

Hibrid szerkezetek szerves bádoggal

A hibrid szerkezetek tömege jelentősen csökkenthető, ha a fémkomponens helyett is műanyagot, ún. szerves bádogot használnak. A szerves bádog végtelen szállal vagy szövettel erősített hőre lágyuló műanyag lemez, amely összetételétől és gyártástechnológiájától függően különböző alkalmazású elemek előállítására alkalmazható.

Tárgyszavak: járműgyártás; tömegcsökkentés; szerves bádog; autóipar; fröccsöntés; préselés; új technológia.

Hibrid szerkezetek fémlemez helyett szerves bádogból

Az elektromos autók megjelenésével az eddigieknél is nagyobb jelentősége lesz a járművek, illetve az azokat alkotó építőelemek, alkatrészek tömegének. Az egyre növekvő követelményeknek csak a felhasznált szerkezeti anyagok, a konstrukció és az előállítási folyamat összehangolásával, a tömegcsökkentés érdekében végzett optimalizálással lehet megfelelni. Minél kisebb a falvastagság, annál kisebb a tömeg, de ehhez a folyamatokat is fejleszteni kell. *A csökkentés legfontosabb lehetősége a fémek kiváltása a kisebb sűrűségű műanyagokkal.*

A mechanikai tulajdonságokkal szembeni követelmények teljesítése érdekében *a nagy fajlagos tömegű fémek kiváltására az erősített műanyagok jönnek szóba. Jelenleg a rövid és a hosszú szálakkal végzett erősítés a legelterjedtebb.* A szálakkal történő erősítés esetén a késztermékben a tulajdonságok a szálak orientációjától függően bizonyos anizotrópiát mutathatnak. Kétdimenziós, síklapszerű elemek előállítására gyakran alkalmaznak üvegszálpaplannal erősített hőre lágyuló műanyagot, amelyben a szálak eloszlása véletlenszerű, ezért ezzel közel izotróp tulajdonságok érhetők el. Új lehetőségeket nyújt a tulajdonságok tervezésére a *végtelen erősítő szálak* alkalmazása, amelyeknél az erősítőszál az előállítandó elem dimenzióival azonos hosszúságú. Ez lehetővé teszi, hogy a szálakat a terhelés irányában rendezzék, és így azonos erősítő hatás eléréséhez kisebb mennyiségű szálat használjanak. Ezt az erősítést először a kismolekulás anyagokból kiinduló hőre keményedő műanyagoknál alkalmazták, mert ezekkel könnyebben lehetett elérni a megfelelő nedvesedést, tapadást a mátrix és a szál között.

A végtelen szállal erősített hőre keményedő műanyagok előállítási technológiája azonban nem gazdaságos: hosszú a ciklusidő, kevésbé rugalmas a gyártás, rövid ideig tartható el a monomerrel nedvesített előforma, a folyamat nehezen vagy egyáltalán

nem automatizálható. Ezért ez az eljárás eddig főleg a magasabb előállítási árat elviselő piaci szegmensekben – ürtechnika, repülőgép – került alkalmazásra. Egy másik lehetőség a nagy mechanikai igénybevételnek kitett építőelemek gyártására a *fém-termoplaszt hibrid szerkezetek* alkalmazása, amelyek különösen a törésnek kitett elemek gyártásánál jön szóba. Ennél a megoldásnál a legnagyobb probléma, hogy a kétféle anyag különböző hőtágulási együtthatója miatt a hőfokváltozásoknál feszültségek léphetnek fel.

Mindezen hátrányok kiküszöbölhetők olyan hibrid szerkezet alkalmazásával, amelyeknél mindkét komponens hőre lágyuló műanyag. *A fémet ebben az eljárásban ún. szerves bádoggal (Organoblech) helyettesítik.* A kívánt formát gyakorlatilag két folyamat kombinálásával kapják meg: a termoplasztikus szerves bádog hőformázása után a végső alakot fröccsöntéssel érik el, amelynek során a terméken erősítő/merevítő bordákat és más funkciós elemeket is ki tudnak alakítani.

