

## Műszaki textilszerkezetekkel erősített műanyag kompozitok

A különböző szálak (üveg, szén, aramid) mellett az ezekből felépített textilszerkezeteknek is egyre nagyobb szerepük van a műanyag kompozitok gyártásában. Az erősítés mértékének növelése és a tömegcsökkentés érdekében egyre újabb szerkezeteket fejlesztenek, amihez a természetben található példákat is felhasználják. A kompozitok hagyományos felhasználója az autóipar és a repülőgépgyártás mellett az építőipari alkalmazások is megindultak.

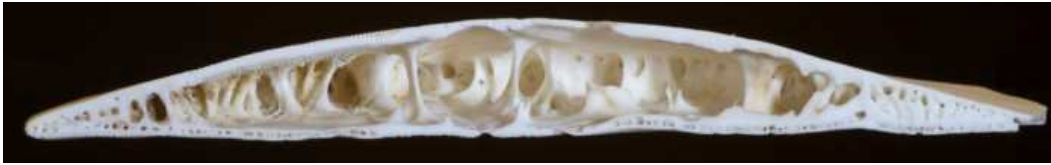
*Tárgyszavak: erősítő szálak; textilszerkezetek; kompozitok; autóipar; repülőgépgyártás; beton.*

### A természetből elleszt textilszerkezetek felépítése

A kis tömegű, nagy terhelésnek kitett műanyag szerkezeti elemek gyártásában a szálak mellett egyre nagyobb szerepet kapnak az erősítő szálakból textiltechnológiával előállított műszaki textilszerkezetek, amelyek világviszonylatban legnagyobb vására a két évente rendezett frankfurti *Techtextil*. Műszaki textilek felhasználásával viszonylag nagyméretű, különböző alakú görbült elemeket lehet gyártani a jármű- és repülőgépipar, az építészet, a gépipar, a sport- és az orvosi eszközök számára. *A szálakhoz képest a textilszerkezetek általában jobban terhelhetők*, és ami még fontosabb, alkalmazásuk a további feldolgozási műveleteket egyszerűsíti és gyorsabbá teszi, ami lehetőséget ad az automatizálásra, a kompozitok feldolgozásának gazdaságosabbá tételére.

Ezen szerkezetek kialakításában a természet – a növények és az állatok – nagy mértékben inspirálta a fejlesztőket. A stuttgarti egyetem egyik tanszékén, amelyen a különböző szerkezetek fejlesztésével és tervezésével foglalkoznak, a természetben előforduló szerkezetek közül az ízeltlábúakat, a tengeri „páncélos” tengeri állatokat – például a homárt és egy tengeri sünfélét, a Sanddollar-t (homokdóllár: nevét alakjáról és arról kapta, hogy a tengerparti homokba fúrja magát) – tanulmányozták. Munkájuk során a természetes szerkezetekben megismert elveket számítógépes modellezéssel felhasználták az új szerkezetek tervezésében. A görbülettel rendelkező szerkezeti elemeknél például a homokdóllár felépítése szolgált mintául. Ennek az állatnak a domború külső páncélján belül vékony merevítések vannak, amelyek nyomás ellen nyújtanak védelmet. A homokdóllár keresztmetszete az *1. ábrán* látható. A textiltechnológiában ennek a meghajlított kettős szövet felel meg. Ennél a szerkezetnél – amelyet németül *Abstandgewebe*-nek hívnak – két szövetet merőleges szálakkal kötnek össze. Ha ezek a szálak elegendően merevek, akkor a két szövet között meghatározott távolság alakít-

ható ki és ezek az átkötő szálak erősítik is a műanyag elemet. Mivel ez a szövetszerkezet hajlékony, jól használható az autóiiparban, illetve általában a járműgyártásban igényelt hajlított karosszéria- vagy más szerkezeti elemek gyártásánál. Ezek a hajlított könnyű erősített szerkezetek az építészetben is használhatók, külső burkolati elemek, de akár teherhordó szerkezeti elemek formájában is.



