

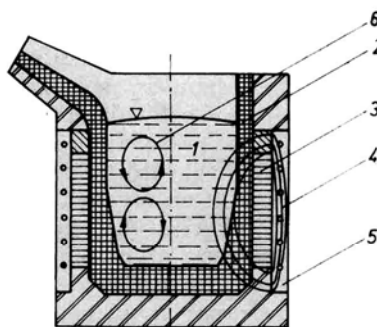
4.59. táblázat. Csatornás indukciós kemencék jellemző adatai

| Hasznos befogadó képesség, kg | Teljesítmény, kW | Túlhevítés 650...800 °C-on |                | Hőntartó teljesítmény, kW |
|-------------------------------|------------------|----------------------------|----------------|---------------------------|
|                               |                  | kg/h                       | kWh/(t·100 °C) |                           |
| 250                           | 45               | 600                        | 75             | 25                        |
|                               | 60               | 1100                       | 55             |                           |
|                               | 75               | 1500                       | 50             |                           |
|                               | 100              | 2500                       | 40             |                           |
| 400                           | 45               | 550                        | 80             | 30                        |
|                               | 60               | 1000                       | 60             |                           |
|                               | 75               | 1500                       | 50             |                           |
|                               | 100              | 2500                       | 40             |                           |
| 650                           | 45               | 500                        | 90             | 35                        |
|                               | 60               | 900                        | 65             |                           |
|                               | 75               | 1250                       | 55             |                           |
|                               | 100              | 2250                       | 45             |                           |

sebb teljesítmény szükséges. Hőntartáskor a felszínen nem szabad semmi fürdőmozgásnak lennie. Ezt szerkezeti megoldással is elő lehet segíteni. Ha ugyanis az induktor, vagyis a fűtőcsatorna a szokványos, függőleges elrendezésű, akkor a fürdőfelszín felé kilövellő fém miatt a fürdőmozgás alig kerülhető el. Ha azonban az induktor vízszintes helyzetű, akkor a fürdőfelszín felé nem irányul mozgás, sőt ennek az új elrendezésnek még az az előnye is megvan, hogy az induktorhoz könnyebb hozzáférni szereléskor, ha az a kemence mellett van, mintha alatta volna.

A csatorna nélküli *tégelyes* hálózati frekvenciás kemencéknek nincsenek olyan hátrányaik mint a csatornás kemencéknek. Előnyük még, hogy a kemence tégelyes (csatorna nélküli) kivitele következtében alkalmas szilárd betéttel való indulásra, ez esetben azonban meghatározott a legkisebb darabnagyság és tégelyátmérő. Ez hálózati frekvencián (50 Hz) legalább 100 mm-es darabméret és legalább 400 mm-es tégelyátmérő. Ha azonban már van olvadék a kemencében, bármilyen nagyságú szilárd betét adagolható.

A tégelyes indukciós kemence vázlatja az erővonalak és a fürdőmozgás feltüntetésével a 4.202. ábrán látható. A kemence villamos hatásfoka annál rosszabb, minél kisebb a külső, vízzel hűtött primér tekercs által befedett tégelymagasság és minél nagyobb a tekercs távolsága a betétől. Az elektromágneses erők hatására a fürdőfelszín lapos kupola

4.202. ábra. A tégelyes indukciós kemence elvi vázlatja  
1 olvadék; 2 tégely; 3 indukciós tekercs; 4 erővonalak; 5 vasmag;  
6 fürdőmozgás

alakot vesz fel. Ilyen típusú kemencék néhány jellemző adatát a 4.60. táblázat ismerteti.

4.60. táblázat. Tégelyes indukciós kemencék jellemző adatai

| A tégely befogadó-képessége, t | Csatlakozási teljesítmény, kVA | Névleges teljesítmény, kW | Olvasztó teljesítmény, kg/h | Energiafelhasználás, kWh/t |
|--------------------------------|--------------------------------|---------------------------|-----------------------------|----------------------------|
| 0,5                            | 150                            | 120                       | 190                         | 630                        |
| 0,8                            | 200                            | 160                       | 270                         | 600                        |
| 1,3                            | 350                            | 275                       | 515                         | 560                        |
| 2,1                            | 550                            | 430                       | 820                         | 535                        |

#### 4.10.4.2. Öntödei alap- és segédanyagok

Alap- és segédanyagokon az ötvözés és olvasztás alap- és segédanyagait értik. Fémek alapanyagokon szinte kizárólag készreötvözött tömböket értenek (4.10.2. fejezetrész). Az „ötvözött alumínium tömbök öntészeti célra” c. szabványon (MSZ 2679–76) kívül külön csoportot képeznek a dugattyúötvözet-tömbök a következő fajtákkal:

- öAlSi20CuNiMg (hipereutektikus szilumin),
- öAlSi12CuNiMg (eutektikus szilumin),
- öAlCu4Ni2Mg1, (ún. Y-ötvözet).

Az utóbbi is hőálló, nagy igénybevételeknek kitehető (dugattyú, hengerfej) ötvözet, de nagyobb hőtágulással és sűrűséggel, mint a sziluminoké. Jelentősége napjainkban csökkent.

Az öntészeti tömbök gáztartalma nem haladhatja meg a 0,20 cm<sup>3</sup>/100 g fémértéket, töretükben nem lehetnek jelen fel nem oldott ötvözők (pl. Si).

A tömböket a Metalloglobus hozza forgalomba.

Kohófémre az öntődékben ritkán van szükség (pl. kis mennyiségű, nem szabványos ötvözetek gyártásakor), de főleg tömb használatos az adagok helytelen összetételének korrigálására. A műszaki tisztaságú kohóaluminium tömbök összetételét az MSZ 3745–73 tartalmazza (8. fejezet), ezek a következők: Al 99,85; Al 99,8; Al 99,7; Al 99,6; Al 99,5. Ezeknek az előbbi sorrendben növekvő 0,06... 0,50% Si-szennyezése a sziluminokban nem okoz problémát, de már Al-Mg-, Al-Zn- és Al-Cu-ötvözetek készítéséhez legfeljebb Al 99,6 használható, mert ennek Si-tartalma (0,20%) már majdnem a megtűrt határon van. A vasszennyezést is korlátozni kell az Al 99,5 használatakor.

A többi fém, amely ötvözésre kis olvadáspontja következtében kohófém alakban adagolható, kivétel nélkül mind importanyag;

ezek a felhasználásra javasolt minőség megjelölésével:

elektrolit magnézium, jele: Mg 99,95  
(MSZ 817–71)

elektrolit cink, jele: Zn 99,99  
(MSZ 707–76)

*Nagyobb olvadáspontú ötvözőket és mikro-ötvözőket* segédötvözet (magyartalanul elő-ötvözet) alakban adagolják. A segédötvözet-készítés vagy külföldi vásárlás célja az, hogy segédötvözet alakban az ötvözőfémet saját olvadáspontjánál lényegesen kisebb olvadáspontú olyan fémes anyag alakjában adagolják, amelyben lehetőleg legyen jelen elegendő mennyiségű eutektikum a könnyebb beolvasztathatósághoz és elegendő mennyiségű intermetalikus vegyület, hogy rideg és ezáltal könnyen összetörhető legyen a pontosabb beadagolhatóság miatt.

A 4.61. táblázat a használatos segédötvözeteket ismerteti. Ezek hazánkban nem szab-

4.61. táblázat. Az alumíniumöntészetben használatos segédötvözetek

| Segédötvözet típusjele | Ötvözőfémtartalom, tömeg %  | Olvadáspont, °C | Felhasználási terület                                    |
|------------------------|-----------------------------|-----------------|--|
| AlB3                   | 2,5...3,4 B                 | 940             | Szemcsefinomítás   |
| AlB4                   | 3,5...4,5 B                 | 960             |  |
| AlBe1                  | 1,0...1,2 Be                | 780             | Oxidáció elleni védelem                                  |
| AlBe5                  | 4,5...6,0 Be                | 850             |  |
| AlCo5                  | 4,0...6,0 Co                | 820             | Ötvözés  |
| AlCo10                 | 9,0...11,0 Co               | 920             |  |
| AlCr5                  | 4,0...6,0 Cr                | 850             | Ötvözés  |
| AlCu33                 | 32,0...34,0 Cu              | 585             | Ötvözés  |
| AlCu50                 | 48,0...52,0 Cu              | 548             |  |
| AlFe5                  | 4,0...6,0 Fe                | 770             | Ötvözés  |
| AlFe10                 | 9,0...11,0 Fe               | 870             |  |
| AlMn10                 | 9,0...11,0 Mn               | 795             | Ötvözés  |
| AlMn30                 | 29,0...31,0 Mn              | 1020            |  |
| AlNi10                 | 9,0...11,0 Ni               | 700             | Ötvözés  |
| AlNi20                 | 19,0...21,0 Ni              | 800             |  |
| AlSi12                 | 11,0...13,5 Si              | 577             | Ötvözés  |
| AlSi20                 | 18,0...21,0 Si              | 710             |  |
| AlSi25                 | 24,0...26,0 Si              | 750             |  |
| AlSi14Sr5              |                             |                 | Tartós nemesítés   |
| AlTi5                  | 4,5...6,0 Ti                | 1120            | Szemcsefinomítás- és ötvözés                             |
| AlTi10                 | 9,0...11,0 Ti               | 1200            |  |
| AlTi5B1                | 5,0...6,2 Ti<br>0,9...1,3 B |                 | Szemcsefinomítás (TiB <sub>2</sub> vegyület-fázis által) |
| AlZr6                  | 5,0...6,5 Zr                | kb. 980         | Ötvözés  |

ványosítottak; de jelentős részüket hasonló összetétellel gyártják, kisebb részüket importálják.

