

## Fém alkatrészek helyettesítése erősített műanyaggal

A különböző járművek alkatrészeinél, beleértve a motor- és hajtómű- alkatrészeket is, egyre nő az igény a tömegcsökkentésre, illetve természetesen a gyártási és összeszerelési költségek minimalizálására. Ennek során a fém alkatrészeket gyakran szállal erősített hőre lágyuló műanyagokkal helyettesítik, amikor többféle műanyag és gyártástechnológia kombinálására van szükség.

*Tárgyszavak: műanyag-feldolgozás; E-LFT; fémhelyettesítés; szállal erősített műanyag; hosszú üvegszál; üvegszövet; poliamid; járműipar.*

A szállal erősített hőre lágyuló műanyagok egyre több alkalmazási területen terjednek, mint a szerkezeti alkatrészek alapanyagai. Az egyik ilyen terület a járműipar, ahol az egyik legnagyobb hajtóerőt a tömegcsökkentési igények jelentik. Emellett a műanyag alkatrészek általában az összköltséget is csökkentik.

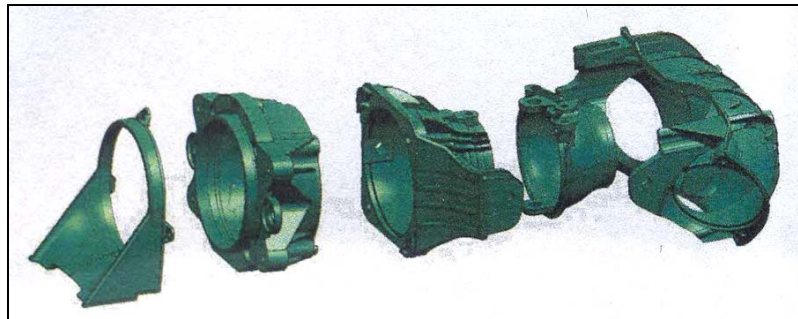
Ahol különösen nagy szilárdság és/vagy merevség szükséges, gyakran alkalmaznak hosszú üvegszállal erősített, vagyis angol elnevezésük (long fiber reinforced thermoplastics) rövidítése szerint: LFT műanyagokat. Ezeknek is több változatát alkalmaznak, vagyis a vágott, de 5 mm-t meghaladó üvegszálakat tartalmazó hőre lágyuló anyagokat és a „végtelen” hosszú, egy irányba elrendezett szálakat, illetve üvegszövetet tartalmazó hőre lágyuló pre-pregeket. Bizonyos esetekben, amikor a kérdéses alkatrészt csak bizonyos helyeken, vagyis a legnagyobb igénybevételnek kitett helyeken kell megerősíteni, a normál és a „végtelenített”, azaz az angol „endless” elnevezés után „E” betűvel jelölt üvegszállal erősített anyagok kombinációit is alkalmaznak, vagyis *E-LFT technológiát* alkalmaznak. E módszernek több alkalmazása is fellelhető az ipari gyakorlatban, de általában csak nagy- vagy legfeljebb közepes szériaméreteknél. Az alábbi példa egy kisszériás termékre (már 2000 db/év-től) mutat be gazdaságos megoldást.

A vízsugárhajtású motorcsónakok számos előnnyel rendelkeznek a hagyományos, propellerhajtásúakkal szemben, különösen sekély vízben, illetve ahol a forgó lapát sérülésveszélyt hordoz (pl. strandokon). A hajtómű háza és a vízsugár irányítását végző alkatrészek általában alumíniumöntvényből készülnek. Ezen alkatrészekkel szemben támasztott legfontosabb követelmények a következők:

- nagy mechanikai szilárdság, egyes helyeken 20 kN erők is felléphetnek,
- ellenállás a korrozív sós tengervízzel szemben,
- a vízzel együtt beszippantott homok, kövek és más apró szilárd darabok koptató hatásával szembeni ellenállás,

- hőállóság: ha a motorcsónak a szárazon pihen és süti a nap, a hajtómű akár 100 °C-ra is felmelegedhet,
- nagy méretpontosság és méretstabilitás.

Az adott projektnél mind a beruházási, mind a gyártási költségeket igyekeztek minimalizálni. A gyártandó alkatrészeket az 1. ábra szemlélteti.



1. ábra E-LFT technikával gyártott vízszugár-hajtóműház alkatrészei  
(üvegszál-erősítésű PA 6)

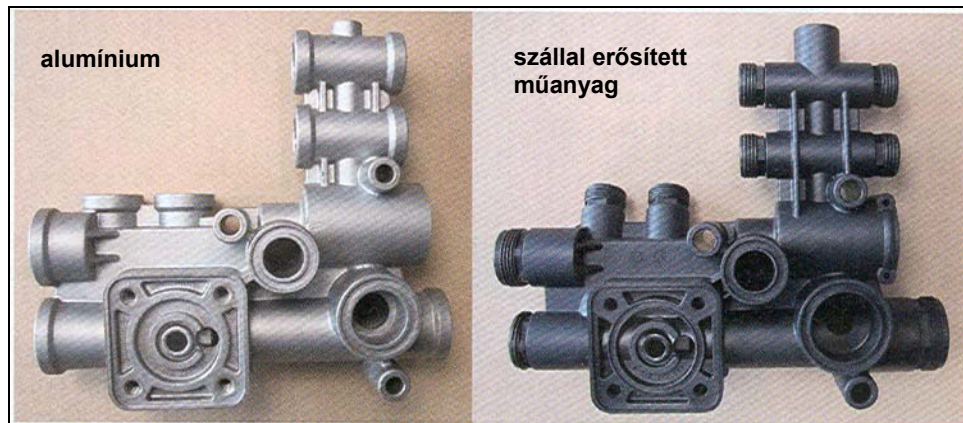
Miután mindegyik alkatrészből azonos mennyiségre volt szükség, a gyártási és szerszámberuházási költségek csökkentése érdekében mind az öt alkatrész sajtolószerszámát egyetlen alaplapba integrálták. Az azonos nyomásszint biztosítása érdekében a bőséges ráhagyással kialakított túlfolyócsatornákat összekötötték. A sajtolásnál így lehetőség nyílt az eltérő méretű és geometriájú alkatrészeket egyetlen szerszámba integrálni, ami hidegcsatornás fröccsöntés esetén a kiegyensúlyozatlan szerszámkitöltés miatt komoly problémákat okozott volna, a forrócsatornás, fészekzáró tűszelepekkel vezérelt megoldás pedig túl költséges. A sajtolószerszám kialakítása lehetővé tette az összezsapási helyek elhelyezését olyan területekre, ahol csak kismértékű mechanikai igénybevételek lépnek fel.

