

PENK MÁRTON

Új alumínium átolvasztómű Inotán

Új alumínium átolvasztómű beruházása fejeződött be Inotán 2015-ben. A beruházás célja alumínium öntészeti és képlékeny alakítási ötvözetek gyártása alumíniumhulladék átolvasztásával. A gyártási folyamat egyik súlypontja a fémhulladékok szakszerű válogatása, hogy elérjék a betétanyagban a gyártandó ötvözet kémiai összetételét. A különböző hulladékok, fölözések, salak, fólia, forgács, italosdoboz, darabos öntvény, ömlesztett és bálázott anyagok, lemezek, profilok, csövek, rudak, vagy akár kompozit anyagok válogatása nagy hozzáértést igényel a válogató csapat részéről. A két forgódobos-, két öntökemencét és öntőegységet tartalmazó technológiai egység fontos lépés az újraéledő magyar alumíniumipar számára.

1. Az előzmények

2014 elején egy orosz magánbefektető, az Inotal Zrt. és a Martin Metals Kft. által szervezett konzorcium megvásárolta Ausztriában az Alumelt GmbH ötvözetgyártó berendezéseit. Ezek a következők voltak:

- 2 db Alumonte-gyártmányú billenthető forgódobos olvasztókemence (eredetileg PB-gázos égőkkel), a hozzá tartozó adagológépekkel és égésvezérléssel;
- 2 db Stotek-gyártmányú billenthető ötvöző-, öntökemence (három égővel, égésvezérléssel, gáztalanító fenékkövekkel);
- 1 db Gautschi-gyártmányú víz-levegő hűtéses öntőlánc rakásoló robottal és automata pántolóval;
- 1 db zsákos füstgáztisztító berendezés;
- kiegészítő berendezések (hűtővíz hőcserélő- és keringető rendszer, spektrál labor, adagológépek, hulladéktároló és salakoló edényzet stb.).

2014-ben és 2015-ben az Alumelt Engineering Kft., a konzorcium által létrehozott cég Inotára, az Inotal Zrt. volt kohócsarnokába telepítette a berendezést. Ennek során rekonstrukciós munkálatokra, átalakításokra, valamint a termékpaletta bővítését szolgáló fejlesztésekre is sor került. A berendezések 2015. áprilisi próbaüzemi indítását az Inotal Zrt. végezte. Az alapanyag-ellátását és a termékértékesítést a Martin Metals Kft. biztosítja.

2. A piaci koncepció

Az átolvasztó üzem telepítése idején, a magyar piacon két ötvözetgyártó (az ajkai és a mocsai) kiesésével, valamint a tatabányai ötvözetgyártó részleges kapacitású üzeme miatt jelentős mértékű termeléseszkökenés következett be. Az öntészeti ötvözetek gyártása lecsökkent, a kieső kapacitásokat a magyar formaöntődék importból fedezték. Ugyanakkor jelentős mennyiségű alumíniumhulla-

dék – az ún. vékonyfalú, képlékeny alakítási hulladékok (fólia, italosdoboz, forgácsok stb.) – újrahasznosítása csak export útján volt lehetséges, mert a magyarországi félgyártmány-feldolgozók nem rendelkeztek alkalmas technológiákkal. A telepítés idején már hallhatók voltak a hírek, hogy lengyel befektetők nagy kapacitású üzem beruházását tervezik Komárom térségében, amely képes ellátni a magyar igényeket. Ezért a fejlesztők sajátos adottságaikat is figyelembe véve alakították ki koncepciójukat, amely szerint tervezték:

- olyan öntészeti ötvözetek előállítását, amelyek kényesebb összetételi igényeket is kielégítenek, ezeket a mennyiségi szemléletű gyártók nem szívesen gyártják hulladékból, illetve
- képlékenyalakítási ötvözetek előállítását, ami a félgyártmánygyártók alapanyagául szolgálhat.

