

## Farosttal erősített műanyagok feldolgozása

A fa-műanyag kompozitok (WPC) Észak-Amerikából Európa felé vették útjukat, azaz egyre több nyugat-európai vállalat lát fantáziát a WPC termékek fejlesztésében és gyártásában. Az adalékanyag-gyártók már széles kínálattal rendelkeznek a WPC termékek tulajdonságainak javítására, feldolgozásuk könnyítésére.

*Tárgyszavak: kompozit; farost; poliolefin; extrudálás; fröccsöntés; adalékok; építőipar.*

*A világon jelenleg hozzávetőlegesen évente 570 000 tonna (más források szerint egyedül Észak-Amerikában 700 000 tonna) farosttal erősített műanyagkompozitot (WPC-wood plastic composite) állítanak elő, míg a termelés éves növekedése meghaladja a 20%-ot. A farosttal erősített kompozitok legfontosabb felhasználási területei a korlátok, kerítések, ajtók, ablakkeretek és a könnyűszerkezetes házak burkolatai. Újabban fröccsöntött és préselt termékek, valamint bonyolult keresztmetszetű (gyakran üreges) extrudált termékek előállítására is egyre gyakrabban alkalmaznak WPC kompozitokat. Ilyen termékek például a WC-ülőkék, vízszintező lécek, ajtó- és ablakpárkányok, irodai térelválasztó falak és tetőzsindelyek. Egyes esetekben például egy ajtókeret alsó része farosttal erősített PE kompozitból, a többi része hagyományosan fából készül, és ezek összeépítése után a megmunkálást, festést már együtt végzik. A farosttal erősített extrudált profilok már több mint egy évtizede elterjedtek, és a farosttal erősített kompozitok teljes piacának 97%-át ma is ezek teszik ki. A farost-erősítésű kompozitok kb. 80%-a polietilénalapú, míg a PVC 10%, a PP 8% és a PS mintegy 2% piaci részesedést mondhat magáénak.*

### Farost/műanyag kompozitok fröccsöntése

Napjainkban a farosttal erősített polimerkompozitok mindössze 3%-át dolgozzák fel fröccsöntéssel, ugyanakkor egyes becslések szerint ennél a technológiánál a termelés évi 70%-os növekedésére lehet számítani a közeljövőben. Jelenleg elsősorban az építőiparban felhasznált extrudált profilokhoz szánt kiegészítő termékek (például zárósapkák) készülnek fröccsöntéssel. Ezeknél fontos követelmény, hogy színük és felületi minőségük megegyezzen az extrudált termékekével. A magas farosttartalom meggátolja a beszívódások kialakulását, ugyanakkor fröccsöntésnél nehéz elérni az extrudálásnál megszokott magas farosttartalmat. Fröccsöntés esetében az alkalmazha-

tó fajták köre is szűkebbre van szabva, mint az extrúzióé. Így például a fenyőrost minden szempontból könnyebben fröccsönthető, mint a tölgy. A magas csersavtartalmú tölgy rostjai a fröccsöntő szerszám erőteljes korrózióját okozhatják, ezzel szemben a fenyőrost nem korrodál. A fenyőt színezni is könnyebb, ugyanakkor a tölgygel nagyobb hajlító rugalmassági modulus érhető el. Gázképződés szempontjából a juhar az optimális választás.

A granulátum megfelelő kiszáritása fröccsöntésnél sokkal fontosabb, mivel a fröccsöntő gépeken – egyes extruderekkel ellentétben – nem lehetséges a képződő gázok eltávolítása.

A fröccsöntés egyik legnagyobb előnye, hogy lehetővé teszi különböző betétek elhelyezését a termékben. Ezenkívül *több gyártó igyekszik a farost-erősítésű kompozitokat többkomponensű fröccsöntéssel vagy habosítással kombinálni*. Egyes cégek a farostot pusztán erősítőanyagként kívánják alkalmazni, a terméknek nem szánják fára emlékeztető megjelenést. Ezt a mátrix nagymértékű színezésével vagy – üvegszálak kompozitoknál is alkalmazott módszerrel – a fröccsöntő szerszám fűtésével érik el, aminek köszönhetően egy homogén, erősítőanyagot nem tartalmazó polimer felületi réteg alakul ki. Többkomponensű fröccsöntéssel a farostot tartalmazó mag és a homogén felületi réteg párosításával lehet elérni ugyanezt a hatást. Fröccsöntésnél csak csekély mennyiségben szoktak alkalmazni habosítószereket, elsősorban a zsugorodás csökkentése és a beszívódások kialakulásának megelőzése céljából.

