

Szénszálak és üvegszálak gyártásának fejlesztése

A szénszálak felhasználása a kiváló erősítő hatás ellenére sem növekedett a várakozásoknak megfelelő ütemben. Ezért itt a fejlesztések az alacsonyabb gyártási költségek elérését célozzák. Ugyanezt szolgálja a szénszálak reciklálása is. Folyamatosan fejlesztik az üvegszálakat is. Egy új üvegszál a szénszálaknak is versenytársa, hiszen a szakítószilárdsága hasonló, de a vele erősített termékek elektromos és hőszigetelő tulajdonságai az üvegszálak termékekével azonosak. Az erősített műanyagok teljesítményében a mátrixpolimer és az erősítő szál közötti tapadást fokozó kapcsolószerek is meghatározó szerepet játszanak, ezért az adalékokat gyártó cégek ezeket is folyamatosan fejlesztik.

Tárgyszavak: műanyag-feldolgozás; szénszál; üvegszál; poliuretán diszperzió; kompaundok; mechanikai tulajdonságok; autóipar; szélérőművek.

Fejlesztések a szénszálak előállítási költségeinek csökkentésére

A szénszálak kompozitok iránti igény évi 15%-kal is növekedhet a következő években főleg a járművek további tömegcsökkentése érdekében. Mindazonáltal a szénszálak felhasználása a kiváló erősítő hatás ellenére sem növekedett a várakozásoknak megfelelő ütemben. Ennek legfőbb oka a magas ár, amely még a nagyon igényes területeken is korlátozza alkalmazásukat. Mostanában a helyzet változóban van, ami az előállítási költségek csökkenése irányába tett erőfeszítéseknek köszönhető. Ezek vonatkoznak mind a kiindulási nyersanyagra, mind az alkalmazott gyártási eljárásra és az újrahasznosításra is.

Jelenleg a szénszálakat döntően akrilszálból (precursorból) gyártják, amelynek kiindulási anyaga a propilénből előállítható akrilnitril (ACN). A propilén ára az utóbbi időben emelkedett, és stabilnak sem mondható. Emiatt és az ökológiai szempontokra tekintettel indította meg fejlesztési projektjét az amerikai Southern Research (SR) kutatóintézet, amelynek keretében meg akarják oldani előállítását az ACN olcsóbb és megújuló anyagból, biomasszából származó cukorból. A folyamatban a petrokémiai eljárásához képest 37%-kal csökken az üvegházhatású gázok kibocsátása, és 15–22%-os költségcsökkenés érhető el. Az új technológiával dolgozó ACN-gyártó kísérleti üzem építését 2019 elejére tervezik. Az SR képviselője szerint siker esetén az eljárást 2021-22-re valósíthatják meg nagyüzemi méretben.

Az USA Energiaügyi Minisztériumának támogatásával indított projektet egy másik kutatóintézet, a Western Research Institute (WRI) a szénszál gyártási költségeinek

csökkentésére, beleértve a szénből kiinduló szénszálgyártást is, amellyel a projekt másik résztvevője, a Ramaco Carbon foglalkozik. A technológia hatékonyságának fokozására indítottak kísérleteket *plazmaoxidáció alkalmazásával*, amellyel a szénszálgyártás sebessége megháromszorozódik, és az energiaigény a negyedére csökken a hagyományos pirolíziséhez képest. A mintegy 20%-kal olcsóbb eljárást rövidesen kereskedelmileg is hasznosítják. Három évvel ezelőtt építették meg az első kísérleti berendezést 1 tonna/év kapacitással, amely azóta több száz órán át működött különösebb hiba nélkül. Két évvel ezelőtt önálló céget alapítottak a plazmaoxidáció megvalósítására 4M Industrial Oxidation néven. 2017-ben a 4M cég a CA Litzer céggel együtt *elkezdte forgalmazni a világ első plazmaoxidációs kemencéjét szénszál előállításához*.

Mexikói telephelyén kétszeresére, 10 000 tonnára emeli szénszálgyártó kapacitását a Zoltek. Ennek többségi tulajdonát négy évvel ezelőtt vásárolta meg a japán Toray, amely már a vásárlás előtt a világon a legnagyobb szénszálgyártó volt. A bővítés után a *Zoltek kapacitása a magyarországgal együtt 20 000 tonna/év fölé emelkedik. A Zoltek PX 35 típusú szénszála a cég szerint a legolcsóbban előállított szénszál a piacon*. A kapacitás bővítését a szál iránti kereslet növekedése indokolta, amely jellemző a piac fő területein: az autópárhuzban és a szélérőművek gyártásában.

