

Új technológiák alkalmazása az autóiipari műanyag alkatrészek előállításához

Tárgyszavak: fröccsöntés; ultrahangos hegesztés; kompaundálás; ragasztás; üvegszálal PA; szénszál; epoxigyanta; metálszínű kompaund; habosított PP (EPP).

A műanyagok egyre nagyobb teret kapnak a gépjárművekben. 1998-ban az autókban használt alkatrészek 12%-a készült műanyagból, ma ez az arány eléri a 14%-ot és 2008-ra a 17–18%-ot. A műanyagok versenyképességének alapját a nagy teljesítményű keverékek és az új technológiák teremtik meg. Az alkalmazások további bővítéséhez azonban intenzív és költséghatékony fejlesztőmunka szükséges, amelyben az alapanyaggyártók, a kompaundáló cégek, az autóalkatrész-rendszerek beszállítói és az autógyárak egyaránt részt vesznek.

A versenyképes autóalkatrész-fejlesztés titka az intenzív együttműködés

Napjainkban az új alkatrészek kifejlesztésében az alapanyag-szállító is aktívan részt vesz, és hozzájárul ahhoz, hogy az adott fejlesztés a kitűzött idő- és költségkeretek között valósuljon meg. Az ilyen típusú együttműködés egyik jó példája a *BMW 3 modell dízelmotorral szerelt típusában a motor hangelnyelését szolgáló fedél és a levegőszívó rendszer fedelének kifejlesztése, amelyet a BMW, a rendszerbeszállító Faist Automotive GmbH és az alapanyag-szállító Albis Plastic GmbH közösen valósított meg.*

A fejlesztésekben a funkcionalitás mellett a formatervezés (dizájn) is fontos szerepet kapott. A teljesítendő funkciók tulajdonságok között a zajelnyelés, a részegységek szétszerelhetősége, valamint a vízállóság volt kiemelten fontos. Ez utóbbi tulajdonság a gépkocsi extrém magas vízben való közlekedése esetén kerül előtérbe.

A *motor formatervezett fedele* két üvegszálal és töltőanyagot tartalmazó poliamid 6-ból fröccsöntött elemből áll:

- a külső rész (keret) alapanyaga fekete standard PA 6 GF MR 20,
- a fedél középső részének alapanyaga metálszínű Alcom 6 PA 900/8 GF10 MR 20 12-778.

A BMW feliratot és a hozzá tartozó díszítő vonalakat ezután egy külön munkamenetben ezüstszínű nyomtatással viszik fel. A két részt ultrahangos hegesztéssel illesztik össze. A zajcsökkentő hatást a fedél alsó részére felvitt PUR habszigeteléssel biztosítják.

A *levegőszívó rendszer fedelének* középső részét ugyancsak metálfényű poliamidból fröccsöntötték, elsősorban a küllem miatt. A fedél kétkomponensű fröccsöntéssel készül, az elülső részre egy PP/EPDM peremet fröccsöntenek, amely a karosszériához a szigetelést és egyben a szétszerelhetőséget biztosítja. (Korábban a motorfedelek egyszerűen a standard fekete PA 6 GF 10 MR 20 típusból készültek ezüstszínű nyomtatott csíkokkal.)

Mindkét fedelet a rendszerbeszállító **Faist Automotive GmbH** gyártja, és összeszerelve szállítja a BMW gyártósoraira.

A motortérben elhelyezkedő alkatrészek formája, színe, jelölése, egyszóval a „dizájn” jelentősége miatt a fejlesztőknek új technológiákat kell alkalmazni: maszkolással a részleges lakkozást, a fóliára való ráfröccsöntést, a színezett anyagokat. Természetesen a fejlesztők fantáziájának határt szab a költség és az elérhető haszon mérlegelése, emiatt az egyes eljárások előnyeit és hátrányait alaposan végig kell gondolni. Igaz pl., hogy a lakkozás kínálja a legnagyobb műszaki értéket és a szép megjelenést, megvalósításához azonban drága berendezésekre van szükség, és technológiai költségei is magasak. A fóliára való ráfröccsöntés ugyancsak drágább a metálszínű kompaundból előállított alkatrészhez képest, és a formatervezés is korlátozott. További hátrány, hogy a lakkozott vagy fóliával fedett alkatrész felületi sérülésénél az alkatrész alapszíne láthatóvá válik. A felsorolt szempontok számbavétele alapján döntött a BMW a metálszínű kompaund alkalmazása mellett.