*A fröccsöntés legfőbb hátrányát az extrúzióval szemben a magasabb költségek jelentik*, ami abból fakad, hogy az alapanyagot előre kompaundálni, granulálni és szárítani kell.

A *fröccsajtolás* a fröccsöntéshez hasonlóan új feldolgozási technológiának számít a farosttal erősített kompozitok területén. Az így készült termékekhez gyakran adagolnak a farost mellett különböző természetes szálakat. Noha a fröccsajtolás termelékenysége a fröccsöntéshez és az extrúzióhoz képest egyaránt elmarad, nagy előnye, hogy a feldolgozás során alig törnek össze a szálak, a farosttartalom pedig a fröccsöntéssel elérhetőnél jóval nagyobb – akár 80% – is lehet.

## Adalékok szerepe

Számos gyártó kombinálja fröccsöntött és fröccsajtolt termékekben a farostot ásványi töltőanyagokkal, illetve természetes szálakkal és rostokkal, mint például kender, len, rizshéj. Ilyen módon egyebek között növelhető a merevség és a kúszási ellenállás. Természetesen hátrányokkal is számolnia kell annak, aki természetes szálakat alkalmaz: ezek (főleg a len) ugyanis jelentős koptató hatással rendelkeznek és feldolgozás közben erős, kellemetlen szagot árasztanak.

A **Luzenac America** cég a PE-HD és PP mátrixú farost-erősítésű kompozitok talkummal való töltésével kísérletezik. Ezzel a módszerrel kedvezőbb mechanikai tulajdonságok, az extrudálásnál pedig jobb kihozatal érhető el, míg a vízfelvétel jelentősen (pl. 30% talkummal a 23%-os vízfelvétel a felére) csökken.

A **Fasalex** osztrák cég szabadalmaztatott eljárása során a farosttal erősített kompozitokhoz keményítőt adnak. A keményítő növeli a merevséget és csökkenti a fa vízfelvételét.

A **Kadant Composites** cég ásványi anyagok és farost társításával kitűnő mechanikai jellemzőkkel bíró anyagot állít elő: kaolin, kalciumkarbonát és papíripari hulladékból kinyert cellulózsálak felhasználásával készítik az  $1,5 \text{ g/cm}^3$  sűrűségű, *Biodac* márkanevű porózus granulátumot. A kompaundálás során a pórusok hőre lágyuló műanyaggal telnek meg, így alakítva ki a végleges szerkezetet. Ma már évi *4000 tonna feletti mennyiségben állítanak elő extrudált profilokat* Biodac, PE-HD és további cellulóz felhasználásával.

Csehországban helyezte üzembe első gyártósorát a német **Schilling-Knobel GmbH**. Az alkalmazott technológia a *Thermofix* nevet viseli és igen újszerű; két mozgó, fűtött PTFE szalag között állítanak elő max. 18 mm vastag folytonos padlólemezeket.

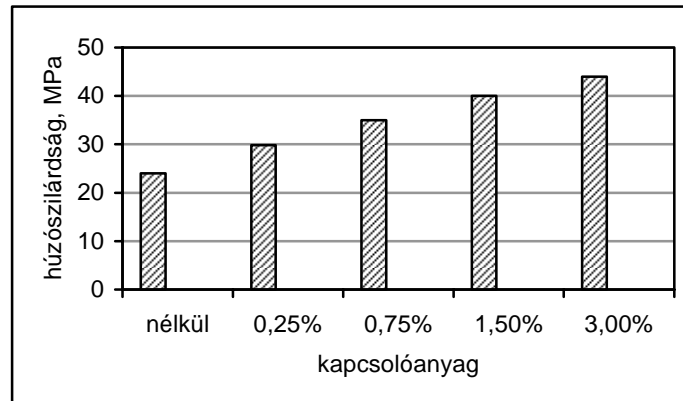
A farosttal erősített kompozitok az adalékanyagok gyártói számára is fontos piacot jelentenek. A folyamatosan továbbfejlesztés alatt álló adalékok legfontosabb feladata a fizikai jellemzők, a külső megjelenés és a környezeti hatásokkal szembeni ellenálló képesség javítása. A megfelelő adalékanyagok alkalmazása minőségi és feldolgozási szempontból is nagy jelentőségű: például a faházak külső burkolására gyártott termékek eleinte nem bizonyultak olyan időtállóknak, mint amilyenek szánták őket, gyakran keletkeztek repedések, foltosodás, és a színek sem bizonyultak tartósnak.