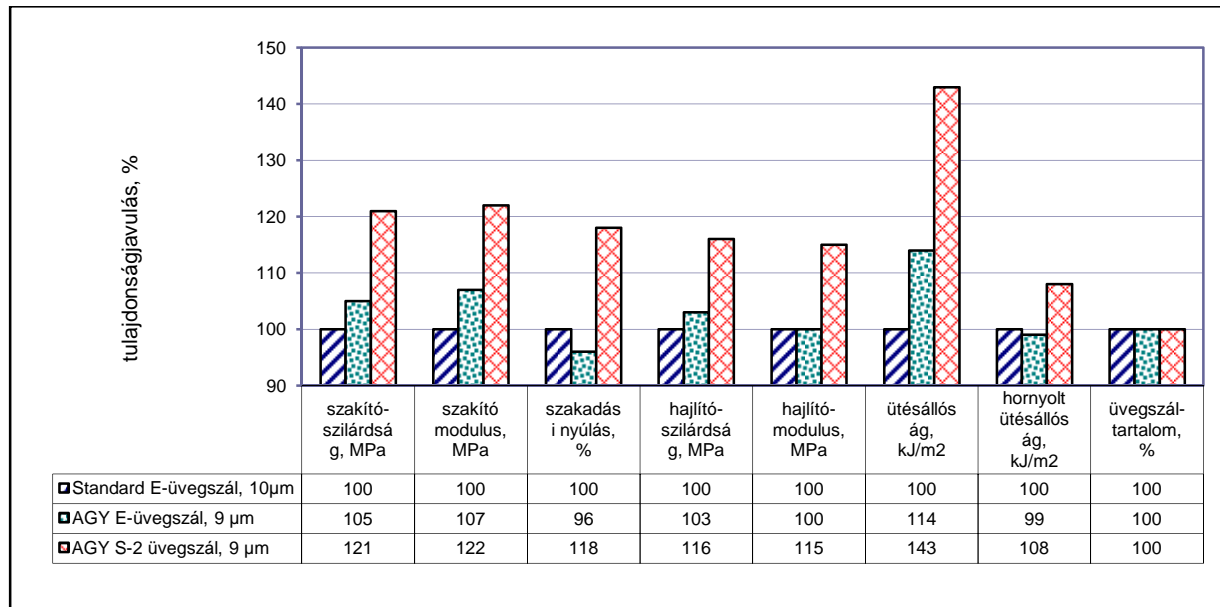
A belgiumi Procotex cég a szálhulladékból visszanyert szénszálát és aramidszálát szállít a kompaundálóknak. Az elmúlt évben ennek mennyisége már 1000 tonna volt. A cég legújabb terméke az örölt szénszál, granulátum formában kisserelve. A hulladékból visszanyert és a vevő szerint igényelt hosszúságban szállított reciklált szálak 30%-kal, sőt esetenként többel is olcsóbbak az eredeti szálnál. Nagy tételben a reciklált szénszál ára például csak 6 EUR/kg a 10 EUR-nál is magasabb primer szálak árával szemben. Mindeközben mechanikai tulajdonságaik csak minimálisan maradnak el az eredeti minőségtől. A reciklált szálakat az alkalmazott mátrixnak megfelelő felületi kezeléssel látják el.

