

Poliuretánkompozitok térhódítása a különböző technológiákban

A PUR a legsokoldalúbb műanyagfajta. Sokáig szinte csak habok formájában találkoztunk ezzel az anyaggal, de az anyag- és technológiafejlesztéseknek köszönhetően ma egyre több ipari alkalmazást mutatnak be: köztéri lámpaoszlopok, profilok és padozat céljára használható műfa elemek a legújabb PUR termékek.

Tárgyszavak: poliuretán kompozitok; poliészter; reaktív öntés; pultrúzió; üvegszál-erősítés; tekerceselés; termékfejlesztés; hőre keményedő műanyagok.

A poliuretánokat (PUR) hosszú ideig döntően habosított formában használták. Az ezredforduló óta egyre nagyobb részt képviselnek a nem-habosodó szilárd, tömör poliuretánkompozitok, amelyeket speciális feldolgozási technológiákkal, pultrúzióval, száltekerceseléssel, vákuumöntéssel és szórással is fel lehet dolgozni. Ezekkel az eljárásokkal – gyakran erősített – poliuretánkompozitokból olyan termékeket állítanak elő, mint az ablakprofilok, kádak, oszlopok, nagyméretű teherautó-alkatrészek stb.

A poliuretánok előnyei a különböző feldolgozási technológiákban

A hőre keményedő PUR kompozitok kiemelkedő szilárdságot, ütésállóságot és kopásállóságot mutatnak a telítetlen poli- és vinilészterekkel összehasonlítva. Különösen előtérbe kerül a PUR nagyobb szívóssága az utólagos mechanikai megmunkálási folyamatokban. A megmunkált széleken nem vagy lényegesen kisebb mértékben vannak mikrorepedések a hagyományos hőre keményedő kompozitokhoz képest. Egy kísérlet során azt tapasztalták, hogy poliuretánprofilból egy csavar kihúzásához a 40–60%-kal nagyobb erő szükséges, mint poliészter- vagy vinilészteralapú kompozitokból.

A PUR technológiai szempontból is előnyös. *A PUR-nál a szilárdulási idők sokkal rövidebbek (2–4 órával szemben 20 perc), mint az észteralapú kompozitoknál.* Kevésbé munkaigényes az üvegszál bevitele is, a szórásos módszernél nincs szükség a levegő teljes eltávolítására a jó nedvesítés érdekében. Az autóiipari alkalmazásoknál a PUR-SRIM (Structural Reaction Injection Moulding – reaktív fröccsöntés üvegszál-erősítéssel) technológiával egy darab előállításához mindössze 0,5–2 percet igényel a poliésztereknél használatos SMC (Sheet Moulding Compound) eljárás 2–10 percével szemben. A SRIM eljárás munka- és a szerszámigénye is kisebb az SMC technológiánál.

A poliuretánoknál alkalmazható eljárások közül jelenleg a *SRIM technológia fejlődik a legdinamikusabban* összehasonlítva az olyan alternatív eljárásokkal, mint az *RTM (Resin Transfer Moulding)* vagy az *SMC (Sheet Moulding Composit)* anyag sajtolása. Egyébként a *SRIM* és az *RTM* eljárások nagyon hasonlítanak egymásra: mindkettő zárt szerszámban megy végbe, ahol az üvegszálat vagy paplant behelyezik a formába, lezárják, majd befecskendezik a folyékony PUR keveréket.