Az öntészeti alumíniumötvözetek készítéséhez és kikészítéséhez szükséges *segédanyagok* igen sokfélék, általában azonban két fontosabb csoportba oszthatók (zsákolt, tubusolt vagy pasztillázott) sókeverékek, ill. gázok.

A *sókeverékek* feladatuk szerint lehetnek: takaró, tisztító (oxidtalanító), gáztalanító, kezelő, szemcsefinomító és egyéb sók. Ma már egycélú sókészítményeket ritkán gyártanak és használnak. A legközönségesebb sók a takaró-tisztító sók kombinációi, esetleg oly további komponensekkel, amelyek egyben gáztalanítanak, vagy kezelnek, vagy szemcsét finomítanak stb. Ahogyan ma már általában nem az öntőde ötvöz, ugyanúgy nem kifizető az öntődéknek sókeverékek előállításával sem foglalkozniok — kivételt képeznek a célöntődék —, mert ma a sókeverékek készítése külön iparág feladata, ahol speciális ismeretek és berendezések állnak rendelkezésre. Alumíniumiparunk ma már akkora, hogy a főleg tőkés importból beszerzett sópreparátumok gyártását célszerű volna hazai szakosított üzemben előállítani.

A *gáznemű segédanyagok* feladata kétféle lehet: védőgáz (oxidáció elleni védelem), ill. gáztalanítás (hidrogéneltávolítás). Ezek sorában a nagy tisztaságú nitrogén, argon, klór és újabban az SF<sub>6</sub> (kén-hexafluorid) érdemelnek említést (4.10.4.4. fejezetrész).

Az alumíniumöntődék egy, kizárólag importból beszerzett fogyóanyaga az *olvasztótégely*, amely vasból, grafitból vagy szilíciumból készül. Ezek a szokványos megnevezések igen pontatlanok. A vastégelyek lehetnek öntött vagy lemezből hegesztett tégelyek. Utóbbiak használata nem ajánlatos, különösen nem az ún. tűzálló acélokból készülteké, mert ezeket az alumíniumolvadékok igen jól oldják, miközben a tégely tönkremegy (kilyukad) és ugyanekkor az olvadék elszennyeződik vassal. Lényegesen ellenállóbbak az öntöttvas tégelyek, főleg a legközönségesebb lemezgrafitos-perlites öntöttvasból készültek, de ezek is csak akkor, ha az alumínium oldódhatása ellen rendszeresen megújított, grafitos stb. fekeccsel védik őket.

Az ún. *grafittégelyek* — az indukciós téglés kemencék ritkán használt grafittegelyes bélelésével szemben — sohasem tisztán grafitból készülnek, hanem a speciális grafitot tűzálló anyaggal kötik, amely a gyártás során

alkalmazott kiégetéskor „samottosodik”. Az ilyen tégelyben a samott a tűzállóanyag, a grafit biztosítja a hővezető-képességet. A grafit kiégése ellen kívül-belül alkalmazott, nagy olvadáspontú tégelymázzal védekeznek, amit azonban a takaró-tisztító-nemesítő sók — főleg a sózóna magasságában — leoldanak, „feltárnak”. Ez a folyamat és az a gyakori tény, hogy a tégelymáz olvadáspontja nem elég nagy, megnyitják az utat a grafit kiégése és a samott „feltárása” előtt. Ez az összetett folyamat egyrészt a tégelyfal elvékonyodásához, végső esetben kilyukadásához vezet. Ugyanakkor a grafit kiégése és a helyén keletkező pórusok miatt csökken a tégely hővezető-képessége. A grafit-tégelyek samott-tartalmuk miatt hajlamosak a nedvesség felvételére, ezért fedett, száraz és fagymentes raktárban kell tárolni. Használatbavétel előtt pedig fokozatosan ki kell szárítani és égetni őket. Fokozottan áll ez újrahazsnálatbavétel előtt. Átlagos élettartamuk 70...80 adag.

A *szilícium-karbid tégelyekben* a grafitot részben vagy egészben SiC helyettesíti, amely nem ég ki és a tégely hővezető-képessége sem változik említésre méltóan a használat során. Bennük az olvasztás gyorsabb, jobban elviseli a hőmérséklet-változásokat. Élettartamuk 2–4-szerese a grafittegelyekének. Ezeket is megtámadják azonban a fluoridtartalmú kezelősók, a klórgáz, és érzékenyek a mechanikai hatásokra, nehezebben viselik el az ütődéseket.

#### 4.10.4.3. Olvasztás, ötvözés

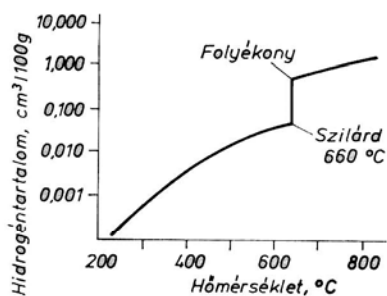
A fémolvadék jelentősen hűl, amíg az olvasztó vagy öntökemencéből a formába jut. A szükséges hőtartalékkal való ellátást túlhevítésnek nevezik. A túlhevítésnek határt szab egyrészt a nagy energiaigény, másrészt a hőmérséklet-növekedéssel járó fokozott oxidálódás és gázfelvétel. Az oxidációs veszteség vagy fémleégés az olvasztási hőmérséklet, a betétanyag minősége, a kemencetípus és a fűtés mód függvénye: minél nagyobb az olvasztási hőmérséklet és minél nagyobb a betétanyag felülete a tömegéhez viszonyítva (ez legkisebb a tömbalakú és legnagyobb a forgács betétnél), annál nagyobb a fémleégés (4.62. táblázat).

Az alumínium a hőmérséklet növekedésével növekvő mennyiségű *hidrogént* képes oldani, amint ezt egyensúlyi viszonyok között a

4.62. táblázat. Alumíniumöntvények átlagos leégése olvasztásukkor

| Kemencefajta                            | Energiahordozó |            |           |              | Betétanyag, tömeg %                     |
|---|----------------|------------|-----------|--------------|---|
|   | Olaj           | Gáz        | Villamos  |              |   |
|   |                |            | indukciós | ellenállásos |   |
| Tégelyes<br>200 kg-os                   | 1,0...2,0      | 1,0...2,0  | 0,5...0,8 | 0,5          | 40% tömb, 60% saját visszajáró hulladék |
| Tégelyes<br>200 kg-os                   | 1,3...2,2      | 1,3...2,2  | 0,6...0,8 | 0,6...0,7    | Nagydarabos visszajáró hulladék         |
| Tégelyes<br>200 kg-os                   | 1,5...2,5      | 1,5...2,5  | 0,7...0,8 | 0,7...0,8    | Apró visszajáró hulladék                |
| Billenthető<br>tégelyes<br>500...800 kg | 1,8...2,3      | 1,8...2,3  | 0,5...1,2 | —            | 40% tömb, 60% saját visszajáró hulladék |
| Teknős<br>2...4 t-ás                    | 2,0...2,5      | 2,0...2,5  | 1,0...1,8 | 1,0...1,5    | 40% tömb, 60% saját visszajáró hulladék |
| Teknős<br>10 t-ás                       | 2,5...3,0      | 2,5...3,0  | 1,5...2,0 | 1,2...1,7    | 40% tömb, 60% saját visszajáró hulladék |
| Dob                                     | 4,0...8,0      | 4,0...8,0  | —         | —            | Vegyes darabnagyságú hulladék           |
| Dob                                     | 8,0...10,0     | 8,0...10,0 | —         | —            | Forgács                                 |
| Teknős                                  | —              | —          | 2,5...3,5 | —            | Forgács                                 |

4.203. ábra szemlélteti. Eszerint az alumínium már szilárd állapotban is képes — növekvő mértékben — hidrogént oldani. Az oldékonyság a megolvadásakor ugrásszerűen nő. Lehűléskor ez a folyamat a görbe mentén fordítva megy végbe. Az ipari tapasztalat szerint általában  $0,20 \text{ cm}^3/100 \text{ g}$  fém az a határ, amelynél a megdermedő öntvényben a hidrogén gázhólyagok formájában anyagfolytonossági hiányt okoz, mégpedig annál inkább, minél nagyobb

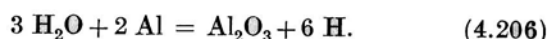


4.203. ábra. Az alumínium hidrogénoldó-képessége a hőmérséklet függvényében

ez a gáztartalom. Viszont annál kisebb valószínűséggel kell gázhólyagosságra számítani, minél kisebb a hidrogén mennyisége mint a  $0,20 \text{ cm}^3/100 \text{ g}$  határérték.

Az alumínium összes gáztartalmának kb. 90%-a hidrogén, és csak a többi oszlik meg az  $\text{N}_2$ ,  $\text{CO}$ ,  $\text{CO}_2$ ,  $\text{CH}_4$  stb. között.

Az olvadék által felvett hidrogén csak kis részben származik a fűtőgáz vagy a füstgáz elemi hidrogéntartalmából, forrása elsősorban a vízgőz, amely egyrészt származhat a füstgázok vízgőztartalmából a hidrogén és a szénhidrogének elégésének termékeként, de az elégtelenül kiégett, ill. kiszárított kemence- és tégelyfalazat, a betétanyag (főleg a hulladék), a szerzámok, a kezelősók stb. nedvességtartalmából is:



Az alumíniumolvadék csak atomos hidrogént képes oldani. Lehűléskor — amikor az olvadék hidrogénben túltelítetté válik — a folyamat fordítva megy végbe, tehát reverzibilis reakcióval  $\text{H}_2$  buborékok válnak ki és vagy elhagyják az olvadékot, vagy ha bennmaradnak az öntvényben, gázhólyagokat képeznek:  $\text{H}_2 \rightleftharpoons 2 \text{H}$ . Hidrogén keltkezhethet azonban a szénhidrogének elbomlásából is. Ez a veszély hulladék, különösen forgács visszajáratásakor áll fenn, amelyekhez mindig tapad olaj. Kívánatos róluk az olajat előzetesen leégetni pl. forgódobos kemencében.