Nagyobb teljesítményű üvegszálak fejlesztése

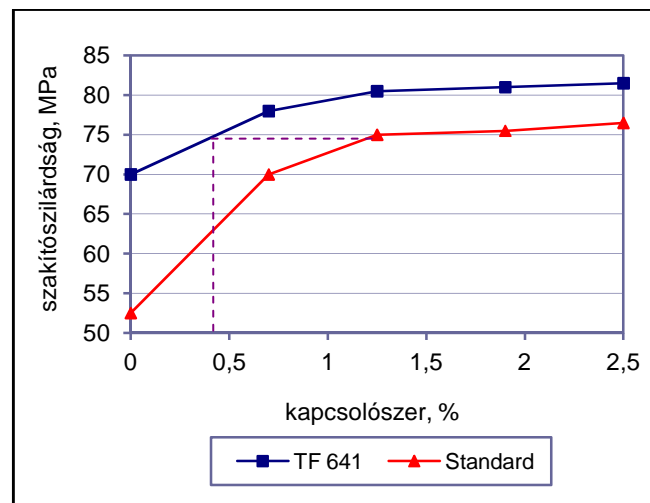
Az üvegszál gyártó cégek is fejlesztik termékeiket a nagyobb teljesítmény érdekében. Az amerikai AGY cég már pár éve gyártja az *S-2 típusú vágott üvegszálát*, amelynek erősítő hatása felülmúlja a standard E-üvegszálét. Az *S-2* üvegszál a szénszálnak is versenytársa, hiszen a szakítószilárdsága hasonló, de emellett az *S-2-vel* erősített termékek elektromos és hőszigetelő tulajdonságai az üvegszálás termékekével azonos. Az *1. ábra* a kétféle üvegszállal erősített PEEK kompaundok mechanikai tulajdonságait mutatja. Jól látható, hogy az *S-2* üvegszállal erősített kompaundok minden tulajdonsága – de különösen a hornyolt próbatesten mért ütésállósága – felülmúlják az E-üvegszálás kompaundokét. Ráadásul az *S-2* üvegszál jelenlétében a kompaund elszíneződése kisebb, mint az E-üvegszál alkalmazásakor.

Az amerikai Johns Manville cég két új vágott üvegszáltípust fejlesztett ki. A PBT és a PET erősítésére alkalmas *ThermoFlow 600+* javítja a folyási tulajdonságokat, ami különösen az elektronikában jellemző bonyolult formáknál fontos. Az új típust könnyű adagolni, és a vele készült kompaundok színtartósága is jó a használat során. A

ThermoFlow 641 típust PP erősítésére ajánlják, különösen a detergensnek kitett alkalmazásokhoz, például mosógépalkatrészekhez. Az új típusnál a cég új felületkezelést is alkalmazott, aminek eredményeképpen jelentősen csökkenthető a tapadást fokozó kapcsolószerek (coupling agents) mennyisége, ahogy ezt a 2. ábra mutatja. Látható, hogy azonos szakítószilárdság eléréséhez az új üvegszál alkalmazásakor a tapadásfokozó adalékból 75%-kal kevesebb kell.



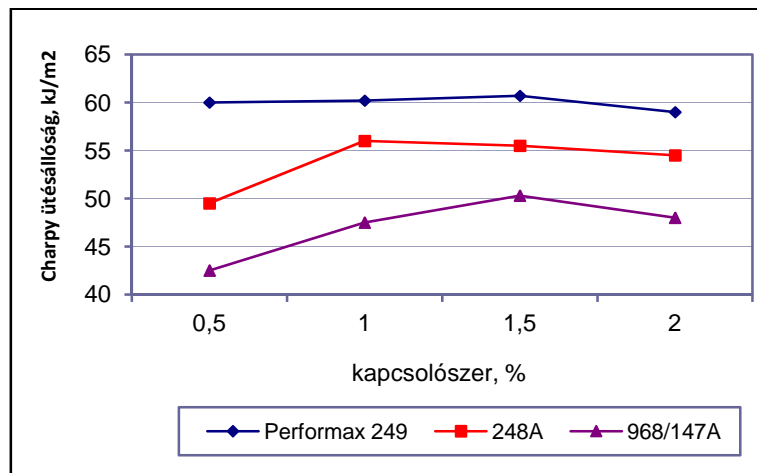
1. ábra Az E üvegszál és az S-2 üvegszál erősítő hatásának összehasonlítása PEEK-ben



2. ábra A *ThermoFlow TF 641* és a standard üvegszálat tartalmazó PP kompaundok szakítószilárdságának összehasonlítása

A Johns Manville új fejlesztésű terméke a *StarRov 853 roving* is, amelyet szalagokhoz és hosszú szállal erősített hőre lágyuló műanyagokhoz ajánlanak magas hőmérsékletre tervezett alkalmazás esetére.

Az amerikai Owens Corning cég a motortérben alkalmazott poliamidokhoz fejlesztette ki *Hydrostand 258* üvegszáltípusát, amelynek a normál típusénál jobb az ellenállása hidrolízissel és glikollal szemben, magasabb ütészállóságot, fáradási ellenállást eredményez, valamint alkalmazása során jobb a színtartóság. A *Hydrostand 276* típus a PBT erősítésére szolgál, tulajdonságai alkalmassá teszik az elektromos-elektronikus alkatrészek, köztük konnektorok, szenzorok gyártására. A *CS248* és a *Performax 249* üvegszállakkal a PP kompaundok ütészállósága növelhető és emellett a kapcsolószer mennyiségét is csökkenteni lehet (3. ábra).