1. ábra A homokdollár keresztmetszete

### *Repülőgép ablakkeret kompozitból*

Az Airbushoz tartozó Composit Technology Center (Stade) és a Brémai Szálkutató Intézet (Faserinstitut Bremen) szakemberei a repülőgép törzsét burkoló elemek, a szárny bizonyos elemei, valamint az ablakkeretek gazdaságos sorozatgyártását fejlesztették. *Műanyagmátrixként szénszállal erősített műanyagot (CFK) alkalmaztak.* A komplex ablakkeret gyártásánál, például a jelenlegi 3 óra helyett 10 perces gyártási időt céloztak meg. A külső burkolat keresztirányú megerősítését szolgáló CFK elemeknél – amelyekből gépenként 7500 darab kell – ennél is rövidebb ciklusidő volt a cél. A rövidebb gyártási idők elérése érdekében a klasszikus RTM eljárás helyett hőre lágyuló mátrixanyagot használtak, és hőformázással vagy fröccsöntéssel állították elő az alkatrészeket. Az elért eredmények alapján az *A350-XWB Airbus* típusnál sikerült a szerkezeti elemek 52%-át (m/m) kompozitból előállítani.

Az újonnan kifejlesztett ablakkerethez erősítő szerkezetként végtelen poli(éter-éter-ke-ton) (PEEK) fonalból és szénszál rovingból multiaxiális (többirányú) hibrid textilszerkezetet állítottak elő a Karl Mayer Malimo Textilmaschinenfabrik GmbH gépen. Ebből a többrétegű textilből vágják ki az ablakkeretnek megfelelő formát. A következő lépés az ún. stabilizálás, amikor magas hőmérsékleten a hőre lágyuló PEEK szálak megolvadnak és mintegy impregnálják a szénszálakat. Ezt a HBW-Gubesch Kunststoffengineering GmbH céggel együtt kifejlesztett preformot betétként használva a végső formát – amely erősítő bordákat és a szükséges funkcionális elemeket is tartalmazza – fröccsöntéssel alakították ki rövid szállal erősített PEEK-ből.

### **Újfajta textilszerkezetek**

A multiaxiális kompoziterősítő textilszerkezetek specialistája a Saertex csoport. A cégcsoporton belül hét országban mintegy 1000 munkatárs készít erősítő műszaki textilszerkezeteket a legkülönbözőbb kompozit elemek gyártásához. Ezeket ma már egyre nagyobb mennyiségben használják szélturbinák, szárazföldi, vízi és légi jármű-

vek, sporteszközök gyártására. Az általuk gyártott műszaki textilekben nyújtott göndörítettlen végtelen szálaból (fonal, roving) képeznek egymásra rakott rétegeket, amelyekben a szálirányt a terhelésnek megfelelően optimalizálják. Ezek a szerkezetek a végtermék mechanikai tulajdonságai és tartóssága tekintetében jobb eredményt adnak, mint az erre a célra ugyancsak használt szövetek, amelyekben a technológiából adódóan a szálak nem teljesen egyenesek.

A Saertex szélturbinák lapátjai számára fejlesztette ki innovatív unidirekcionális textilszerkezetét szénszálkábelből. Korábban üvegszálból készített „övek” szolgálták az erősítést. Az új szénszál alapú erősítés egy új, a szénszállra optimalizált gyantarendszerrel kombinálva lényegesen nagyobb mértékben terhelhető, és így nagyobb méretű és teljesítményű szélturbinák gyártását teszi lehetővé. 2014-ben az új technológiával Ázsiában már 75 méteres széllapátokkal szerelt 6 MW teljesítményű rotor sorozatgyártását kezdték el.

A Saertex legújabb fejlesztése a végtelen szálaból álló háromdimenziós szövet-szerkezet, amelyet bármely erősítő szálból – üveg, szén, aramid – elő lehet állítani. Ebben a szövetrétegeket a felhasználásnak megfelelő irányban és számban fektetik egymásra, amelyeket egy újabb, a teljes keresztmetszeten függőlegesen átvezetett végtelen szál tart össze. Az így kapott 3D textilszerkezet nagyon előnyös a további folyamatok szempontjából. Jelentősen csökken a rétegek szétcsúszásának, a delaminálódásnak a veszélye, és egyszerűbb és gyorsabb a formába való behelyezés. A Saertex két formában forgalmazza ezt az új szerkezetet: a *3D fabrics* 1–3 rétegű, 1000–5000 g/m<sup>2</sup> felületi sűrűségű tekerces termék, a *3D billets* pedig akár 5 cm vastag 4 vagy több rétegből álló lap.

