

Szálakkal erősített hőre lágyuló műanyagok a fejlesztések fókuszában

A rövid szálakkal erősített műanyagok után a fejlesztések a hosszú szálú műanyagok (LFT) irányába fordultak. Ma már számos cég kínál ilyen típusú alapanyagokat. Az üvegszálakkal erősített termoplasztok kisebb tömegű, terhelhető elemek gyártását teszi lehetővé, sok helyen fémet helyettesítenek. Újdonság a textilszerkezetű műanyagok fröccsöntésének megvalósítása, ami újabb alkalmazási lehetőségeket nyújt az üveg- és a szénszálú szerkezeteknek.

Tárgyszavak: erősített műanyagok; fémhelyettesítés; tömegcsökkentés; üvegszál; szénszál; fejlesztés; műszaki műanyagok; pultrúzió; polipropilén.

Fémek helyett rövid szállal erősített speciális műanyagok – nagyméretű elemekhez

A leverkuseni **Lanxess** cég magas üvegszál-tartalmú alapanyagaiból nagyméretű, vékony falú termékek készíthetők, amelyeket eddig fémből gyártottak. A frankfurti *Fakuma kiállításon* bemutattak például egy nyomdagépnél használt kb. 1 m hosszú festékkádat, amely a szokásos acéllemez helyett 60% üvegszállal erősített PA 6-ból készült. A nagy üvegszál-tartalomnak köszönhetően a termék gyakorlatilag nem vete-medik. Hasonlóan 50% üvegszál-erősítésű PA66 volt az alapanyaga egy hűtővízelosztónak, amelyet Ford gépkocsikba építenek be. A szokásos 30% erősítőszálat tartalmazó alapanyaghoz képest az új anyag E-modulusa egyharmadával nőtt 10 600 MPa-ra.

Nagy modulusú szénszállal erősített hőre lágyuló műanyagokat mutatott be az olasz **Lati** cég. *Ezeknek a termékeknek az E-modulusa az 50 000 MPa-t is elérheti*, amivel nagy hajlítóerő igénybevételének kitett szerkezeti elemek – pl. emelőkarok, csőkarimák, kötőelemek, tengelyek – gyártására válnak alkalmassá. Matrixyanyagként a nagyteljesítményű polimereket – poli(fenilén-szulfid) (PPS), poli(éter-keton) (PEEK) és poliftálamid (PPA) – használják.

A *Lanxess ECO* névvel egy új, meghatározott arányban újrahasznosított anyagokat tartalmazó sorozatot fejlesztett ki, amely immár 6 típusból áll. Az újrahasznosított anyagok iránt elsősorban az autóipar érdeklődik a költségek csökkentése érdekében. Egyik új poli(butilén-tereftalát) (PBT) alapanyag a *Pocan ECO BF 4930*, 30% üvegszálat tartalmaz, és a mátrix 90%-a feldolgozási hulladékból (Pre-Consumer-Rezyklat)

visszanyert PBT. Az anyag jól használható egyszerűbb geometriájú, 1,5 mm-nél nagyobb falvastagságú alkatrészekhez, pl. burkolatokhoz. A *Pocan ECO T 3230* és *3240* típusok PBT-ből és újrahasznosított használat utáni (Post-Consumer-Rezyklat) PET hulladékból készülnek. Mindkét alapanyagból gyárthatók akár fehér színű termékek, amelyek tulajdonságai megegyeznek a friss alapanyagból készültkével.

Hosszú szállal erősített hőre lágyuló műanyagok (LFT)

A kis falvastagságú, fémlemezeket kiváltani képes elemek gyártásában továbbra is megfigyelhető az erősített, ezen belül a hosszú szállal erősített termoplasztok térhódítása. Már ma is sikeresen alkalmaznak polipropilénmátrixú LFT elemeket a gépkocsiak belső terében, amivel csökken a benzinfogyasztás és a CO₂ kibocsátás. A Fakumán a **Ticon**a a *Celstran PP* típusával mutatta be az ilyen alapanyagokban rejlő hatalmas lehetőségeket. Javasolható ennek az alapanyagoknak a használata minden olyan esetben, amikor a költségek és a fenntarthatósági követelmények miatt a fémet műanyaggal akarják helyettesíteni, de a szokásos rövid szállal erősített termoplasztok nem elégítik ki a mechanikai követelményeket. A szálakat *pultrúziós technológiával* ágyazzák be a PP mátrixba, ami megkönnyíti az LFT feldolgozását, mivel az így gyártott anyag kevésbé koptatja a csiga és a szerszám felületeit.