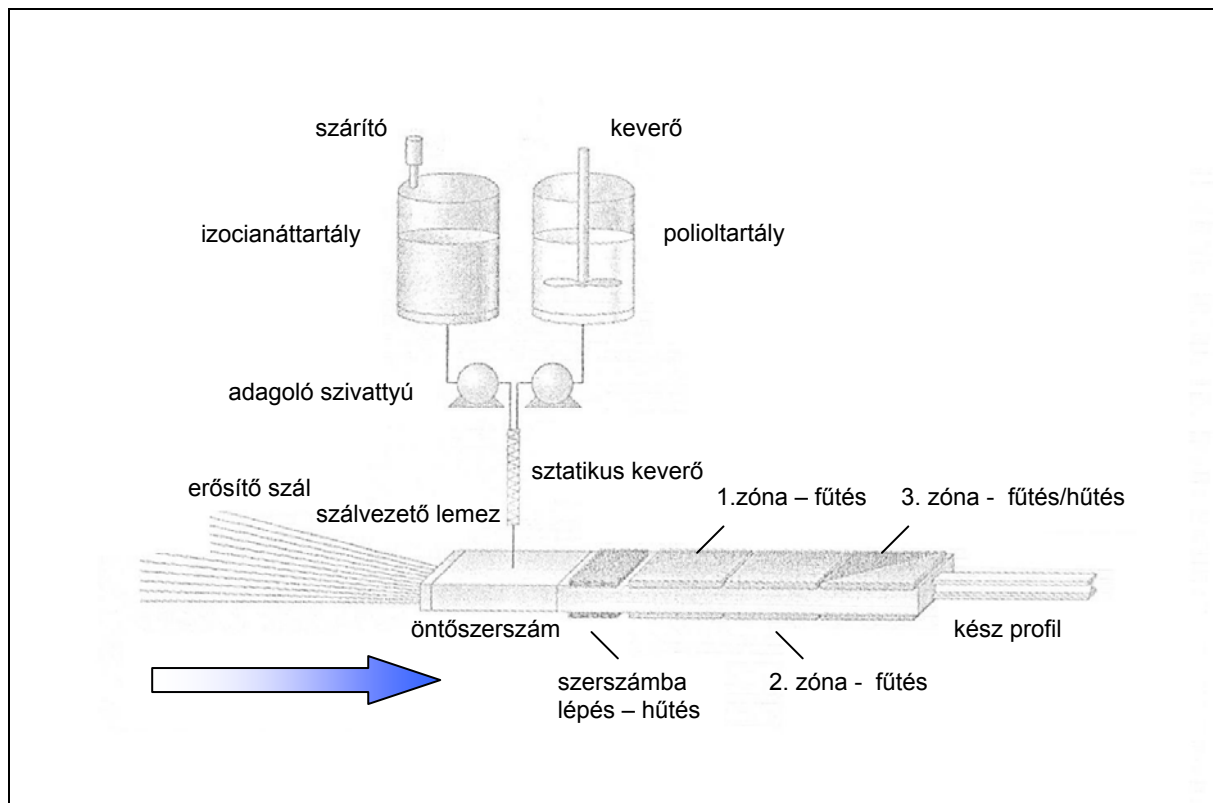
A robotizálható „*spray moulding*” (rövid szálás szórásos öntés) rendszer 1995 óta ismert. A **Krauss-Maffei** oldotta meg először *LFI (Long-Fiber Injection – hosszú szálás öntés)* eljárásában, hogy a hosszú üvegszálat a keverőfejben vágják és nedvesítik. Ezt az erősített keveréket ezután egy *nyitott szerszámba juttatják*, majd a szerszámot bezárják és az anyagot a szerszámban hőkezelik. A **Cannon** és a **Hennecke** is ajánl hasonló eljárást (*InterWet* ill. *CSM Baydur*). Ezekben az eljárásokban természetes szálakat is lehet használni erősítésre. A *CSM Baypreg NF (natural fibres)* eljárással pl. rendkívül könnyű belső ajtópaneleket gyártanak személygépkocsikhoz. A **Bayer** legújabb eljárása a *CSM-Multitec short-fiber* PUR rendszer, amely a nyitott szerszámú szórásos eljárás egy változata. Ebben a folyamatban az üvegszálat 5-12,5 mm hosszúságra vágják a PUR adagolóra szerelt külső vágóval.

A *SRIM* technológia továbbfejlesztett változatai jól alkalmazhatók a nem habosított, tömör PUR kompozit termékek gyártásánál is. A Bayer *CSM-Multitec* eljárásával pl. költségtakarékosan gyárthatók mind nagyméretű, mind kisebb termékek. Az utóbbi évben bemutatott termékek között van egy traktorhoz készített motorburkolat és lökhárító, valamint egy több rétegből álló fürdőkád (ld. Műanyagipari Szemle, 2007. 3. sz. p. 61–63.). A **Huntsman's Polyurethans** cég a Krauss-Maffei *LFI* és a Cannon *InterWet* technológiájával szintén sikeresen gyártott nagyméretű termékeket, pl. tartályfedeleket, uszálykaput.

A PUR kompozitok *pultrúziós feldolgozása* (szállítósos profilhúzás) is terjed, bár az első kísérletektől az ipari alkalmazásig eltelt néhány év. Egyelőre csak néhány cég ajánl pultrúzióval készített profilokat, de sok erre irányuló projektről hallani. A terület úttörője a **Creative Pultrusions** cég, amelynek már ötéves tapasztalata van ezen a téren. *SupurTuf* PUR pultrúziós eljárásukról nyolcoldalas információs anyag olvasható a honlapjukon. Jelenleg mintegy 25 különböző profilt ajánlanak, többek között az építőipar, a szállítás és az infrastrukturális beruházások céljaira is. Az *1. ábrán* egy tipikus poliuretán pultrúziós berendezés látható. Az izocianátot és a poliolt kisnyomású sztatikus keverővel keverik össze, majd egy zárt egységben injektálják az erősítőszálhoz.

