

speciális öntési eljárást a szakirodalom CVC-nek (controlled vacuum casting), vagyis ellenőrzött vákuum alatt történő öntésnek nevezi (5. ábra).

Ehhez a technológiai és technikai háttér mellett megfelelően kialakított nyomásos öntő szerszámkonstrukció is szükséges. Az alapanyagtól függően meg kell vizsgálni a rádiuszok és oldalferdeségek kialakítását, a zsugorodás mértékét, a kidobás esetén felmerülő problémákat, a vákuum megtartásához megfelelő konstrukciót.

Összefoglalás

Az öntődék és az alkatrészgyártók számára jelenleg rendelkezésre állnak a járműgyártás igényeinek megfelelő speciális alumíniumötvözetek. Ezeknek az öntészeti alapanyagoknak közös jellemzője, hogy vastartalmukat minimalizálták, a felpadási hajlam csökkentése céljából pedig

mangánt adagoltak az ötvözethez. A kiemelkedő mechanikai tulajdonságok érdekében szemcsefinomító és az eutektikus szilíciumfázis morfológiáját javító ötvözőket (Ti, Sr) tartalmaznak. A végtermék szilárdsági és szívóssági tulajdonságait a normarendszereknek és elvárásoknak megfelelően, jellemzően hőkezeléssel állítják be. A hőkezelés megköveteli a megfelelő gyártástechnológiát, nyomásos öntvények esetén a vákuum alatt történő öntést.

A jövő kihívása a járműgyártókkal szemben, hogy a járművek biztonságát fokozzák és vezetési élményét megőrizték a károsanyag-kibocsátás csökkentése mellett. Várhatóan a gyártók egyre több nagy szilárdságú könnyűfém öntvényvel fognak találkozni, ezért érdemes felkészülni ezek használatára, megismerni a tulajdonságaikat, öntési jellemzőiket.

Irodalom

- [1] Greven, K., Zeuner, T.: Highly stressed aluminium cast chassis components – Customized for each application, JSAE annual congress, 2011 (094-20115380) 1, 5. oldal
- [2] Global Casting Magazin – Emission Reduction Possibilities With Structural Castings, 2015/49. old.
- [3] Zovi, A., Casarotto, F.: Silafont-36, The Low Iron Ductile Die Casting Alloy Development and Applications, La Metallurgia Italiana Magazin, 2007/06
- [4] Franke, R., Dragulin, D., Zovi, A., Casarotto, F.: Progress in ductile aluminium high pressure die casting alloys for the automotive industry. La Metallurgia Italiana Magazin, 2007/03, 19, 21. oldal
- [5] Hartlieb, M.: Aluminium Alloys for Structural Die Casting, Die Casting Engineer Magazin, 2013/05, 40. oldal

SÁNDOR BALÁZS

Alternatív nyomásos öntészeti technológia I.

A jelen cikk áttekintést nyújt a nyomásos öntészeti technológia eddig megismert előnyeiről, hátrányairól, jellemzőiről, majd szó lesz egy ipari méretekben még kevésbé, de tudományos szinten annál többet említett, újszerű nyomásos öntészeti technológiáról, ahol az öntés pillanatában az olvadék hőmérséklete a likvidusz-hőmérséklet alatt van.

Bevezetés

A járműiparra nehezedő egyre nagyobb elvárások miatt, a károsanyag-kibocsátás csökkentése céljából, a konstruktőrök könnyebb, nagyobb szilárdságú anyagok felhasználására törekednek. A nyomásos öntés és a technológiához használt, eutektikus összetételű 9–14% Si-öt tartalmazó alumínium–szilícium ötvözetrendszerek a 70-es évektől kezdődően beavaltották a hozzájuk fűzött reményeket,

kielégítették a nagy sorozatú gyártásnál elvárt „gyorsan, olcsón, jól gyártani” igényt.

A tömegcsökkentésre irányuló elvárások azonban egyre fokozódnak, amire csak a hagyományosnak mondott nyomásos öntészeti technológia és ötvözetrendszereinek további fejlesztése lehet jó válasz. Az elvárt magasabb szilárdsági jellemzőket T6-os hőkezeléssel, például Al–Si–Mg ötvözetrendszerrel és vákuum segítségével el lehet érni, ám ezek alkalmazásával az öntődék csak további bizonytalanságokat vittek termelési folyamatukba. A vákuum alkalmazása a berendezés és az öntőszerszám oldaláról is sokkal érzékenyebb a megszokottnál. A technológia folya-

