

RICK TAMÁS

## Kihívások és sikerek. Nyomásos öntéssel gyártott alumínium karosszériaelemek a Fémalk Zrt.-nél

*A versenyképesség megőrzése érdekében egy sikeres vállalat életében folyamatos a technológiai fejlődés. A cikk a Fémalk Zrt. életéből ragad ki egy példát, amely egy új technológia bevezetésének lépcsőit mutatja be. A vákuumöntés lehetőséget ad oldó hőkezelésű, nagy szilárdságú, hegeszthető alkatrészek hidegkamrás nyomásos öntési eljárással történő gyártására.*



1. ábra. A Fémalk Zrt. 2014-ben felépült dunavarsányi üzeme

### Bevezetés

A Fémalk Zrt. 1989-ben alakult, 100% magyar magántulajdonban lévő vállalat, fő tulajdonosa dr. Sándor József. A vállalat az autóipar számára készít nyomásos alumíniumöntvény alkatrészeket, közvetlen szállítója a BMW, VW, Porsche, Bentley autógyáraknak és jelentős autóipari rendszerbeszállítóknak, mint a BASF, BOGE, Vibracoustic, Bosch, Hella, Hutchinson. Az elmúlt évek dinamikus fejlődése nyomán, miközben dolgozói létszáma megközelítette az 1000 főt, 2015-ben árbevétele elérte a 87,1 millió eurót.

*Dr. Rick Tamás 2000-ben diplomázott a Budapesti Műszaki és Gazdaságtudományi Egyetem Gépészmérnöki Karán, 2009-ben szerzett doktori fokozatot tervezési folyamatok optimalizálása témakörben. Ekkor helyezkedett el a FÉMALK Zrt.-nél. 2010-től a vállalat termékfejlesztési vezetője, 2015-től igazgatóhelyettese, a kutatásért és fejlesztésért felelős vezető. Az MTA Köztisztviselői tagja, 2015-től a DVM (Deutscher Verband für Materialforschung und -prüfung) tagja.*

Zöldmezős beruházásként 2014-ben készült el a cég dunavarsányi telephelye (1. ábra), ahol további 20 öntőgép számára biztosított a termelési terület (2. ábra). A Fémalk Zrt. széleskörű szolgáltatást nyújt vevői számára, hiszen nemcsak öntéssel foglalkozik, hanem magas szinten támogatja vevői termékfejlesztési folyamatait is. Saját termékfejlesztő osztállyal és szerszámüzemmel rendelkezik, továbbá folyamatosan bővíti az öntvény-megmunkálási és -szerelési kapacitását. Fokozott figyelmet fordít a technológiai fejlesztésekre és öntészeti know-how elsajátítására. A cikk technológiai fejlesztéseink egyik fontos eredményét, a vákuumöntést mutatja be.

### Autóipari kihívások

Az autóipari igények nagyban hozzájárultak az alumínium széleskörű elterjedéséhez és feldolgozási technológiáinak fejlődéséhez. Ma az alumíniumöntvények legnagyobb fel-

használási területe az öntvénygyártás, azon belül is a nyomásos öntéssel készült alkatrészek vezetnek a rangsorra. Az alapanyag könnyű feldolgozhatóságán, megmunkálhatóságán túl az öntési technológiát az teszi vonzóvá, hogy ezzel az eljárással lehet olyan alkatrészeket gyártani, melyek a lehető legtöbb funkció egy alkatrészbe való integrálását teszik lehetővé. Ennek természetes velejárója az alkatrészek egyre növekvő komplexitása, bonyolultsága, illetve a velük szemben támasztott mechanikai tulajdonságok egyre magasabb követelménye.

A könnyűszerkezetes építési mód első követelménye a kisebb sűrűségű, könnyebb anyagok, mint például az alumínium és ötvözetek felhasználása. A második követelménynek tekinthetjük azt az igényt, amikor anyag szilárdsági, mechanikai tulajdonságainak növelése által érjük el a tömegcsökkentést. Ezt részben igényes technológiai megoldásokkal, speciális

ötvözetekkel, vagy éppen hőkezeléssel lehet elérni.