Alapanyagként 40% hosszú vágott üvegszállal erősített poliamid 6 (azaz PA6) polimert választottak. A legnagyobb mechanikai terheléseknek kitett kötési helyeken 60% egy irányban orientált hosszú üvegszállal erősített PA6-tal erősítették meg az alkatrészeket. Az alkatrészek össztömege mintegy 7 kg volt. A helyenként 7 mm falvastagságot is elérő alkatrészek gyártásának ciklusideje elérte a 90 s értéket.

A sajtolást követően az egyes alkatrészeket ki kell vágni az őket összekötő „keret”-ből. Erre a célra több megoldást is kipróbáltak, végül a vízszugaras vágás bizonyult optimálisnak, bár CO<sub>2</sub> lézerrel is megfelelő eredményeket lehetett elérni. Az ilyen megoldásoknál célszerű már a darab- és szerszámtervezés során figyelembe venni a kivágás alatt fellépő hatásokat.

Az alumíniumöntvényhez képest mintegy 50% tömegcsökkenést lehetett elérni. Az öt alkatrész közös sajtolószerzámba integrálásával a szerszámköltségek kb. 35%-kal csökkentek és az utómegmunkálási költségek, amelyek az alumíniumöntvényeknél igen jelentősek, 80%-kal lettek kisebbek. A számítások szerint az adott terméknel az E-LFT eljárás 2000–350 000 darabszám között versenyképes.

Részen a tömegcsökkentés, részben pedig az önköltség csökkentése indokolja a gépkocsi fém motoralkatrészeinek helyettesítését hőre lágyuló, szálerősített műanyaggal. Természetesen a lehetőségek körét itt is behatárolja a műanyagok alacsonyabb hőállósága. A 2. ábrán bemutatott alumínium [AlSi12Cu(Fe)] alkatrészt sikeresen váltották ki 30% üvegszálat tartalmazó PA6 és 50% üvegszállal erősített poliftálamid és részben aromás poliamid kopolimer együttes alkalmazásával. Az alumíniumtermék tömege 478 g, míg a műanyag változaté csak 256 g, tehát a tömeg jelentős mértékben, 46%-kal csökkent. Emellett a gyártási költségek is számottevően kisebbek lettek (1. táblázat).



2. ábra Alumínium motoralkatrész helyettesítése fröccsöntött szálerősített műanyaggal

1. táblázat

Az alumínium és a szállal erősített poliamid alkatrész költségeinek összehasonlítása, EUR/db

Költségelem	Alumínium	Műanyag
Öntés/fröccsöntés	2,14	1,05
Összeszerelés	–	0,41
Homokfúvás/tisztítás	0,67	–
Kézi sorjázás	0,36	–
Utómegmunkálás	5,71	–
Korrózióvédelem	0,62	–
Tömítés	0,56	–
Anyaggöltség	1,09	2,06
<b>Összes gyártási költség*</b>	<b>11,15</b>	<b>3,52</b>

\* Szerszám- és gépamortizáció nélkül

Szerszámkiérték (€)	239 710	106 940
---------------------	---------	---------

## Az alumíniumöntvényből és a szálerősített műanyagból készített motoralkatrészek összehasonlítása

Jellemző	Alumínium	Műanyag
Bepattanó kötések és önmetsző csavarok alkalmazása	nem lehetséges	lehetséges
Sorja	utólag eltávolítandó	elkerülhető
Kúszás tartós terhelés hatására	elhanyagolható	felléphet
Zsugorodás	izotróp, de könnyen lunkereket okozhat	anizotróp, beszívódásokat okoz főleg a bordák túloldalán
Reciklálás	egyszerű	a termikus degradáció és a száltördelődés miatt limitált
Feldolgozási hőmérséklet	magas ömledék- és szerszám-hőmérséklet	alacsonyabb gyártási hőfok
Formaleválasztó	ciklusonként kell	időnként
Merevség	nagy merevsége miatt könnyebb kidobás	merevség bordákkal növelhető
Utómegmunkálás	mindig szükséges	nincs vagy csak minimális
Méretpontosság,	nagyobb méretpontosság	lágú, rugalmas tömítőgyűrűk használhatók a lazább tolerancia és a nagyobb hőtágulás kompenzálására

A fentiek alapján 200 000 db legyártása esetén a műanyag változat alkalmazása közel 2 millió EUR megtakarítást eredményez.

A fémöntvények és a fröccsöntött, szálerősített műanyag termékek műszaki előnyeit/hátrányait a 2. táblázat hasonlítja össze.

Összeállította: Dr. Füzes László

Berlin M.; et.al.: E-LFT ersetzt Aluminiumguss = Kunststoffe, 103. k. 6. sz. 2013. p. 67–69.

Vink D.: Casting the die for plastic = European Plastics News, 40. k. 3. sz. 2013. p. 16.