szembeni nagyfokú ellenálló képesség, szemben a fából készült termékekkel, természetes megjelenés (szinte faimitáció), csavarozható és szegelheto, mint a faanyagok.

A WPC-k fröccsöntése különösen a vastag falú termékeknél előnyös, kihasználva az itt jelentkező nagyobb merevséget és méretstabilitást. Figyelembe kell azonban venni, hogy a WPC fröccsdarabok általában kevésbé ütésállóak, mint a kiindulási polimerből készült termékek, alkalmazásuknál ezzel kalkulálni kell. A feldolgozó bevált módszere, hogy kisebb falvastagságú termékek előállításánál a WPC blendeket „hígítják” az adott alapanyaggal, így javítva a kritikusabb termékek gyárthatóságát és tulajdonságait.

WPC kiválasztásának szempontjai

Megfelelő minőségű végtermékhez jó és egyenletes minőségű biokompozit granulátumból kell kiindulni. A kiválasztás két alapkritériuma: a granulátum víztartalma kisebb legyen 1,5%-nál, az ún. belső víztartalom (tehát nem a felületen megkötött víz) legyen 1% alatti; a WPC szemcsék méretszórása lehetőleg igen csekély legyen, ez utóbbi utal az egyenletes minőségre. Nagyon fontos, hogy a falisztrészecskék a mátrixba jól be legyenek ágyazva. Nem lehet a granulátumban forgács, törmelék és szitálás utáni észrevehető por, mert ezek mind a WPC-t gyártó cég gépi vagy technológiai problémáit mutathatják.

A WPC anyagok legújabb típusait minden további nélkül keverni lehet PP-vel vagy más mátrixanyaggal. Így lehetséges „méretre szabott” minőségű, az egyes felhasználási területeknek legjobban megfelelő WPC termékek, például gépkocsilökhárítók előállítása. Más esetben pl. a töltetlen alapanyagból készült termékek vete-medési hajlamát lehet WPC kompozit+mátrixanyag keverékének felhasználásával csökkenteni, a méretstabilitást növelni.

Feldolgozási útmutató WPC fröccsöntéséhez

Amennyiben megfelelő hőmérsékleten és helyes fröccssebességgel, jól tervezett ömledékfolyási körülményekkel dolgoznak, a WPC termék egyenletes színű és töltőanyag-eloszlású, minimális befagyott feszültségeket tartalmazó, sima felületű, gázképződés jeleit nem mutató tárgy lesz. *A fröccsöntésnél két fontos dologra kell figyelni: a túl magas ömledék-hőmérséklet, ill. nyírás mindenképpen elkerülendő.*

A hagyományos gondolatmenet szerint a falisztrészecskék a WPC-ben csökkentik az ömledék folyóképességét, de gyakran ennek épp az ellenkezője a valóság. Hasonló a jelenség, mint az ásványi anyaggal töltött PP-nél: viszonylag alacsony hőmérsékleten is igen jól folyik a faliszt–PP ömledék, így a feldolgozók energiamegtakarítást érhetnek el. Jelentős még a rövidebb ciklusidő miatti termelékenységnövekedés is.

A faliszt–PP kompozitok fröccsöntésének jellemző hőmérséklet-tartományai:

- 171–188 °C a garathoz közeli zónában,
- 182–199 °C a középső zónában,
- 193–210 °C az ezt követő zónában,
- 199–210 °C a csigacsúcsnál.