4.63. táblázat. Takaró-tisztító sók összetétele

| A só összetétele, tömeg % |     |                                  |     |                  |                        | Olvadáspont,<br>°C | Alkalmazási terület   |
|---------------------------|-----|----------------------------------|-----|------------------|------------------------|--------------------|---|
| NaCl                      | KCl | Na <sub>3</sub> AlF <sub>6</sub> | NaF | CaF <sub>2</sub> | MgCl <sub>2</sub> ·KCl |                    |   |
| 85                        | —   | 15                               | —   | —                | —                      | 735                | Olcsó, nagy olvadáspontú só<br>forgácsolvasztáshoz                                      |
| 60                        | 25  | 15                               | —   | —                | —                      | 660                | —   |
| —                         | 90  | —                                | 10  | —                | —                      | 700                | —   |
| —                         | 80  | —                                | 20  | —                | —                      | 653                | —   |
| 45                        | 45  | —                                | 10  | —                | —                      | 607                | —   |
| 20                        | 50  | —                                | 30  | —                | —                      | 720                | —   |
| 39                        | 50  | 7                                | 4   | —                | —                      | —                  | Takaró-tisztító sók, főleg<br>hulladékok és forgács<br>olvasztásához                    |
| 50                        | 35  | 15                               | —   | —                | —                      | —                  |   |
| 40                        | 50  | —                                | 10  | —                | —                      | —                  |   |
| 30                        | 47  | 23                               | —   | —                | —                      | —                  | Takaró-tisztító só Al–Si,<br>Al–Si–Mg, Al–Si–Cu,<br>Al–Cu- ötvözetek olvasztá-<br>sához |
| —                         | —   | —                                | —   | 20               | 80                     | —                  | Takaró-tisztító só Al–Mg,<br>Al–Mg–Si, Al–Mg–Zn-<br>ötvözetek olvasztásához             |
| —                         | —   | —                                | —   | 40               | 60                     | —                  |   |
| 25                        | —   | 15                               | 60  | —                | —                      | 800...820          | Univerzális (takaró-tisztító)<br>sók  |
| 45                        | —   | 15                               | 40  | —                | —                      | 750...780          |   |
| 50                        | 10  | 10                               | 30  | —                | —                      | 720...740          |   |

A hidrogénfelvétel megakadályozására a sókészítmények kristálytartalmú alkotóit előzetes izzítással, vagy még inkább megolvasztással vízteleníteni kell.

Mint a (4.206) egyenletből látható, a vízgőz elbomlása nemcsak a hidrogén-felszabadulás miatt veszélyes, hanem Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> keletkezése miatt is. Az igen kellemetlen, kemény Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>-zárvány nemcsak a levegő és a füstgázok oxigéntartalmával létrejött reakció során keletkezik a fürdő felszínén és jut be a fürdőmozgás vagy -mozgatás következményeként az olvadék belsejébe, hanem vízgőz elbomlásából a fürdő belsejében is keletkezik. Mivel a fürdő felszínét  $\mu$  m vastagságú hártya borítja, ezért a fürdő ötvözetekor, kezelésekor a keverés következtében viszonylag nagyméretű Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>-hártvarészek kerülnek a fürdőbe, az utóbbi esetben pedig finoman eloszló, diszperz Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>-zárványok keletkeznek. Mivel a szilárd Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> és az alumíniumötvözet olvadéksűrűsége között nem jelentős a különbség (az Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>-é 3,6...4,0 kg/cm<sup>3</sup>, az Al-ötvözeteké 2,6...2,75 kg/dm<sup>3</sup>), ezért az Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> és az esetleg jelenlevő szuboxidok a fürdőből még pihentetéskor sem tudnak eltávozni, tehát ha azokat valamilyen módszerrel nem távolítják el, zárvány alakjában az ötvényben maradnak.

Az eddig leírt technológiai intézkedéseken túlmenően alapvető követelmény annak megakadályozása, hogy az ötvözetolvadék a levegővel vagy a füstgázokkal érintkezze. Erre használják a takarósókat, amelyek ma már mindig összetett hatású sók, mert a fürdőbe való bekeverésükkor egyben tisztító (oxid-talanító) hatást is kifejtenek. Ezek a sók különböző kloridok és fluoridok keverékei, legfontosabb alkotójuk a kriolit vagy valamilyen fluorid (általában az NaF).

Régebbi felfogás szerint a kriolit (fluorid) feloldja a fürdő felszínén levő vagy benne lebegő Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>-at. Az újabb felfogás szerint oldás alig megy végbe, hanem a takaró-tisztító só csak szuszpenzió alakjában veszi fel az Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>-at. A lényeg az, hogy a kis olvadáspontú sókeverék a fürdőbe keverve felveszi az oxidot, és a fürdőnél kisebb sűrűsége, valamint kedvező csepp (gömb) alakja következtében felúsztatja a só-salakba. Ez oxidtartalmának növekedése következtében mindinkább besűrűsödik, míg végül porszerűvé válik. Mindez olvadáspontja növekedésének függvénye is. A 4.63. táblázat közöl néhány sóösszetételt, amelyet ilyen célra ajánlanak. E sóknak a következő feltételeknek kell eleget tenniük:

– Olvadáspontjuk kicsi legyen, kisebb mint a védendő ötvözetek olvadáspontja. A meg nem olvadó sók ugyanis nem képeznek a fürdő felszínén összefüggő védőréteget, ezért védőhatásuk sem lehet kielégítő.

– A kis olvadáspont amiatt is szükséges, hogy kellően hígfolyóak legyenek, hogy ne tartalmazzanak sok fémzárványt, mert ezáltal a fémveszteség csökken.

– Ehhez az is szükséges, hogy sűrűségük kisebb legyen a védendő olvadéknál, vagyis jól el tudjanak válni egymástól.

– A sókeverék lehetőleg minél kevésbé támadja meg a kemence- és tégelyfalazatot.

– A sókeverék alkotói ne reagáljanak az ötvözetalkotókkal.

– A sókeverék olcsó legyen.

– Ne legyen nedvszívó, azaz jól tárolható legyen.

– Minél kevésbé legyen mérgező hatása. (Sajnos az NaF-tartalmú sók enyhén mérgezőek!)

A 3%-nál több magnéziumot tartalmazó sókeverékek nátriummentesek legyenek, pontosabban ne tartalmazzanak oly sóalkotót, amely az olvadéknak nátriumot ad le, mert ez rideggé teszi az Al-Mg-ötvözeteket és általában rontja a szilárdsági tulajdonságokat.

A Szovjetunióban előszeretettel használnak olyan univerzális rendeltetésű sókat, amelyeknek a takaró-tisztító hatáson kívül „nemesítő-képességük” is van. Ezt jelentős NaF-tartalmuknak köszönhetik (l. a 4.63. táblázat végén). Az NaF-tartalmú takarósók és kisebb mértékben ezek NaCl- és KCl-tartalma is reagál a hőkezelhető sziluminok magnéziumtartalmával, és annak egy részét kiegészítik. A csökkenés mértékét gyorsselelemzéssel meg kell határozni és a kiegészített magnéziumot ötvözéssel pótolni kell, különben nem lesznek megfelelőek a szilárdsági értékek.

A takarító-tisztító sókat beadagolásuk előtt a tégelyes kemencék tetején, vagy külön só-előmelegítő berendezésben kb. 250 °C-ra elő kell melegíteni, hogy vízmentesek legyenek. A takarósóból annyit kell egyenletesen elhinteni a fürdő felszínére, hogy megolvadása után a fürdőt egyenletesen takarja. Ez általában a betét tömegének 1...3%-a, de nagyobb hulladékhányad esetén ennél több is lehet. Célszerű a felét a szilárd betétre rászórni, hogy amikor ez beolvad, olvadékát a sókeverék már védje. A szükséges takarósó-mennyiség másik felét a beolvadás után adagolják. Túlzott só-mennyiség használata káros, mert mindazok

a takarósók, amelyekben valamilyen fluorid van jelen, fokozottan megtámadják a kemence és tégelyfalazatot, a salakzóna magasságában „kimarják” azt, sőt a kezelésszármokot is idő előtt tönkreteszik.

Az alumíniumötvözetek olvasztásának szabályai:

Mindig tiszta betétet kell adagolni úgy, hogy az ötvözetömbök és a kohófém összetétele műbizonylatból ismert legyen. A visszajáró hulladékot a kemencébe adagolás előtt meg kell tisztítani a homok- és maghomok-maradványoktól.

Az olvadékot nem szabad 770 °C, de semmi esetre sem 800 °C fölé hevíteni, mert a nagy hidrogénfelvétel miatt fokozott lesz az öntvények gázhollyagossági selejtje. A hőmérsékletet rendszeresen mérni kell.

Az olvasztóteret új adag előtt ki kell tisztítani. Nem lehetnek benne fémmaradványok, különösen, ha előzetesen más összetételű ötvözetet olvasztottak. Rezes adag után ne olvasztunk rézmenteset. Közben „öblítő adag” kell! Tégelyes kemencében ezt legkönnyebben tégelycserével érik el. (Külön tégelyek kellenek az Al-Si-Cu Al-Si-(Mg) és az Al-Mg olvasztásához). Repedt tégelyt használni tilos, ki kell selejtezni. A kemence- és tégelyfalazatról gondosan el kell távolítani a salak- és oxidmaradványokat, mert ezek különben a következő adagokban kemény zárványokat képeznek, amelyek főleg a megmunkáló szármokot teszik tönkre és csúfítják a megmunkált öntvény felületét.

