

## 1.5 | Szerves „bádoglemezek” 3.13

*Tárgyszavak: új szerkezeti anyag; erősített hőre lágyuló műanyag mátrix; szerves bádog; szalagtekercselés; fröccsöntés; hegesztés; felületnemesítés; repülőgépipar; járműipar.*

A fémfeldolgozásnak egyik újdonsága az ún. „testre szabott” fémlamezek (tailored blanks) alkalmazása. Ennek lényege, hogy különböző (0,65–2 mm) vastag, esetleg különböző ötvözetből készült fémlamezekből pont- vagy tom-  
pahegesztéssel (általában lézeres hegesztéssel) nagyobb felületű lemezt készítenek, amelyet sajtológépben formáznak. Ilyen módon egyetlen sajtolási lépéssel elkészíthető egy gépkocsiajtó vagy akár egy fél karosszéria is, amelyen a nagyobb igénybevételnek kitett helyekre vastagabb vagy nagyobb szilárdságú, a kevésbé veszélyeztetett helyekre vékonyabb vagy kisebb szilárdságú lemezdarab kerül.

A végtelenített üvegszállal, szénszállal vagy aramidszállal erősített hőre lágyuló műanyag kompozitok viszonylag új szerkezeti anyagnak számítanak. Német nevük – Organoblech – után szerves bádognak is nevezhetők ezek a nagy teljesítményű anyagok, illetve a belőlük készülő formadarabok, amelyekből repülőgépek, hajók, vasúti szerelvények, szélerőművek, könnyűszerkezetek stb. elemeit lehet elkészíteni. A hőre lágyuló műanyagok alkalmazása a szálerősítésű kompozitok előállításában, feldolgozásában és a formadarabok kialakításában új lehetőségeket nyitott meg. Kiváló mechanikai tulajdonságai-  
kon és a sokféle formatest kialakítási lehetőségén túlmenően nagy energiae-  
nyelő képességüket kell kiemelni.

A műanyaggal „impregnált” végtelenített szálszerkezetű szilárd lemezek előállítására a német Bond-Laminates cég dolgozott ki speciális préselési eljá-  
rást (Doppelbandpressen), amellyel a felhasználás igénybevételére tervezett különböző rétegfelépítésű laminátumokat lehet egyenletesen jó minőségben előállítani. Formázáskor a feldolgozó felmelegíti ezt a kiváló tulajdonságokkal rendelkező félkész terméket, és sajtológépben, kis nyomással, nyomóbélyeg segítségével a kívánt módon alakítja. Ez utóbbi folyamat közben az anyagösszetétel és a kompozit szerkezete már nem változik (az anyag nem folyik meg), ami szavatolja a késztermék egyenletes jó minőségét.

A szerves bádog formatestek kialakításakor a fémek megmunkálásában ismert eljárásokat vagy azok módosított változatait alkalmazzák, és arra törek-  
senek, hogy a formadarabok előállítása minél gazdaságosabb legyen. Az utóbbi idők egyik jelentős újdonsága, hogy különböző anyagból készült vagy

különböző vastagságú félkész termékeket is össze tudnak illeszteni. Kezdetben nehézséget jelentett, hogy a fémfeldolgozásban alkalmazott pont- vagy tompahegesztést a szerves bádognál nem lehet használni. A szerves bádagon a teljes érintkezési felületet össze kell hegeszteni. Ehhez nagy segítséget ad a mátrix hőre lágyuló volta. A sajtoláshoz előkészítendő lemez vastagságának növelését vagy erősítését ebből eredően úgy is el lehet érni, hogy a szükséges helyeken pl. polimerrel átitatott erősítő szalagot tekernek az alaplemezre, a hátoldalára pótlólagosan ráfröccsöntenek egy polimerréteget, esetleg körülfröccsöntik az alaplemez megfelelő részeit. Természetesen itt is alkalmazható a sajtolandó lemezkombináció elkészítéséhez a hegesztés. A különböző vastagságú részek összeillesztésével a várható terhelésekhez jobban igazodó, anyagtakarékos formadarabokat lehet kialakítani. Az bonyolult felépítésű lemez formára sajtolása után a felület egységes külsejének kialakítására is megfelelő módszerek állnak rendelkezésre.

