

## Innovatív megoldások az autóiparban – erősített műanyagokkal

A természetes szálakkal (pl. len, kender) erősített kompaundokat elsősorban az autóipar alkalmazza. Segítségükkel csökken a tömeg, kisebbek az alkatrészek előállítási költségei és az autó még inkább „környezetbaráttá” válik. A műanyagok autóiipari alkalmazásának fontos kérdése továbbá, hogy az autó belsejében az anyagokból ne távozzanak kellemetlen szagokat árasztó komponensek.

*Tárgyszavak: kompaundok; erősített műanyagok; természetes szálak; polipropilén; autóipar; pultrúzió; emisszió; fejlesztés.*

Az autóiparban az anyagkiválasztás egyik kritikus pontja továbbra is a tömegcsökkentés. Ez a cél megjelenik az egyes alkatrészek, építőelemek tervezésében és gyártástechnológiájának kialakításában is. *A nagy fajlagos tömegű fémeket általában erősített műanyagokkal igyekeznek helyettesíteni.*

## Törésnek kitett szerkezeti elemek gyártása erősített hőre lágyuló műanyagból

Ma még főleg fémet használnak az ún. ütközésálló (crash-kompatibilis) szerkezeti elemek gyártásához. A fenntarthatóság érdekében szükséges tömegcsökkentés leginkább perspektivikus megoldása a textilerősítésű, hőre lágyuló, társított (kompozit) anyagok alkalmazása, amelyek fajlagos energiaelnyelő képessége kiemelkedő. Ahhoz azonban, hogy a dinamikus alkalmazásokban ennek a szerkezeti anyagnak az előnyös tulajdonságai optimálisan hasznosuljanak, a várható igénybevételre figyelemmel kell az anyagot kiválasztani és a gyártandó szerkezeti elem konstrukcióját megtervezni.

A drezdai műszaki egyetem (ILK –Institut für Leichtbau und Kunststofftechnik) és a Volkswagen kutatói konzorciuma – egy támogatott projekt keretében – *autóülést fejlesztett ki textilerősítésű, hőre lágyuló műanyag felhasználásával.* A fejlesztés célja a lehető legnagyobb tömegcsökkentés elérése a hagyományos megoldással (acél) szemben, azonos mechanikai tulajdonságok és alacsonyabb gyártási költségek mellett. Az acélból készült üléstámla négy lemezből és egy profilcsőből készül viszonylag munkaigényes szereléssel, ponthegesztéssel. Az új üléstámla lényegében egy kompozit, amely egy speciális összetett textilszerkezet és egy hosszú szállal erősített, hőre lágyuló műanyag (LFT) társításával jön létre. A gyártáskor a különböző textilipari műveletekkel kialakított erősítő textilszerkezetet a megfelelő pozicionálás után

infravörös sugárzással a feldolgozási hőmérsékletre, 180 °C-ra melegítik. Az LFT mátrixot extrudálják, majd egy automatizált művelettel a két alkotóelemet a prészerszámba helyezik. A préseles után egy szintén automatizált kivágási folyamattal fejeződik be az ülés gyártása. A fejlesztés során a folyamat optimalizálásával 45 s ciklusidőt értek el, ami már elfogadható a sorozatgyártáshoz.

A projekt egyik fontos része volt, hogy a várható igénybevételek alapján az erősítő textilszerkezetet optimalizálják. A kísérletek során hibridfonalakból különböző textilszerkezeteket (szövetet, többrétegű kötött kelmét és multiaxiális fektetett szerkezetet) állítottak elő, és vizsgálták ezek terhelhetőségét. A terhelésnek különösen kitett részeken helyi erősítést alkalmaztak egy-egy textilfolttal (textilpatch), amelyet a felhasználás előtt tűzéssel rögzítettek. A referenciaként szolgáló acélszerkezetben alkalmazott csövet vagy egy végtelen szálból kialakított erősítéssel, vagy a textilszerkezet alsó felületén textilműveletekkel bevitt bordákkal helyettesítették.