A szerves bádog végtelen szállal, vagy szövettel erősített hőre lágyuló lemez, amelyben a mátrix főleg poliamid, polipropilén, poli(fenilén-szulfid) vagy termoplasztikus poliuretán, erősítő szálként pedig üveg-, szén- és aramidszálak jönnek leginkább szóba. Az erősítő szerkezet a benne található végtelen szálak iránya szerint lehet tisztán egy irányban rendezett (unidirekcionális), vagy állhat több ilyen egy irányban rendezett szálat tartalmazó rétegből. Ezeket a szálak szerkezeteket textiltechnológiai eljárással – speciális kötő- vagy szövőgépeken – állítják elő. Függetlenül az előállítás módjától a kétdimenziós végtelen szálat tartalmazó erősítő szerkezeteket gyakran nevezik egyszerűen szövetnek. A szálerősítésű hőre lágyuló műanyagok teljesítőképességének összehasonlítását a könnyű fémekkel, ötvözetekkel és más műanyagokkal az *1. ábra* mutatja.

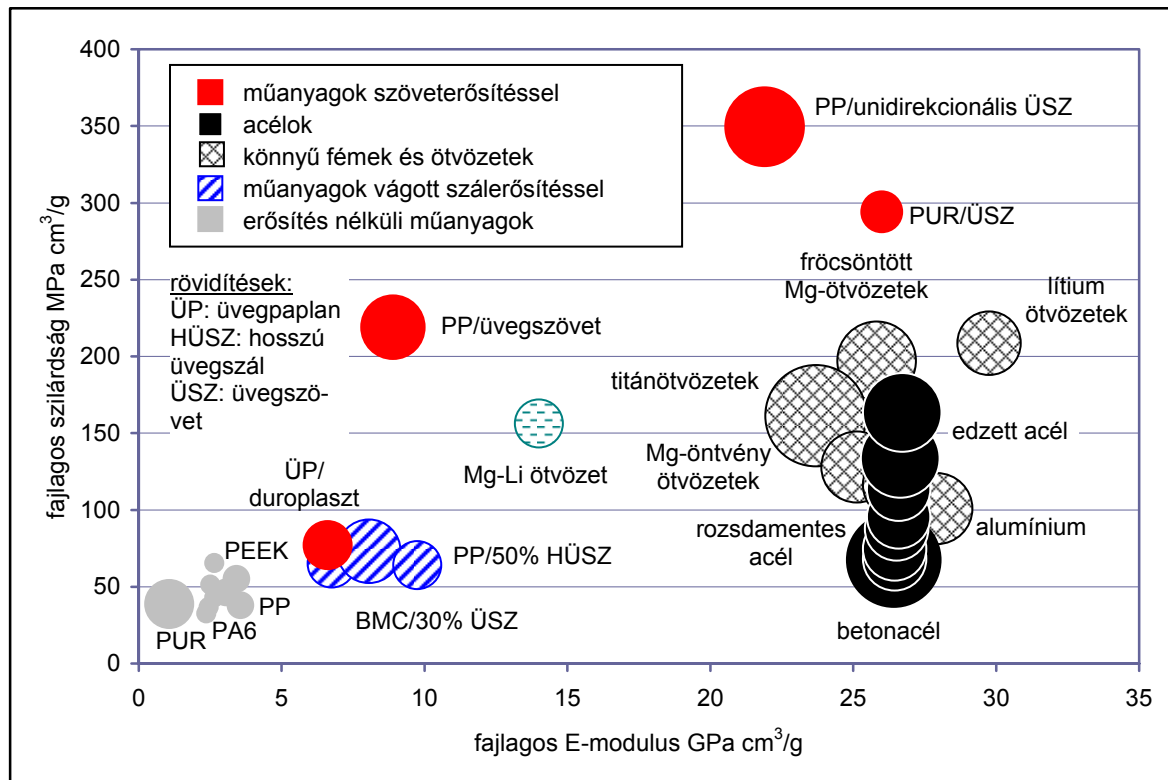
Ezek az erősített lemezek az igényeknek megfelelő formára kivágva kaphatók, gyakorlatilag korlátozás nélkül tárolhatók, hővel újra formázhatók és mechanikai tulajdonságaik – beleértve az ütésállóságot is – megfelelnek a magas követelményeknek. A lemezeket a felhasználás előtt újra fel kell melegíteni az olvadási hőmérséklet fölé, figyelve arra, hogy a felületen termikus károsodás ne menjen végbe. Fontos az is, hogy a felmelegítés és a formázás helye közötti úton a lehűlést, azaz a két művelet közti időt korlátok között tartsák, mert az olvadáspont alatt végbemenő deformáció minőségi hibákhoz vezethet. Ez az idő, pl. a **Bond-Laminates GmbH** 0,5 mm vastag *Tepex dynalite 102* (üvegrovving PA6 mátrixban) lemezénél kb. 10 sec.