Az előmelegített betétet csak izzó tégelybe szabad adagolni. A balesetveszély elkerülésére az olvadékba csak előmelegített szármokkal szabad nyúlni.

Gazdaságossági okokból a saját hulladékot (selejtöntvényeket, beömlőt, tápfejet) az azonos adagokhoz vissza kell járatni: helyes arány 40% tömb, 60% visszajáró hulladék. A sziluminok gyártásakor tekintettel kell lenni a helyes (vas : mangán)-arány betartására. Ha a vastartalom 0,25...0,40%, akkor a mangántartalom 0,25% legyen. Ha vasmentes sziluminféleséget gyártanak (öAlSi9Mg öAlSi7Mg), akkor a kitűnő szilárdsági tulajdonságok eléréséhez a vastartalom 0,20%-nál kisebb legyen, de jobb a 0,10% alatti érték. Ily esetben a Mn-tartalom nem lépheti túl a 0,10%-ot. Tanácsos szűrőpróbaszerűen ellenőrizni a beadagolandó adag egyes tömbjeinek törtétén azt, hogy az gázos vagy gázmentes,

ill. többé vagy kevésbé finomszemcsés. Az észlelteknél megfelelően kell gáztalanítani, ill. kezelni.

A kezelősók (takaró, tisztító, nemesítő stb.) víztartalma sohase haladja meg a 0,1%-ot, különben az ilyen sóval „felgázosítják” a fürdőt. Ezért a sókat adagolás előtt mindig szárítani kell, a fürdőre szórásuk után pedig egy percig várni kell és csak ezután szabad őket bekeverni az olvadékba.

Ha az öntőde maga ötvöz, akkor be kell tartani az ötvözésnek azt az alapszabályát, hogy a beolvasztott alapfémbe először a nagy olvadáspontú fémeket, ill. segédötvözeteiket kell adagolni és csak ezek után következnek a kisebb olvadáspontú ötvözők. Utoljára adagolják az olyan alkotót, amely erősen hajlamos a kiegészésre, ilyen pl. a magnézium. Az ötvözés elején viszik be valamilyen vegyületük alakjában az olyan nagyolvadáspontú fémeket, amelyek alumínotermiás reakcióval belerodukálhatók az alumíniumba. Így lehet beötvözni alumíniumba pár tized százalék krómot, kobaltot vagy mangánt. Az alumínium által redukált fémek „in statu nascendi” finom eloszlásban beötvöződnek az alumíniumba. E vegyületek mennyiségét a nem teljes kihozzal miatt kísérletileg kell megállapítani.

#### 4.10.4.4. Fémtisztítás

Az alumíniumolvadékok tisztítása, az eltávolítandó, nemkívánatos szennyezők típusai: fémek, nemfémek és gázneműek.

A *fémek szennyezők* eltávolításának lehetősége és szükségessége még nem ment át a köztudatba, pedig elég gyakran több elemre nézve kívánatos volna. Ilyen nemkívánatos elem a mai üzemi gyakorlatban pl. a sziluminkezelésből vagy éppenséggel túlkezelésből visszamaradó nátrium (4.10.4.5. fejezetrész). A kalcium a kohóalumíniumból, de még sokkal inkább a szilícium ötvözőféméből kerül a sziluminokba és fokozza az ötvözet oxidálódási hajlamát, rontja az öntéstechnikai tulajdonságokat. Általában az alkálifémek (Na stb.) és alkáliföldfémek (pl. Ca) káros hatása már  $10^{-4}\%$  nagyságrendben is jelentkezik. Erős oxidálódási hajlamuk miatt hosszabb pihentéssel nagyrészt kiégethetők a fürdőből, de gyorsabb és alaposabb eljárás a klórozásos eltávolítás, amely klórt leadó vegyületeknek (sókeverékeknek) a fürdőbe keverésével, ritkábban elemi klórgáznak a fürdőbe való beve-

zetésével lényegileg a gáztalanítás műveletével egyidőben megy végbe.

A nyomásos öntészeti ötvözetek kivételével az összes alumíniumötvözet leggyakoribb és legkellemetlenebb szennyezője a vas. A káros és nem kívánatos nagy vastartalmat egyrészt lehet csökkenteni, másrészt hatástalanítani. A vasdús olvadékból hűtésekor az  $1150\text{ }^{\circ}\text{C}$ -os olvadáspontú  $\text{FeAl}_3$  vegyületkristályok kiválnak és az olvadékénál nagyobb sűrűségük következtében különválásra hajlamosak. Ez a folyamat azonban lassú. Egyes ötvözők jelenléte külön-külön vagy együttesen csökkenti a vas oldhatóságát az alumíniumban, ilyenek a mangán, a réz, a nikkel és főleg a szilícium. A növekvő mennyiségű szilíciumtartalom növeli a vaskiválást.

Az öntődékben inkább használatos a módosítás, vagyis az a törekvés, hogy lap- és tű alakú vasas intermetallikus fázisokat kedvezőbb alakba, lehetőleg gömb alakba vigyék át, mert ezáltal szilárdságrontó, bemetsző hatások elmarad, annak ellenére, hogy a vastartalom az ötvözetben gyakorlatilag nem csökken. Mangán (esetleg a drágább kobalt vagy króm) adagolása ezt a hatást a globulitos  $\text{AlSiFeMn}$  vegyületfázis képzésével éri el. A szabványokban ezért található az ötvözetekben akkora mangántartalom, amely a megengedett vastartalomnak legalább 50%-a, de lehetőleg több annál. A króm és kobalt adagolása két ok miatt igen ritka, egyrészt mert jóval drágábbak a mangánnál, másrészt mert nehezebben vihetők be az alumíniumba (4.61. táblázat).

Az oxidokat a 4.63. táblázatban felsorolt, házilag előállított sóknak meritóharagos bekeverésével távolítják el, ma azonban inkább használják külföldi cégek kész takaró-tisztító sóit (Aluflux R, Aluflux EV, Alu-7), de kis,  $605\text{ }^{\circ}\text{C}$ – $610\text{ }^{\circ}\text{C}$ -os olvadáspontja és jó oxidtalanító hatása miatt jól bevált a VASKUT által kifejlesztett VK-jelű takaró-tisztító só. Ezeket a sókat vagy egyes típusaikat „átmosó” sóknak nevezik, amelyek hathatnak kémiai, ill. fizikailag, vagy esetleg csak mechanikailag úgy, hogy a fürdőbe bekevert sócseppek felfelé száltukkor is sűrűségük következtében „kiflotálják” a fürdőből a salakba a maguk előtt talált oxidrészeket.

Az elmúlt 10–20 évben kidolgozott sok, részben szabadalommal védett, „sósűrűs” eljárások ezeknek a klasszikus fürdőátmosó eljárásoknak a fordítottjai: valamilyen közönséges kemencében megolvasztott ötvözetolva-

déket csurogtatnak át egy sóolvadékrétegen, amely az ötvözet oxidtartalmát — sőt részben gáztartalmának egyrészét is — felveszi. Ezek az eljárások kezdetben csak nagy tömegű fém esetén voltak alkalmasak, tehát henger- és présművek olvasztóüzemeiben. Újabban megjelentek olyan eljárások, amelyek a formaöntődék kisebb fémmennyiségeinek tisztítására is alkalmasak.

Az olvadéktisztításnak van egy másik — formaöntődéinkben ma még szintén nem használt — *mechanikai szűrőeljárása*, amely azon alapszik, hogy valamilyen tűzálló szűrőrétegen (bazalt-zúzalék, szinterelt korund, szilícium-karbid, krómit, magnezit, króm-magnezit, üvegszövet) átbocsátott fémből a szűrőközeg kiszűr bizonyos méret feletti idegen zárványokat. Ezek lehetnek az előbb tárgyalt oxidok (elsősorban a durva  $Al_2O_3$ -hártyák), falazatrészek, és a likviduszpont közelébe hűtött olvadékból kivált intermetallikus kristályok (elsősorban  $FeAl_3$ ). A szűrőanyag szemcsemérete 1 és 15 mm között változik. A szűrés hatásfoka a szűrőréteg vastagságától és pórusnagyságától, az olvadék felületi feszültségétől és a szűrőanyagnak a folyékony fém általi nedvesíthetőségétől függ. Az utóbbi befolyásolható azáltal, ha a keramikus szűrőanyagot előzetesen fluoridokkal bevonatolják ( $CaF_2$ ,  $MgF_2$ ,  $NaF$ ). Ennek a fémtisztítási módnak előnye mellett fémtani szempontból hátránya is lehet. Mivel kiszűrjük az olvadékból az idegen (exogén) kristályosodási csírák zömét, az ilyen módon leöntött fém szövete — egyébként azonos körülmények között — durvább lesz.

Az alumíniumolvadékok *gáztalanítására* sok lehetőség, sok módszer kínálkozik:

A *pihentetéssel* csak akkor lehet gáztalanítást elérni, ha az olvadék feletti gázfázisban (levegő, füstgáz) kicsi a hidrogén- és vízgőztartalom, és ha a hidrogén oldhatóságának csökkentésére a fürdőt a likviduszponthoz közeli hőmérsékletre hűtik le. E műveletre tehát a füstgázmentes, nagy fürdőfelületű, kis fürdómélységű, ellenállásfűtésű teknős kemencék a legalkalmasabbak. Mivel a folyamat diffúzióval megy végbe, ezért lassú, a módszer nem elég termelékeny. A gáztalanodás mértékét az időjárás (légnedvesség) is erősen befolyásolja, ezért ma már ezt a módszert ritkábban használják, mert nagy az energiaigénye, a pihentetés után a fürdőt ugyanis vissza kell hevíteni az öntési hőmérsékletre.

