

## 4.2 | Autóalkatrészek hosszú üvegszál- 3.13 | poliolefinekből 1.5

*Tárgyszavak: kompozit; hosszú üvegszállal erősített poliolefin; PP; PE-HD; direkt bekeverés; fröccsöntés; fúvóformázás; gépkocsigyártás.*

1970-ben egy európai gépkocsiba átlagosan 27 kg, 1998-ban már 100 kg műanyagot építettek be. A korábban fémből készített alkatrészeknek is egyre nagyobb hányadát készítik nagy szilárdságú, szállal erősített műanyagból. Elsősorban a szekrényváz elemeit, az ajtókat, az ütköző egyes részeit, a gépkocsi elülső formáit, a hűtőrácst, az egyes motortéri alkatrészeket gyártják üvegszálal műanyagból. A felhasznált műanyagok kb. 50%-a poliolefin, a többi általában poliuretán, műszaki műanyag és gumi.

A rövid üvegszállal erősített műanyagok már régóta a „közönséges” műanyagok közé tartoznak, és bármelyik feldolgozó eljárásban formázhatók. Hosszú üvegszálakkal kezdetben hőre keményedő műanyagokat (elsősorban poliészter- és epoxigyantát) erősítettek, de néhány éve hőre lágyuló műanyaggal, mindenekeelőtt polipropilénnel átítatott üvegpaplanokat (GMT) is használnak fémet helyettesítő alkatrészek gyártására. Ezek a hőre lágyuló sajtolópaplanok azonban csak elég nehézkesen, sajtolással dolgozhatók fel.

Egy ideje forgalomban vannak a hőre lágyuló mátrixból és hosszú párhuzamos üvegszálakból felépített granulátumok, amelyek extrudálhatók, fröccsönthetők, de a többszöri feldolgozás közben az üvegszálak összetörednek, hosszuk erősen csökken. Ezért a feldolgozók keresik azokat az eljárásokat, amelyekben elkerülhető a többszöri erős mechanikai és termikus igénybevétel, és amelyek kíméletesen bánnak az alapanyagokkal.

Azzal is próbálkoznak, hogy a hosszú üvegszálal műanyagokat olyan eljárással is feldolgozzák, amelyek eddig nem jöhettek számításba, pl. a fúvóformázás. Fúvással korábban főképpen palackokat, kannákat és más csomagolóeszközöket gyártottak, de egyre népszerűbb ez a feldolgozásmód a nagyméretű ipari alkatrészek gyártásában is. Gépkocsikban a fúvással gyártott üzemanyagtartály mellett megjelentek pl. a fújt ütközők.

A következőkben a hosszú üvegszállal erősített poliolefinek előállításának és feldolgozásának néhány új fejlesztési eredményét mutatjuk be.

## **Hosszú üvegszálal PP keverékek előállítása és feldolgozása granulálás nélkül, sajtolással vagy fröccsöntéssel**

A francia Faurecia cég műanyag autóalkatrészek gyártására szakosodott, és kiemelkedő szerepet vállalt az erősített hőre lágyuló műanyagok feldolgozástechnikájának fejlesztésében. A cég eredetileg a Peugeot egyik vállalata volt, és sajtolással korábban is gyártott üvegszálal PP-ből autóülésvázakat, műszerfaltartókat. Az elmúlt években két másik céggel egyesült, amelyek ugyancsak foglalkoztak hosszú üvegszálal PP (LFT, long fiber thermoplastics) feldolgozásával. Ennek eredményeképpen a Faurecia jelenleg ötféle technológiával rendelkezik hosszú üvegszállal erősített hőre lágyuló műanyagok feldolgozására.

Az autógyártásban hosszabb idő óta készítenek alkatrészeket hosszú üvegszállal erősített PP-ből, amelyekhez PP-vel átítatott üvegpaplant (GMT, glass mat thermoplastics) használnak, és sajtolással gyártanak. A Faurecia is alkalmazza ezt a technológiát gépkocsik elülső részének és ütközőbakok előállítására. Az eljárás nehézkes és költséges. Ezért a legtöbb autógyártó kereszte az egyszerűbb eljárásokat.