## **A szerves bádóg módosítása polimerrel impregnált szalag rátekerésével**

Nagyméretű építőipari formadarabok előállítására dolgozták ki a Kaiserlauterni Egyetemen azt az új automatizált hibrid eljárást, amelyben az egyirányban erősített hőre lágyuló szalagokat rátekerik a sík vagy a görbült felületre. Többtengelyű portálrendszerrel vagy hattengelyű robottal tetszőlegesen változtatható a fektetés (az erősítő szálak) iránya és a feltekerített rétegek száma. Az egyetemen kifejlesztettek egy automatikus szalagtekerelő berendezést, amelyen a szalagfektető fej közelében a fűtőrendszer melegíti elő a szalagot, és nyomóhenger tömöríti a lefektetett szalagokat. A változó vastagságú és a célnak megfelelően orientált erősítő szalagokat tartalmazó lemezek gyártásának az autóiipari alkalmazásoknál van jelentősége, ahol bonyolultabb formadarabokra és nagy darabszámokra van igény.

## **Ráfröccsöntés és körülfröccsöntés**




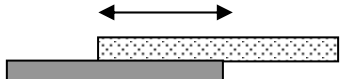
A szerves bádoglemezek helyenkénti kiegészítését ráfröccsöntéssel (hátrafröccsöntéssel) és körülfröccsöntéssel az Erlangen-Nürnbergi Egyetem Műanyag Tanszékén vizsgálták. A hátra-, illetve a körbefröccsöntés a formakialakítás nagy szabadsági foka mellett lehetővé teszi kötő- vagy erősítőelemek beépítését egyetlen munkafázisban. A hátrafröccsöntéssel a vékony szerves bádógok felületének dekorálását is meg lehet oldani.

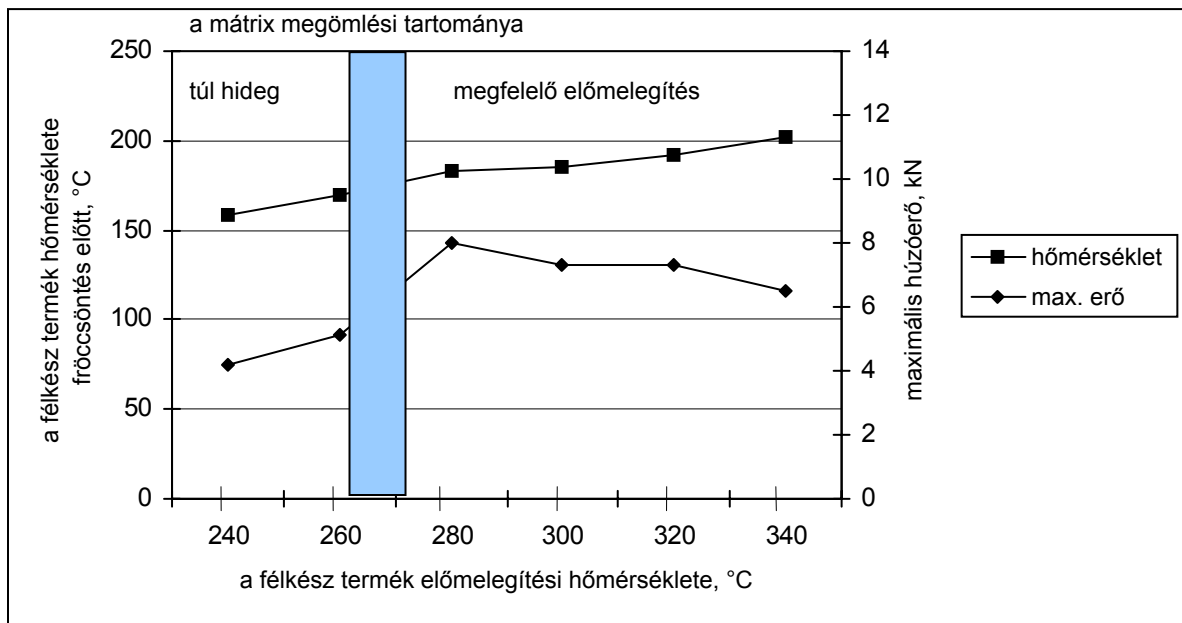
Egy 2 mm vastag, 65% üvegszálat tartalmazó PA 66 lemezre (típus: Tepex 101, gyártó: Bond-Laminates) mint félkész termékre fröccsöntöttek 30% üvegszálat tartalmazó poliamid 66 műanyagot (típus: Zytel 70G30 HSL NC10, gyártó: DuPont). A nagy üvegszáltartalmú lemezt előmelegítették, behelyezték a szerszámba, majd 20 mm-es átlapolással fröccsöntötték rá a műanyag-