A fröccsöntés általában alacsonyabb nyomásintervallumban történik, mint a kiindulási mátrixanyag esetében, természetesen ez függ a készítendő termék geometriájától és a beömlő típusától. *A fröccssebesség megválasztása igen fontos.* Ha az anyag nagyon jó folyóképességű, nem szabad gyors befroccsöntést alkalmazni, mert a fellépő intenzív nyíróerők miatt a gyártott termék károsodhat. A túl gyors térkitöltés a szerzámban jellegzetes felületi hibákat okoz, erről árulkodnak pl. a jól látható csíkos elszíneződések a darabok felületén. Itt egyszerűen az alapanyag túlmelegedése okozta a hibát, a ciklus lassításával ez kiküszöbölhető. A nyomásrajtatartási idő gyakran rövidebb, mint a töltetlen alapanyagoknál, mivel alacsonyabb hőmérsékleten lehet dolgozni. A fröccsgép fúvókája lehetőség szerint legyen pont olyan átmérőjű, mint a beömlőnyílás átmérője, így kisebb lesz a nyírás, és csökken az anyag degradációjának lehetősége.

A megfelelő paraméterekkel fröccsöntött WPC termékek világosbarna, egyenletes szemcseeloszlást mutató „természetes” hatást keltő darabok. Ugyanakkor gyártható nagy felületi fényességű termék is, és a színezés sem okoz problémát.

Szerszámtervezési alapelvek

A tapasztalat szerint PP-mátrixú WPC-ből jó minőségű terméket lehet gyártani olyan szerzámban is, amelyet egész más típusú alapanyag feldolgozására terveztek. Így pl. a **Baytech Plastics** egy *PC/ABS blend* feldolgozására gyártott kétbélyeges szerzámban (elektromos tokozat, doboz és fedél) fröccsöntött sikeresen PP-mátrixú WPC-t. Az alapanyag a **JER Envirotech Ltd.** (Kanada, Delta, B. C.) terméke. A szerzám P20-as acélból készült. A fröccsparamétereket az *1. táblázat* foglalja össze.

A végtermék 20%-kal könnyebb, mintha PC/ABS-ből készült volna.

A Baytech Plastics sikeresen végzett fröccsöntési kísérleteket PP-mátrixú WPC+TPO keverékekkel is, végeredményként 10, ill. 20% faliszttöltésű termékeket állítottak így elő.

Egyébként, ha kifejezetten WPC anyagok fröccsöntéséhez terveznek szerzámot, az alábbi szempontokat célszerű figyelembe venni:

- a beömlő rendszerek biztosítsák az aktiváló anyagáramlást és a lehető legkisebb folyási ellenállást,

- a gátak legyenek a lehető legnagyobb keresztmetszetűek, amelyet még a szerzőszám megenged, egyéb esetben nyírás miatti elszíneződés léphet fel.

1. táblázat

Elektromos tokozat fröccsöntése WPC-ből –
fröccsöntési paraméterek

Paraméter	Érték	Megjegyzés
Beömlőzóna hőmérséklete	190 °C	
Középső zóna hőmérséklete	180 °C	
Hátsó zóna hőmérséklete	180 °C	
Nyomás a befroccsöntésnél	75 atm	
Nyomás a rajtatartásnál	10 atm	
Optimális befroccsöntési idő	2,4 s	PC/ABS-nél: 3,5 s
Nyomás rajtatartási idő	4,6 s	PC/ABS-nél: 7 s

Ideálisan a beömlőcsatorna a fröccstermék vastag falú részére van tájolva. Javasolt, pl. filmbeömlő esetében, hogy a beömlő vastagsága legalább 2/3-a legyen a gyártott termék falvastagságának. A beömlőt továbbá úgy kell tájolni, hogy a gyártott terméken az összecsapási vonalak a kevésbé feszültségérzékeny területekre essenek.

WPC-k kínálata az USA-ban

Mivel a biokompozitok fröccsöntése jelenleg még igen új, ezért a JER Envirotech tanfolyamot indított az érdeklődő fröccsöntő és extrudáló cégek részére. Az előadásokon megszerezhető az a tudás, amellyel a lehető legjobban felkészülnek a szakemberek a WPC anyagok feldolgozás- és alkalmazástechnikai kérdéseinek megoldására.

