

2.6.4. Alumíniumöntvények öntése

Az alumíniumöntészetben hipoeutektikus, eutektikus és hipereutektikus összetételű ötvözeteket, valamint - ritkábban - színalumíniumot dolgoznak fel. Ezek kristályosodása is többféle. A színfémek és az eutektikus összetételű ötvözetek állandó hőmérsékleten, míg a többi ötvözet hőmérséklet közben szilárdul meg. Hogy az öntvények dermedése során kialakuló egyes szövetelemek (primer fém, szilárd oldat és eutektikum) nagysága, eloszlása, irányítottága, alakja stb. a lehető legkedvezőbb legyen, még az öntés megkezdése előtt, az öntő-hőntartó kemencében levő fémbe különböző adalékanyagokat kell bejuttatni. Ezt a műveletet sokféle jelzővel illetik (ezek egy részét a vasöntészetből vették át); módosítás, finomítás, nemesítés stb. Az egyes fogalmak mögött azonban még a fémöntészetrel közvetlenül foglalkozók sem mindig ugyanazt a tartalmat értik, így nem csoda, hogy sokszor az olyan ötvözeteket is nemesítőanyaggal kezelik, amelyekbe - pl. a mechanikai tulajdonságok javítása érdekében - szemcsefinomítót kellene bejuttatni.

Az alumíniumöntvények olvadt állapotban végzett - összefoglaló nevén nevezve - módosítása két fogalom, a szemcsefinomítás és a nemesítés köré csoportosítható. Az egyik a másiktól élesen elválasztható módszert és célt takar.

A *szemcsefinomításkor* minden esetben a primeren kristályosodó fázist finomítják. A színfémeket és a tisztán szilárd oldatként kristályosodó ötvözeteket minden esetben szemcsefinomítani kell. A hipoeutektikus ötvözeteket - esetenkénti mérlegelés után - vagy szemcsefinomítják, vagy nemesítik. Ugyancsak szemcsefinomítást kell végezni, amikor a hipereutektikus összetételű alumínium-szilícium ötvözetek (dugattyúöntvények) primeren kristályosodó fázisának (a szilíciumnak) a felapritása a cél.

A *Nemesítésen* az alumínium-szilícium ötvözetek eutektikumának a finomítását értik. A tisztán eutektikus összetételű sziluminok mechanikai tulajdonságait tehát csak nemesítéssel lehet javítani, míg a hipoeutektikus ötvözetek öntésekor esetenként kell elbírálni, hogy a primer fázist vagy az eutektikumot finomítva lehet-e elérni kedvezőbb eredményt. A hipereutektikus sziluminokat nem szabad nemesíteni.

Az alumíniumöntvények szemcsefinomítása

Az alumínium öntvények szemcsemérete 0,1 és 10 mm között változik. Többnyire az a cél, hogy az öntvények finom szerkezetűek legyenek. Általában finomszemcsének tartják azt az öntvényt, amelyben a szemcsék átlagos átmérője nem nagyobb, mint 1 mm.

Az öntvényben mindenféle gáz vagy zsugorodás által előidézett pórusok károsak, de legkevésbé fogadható el a durva porozitás. A pórusok durvasága azonban arányos a szemcsemérettel. Következésképpen a pórusok finomabb eloszlásúak és kevésbé károsak, ha az öntvények finomszemcsésék. Ezenkívül a finom szerkezetű öntvények mechanikai tulajdonságai is jobbak, mint a durva szemcsészetűeké. A zsugorodásból eredő repedés és melegrepedés is legtöbbször a durvaszemcsés szerkezetre jellemző. Az öntvények szemcseméretét az öntési hőmérséklet, a dermedési sebesség és a szemcsefinomító elemek jelenléte vagy hiánya határozza meg.

A szemcseméret egy öntvényen belül is eltérő lehet egyrészt a falvastagságbeli különbségek miatt, másrészt azért, mert az öntvény dermedését az állók, légzők, túlfolyók és hűtővasak elhelyezkedése is befolyásolja.

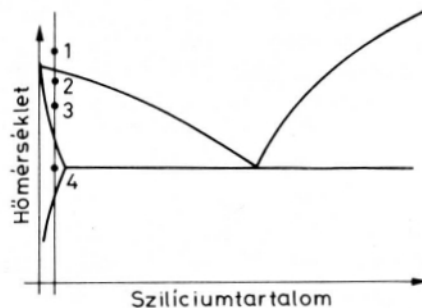
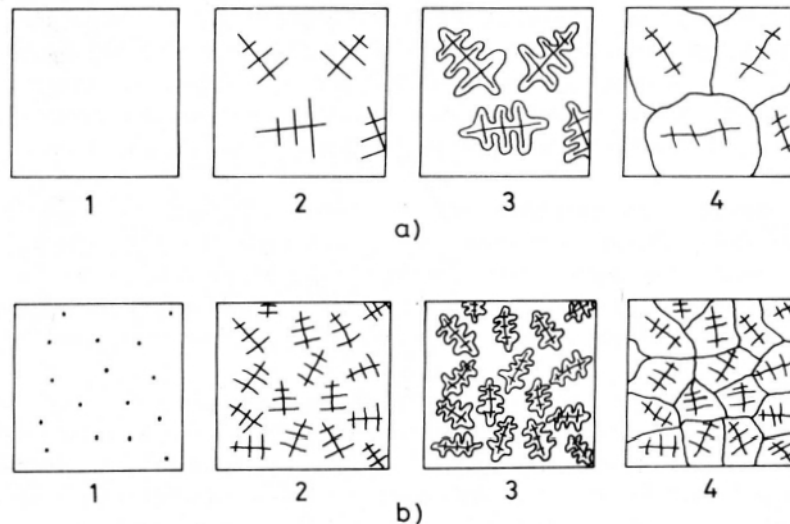
A finomszemcsés szerkezet elérésére szemcsefinomító elemeket (titán, bór, cirkónium, foszfor stb.) tartalmazó segédanyagokat adagolnak a fémolvadékhoz. Ezeket az elemeket sok esetben már az ötvözet előállításakor (a tömbgyártáskor) a fémbe lehet juttatni. Vagyis, ha egy öntőde csak tömbanyagot használ fel, akkor az öntődében elmaradhat a szemcsefinomítás. Ha azonban a betét hulladékot is tartalmaz, akkor többnyire az öntődében is kell szemcsefinomítást végezni.

