

Kompozitok fejlesztése különböző mátrixanyagokkal

A hőre keményedő műanyagokkal nagy merevségű kompozitokat lehet előállítani, amelyek járművek nagyméretű elemeinek gyártására is alkalmazhatók. Mátrixanyagként elsősorban az epoxi és a poliuretán jön szóba. Az erősítő szálak és szerkezetek széles választéka pedig lehetővé teszi a rétegek kombinálását.

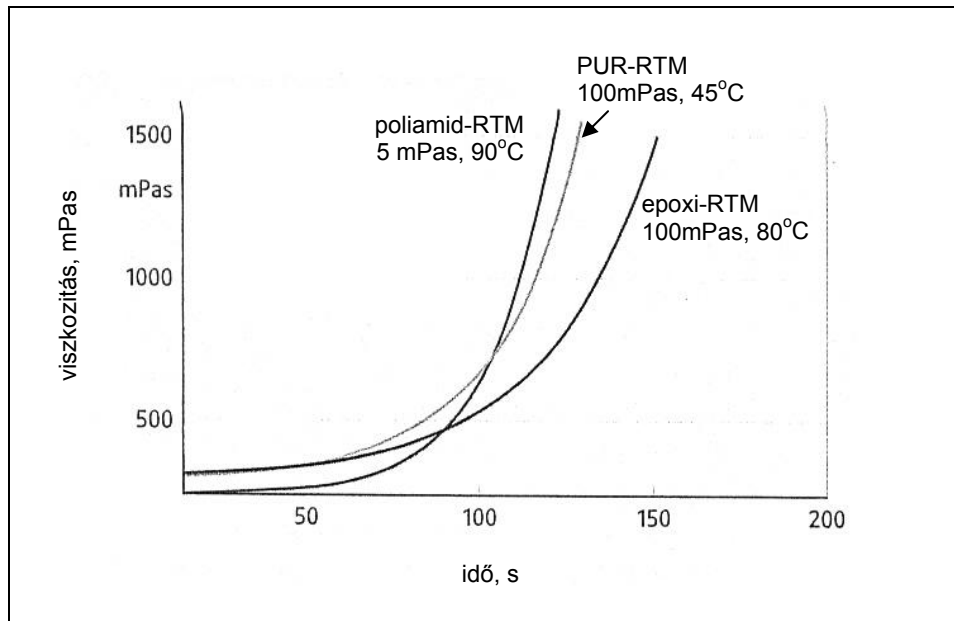
Tárgyszavak: hőre keményedő műanyagok; epoxi; poliuretán; telítetlen poliészter; szórás; kompozit; autóipar.

Ismeretes, hogy az EU a gépkocsik CO₂ kibocsátását folyamatosan szigorítja: a mai átlagosan 165 g/km értékről 2015-re 130 g/km, 2020-ra már 95 g/km értékre kell csökkenteni. E cél elérésének egyik fontos eszköze a műanyagok felhasználásának növelése. Jelenleg a műanyagokat elsősorban a gépkocsik belsejében alkalmazzák, azonban a jövőben a további tömegcsökkentés fő területe a könnyű műanyagelemek (alváz, karosszéria stb.) kifejlesztése. Csak az alváz a jármű tömegének 20%-át teszi ki, így optimális esetben akár 100–150 kg tömegcsökkenést lehet elérni, ami 10–15 g/km CO₂ kibocsátásnak felel meg. A fejlesztések egyik fő iránya a mátrixanyagok, illetve kompozitok szerkezetének optimalizálása a hatékony és gazdaságos gyártás megvalósítása érdekében.