A **Technocompaund** cég kétlépcsős pultrúziós technológiával gyártja *Technofiber PP-LGF-HE* típusait, amelyek 10–60% 10 mm hosszú üvegszálakat tartalmaznak. A pultrúzió során az üvegszál és a polimer tapadását nagyon jó impregnálásal biztosítják, amit kémiai kapcsolószerek adagolásával is segítenek. A két lépcsős technológiával az üvegszálak homogén eloszlásban épülnek be a mátrixba, továbbá lehetővé teszi a granulátum anyagában színezését. Ily módon ún. „ready to use” (felhasználásra kész) alapanyagot kínálnak *kiváló felületi minőségű lemezek automatizálható szorogatgyártásához*. A folyási tulajdonságokat úgy állították be, hogy a feldolgozás hőmérséklete viszonylag alacsony legyen, rövidebb ciklus- és hűtési időket lehessen beállítani.

Az **EMS-Grivory** bemutatta új hosszúszál-erősítésű PA12 termékcsaládját a *Grilamid LVL-t*. Ezeknek az anyagoknak 50%-kal nagyobb lett szakítószilárdsága és kétszeresére nőtt az ütésállósága, mint a korábbi rövid szálakat tartalmazó típusoké. A cég részlegesen aromás részben kristályos poliamidjának is megvan a hosszú üvegszálalal erősített termékcsaládjának, a *Grilamid GVL*. Az új alapanyagokkal könnyű, nagy merevségű és szilárdságú, méretálló termékeket lehet előállítani, amelyek nem érzékenyek a nedvességre. Javasolt felhasználás a sport- és szanitercikkek és különböző gépipari alkatrészek gyártása, fémek helyettesítése.

Erősítés végtelen szálakból kialakított textilszerkezetekkel

PaFaTherm (Partielle Faserhalbzeugverstärkung von thermoplastischen Spritzgießbauteilen – fröccsöntött termoplasztikus műanyagok részleges erősítése tex-

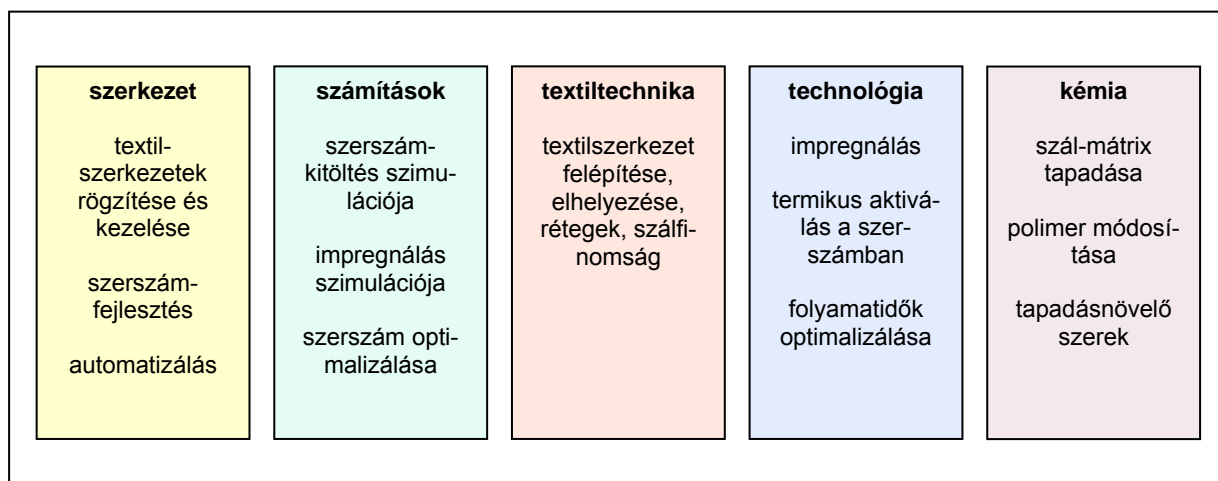
tilszerkezetekkel) néven kutatási program indult Németországban a chemnitzi egyetem (TU Chemnitz) vezetésével, a szászországi tartományi kormány és a régióbeli vállalkozások támogatásával. A projekt célja, hogy szériagyártásra érett fröccsöntési technológiát dolgozzanak ki termoplasztikus könnyű szerkezeti elemek előállítására, amelyeket nem a szokásos homogén módon bekevert rövid vagy hosszú vágott szálakkal, hanem *textilszerkezetekkel* erősítenek. A terhelésnek megfelelően kialakított végtelen szálakból kialakított erősítő szerkezet biztosítja a termék tömegének csökkentését a mechanikai tulajdonságok romlása nélkül. Természetesen ennek az erősítésnek az optimális kialakítása érdekében figyelembe kell venni mind a használat során, mind a fröccsöntésnél fellépő erőhatásokat.