Több cég fejlesztett ki eljárást a hosszú üvegszálal közvetlen bekeverésére PP-be (DLFT, direct in-line compounding of LFT). A legtöbb korábbi eljárásban pultrúziós elv alapján működő berendezésen PP-vel itatják át a végtelen üvegszálköteget (rovingot), majd a polimer megdermedése után adott hosszúságú granulátumra vágják fel. A Faurecia eljárásainak újdonsága, hogy a direkt bekeverés után (amelyre kétféle technológiája is van), a még meleg kompaundot robottal azonnal a feldolgozó szerszámba helyezik formázásra. Mindkét módon elkészített meleg kompaund sajtolható vagy fröccsönthető.

Az ún. Fibropress eljárás azzal kezdődik, hogy a por alakú PP homopolimer és az 5 mm hosszú üvegszálal keverékét gravimetriásan egy kétcsigás extruder adagolótölcsérébe szórják, és szalagot extrudálnak belőle. A megfelelő hosszúságúra levágott darabokat egy robot a kompressziós szerszámba helyezi, ahol azokat formára sajtolják. Ezzel az eljárással készítették az 1998-as Mercedes C osztályú kocsik műszerfaltartóját és a Peugeot 206 elülső ütközőjének hordozóját.

1998-ban elkészült az a technológia, amelyben nem vágott szálal használnak, hanem a végtelen üvegszálköteget (rovingot) a kompaundáló extruder darabolja fel (XRE, glass roving extrusion-compounding).

2000-re fejlesztették ki azt az eljárást (XRI, glass roving, injection eljárás), amellyel a kompaund fröccsönthetővé vált. Az első termék a Peugeot 307 ütközőtartója volt. 2001-ben már naponta 2000 darabot gyártottak ezzel az eljárással. Lényege, hogy az öttengelyű robot injekciós tűre emlékeztető két hengerben fogja fel az üvegszálal PP ömledéket (kb. 6 kg-t), majd a kb. 2 m-rel távolabb elhelyezett kétfészkes szerszám fölé fordul, annak beömlőnyílásaiba

illeszti kifolyóit, és hengerek segítségével a szerszámüregbe nyomja a képlékeny kompaundot. A fröccsöntésnek ez a módja kíméletes, nem töri össze az üvegszálat. Két másik robot emeli ki a kész darabokat, és helyezi be a szerszámüregbe a szükséges fémbetéteket.

Az első gyártósorral kapott kedvező tapasztalatok után a Faurecia megbízást adott a Krauss-Maffei cégnek olyan berendezés kifejlesztésére, amelyben nem kell a kompaundot átemelni a fröccsszerszámba. Az új gépen a kétcsigás extrudert ráépítették a fröccsöntő egységre. Ezt a gépet a düsseldorfi K'2001-en is bemutatták. Azóta a Faurecia három ilyen berendezést rendelt, és ezeken gyártják a Citroen C3 gépkocsi ütközőtartóját.

A Faurenciához csatlakozott Dieffenbacher GmbH Németországban még az egyesülés előtt ugyancsak kifejlesztett egy saját DLFT kompressziós eljárást. Ebben a PP megömlesztését és az üvegszálak polimerömléssel való bevonását külön műveletben végzik, ami rendkívüli mértékben kíméli az üvegszálakat. A PP-t egy kétcsigás extruderben ömlesztik meg, és itt adják hozzá a szükséges adalékanyagokat. Az üvegszálkötegek 36-48 orsóról tekerednek le, az orsókat 4–5 tartólemezen helyezték el. A tartólemezek tömegvesztéséből következtetnek az üvegszáltartalomra, ill. ezzel szabályozzák azt. Az üvegszálkötegeket 5 fűtött hengeren vezetik keresztül, amelyek hőmérséklete egyre magasabb, és az utolsó hengeren az üvegszál hőmérséklete eléri a 220 °C-t. A szál ezután bekerül egy második kétcsigás extruderbe, ahol a szálak szétválnak, és egy ún. filmszerszámban találkoznak a polimerömléssel, amely bevonja a szálakat. Egy speciális csigaszakasz egyforma – 17–70 mm közötti – hosszúságra vágja a szálakat.