Gyors epoxirendszerek autóipari szerkezeti elemek gyártásához

A fémből készült teherhordó szerkezeti elemek kiváltásához a folytonos szálakkal erősített kompozitok jönnek szóba. A kompozit építőelemeket általában reaktív gyantaöntéssel (RTM, Resin Transfer Moulding) zárt szerszámban állítják elő. Az első lépésben két- vagy háromdimenziós textilszerkezeteket készítenek üveg- vagy szén-szálszövetből. Ezt a száraz előformát behelyezik a felfűtött présszerszámba. Buborékmentes termék elérése érdekében a mátrix beadagolása előtt vákuummal vagy anélkül eltávolítják a levegőt a szálak közül. Ezután a kétkomponensű reakcióelegyet egy keverőkamrán keresztül a szerszámba nyomják, ahol polimerizáció útján megszilárdul. *Az anyagok és a paraméterek megválasztása során két egymásnak ellentmondó követelményt kell kielégíteni:* egyrészt a polimerizáció legyen elég lassú ahhoz, hogy a szálakat a mátrix teljesen körülvegye, másrészt azonban a térhálósodás legyen elég gyors, hogy az autóiparban kívánatos ciklusidőket elérjék. A polimerizáció már a keveréssel egy időben elindul, ennek jeleként a viszkozitás nőni kezd. A reakcióelegy viszkozitásának változását mutatja az 1. ábra három különböző mátrix esetén.

A folyamat fontos jellemzője az ún. nyitott idő (fazékidő), amely megadja, hogy mennyi idő áll rendelkezésre a nedvesítéshez, és hogy milyen hosszú utat tud megtenni a polimer a szerszámban a megszilárdulás előtt. A folyamat során a megszilárdulás előtt az anyag viszkozitása néhány száz mPas nagyságrendű. Sok esetben a folyamat végén van egy temperáló fázis, amelynek során csökkennek a mechanikai feszültségek, és kialakulhat a kívánt háló- vagy kristályszerkezet, aminek következtében javulhatnak olyan fontos tulajdonságok, mint a szilárdság, az üvegesedési hőmérséklet.



1. ábra Az RTM eljárásban használt különböző gyanták viszkozitásának időbeli változása

Az eljárással eddig 10–20 percre sikerült levinni a ciklusidőt, ami azonban csak a legkisebb szériáknál teszi lehetővé a gazdaságos gyártást. A ciklusidő további csökkentése céljával indított kutató-fejlesztő munkát a BASF mind a három, RTM eljárásra alkalmas mátrixanyaga optimalizálására. A három vizsgált anyag technológiai tulajdonságait az 1. táblázat tartalmazza.

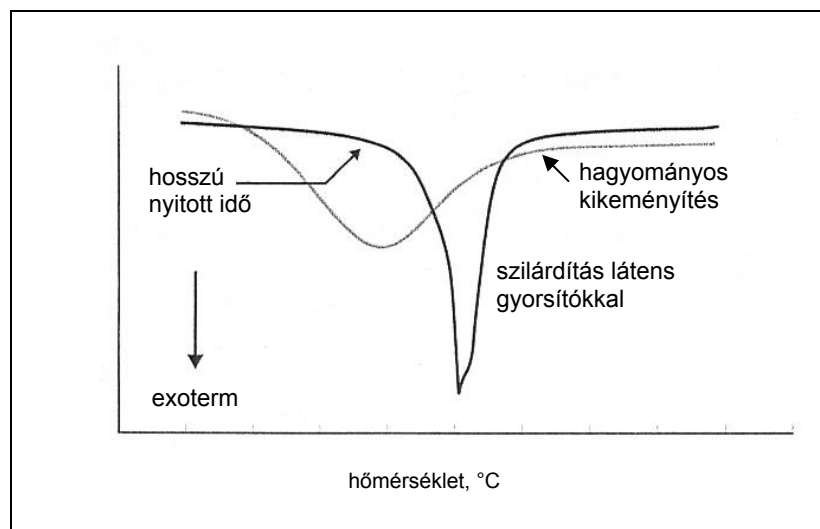
A legjobb eredményt eddig az epoxigyantákkal érték el, ahol látens gyorsítókkal sikerült a kikeményítési folyamatot optimalizálni. Az epoxirendszerek megszilárdulásakor epoxid és amin reakciója megy végbe több lépésben. Először az aminocsoport felnyitja az epoxi hármasszűrűjét. Az így keletkezett nagy reakcióképességű szekunder aminok további epoxigyűrűket nyitnak fel, és így alakul ki a polimerlánc. Diaminok alkalmazásakor térhálósodás megy végbe és ilyenkor hőre keményedő műanyag képződik. Ebben a folyamatban a reakció gyorsan indul, és egy maximumon átmenve viszonylag lassan fejeződik be. A viszkozitás gyorsan nő, ezáltal a nedvesítésre, formaadásra rendelkezésre álló idő, az ún. fazékidő viszonylag rövid. A reakciónak ezt a lefolyását változtatja meg a látens gyorsító alkalmazása, amint ez a 2. ábrán

látható. Az ábra jól mutatja, hogy látens gyorsító alkalmazásakor a keményedés később indul, de gyorsabban fejeződik be. Az eljáráshoz a BASF egy sor új látens gyorsítót szabadalmaztatott.