A túlhevítés, a hosszú idejű hőntartás vagy a lassú dermedés következtében az alu-

míniumötvözetek szerkezete durvaszemcséssé válhat. Ennek következtében romlanak az ötvény mechanikai jellemzői, és durva pórusok is keletkezhetnek.

A szemcsefinomítás feladata a felsorolt hibák kiküszöbölése oly módon, hogy a folyékony fémbe a primeren kristályosodó színfém vagy a szilárdoldat csíráinak számát növelő adalékot juttatnak. Ennek hatásmechanizmusát szemlélteti a 92. ábra.

Kevés, vagy nem egyenletes finomsággal eloszlott csíra esetén az alfa-szilárdoldat kristályosodása bizonyos túlhűléssel kezdődik, a szövet durvul, míg ha kellő számú csíra van jelen, a túlhűlés nem, vagy csak kisebb mértékben következik be. Ilyenkor a szövet is több apró szemcséből fog állni. Ha ezeket a kristályosodás folyamán jelentkező hő effektusokat már a próbavétel során kellő érzékenységgű műszerrel regisztrálják, majd értékelik, az ötvények leöntése előtt tájékoztatást lehet kapni azok várható szövetszerkezetéről. Ezt az eljárást nevezik *termikus analízisnek*.



92. ábra. Tisztán szilárd oldatként kristályosodó ötvözet szemcseszerkezetének kialakulása a) szemcsefinomítás nélkül és b) szemcsefinomítással

1 a fém teljesen folyékony; 2 néhány kristály megjelenése az olvadékban; 3 a kristályok növekedése; 4 fém teljesen szilárd állapotban

A szilárd oldalként kristályosodó ötvözetek és a hipoetektikus sziluminok legelterjedtebben használatos szemcsefinomító eleme a titán, amelynek akkor a legjobb a hatása, ha titán-diboridként (TiB_2) kerül az olvadékba.

A szemcsefinomítók többnyire brikettált sópreparátumok (pl. a Servitemal cég Aluflux TH terméke), vagy segédötvözetek formájában (mint pl. a Kawwcki-Billiton cég AITi5B1 készítménye) kaphatók a kereskedelemben.

A 13...30 % szilíciumot tartalmazó hipereutektikus alumínium-szilícium ötvözetek (hiperszilek) primeren kristályosodó szilíciumának a finomításakor is az olvadt fémbe hoznak létre nagyszámú kristálycsírákat. Ez esetben a kristálycsírák szerepét leggyakrabban egy foszforvegyület, az AIP (alumínium-foszfid) tölti be. Az AIP, amelynek rácsállandója 0,545 nm, olvadási hőmérséklete nagyobb, mint a 0,553 nm rácsállandójú szilíciumé, ezért a fémkezelés hőmérsékletén

szilárd állapotban van. A hiperszilek szemcsefinomításához számos olyan vegyületet, ötvözetet dolgoztak ki - és hazánkban is forgalmaznak -, amelyekkel az AIP képződéséhez szükséges foszfor a fémfürdőbe juttatható. Ezek leggyakrabban vörösfoszfot tartalmaznak, de használnak CuP, SnP, FeP, NiP stb. ötvözeteket is. Több kutató a ként is javasolja szemcsefinomításhoz, amely - tapasztalataik szerint - a primer szilíciumkristályok szemcsefinomításával egyidejűleg az alumínium-szilícium eutektikumot is finomítja.

A hiperszil ötvözetek optimális szemcsefinomítási hőmérséklete 820 és 840 °C között van. Nagyobb hőmérsékleten az ötvözők egy része (pl. a magnézium) gyorsan kiég, míg a kisebb hőmérsékleten végzett szemcsefinomításkor a primer szilíciumkristályok kevésbé finomodnak, és durvulásra is hajlamosak. 900 °C-on a foszfidesírák már oldódnak, ezért az olvadék öntési hőmérsékletre való lehűtése után sem fejthetik ki szemcsefinomító hatásukat.

Általánosan elfogadott, hogy a 18...22 % szilíciumot tartalmazó hipereutektikus sziluminoknak 0,003 % foszfort kell tartalmazniuk, hogy a primer szilícium kellő mértékben finomodjon, alakja poliéderez legyen, és egyenletesen oszoljon el. A szemcsefinomítás hatása az olvadék hőntartásával, majd újraolvasztásával kismértékben csökken. 70...80 perces hőntartás után a primer szilíciumkristályok egy része növekedni kezd, 100... 110 perc után pedig folyamatos és gyorsuló nagyobbodás észlelhető.

Az öntési hőmérséklet a legtöbb kutató szerint megegyezik a 820...840 °C-os fémkezelési hőmérséklettel, néhányan azonban valamivel kisebb hőmérsékletet, 770...810 °C-ot javasolnak. Abban azonban egységes a vélemény, hogy 750 °C-os öntési hőmérsékleten a primer szilíciumkristályok mérete már rohamosan nagyobbodik, és a kristályok konglomerálódnak is.

Az alumíniumötvözetek nemesítése

A formaöntészetben legnagyobb mennyiségben feldolgozott hipoeutektikus és eutektikus összetételű alumínium-szilícium ötvözetek nemesítésének az a célja, hogy a heterogén eutektikumnak a szilíciuma a lehető legfinomabb eloszlású legyen. A leggyakrabban használt nemesítőelem a nátrium, amelyet 1920-ban a magyar származású *Patz Aladár* alkalmazott elsőként erre a célra, megnyitva ezzel az utat a - ridegsége miatt addig gyakorlatilag használhatatlan - sziluminok szinte korlátlan felhasználása előtt. További nemesítőszer: a stroncium és antimon.

A 6...13 % szilíciumot tartalmazó sziluminokban - a szilícium kristályosodási alakjától függően - a 93. ábrán látható lemezes, szemcsés és nemesített (tűs) eutektikus szövételétezik.