ömlédek. A fröccsöntés után kimunkált próbatesteken (lásd az 1. táblázatban) mechanikai vizsgálatokat végeztek. Az 1. ábrán a lemez előmelegítési hőmérsékletének függvényében látható egyfelől az elért maximális húzóerő (alsó görbe), másfelől a lemez hőmérséklete a szerszámban közvetlenül a fröccsöntés előtt. A mátrix ömladék-hőmérséklete, azaz 260 °C feletti előmelegítési hőmérséklet alkalmazásakor a fröccsöntés előtt még mindig 180 °C felett van a lemez hőmérséklete, és egyben ebben a tartományban lehet elérni a maximális kötéserősséget. Megállapították továbbá, hogy növekvő szerszámhőmérséklettel (100–150 °C között) nő a kötési szilárdság, ami a félkész termékből eltávozó hő kisebb sebességére és emiatt a fröccsöntött ömladék gyorsabb felmelegedésére vezethető vissza. A szerszámhőmérsékletet azonban nem szabad túl magasra beállítani az alakítás során a megfelelő forma-stabilitás elérése érdekében. A szerszámhőmérséklethez hasonló hatása van az utónyomásnak, amelyet 220–600 bar között vizsgáltak.

1. táblázat

Fröccsöntéssel és hegesztéssel készített kötések előnyei és hátrányai

Kötőelem	Előnyök	Hátrányok
Fröccsöntéssel		
egyoldali átlapolás (anyag-összeépülés) 	<ul style="list-style-type: none"> <li>– nagy erőátvitel,</li> <li>– rövid ciklusidő,</li> <li>– nagy alakformázási szabadság</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>– előmelegítés szükséges,</li> <li>– a betétdarab gyenge formaállósága (szerszámbe-tét szükséges)</li> </ul>
kétoldali átlapolás (anyag-összeépülés) 	<ul style="list-style-type: none"> <li>– nagy erőátvitel,</li> <li>– rövid ciklusidő</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>– előmelegítés szükséges,</li> <li>– a betétdarab gyenge formaállósága (szerszámbe-tét szükséges, a betétdarabot meg kell támasztani a fröccsöntés alatt)</li> </ul>
kétoldali átlapolás (formazás) 	<ul style="list-style-type: none"> <li>– nagy erőátvitel,</li> <li>– rövid ciklusidő,</li> <li>– nincs szükség előmelegítésre,</li> <li>– nagy szabadság a szerszámkombinációban,</li> <li>– robusztus eljárás</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>– kiegészítő műveletek (furatok, kihagyások kimunkálása),</li> <li>– a hordozóréteg gyengítése (hornyok, csökkentett keresztmetszet)</li> </ul>
Vibrációs hegesztéssel		
egyoldali átlapolás (anyag-összeépülés) 	<ul style="list-style-type: none"> <li>– nagy erőátvitel,</li> <li>– rövid ciklusidő,</li> <li>– nincs szükség előmelegítésre,</li> <li>– robusztus eljárás</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>– csekély szabadság a kötés alakformázásában</li> </ul>



1. ábra A félkész termék hőmérséklete (közvetlenül a fröccsöntés előtt) és az elért maximális húzóerő a félkész termék előmelegítési hőmérséklete függvényében