1. táblázat

Az RTM technológia szempontjából fontos tulajdonságok összehasonlítása

Tulajdonság	Epoxi-RTM	PUR-RTM	Poliamid-RTM
Szerszámhőmérséklet	90–120 °C	80 °C	145–150 °C
Komponensek hőmérséklete	80 °C	45 °C	80 °C
Keverési arány	100 : 10–25	100 : 100–150	100 : 100
Formaleválási idő	3–5 perc	4–5 perc	2–4 perc
Adagolási technika	kis nyomás	nagy nyomás	kis nyomás
Üvegesedési hőmérséklet	100–135 °C	90–110 °C	0–50 °C
Olvadáspont	–	–	220 °C
Viszkozitás a szerszám hőmérsékletén	100 mPas	100 mPas	5 mPas
Technológiai tartomány	széles	nagyon széles	szűk



2. ábra A hagyományos és a gyors epoxirendszerek összehasonlítása

A gyakorlatban is jól vizsgáztak ezek az új epoxirendszerek, és új lehetőségeket nyitnak az autógyártásban a kompozit szerkezeti elemek gazdaságos előállítására. *A ciklusidő az új technológiával 5 perc alá vihető, ami már megfelel az autóipar követelményének.* Az új epoxirendszereket a meglévő RTM berendezéseken problémamentesen lehet felhasználni.

Telítetlen poliészter helyett poliuretánok

A különböző kompozittermékek gyártásánál, főleg a kisebb szériáknál rendkívül elterjedt az erősítőszálak kézi laminálása telítetlen poliésztergyantával. Ennél az eljárásnál a legnagyobb probléma az, hogy a kikeményítéshez szükséges sztirol meglehetősen ártalmas az egészségre, mivel károsítja a központi idegrendszert. Ezért van napirenden, hogy a sztiroltartalmú poliészterrendszereket poliuretánokkal helyettesítsék. A poliuretán technológiai előnye még, hogy elmarad a poliészternél szükséges akár többórás utótemperálás.

A **Lätzsch GmbH** a **Bayer MaterialScience** által kifejlesztett többkomponensű poliuretánrendszert használta a telítetlen poliészter helyett a szórásos kompozitgyártásban (FCS, Fiber-Composite-Spraying eljárás). A rendszer az izocianát mellett egy gyorsan és egy lassabban reagáló poliolt tartalmaz. A mátrix változtatása mellett tovább javították a kész kompozittermékek tulajdonságait, pl. vágott szál helyett végtelen rovingot használtak erősítésre, a merevséget szendvicsszerkezettel növelték. A korábbi poliészteralapú és az új poliuretánalapú kompozit összehasonlítása a *2. táblázatban* látható.

2. táblázat

Poliészter- és poliuretánalapú kompozitok összetétele

	Telítetlen poliészter- alapú szállaminátum	Poliuretánalapú szálerősítésű kompozit
Előállítási technika	kézi laminálás	szórásos eljárás (FCS)
Mátrix anyaga	gyanta: ERPOL ER 603 keményítő: MEKP sűrűség: 1,22g/cm ³	izocianát: Multitec VPPU 10MT03 poliol: VPPU 20MT11 sűrűség: 1,0g/cm ³
Erősítő anyag	üvegszálpaplan (E-üveg) felületi sűrűség: 300g/m ² felületkezelés: szilikon sűrűség: 2,5422g/cm ³	E-üvegroving finomság: 2400 tex (g/1000m) felületkezelés: szilikon sűrűség: 2,5422g/cm ³