*Befagyasztás.* Megdermedéskor — ha ez lassan megy végbe és a felszabaduló gázoknak van módjuk eltávozni a tömbből — a 4.203. ábra szerint is igen hatékony gáztalanítás érhető el. Az ismételt megolvasztás igénye miatt azonban ez a módszer erősen energiaigényes, ezért igen ritkán használják.

A *vákuumos gáztalanítás* most kezd terjedni. A műveletet üstben vagy tégelyben végzik, vagy úgy, hogy az üst fölé vákuumsisakot helyeznek, vagy rá egy vákuumfedelelet. Tehát nagy fürdómélységgel dolgoznak, mikor is a gáztalanodás részben a nagy diffúziós út, részben a fém jelentős metallosztatikus nyomása következtében lassú, amit csak úgy tudnak elfogadhatóvá tenni, hogy közben nitrogénes gázöblítést is végeznek. További hátrány a jelentős beruházási igény és az a tény, hogy a vákuumtechnikai berendezésekkel (vákuumzárás) a melegtechnológiában sok probléma van.

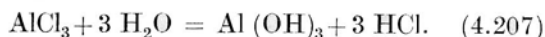
Egyszerűek és hatásosak a *gázöblítő eljárások*. Ezek végrehajthatók öblítőgáznak a fürdőbe való bevezetésével és gázt leadó sóképzőanyagok a fürdőbe való bekeverésével. Maguk az öblítőgázok ismét kétféleképpen lehetnek semlegesek, mint a nitrogén és a drágább argon, vagy újabban a kén-hexafluorid ( $SF_6$ ), amelyek gáztalanító hatása csak fizikai, és lehet kémiai is, mint a klór, amelynek a hatása mind fizikai mind kémiai.

Helytelen a gázöblítésnek az a hazai gyakorlata, hogy acél vagy réz csövön, jobb esetben öntöttvas csövön keresztül buborékoltatják be a gyakran nem kellő tisztaságú öblítőgázt. A veszélyforrások a vas- vagy rézbeoldódás, azaz szennyezés, másrészt a gáztartalom elégtelen (lassú) csökkenése. Ennek oka, hogy a fürdő fenekéig lenyomott és körbe mozgatott csövön túl nagy buborékok lépnek ki, ill. a gáz  $H_2O$ -tartalmával gyakorlatilag hidrogént visznek be. Szélső esetben szennyezett gáz használatával a fürdő hidrogéntartalma még nőhet is. Ezért a gázpalackok tartalmát csak 2/3-áig szabad kiüríteni, mert nedvességtartalmuk főleg a maradékban gyűlik össze. A fémes szennyezést grafitcső használatával kell kiküszöbölni. A gázbuborékok finom eloszlása azzal érhető el, hogy a cső végére egy rászerezelt foglalathoz meghatározott pórusméretű és gázáteresztő-képességű tűzálló keramikus testet helyeznek. Külföldön ez az eljárás — főleg nitrogénes gázöblítésre — *Gazal*-eljárás néven ismert. A kémiai aktív klórgáz az eddig ismertetett mechanikai gáz-



talanító hatáson kívül vegyileg is leköti a fürdő hidrogéntartalmát, és mivel a keletkező sósavgáz molekulárisan oldódni nem képes a fürdőben, tehát abból eltávozik.

Sok szakember fél a klór erős mérgező hatásától. Hazai munkavédelmi szerveink erre hivatkozva – indokolatlanul – a klór öntödei használatát nem engedélyezik, holott a fürdőt elemi klór nem hagyhatja el, hanem csak  $\text{AlCl}_3$ -gőz. Ez azután a levegő nedvességének hatására hidrolizál és „füstöt” képez:



Az észlelt fehér füst  $\text{Al}(\text{OH})_3$ . A sósavgáz viszont kétségtelen, hogy maró hatású a bőrre és főleg a nyálkahártyákra. Ezért erélyes elszívásról kell gondoskodni. Klór csak üzemi zavar esetén kerülhet a csarnok légterébe, pl. csőrepedés esetén. A HCl-es füst lekötésére is különleges mosó-szűrő berendezéseket kell beépíteni. Hazánkban ilyen nem üzemel.

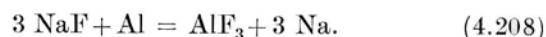
Környezetvédelmi okokból a fejlett iparú országokban ma gyakran nitrogén-klór keveréket használnak 90 : 10 arányban. A használatos klórban a nedvességtartalom nem lehet több  $6 \cdot 10^{-5}$  tf%-nál. Külföldön újabban használják a „trigáz”-eljárást. Ennek gázkeveréke 15%  $\text{Cl}_2$ -ből, 10% CO-ból és 75%  $\text{N}_2$ -ből áll, mindhárom gázpalackból nyerik. A CO használatának az az előnye, hogy klór jelenlétében a buborékok felületén megakadályozza az  $\text{Al}_2\text{O}_3$  hártya létrejöttét.

A klórozó kezelést mindig a nemesítés vagy szemcsefinomítás előtt szabad csak végezni, különben teljesen kiegoeti a „nemesítő” nátriumot, vagy a szemcsefinomító titán egy részét, vagy a magnézium bizonyos hányadát is. Ez a szabály a klórtleadó készítményekre is vonatkozik.

#### 4.10.4.5. Szemcsefinomítás és nemesítés

Szemcsefinomításon olvadátkból priméren kiváló kristallitok vagy intermetallikus vegyületek kristálynagyságának a jobb szilárdsági tulajdonságok elérésére irányuló befolyásolását, finomítását értik. Tehát a hipereutektikus sziluminokban priméren kristályosodó szilíciumot „szemcsefinomítják”, míg a leggyakrabban használt hipoeutektikus és eutektikus sziluminok eutektikumának (szekundér szöveteinek) finomítását a nemzetközi elnevezést átvéve nemesítésnek nevezik.

Napjainkban általában nemesítő sókeverékeket használnak; ezek tubusolva vagy pasztillázva importból kerülnek kereskedelmi forgalomba. Néhány a SZU-ban elterjedten használt, elvileg házilag is előállítható összetétel a 4.63. táblázatban található. (Az NaF mérreg!) Az a hiedelem, hogy a Na-tartalmú sók bármelyike képes sziluminfürdőben nátriumot leadni és ezzel nemesíteni, súlyos tévedés. Erre az iparilag használt sók közül egyedül az NaF képes. A keverékek többi alkotójának más feladata van: oxidoldás, olvadáspontcsökkentés stb. Az NaF aluminotermiás reakciója:



A nátrium a fémolvadékba, az  $\text{AlF}_3$  a salakba megy. A leghatásosabb az olyan sókeverék, amelynek olvadáspontja  $680^\circ\text{C}$  alatt van, ti. az olvadt sóból hatékonyabban megy át a nátrium a sziluminba, mint szilárdból. A viszonylag nagy NaF-tartalmú nemesítő sók hátránya, hogy erősen megtámadják a téglés kemencefalazatot a fürdőszint magasságában.

Gyakran használják a kombinált nemesítést. Ebben az eljárásban az először bekevert 1,5%-nyi nemesítő só után, merítőharanggal még 0,05% fém-nátriumot adagolnak.

Egyes gyártók ma már megjelentek a piacon olyan pasztilla alakú készítménnyel, amelyet az előzetesen nemesített és lesalakolt fürdő felszínére kell helyezni. Ez a felszínen úszva hosszú időtartamon át (4 óránál is hosszabb ideig) folyamatosan kis mennyiségű nátriumot képes leadni a sziluminfürdőnek és ezúttal a Na-kiégést ki tudja egyenlíteni. Ennek a lehetőségnek a kézi kokillaöntökben, de főleg a kisnyomású öntökben van jelentősége. Ily készítmény pl. a Primapacz.

A kisnyomású öntőberendezések zárt olvasztóterében levő fémhez gyakran órákon át nem lehet hozzáférni. Ezért a klasszikus nemesítőszer, a nátrium helyett olyant kellett felkutatni, amelynek tartós nemesítő hatása van. Erre a célra a stronciumot (Sr) találták legmegfelelőbbnek, míg egyes kutatók az olcsóbb antimont is jónak tartják. Mivel azonban az antimon a magnéziummal reagál, ezért az antimon csak Mg-mentes – főleg kokillaöntésre menő – sziluminok tartós nemesítésére alkalmas. Az antimon nemesítő hatása feltehetően az AlSb intermetallikus vegyület keletkezésével kapcsolatos, míg a stronciumnak a nátriumhoz hasonlóan túlhűlést kiváltó

hatása van. Míg a nátrium nemesítő hatása 30...40 perc alatt lecseng, addig a stronciumé 4...6 órán át is tart. Ezen túlmenően a stronciumot már a tömbgyártó üzemben be lehet ötvözni – a szükséges, néhány század százaléknyi mennyiségben – a hipoeutektikus sziluminokba, mert az ötvözet néhány újraelvasztást is elvisel a stroncium kiégése nélkül. Hazai kísérletek szerint a 2...4 órás hőntartás és a 2...3 átolvasztás még jó eredményeket szolgáltat AlSi14Sr10 segédötvözet használatakor.