A lemezes szerkezetet hosszan elnyúlt, párhuzamos vagy kötegszerű szilíciumkiválások sora jellemzi. Az egyes szilíciumkiválások csaknem sima pereműek, nincsenek szögletes sarkaik. A szemcsés szövetben található szilíciumkristallitok nagy felületűek, hosszan elnyúltak, hegyes csúcsokkal és sarkokkal, és rendezetlenül helyezkednek el (egyenként orientáltak), nincsenek párhuzamos, kötegszerű csoportokba rendezve. A nemesített szövet szilíciumkristályai nem hosszúkásak (mint a lemezes szöveté), hanem lekerekítettek, és nincsenek hegyes csúcsaik és sarkaik (mint a szemcsés szövetben), mert növekedésük - feltehetően a felületi feszültség megnövekedése miatt - akadályozva van.



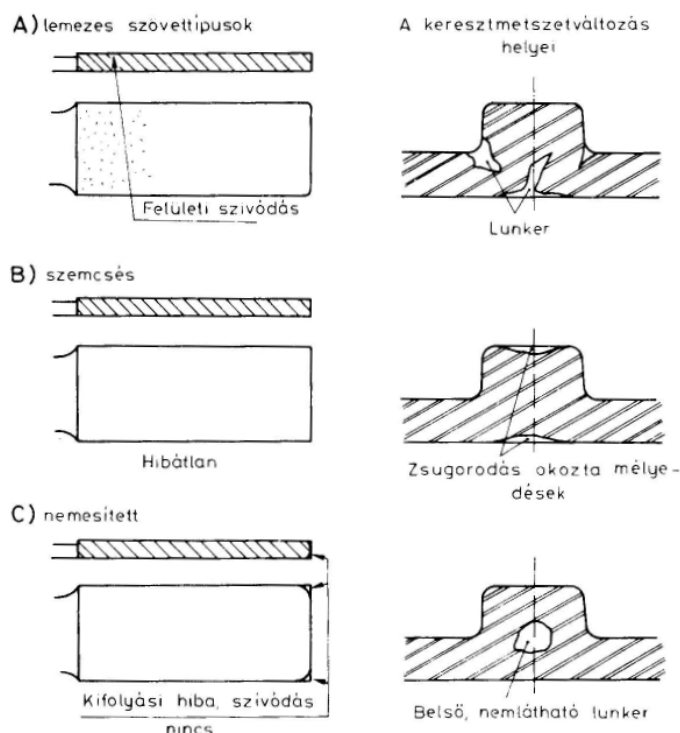
93. ábra. A sziluminok szövete

Természetesen a gyakorlatban a három szövettípus nemcsak „tisztán” fordul elő, hanem nagyon gyakran valamennyi megjelenik vegyes szövet alakjában.

A három szövettípus nem csupán mikroszkópi képében különbözik egymástól, hanem öntészeti tulajdonságaikat tekintve is, ahogyan az a 94. ábrán látható. A lemezes szerkezetű fokozottan hajlamos lunkerek képzésére. Valószínű, hogy a fém mozgását (áramlását) a kötegszerű szilíciumkiválások nehezítik meg, mert úgy hat, mintha kitáplálás közben a fémnek valamilyen rostos anyagon kellene keresztül hatolnia. Ezzel a hátránnyal szemben viszont a lemezes szövettípusnak jobb a nyúlási értékei, mint a szemcsésnek.

A szemcsés típusú szövet megkönnyíti a kitáplálást, a kisebb nyúlási értékek miatt azonban kevésbé szívós.

A nemesített szövettípus egyesíti a két másik szövettípus előnyeit. Hátránya, hogy a nemesítés bizonyos többletráfördítást igényel és hogy a nátriumos nemesítés hatása nem állandó, hanem a hőntartási idővel folyamatosan csökken.



94. ábra. A különféle szövetű sziluminok öntészeti jellemzői

Gyakorta előfordul, hogy az ugyanolyan típusú ötvözetömbök egyes adagjainak más és más a szövetszerkezete, aminek következtében nagyon eltérő mértékben hajlamosak lunkerképződésre. Jogos tehát az öntvénygyártóknak az a kívánsága, hogy az alumínium-szilícium ötvözetek eutektikuma - a lunkerképződés elkerülésére - mindig szemcsésen dermedjen meg, nem pedig hol lemezesen, hol pedig szemcsésen.

A fémöntők évtizedek alatt összegyűjtött - és kézzől kézre adott - „fogásainak” egyike, hogy ha az ötvözet túlságosan hajlamos a szivódásra, akkor ezt a zsebükben mindig megtalálható, egy-két darab, foszfort tartalmazó ötvözetnek (többnyire CuP-nak) a fémolvadékba juttatásával legtöbbször meg tudják szüntetni. E gyakorlati tapasztalatot igazolja a 95. ábra is, amelyen látszik, hogy kb. 0,0006 % foszfortartalomig a sziluminok szövete túlnyomóan lemezes, vagyis szivódásra hajlamos, míg 0,001 % foszfortartalom fölött a szövet túlnyomóan szemcsés, tehát kevésbé kell tartani a szivódástól.

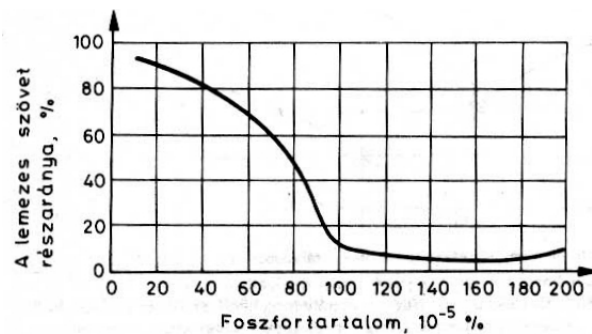
A 0,0006 % és 0,0010% foszfortartalom közötti tartományban van az átmenet a lemezesből a szemcsés szövettípusba. A kereskedelemben kapható eutektikus és majdnem eutektikus (enyhén hipoeutektikus) sziluminoknak a foszfortartalma pedig éppen ebbe a tartományba esik. Az ötvözőelem (fémszilícium) foszfortartalma ugyanis adagonként változik, ezenkívül az ötvözetgyártáshoz felhasznált hulladék mennyisége és összetétele is eltérő. Érthető tehát, hogy a foszfortartalommal együtt változnak az egyes adagok szövettípusai, ezzel pedig törvényszerűen az

öntészeti tulajdonságai is.