Az alumíniumpigment bekeverése a kompaundálási technológia módosítását igényelte az **Albis** cégnél. Az első követelmény az volt, hogy a hibridszerkezetű kompaund mechanikai tulajdonságai ne legyenek rosszabbak a korábbi PA alapanyagénál. Az *1. táblázat* adatai alapján ezt a követelményt sikerült teljesíteni.

A további alkalmazástechnikai tulajdonságok: jó ragaszthatóság, ultrahangos hegeszthetőség, nyomtathatóság, öregedéssel szembeni ellenálló képesség és színállóság 110 °C-os üzemi hőmérsékleten, 3000 órán keresztül. A kompaund fröccsöntésénél a tökéletes, összefolyások nélküli felület és a metálszín reprodukálhatósága, valamint a kész fedél jó mérettartósága és vetemedéssel szembeni ellenállása jelentkezett követelményként.

Az Albis továbbfejlesztette kompaundálási technológiáját, hogy a sok összetevőből álló, hibridszerkezetű kompaundot az elvárásoknak megfelelően reprodukálható minőségben tudja előállítani. Külön lépésben vizsgálták és optimalizálták a metálszínű biztosító alumíniumpehely formáját, méretét és hatását a felsorolt legfontosabb tulajdonságokra. A léptékváltás hatása sem volt elhanyagolható, ugyanis a színállóság és reprodukálhatóság nagyban függött a kompaundáló extruder méretétől. A kompaund feldolgozhatóságának

vizsgálatára az Albis maga is készített egy fröccsöntő szerszámot, amelyben a folyási utakat, összezapásokat, a felület minőségét a Moldflow program segítségével tanulmányozták.

1. táblázat

A fekete standard PA alapanyag és a metálszínű alapanyag
mechanikai tulajdonságai

Tulajdonság/vizsgálati módszer	Egység	Fekete PA6-GF 10-MR20 (Alcom 6 PA 900/8 GF 10 MR20 fekete 12-957)	Metálszínű PA6-GF 10-MR20 (Alcom 6 PA 900/8 GF 10 MR20 metálszínű 12-778)
Húzószilárdság DIN 53455-6-3	MPa	106	109
E-modulus húzásból DIN 53455-6-3	MPa	6169	6190
Szakadási nyúlás DIN 53455-6-3	%	3,85	3,38
E-modulus hajlításból DIN 53457-B4	MPa	6190	6240
Ütésállóság DIN 53453	kJ/m ²	30,5	28,7
Ütésállóság, hornyolt próbatesten DIN 53453	kJ/m ²	5,2	4,4

A fejlesztés sikeréhez a gépkocsigyártó, a rendszerbeszállító és a kompaundgyártó képviselőiből álló munkacsoport szoros együttműködésére volt szükség egészen a kezdetektől. A gépkocsigyártó a műszaki követelményrendszeren túlmenően rögzítette a poliamidkeverék árát is, amelyet az Albis cég csak további fejlesztésekkel tudott teljesíteni. A rendszerbeszállító és az autógyártó között kiépített számítógépes adatcsere lényegesen lerövidítette a fejlesztés idejét, különösen a tervezési fázisban.

A fedelek végső gyártószerszámait, összesen 6 darabot, a rendszerbeszállító **Faist** cég készítette el, a részegységek fröccsöntése 10 000 kN záróerejű gépeket igényelt. Az ultrahangos hegesztéshez és a részegységek összeépítéséhez a cég külön összeszerelő sorokat létesített.

Új technológiák alkalmazása a BMW-nél

A **BMW** nyilatkozata szerint ma a legbonyolultabb műanyag alkatrész a 6-os gépkocsisorozat első lökhárítója, amely a lámpatesteknek is helyet ad. A

lökhárító alapanyaga Noryl GTX (PA és PPE keverék), amelyet a GE Plastics gyárt. Az alkatrész tömege mintegy fele a fémből készültnek, mindössze 2,5 kg, előállítási költsége pedig ugyanannyi.