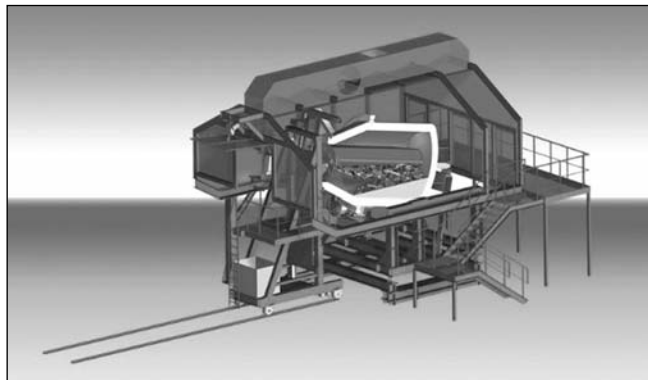
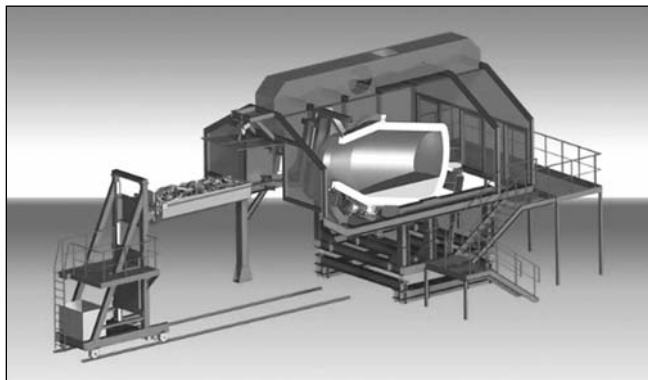
3. Másodnyersanyagokból gyártott öntészeti és képlékeny alakítási alapanyagok

Az átolvasztómű tevékenységének középpontjában a hulladékok előválogatása, a megfelelő betét-összeállítás, a precíz ötvözőanyag-felhasználás áll, úgy, hogy az üzem kizárólag hulladékokból állít elő ötvözeteket.

A hulladékok formájuk szerint a következők: feldolgozott salak, forgácsok, fóliák, italosdobozok, darabos öntvény és deformálható hulladékok, darált ömlesztett és bálázott lemez, profil, rúd, cső, kompozit (fém-, műanyag-, festék-, olajtartalmú) anyagok.

Az öntészeti ötvözetek közül az üzem elsősorban a szűkített összetételű AISi9Cu3, AISi12Cu1, AISi12, AISi10Mg, AISi7Mg típusú ötvözet gyártására koncentrál. A képlékeny alakítási ötvözetek közül AlMgSi0,5

Penk Márton a Moszkvai Kohászati Egyetemen 1975-ben végzett kohómérnök-ként, kohászati kemencék hőtechnikája és automatizálása szakon. A Martin Metals Kft. (az alapítás éve 2003) és a Martin Metal Product Kft. ügyvezető igazgatója. Az alumíniumhulladék másodnyersanyagként való újrahasznosításának, az alumínium félgyártmány-kereskedelemnek egyik fontos magyarországi szereplője. Cége 2007-től az Inotal Zrt. egyik résztulajdonosa.



■ 1. ábra. Adagolás a forgódobos kemencébe

(6063), AlMgSi1 (6082), AlFeSi (8011), AlCu4Mg (2015), AlZnMg (7075) gyártása történt eddig.

4. A berendezések és a technológiák leírása

4.1. Forgódobos kemencék

Adatok: a kemencék hasznos térfogata egyenként 6 m³, az adagolható betét mennyisége 9 t, a folyékony fém mennyisége 6 t. Az égők: földgáz-oxigén tüzelésű Messer-gyártmányú, jól szabályozhatók. A kemenceajtóba épített égő teljesítménye 1,5 MW. A füstgáz eltávolítására az ajtónyílás szolgál, ami térfomászabályozással, a kemenceajtó helyzetének állításával történik. A kemencék hosszanti tengelyének dőlésszöge változtatható, billenthető az adagoláshoz, az olvasztáshoz, ill. a salakoláshoz és tisztításhoz.

4.1.1. Nyersanyagok, adagolás

Az olvasztókemencékbe a betét összeállítását vagy a meglévő hulladékok-

ból indul ki (egyszerű átömlesztés), vagy a kívánt összetétel szerinti hulladék-betét összeállításból. A fő szempont, hogy a hulladékok megolvasztása a lehető legkisebb anyagvesztéssel a kívánthoz legközelebb álló kémiai összetétellel valósuljon meg. A betét összeállításánál figyelembe kell venni a kohászati, hőtechnikai és környezetvédelmi korlátokat.

A forgódobos kemencékbe a 3-as pontban leírt alumínium és esetenként ötvözőanyagokat tartalmazó egyéb hulladékokat és takarósót adagolnak. Az adagolást géppel végzik, számítógép vezérlésű automatikus programmal (1. ábra).