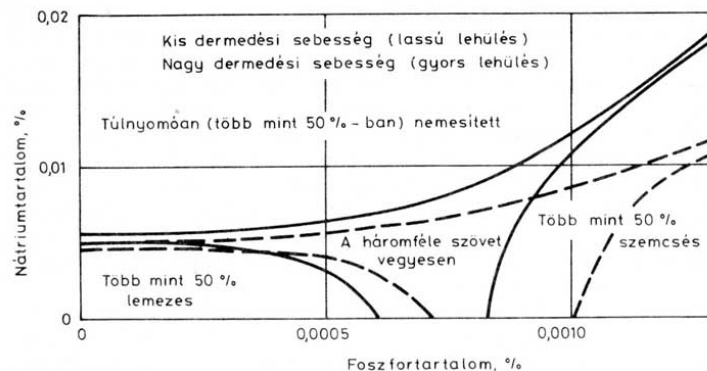
A biztonságos ötvénygyártás érdekében az ötvöztömbök foszfortartalmát szabályozni kell. Hogy ezt tudatosan kell végezni, azt a 96. ábra is megerősíti. Látható, hogy kis foszfortartalom esetén a lemezes szövet is, nagy foszfortartalom esetén pedig a szemcsés szövet is közvetlenül nemesített szövetbe megy át a nemesítés hatására. A szemcsés szövethez azonban több nátrium szükséges, mint a lemezes szövethez, vagyis ez utóbbi könnyebben nemesíthető.

A szemcsés szövet nemesítéséhez szükséges nagyobb mennyiségű nemesítőanyag a felhasználónak többletköltséget jelent, ezenkívül a nagyobb mennyiségű nátrium gyorsabban is ég ki az ötvözetből, tehát gyakrabban van szükség utánnemesítésre.

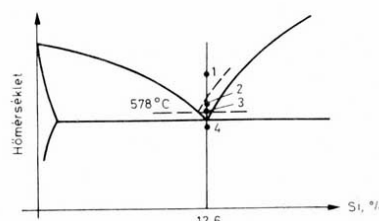
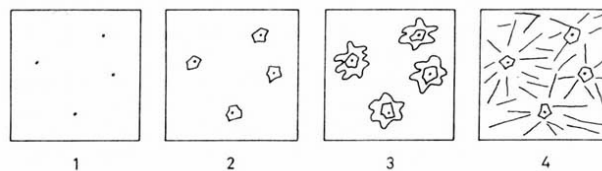
A felsoroltakból következik, hogy amíg a foszfor hozzáadása a nem nemesítendő ötvözetekhez kívánatos, addig a nemesítendő ötvözetek felhasználásakor bizonyos hátrányokkal jár. Ezért a foszfortartalmat olyan értékre (0,0010...0,0016%) célszerű beállítani, hogy a nem nemesített szövet még éppen szemcsésen dermedjen meg.



95. ábra. A lemezes szövet részaránya a foszfortartalom függvényében a kétalkotós alumínium-szilícium ötvözetekben



96. ábra. Az Al-Si ötvözet eutektikus szövetének szerkezete a foszfor- és nátriumtartalom függvényében, valamint a görbék eltolódása a dermedési sebesség függvényében



97. ábra. Eutektikus összetételű nem nemesített sziluminok kristályosodása

1 az ötvözet folyékony fázisban, hány AIP-csira van jelen, ami az ötvözetben fellelhető foszfor nyomoknak köszönheti;

2 néhány primer szilíciumkristály megjelenik az AIP-csira nyomán;

3 a primer kristályok szomszédságában szilíciumban szegény az olvadék, aminek következtében alumíniumban dús, rövid dendritek képződnek;

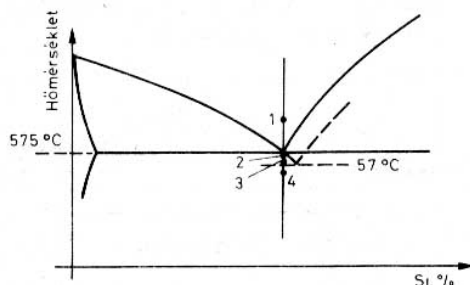
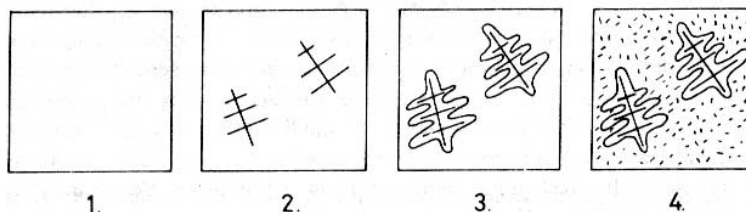
4 az ötvözet teljesen szilárd fázisban, lemezes szilícium és alumíniumban dús szilárd oldat

Ez esetben a nemesíthetőséggel kapcsolatos hátrányok még elviselhetők. Nyilvánvaló ugyanis, hogy a sziluminokat nem lehet szétválasztani nem nemesítendő (nagyobb foszfortartalmú) és nemesítendő (kisebb foszfortartalmú) minőségekre.

Bizonyos mennyiségű foszfort - amely minden ötvözetben, ha másként nem, nyomokban megtalálható - nemesítéskor a nátriumnak közömbösítenie kell. Egy eutektikus összetételű, kétalkotós szilumin kristályosodásakor lejátszódó dermedési folyamat látható a 97. és 98. ábrán. Ha nem nemesítik az olvadékot, akkor - az eutektikus összetétel ellenére - a foszfidcsírák következtében az eutektikus hőmérsékletnél nagyobb hőmérsékleten kezdődik meg a kristályosodás, és primer szilíciumkristallitok válnak ki. Az ötvözet tehát úgy viselkedik, mintha hipereutektikus lenne. Ha viszont nemesítik az olvadékot, akkor a foszfidcsírák semlegesítődnek, ezért az eutektikum szilíciumának kristályosodása még az eutektikus hőmérsékleten sem kezdődik meg.

A nátriummal nemesített eutektikus szilumin tehát úgy viselkedik, mintha hipoeutektikus volna. Szövetében az eutektikus ötvözetben elméletileg elő sem forduló alfaszilárdoldat dendritek kristályosodnak először, ezek közeit az igen finom szerkezetű, alumínium-szilícium eutektikum tölti ki.