A termoplasztikus hibrideken alapuló eljárás lehetőséget nyújt a nagy teljesítményű, nagy méretű építőelemek sorozatgyártására – kedvező költséggel. Az első berendezéseket a K'2010 kiállításon mutatták be.

Az Engel Austria eljárása

Az **Engel Austria** a K'2010 kiállításon egy kormányoszlop-tartó teljesen automatizált előállításán keresztül mutatta be az új eljárást. A technológiát az **Engel az Erlangen-Nürnbergi Egyetem Műanyagtechnikai Tanszékével** és a **Neue Materialien Fürth GmbH** céggel közösen dolgozta ki. A kormányoszloptartó alapja a négy réteg üvegszövettel erősített PA6 szerves bádog, amelyre a gyártás során mereví-

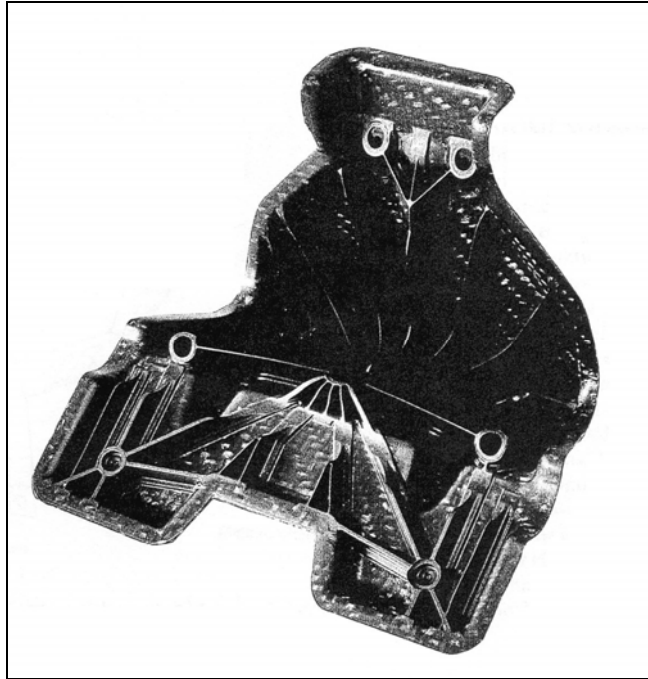
tő bordákat fröccsöntenek 30% üvegszállal erősített PA6-ból. A bemutatott gyártócella hat műveletet egyesít:



1. ábra Különböző szerkezeti anyagok fajlagos tulajdonságainak összehasonlítása

1. a méretre vágott szerves bádoggal átadása egy csuklós karú robotnak,
2. a hattengelyű robot továbbítja a lemezt az infravörös fűtőkamrába, amelyben a lemezt a fröccsgép ciklusidejének megfelelő idő alatt felmelegítik (a bruttó felmelegítési idő kb. 25 s),
3. előformázás: a nagy deformáció miatt a lemezt először két irányban megnyújtják nyitott szerszámfelek mellett,
4. formázás, préselés: a végső forma megadása a szerszám zárásával,
5. bordák fröccsöntése (Hinterspritzen) a megformázott lemezt (a mikroszkópos vizsgálatok szerint nagyon jó a két műanyag összekapcsolódása, ami a hibrid szerkezet jó mechanikai tulajdonságainak alapfeltétele),
6. méretre vágás, sorjázás: a komplex forma miatt szükség van a lemezt utólagos körbevágására, amelyet ennél a berendezésnél lézervágóval végeznek el.

