

MŰANYAGFAJTÁK, KOMPOZITOK, BIOMŰANYAGOK

Európa élére áll a megújuló hajógyártási kompozitok fejlesztésének

Hivatkozás: S. Ditmore: European boatbuilders lead quest to build recyclable composite boats
Composites World, 2024. február
<https://www.compositesworld.com/articles/european-boatbuilders-lead-quest-to-build-recyclable-composite-boats>

Tárgyszavak: 1. Anyag 2. Kompozit 3. Hőre keményedő
4. Megújuló 5. 6.

A hajóipar, azon belül is a sporthajózás a kompozitok felfedezése óta kedvenc gyakorlóterepe az új anyagoknak, technológiáknak, erősítőanyagoknak, mert viszonylag gyorsan lehet tesztelni őket nagy mechanikai igénybevétel mellett, erősen korrozív környezetben. Manapság minden területen egyre több figyelmet fordítanak arra, hogy a felhasznált elemek a termék élettartama végén újrahasznosíthatók legyenek.

Az **Arkema Elium** márkanéven forgalmaz egy reciklálható kompozit mátrix anyagot. Egy konkrét esetben pl. a szálerősített *Elium* gyantát használták a szerszámok készítésére, majd visszanyerték a gyantát és más hajóalkatrészeket készítettek belőle. Egy másik felhasználó az *Elium* gyantát reciklált szénszállal és természetes szálerősítéssel kombinálta, hogy javítson a környezetbarátságon. Az *Elium* gyantát monomerek és oligomerek keverékéből állítják elő peroxidos iniciátorral, de a polimerizációs rendszer nem tartalmaz kobaltot, sztirolt vagy biszfenol-A alapú monomert, tehát a környezetre kevésbé ártalmas. A létrejövő PMMA (plexi) polimer hőre lágyuló. A hajóiparban eddig az akrilgyantákat nem nagyon használták kompozit mátrixként, de sok ilyen jellegű ragasztót és lakkot ismernek és használnak. Átlátszó akrilát ablakok és egyéb elemek is gyakran előfordulnak. Az akrilát monomerek kevésbé mérgezőek, mint az aromások. Az *Elium* a telítetlen poliészter gyantákhoz hasonlóan szobahőmérsékleten térhálósodik, de hőre lágyuló műanyagként elég nagy rugalmasságot mutat üveges állapotban is, nem repedezik és nem válik el az erősítő szálaktól.

Ma már elérhetők olyan térhálós (hőre keményedő) gyanták is (ügynevezett vitrimerek egy adaptációra képes kovalens térhálók), amelyek az üvegesedési hőmérséklet és a főlánc bomlási hőmérséklete között rendelkeznek egy olyan köztes hőmérséklettel, ahol a térháló pontok reverzibilisen megbonthatók, tehát a műanyag folyóképes lesz, de lehűtve a térháló újra képződik. A hő alkalmazása önmagában nem elég, de az újrafeldolgozhatóság (az ömledékállapot kialakulása) elérhető. Ezek a gyanták jó szilárdságot és ütésállóságot mutatnak lágyítók hozzáadása nélkül is, sőt megfelelő hőmérsékleten „öngyógyulásra” is képesek. Hőre lágyuló jellegük miatt préseléssel lemezekké alakíthatók, majd termoformázhatók, és lehetőség van a hegesztett kötések kialakítására is.

Az *Elium* gyanták kevésbé forradalmian újak, mint pl. a vitrimerek, mégis feldolgozásuk (amely folyékony gyantákból indul ki) jobban hasonlít az eddigi gyantákra, ezért elterjedésük a hajóiparban hamarabb indult meg. Az *Elium* gyanták felhasználását a körforgásos hajóépítésben az alábbi ábra mutatja:



Az *Elium* gyantákból többfélét kifejlesztettek különböző hajózási alkalmazásokra, és van belőle nem reverzibilis térhálós típus is, ahol a recikálhatóság nem kulcsfontosságú. Tekintettel arra, hogy az *Elium* újra-felhasználhatóságát nem pusztán a termékek élettartamának végén kell bizonyítani, hiszen van gyártási hulladék is, az **Arkema** felkészült az ipari méretű hasznosításra, amely már következő 1–2 évben esedékes – akár a hajóipari, akár a szélerőmű lapátok területén. A hasznosítás minden esetben a kompozitok darabolásával kezdődik. Az egyik hasznosítási mód a részleges termikus depolimerizáció, ahol a szálak bent maradnak az anyagban, de megindul a polimer bomlása és újraképződik a polimer. Ennél a megoldásnál nem kell a szálakat elkülöníteni, de a szálhossz pl. a folyamatos szálhoz képest rövidül, az erősítés csökken. Ezen a módon lehet préselt, erősített lemezeket készíteni, amit az eredeti célra nem, de másra fel lehet használni. Egy másik lehetőség, hogy az így reciklált, hőre lágyuló anyagból rövid szálas, erősített granulátumokat készítünk fröccsöntéshez. Ha pl. ABS-hez kompaundáljuk ezt az anyagot 50%-ban (elég jó a kompatibilitás az akrilátok és az ABS között), akkor az ár mintegy 50%-kal csökken, az ABS tulajdonságai pedig kb. 20%-kal javulnak. Speciális oldószerrel használatával 200 °C körül végzett szolvólízissel teljes mértékű depolimerizáció is elérhető, vagyis visszakapjuk az eredeti monomereket és elkülönítve az erősítő szálakat. A monomerekből az eredetivel megegyező minőségű gyanta gyártható. A szálhossz itt is csökken az aprítás miatt, de ez a szál más célokra felhasználható. Az üvegszál esetében azonban ez nem mindig gazdaságos.

Az **Exo Tech** cég üvegszál helyett *DANU* márkanéven egy golyóálló, hajózásban is felhasználható, teljes mértékben recikálható kompozit anyagot fejlesztett ki, ami tulajdonságaiban nem marad el az üvegszálás termékektől. A kémiai reciklálás (szolvólízis) nem csak mechanikailag degradált erősítőanyagok visszanyerését teszi lehetővé, hanem pl. biaxiálisan orientált vagy szőtt erősítéseket is. A kifejlesztett megoldás szabadalmaztatás alatt áll, ezért a részletek még érhetők el.

Az erősítő szálak között a szénszál kiemelkedő tulajdonságokat biztosít, de a szénesezési eljárás energiaintenzív, ezért nagy karbonlábnyomot eredményez. Jó eredményeket értek el bazaltszálakkal is, de ott szembe kell nézni azzal, hogy felhasznált közet aktuális összetételétől függően változhatnak a tulajdonságok. A belga **Isomatex S.A.** olyan vulkanikus eredetű kőzetekből készült szálakat kínál *Filava* és *Tenron* márkanéven, amelyek tulajdonságai állandók és közel állnak a bazaltszálakéhoz. Annak ellenére, hogy az ásványi anyagokból készült szálak is 1400–2200 °C közötti hőmérsékleten készülnek, mégis kevesebb energiát igényel előállításuk, mint a PAN (poliakrilnitril) vagy kátrány alapú szénszálaké.

Cikk nyelve: angol

Készítette: dr. Bánhegyi György