A nemesítéskor a nátriumot elemi alakban (fémnátrium formájában), vagy vegyületként lehet bejuttatni az olvadékba. Az előző megoldás rendkívül nehézkes, ezért újabban szinte seholsem alkalmazzák. Legelterjedtebb, és szinte egyedülálló módja a nátriumos nemesítésnek a fémfürdő többalkotós sópreparátummal való kezelése. Közös vonása ezeknek a preparátumoknak, hogy nátrium-fluoridot tartalmaznak, ez ugyanis az egyetlen só, amely a fémkezelés hőmérsékletén leadja a nátriumtartalmát. A nemesítőszerkeket azonban kivétel nélkül többalkotósakra készítik, így csökkentve le a nátriumfluoridnak a - fémolvadék öntési hőmérsékletéhez viszonyított - nagy olvadáspontját.



98. ábra. Eutektikus összetételű, nátriummal nemesített szilíciumok kristályosodása

1 az ötvözet teljesen folyékony fázisban, az AIP-csírakat a nátrium bevitele megsemmisítette;

2 néhány alumíniumban dús dendrit keletkezése;

3 a dendritek növekedése;

4 teljesen szilárd ötvözet; a dendritek között az eutektikum rendkívül finom szemcseszerkezetű

A leggyakrabban használt sópreparátumok összetétele az 50. táblázatban látható. A nemesítési hőmérsékletet a felhasznált nemesítőszerszer és az ötvözet összetétele határozza meg. Nemesítéskor a fémolvadék hőmérséklete nem lehet kisebb 720...730 °C-nál. Ugyancsak általános szabály, hogy a nemesítés után 10...15 perc elteltével szabad csak megkezdeni az öntést. Ennyi időre azonban legtöbbször szükség is van, hogy a fémolvadék hőmérséklete - a rendszerint jóval kisebb - öntési hőmérsékletre csökkenjen, és a nemesítősókból felszabaduló gázok is eltávozzanak. A fémolvadék gáztalanítását ugyanis minden esetben a nátriumos nemesítés előtt kell elvégezni, különben a felszabaduló klórgáz a nátrium jelentős részét közömbösítené. A fémolvadék nátriumtartalmával a hidrogén oldékonysága is megnő, tehát ez is indokolja, hogy az olvadékot a lehető legkisebb öntési hőmérsékletre hűtsék vissza.

A nátriumos nemesítés - a fémolvadék kezelési hőmérsékletén túlmenően - igen nagy körütekintést és figyelmet igényel, könnyen előfordulhat ugyanis, hogy az ötvözetet alul-, vagy túlnemesítik. Mindkét esetben kedvezőtlenek lesznek a mechanikai tulajdonságok, túlnemesítéskor pedig még az olvadék folyékonysága is nagymértékben leromlik. A nátriumos nemesítés után egyébként kisebb-nagyobb mértékben mindig csökken a fémolvadék folyékonysága. Homokformába való öntéskor az a tapasztalat, hogy *vékonyfalú* (kb. 6 mm) öntvények öntésekor 0,03 %, a vastagfalú (20...30 mm) öntvények öntésekor 0,06 % nátriumot tartalmazó (vagy leadó) nemesítőanyagot kell az olvadékba juttatni.

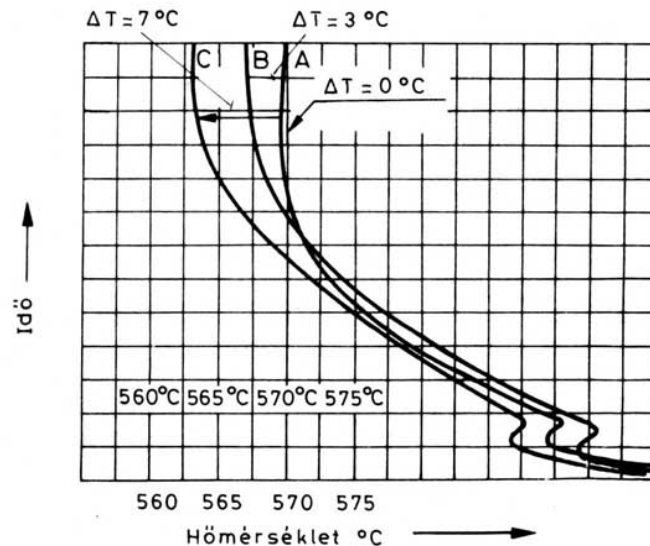
A nemesítés ellenőrzéséhez viszonylag egyszerű és elég pontos eljárás a termikus analízis, amelyet a vas- és acélöntődékben a karbontartalomnak, a szilíciumtartalomnak, a telítési számnak és a csíráképződési hajlamnak a meghatározására már régóta használnak.

A sziluminok nemesítettségének vizsgálatakor az ötvözetből vett próba lehülési görbéjéből az eutektikum dermedési hőmérsékletét, ill. annak túlhűlését határozzák meg (99. ábra). Mivel a túlhűtés mértéke és az ötvözet nátriumtartalma között szoros korreláció van, egy hitelesítési görbe (100. ábra) felhasználásával a túlhűlés értékéből megtudható a fémolvadék nátriumtartalma. Hogy az egyes nátriumtartalmakhoz alulnemesített, jól nemesített vagy túlnemesített szövet tartozik-e, azt a dermedési viszonyok (lehülési sebesség, formafal vastagsága stb.) is befolyásolják. Általános tapasztalat azonban, hogy 50 ppm nátrium alatt a legtöbb szövet alulnemesített, a 120 ppm-nél több nátriumot tartalmazó ötvözetek pedig általában túlnemesített szövetűek.