A JER Envirotech eddig mintegy hatvanféle WPC típust fejlesztett ki. Legtöbb kompozitjuk PP bázisú, de PE, HIPS, TPO mátrix is van a palettájukon, originális és újrafeldolgozott alapanyagokat egyaránt alkalmaznak. A töltőanyag típusok: faliszt (fenyő-, tölgy-, juharfa) és rizshéj. A potenciális alkalmazási területek: autóipar, játékok, fogyasztási cikkek, építőipar.

A JER különleges kompaundálási technológiájával elérte, hogy az általa gyártott WPC granulátumok kötött víztartalma 1% alatti. Ez lehetővé teszi, hogy *30–50%-os töltési fokú fröccsöntésre alkalmas kompozitokat gyártsanak, sőt 60%-os ún. mesterkeveréket is forgalmazzanak.* Mivel sikerült megvalósítaniuk a falisztszemcsék optimális beágyazását a mátrixpolimerbe, és ideális töltőanyag–mátrix diszperzitást tudnak biztosítani, így a *JERtech* kompozitok standard fröccsgépeken és szerszámokkal feldolgozhatók, ugyanis minimális zsugorral és hőtágulási együtthatóval lehet számolni.

Konferencia a fröccsöntés új irányairól

WPC fröccsöntés „titkai”

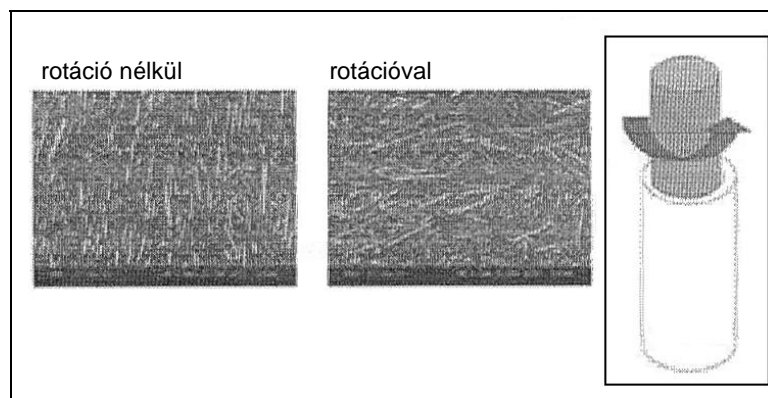
Nemzetközi konferenciát és kiállítást tartottak *Moulding 2006* elnevezéssel Las Vegasban. Két érdekes újdonsággal foglalkoztak: a *WPC anyagok fröccsöntésével* és a *forgómagos szerszámok alkalmazásával a szálerősítésű anyagok fröccsöntésénél*.

A konferencián elhangzott, hogy a fröccsöntött WPC termékek már 2008-ban egy 350 millió USD értékű piacot érhetnek el, és *70%-os évi növekedési ütem várható a közeljövőben*. Az előadók felhívták a figyelmet néhány fontos tényezőre: a nyers faliszt alapos kiszárításának fontosságára (max. 1% nedvességtartalom), a fröccsöntésnél alkalmazott csiga legyen rövid keverőzónájú és ne okozzon jelentős nyírást a kompozitban. Az L/D viszony 20:1-től 24:1-ig javasolt, a kompresszióviszony legyen 2:1 és 2,5:1 közötti. Dolgozzanak alacsony csigafordulatszámmal. A legjobb, ha olyan fröccsgépet alkalmaznak, ahol a gép szabad térfogata (a csiga és a ház közötti térfogat) elegendő 3–4 fröccsöntésnyi anyag befogadására. Kerüljék az alagút- és a szelepes beömlőket, valamint a záródűzni (szelepes fröccsfúvóka) alkalmazását. A beömlő mérete lehetőleg ne legyen 2,5 mm-nél kisebb. A torlónyomást alacsonyan kell tartani. A fröccshengerben konduktív úton melegítsék a kompozitot, és ne a nyírás okozta hőfejlődéssel „fűtsenek”. Forrócsatornás szerszám alkalmazása kritikus, mert túl sokáig maradhat az anyag felfűtve, és a faliszt degradálódhat.