A 9 elemből álló és átlagosan 2,7–2,8 mm vastag lökhárítót a BMW maga gyártja egy 3200 tonnás Hemscheidt gépen. A fröccsöntés egy beömlési helyen történik, a ciklusidő 70–80 s. A felület minősége nagyon fontos jellemzője ennek az alkatrésznek, ezért a szerszámhőmérsékletet gondosan 120 °C-on kell tartani. Az összeépítés miatt a mérettűrés szigorú, értéke 0,02–0,03 mm. *A fröccsöntött részeket ragasztással építik össze, ami egyben erősítést is jelent.* Ügyelnek arra, hogy azonos műszakban gyártott elemeket illesszenek össze egy teljes lökhárítóvá. A műanyag lökhárítót ezután vezetőképes primerlakkal látják el, majd átszállítják egy másik közeli németországi üzembe, ahol az összeszerelést végzik.

A BMW a lökhárítók festési technológiáját szeretné továbbfejleszteni és az on-line festést megvalósítani, azaz a fröccsöntött darabot egyenesen a festősorra vinni. Ehhez azonban a jelenleg használt *Noryl GTX* 160 °C-os hőállóságánál nagyobb hőállóságú anyagra van szükség.

A BMW egy másik új fejlesztése az M3 CSL gépkocsitípusban alkalmazott *szénszállal erősített tető*. A világon elsőként automata technológiával gyártott autóalkatrész előállításakor az első lépésben egymás után öt réteg szénszáplaplannal alakítják ki a tető formáját. A paplanok felvitele nem csak a formát, hanem a tető végső szilárdságát is meghatározza. A második lépésben az összeépített elemet egy 1800 tonnás présbe helyezik, és epoxigyantát injektálnak a szerszámba. A térhálósodás a meleg szerszámban megy végbe, majd robot segítségével kiemelik a kész tetőt, és átlátszó lakkal vonják be. *A szénszállal erősített tető tömege feleakkora, mint az acéllemezéből készülté. Fajlagos merevsége pedig háromszor nagyobb, mint az alumíniumé vagy az acélé.* A fejlesztés fő célja az volt, hogy az autó súlypontját lejjebb vigyék.

Műanyag autóalkatrész-gyártás a Seeber cégnél

A német **Röchling** csoporthoz tartozó **Seeber** cég évi mintegy 500 M EUR értékben szállít műanyag alkatrészeket vezető autógyáraknak. A Seeber dél-tiroli gyárában állítja elő a motorházba épített tágulótartályokat (ezek a hűtőfolyadék hőtágulás révén megnövekedett térfogatát fogadják be, ill. táplálják vissza lehűléskor), amelyeket főleg a VW csoportnak és a DaimlerChrysler autógyáraknak szállít. Piacvezető ennek az alkatrésznek a gyártásában, 57%-os piaci részesedése van Európában. A dél-tiroli gyár a Seeber csoporton belül a motortéri alkatrészgyártás központja, 29 fűvógéppel és 61 fröccsöntő géppel rendelkezik; ez utóbbiak záróereje 250–1500 tonna között van.

A gyári szakemberek felkészültségét jellemzi, hogy olyan speciális fűvógépeket fejlesztettek ki, amelyek egyáltalán nincsenek kereskedelmi forgalomban. A fröccsöntésben jártasságukat bizonyítja, hogy már kísérleteztek a

vízzel segített fröccsöntéssel (WIT). A kísérleti munka keretében *saját szabadalmaztatott technológiát fejlesztettek ki, amelyben a víz helyett egy szilárd „lövedéket” használnak az üreg kialakításához a fröccsöntött darabban.* Tapasztalataik szerint az új eljárással keresztirányban nagyobb méretpontosságú és szebb felületű termékeket lehet előállítani, mint akár vízzel, akár gázzal segített fröccsöntéssel. Menetes fémbetétek behelyezésére is kidolgoztak egy szabadalmaztatott módszert, amely az eddigieknél pontosabb inwertálást és az inwert szorosságának nyomon követését teszi lehetővé.

Műanyag fékpedálokat is kifejlesztettek, de a pozitív vizsgálati eredmények ellenére nem valószínű, hogy hamarosan sor kerül bevezetésükre, mivel az emberek nem bíznának a műanyag fékpedál tökéletes működésében.

A tágulótartályok PP-ből, PP/PE kopolimerből és PA-ból fröccsöntéssel készülnek. A két félgömb alakú részt hegesztéssel illesztik össze, koronakisüléssel kezelik, majd nyomtatással látják el.