A különböző textilszerkezeteket hárompontos törő-hajlító módszerrel vizsgálták. A kísérletben kapott deformációs eredményeket az *LS-DYNA szimulációs szoftver* segítségével számított eredményekkel hasonlították össze. A számításhoz a különböző nyújtási sebességekkel kapott anyagjellemzőket használták fel. A kísérleti és a számított deformációs eredmények között maximum 3% eltérés adódott, ami az alkalmazott anyagjellemzők és szimulációs modellek helyességét bizonyítja. A törővizsgálat után a törési felület elemzése egyértelművé tette, hogy feltétlenül szükség van egy textilerősítésű fedőrétegre. A törés megindulása a bordás szerkezettől függ, a különböző módon kialakított textil fedőréteg nagyrészt intakt maradt. A textilerősítés nélküli próbatetek a kísérletben teljesen tönkrementek. A törési felületekről készített komputertomográfus vizsgálatok további információkat adtak a törési folyamatról, továbbá a gyártástechnológiai paraméterek hatásáról, valamint a műanyag és a textilszerkezet közötti kötésről. Megállapítható volt, hogy a kötéssel vagy szövéssel készített kelmék nagyobb redőzöttségüknek köszönhetően jobb eredményt adtak, mint a multiaxiális sima fektetett szerkezetek.

A projekt keretében a Volkswagennél megépítettek egy komplett hátsó ülést, és ezt vetették alá töréstesztnek. A frontális ütközést egy sínrel ellátott berendezésen szimulálták. A szimulált ütközés sebessége 56 km/óra volt, a hátsó ülésen három bábút helyeztek el. A kísérlet kielégítő eredményt adott, csak a bordás részen és az elülső élen tapasztaltak kisebb károsodást.

## **A szizálkender mint erősítőszál**

A természetes szálakkal erősített műanyagokat az autóipar már jó néhány éve alkalmazza: a legtöbb német közép- és felsőkategóriás kocsiban vannak természetes szálakat tartalmazó műanyag alkatrészek, főleg a belső térben. Ezeket az alkatrészeket általában préseleléssel állítják elő, de újabban már kapható a piacon természetes szálakkal erősített fröccsgranulátum is. A természetes szálakat tartalmazó műanyagok elterjedése várható a fenntarthatóság szempontjából kedvező tulajdonságaik miatt (alacsony energiaszükséglet az előállításához, illetve nulla CO<sub>2</sub>-kibocsátás a teljes életcik-

lusban). Ugyanakkor a velük elérhető mechanikai tulajdonságok is kedvezőek: (kis sűrűség mellett) nagy a hajlító- és a húzószilárdságuk, jók az akusztikai tulajdonságaik és recikálhatók. Ár szempontjából a poliolefinok és a műszaki műanyagok között vannak.

*A természetes szálak minden olyan polimerhez használhatók erősítőszálként, amelyek 190 °C alatt dolgozhatók fel, mivel ennél magasabb hőmérsékleten a szálak károsodhatnak. Ezeket a szálakat eddig főleg polipropilénmátrixban használták, újabbban előtérbe került a biológiailag lebomló politejsav (PLA).*

*A természetes szálakat tartalmazó kompaundok előállítása nem problémamentes. Nehézséget jelent többek között, hogy a szálak – különösen a len és a kender – nehezen adagolhatók a polimerhez. Ebből a szempontból előnyösebb a szizál (más néven szizálagavé vagy szizálkender). A szizálrost a lennel és kenderrel szemben, nem a szárból, hanem a levélből nyerhető ki. Ez a szál könnyebben kezelhető, jó hajlítószilárdságának köszönhetően a polimerben könnyebben kiegyenesedik, ami kedvezően befolyásolja a granulátum folyási tulajdonságait.*