Egy vállalat piaci versenyképességét és értékét a vállalat technológiai és termékfejlesztési tudása nagyban meghatározza. Ma a kelet-európai piacon nagyon kevés öntöde rendelkezik a vákuumöntés képességével, az azt jellemző technológiai többlettudással. A Fémalk Zrt. a vákuumöntés technológiájának sikeres honosításával gyakorlatilag az európai

vezető öntödék körébe került. Az elsajátított új gyártási technológia a cég termékspektrumát oly módon bővíti, hogy ezt új bevételi forrásnak tekinthetjük, amely akár egy újabb gazdasági válság esetén is segítheti a túlélést.

## A vákuumöntésről

Mi is az a vákuumöntés, és hogyan függ össze ez a hőkezeléssel? A hagyományos nyomásos öntéstechnika esetén a formaüregből eltávolítani nem tudó levegőt az ún. multiplikátornyomás alkalmazásával összepréseljük. E nyomás értéke a szerszámüregben elérheti akár a 800-1000 bar-t. Az öntvények hőkezelése során, magas hőmérsékleten az alumínium szilárdsága azonban oly mértékben csökken, hogy az összepréselt légbuborékok kitágulhatnak és ez nagymértékű méretváltozáshoz, valamint az öntvény felületén megjelenő buborékokhoz vezethet, ami természetesen minőségileg nem elfogadható. Mindez vákuum (80-100 mbar a szerszámüregben) használatával elkerülhető, így az öntvények alávethetők a korábban említett nagy hőmérsékletű hőkezelésnek.

A hőkezeléssel elérhető mechanikai tulajdonságok széles skálán mozognak, így az öntvény a végső funkcionak megfelelő állapotba hozható. Karosszériaelemek esetén alapelvárás, hogy ütközés esetén energiaelnyelő funkciót lássanak el, továbbá, hogy az alkatrész a jármű egyéb elemeivel szegeccseléssel, hegesztéssel összekapcsolható legyen. Ilyen esetben a nagyobb nyúlás a kedvező, melyet a T7 típusú hőkezeléssel lehet



■ 2. ábra. Az egyik öntőcellasor az új csarnokban

elérni. Abban az esetben, ha a szilárdság az elsődleges, pl. tartóelemek esetén (motor és váltótartók), akkor a T6 típusú hőkezelés javasolt. Az 1. táblázat az AISi10MnMg ötvözet elérhető mechanikai tulajdonságait mutatja vákuumöntés és különböző hőkezelési típusok esetén [1].

Hidegkamrás, hagyományos nyomásos öntési eljárással, szekunder ötvözetekkel (pl. AISi9Cu3) 130–150 MPa folyáshatár, 1–2% szakadási nyúlás, primer típusú ötvözetek (pl. AISi10MnMg) esetén a 120–150 MPa folyáshatár és 3–5% szakadási nyúlás érhető el. A szekunder ötvözetek és a primer típusú ötvözetek közötti fő különbséget a mechanikai tulajdonságokat rontó egyéb szennyezők (pl. Fe) jelenléte jelenti. Mint ismeretes, az öntvény belső inhomogenitása szilárdságcsökkentő tulajdonságú. Ennek egyik oka a porozitás, de meg kell említeni még az oxidtartalmat is. A porozitás döntően a nyomásos öntőszerszám két formafele között maradó levegőből keletkezik, amelyet a formatöltés során az igen gyors (40-70 ms) formatöltés miatt nem tudunk kellő mértékben kipréselni a szerszámüregből, így azt az alumínium közrezárja. Amint arról már szóltunk, ezt valamivel csökkenti, hogy a formatöltés utáni 3. fázis során a multiplikátornyomás alkalmazásával a

bezáródásokat összepréseljük.

Ahhoz, hogy a belső inhomogenitásokat tovább csökkenthessük, el kell szívni a szerszámüregből a levegőt. Ezt a technikát nevezik vákuumöntésnek. A továbbiakban a szerszámüregben vákuumszivattyúval létrehozandó 80-100 mbar abszolút nyomás elérésének technikáját részletezem. Ezt a technikát vezette be a Fémalk Zrt., és ez az a technika, ami ma a leg-

inkább elterjedt eljárás az öntött karosszériaelemek, ill. a hőkezelhető nyomásos öntvények gyártása terén.