A kemencék kialakítása és vezérlési rendszere lehetővé teszi szennyezett és kompozit anyagok olvasztását is. A hulladék szennyezőanyag-tartalma lehet illó anyagokká alakuló (nedvesség, emulzió, olaj, festék stb.) szennyezés, amely páráként távozik, vagy elégethető. A jól szabályozható égésvezérlés oxigén befúvásával képes biztosítani egyrészt a tökéletesebb égést, ezáltal a környezetszeny-

yezés csökkenését, másrészt az éghető anyagok elégetésével a hőtermelés kiegészítését. A hulladék nem elégethető szennyezése a salakban gyűlik össze, majd eltávolítják.

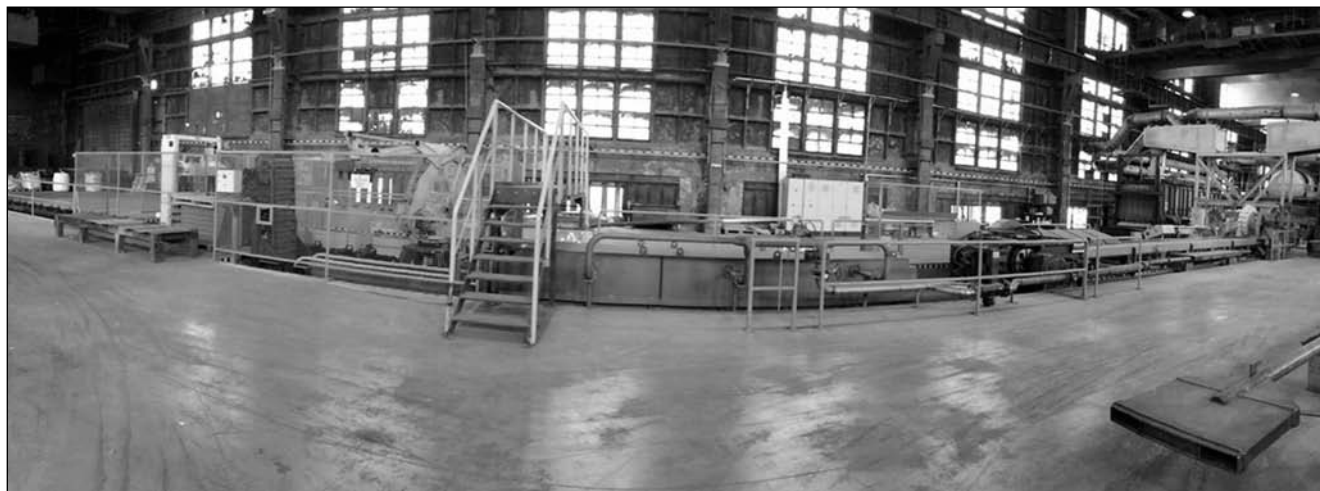
4.1.2. Olvasztás

Az olvasztási technológia a betétanyagok jellemzőitől függ. Az adagolandó védősó mennyisége, minősége, a felfűtési és olvasztási diagramok, a kemence forgási sebességének megválasztása, az égővezérlés paramétereinek beállítása, a betét olvadási folyamatának vezérlése, a csapolás és a salakkezelés levezénylése csak részben technológizálható (2. ábra). A személyzet hozzáértésének, tapasztalatának és érzékének, összefoglalóan – a szubjektív tényezőnek – a folyékony alumínium előállításának más területeihez képest itt lényegesen nagyobb szerep jut. Az olvasztási folyamat főbb szakaszai:

- szárítás: az illó anyagok kiegészítése,
- felfűtés: a betét hőmérsékletének az olvadáspont közelébe történő emelése,



■ 2. ábra. Olvasztóoldali panoráma



■ 3. ábra. Öntőoldali panoráma

- rogyasztás: a betét térfogatának csökkentése folyékony fémfürdő megjelenése nélkül (ez csak könnyű, nagytérfogatú betétek esetén szükséges),
- olvasztás: az olvasztási folyamat befejezése.

4.1.3. Csapolás

A kemencék csapolása a paláston, a hátsó fenékfalhoz közeleső csapolónyíláson keresztül történik. A csapolásnál elválaszthatók az alumíniumnál nehezebb és könnyebb rétegek (pl. fizikai vas és a salak). A folyékony fém a kiépített csatornákon keresztül vagy az öntőkemencékbe juthat további feldolgozásra, vagy – homogén anyagok egyszerű átolvasztása esetén – öntésre is kerülhet 400 vagy 600 kg-os öntecsekbe, ill. üstökbe, folyékony fém szállítása esetén.