A stroncium jelentős előnye a nátriummal szemben, hogy tetemesen növeli a szilumin folyékonyságát és formakitöltő képességét. A tartósan nemesített öntvények felülete szebb, mintha nátriumot használtak volna; ez főleg hőkezelt állapotra vonatkozik. A kisnyomású öntődékben nélkülözhetetlen. Általában 50% visszajáró hulladék adagolható az 50%-nyi, stronciummal előnemesített új tömb-

höz. Új grafittégelyből önteni ezzel a módszerrel csak két előzetes átítató adag után lehet. Sr-tartalmú olvadékok klórozó kezelésnek alávetni nem szabad, mert SrCl<sub>2</sub> keletkezik és a stroncium hatástalanná válik. Különböző szokásos takarósók használata felesleges. A primér fázist finomító kezelés csak bórmentes AlTi segédötvözzel végezhető, mert B-tartalmú ötvözetből kiejti a bór a stronciumot.

A nemesítési hőmérsékletek a következők:

0,05...0,1% fémnátriummal 730...760 °C,  
nemesítő sókeverékkel 680...750 °C  
(összetétel szerint),

0,5% egyensúlyt tartó pasztillával 700...750 °C,

0,06...0,2% AlSi14Sr10 tartós nemesítővel 750...780 °C.

A 4.64. táblázat összefoglalja a különböző nemesítő eljárások előnyeit, hátrányait.

4.64. táblázat. A különböző nemesítő eljárások előnyei és hátrányai

| Jellemzők   | Fémnátrium | Terner nemesítő só | Egyensúlyt tartó nemesítés | Exoterm nemesítés | Stronciumos nemesítés |
|---|------------|--------------------|----------------------------|-------------------|-----------------------|
| Olvasztáspont, °C   | 98         | 680...730          | —                          | —                 | 757 (Sr)              |
| Forráspont, °C  | 880        | —                  | —                          | —                 | 1366                  |
| A kiégés veszélye   | nagy       | nagy               | kicsi                      | közepes           | igen kicsi            |
| Adagolási hibával okozott alá- vagy túlnemesítési veszély | nagy       | nagy               | kicsi                      | kicsi             | igen kicsi            |
| Hidrogénfelvétel (gázhólyagképződés)                      | nagy       | nincs*             | közepes                    | nagy**            | nincs                 |
| Tégelykimaradás   | kicsi      | nagy***            | kicsi                      | nincs             | nincs                 |
| Folyékonyság és formakitöltő képesség                     | közepes    | közepes            | közepes                    | közepes           | nagy                  |
| Kezelhetőség az olvasztár számára                         | közepes    | nehezebb           | közepes                    | nehezebb          | egyszerű              |

\* ha a nedvességtartalom 0,1% alatt van,

\*\* ha a minimális pihentetési időt (30 min) betartják, akkor: közepes,

\*\*\* tégelykimélő nemesítő só használatakor: közepes.

## 4.10.5. ÖNTÉS

### 4.10.5.1. Homoköntés

Az öntészeti homokoktól Al-ötvözet öntésekor nagyobb képlékenységet követelnek meg, mint pl. a vasöntésben. Az előbbinél ugyanis az átlagos darabnagyság jóval kisebb. Ezzel szemben a homokszilárdság az Al-öntésben nem olyan lényeges tulajdonság. A formába öntött Al-ötvözetek ugyanis kisebb fenék- és oldalnyomást fejtenek ki a formára. Mivel a homok szilárdsága nemcsak tulajdonságaitól, hanem a dögölés mértékétől is függ, ebből

következik, hogy az Al-öntészeti formákat nem kell keményre dögölni.

Az Al-öntészeti természetes formázóhomokok gázáteresztő-képessége általában kicsi, ami abból a tényből következik, hogy az öntvények felületi simaságának is jobbnak kell lennie. A kellő felületi simaság elérésére pedig finomszemcséjű homokokat kell használni. Ezek gázáteresztő-képessége – még pormen-tesség és egyenletes szemcseeloszlás esetén is – kisebb a nagyobb gázsúrlódás miatt, amely a finom szemcsék közötti áramlási szabad

keresztmetszet nagyobb felülete miatt áll elő.

A gázátbocsátó-képesség dimenzió nélküli szám. Úgy határozzák meg, hogy adott méretű homokhenger alá adott mennyiségű és nyomású levegőt fúvatnak. A henger alá befűjt levegő egy része a homokpróbán keresztül távozik és rövid idő alatt beáll az egyensúlyi állapot. Elvileg az ehhez tartozó nyomás a gázáteresztő-képesség: azonban ezt nem nyomásegységekben, hanem a gázátbocsátó mérőkészülék empirikus skáláján olvassák le.

Az Al-olvadékok kevésbé veszik igénybe a velük érintkező homokokat, hiszen maximális öntési hőmérsékletük ritkán éri el a 800 °C-ot. Az Al-öntészetben használt természetes bányahomokjaink sajnos ezeknek az enyhébb követelményeknek sem képesek eleget tenni. A solymári fémöntödei, a székesfehérvári (vértessacsai) és a váci finom homokok gázáteresztő-képessége bányanedves állapotban csak 5 körül mozog, de ez az érték is sokszor nullára csökken a nagy portartalom miatt.

E homokok előnye viszont finom szemcsézetük, ezért velük sima felületű öntvények gyártathatók (4.65. táblázat).

Al-öntészeti formázó keverékekhez főleg a kékkuti finom, a solymári gyenge és szemcsés, valamint a bicskei homokokat használják. A formáknál sokkal inkább igénybe vett magok készítésére ugyancsak a bicskei és a solymári IV. (vörösvári) homokok használatosak. Kötőanyaguk az Al-öntészeti magokban a dextrin, bentonit, lenolaj, melasz és szulfitlúg.

Miként a 4.65. táblázatból kiolvasható, az Al-Mg-ötvözetek formázóhomokjába bórsavat kell adagolni, de csak akkor, ha a magnéziumtartalom eléri a 10%-ot. Erre azért van szükség, mert a formába kerülő magnézium igen érzékenyen reagál a jelenlevő levegő oxigénjével, nitrogénjával, valamint a formázóhomok nedvességtartalmával. Az Mg-tartalmat tehát meg kell védeni a káros hatásoktól. Erre szolgál a bórsav, a kénpor és az ammónium-bifluorid. A bórsavból a homok mennyiségére

4.65. táblázat. Al-öntészeti homokkeverékek jellemző adatai

| Alkalmazási terület | Összetétel, tömegrész | Gázáteresztő képesség  | Nyomószilárdság, N/mm <sup>2</sup>            | Felhasználás  |   |
|---------------------|-----------------------|--|---|---|---|
| FORMÁZÓ HOMOK       | Nyers forma           | 100 kékkuti finom,<br>50 solymári gyenge,<br>5...6 víz                 | Nyers<br>20...30                              | Nyers<br>0,059...0,069                              | Mintahomok  |
|                     | Nyers forma           | 100 kékkuti finom,<br>50 solymári gyenge,<br>3 bórsav,<br>5...6 víz    | Nyers<br>20...30                              | Nyers<br>0,059...0,069                              | Mintahomok<br>Al-Mg-ötvözetekhez                                    |
|                     | Száritott forma       | 100 bicskei,<br>100 solymári szemcsés,<br>5...7 víz                    | Nyers<br>70...100<br>Száritott<br>180...250   | Nyers<br>0,059...0,069<br>Száritott<br>0,069...0,88 |   |
| MAGHOMOK            |                       | 100 bicskei,<br>0,5...1 bentonit,<br>4...5 melasz,<br>3...4 víz        | Nyers<br>50 felett<br>Száritott<br>220 felett | Nyers<br>0,029...0,039<br>Száritott<br>0,39 felett  | Nagy térfogatú,<br>nyomásnak<br>kített magokhoz                     |
|                     |                       | 100 bicskei,<br>2...2,4 dextrin,<br>2...2,4 lenolaj,<br>2,5...3 víz    | Nyers<br>min. 35<br>Száritott<br>min. 250     | Nyers<br>0,020 - 0,039,<br>Száritott<br>0,64 felett | Nagy felületű,<br>vékony, nagy<br>szilárdságot<br>igénylő magokhoz. |
|                     |                       | 100 bicskei,<br>3...4 szulfitlúg,<br>0,3...0,5 dextrin,<br>5,5...6 víz | Nyers<br>100...150<br>Száritott<br>200...300  | Nyers<br>0,034...0,049<br>Száritott<br>0,49...0,88  | Diesel-munkákhoz  |

vonatkoztatva általában 0,25...3%-ot adagolnak. A bórsav az olvadt fém hőjének hatására a forma felületén elgőzölög és védelmet nyújt a nedves homokból eltávozó vízgőz oxidáló hatása ellen, nem nyújt azonban védelmet a levegő oxigénje és nitrogénje ellen.

A kénporból 3...10%-ot adagolnak az 5%-nyi vízzel nedvesített homok tömegére vonatkoztatva. A kén a folyékony fém hatására a levegő oxigénjével kén-dioxid gázzá ég el, és védőatmoszférát létesítve elzárja a folyékony fém a levegőtől és a nedvességtől. Ilyenkor azonban sok  $\text{SO}_2$  jut a csarnok légterébe, kellemetlenül, irritálólag hat a dolgozókra. Legjobban bevált a kettő kombinációja: 0,5...2% kén és 3...5% bórsav. Ammónium-bifluoridot telített vizes oldata alakjában kell a homokhoz keverni kb. 2% mennyiségben. Ez csak a kis öntvényeket védi meg az oxidálódástól.