Természetesen a PUR gyártók – a **Bayer**, a **BASF**, az amerikai **Huntsman** – is kifejlesztették, illetve fejlesztik a pultrúzióra optimalizált típusaikat. A pultrúziónál fontos, hogy szobahőmérsékleten a gélesedési idő nagyobb legyen (pl. 30 perc felett), de ugyanakkor magas hőmérsékleten továbbra is gyors legyen a szilárdulás. Így 2 m/perc feletti sebességet értek el a profilok gyártásánál, ami eléri a poliészternél tapasztalt értékeket, és sokkal jobb a vinilészterrel és az epoxival elérhető értékeknél (0,6–1,3, ill. 0,3–1,3 m/perc).

Jelenleg *poliuretán pultrúzióval főleg kisebb profilokat*, pl. létrasíneket, szerzőszámnyeleket, kisebb rudakat, hokiütőt gyártanak. A PUR ablakprofilokat az egyik legnagyobb növekedési területnek tartják. A gyakorlott pultrúziós cégek már 15x15 cm méretű I-gerendát is készítenek, de az ennél nagyobb méretek még kihívást jelentenek a PUR feldolgozók számára, mivel ezek előállításához hosszabb idő lenne szükséges a nyitott impregnáló kádban, és itt az MDI reagálhat a levegő légnedvességével. A Huntsman beszámolt arról, hogy folynak a kísérletek a nagyobb méretek előállítására, bár a megcélzott méretről nem nyilatkoztak.



1. ábra PUR pultrúziós berendezés vázlata

A poliuretánok kiemelkedő ütésállósága és szilárdsága, valamint a rétegek közötti nagy nyíróellenállás – amely a poliészterekének kétszerese – lehetővé teszi, hogy a pultrúzióval előállított profilokat könnyebbre tervezzék, és így költséget takarítsanak meg. A Huntsman cég szerint, pl. egy I-profilnál a hosszirányú merevség megtartása mellett 3,3 mm-ről 2,6 mm-re lehetett csökkenteni a vastagságot, ami a tömeg 13%-os, a költség 7%-os csökkenését eredményezte. A Creative Pultrusions képviselője is hangsúlyozta, hogy poliuretánnal olyan feladatok is megoldhatók, amelyek szilárdsági problémák miatt poliészter-, vagy vinilészter-kompozittal nem.

A poliuretánok a *száltekerceseléses módszer* területén is helyettesíthetik az észteralapú kompozitokat. Mivel ez a piac a pultrúzióknak két-háromszorosa, a szálte-

kerceseléses technológia különösen érdekes a PUR feldolgozók számára. Nagy esélye van a poliuretánoknak a poliészterek kiváltására az infrastruktúra területén, ahol oszlopokat, extrém körülmények között használható vízvezetékeket, forró vizes tartályokat stb. készítenek kompozitokból. Az első kísérletek szerint a PUR 40-50%-kal nagyobb repesztési szilárdságot adott, mint a poliészter.

A *vákuumöntés*, amely az RTM (Resin Transfer Moulding) eljárás egy változatának tekinthető, szintén megvalósítható poliuretánnal. Ezzel az eljárással nagyméretű testeket lehet gyártani, pl. akár egy hajótestet is. Az eljáráshoz csak egy fél szerszám szükséges és egy műanyag fólia a fedéshez. Az öntéses eljárásokhoz általában 30 percnél nagyobb reakcióidő szükséges szobahőmérsékleten, ami a PUR rendszerek gyártóinak jelent feladatot. A Huntsman cégnek sikerült már 25 kg feletti darabokat önteni, de a megcélzott legnagyobb tömeg, a kb. 250 kg elérése egyelőre még bizonytalan. A vákuumöntéshez alkalmas típusok kifejlesztésével a **Bayer** és az amerikai **RS Technologies** is foglalkozik.

PUR kompozitok új felhasználási területei

A *Baydur* poliuretánrendszerrel új *műpadló elemeket (deszkát)* állított elő a kaliforniai **Century Products** (Anaheim, USA). Ennek során első ízben használtak folyamatos eljárást. Az új műfa tömegének 65%-át egy olcsó töltőanyag, a széntüzelésű elektromos erőművek, ill. a hulladékégetők mellékterméke, a hamu adja. Ez a hamu egy jól strukturált finoman diszpergált szervetlen anyag, amelynek erősítő hatása van, és csökkenti az anyagköltségeket. A PUR műfa szilárd, rugalmas és jól ellenáll a vízgőznek, mivel vízgőzfelvétele csak 0,4 %. Ebből a szempontból felülmúlja a versenytársait és a fát is. A szabadalmaztatott folyamatos eljárás és berendezés mintegy 500 folyóméter/óra sebességgel dolgozik. A „*Lifetime Lumber*” (az örökéletű fa) márkanévű termék főleg az USA nyugati államaiban terjed burkolás és kerítés céljaira. Természetesen különböző színekben és keresztmetszetekkel, hornyokkal gyártják. Az ára versenyképes a többi műanyagtermékével: 6,5–7,5 USD/m tartományban mozog.