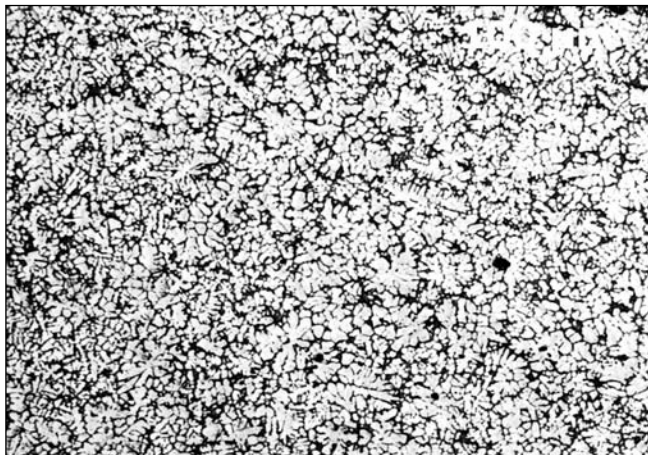
mata veszít stabilitásából, ami termelési kieséssel és a selejt növekedésével párosul.

Az Észak-Amerikai Nyomásos Öntészeti Szövetség, a NADCA (North American Die Casting Association) szerint [1] a járműipar által elvárt öntvényminőségnek csak nagyobb hozzáadott technológiai tudású nyomásos öntvényekkel lehet megfelelni, amit az alábbiak szerint definiál:

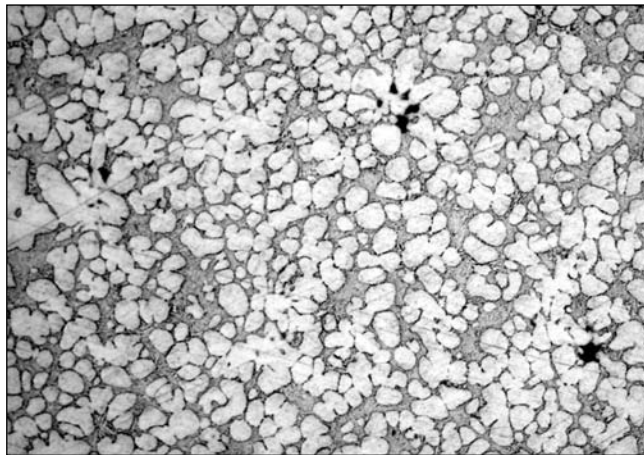
1. Turbulencia nélküli formatöltés;
2. Nagy nyomás alatti megszilárdulás;
3. T6-os hőkezelés hólyagképződés nélkül.

Ezen elvárásoknak megfelelő választ erre ma az ún. préselve öntés, vagyis squeeze casting és a félszilárd öntés, azaz a semi-solid casting

Sándor Balázs gyártástechnológus-gépészmérnök (Fachhochschule Aalen, 2003), okleveles kohómérnök (ME–MAK, 2012). Jelenleg a Miskolci Egyetem Műszaki Anyagtudományi Karán az Öntészeti Intézetben tudományos segédmunkatárs, valamint a Kerpely Antal Anyagtudományok és Technológiák Doktori Iskola harmadéves doktorandusza. Kutatási területe a félszilárd olvadékok viszkozitásának vizsgálata.



■ 1. ábra. Rézkokillába, gravitációsan öntött AlSi6 ötvözet dendrites szövetszerkezetének mikroszkópi metszete (N 50X)



■ 2. ábra. Rézkokillába, gravitációsan öntött AlSi6 ötvözet globulitos szövetszerkezetének mikroszkópi metszete (N 50X)

öntészeti technológiák tudnak adni. Mindkét eljárás során nagy, 20%-nál nagyobb szilárdfázisarányval és közel zárt olvadékfronttal valósul meg a formatöltés.

A hagyományos nyomásos öntés jellemzői

Mivel a jelen cikk a hagyományos nyomásos öntészeti eljárást kívánja egy alternatív technológiával összehasonlítani, meg kell ismerni előbbinek az előnyeit, hátrányait, jellemzőit. Az alábbiakban, címszavakban ezeket mutatjuk be.

Jellemzők:

- az olvadék áramlási sebessége: > 30 m/s;
- gyors megszilárdulás: > 100 °C/s;
- nagy nyomás alatti megszilárdulás: > 900 bar.

Előnyök:

- ez a legkisebb költségű, nagy sorozatú öntészeti eljárás. Az Al-öntvények több mint 60%-a ezzel a technológiával készül;
- olcsó szekunder ötvözet alkalmazható, mivel nagy Fe (0,15–0,7%)-tartalom szükséges az olvadék és az acél öntőszerszám közötti reakció, az ún. feltapadás csökkentésére;
- nagy komplexitású, vékony falú öntvények gyárthatók;
- az öntvény közel beépíthető méretre gyártható. Csökkenthető a megmunkálási ráhagyás, így a ráfordított idő is;
- a gyors megszilárdulás miatti rövid ciklusidő;
- magas fokú automatizálás valósítható meg.