Az Al-öntvényeknek kicsi a melegszilárdságuk, ugyanakkor nagy a zsugormértékük (4.57. táblázat). E két tény miatt a formát úgy kell elkészíteni, hogy a forma az összehúzódás ellen a legkisebb ellenállást fejtsen ki a lehülés e veszélyes szakaszában, különben melegrepedés keletkezik. Mivel a szárított formák jobban ellenállnak a zsugorodásnak – hiszen a 4.65. táblázat szerint nagyobb a nyomószilárdságuk –, ezért az Al-öntvényeket általában nyersformákba öntik. A hűtőbetétes formákat, amelyekkel leginkább az autóöntvények készítésekor találkozunk, felületileg szárítani kell, hogy a hűtőbetétekről (l. később) a kondenzálódott nedvességet eltávolítsák. Külön mintahomok használatával finomabb felületű öntvények készíthetők. A felületi minőség még tovább javítható kormozással, amit acetilénlánggal állítanak elő. Al-öntészeti formabevonó keverék összetétele: 13% bentonit, 37% talkum, 50% grafit.

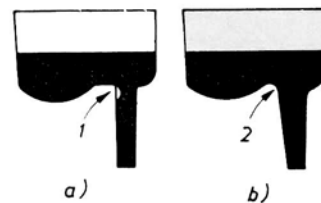
Az Al-öntészetben nyers és szárított magokat egyaránt használnak. Az előbbieket általában formázóhomokból, az utóbbiakat különleges homokkeverékből készítik. A magbevonatok anyaga általában talkum vagy grafit, vízben vagy elpárolgó oldatban szuszpendálva. Tagolt, léghűtőes hengerek magjainak bevonására ritkábban toluolban oldott klórozott gumit is használnak.

Az Al-öntészetben használt mintáknak pontosabbnak kell lenniök, mint pl. a vasöntészetben. Ennek magyarázata, hogy a legkisebb kionthető falvastagság homokformában például sziluminból 2...4 mm, egyéb

Al-ötvözetből 3...5 mm. Az Al-ötvözetek megmunkálási ráhagyásai is viszonylag kicsik.

A forma oldal-ferdesége Al-öntvényekhez legalább 0,5%, de legfeljebb 1% legyen. Nagy magfészkeket kell alkalmazni, hogy a mag megfelelő felfekvésének biztosításával magtámaszokra ne legyen szükség, és hogy az öntés közben keletkező gázok akadálytalanul eltávozhassanak. E két szempont különösen nyomásálló öntvényeknél fontos. A vonalas zsugorodás mértéke nemcsak az ötvözet összetételétől és a forma anyagától – vagyis attól a tényről függ, hogy a forma és a magok anyaga miként akadályozza ezt a zsugorodást –, hanem az öntvény nagyságától is függ. Kis Al-öntvények zsugorodása pl. 0,8...1,2% lehet, míg a nagyoké csak 0,3...0,8%.

Az Al-öntödékben a faminták helyett egyre gyakrabban használnak alumínium mintákat. Ezek nemcsak tartósabbak, hanem tönkremenetelükkor beolvaszthatók. A fa vagy alumínium mintákat sokszor szokták a nagyobb kopásnak kitett helyeken acéllemezzel borítani vagy e helyekre vasbetéteket beépíteni. A mintalapokat általában alumíniumból készítik. A könnyűfémeket általában nyersformákba öntik. A formázáshoz használt formázószekrények ugyanolyanok, mint a vas- és acélöntészetben használtak. A zuhanó, vagy más néven felülről való öntést az Al-öntészetben általában kerülni kell, különösen áll ez a szabály a habosodásra és oxidálódásra erősebben hajlamos ötvözetekre, mint pl. a Mg-tartalmú sziluminokra, ill. az Al-Mg-ötvözetekre. Az emelkedő öntés a legalkalmasabb az oxidhab-képződés megakadályozására.



4.204. ábra. A beömlőkagyló *a)* helytelen és *b)* helyes kialakítása

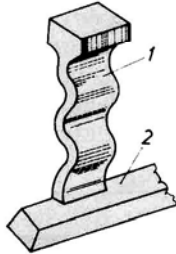
1 éles sarok (levegő-beszívás); 2 lekerekítve (mincs beszívás)

A csonkakúp alakú *beömlőtölcsért* (4.204. ábra) az Al-öntészetben nem szabad használni, mert benne örvénylés keletkezik és ezáltal levegőt szív be, mégpedig annál nagyobb mértékben, minél kisebb a kúp csúcshöge. Ennek az az oka, hogy a fém közvetlenül, lefé-

kezdés nélkül zuhan a beömlőszárba és a felgyorsulás miatt örvényleni kezd. A beömlőkagylóval ez a hiba elkerülhető.

A kagylóhoz csatlakozó beömlőszár általában függőleges helyzetű, keresztmetszete a habzásra, oxidációra hajlamos fémek, mint az Al-ötvözetek esetén, lapos téglalap alakú. Ha ez hengeres alakú volna, a zuhanó fémsugár az áramlás törvényei szerint elkeskenyedik, nem tölti ki a beömlőszár teljes keresztmetszetét, tehát örvénylés és a formafalon keresztül levegőbeszívás jelentkezne. Ezen úgy segítenek, hogy a beömlőszárat lefelé fokozatosan szűkítik.

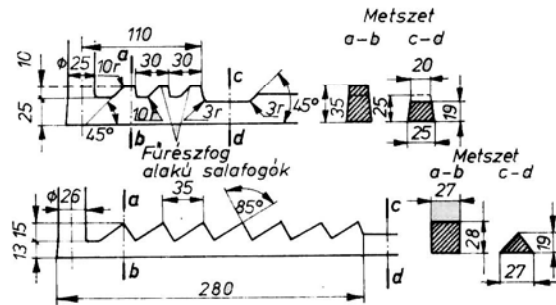
Az Al-öntészetben előszeretettel használnak egy sajátos beömlőszár-típust, a kígyó alakú beömlőt (4.205. ábra). Ennek keresztmetszete lehet lapos téglalap vagy kettős trapéz alakú. Az utóbbi előnyösebb. A szelvénynek lefelé való szűkítése a jobb oxidyszűrés elérésére itt is előnyös. A kígyó alakú beömlő a fém folytonos irányváltoztatása miatt nem engedi a zuhanó fémsugarat úgy felgyorsulni, mint az a közönséges beömlőszárban lehetséges. Ugyanakkor a kígyó alakú beömlő a kanyarok külső részén az oxidokat is felfogja, tehát szűrőhatása van. A kígyó alakú beömlőnek hátránya is van, mert maggal kell kialakítani, ami a munkamenetet bonyolítja és drágítja. Mindez azonban elenyészik előnyei mellett.



4.205. ábra. Kígyó alakú beömlőszár  
1 kígyó alakú beömlőszár; 2 elosztócsatorna

A beömlőszárhoz csatlakozik az elosztócsatorna (4.206. ábra). A fémöntészetben használt elosztócsatornák keresztmetszete lehet négyzet, téglalap, trapéz és háromszög. Leggyakrabban használt a trapéz keresztmetszet, mely 20...80%-kal nagyobb legyen, mint a beömlőszár alsó részéé, hogy a fém áramlási sebessége tovább csökkenjen. Az elosztócsatorna szelvénye semmi esetre se legyen félkör vagy fél-ovális alakú, különösen akkor nem, ha a megvágás az elosztócsatorna felső részére kerül. Az elosztócsatornák az esetek többségében

vízszintes helyzetűek. Bennük képezik ki a salakfogókat, amelyeknek igen sok fajtája van. Leggyakrabban használják a fűrészfog alakú salakfogót, ennek megoldására két példa látható a 4.206. ábrán. Mindig ügyelni kell arra, hogy a fűrészfog meredek szára szemben álljon a fém áramlási irányával. Az elosztócsatorna megnövelt keresztmetszete miatt fellépő áramlási sebességcsökkenés következtében az oxidzárványok felúsznak a fém felszínére és itt fennakadnak a fűrészfogokban. Léteznek más megoldások is, pl. amikor a elosztócsatorna magasságát a beömlőszár becsatlakozásának közelében leszűkítik bizonyos hosszon, vagy amikor az elosztócsatornát a forma alsó és felső részében alakítják ki, miáltal az hullám alakot nyer.

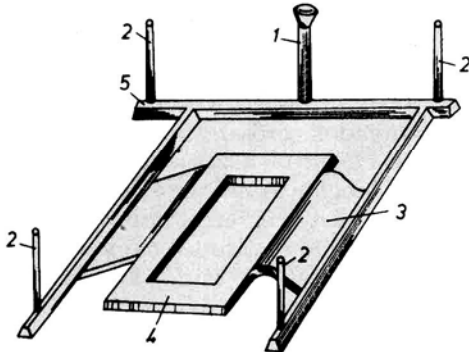


4.206. ábra. Két példa a salakfogós elosztócsatorna kialakítására (mértékek mm-ben)

Az Al-öntészetben a vasöntészetben használt homokból vagy fémszitából készített szűrőket kerülni kell, különösen az oxidációra hajlamos ötvözetekhez. Ezek ugyan kétségtelenül visszatartják a fémbe levő durva oxidokat, a szűrők lyukain kilépő vékony fémszálat azonban egyesülésük előtt a formában mindig jelenlévő oxigén oxidálja, tehát károsak. Beépítésük különben is bonyolultabbá teszi a formát.

A megvágásoknak a fémnek a formaüregbe való belépési sebességét tovább kell csökkenteniük, hogy a fém a lehető legnyugodtabban folyék be a formaüregbe. A megvágások a fémsugarat ne vezessék neki sem a forma falának, sem a magnak. Különben a fém az ütközés miatt szétporlik, „fröccs-golyók” keletkeznek, amelyek felületét az oxidációra hajlamos Al-ötvözetek öntésekor vékony oxidhártya vonja be. Ezek még a kellően túlhevített fémtömeeggel sem tudnak összeforrni és selejtet okoznak. Mindezt a következő rendszabályokkal lehet kiküszöbölni:

– A megvágásokból a folyékony fémet nem szabad merőlegesen a formafalra irányítani (4.207. ábra).