A kidolgozandó eljárástól az alábbi előnyöket várják:

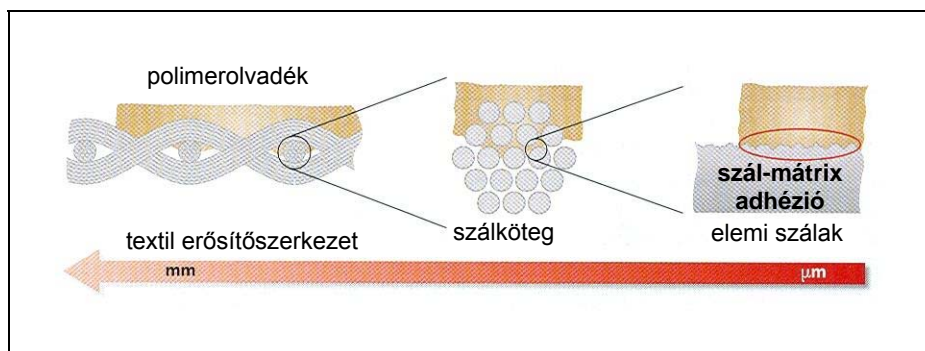
- különböző funkciók integrációja,
- anyag- és energiamegtakarítás,
- teljesítménynövelés,
- reprodukálhatóság, szériagyártásra alkalmasság,
- utólagos munkaműveletek elmaradása.

A fejlesztőmunkát az anyagköltségek alacsonyan tartása érdekében a leggyakrabban használt erősítőszálakkal és hőre lágyuló műanyagokkal indították. A *PaFaTherm* projektben a célkitűzéseknek megfelelően az *1. ábrán* feltüntetett öt kutatási területet határoztak meg.

A legfontosabb megoldandó probléma, hogy hogyan biztosítható a szálszerkezet átítatása a mátrixpolimerrel. Minden szálnak egyenként kötődnie kell a polimerhez, hiszen ez határozza meg a szálak erősítő hatását, és így végső soron a termék mechanikai tulajdonságait. A szerszámba helyezett szálas szerkezet miatt az áramlás a fröccsöntés alatt nagyon komplexsége válik. A porózus szerkezet befolyásolja az impregnálást, és ezáltal az olvadékfront haladását. Az impregnálási folyamat alapvetően *makro- és mikroimpregnálást* foglal magában, ahogy ezt a *2. ábra* mutatja.



1. ábra A PaFaTherm projekt öt kutatási területe



2. ábra Textil félkész termék makro- és mikroimpregnálása

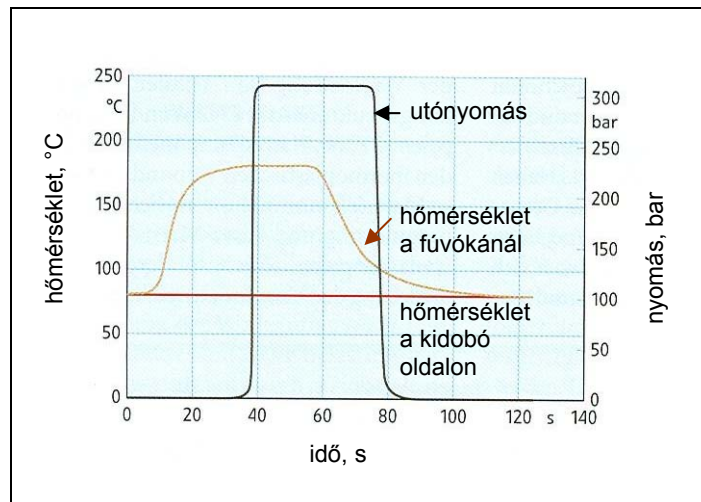
A makroimpregnálás a szövetszerű félkész termék átítatását, az egyes szálak olvadákköpenyének kialakítását, a mikroimpregnálás a szálkötegben (rovingban) lévő elemi szálak átítatását és rögzítését jelenti. Az előbbi folyamatot a porozitás, az olvadék viszkozitása és nyomása határozza meg, a mikroimpregnálást az olvadék nyomásán kívül a szál és a mátrix anyagának határfelületi tulajdonságai befolyásolják. A mikroimpregnálás lényegesen nehezebben megy végbe, hiszen az ennek során kitöltendő terek jóval kisebbek, ezért ennek optimalizálása jelentette a kutatómunka súlypontját. A mikroimpregnálás az olvadéknomás növelésével segíthető, de ennek korlátai vannak az ilyenkor tapasztalható gyorsabb lehűlés miatt. Célszerűbb ezért az olvadék viszkozitását csökkenteni, amelyet a kémiai összetétellel, a hőmérséklettel és a befröccsöntés sebességével lehet befolyásolni. A mikroimpregnálásban szerepet játszik még a textilszerkezet, a szálfinomság és a technológia is.