A berendezés a kormányoszloptartót (2. ábra) 60 s ciklusidővel gyártja le, amely megfelelő termelékenységet jelent. Az eljárás teljesen automatizált. Az Engel az eljárást „organomelt”-nek nevezte el.



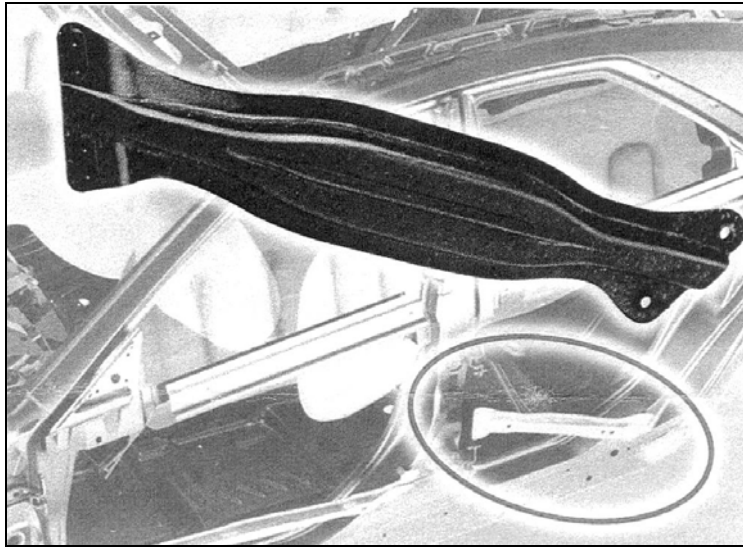
2. ábra A kormányoszlop tartója az alakadó nagy szilárdságú lemezből és a stabilizáló merevítő bordákkal

A GK lightweight technológia a Georg Kaufmann cégcsoporttól

Ugyanezt az eljárást valósítja meg a **Georg Kaufmann** cégcsoport *GK lightweight* technológiája, amelyet a **KraussMaffei Technologies GmbH** fröccsöntő gépén mutattak be a K'2010 kiállításon. Az eljárás fejlesztésében a Krauss Maffei mellett még részt vett az **Audi AG**, a **Lanxess Deutschland GmbH**, a **Bond-Laminates** és a **Jacob Composite GmbH**.

A prototípusberendezésen a 3. ábrán látható tárgyat, egy autó oldalsó ütközésvédőjét (Seitenaufprallschutz) készítették el, amely 20%-kal lett könnyebb a hasonló funkciójú fémből készült alkatrésznél. Az alap 47% üvegszövetet tartalmazó poliamid-lemez volt, amelyre hosszú üvegszállal erősített poliamidból merevítőket fröccsöntöttek. A teljes ciklusidő 50 s volt. A préselés és a fröccsöntés újfajta kombinálása az alapként használt erősített műanyag lemez, a szerves bádoggal történő hőformázásával indul. Gyakran több, méretre vágott lemezből áll össze a hibrid lemezkomponense. Ezt felmelegítik olyan hőmérsékletre, hogy a mátrix formázható legyen. Ezen a hőmérsékleten kerül be a szerszám. Az anyag plasztikus állapota miatt a minőség szempontjából nagyon fontos ennek a lépésnek a pontos kivitelezése. Különösen fontos a lemezek behelyezésénél a szálirány és annak reprodukálhatósága, hogy a szálak orientációja minden esetben megfeleljen a későbbi igénybevételnek. A pozicionálás fixálása érde-

kében a szerszám zárását megelőzően egy előfutó matrica a már képlékeny lemezt rögzíti a nyomópecséten. Ezután megy végbe a formázás a szerszám zárásával.