Az új technológia alkalmazására a Lätzsch cég a **KraussMaffei** gépgyártóval és több más céggel együttműködve végzett előkísérletek után 2010-ben új automata FCS berendezést helyezett üzembe. A berendezéshez hattengelyű szórórobot és a négy komponens adagolására alkalmas nagynyomású keverő-adagoló berendezés tartozik (*4-K-Fasersprühanlage RIM Star*, KraussMaffei). A szerszámot tartó forgó-billenő asztalt szinkronizálták a szórórobottal, ami garantálja a termék pontosságát. A berendezésen mód van akár hat-hétretegű szendvicsszerkezet kialakítására. Az egyes rétegek különbözhetnek a mátrix összetételében, az erősítőszálak mennyiségében, tartalmazhatnak különböző adalékokat, színezékeket vagy éppen habosító ágenseket. Pl. egy 5 mm vastag, merev szendvicsszerkezetet fedőrétegből, erősített kompakt rétegből, habosított rétegből és IMC (szerszámban lakkozás) lakkrétegből lehet felépíteni.

Az új szórási technológia szinte minden felületkezelő eljárással – szerszámban lakkozás (in-mold coating), fóliázás – kombinálható, és így a tervező kívánsága szerint különböző színű, fényességű és minőségű felület érhető el.

Mindez nagyon széles alkalmazási területet tesz lehetővé az előállítandó termékek tekintetében. A berendezésen 10–100 g/s szórási teljesítmény mellett az előállítandó terméktől függően 5–20 perc a szórási idő. A Lätzsch cég automata berendezése alkalmas a nagyméretű szálerősítésű szerkezeti elemek szériagyártására a járműipar különböző ágazataiban, tartályok építésében és az orvostechikában is.

Egy gyakorlati alkalmazás, a PURtrain projekt

Az AVK erősített műanyag konferenciáján a német Fraunhofer intézetek kémiai technológiai intézete (**Fraunhofer ICT**), mint a projekt egyik résztvevője számolt be arról, hogy *Németországban állami támogatással többmilliós projekt keretében folyik a vasúti alkalmazásra optimalizált hibrid szendvicsszerkezetek kutatása, fejlesztése. A PURtrain projekt célja az energiafelhasználás csökkentése a jármű tömegének csökkentése által, ami a vasúti közlekedésre jellemző, sok esetben gyakori megállás-indulás miatt fontos. A projektben a nagyméretű szendvicsszerkezetű kompozitelemek gyártására kívánnak hatékony és az ökológiai szempontokat is figyelembe vevő eljárást kidolgozni 100 db/év volumenre. További kihívás, hogy az elemeknek ki kell elégíteniük a CEN/TN 45545 számú szabvány tűz- és lángállósági követelményeit.*

A projekt keretében – többek között – a **Bombardier Transportation** cég *Itino* szériában gyártott vonatához állítanak elő 4,5x2,4x0,8 m méretű önhordó dízelmotorburkolatot. A koncepció szerint egy előkészített mag-köpeny szerkezetre poliuretánt visznek fel szórással, a végső formát pedig a présszerszámban alakítják ki. A szendvicsszerkezet erősítő eleme egy méhsejt szerkezetű polikarbonátmag, amelyre hosszú, illetve végtelen szálból visznek fel egy külső réteget. Ez a szerkezet a jó mechanikai tulajdonságokon kívül kiváló hangszigetelést is biztosít.

Összeállította: Máthé Csabáné dr.

Henningsen, M.: Schnelle Systeme für leichte Autos = Kunststoffe, 101. k. 9. sz. 2011. p. 88–91.

Menz, V. és mások: Ersatz für styrolhaltige Polyesterharze = Kunststoffe, 102. k. 1. sz. 2012. p.68–60.

A pure train project = European Plastic News, 38. k. 11. sz. 2011. p. 23.

Röviden...

Változás az orosz PUR gyártónál

A PUR rendszerek globális gyártója a **Huntsman** (USA) 2007-ben vegyesvállalatot alapított Oroszországban, **Huntsman NMG** néven. Most kivásárolta az orosz tulajdonost és ezzel a vállalat 100%-os tulajdonosa lett.

www.quattroplast.hu

A Huntsman NMG PUR rendszereket gyárt ragasztók, bevonatok céljára, és a cipőiparnak is szállít termékeket. Oroszországon kívül Ukrajnába és Fehéroroszországba is szállít, ahol több lerakatot működtet. A cég az orosz piac kétszámjegyű növekedésével számol az idei és a következő évekre.

O. S.

KI-222770-0