A projektben üvegszállal erősített polipropilénelemek előállítása volt az elsődleges cél, ahol a megfelelő szál-mátrix kölcsönhatás eléréséhez tapadási segítő adalékokat alkalmaztak. A poláros üveg és az apoláros polipropilén kompatibilitásának fokozására funkcionális csoportokat tartalmazó szerves szilánokat használtak. Ezek valódi kémiai kötésekkel kötik a szál felületét a mátrixpolimerhez. Ahhoz azonban, hogy ez a kötés létrejöjjön, a folyamat során a reakciót termikusan aktiválni kell. Ennek érdekében a textilszerkezetet is fűteni kell. Erre a két szerszámfélbe beépített speciális kerámia fűtőelemek szolgálnak (gyártó: **gwk Gesellschaft Wärme Kältetechnik**). A szerszám két felének külön szabályozható hőmérsékletével lehet megakadályozni az aszimmetrikus zsugorodást, az ebből adódó elhúzóerőt. A szerszámon belüli hőmérsékletek és az utónyomás együttes optimalizálása vezet a mechanikai tulajdonságok optimalizálásához (3. ábra).

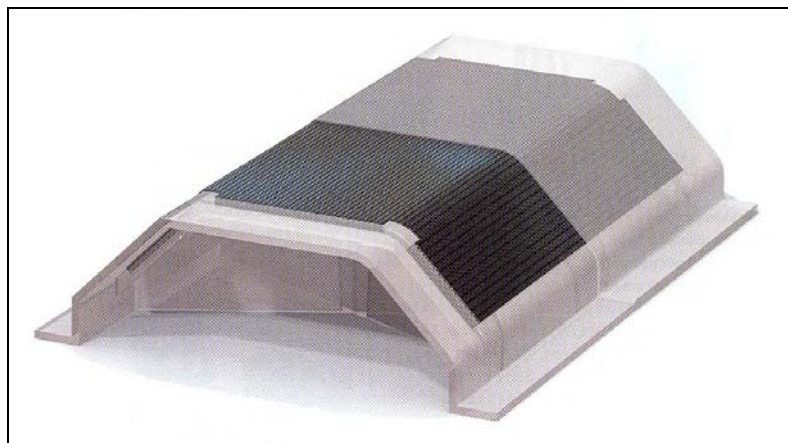
A gyártás során a szálszerkezetet robotok helyezik be a szerszámba, és ugyancsak robotok veszik ki a kész darabot. Az előzetesen formázott textilszerkezetek megfelelő pozicionálását, előfeszítését a szerszámban tús megfogó szerkezet biztosítja.

A fejlesztő munka eredményeképpen részlegesen erősített műanyag elemek gyárthatók zárt háromkomponensű fröccsöntési eljárásban. Az eredmények alapján összeállított gyártóberendezés a **KraussMaffei KM 200/700/520C2** típusú fröccsöntő

gépe a megfelelő kiegészítővel, amely lehetővé teszi különböző anyagok és komponensek kombinálását. Textilszerkezetként üveg és/vagy szénszálból szövött és kötött kelmét, egy- és többirányban erősítő szerkezetet lehet alkalmazni. A folyamatban a **Wittmann Robot Systeme** cég *W483* típusú lineáris robotját használták.



3. ábra A hőmérséklet és a nyomás időbeli lefutása előkezelt üvegszál-szerkezettel erősített módosított PP egylépcsős feldolgozása során



4. ábra Textilszerkezettel erősített fröccsöntött félkész termék

A fenti projekt keretében készített kísérleti termék látható a *4. ábrán*.

Összeállította: Máthé Csabáné dr.

Effiziente Leichtgewichte = Plastverarbeiter, 60. k. 2009. 12. sz. p. 28–29.

Klaus, W.; Helbig, F.: Leichtbau bald in Großserie? = Kunststoffe, 100. k. 2010. 3. sz. p. 106–108.