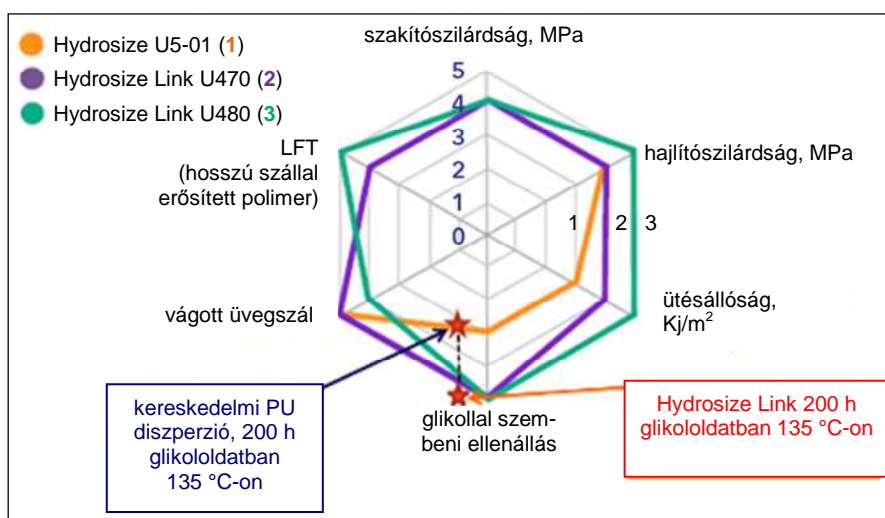
3. ábra A kapcsolószer mennyiségének hatása 30% különböző üvegszálat tartalmazó PP kompaundok ütészállóságára

Fejlesztések az adalékanyagok területén

Az erősített műanyagok teljesítményében a mátrixpolimer és az erősítő szál közötti tapadást fokozó kapcsolószeresek is meghatározó szerepet játszanak, ezért az adalékokat gyártó cégek ezeket is folyamatosan fejlesztik. Az amerikai Michelman cég *Hydrosize Link* nevű termékei az üveg- és szénszálak felületi kezelésére (sizing) szolgálnak. Ezek *nemionos poliuretándiszperziók*, amelyeknek egyik fő funkciója a szál és a mátrix közötti tapadás fokozása. A termékcsoport legújabb tagjai, az *U470* és az *U480*, kielégítik a motortérben használt PA kompaundokkal szembeni követelményeket, a hidrolízissel és a glikollal szembeni ellenállást a motortér magas hőmérsékletén. A 4. ábrán a *Hidrosize Link* termékcsoport két új termékének tulajdonságprofilja látható a standard típuséval összehasonlítva.

A Michelman cég a hulladékokból kinyert és reciklált szénszálak felületi kezelésére is ajánlja *Hydrosize* termékeit: az *U2-04*, a *HP3-02* és a *PA845H* típusokat. Ezekkel a formulákkal lefedik a legtöbb hőre lágyuló műanyagot.

Ugyancsak az erősítő szálak felületi kezelésére kínál adalékokat a német BYK. 2015-ben vezette be a piacra a *Scona TPPP 9212* kapcsolószert, amely 1,8% kémiailag kötött maleinsavanhidridet tartalmaz. A terméket az üvegszálás PP kompaundokhoz fejlesztették ki. Az idei JEC kiállításon mutatták be azokat az eredményeket, amelyek szerint a termék szénszálás PP kompozitoknál is egyértelműen javítja az E-modulust, a szakítószilárdságot és a lehajlási hőmérsékletet. A BYK *Scona TSP 10213 GB* terméke 2,1% maleinsavanhidrid-tartalmával is a szálerősítésű és a töltött PP kompaundok mechanikai tulajdonságait javítja, és különösen alkalmas a nagyobb mennyiségű szál tartalmú kompozitokhoz.



4. ábra Különböző kapcsolószerek teljesítményprofilja PA kompozitban

Összeállította: Máthé Csabáné dr.

Mapleston, P.: Carbon fibre: preparing for the middle ground = Compounding World 2017. október, www.compoundingworld.com, továbbá az említett cégek honlapjai