3. ábra Szöveterősítésű poliamidból készített oldalsó ütközésvédő lemez a hátoldalra fröccsöntött merevítő bordákkal

Ezt követően forrócsatornás szerszámban a hosszú üvegszálakkal erősített merevítőket standard hátoldali fröccsöntéssel ráfröccsöntik a lemezre. A két komponens tökéletes összekapcsolása érdekében fontos a két anyag hőmérsékletének összehangolása. A fröccsöntés során a folyási utakat úgy alakítják, hogy a darab széleit is körülfröccsöntsék. Így elérhető, hogy a mátrix teljesen körülvegye az erősítő szálakat. Ebben a lépésben azon tartományok is elnyerik végleges formájukat, amelyeket az előző lépésben nem töltött ki a mátrix. A fröccsöntés során egyébként mód van különböző elemek, betétek, csapok és rögzítő elemek beépítésére is. Fűtött mozgó kúpos tűkkel rögzítő furatokat képeznek úgy, hogy a tű csak elmozdítja, de nem roncsolja az erősítő szövet szálait.

A minőség szempontjából fontos jellemzők figyelésére a szerszámot egy sor nyomás- és hőmérsékletérzékelővel látták el. Ezek az alábbi folyamatokról adnak az alkalmazás szempontjából is fontos információkat:

- a szöveterősítésű műanyag lemez formázása és az utánfolyás,
- a műanyagolvadék befröccsöntése,
- a végső forma kialakítása.

Ezek a mérések lehetővé tették a kísérletsorozatban a minőségre ható paraméterek optimális értékeinek meghatározását is. Az eddigi eredmények alapján kijelenthető, hogy a *félgyártmány, a műanyag lemezcsomag átadási hőmérséklete és a formázás kiindulási hőmérséklete, valamint az utánfolyásnál fellépő erők játszanak fontos szere-*

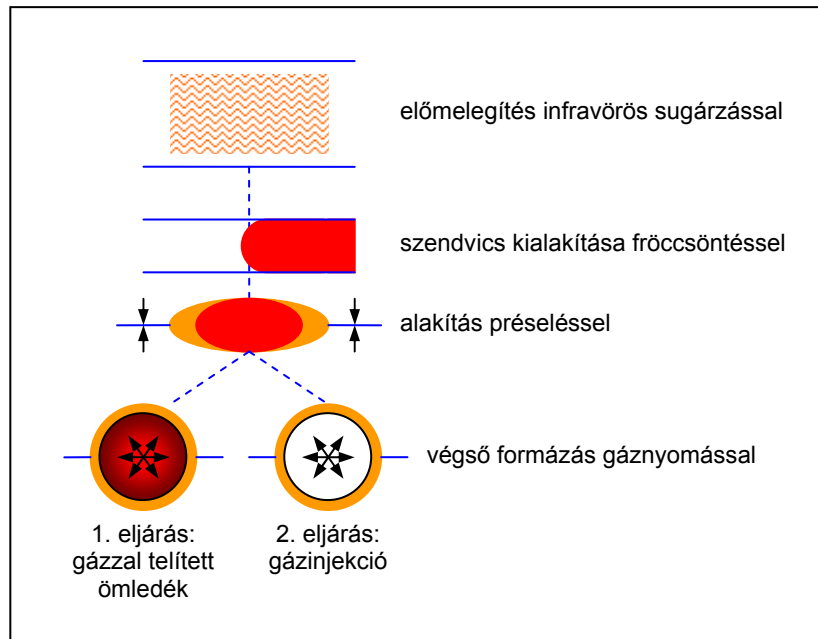
pet a végső minőség kialakításában. A szerszámba beépített in-line minőségbiztosítás lehetővé teszi a mért adatok gyűjtését, archiválását. Igény esetén ezek az adatok, pl. egy vonalkód formájában hozzárendelhetők az egyes darabokhoz.