A folyamatosan áramló ömlédeket megfelelő hosszúságú szakaszokban levágják, és egy robottal a sajtolószerszámba helyezik, ahol formára sajtolják. Egy másik robot emeli ki a kész darabot. Ezzel az eljárással készül a legújabb Mercedes E osztályú gépkocsi műszerfaltartója. Az eljárás lehetővé teszi fémbetétek beépítését a darabba. A műszerfaltartóba pl. egy fémlemez építenek be, amely a légzsák rögzítésére szolgál. Az eljárás fröccsöntéshez is alkalmazható.

A Faurencia cég ötféle módon tud hosszú üvegszálal PP terméket előállítani: GMT sajtolásával, kétféle DLFT sajtolásával és fröccsöntésével. A cég audincourti gyárában mind az 5 technológiát alkalmazzák.

Hogy egy alkatrész gyártásához melyik eljárást választják, az függ a ráfordítandó munkától, az anyagköltségtől, a szilárdsági követelményektől és a darab formájától. A GMT eljárás és a DLFT eljárások ciklusideje hasonló, 1 perc körül van. A GMT eljárás több emberi munkát igényel, 8 munkás végzi a szélezést, a lyukak kivágását, a betétek elhelyezését. A XRE eljárásban 6 ember szükséges, az XRI eljárás pedig – a kivágandó lyukak számától függően – akár teljesen automatikus is lehet.

Az XRI eljárással teljesen megtakarítható az utólagos furatkészítés vagy kivágás, mert ebben a legkönnyebb a különböző betétek alkalmazása, és itt

vihető be az üvegszál a legbonyolultabb alakzatokba is. Legnagyobb előnye ennek az eljárásnak, hogy a beömlőnyílás elhelyezésével és a folyási sebesség szabályozásával befolyásolható az üvegszálak orientációja a darabon belül, és a darab különböző részeinek rugalmassági modulusa egymástól eltérő lehet.

A darabok merevségének és ütésállóságának egyensúlya már a tervezőasztalon megteremthető, ugyanis az előbbi a szálorientációtól, az utóbbi a szálak hosszától függ. Rendezett szálakkal akár kétszer akkora pl. a hajlítómódulus, mint rendezetlenekkel. Egy 40% hosszú üvegszálat tartalmazó darab rendezetlen üvegszálakat tartalmazó részén pl. 4500 MPa, a rendezett szálakat tartó részen 7000 MPa értéket mértek. A Krauss-Maffei cég standard XRI berendezésén 16 fúvóka van, de kívánságra ezek száma növelhető.

Az ömledékáramok találkozásánál képződő összezsapási varratoknál viszont kisebb a darab ütésállósága, ezért a fröccsöntést úgy kell irányítani, hogy ezek a csekélyebb mértékben igénybe vett helyekre kerüljenek (pl. a kivágás széle) vagy oda, ahol a kisebb szilárdság kifejezetten kívánatos (pl. a légszák fedele).

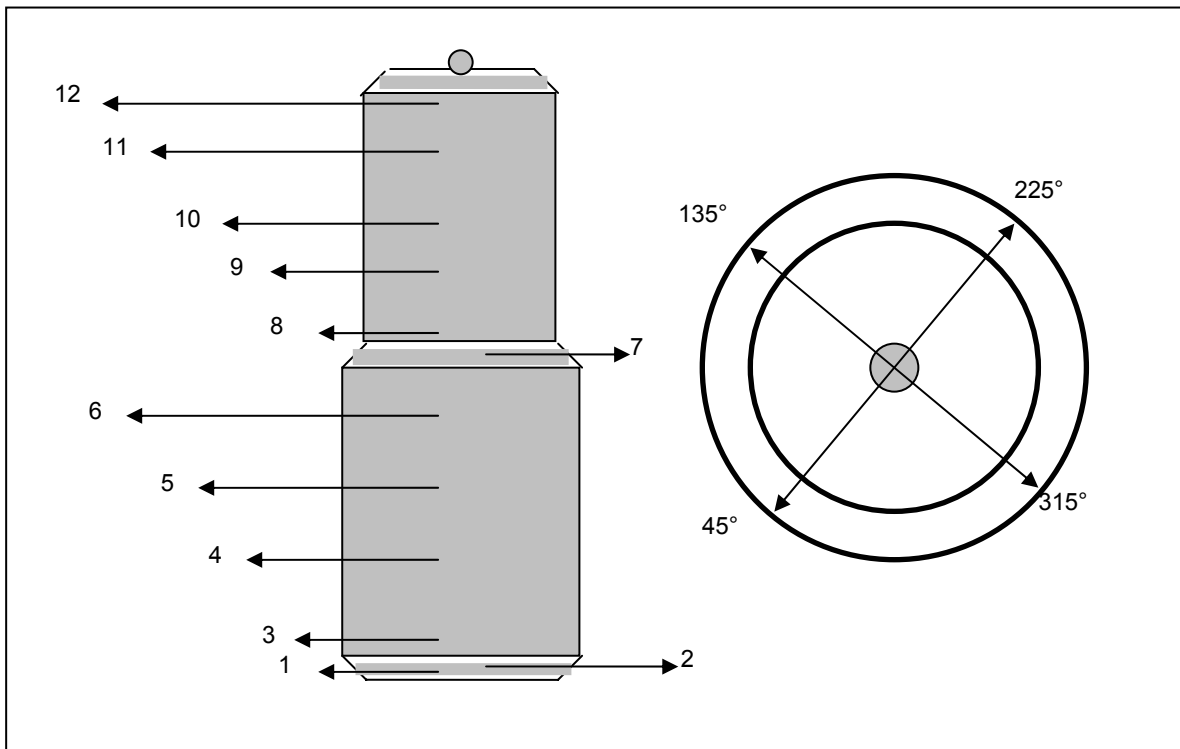
## **Üreges testek fúvása hosszú üvegszálás PE-HD-ből**