50. táblázat A sziluminok nemesítéséhez használt sókeverékek

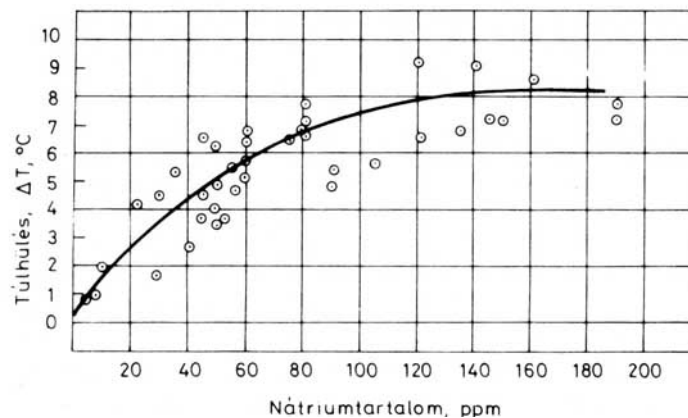
A sókeverékek összetétele, %			Olvadáspont, C°
NaCl	KCl	NaF	
40	40	20	600
20	45	35	650
32	4	64	660

Üzemi körülmények között azonban a nemesítés eredményességét legtöbbször töretpróbával vagy az olvadék felületének megfigyelésével ellenőrzik. Ha a gáztartalom ellenőrzésére szolgáló, már ismertett töretpróbának a tetejét 2...3 mm-re befűrészelik, majd eltörik, a törés fajtájából (rideg vagy szívós) és a töret felületéből (finom- vagy durvaszemcsés) megállapítható a nemesítettség mértéke. Ha a próba szívósan tört el, és a törete finomszemcsés, akkor kielégítő a nemesítés. Ha a próba ridegen törik és durvaszemcsés, akkor kevés az olvadék nátriumtartalma. Ha a jelenség ugyanez, de a töretben hólyagocskák is láthatók, akkor az olvadékot túlnemesítették, az öntést tehát nem lehet megkezdeni.



a) Nemesítetlen b) Jól nemesített c) Túlnemesített

99. ábra. Különböző nátriumtartalmú α AlSi ötvözetek lehülési görbéje az eutektikumra jellemző túlhűtéssel



100. ábra. Az eutektikum túlhűlése különböző nátriumtartalmak esetén α AlSi10Mg ötvözetben

Ilyenkor a nátrium kiegészének meggyorsítására az olvadékot a gáztalanító preparátum előírt mennyiségének kb. 1/4 részével célszerű ismét gáztalanítani, hogy a nátrium „kiegését” a felszabaduló klórgáz meggyorsítsa, és eközben a minden bizonnyal meg növekedett hidrogéntartalmat is csökkentsék.

A nemesítés ellenőrzésének másik módszere, hogy a töretpróbába kiöntött fémolvadék felületén levő oxidhártyát finoman félrehúzzák; ha a kéesszürke hártya azonnal megjelenik, akkor a fémolvadék túlnemesített vagyis az öntést nem szabad megkezdeni; ha a kéesszürke oxidhártya csak néhány másodperc múlva jelenik meg, akkor helyes volt a nemesítés; ha az oxidhártya fehér marad, akkor alulnemesített a fémolvadék.

Öntés homokformába

A homokformába öntés lehetővé teszi a legváltozatosabb méretű és formájú alumínium öntvények előállítását és a legtöbb alumíniumötvözet felhasználását. Ezenkívül - a viszonylag kis felszerszámozási költség következtében - a kis sorozatú öntvények előállításának is ez a leggazdaságosabb formája. A formázási eljárások, a mintakészítés, a magkészítés, valamint a formák és magok készítéséhez használt berendezések lényegében megegyeznek a más fémek homokformába öntésekor alkalmazottakkal.

Az alumíniumötvözetek általában könnyebben önthetők homokformába, mint az acél- és vasötvözetek, mert rendszerint nincs formabeégés, nincs szükség forma- és magbevonatokra, a kisebb öntési hőmérsékletek következtében a formázóanyagból kevesebb gáz képződik.

Az alumíniumötvözetek öntésekor, valamint a vas és réz alapú ötvözetek öntésekor felhasznált formázóanyagok között az alapvető eltérések a következők:

- az alumíniumötvözetek öntéséhez finomabb szemcsézetű homokokat használnak, - a homokkeverékeknek kisebb lehet a nedves-nyomószilárdsága, ezért könnyebb az öntvények ürítése,
- csak kis mennyiségű adalékanyagra van szükség,
- az alumíniumötvözetek öntéséhez természetes agyagot tartalmazó természetes formázóhomokot és
- anyagmentes kvarchomokból készült szintetikus keverékeket használnak. Ez utóbbiakhoz kötőanyagként bentonitot adagolnak.

Az öntvények felületi minőségét a formázóanyag szemcseösszetétele és nedvességtartalma határozza meg: minél finomabb a homok, annál simább felületű öntvényt kapunk.

A fémöntvények alaphomokjával szemben az öntödék különösebb igényeket nem támasztanak, megfelel a bányaalapotú, 5...10 % agyagtartalmú homok is. A szerves kötésű keverékek természetesen osztályozott, száraz, szennyezőktől mentes alaphomokot igényelnek.

A túlságosan nedves formázókeverékhől készült formáknak gyakran nem elég nagy a szilárdsága, vagyis ilyenkor a magok elmozdulhatnak. A túlzottan száraz, nagyobb szilárdságú forma viszont korlátozhatja az öntvények dermedés közbeni zsugorodását, és melegrepedést, esetenként pedig melegsakadást is okozhat.

Az alumíniumötvözetek homokformába öntésekor valamennyi hagyományos eljárással készített mag használható. Az alumíniumötvözetekhez kis sűrűségük miatt azonban a kisebb szilárdságú magok is megfelelnek.

A formák és magok készítéséhez használt mirhák és magszekrények lényegében megegyeznek az egyéb fémekből készített öntvények előállításakor felhasználtakkal, a zsugorodási ráhagyást kivéve. Az eutektikus összetételű Al-Si ötvözetek öntésekor 0,10 mm/cm-es, az erősen hipoeutektikus Al-Si ötvözetek öntésekor, mint pl. az öAlSi6Cu1 ötvözet is, valamivel nagyobb, 0,15 mm/cm-es zsugorodási ráhagyással kell számolni.

A beömlőrendszer.

Az alumíniumötvözet igen hajlamos az oxidációra, ezért a beömlőrendszert úgy kell kialakítani, hogy formatöltéskor a fémolvadék örvénylése minimális legyen.

Az örvénylés csökkentésének egyik módja, hogy a beömlőszárat (állót) kúpos alakúra készítik, az elosztócsatornákat az alsó formafélben, a rávágásokat pedig a felső formafélben helyezik el. Az álló tetejének a keresztmetszete 2-3-szor akkora legyen, mint az elosztóhoz csatlakozó alsó részé. Az elosztócsatorna állóhoz csatlakozó végének keresztmetszete kb. 4-szer akkora legyen, mint az álló csatlakozó szelvényéé. A rávágások keresztmetszeteinek összege legyen egyenlő az elosztócsatorna legnagyobb keresztmetszetével, vagy kissé haladja is azt meg. Az elosztócsatorna keresztmetszetét minden rávágás után csökkenteni kell a rávágás keresztmetszetével. Az elosztócsatorna nyúljon túl az utolsó rávágáson.