Hátrányok:

- jelentős térfogatú, nagy nyomáson komprimált levegő szorul az öntvénybe. Ez megakadályozza a T6-os hőkezelést és a hegeszthetőséget, nagyobb a hólyagképződés lehetősége;
- a berendezés-, és szerszámköltségek jelentősek, az eljárás csak 100.000-es darabszámnál rentábilis;
- elvesző magok alkalmazása néhány kivételtől eltekintve (sómag) nem megoldott;
- a rövid (10–100 ms) formatöltési idő miatt a formaüregben lévő gázok eltávolítása nem teljes;
- a levegő és az olvadék a turbulens áramlás miatt összekeveredik, a dermedés közben a fémre ható nyomás hatására ezek az igen kis méretű (átm. < 0,2 mm) összenyomott gázbuborékok hőkezelés közben kitágulnak, az ötvözetre jellemző folyáshatár elérésekor a gázbuborékok az öntvény felszínére törnek;
- a legnagyobb szilárdságú rész az öntvény kérge: 0,2–0,6 mm;
- az öntött szakítópróbatest jellemzője: R_m : 330 MPa; $R_{p0,2}$: 165 MPa; A_5 : 3%;
- az öntött, megmunkált szakítópróbatest jellemzője: R_m : 130 MPa; $R_{p0,2}$: 65 MPa; A_5 : < 0,5%.

A nyomásos öntvényeket a legtöbb esetben meg kell munkálni, emiatt a gyors megszilárdulás során kialakult, néhány tizedmilliméter vastag, igen finom szemcseszerkezetű kérget eltávolítják, ami a szakítószilárdság jelentős (40%!) elvesztését eredményezi. A kéreg eltávolítása egy másik prob-

lémát is eredményez. Hiányában az összenyomott, bezárt levegő által alkotott kapillárisok következtében, az alkatrész tömítetlensége lép fel.

A fent említett technológiai sajátosságok vákuumöntéssel, T6-hőkezeléssel, Mg-ot tartalmazó ötvözetrel javíthatók, ezáltal meg lehet felelni a magasabb minőségi elvárásoknak is, de költségesebbé és bizonytalanabbá válik a termelés.

Félszilárd fémöntészet, mint alternatíva (SSM-casting)

A félszilárd fémöntészet mérnöki viszonylatban egy viszonylag fiatal technológiának mondható, ami akkor lesz eredményes, ha megfelelő mikroszerkezetet sikerül elérni az anyag deformálódása előtt, illetve, ha jól ismertek a félszilárd olvadék reológiai (folyási és deformációs) tulajdonságai. Reológiai adatokra a félszilárd olvadék folyási tulajdonságának megismerése miatt van szükség, ami a szabályozott formaképzés biztosítéka. A félszilárd fémolvadék reológiája szempontjából fontos tényező a folyadékfázisban szuszpendált szilárd fázis szövetszerkezte, mivel ennél az eljárásnál az először kristályosodó α szilárdoldat nem dendrites (1. ábra), hanem sokkal inkább globulitos (2. ábra) [2].

Prof. M. Flemings és munkatársai írták le először a félszilárd fémolvadékok viselkedését az 1960-as évek végén, a '70-es évek elején, a Massachusetts-i Technológiai Intézet (MIT) kristályosodási folyamatokat kutató laboratóriumában [3]. Az 1969-

es évben *Steve Metz*, egy akkori végzős diák, öntött acél melegrepedését vizsgálta, egészen pontosan azt, hogy egy részben, 80%-ban, vagy annál nagyobb mennyiségű szilárd fázist tartalmazó acél milyen mértékű feszültségnek képes ellenállni. A vizsgálat konklúziója az volt, hogy a viszkozitás kritikus paraméternek tekinthető a dendritközi folyadékra nézve.

1971-ben *David Spencer*, egy másik, MIT-es végzős diák a részlegesen megszilárdult Sn–Pb15(%) összetételű ötvözet vizsgálatát választotta témájául [4]. Munkájához Couette-reométert használt, amiben a dendrites szerkezetű félszilárd olvadék keverését végezte. Spencer meglepve azt tapasztalta, hogy a félszilárd olvadék hosszabb ideig folyékony maradt abban az esetben, amikor a keverést csak az olvadékfázist tartalmazó hőmérsékleten kezdte, és folyamatos keverés mellett hűtötte le

az olvadékot a pépes („mushy”) zónába. Később kiderült, hogy a jelenség a fém mikroszerkezetének megváltozásával van összefüggésben. Lényegében *Spencer* felfedezése nyitotta meg az utat a félszilárd fémfeldolgozás előtt [4]. Az elmúlt, közel húszéves időszakban vált a tixotróp viselkedésű folyadék, – amelynek a viszkozitása a nyírófeszültség növelésével csökken – feldolgozása ipari méretűvé, így már nem csak a tudósok kíváncsiságát elégítette ki a jelenség. A félszilárd fémfeldolgozás ipari szintű alkalmazása igazán csak az 1992-es évtől vált ismertté, de mára a hagyományos technológiák konkurenciájává vált.