Az új eljárás jelentősége és perspektívája

Amint az 1. ábrán egyértelműen látható, a végtelen szállal, szövettel erősített termoplasztok tulajdonságai felülmúlják a konkurens szerkezeti anyagokét. Különösen jók a poliamidmátrixú hibridek tulajdonságai. Ahhoz azonban, hogy ezeket a tulajdonságokat teljesen ki lehessen használni, a termék- és technológiafejlesztés minden lépését optimalizálni kell az adott műanyaghoz, és biztosítani kell a szálorientációt a terhelés irányában. Az új eljárás, a préselés és a fröccsöntés kombinálása, valamint az új fejlesztésű szerszám a szenzorokkal lehetővé teszi a termékekkel szemben támasztott követelmények teljesítését. A kifejlesztett szerszám egy megfelelő méretű fröccsgépen is alkalmazható. A műanyaghibridek az autóiparban rendkívül ígéretes, számos nagyméretű elemnél teszi lehetővé a fémek gazdaságos kiváltását műanyaggal, és ezzel csökken a gépkocsik tömege. *A szerves bádogot tartalmazó műanyaghibrid akár 50%-os tömegcsökkenést is lehetővé tehet a fém-műanyag hibriddel szemben*, amint ezt, pl. az Audi A8 frontend moduljánál tapasztalták. Az autóiparhoz hasonlóan az új eljárás alkalmazható lehet más járművek gyártásánál is, de ígéretes lehet a nagyméretű háztartási berendezések, mosó- szárító- és mosogatógépek gyártásában is. A repülőgépgyártás számára a legnagyobb szilárdságú szénszálból vagy aramidszálakból álló egy vagy több irányban rendezett erősítő szerkezetek, valamint mátrixként a nagy teljesítményű nagy hőállóságú polimerek jönnek számításba. Természetesen ebben az esetben is alapvető a szerszámba integrált érzékelő rendszer a minőség biztosítására.

További fejlesztési lehetőségeket jelent a különböző fröccsöntési technikák alkalmazása is. Egy ilyen példa az ún. *FIT (Fluid-Injection-Technology)-hibrid eljárás*, amelynél *fröccshabosítást* alkalmaznak. Ennél az eljárásnál egy szendvicsszerkezetű lemezt hoznak létre hosszú szállal erősített hőre lágyuló fedőrétegből és egy fröccsöntött magból, amelyet préseléssel alakítanak a kívánt formára, majd gázinjekciós fröccshabosítással alakítják ki a végső szerkezetet (4. ábra). Ezt a módszert is a K'2010-en mutatta be először a **Neue Materialien Fürth** K+F cég.

A jelenlegi kutatások és fejlesztések célja a még nagyobb méretű elemek gazdaságos gyártása és a termelékenység további növelése az automatizálás továbbfejlesztésével, a folyamatok optimalizálásával. Nagy hangsúlyt fognak kapni a költségsökkentésre irányuló fejlesztések is. Ezek során várhatóan nemcsak az eljárás optimalizálására figyelnek, hanem az alapanyag és a félgyártmány költségeire is. Egy sor vállalat és a velük együttműködő kutató intézmények erőfeszítései ezen a területen is jelentős eredményeket hoztak már. Egyre több autómодellnél – köztük már kis- és középkategóriás autóknál is – alkalmaznak már szálerősítésű műanyag karosszériaelemeket. Ennek eredményeképpen csökken a nagyméretű elemek tömege, ami javítja a futási tulajdonságokat és csökkenti az üzemanyag-felhasználást.



4. ábra A FIT eljárás lépései

Összeállította: Máthé Csabáné dr.

Egger, P., Stock, A.: Neue Horizonte im Leichtbau = Kunststoffe, 101. k. 3. sz. 2011. p. 41–45.

Kaufmann.R., Bider, Th., Bürkle, E.: Leichtbauteile mit Thermoplast-Matrix = Kunststoffe, 101. k. 3. sz. 2011. p. 106–109.

Röviden...

Új TDI üzem Kínában

A **Bayer Material Science (BMS)** novemberben, Sanghajban hivatalosan is felavatta 250 ezer t/év kapacitású toluilén-diizocianát (TDI) üzemét. Az elmúlt 10 évben, Kínában a Bayer beruházásainak értéke elérte a 2,1 milliárd EUR-t. További beruházásokat terveznek: MDI gyárat, lakkok alapanyagait gyártó vállalatot akarnak létrehozni és bővítik a polikarbonátok (PC) gyártását.

A BMS számításai szerint a világ jelenlegi TDI felhasználása 1,9 millió tonna, amely 2015-re 2,3 millió t-ra nő, ebből Kína részesedése 30%-ról 36%-ra változik. A PC felhasználás a jelenleg 3,55 millió t-ról 5,05 millió t-ra növekszik, miközben Kína részesedése 32%-ról 42%-ra nő.

O. S.

KI-22087-0, 2011.11.17.

www.quattroplast.hu