4.207. ábra. Példa az elvileg helyesen kialakított beömlőrendszerre

1 beömlőszár; 2 levegőző csatorna; 3 felemelt megvágás; 4 öntvény; 5 elosztócsatorna

– Az elosztócsatorna és megvágás, valamint a megvágás és a formaüreg közötti átmeneteket az örvénylés kiküszöbölésére jól le kell kerekíteni.

– Kerülni kell a keresztmetszetek hirtelen változását – különösen az elosztócsatorna és megvágás között –, mert különben a folyékony fém elválk a forma falától és ezen keresztül levegőt szív be.

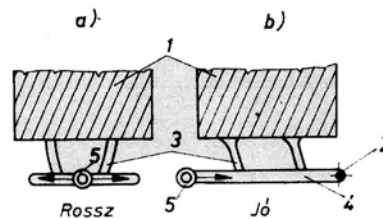
– A fém megnyugtatására a megvágások összes keresztmetszete nagyobb legyen, mint az elosztócsatorna keresztmetszete.

– A forma nyugodt és egyenletes kitöltéséhez több megvágás kell, ezáltal még kisebb öntési hőmérséklettel is jó öntvény önthető, mert elősegíti az öntvényben a jobb hőmérséklet-elosztást.

– A megvágásokkal a folyékony fémet úgy kell vezetni, hogy a dermedéskor sem az öntvény felületén sem ennek belsejében ne keletkezzék fogyási üreg, repedés vagy feszültség.

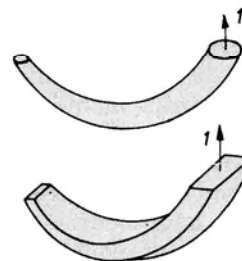
– A megvágásokat az öntvény vastagabb részére kell elhelyezni és itt is lehetőleg olyan helyre, ahol a felületet nem kell megmunkálni. Ha a darabot vastagabb helyen vágják meg, akkor a vékony részre hidegebb anyag jut, amelyet a vastagabb rész táplál. Az utóbbi rész táplálását tápfejjel érik el. A megvágás helyének helyes megválasztásával az Al-öntvények szilárdságát 50...100%-kal is lehet javítani. A megvágások elhelyezésekor sokszor figyelembe kell venni az öntvény tisztítási lehetőségeit is.

A megvágások keresztmetszete Al-öntvényekhez lapos négyzetes, nem pedig háromszög vagy félkör alakú. A megvágások az elosztócsatornában áramló fém folyási irányával szemben mindig visszafelé vágottak legyenek, azaz bennük a fém az előzővel ellentétes irányba áramoljék úgy, hogy a fém először végig kitöltse az elosztócsatornát és csak ezután folyékonyan bele a megvágásokba. Csak ilyenkor van oxidszűrő hatása (4.208. ábra). A megvágást az öntvény felé szűkíteni nem szabad – mert benne a fém ismét felgyorsulna, ami habképződést okoz –, hanem tágítani kell. A tágítás mértéke azonban ne legyen több 5...10°-nál, mert különben a fém több ágra oszolhat, ami ismét csak oxidálódási veszélyt jelent.



4.208. ábra. Az elosztócsatornára az áramlás irányába a) helytelenül csatlakozó és b) ezzel ellentétes, helyes megvágás kialakítása

1 öntvény; 2 levegőző csatorna; 3 felemelt megvágás; 4 elosztócsatorna; 5 beömlőszár

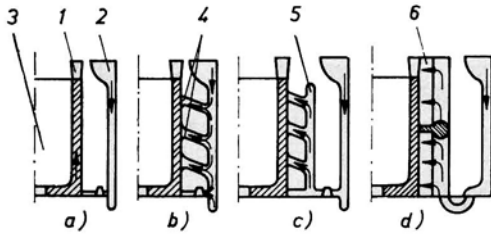


4.209. ábra. Lapos és körszelvényű, szarv alakú megvágás I a kihúzás iránya

Az Al-öntvényekben gyakran használják az ún. *szarv alakú megvágást*. Ezt olyan kör vagy lapos keresztmetszetű mintával képezik ki, amely mindkét változatban kissé kúpos, hogy a homokból könnyebben lehessen eltávolítani (4.209. ábra). A szarv alakú megvágás előnyei:

- a szifonszerű átömlés miatt a legtökéletesebben szűri az oxidot és a habot,
- kialakításával és lekerekítésével a fémbeömlés iránya tág határok között szabályozható, kiküszöbölve az ütközést.

Magas öntvények öntéséhez használt megoldás az ún. *szalag alakú megvágás*. Ha pl. egy magas hengeres testet a szokásos módon alulról vágnának meg (4.210. ábra), akkor a kedvezőtlen dermedési folyamat miatt a fém itt sokáig folyékony maradna, mert itt folyt át a teljes fémmennyiség, és ezt a részt nagyon felmelegítette. Itt szívódási üreg keletkezne.



4.210. ábra. Magas alumíniumöntvény különböző függőleges megvágási lehetőségei

1 tápfej; 2 beömlőszár; 3 öntvény; 4 lépcsős megvágás; 5 függőleges elosztócsatorna; 6 szalag alakú megvágás

A *b)* és *c)* ábrarészek szerinti lépcsős megoldás jobb. Ezek szerint a forma megtelésének mértékében mindig egy felsőbb szinten levő megvágás fogja a fémbetáplálást végezni, nem pedig a legalsó. Ezáltal a helyi túlhevülés mérséklődik. A *c)* megoldásnak a *b)*-nél is jobb szűrőhatása van, mert a megvágások nem a beömlőszárból, hanem külön függőleges elosztócsatornából ágaznak ki. Még ez a megoldás sem tesz azonban lehetővé folyamatosan emelkedő szintű fémbetáplálást a formaüregbe. Erre csak a *d)* megoldás alkalmas. Itt az öntvényt egy alkotója mentén teljes magasságban vágják meg szalag alakú megvágással. Ez kellően szűri a habot, ugyanakkor az öntvény egyenletesen alulról fölfelé dermed meg.

Az oxidációra, habosodásra hajlamos ötvözetek beömlőrendszer-elemeinek *keresztmetszetét* a forma felé haladva bővülőre készítik. Ilyenkor tehát a megvágások összkéretmetszete nagyobb, mint az elosztócsatornáé stb. A beömlőrendszer egymás után következő részeit (beömlőszár, elosztócsatorna, megvágások)  $A_b$ -,  $A_e$ - és  $A_m$ -vel jelölve:

$$A_b : A_e : A_m = 1 : (1,7 \dots 2,7) : (1,2 \dots 4,0) \quad (4.209)$$

A zárójelben feltüntetett értékek az irodalomban fellelhető szélső értékeket jelentik. E határok közt számtalan megoldás választható az adott ötvözet tulajdonságai szerint.

Az *öntési sebesség* 20...60 kg-os Al-öntvényekre 1...3 kg/s, ahol az alsó határ a na-

gyobb keresztmetszetű öntvényekre vonatkozik. Az öntési sebességből megállapítható az a megvágás-keresztmetszet, amely szükséges a fémmennyiség átengedéséhez. Az áramlási sebesség a megvágásokban általában 30...50 cm/s.

Az Al-öntészetben a *tápfejek* tömege az öntvényének általában 100%-a. Ezek a nagy tápfej-hányadok erősen megnövelik a fémbetétet és ennek olvasztásakor jelentkező leégési veszteséget. Minél messzebb van a tápfej a megvágástól és ezért minél hidegebb a tápfejbe jutó fém, annál nagyobbak kell lennie a tápfejnek. A tápfej keresztmetszete lehet kör, négyzet vagy téglalap, az öntvényfelület kiképzése szerint. A legjobb tápfej alak a csonkakúp, amely félgömbben végződik. Ha a tápfejet nem tudják valami ok miatt a darabra helyezni, akkor oldalt képeznek ki ún. szívógombot, és erre helyezik a tápfejet. A nyitott tápfejet dermedésének késleltetésére, hőszigetelése céljából homokkal hintik be, más esetekben pedig faszéndarával, vagy éghető anyagokat tartalmazó és ezek égése által hőt termelő kereskedelmi készítménnyel takarják le. A tápfej korai befagyásának megakadályozására a meleg fém utánöntés, a tápfej fűtése (pl. gázlánggal) közismertek.

Az öntvények irányított és egyidőben végbemenő megdermedését a megvágások számával és telepítésével, a tápfejek méretezésével és elhelyezésével egymagában nem lehet elérni. Ezek megfelelő helyre való tervezését az öntvény alakja, a tisztítási szempontok sokszor akadályozzák. Ilyenkor csak *hűtőbetétekkel* érhetik el a kívánt hatást.

#### 4.10.5.2. Kokillaöntés

##### A kokillák kialakítása

Ha kokillaöntéskor az öntvényben levő üreget vasaggal képezik ki, akkor teljes kokillaöntésről (4.211.a ábra), ha homokmaggal, akkor félsokkillaöntésről (4.211.b ábra) beszélnek.

A magot újabban héjmagból is készítik. Ez olyan homokmag, amelyben a kötőanyag műgyanta. A kokilla anyaga általában öntöttvas. A kokillát régebben – sőt még ma is gyakran, bár helytelenül – téglalakú öntöttvas tömbökből munkálták ki (4.211. ábra). Ez a megoldás nemcsak anyagpazarlással jár,