A vákuumöntés során a szerszámzárást követően az olvadék a hagyományos nyomásos öntési eljárás szerint a hön tartó kemencéből kerül az öntőkamrába, majd az 1., kis sebességű fázissal (az öntődugattyú kis sebességgel mozog) elkezdődik a töltőkamra és a formaüreg feltöltése. Miután az öntődugattyú elhagyta a töltőkamra betöltőnyílását, a vákuumszivattyú egy speciális vákuumszelepen keresztül elkezd elszívni a levegőt a formaüregből. A vákuumszelep és az elszívás mindaddig aktív, míg a 2. nagy sebességű fázisban a szerszámüreg fel nem töltődik az olvadékkal. A 2. fázis során az öntődugattyú sebessége – öntvénytől függően – 3–4 m/s. A tapasztalatok azt mutatják, hogy a mechanikai tulajdonságok miatt és a későbbi hőkezelhetőség érdekében is szükséges a formaüregben a nyomást 80-100 mbar értékre csökkenteni.

Ha az öntvényt a későbbiekben nem hőkezeljük, úgy csak kismértékű javulás tapasztalható a szakadási nyúlásban. Az AISi10MnMg ötvözet esetén pl. 5–7% szakadási nyúlás érhető el ily módon. A mechanikai tulajdonságok nagymértékű változását csak nagy hőmérsékleten folyó oldó

1. táblázat. Az öntött és hőkezelt AISi10MnMg ötvözet mechanikai jellemzői

AISi10MnMg (Silafont 36, Rheinfelden katalógus adatok)			
Állapot	Folyáshatár R <sub>p0,2</sub> [MPa]	Szakítószilárdság R <sub>m</sub> [MPa]	Szakadási nyúlás A <sub>5</sub> [%]
Öntött	120–150	250–290	5–11
T6 hőkezelt	210–280	290–340	7–12
T7 hőkezelt	120–170	200–240	15–20

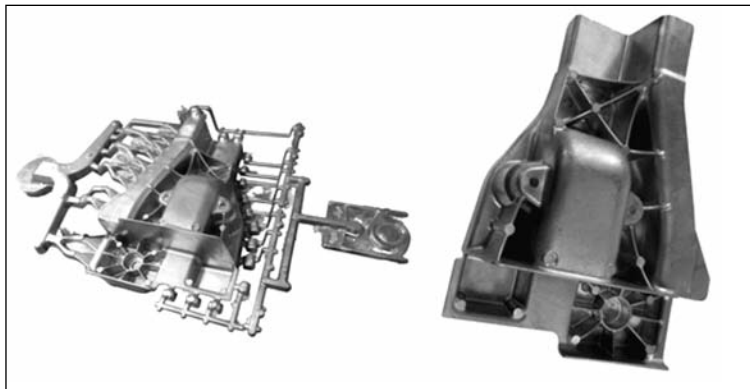
hőkezeléssel és az azt követő mesterséges öregítéssel lehet elérni. Ilyen hőkezelés a korábban említett T6 és T7 típusú hőkezelés, mely során az öntvényt 490 °C-on 3-6 órán keresztül hõn tartjuk, hogy az oldódásnak legyen ideje végbemenni, majd ezt az állapotot egy gyors, vízben történõ hûtéssel befagyaszttjuk. Az öregítés során a hőmérséklet (170-250 °C) és a hõn tartási idő (1-2 óra) megfelelő megválasztásával lehet a szakadási nyúlást vagy a folyáshatárt és szakítószilárdságot beállítani.