A végtelenszálak jobb erősítő hatásán alapul a Lanxess cég *Tepex dynalite* márkanevű terméke. A *Tepex* termékek textilalapja folytonos szálból – üveg, szén vagy aramid – szőtt szövet, amelyet különböző hőre lágyuló műanyagokkal – PP, PA6 és PA66 – impregnálnak. A folytonos szállaknak köszönhetően a szálak irányában a termék teljes hosszában igen jók a mechanikai tulajdonságok. Kimutatták, hogy ütközés során a *Tepexből* készített termékek energiaelnyelő képessége lényegesen nagyobb, mint a hosszú üvegszállal erősített szerkezeteké. A *Tepex* sűrűsége 1,4–1,8 kg/dm<sup>3</sup> között mozog, ami lényegesen kisebb, mint az acélé vagy az alumíniumé (7,8, illetve 2,7 kg/dm<sup>3</sup>).

A *Tepex dynalite* alkalmazhatóságát bizonyítja, hogy az *Audió* típusban első ízben használnak folytonos szállal erősített poliamid fröccsöntött alkatrészt az erősítők és a TV-tuner elhelyezésére. A prototípust, a sorozatgyártás technológiáját és az automata gyártócellát az Audi a Lanxess, a Krauss Maffei Technologies és a Christian Karl Siebenwurst Modell- und Formenbau cégekkel együtt fejlesztette ki. Az alkatrészhez a terheléseknek megfelelően kialakított *Tepexet* a szerszámban infravörös fűtéssel felmelegítették, majd erre fröccsöntötték a PA6-t. A kialakított alkatrész kb. fele olyan tömegű, mint az acélból készített.

*Tepex* erősítő betéttel készítette az Opel Astra OPC ülésvázát a Reinert Kunststofftechnik cég. Ez a korábbihoz képest 800 g-mal, azaz 45%-kal lett könnyebb.

Itt is a felmelegített *Tepex* kompozitot helyezik be betétként a szerszámba, amelyre rövid üvegszállal erősített PA6-ot fröccsöntenek.

Nő a *Tepex* alkalmazása a nagyfelületű alkatrészek gyártásánál, amelyeket gyakran préssel állítanak elő. Ilyenkor a *Tepex* fedőréteget bármilyen alapanyaggal, jellemzően más erősített műanyagokkal kombinálják. Az így előállított szendvicsszerkezet nagy teherbírású, jelentősen merevebb és sokkal nagyobb energiát képes elnyelni, mint a *Tepex* fedőréteg nélküli elem. Egy motor védőlemezénél – ahol az alapanyag hosszúságú erősítésű PP volt – a *Tepex* alkalmazása háromszorosára növelte az elem szilárdságát és energiaelnyelő képességét. Ugyanakkor a termék az acélhoz 50%-kal, az alumíniumhoz képest 20%-kal lett könnyebb.

További javulást várnak a fajlagos mechanikai tulajdonságokban és a tömegcsökkentésben a méhsejtszerkezetű magot és *Tepex* fedőréteget tartalmazó szendvicsszerkezetektől. Ezen a fejlesztésen dolgozik most a Laxess az EconCore belgiumi céggel. A szendvicsszerkezet magját *Durethan* poliamid méhsejt, adja, amelyet az EconCore szabadalmaztatott *ThermHex* eljárásával gyártanak.

## **Szállal erősített beton**

A műszaki textilszerkezetek az építőiparban is használhatók. A betonerősítésre használt acélt két- vagy háromdimenziós üvegszállal vagy szénszállal készített és műanyaggal bevont textilszerkezetek – szövetek, nem-szövetek – helyettesíthetik. Ezeket a textileket a szakértők sokszor „a 21. század acéljának” nevezik. A textillel erősített beton a vasbetonnal szemben jobban ellenáll a víznek és a sónak, ezért nem rozsásodik és nem repedezik. Az építőipari engedélyezésekre is jogosult Deutsche Institut für Bautechnik 2014-ben engedélyezte a *Tudalit* márkanévű szénszállal erősített műanyag használatát a betonerősítésre. A *Z-31.10-182* számú felügyeleti engedély alapján a textilbetonnal előállítható nagyon vékony, könnyű elemek egyelőre az épületek belsőjében használhatók, de a drezdai műegyetemhez (TU Dresden) kapcsolódó *Tudalit* e.V. (bejegyzett egyesület) vezetője számít arra, hogy rövidesen további területeken is engedélyt kaphat a textilbeton.

Összeállította: Máthé Csabáné dr.

Leichtbau mit technischen Textilien = Kunststoffe, 105. k. 2. sz. 2015. p. 26–30.

A Perfect Symbiosis of Material and Design = CHEManager International, 2014. 10. sz. p. 9.