Az örvénylés csökkentésének másik módja, hogy az álló aljára szűrőmagot vagy üvegszövetet helyeznek, ezzel korlátozva a fém áramlását. Az alsó formafélben kialakított medence, amely közvetlenül az álló alatt van, egyenletesebbé teszi az olvadt fém áramlását az elosztó felé. A beömlőrendszer készítésekor lehetőleg kerülni kell az éleket és a sarkokat.

A rávágások száma az a legkisebb érték legyen (a formázási és tisztítási költségek érdekében), amely még biztosítja a formaüreg tökéletes megtöltését. Ha a formaüreg megtöltése nem kielégítő, akkor mégis inkább a rávágások számát kell növelni, és nem a fémolvadék hőmérsékletét növelni.

Az egyenletes vastagságú és vékonyfalú öntvények rendszerint nem teszik szükségessé a tápfejeket, a rávágásokkal szemben azonban légzőket okvetlenül el kell helyezni. A nem egyenletes falvastagságú vagy vastag szelvényű öntvényeken azonban - az utoljára megdermedő részekre - tápfejeket kell helyezni. A tápfejeket lehet a beömlőrendszerhez is kapcsolni, de gyakoribb, hogy a

tápfaj a formaüregen keresztül, annak megtelte után telik meg fémme. Ez utóbbi esetben - mivel a tápfajbe hidegebb fém került - a tápfajnek nagyobb térfogatúnak kell lennie. A fém olvadt állapotban való tartásának meghosszabbítására (a kitáplálás javítására) a tápfajek köré gyakran szigetelő hatású tűzálló anyagot helyeznek, vagy a fém felületére exoterm hatású anyagokat szórnak. Ezekre annál is inkább szükség van, mert a tökéletes kitáplálást biztosító tápfajméret sokszor akkora, hogy tömege az öntvény előállításához szükséges olvadt fém mennyiségének a többszöröse.

Kokillaöntés

A kokillaöntés, azaz a fémformába öntés sok változata ismert: gravitációs öntés, pörgető öntés, kisnyomású öntés, nyomásos öntés, szűkebb értelemben azonban csak a fémforma gravitációs úton való megtöltését nevezik kokillaöntésnek. Az alumíniumöntvényzetek kis olvadáspontjuknál fogva különösen alkalmasak arra, hogy ezzel a technológiával dolgozzák fel őket, ezért közepes sorozatnagyság esetén - ha a felületminőség, a tűrés stb. azt lehetővé teszik - előszeretettel alkalmazzák. Az öntvény mechanikai tulajdonságainak a gyorsabb dermedésből következő javulásán kívül sokszor a költségtényezők is a kokillaöntés mellett szólnak. Bár a felszerszámozási költségek nagyobbak, mint homoköntéskor, a kokillaöntvény kg-onkénti költsége - az öntvény tömegétől és alakjától függően - már néhány száz darabos sorozat esetén is kisebb lehet, mint homoköntéskor.

A kokillák készítéséhez - kis és közepes sorozatnagyság esetén - legalkalmasabb és egyben legolcsóbb anyag a nagy grafittartalmú (összes szén 3,5 %, grafit 3 %, szilícium 2,0 %, foszfor legfeljebb 0,5 %, kén legfeljebb 0,1 %, mangán 0,5 % összetételű) öntöttvas. A különböző fémöntvényzetek öntéséhez használható kokillák javasolt anyagai az 51. táblázatban láthatók.

A kokillák készítéséhez ajánlott anyagok

51. táblázat

Az öntendő ötvözet	Az öntések száma		
	1000	10000	100000
<i>Kisméretű, max. 25 mm falvastagságú öntvényekhez</i>			
Cink	szürkevas, 1020jeiű acél		
Alumínium, magnézium	szürke öntöttvas, 1020 jelű acél	szürke öntöttvas, 1020 jelű acél, H 11 jelű acél	szürke öntöttvas H 14 acélból készült betétekkel, 1020 jelű acél
Réz	szürke öntöttvas	szürke öntöttvas	ötvözött öntöttvas
Szürke öntöttvas	szürke öntöttvas ¹	szürke öntöttvas ¹	ilyen mennyiséget még nem öntöttek
<i>Közepes- és nagyméretű öntvényekhez</i>			
Cink	szürke öntöttvas, H 11 acél ²	szürke öntöttvas, H 11 acél ²	szürke öntöttvas, H 11 acél ²
Alumínium, magnézium	szürke öntöttvas	szürke öntöttvas	szürke öntöttvas, H 11 jelű acél, H 14 jelű acél ³
Réz	ötvözött öntöttvas	ötvözött öntöttvas	ötvözött öntöttvas ⁴
Szürke öntöttvas	szürke öntöttvas ¹	szürke öntöttvas ¹	ilyen mennyiséget még nem öntöttek

1 Ugyanolyan összetételű, mint amelyet öntenek

2 Olyan közepes méretű öntvények előállításához használandó, amelyknél különös felületi simaságra van szükség.

3 Az ajánlás a közepes méretű öntvényekre vonatkozik. Nagy öntvények öntésekor szürke öntöttvas ajánlott H 11-es acélbetétekkel, vagy H 11-es acél

4 Az ajánlás közepes méretű öntvényekre vonatkozik. Nagy alkatrészeket ilyen mennyiségben nem öntenek.

A kokillafalak vastagsága az öntvény méretétől és az ötvözetől függ, az öntvénynek általában 2-5-szöröse. A nagyméretű, vékonyfalú kokillákat inkább bordákkal kell megerősíteni, mintsem szilárdságát és merevségét vastagságával növelni. A kokillafalak vastagságának kiválasztásakor figyelembe kell venni, hogy minél vékonyabb a kokillafal, annál könnyebben melegszik fel (de a következő öntésig könnyebben le is hűl), mint a vastag falú kokilla.

Azt az ideális állapotot, hogy az öntvény minden keresztmetszete egyszerre és egyenletesen dermedjen meg, a kokillafal vastagságával természetesen nem lehet szabályozni. Az irányított dermedést a tápfejek és rávágások elhelyezésével, valamint a kokillamáz fajtájának (hőszigetelő vagy nem hőszigetelő) és vastagságának kiválasztásával lehet befolyásolni. Néhány, házilag is elkészítendő szigetelő- és kenőhatású bevonóanyag összetételét az 52. táblázat tartalmazza.