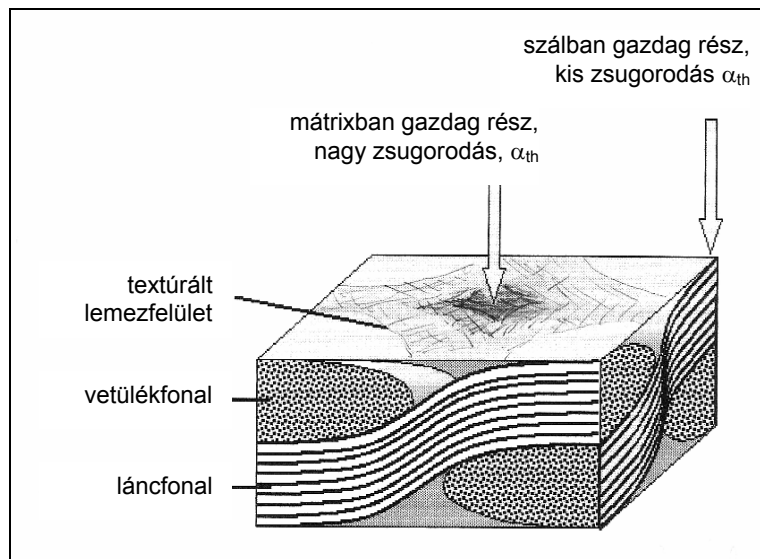
## A szerves bádoglemezek hegesztése

A hegesztéseket Branson Ultrashall gyártmányú vibrációs hegesztőgéppel végezték 234,6 Hz frekvenciával. A hegesztési paraméterek megfelelő beállításával, de csakis akkor, a hegesztett illesztéseknél olyan erős kötési szilárdságot értek el, mint amekkora a rétegek szétválasztásához szükséges. Egy megfelelő vastagságú további erősített réteg felvitelével a varratszilárdság tovább növelhető, és a hegesztési folyamat minősége is javul. Megállapították, hogy kb. 1 N/mm<sup>2</sup> illesztési nyomással és a hegesztésnél felvitt további réteg 50–70%-át kitevő hegesztési út esetében érhető el jó kötéserősség. Az átlapolás hosszának minimum 20 mm-nek kell lennie.

## A szerves bádoglemezekből készített formadarabok felületének nemesítése

A különböző vastagságú, belső keresztmetszetükben bonyolult szerkezetű (2. ábra) szerves bádoglemezek formára sajtolásakor beszívódásokat tartalmazó nyugtalan felület alakulhat ki, amely az igényes felhasználókat (pl. az autógyártókat) nem elégíti ki. A Kaiserslauterni Egyetemen ezért az ilyen felületek nemesítését tűzték ki célul. A szebb felület érdekében finomabb erősítő

szerkezetet, poliamid helyett polikarbonátmátrixot, kiegészítő felületi poli(metil-metakrilát)-réteget, lakkozást, ASA/PMMA lakkfóliát alkalmaznak. Az így kikészített szerves bádoggal felületi minősége hasonló a lakkozott fémfelületéhez.



2. ábra Egy szerves bádoglemez függőleges metszete (a belső szerkezet felépítése)

(Dr. Orbán Sylvia)

Bull, St.: Tailored blanks. = [www.staff.ncl.ac.uk](http://www.staff.ncl.ac.uk), 2003. ápr. 22.

Beresheim, G.; Giehl, S.; Lichtner, J.: Automatische Verarbeitung von Organoblechen. = Das IndustrieMagazin, 47. k. 2001. p. 40–42.

Automatische Verarbeitung von Organoblechen. = [www.maschinenmarkt.de](http://www.maschinenmarkt.de), 2003. ápr. 22.

Wacker, M.; Ehrenstein, G. W.; Obermann, C.: Schweißen und Umspritzen von Organoblechen. = Kunststoffe, 92. k. 6. sz. 2002. p. 78–81.

Oberflächenoptimierung am IVW Kaiserslautern. = [www.ivw.uni-kl.de](http://www.ivw.uni-kl.de), 2003. ápr. 14.

## EGYÉB IRODALOM

Weg, E.: Schöne neue Verpackungswelt. (Szép új csomagolóvilág.) = Kunststoffe, 92. k. 12. sz. 2002. p. 22–23.

Wortberg, J.; Kamps, Th.; Schiffers, R.: Antriebstechnik im Vergleich. Spritzgießmaschinen mit unterschiedlichen Antriebsarten im Praxisvergleich. (Fröccsöntő gépek különféle hajtással a gyakorlatban.) = Kunststoffe, 92. k. 12. sz. 2002. p. 28–32.