*A farosttal erősített kompozitok adalékai (a teljesség igénye nélkül) az alábbi csoportokba sorolhatók: határfelületi tapadásjavítók, kenőanyagok, színezőanyagok, habosítók és antibakteriális stabilizátorok. Az adalékanyagok kiválasztása elsősorban a mátrixanyagtól függ.*

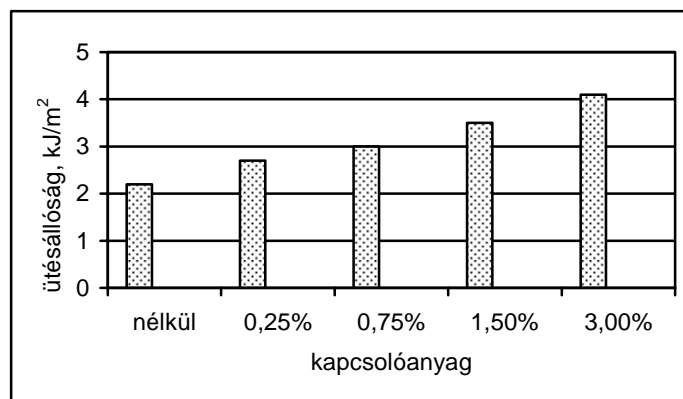
A mátrix és a farost határfelületi kapcsolatának biztosításához elengedhetetlenek az ún. *kapcsolószerek*, amelyek a hajlítószilárdság, a mérettartóság, az ütésállóság, a kúszás, a töltőanyag-részecskék egyenletes eloszlása és a rugalmassági modulus megfelelő értékének biztosításában egyaránt alapvető szerepet játszanak. A komoly terhelést nem viselő termékekben a kapcsolószerek legfőbb feladata a felület közelében lévő farostok vízfelvételének megakadályozása, amely belső feszültségek és repedések kialakulását okozhatná. A kapcsolószerek különösen fontosak a poliolefinmátrixú farost-erősítésű kompozitoknál a poláros molekulaszervezetű fa és az apoláris műanyag összeférhetlensége miatt. *Többnyire maleinsavval ojtott poliolefinet alkalmaznak.* Ezek ára 2,6 euró/kg körül mozog és 1–3%-os arányban kell adagolni. Az *1. és a 2. ábrán Licomont AR 504* (gyártó: Clariant GmbH) kapcsolóanyag hatása látható fa/PP kompozitok húzószilárdságára, ill. ütésállóságára. *Az újabb fejlesztések sorát gyarapítják a nem ojtott módosított poliolefinok, a hosszú láncú klórozott paraffinok és a PVC mátrixú kompozitokhoz kifejlesztett reaktív kapcsolószerek.*

A *csúsztató- vagy kenőanyagoknak* két funkciója van: növelik a kihozataalt, azaz az extrúzió sebességét és javítják a felületi minőséget. Poliolefinokhoz és PVC-hez a megszokott csúsztatókat alkalmazzák, mint például az etilén-bisz-sztearinamidot

(EBS), paraffinviaszokat, a cink-sztearátot. Az EBS és a cink-sztearát kombinációját gyakran alkalmazzák PE-HD-farost kompozitokban. A fém-sztearátok hátránya, hogy a kapcsolószerből maleinsavanhidridet hasítanak le, ami a kenőanyag és a kapcsolószer hatékonyságát is jelentősen csökkenti. Az előbb említettek helyettesítésére kifejlesztett új típusú csúsztatóanyagok ára megközelítőleg 1,8 EUR/kg, míg az EBS és a cink-sztearát ára 1,2 illetve 1,6 EUR/kg. *A farost-erősítésű kompozitokhoz átlagosan kétszer annyi csúsztatót használnak, mint más műanyagokhoz.* Az 50–60% farosttal erősített PE-HD-hez 4–5%, míg egy hasonló PP kompozithoz 1–2% csúsztatóanyagot adagolnak. A fa-PVC kompozitoknál ez az arány elérheti az 5–10%-ot.