A szizállal erősített polipropilén alkalmazásának elősegítésére kutatási projektben vizsgálták az előállítási paraméterek és a mátrix anyagának hatását a kompaund tulajdonságaira. Az erősítő szizált az elsődleges feltárás után kapott szálköteggként vizsgálták, és az alábbi eredményeket kapták:

húzószilárdság:	472,76 ± 311,67 MPa
rugalmassági modulus:	9,98 ± 5,87 GPa
szakadási nyúlás:	5,81 ± 2,13 %

A 30% szizált tartalmazó fröccsgranulátumot extruderben állították elő. A szálakat a bekeverés előtt mechanikusan aprították és finomították, de az így kapott szál tulajdonságait már nem vizsgálták. Mátrixként a holland **LyondellBasell Industries** egy homo- és egy kopolimerjét használták. A kompatibilitás javítására maleinsav-anhidrid tartalmú (MAPP) tapadásnövelő szert alkalmaztak. A fröccsöntési hőmérsékletet 185 °C alatt tartották a szálak degradációjának elkerülése érdekében. Összehasonlításként az erősítetlen polipropilénből és a kopolimerből készített próbatesteket is vizsgálták. A kapott eredményeket az 1. táblázat tartalmazza.

Az adatokból kitűnik a szizál jelentős mértékű erősítő hatása: a száltartalmú polimerek húzószilárdsága, E-modulusa és hőállósága lényegesen nagyobb az erősítetlen polimerek értékeinél. Szakadási nyúlásuk viszont nagymértékben csökken. Figyelemre méltó, hogy a mátrixok különbsége ellenére csaknem azonos a két erősített termék HDT hőmérséklete (terhelés alatti lehajlás hőmérséklete ISO 75B-1, 2 szerint mérve).

A szizállal erősített termékek gyenge pontja az ütésállóság, bár az eredmények nem egyértelműen negatívak. A homopolimer hornyolt próbatesten mért ütésállósága valamivel nő a szál bekeverésével, amit más, kis nyúlást mutató természetes szálakkal való erősítés esetén is megfigyeltek. A többi mintánál az ütésállóságot a szálak rontják. Ez a probléma különböző fajtájú szálak bekeverésével orvosolható. Regenerált cellulózsál (pl. viszkóz) hozzáadása javítja a természetes szállal erősített kompaundok ütésállóságát anélkül hogy lerontaná az egyéb mechanikai tulajdonságokat. Az ered-

mények arra is ráirányítják a figyelmet, hogy a termék optimalizálásánál a mátrix is fontos szerepet játszik.

1. táblázat

Az erősítetlen és szizállal erősített kompaundok tulajdonságai

Termék	Szál-tartalom %	Sűrűség g/cm <sup>3</sup>	E-modulus GPa	Húzó-szilárdság MPa	Szak. nyúlás %	Ütés-állóság* hornyolt kJ/m <sup>2</sup>	Ütés-állóság* kJ/m <sup>2</sup>	HDT B °C
PP homo-polimer	0	0,85	1,85	37,51	15,7	2,07	42,73	129
PP homop. NF 30	30	0,98	3,88	54,57	2,75	4,61	15,91	150
PP kopolimer	0	0,85	0,83	16,63	>244**	47,39	n.a**.	93
PP kopolimer NF 30	30	0,94	2,60	37,12	4,95	13,25	22,09	144

\* Az ütésállóságot Izod-módszerrel határozták meg.

\*\* Az erősítetlen kopolimer ütésállósága és szakadási nyúlása a mérőműszer mérési tartományán kívül esett.

## Hosszú üvegszállal erősített PP alacsony emisszióval

A műanyagok alkalmazásának egyik fontos feltétele, hogy belőlük ne kerüljenek szennyező anyagok a levegőbe. Különösen a beltéri alkalmazásoknál kell vizsgálni az alkalmazott műanyagokat ebből a szempontból. A belső tereket az ISO 16000-1 szabványban és a VDI 4300 – Blatt 1 előírásban definiálják és öt osztályba sorolják.