4.1.4. Salakolás, tisztítás

A salak eltávolítása a kemence ajtnyílásán keresztül történik. A salakkal együtt távoznak az üledékek is. A salakolás után minden alkalommal elvégzik a falazati lerakódások eltávolítását mechanikus úton, és a falazat tisztítását.

4.2. Öntőkemencék

Adatok: a kemencékben a folyékony fém mennyisége egyenként 12 t. Az égők: a boltozatba épített 3 db földgáz-levegő tüzelésű. Az égők teljesítménye 1,2 MW (az égőteliesség a hőtartáson túl olvasztásra is lehetőséget nyújt). A füstgáz lehúzója a kemence tetején fix beépítésű, tér-

nyomás szabályozással ellátott. A kemencék keresztirányú tengelyének dőlésszöge változtatható, billenthető, a billentést az öntőlánc szabályozórendszere vezérli.

Az öntőkemencék alapfunkciói: a kémiai összetétel és az öntési mennyiség beállítása, fémkezelés, a fém szabályozott csapolása az öntőlánca (3. ábra). Ezek a technológiai lépései:

4.2.1. Ötvözés, összetétel beállítása

Az eredeti betét-összeállítás, valamint az olvasztókemencékből vett gyors-elemzéseinek adatai alapján történik a betét kémiai összetételének beállítása az ötvöző anyagok adagolásával, szükség esetén hígítással. A végleges betétből vett minták alapján állítják ki a minőségi tanúsítványokat.



■ 4. ábra. Az „Alumelt” brand öntészeti tömb

4.2.2. Fémkezelés

A kemencék fenekén elhelyezett hat habkővön keresztül nitrogén befúvásával történik a folyékony fém keverése (már az ötvöző anyagok beolvasztását is segíti), valamint a gáztalanítás és a szilárd finom szennyezések eltávolítása. Szükség esetén sókezeléssel, ill. szemcsefinomító anyagok adagolásával biztosítható a szükséges kristályszerkezet.

4.2.3. Salakolás

Az ötvözéshez, ill. a kész fémfürdő csapolása előtt szükséges az összegyűlt salak eltávolítása, amit salaklelűréssel végeznek.

4.2.4. Öntés

A kemencéből való csapolás történhet az öntőlánca 7 kg-os öntészeti tömb gyártása céljából. Ekkor a kifolyó fém sebességét az öntőlánc vezérli, az öntőkemence billentési szögének szabályozásával.

Az öntés történhet 400 vagy 700 kg-os kokillákba is, az erre kialakított öntőálláson keresztül. Arra is van lehetőség, hogy a kiöntés üstökbe történjen, ha a fémot folyékony állapotban értékesítik.

4.3. Az öntőlánc

A tömböntő lánc főbb szakaszai:

4.3.1. Fémcsugár- és folyadéksugár-szabályozó: A fémsugár csillapítására és egyenletes elosztására szolgál egy öntőkerék. Előtte lézeres detektor biztosítja, hogy ne maradjon bera- gadt tömb a kokillában, utána lézeres

szintszabályozó állítja be a fémszintet, ezáltal a tömb súlyát.

4.3.2. *Hűtőlánc:* A lánc kokillait recirkuláltatott víz hűti, a felszint pedig levegősugár.

4.3.3. *Másodlagos hűtőlánc:* A kokillákból a fémet egy kalapácsos mechanika üríti ki a lánc végén, a tömbök egy újabb hűtőláncon folytatják útjukat, ahol közvetlen vízpermet szobahőmérséklet közelébe hűti őket.

4.3.4. *Rakásoló robot:* a Robotec megoldásában, Fanuc-gyártmányú robot válogatja és rakásolja a tömböket a kívánt rakatformára és súlyra. A robothoz kapcsolódó automata mérleg mérlegeli és címkézi a rakatokat.

4.3.5. *Automata pántoló:* Az összerakott és címkézett rakatokat az automata pántoló műanyag szalaggal rögzíti (4. ábra).