1. ábra PP-fa kompozit húzószilárdsága különböző mennyiségű kapcsolóanyag (Licomont AR 504) jelenlétében



2. ábra PP-fa kompozit ütésállósága különböző mennyiségű kapcsolóanyag (Licomont AR 504) jelenlétében

*A színezőanyagok feladata kettős: egyrészt faszzerű megjelenést, másrészt az UV-sugárzással szembeni jobb ellenálló képességet kölcsönöznek a terméknek. Az UV-*

sugárzás nagymértékben rongálja a farost-erősítésű kompozitok felületét. Hatására a farost ligninje kimosódik az esővízzel, később a farost és a mátrix közötti kapcsolat meggyengülése és a polimermátrix degradációja is felléphet. A fa eredeti színe idővel jelentősen kifakul, ennek kompenzálására 1–3% pigmentet kell a kompozitba keverni. A farosttal erősített kompozitokhoz a különböző adalékanyagokat gyakran mesterkeverék formájában adagolják, amely a színezőanyag mellett csúsztatót és kapcsolószert is tartalmaz.

A farost-erősítésű kompozitok *habosítása* több előnnyel is jár: tömegcsökkenés, jobb felületi minőség, nagyobb feldolgozási sebesség, könnyebb megmunkálás és festés. *Jelenleg a farosttal erősített termékek mintegy 20%-át habosítják, többnyire a PVC mátrixú anyagokat.* Endoterm és exoterm jellegű kémiai habosítókat egyaránt alkalmaznak. A részben kristályos polimerekkel (PE, PP) lényegesen összetettebb feladatot jelent a habosítás, mint amorf polimerekkel (PVC, PS). A farost mennyiségének növelésével is nehezebbé válik a habosítás végrehajtása. Ugyanakkor habosítással pl., *65% farosttartalmú kompozitoknál a sűrűséget 30–35%-kal lehet csökkenteni.*

Egyes farosttal erősített kompozitok foltosodásának és penészesedésének megelőzése érdekében *gombaölő adalékokat* alkalmaznak. Ezek az anyagok gátolják a farost bomlását és a vízfelvételt is csökkentik.

Egyes gombafajták komoly kárt képesek okozni a farosttal erősített kompozitokban. Az anyagok gombákkal szembeni ellenálló képességét az alábbi módon lehet vizsgálni: vékony próbatesteket baktériumtenyésztésre használatos tápoldattal kell bekenni, majd a vizsgálni kívánt gombafaj spóráit a felületre kell juttatni. Ezt követően 12 héten át a gombák növekedésére kedvező nedves, nyirkos környezetben kell tartani a mintákat. Egy másik módszer szerint nedves földben kell tartani őket. A gombák okozta bomlás következtében a kompozit tömegvesztése tápoldatos vizsgálat esetén a 10–25%, míg nedves földben történő vizsgálat esetén a 12–18%-ot is elérheti.

Végezetül néhány olyan cég felsorolása következik, amelyek komoly szerepet játszanak a farosttal erősített kompozitok, illetve a gyártásukhoz szükséges adalék- vagy alapanyagok fejlesztésében és előállításában:

Kadant Composites, Onaga Composites, Luzenac America, Crane Plastics Manufacturing, Trex Co., Reedy International Corp., DuPont Industrial Polymers, CreaFill Fibers Corp., Carney Timber Co., U.S. Borax Inc., Brite Manufacturing, Crompton Corp., Composatron, Principia Partners, Pallmann Pulverizers, Rohm and Haas Co., Correct Building Products, Lonza Group, Equistar Chemicals, Eastman Chemical, Struktol Co., Ciba Specialty Chemicals, Dover Chemical, Clariant Additive Masterbatches, The Madison Group, Fiber Composites, U.S. Plastic Lumber, Atlas Precision Plastics (USA), Fasalex GmbH (Ausztria), Beologic nv (Belgium), CTBA (Franciaország), Nova-Institut GmbH, Schilling-Knobel GmbH (Németország), STFI-Packforsk (Svédország), Baerlocher GmbH., Clariant Produkte GmbH.

Összeállította: Deák Tamás

Sherman, L. M.: Wood filled plastics. = *Plastics Technology*, 50. k. 7. sz. 2004. p. 52–59.  
Schut, J. H.: Wood plastic composites. = *Plastics Technology*, 51. k. 9. sz. 2005. p. 52–59.  
Schut, J. H.: Beyond decking; wood composites branch out. = *Plastics Technology*, 50. k. 8. sz. 2004. p. 62–69.  
Goldsberry, C.: Slow wood train coming. = *Modern Plastics*, 4. sz. 2005. p. 74–75.  
Richter, E.: Wood-plastic composites: Eine Herausforderung für Additive. = *KunststoffTrends*, 5. k. 1. sz. 2005. p. 26–27.