A műanyagalapú közműoszlopok előállításához eddig főleg a poliészterkompozitokat használták, üvegszál-erősítésű PUR kompozit használata új fejlesztés ezen a területen. Az új alternatívát az **RS Technologies** (Calgary, Kanada) fejlesztette ki. A cég a modulrendszerű oszlopokat saját receptúrájú *Version PUR* gyantájával száltekerceseléses eljárással gyártja. Az *RStandard* néven forgalmazott *oszlopok akár 45 méter magasak is lehetnek, sőt már dolgoznak 60 méter feletti oszlopokon is. Az oszlopok magját a Version aromás változatából gyártják, a külső réteghez UV-stabilizált alifás rendszert használnak.* Az anyagában történő stabilizálás feleslegessé teszi az utólagos felületi kezelést. A kétkomponensű oszlopok anyaga 100%-ban szilárd anyag, nem tartalmaz semmilyen illékony vagy toxikus komponenst. A cég állítása szerint a PUR oszlop erősebb és szívósabb, mint a poliészter-, vinilészter- vagy epoxigyantával készített oszlop. A PUR kompozittal jobb szilárdság/tömeg viszony érhető el. Az RS Technologies által kifejlesztett tekerceseléssel nulla fokos tekerceselés valósítható meg, azaz az üvegszál-erősítés tökéletesen az oszlop tengelysíkjában valósul meg. A szoká-

sos tekerceselési technológiákban minimum 7–8 fokos a tekerceselési szög. A cég által részben saját maga által fejlesztett berendezés óránként 1 tonnát képes tekerceselni. A 10–15 mm falvastagságú oszlopmodulok 5–10 m hosszúak, amelyek kúposan kiképzett végükkel illeszthetők egymásba. Ez a megoldás jelentős előnyöket nyújt a tárolás, szállítás, felállítás és karbantartás tekintetében az egy darabból készített oszlopokkal összehasonlítva.

Termégyártás szerszám nélkül

A **Plastics Unlimited** cég (Preston, USA) kidolgozott egy új, szabadalmaztatás alatt álló eljárást (*Tool less Engineered Composite – TEC*), amely feleslegessé teszi a költséges szerszámgyártást.

Az eljárás szerint egy vékony – tipikusan 2 mm vastag – hőformázott héjat egy egyszerű tartón rögzítenek, majd ezt kitöltik egy szálerősítésű kompozittal. Az eljárás fő előnye a költségek csökkentése, hiszen nincs szükség speciális szerszám legyártására. Elmarad a felületi kezelés is, ami az illékony komponensek felszabadulását is kiküszöböli. Az így készített formadarabok ütésállósága nagy. Első kereskedelmi bemutatkozásként egy kombajnalkatrészt gyártottak a *TEC* technológiával. A 2 mm vastag hőformázott héj háromrétegű koextrudált fóliából készült. A három réteg egymás után: ABS, színezett és stabilizált ASA, végül egy fényes akrilréteg. A héjra üvegszálpaplant rétegeztek, majd ezt az **Ashland** cég poliészterével itatták át, ezután vákuumozták és hőkezelték. Az új eljárás 10 000 darabos sorozatig versenyképes a RIM, az RTM technológiákkal és a préssel összehasonlítva. A technológiát ki fogják próbálni PUR kompozitokkal is.

Új hőre lágyuló PUR típusok

Egyre több gyártó használja a *termoplasztikus poliuretánok transzparens változatait* a sícipők előállítására. A **BayerMaterialScience** most új, még nagyobb teljesítményű termékcsoporthozott a piacra. Az új *Desmopan* típusok közül a *DP 9650, 9659, 9662 és a 9665* aromás éteralapú termoplasztikus poliuretánok, amelyek a korábbinál is jobb ütésállóságot és hajlékonyságot mutatnak alacsony hőmérsékleten. Ezáltal a sícipők kisebb falvastagságnál is jobban terhelhetők. Ezekon kívül új észteralapú hőre lágyuló poliuretánokat is kínál a cég (*DP 3055, 3059, 3065, 3072*). Ezek lágyítót nem tartalmaznak, keménységük 55 és 72 Shore D keménység között van, és kopásállóságuk mintegy 50%-kal nagyobb a korábbi *Desmopan* típusokénál.

Összeállította: Máthé Csabáné dr.

Sherman, L. M.: Polyurethane composites new alternative to polyester & vinyl ester. = *Plastics Technology*, 52. k. 3. sz. 2006. p. 60–65.

Grande, J. A.: Polyurethane was a new attraction at „Composites 2005 Show”. = *Plastics Technology*, 52. k. 2. sz. 2006. p. 60–63.

In Kälte hochflexibel. = *Plastverarbeiter*, 57. k. 9. sz. 2006. p. 105.

www.quattroplast.hu