Forgómagos szerszámok

A forgómagos szerszámok kör keresztmetszetű tárgyak fröccsöntésénél előnyösek, amelyek szálasanyaggal töltött polimerkompozitokból készülnek. Ezeket először 2004-ben kezdték el alkalmazni, az összecsapási helyek okozta szilárdságcsökkenés kiküszöbölésére. A **Solvay** szabadalmaztatta a technológiát. Ez a szilárdságcsökkenés akár 75%-os is lehet egy üvegszállal töltött, hagyományos szerszámban fröccsöntött terméknél, ráadásul még egyenetlen (anizotróp) zsugorodás fellépése is várható a szálorientáció miatt. Ezért pontos kör keresztmetszetű tárgy előállítása nemigen lehetséges a fixmagos, hagyományos szerszámokkal. *A forgómagos fröccsszerszámban a fröccsöntés során a befröccsöntés alatt a hengeres geometriájú szerszámüregben a szerszám magja egy szervomotor segítségével forgómozgást végez, ezzel a polimerben lévő szálas szerkezetű töltőanyagot újraorientálja a rotáció irányának megfelelően (1. ábra)*. A végeredmény: a készterméken drasztikusan javul a hengerszimmetria, nem lesznek olyan összecsapási vonalak, amelyek lecsökkentenék a szilárdsági mutatókat. *Így kisebb falvastagságú, és mégis nagyobb szilárdságú termékek gyárthatók*. Egy fröccsöntési sorozattal szemléltették a rotáció szerepét, változtatva a mag fordulatszámát, a rotáció időtartamát, valamint a rotáció elindításának és leállításának sebességét. Az optimális értékek függenek az alapanyagtól és a szerszámkonstrukciótól, de néhány következtetés általánosítható:

- a megfelelő fröccssebesség eléréséhez szükséges fröccsnyomás 30%-kal lett kisebb, mint álló mag alkalmazásánál, ha optimalizálták a rotáció paramétereit,
- a termék hengerszimmetriájának standard deviációja 0,035-ről 0,025-re csökkent, a méretpontosság eltérése pedig 0,17 mm-ről 0,05 mm-re,
- Izod ütésállóságot mértek egy 12,5 mm széles hengeres darabból, amelyet a fröccsöntött termékből vágtak ki, és tartalmazta a beömlési pontot és a vele szemben lévő összecsapási vonalat is. Rotációs maggal gyártva az értékek több mint 50%-kal javultak, és a törési pontok statisztikus eloszlást mutattak, míg korábban mindig a beömlőnél, ill. az összecsapásnál tört a darab.



1. ábra A rotáció hatása a szálorientációra. A forgó mag szinte kiradírozza az összecsapási vonalakat, és bekövetkezik az üvegszálak újraorientálódása

Összeállította: Csutorka László

Hunnicut, B.: Injection molding wood-plastic composites. = *Plastics Technology*, 53. k. 12. sz. 2007. p. 56–59.

Knights, M.: Close up in technology: Injection molding. Molding conference highlights wood fibers, spinning mold. = *Plastics Technology*, online, <http://www.ptonline.com/articles/200605cu1.html>

Egyéb irodalom

Jiang, L.; Wolcott, M. P. stb.: Flexural properties of surface reinforced wood/plastic deck board. (Erősített fa/műanyag járóburkolatok hajlékonysági tulajdonságai.) = *Polymer Engineering and Sciences*, 47. k. 3. sz. 2007. p. 281–288.

Extruded foot bridges of PP/wood composite. (Gyalogos híd extrudált PP/fa kompozitból.) = *Plastics Technology*, 53. k. 7. sz. 2007. p. 17.

Fluorination+UV coating preserves WPC decking. (Fluorozással és UV-fényre térhálósodó bevonattal védik a fa/műanyag járóburkolatokat.) = *Plastics Technology*, 53. k. 7. sz. 2007. p. 21.