### Az új technológia bevezetése és sikere

Milyen út vezetett addig, hogy ezt az eljárást vállalatunk honosítani tudta? Az első kísérletek, melyeket váltakozva kudarcok és sikerek kísértek, 2015 novemberében kezdõd-

tek. Ezekbõl mind sokat tanultunk. Az út azzal kezdõdött, hogy meg kellett tanulnunk a vákuumszivattyú és -szelvény mûködését, mûködtetését, e berendezések karbantartását. A vákuumöntés olyan szerszámkonstrukciót követel meg, amely során biztosított a szerszám tömör, közel szivárgásmentes zárása. Ha ez nem áll fenn, akkor a vákuumszivattyú nem képes lecsökkenteni a nyomást a megkívánt 80–100 mbar-ra. Ehhez olyan tömítésekre (zsinórtömítés) volt szükség, amelyek nagy hőmérsékleten is ellátták feladatukat, nem égnek el. Nem csak a szerszámüreg tömítését kellett azonban megoldani, mert a kilõkõk mentén is szivároghat levegõ a szerszámbe. Így magát a kilõkõ szekrényt is le kellett tömíteni.

Újdonság volt számunkra az öntõgép lövés paramétereinek megfelelő beállítása is. Szükség volt egy új gondolkodásmódra a vákuumszivattyú és az öntõgép lövésvezérlésének összehangolásához. Külön optimalizálási



■ 3. ábra. Vákuumöntéssel készült karosszériaelem öntvénye a beömlõrendszerrel, ill. kiszállításra készen



■ 4. ábra. A Porsche új fejlesztésû Mission E típusú autójába is beépítenek Fémalkos öntvényt

folyamat volt az öntõdugattyú kenésének és a formaleválasztó felvitelének beállítása annak érdekében, hogy minél kevesebb olyan anyag jusson a formaüregbe, amely hozzájárulhat a gázképzõdéshez. Sokat tanultunk az olvadékkezelés terén is. Az olvadék minõsége ugyanis szintén nagymértékben befolyásolja az öntvény szövetségében megjelenõ inhomogenitások mértékét. Ki kellett dolgoznunk azokat a technológiákat és olvadékkezelési folyamatokat, amelyek segítségével az olvadék gáztartalma, sűrûségi indexe alacsony értéken tartható, valamint gondoskodni kellett a megfelelő oxidmentesítésrõl is.

A tanulási folyamat sikerrel zárult és a próbatesteken végzett mechanikai vizsgálatok visszaigazolták a 1. táblázatban szereplõ értékeket.

Tanulási folyamatunkkal szinte párhuzamosan, 2016 márciusában kaptuk a Porsche AG részérõl a felkérést egy jobb és bal oldali karosszériaelem gyártására, amelyek egyenként 1,5

kg tömegûek, általános falvastagságuk pedig 2,5 mm. Az alkatrészszel szemben támasztott követelmények új szintet jelentettek számunkra. Biztosítanunk kellett a szegecselhetõséget, a hegeszthetõséget és a darab hőkezelhetõségét, mivel az elvárt mechanikai tulajdonságok (folyáshatár >150 MPa, szakítószilárdság >180 MPa, szakadási nyúlás >10 %) csak így érhetõk el. A 2016 októberében végrehajtott próbaöntések alapján mindkét alkatrész (a jobb- és bal oldali változat egymás tükörképei) teljesíti az elvárt követelményeket, így nem áll semmi a prototípus alkat-

részek 2017 januári kiszállításának útjában. A 3. ábra magát az öntvényt, ill. az öntvényt a beömlõrendszerrel együtt mutatja. Az alkatrészeket T7-es hőkezelés után megmunkáljuk és Helicoil-menetbetéteket szerelünk bele. Ezt követi a felületi passziválás és a kiszállítás. A Fémalk öntvényét 2019-tõl a Porsche Mission E (4. ábra) autókba építik be. Az autó évi várható gyártási darabszáma meghaladja a 30.000 darabot [2].

A projekt sikeréhez nagyban hozzájárult az a K+F+I tevékenység, melyet a 2016-ban megnyert KFI\_16 pályázatunk keretében végzünk.

### Irodalom

- [1] [http://rheinfelden-alloys.eu/wp-content/uploads/2017/01/Handbuch-Druckguss-Aluminium-Legierung\\_RHEINFELDEN-ALLOYS\\_2016.pdf](http://rheinfelden-alloys.eu/wp-content/uploads/2017/01/Handbuch-Druckguss-Aluminium-Legierung_RHEINFELDEN-ALLOYS_2016.pdf)
- [2] <http://www.porsche.com/microsite/mission-e/international.aspx>