A habosított PP (EPP) autóiipari alkalmazása

A részecskéből habosítható PP ígéretes jövő előtt áll, és komoly fejlesztési lehetőségeket rejt magában. Ezen a területen működik együtt a habosító gépeket gyártó **Teubert Maschinenbau GmbH**, a műanyaghabok technológiáit fejlesztő **Neue Materialien Bayreuth GmbH** és a **Bayreuth-i Műszaki Egyetem Műanyag Tanszéke**.

Az EPP műszaki előnyeihez tartozik a csekély tömeg, a nagy hőállóság, a nagy visszarugózási képesség és a kiváló energiaelnyelés. A felsorolt tulajdonságok miatt az EPP alkalmazása egyre terjed az ipari termékek szállítási csomagolásában és az autóiiparban. Ez utóbbiban különösen az a tulajdonsága előnyös, hogy a többrétegű szerkezetekben, például egy autó lökhárítójában a szokásos maganyagokat helyettesíteni lehet EPP-vel, és a héjanyag is készülhet PP-ből. Az ilyen egyfajta anyagból felépülő szerkezeteknek a használat utáni újrahasznosítás miatt van nagy jelentősége és jövője.

A részecskében habosítható PP-ből alapvetően kétféle eljárással lehet formadarabokat előállítani:

- pneumatikus töltés esetén a részecskéket már feldolgozásuk előtt hosszabb időn keresztül nyomás alatt tartják, miközben a levegő a részecskékbe diffundál. A bediffundált levegő belső nyomása a feldolgozáskor másodlagos habosítószerként viselkedik. A részecskében fellépő belső nyomás változtatásával a szerszámban az összeolvasztáskor kialakuló habsűrűséget széles határok között lehet beállítani,
- mechanikus töltés esetén a szerszámzárásakor keletkező mechanikai erő nyomja össze a részecskéket, ami szintén lehetővé teszi a kész habtermék habsűrűségének beállítását.

A habsűrűség változtatására tehát mindkét technológiában van lehetőség a paraméterek beállításával anélkül, hogy a kiindulási anyagokon változtatná-

nak. A BASF PP alapanyagából pl. három különböző habsűrűségű abszorbert lehet beépíteni gépkocsik PP lökhárítójába az ütközéskor fellépő erőhatások elnyelése céljából.

A habosító berendezések, mint például a Teubert Maschinenbau GmbH TVZ125/85 típusú pneumatikus töltésű gépe az anyagbetáplálás és a habosítás összes fontos jellemzőjét méri. A nyomás, a hőmérséklet és az anyagáram értékeit minden egyes lépésben ki lehet értékelni, és ennek segítségével a teljes habosítási folyamatot optimalizálni lehet, figyelembe véve a gazdaságossági szempontokat is. A gyakorlatban ez a ciklusidők csökkenését eredményezi. A berendezés két nyomás alatt működő töltőtartállyal van ellátva, amelyek egyenként 1,5 m³ nagyságúak. Ezenkívül a berendezés még rendelkezik két hagyományos silóval is, így az alapanyag megváltoztatása rendkívül kevés időt vesz igénybe. A vákuumozás lehetősége pedig a hab elkészülte után a stabilizálás idejét csökkenti le, hasonlóan más műanyaghabok előállításához.

A sokváltozós technológia fejlesztését segíti a bayreuth-i Műszaki Egyetem Műanyag Tanszéke, ahol a habok szerkezete és tulajdonságai közötti összefüggéseket vizsgálják. Roncsolásmentes ultrahangos vizsgálatokkal nagy felbontással ki lehet mutatni a szerszámkonstrukció és a töltési tulajdonságok hatását a részecskék homogenitására. Az eredményeket nem csak a formahab előállításánál lehet felhasználni, hanem kihat a szerszám és gépfejlesztésekre is.

Dr. Orbán Sylvia

Flehinghaus, M.; Schäufole, M. stb.: Aluflakes für Motoroptik. = *Plastverarbeiter*, 55. k. 1. sz. 2004. p. 44–47.

Reade, L.: Technology drivers. = *European Plastics News*, 31. k. 4. sz. 2004. p. 25.

Vink, D.: Engine of growth. = *European Plastics News*, 31. k. 4. sz. 2004. p. 22–23.

Traßl, Ch.: Gut verschweißt. = *Plastverarbeiter*, 55. k. 1. sz. 2004. p. 40–41.