A gépkocsigyártásban egyrészt egyre népszerűbbek a hosszú üvegszállal erősített poliolefinok, másrészt egyre több alkatrészt készítenek fúvóformázással. Természetes a gondolat, hogy a fúvóformázásba be kellene vonni a hosszú üvegszállal erősített poliolefinokat is.

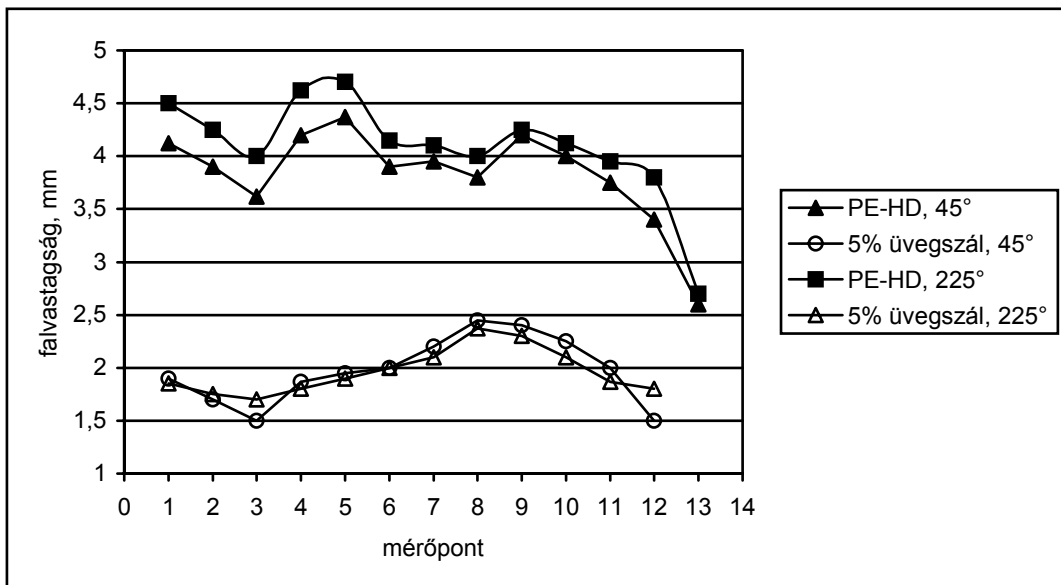
Kanadában próbálkoztak ezzel úgy, hogy magas üvegszáltartalmú granulátumot (PE-HD-be ágyazott 58% üvegszál, a granulátum átmérője 3 mm, a granulátum és az üvegszálak hossza 11 mm) mesterkeverékként felhasználva szárazon fúvóformázásra használt PE-HD-hez keverték úgy, hogy a keverék üvegszáltartalma 5, 10 vagy 20% legyen. A keverékből 62,5 mm-es, 24 L/D arányú csigát tartalmazó extruderen különböző extrudálási sebességgel, különböző átmérőjű és résszélességű szerszámon keresztül cső formájú előformát extrudáltak, és ebből két különböző átmérőjű hengerből felépülő 5 literes palackot fújtak, amelynek alul 15 cm, felül 12,5 cm az átmérője (1. ábra).