5. Kapacitások, piacok

Az olvasztómű termékei a nagyon rövid próbaidőszak alatt eljutottak és elfogadottá váltak a magyar alumínium formaöntődéknél, ahova a tervezett kapacitásának 60%-át kívánja értékesíteni a forgalmazó. Csaknem valamennyi nagyobb magyar alumínium formaöntőde mellett cseh, német, osztrák, szlovén, horvát, szerb és román vevőkhöz is szállított eddig a forgalmazó Martin Metals Kft. Három hazai és három külföldi cég auditálta eddig a Martin Metals, az Inotal és az

Alumelt minőségbiztosítási rendszereit.

Az olvasztómű próbaüzemének lezárása után a tervezett teljes kapacitás (a felhasznált alapanyagoktól függően változhat) elérheti a 15 000 t éves mennyiséget.

A vásárolt, hulladékokból történő termelés és értékesítés mellett az üzemeltetők folyamatosan tárgyalnak a vevőkkel létesíthető zártkörű (closed loop) hulladék-újrahasznosítási konstrukciókról is.

Az inotai üzem bizonyítja, hogy a magyar alumíniumipar az őt ért sok kellemetlenség ellenére képes megújulásra. Újabb 35 embernek biztosít megélhetést, és öregbítheti a magyar alumíniumkohászat hírnevét.

MIKÓ TAMÁS

Zömítővizsgálatok Al1370 alumíniumon

A fémek alakváltozási tulajdonságainak laboratóriumi körülmények közötti tanulmányozásához olyan vizsgálati módszer és mérési összeállítás szükséges, amely segítségével az anyag viselkedését, az azt befolyásoló paraméterek (A, T, $\dot{\varphi}$, φ) széles tartományában, a külső zajoktól mentesen tudjuk vizsgálni. Standard mechanikai anyagvizsgáló berendezésre alapozva összeállítottam egy termomechanikus szimulátort, mely segítségével különböző alumíniumötvözeteken széles hőmérséklet-tartományban végeztem el egy-, illetve egymást követő többszöri zömítéseket. A cikk megírásának az volt a célja, hogy összefoglaljam az Al1370 alumíniumon elvégzett eddigi vizsgálataim eredményét.

1. Bevezetés

A kristályos fémek alakváltozó képességét az anyagra ható külső és belső körülmények egyaránt befolyásolják. Ilyen az alakítás hőmérséklete (T), az alakváltozás mértéke (φ), illetve annak sebessége ($\dot{\varphi}$), valamint az alakítandó anyag tulajdonságai (A), jelen esetben annak technológiai előélete [1, 2].

$$\sigma = f(A, T, \dot{\varphi}, \varphi,)$$

Ezek összessége határozza meg azt a rugalmas és képlékeny alakváltozó viselkedést, ahogyan az anyag a rá ható külső terhelésre válaszol.

Ahhoz hogy ipari méretekben képesek legyünk a kívánt geometriájú és mechanikai tulajdonságú félkész-, illetve késztermékeink előállításának megtervezésére és tudatos elvégzésére, ismernünk kell ezen összetett függvény paramétereinek egyesített hatását. Erre szolgál a folyásgörbék felvétele, azaz a valódi feszültség–valódi alakváltozás függvényének meghatározása állandó alakváltozási sebességgel, állandó hőmérsékleten, valamint egytengelyű feszültségállapot mellett [3].

Az anyag mikroszerkezetében végbemenő változások és az említett folyásgörbék között szoros kapcsolat áll fenn. Fontos tehát, hogy a kapott

görbe valóban a vizsgálni kívánt körülmények hatását tükrözze, és ne pedig a mérési hibák hatását. Utóbbira példa az 5. ábrán látható 100 és 200 °C-os hőmérsékletre tartozó folyásgörbék esete, ahol a hőmérséklet alakítás közbeni ± 5 °C-os ingadozása eredményezte a görbék hullámos jellegét.

A folyásgörbék laboratóriumi körülmények közötti felvételének egyik legegyszerűbb megoldása a zömítővizsgálat elvégzése.

2. Vizsgálóberendezés és vizsgált anyag

2.1. Vizsgált anyag

Az elmúlt közel egy év alatt, különböző alumíniumötvözetek folyási viselkedését (5182, 3003, 8006, 7075, Al59, 6101) vizsgáltam. Ezek közül most az ipari tisztaságú, Properzi-eljárással H14-es keménységre hengerelt Al1370-es anyagon elvégzett zömítővizsgálat eredményeit foglalom össze. A vizsgált anyag szennyezőtartalmát az 1. táblázat tartalmazza.

Az 1. táblázatban szereplő szennyezőket tartalmazó alumíniumot vizsgáltam eredeti H14-es, illetve