A gépkocsikban gyakran emlegetett kellemetlen jelenség az „újautó szag”, vagy a különböző felületeken látható kisebb homályos lerakódások (fogging), amelyek egészségkárosító hatása is felmerült már. Ezeket a jelenségeket főleg a műanyagok rovasára írják, amelyekben maradhatnak a gyártásból visszamaradt oldószer- vagy adalékanyag-maradékok. Ezek a gépkocsiban kipárolognak a napsütés hatására. A napsugárzás erőssége a gépkocsikban akár ötször nagyobb lehet, mint az épületekben. Az autógyártók rendszerint meghatározzák a műanyag alkatrészek gyártóinak a megengedett emissziós határértékeket. Németországban a Német Autóipari Szövetség, a VDA által meghatározott előírások az érvényesek. A WHO 2005-ben adta ki irányelveit a belső terek levegőtisztaságára vonatkozóan.

A **Technocompaund** német cég újonnan kifejlesztett hosszú üvegszállal erősített kompaundját éppen azzal a céllal vezette be a piacra, hogy a kellemetlen szagokat okozó komponenseket kiküszöbölje. A gyártás során az új kétfázisú pultrúziós eljárás-

ban olyan kémiai kapcsolóanyagot alkalmazott a mátrixpolimer, a polipropilén és az üvegszál között, amelynek eredményeképpen az összetevők közötti tapadás megnő, és így csökken a kibocsátott illékony anyagok mennyisége. A *Technofiber PP LGF L H E* termékének ilyen irányú vizsgálati eredményeit a 2. táblázat mutatja.

2. táblázat

A *Technofiber PP LGF L H E* kompaund emissziós vizsgálati eredményei

	Vizsgálat	Autóipari határérték	Eredmény	Próbatest
VOC* összes emisszió	VDA 278	100 µg/g	41 µg/g	80x80x2 m <sup>2</sup>
FOG** összes emisszió	VDA 278	250 µg/g	130 µg/g	80x80x2 m <sup>2</sup>
Összes szénemisszió	VDA 277	<50 µg C/g	25,8 µg C/g	80x80x2 m <sup>2</sup>
Összes szénemisszió	nyári autógyári teszt	<2500 (µg/m <sup>3</sup> )/kg	2076 (µg/m <sup>3</sup> )/kg	80x80x2 m <sup>2</sup>
Szagvizsgálat 80 °C	VDA 270	<3	2,5	DIN (húzó)próbatest

\* VOC (volatile organic components = légnemű szerves komponensek): C20-ig terjedő frakciók.

\*\* FOG (fogging) C16-C32 frakciók.

Nemcsak az emissziós értékek javulnak az új eljárás eredményeképpen, hanem a jobb tapadás miatt az új granulátumból fröccsöntött termékek belső feszültsége is lényegesen kisebb, ezért nincs szükség utólagos temperálásra. Az üvegszál eloszlása is egyenletesebb még vékony falú termékeknél is, és a feldolgozási hőmérsékletek, valamint a ciklusidők csökkenthetők. A kapott késztermékek mechanikai tulajdonságai, főleg az ütésállóság is nagyobb a homogenitásnak köszönhetően, és szebb felület érhető el. Az új kompaundból bonyolult geometriájú termékek is gyárthatók, és különösen ajánlhatók az autó belső tereiben való alkalmazásra. A használatra kész (ready-to-use) új PP-kompaundokat 10 és 60 % üvegszáltartalommal ajánlják. A kétfázisú eljárás színes típusok előállítását is lehetővé teszi.

Összeállította: Máthé Csabáné dr.

Hufenbach, W.A. és mások: Leichtbausitzschalen im Serientakt = Kunststoffe, 100. k. 5. sz. 2010. p. 56–59.

Richter, S. és mások: Sisal als Verstärkung = Kunststoffe, 100. k. 6. sz. 2010. p. 72–75.

Kaiser, A., Knezovic, D.: Aufatmen = Plastverarbeiter, 61. k. 3. sz. 2010. p 44–46.