Az üvegszálmentes PE-HD, továbbá az 5 és 20% üvegszálat tartalmazó keverék ömledékének nyíróviszkozitása között csekély volt a különbség. De míg a tiszta PE-HD és az 5% üvegszálat tartalmazó polimer feldolgozásakor hasonló nyomásesést észleltek, a 20% üvegszálat tartalmazó ömledék erős nyomásesést okozott.

A tiszta PE-HD-ből extrudált előforma erősen duzzadt és megereszkedett az extruderfejből kilépve. Ezzel szemben már az 5% üvegszálat tartalmazó előforma is úgy viselkedett, mintha szilárd anyagból volna, és az extrudált cső átmérőnövekedése (átmérőduzzadás) az üvegszáltartalom emelkedésével csökkent. Az üvegszálak eredeti, 11 mm-es hossza az előformában 1–3 mm-re mérséklődött.



1. ábra A palack formája és a falvastagság mérőpontjai



2. ábra Tiszta PE-HD-ből és 5% hosszú üvegszál tartalmazó PE-HD-ből fűjt palack falvastagsága a palást két átellenes oldalán (45° és 225°) az 1. ábrán bejelölt mérési pontoknál

Az 5 és 10% üvegszálat tartalmazó keverékből könnyen, a tiszta PE-HD-hoz hasonló módon lehetett palackot fújni. A 20% üvegszálat tartalmazó előforma felfúvása azonban tökéletlen, és a hegedési varratok is hiányosak voltak. A szálak azonban mindhárom esetben azonos módon rendeződtek a palack falában. A tiszta PE-HD palack fala vastagabb, és a falvastagság a tiszta PE-HD palackban változik erősebben; a palack alsó részénél nagyobb falvastagságokat mértek, ami a lelógó előforma alsó részének erősebb duzzadásából és a belógásból adódik (2. ábra).

Az üvegszálás palack mechanikai tulajdonságai a hegedési varratoknál gyengébbek, mint az üvegszálatmentes palacké, és maga a varrat is vékonyabb.

**(Pál Károlyné)**

Schut, J. H.: Long-glass leader. = *Plastics Technology*, 48. k. 8. sz. 2002. p. 44–48.

Garcia-Rejon, A.; Meddad, A. stb.: Extrusion blow molding of long fiber reinforced polyolefins. = *Polymer Engineering and Science*, 42. k. 2. sz. 2002. p. 346–364.

## HÍR

### **Biztos fogás és kellemes tapintás**

A svájci PB Baumann cég kétkomponensű szerszámnyelek előállítására alkalmas fröccsöntő gépet állított üzembe. Az igényes szerszámgyártó cég ergonómiai szempontok szerint megújított formájú csavarhúzónyelét Santoprene márkájú termoplasztikus elasztomerből készült köpennyel látja el. A 2400 kN-os SynErgy 2C típusú fröccsöntő berendezést a Netstal cég szállította. Maga a nyél különösen szívós és ütésálló PP-ből áll, amelyet a második komponens, a Santoprene beburkol. A bevonat lehetővé teszi a kéz és szerszám közötti lehető legnagyobb érintkező felület kialakítását, és nedves kézzel végzett munka esetén is csúszásbiztos. A különböző színű, „SwissGrip” néven ismertté vált szerszámnyelen különböző csavartípusok szimbólumai is elhelyezhetők, amelyek elősegítik a biztonságos és gyors szerszám kiválasztást. A PB Baumann cég kínálatában a csavarhúzók mellett további kézi szerszámok szerepelnek, mint pl. véső, pontozó, kalapács, különféle elektromos munkánál használatos szerszámok. A 135 főt foglalkoztató cég termékeinek 58%-át exportálja, elsősorban az EU tagországaikba és Ázsiába.

*(Kunststoffberater, 47. k. 7/8. sz. 2002. p. 9.)*