A kutatók az elmúlt 30-40 évben a félszilárd olvadékok feldolgozási technológiáiban (SSM) elért eredményeikre hivatkozva látják a nyomásos öntészet megújulásának lehetőségét. Az újítás ugyanis nem igényel új berendezéseket, és jelentős szer-

számkonceptciós váltást. A jelenleg alkalmazott nyomásos öntészetben használt, ún. öntőcellákhoz kell csak adaptálni egy félszilárd olvadékot előkészítő folyamatot.

Irodalom

- [1] NADCA North American Die Casting Association. <http://www.diecastingdesign.org/squeeze-casting-standards>
- [2] *Shahrooz Nafisi–Reza Ghomashchi: Semi-Solid Processing of Aluminum Alloys*, 2016 Book
- [3] *M. C. Flemings: Semi-solid forming: the process and path forward*, Metallurgical Science and Technology, Vol. 18 (2000), p. 3–4.
- [4] *D. B. Spencer–M. C. Flemings–R. Mehrabian: Rheological behaviour of Sn–15% Pb in the crystallization range*, Metallurgical Trans. 3, 1972. 1925–1932.

FROM THE CONTENT

Continued from page B2

cannot be utilized – in its given state – for any practical application, but a proper purification may ensure its valorisation. The hydrometallurgical treatment of the residual dross has a double purpose: (1) recovery of the salt content and (2) the removal of the remaining metal content.

The former action may produce salt to be recycled to the hot technology, but the residue may become suitable at the same time for other applications, for example in the construction industry. By the latter action, the purity of the treated material may meet the demands of ceramic application. The properties of the residual dross obtained from the hot treatment were determined by instrumental techniques. The basically light or dark coloured raw materials were subjected – after fine grinding – to leaching with water, sulphuric acid and sodium hydroxide with intensive shaking for varied times. The dark residual dross of the hot processing contained significantly more leachable components. The results clearly show the good solubility of the chloride salt content in water, which is accompanied by a further significant amount of aluminium when acidic or alkaline leaching was used. The extracted Na, K and Al each represented approximately 5–10% ratio of the original mass of

the dark coloured raw material, containing more salt. The instrumental analysis of the residue from the hydrometallurgical treatment showed the dominance of the Al₂O₃ and MgAl₂O₄ phases, with some AlN – formed at the hot processing – also present. Dissolution of the latter component was remarkable in water, but even more in the alkaline solution, resulting in the evolution of the unpleasant NH₃ gas.

Varbai B. – Gál I. – Fábrián E. R. – Fazakas É. – Májlinger K.: Corrosion properties of austenitic and duplex stainless steels heterogeneous welds 36
In our research 1.4404 type austenitic and 1.4462 type duplex stainless steel dissimilar welds were made by gas metal arc welding process, using two different filler materials: ISO 14343-B – SS316L austenitic and ISO 14343-B – SS2209 duplex welding wire. The task of the dissimilar joint of these two different stainless steel is coming from an industrial application: welding of high-pressure crude oil drilling system. The dissimilar welds were made partly without root protection and partly by using pure argon or nitrogen as backing gases.

According to the results of the corrosion tests, the weld made with duplex welding wire showed better corrosion resistance than the one made with austenitic filler

metal. The welds made with argon or nitrogen root protection showed better corrosion resistance than the one without root protection in cases of both of the filler metals.

Szabó A. – Balla S. – Lovas A.: Liquid quench induced macroscopic stresses in selected iron based glassy alloys

... .. 41

The development of macroscopic stress distribution is discussed in selected iron based glassy alloys based on the quenched-in „free volume” theory.

The degree of stress-inhomogeneity is highly depends on the glass forming ability, being dominated by the chemical nature of coexisting chemical bonds in the super-cooled melt, in addition, the cooling rate has also a significant impact.

Subsequently, the manifestation of quenched-in stresses will also be discussed in the peculiarity of H-absorption in these metallic glasses. It is found, that distribution of the dissolved H atoms is in correlation with the macroscopic curvature of the absorbent ribbons. The reversibility of H-induced macroscopic deformation is described, based on the endotherm nature of H-dissolution in crystalline Fe, which dominates the chemical character of metallic host in these glasses.