A formaüregeket kiképző magokat az 53. táblázatban látható anyagokból, az 54. táblázatban szereplő kúposággal célszerű készíteni.

A rávágás kialakításának elvei nem különböznek lényegesen a homoköntésnél elmondottaktól.

Az egyszerű és kisméretű kokillákat - ha az öntvény alakja megengedi - könyvszerűen kinyithatóra készítik, a nagyobb kokillákhoz azonban már gépi mozgatásra van szükség. Napjainkban a kokillázógépek széles választéka áll az öntődék rendelkezésére, az egyszerűbbektől a teljesen automatizált (automatikus kokillamozgatás, forma- és magkezelés, fémbeöntés, öntvénykivétel stb.) berendezésekig.

Házilag is előállítható kokillabevonó anyagok összetétele, %-ban, a többi víz.

52. táblázat

Sor szám	Szigetelőanyagok						Kenőanyagok			
	Nátrium- szilikát	Kréta- por	Samott- por	Fém- -oxid	Diatózma- föld	Zsírkő	Talkum	Mika	Grafit	Bór sav
1	2	-	4	-	-	-	-	-	1	-
2	8	-	4	-	-	-	-	-	-	-
3	-	7	-	-	-	-	-	-	-	7
4	12	9	-	-	-	-	-	-	-	-
5	5	11	-	2	-	-	5	-	-	-
6	9	-	4	-	-	14	-	-	-	-
7	11	-	-	17	-	-	-	-	-	-
8	-	-	4	-	-	23	-	5	-	-
9	7	-	1	-	-	23	-	2	-	-
10	23	-	-	-	-	-	20	-	-	-
11	30	-	-	-	5	-	10	-	-	-
12	18	-	-	-	41	-	-	-	-	-
13	8	-	-	60	-	-	-	-	-	-
14	7	-	-	-	-	-	62	-	-	-
15	20	53	-	-	-	-	-	-	-	-

A magok anyaga kokillaöntéskor

53. táblázat

Az öntendő ötvözet l	A mag ajánlott anyaga ¹
Kisméretű (75 mm-nél kisebb átmérőjű és 250 mm-nél rövidebb) magokhoz	
Cink	homok, gipsz, szürke öntöttvas, 1010 jelű acél
Alumínium, magnézium	1010 vagy 1020 jelű acél, homok, gipsz, H 11 vagy azzal egyenértékű acél ² , szén ³
Réz	homok, 1020 jelű acél, szürke öntöttvas, gipsz, grafit ³
Szürke öntöttvas	homok, grafit, szén, szürke öntöttvas
Nagyméretű (75 mm-nél nagyobb átmérőjű és 250 mm-nél hosszabb) magokhoz	
Az öntések száma	

1000		10000	100000
Cink	szürke öntöttvas, 1020 jelű acél	szürke öntöttvas, 1020 jelű acél	szürke öntöttvas, 1020 jelű acél
Alumínium, magnézium ⁴	szürke öntöttvas, szürke öntöttvas 1020 jelű acélbetétekkel, homok, gipsz	szürke öntöttvas, szürke öntöttvas 1020 vagy H 11 jelű acélbetétekkel, homok, gipsz	szürke öntöttvas, szürke öntöttvas H 11 jelű acélbetétekkel, H 11 acél
Réz	homok	homok	ilyen mennyiséget még nem öntöttek
Szürke öntöttvas	homok, grafit, szén, szürke öntöttvas	homok, grafit, szén, szürke öntöttvas	ilyen mennyiséget még nem öntöttek

1 Az anyagok a preferencia sorrendjében vannak felsorolva

2 42...45 Rockwell-keménységre edzve

3 Viszonylag kis számú öntéshez

4 Bonyolult alakú üregekhez homokmagokat kell használni

Az acélmagokkal kialakított furatokra vonatkozó kúposági előírások*

Furatméret, mm		Egy oldalra eső kúposág
Átmérő	Max. mélység	
4	4	10°
13	25	5°
25	50	3°
50	100	3°
100	200	3°

* Minden kokillába öntött nemvasfémre érvényes

2.6.5. Rézötvözetek olvasztása

A rézötvözeteket kiemelhető, vagy billenthető kivitelű téglyes kemencékben, nyílt lángú lángkemencékben, magos vagy mag nélküli indukciós kemencékben és indirekt fűtésű ívkemencékben olvasztják.

Lángkemencékben végzett olvasztáskor a tüzelőanyagnak a levegőhöz viszonyított arányát szigorúan ellenőrizni kell, hogy az előírt oxidáló, redukáló vagy semleges atmoszférát biztosítani lehessen.

Beadagolás előtt a kemencefalazatot alaposan meg kell tisztítani és vörös izzásig fel kell fűteni. A rézötvözetek olvasztásakor - az alumíniumot tartalmazók kivételével - csak ritkán használnak tisztítószerket. Ha a kismértékben mindig meglevő szennyeződéstől mégis meg akarják tisztítani a fürdőt, akkor azt - kész segédanyagok hiányában - bórax és kvarc keverékének (100 kg betéthez 3 kg bórax és 1 kg kvarc) vagy üvegtörmeléknek a fürdőbe juttatásával lehet elvégezni. Mindkettő hasonló salakképző anyag.

A kaparószerszámokat, keverőrudakat és egyéb, az olvasztási művelethez használt eszközöket többnyire acélból készítik, mert a vas jóformán oldhatatlan a rézötvözetek olvadáskor.

Csapoláskor célszerű kevés salakot az öntőüstbe engedni, mert ez védi a fémfürdőt, miközben azt az öntési helyre viszik. Az öntés megkezdése előtt a salakot természetesen le kell szedni.

Csapolás után a kemencék falát gondosan meg kell tisztítani a rátapadt salaktól, mert az reakcióba lép a tűzálló anyaggal és károsítja azt. Lángkemencékben - redukáló atmoszféra esetén - a salakot úgy is lehet csökkenteni, hogy annak réz-oxid-tartalmát fémrézre redukálják.

Bármilyen típusú olvasztókemencében végezzék is az olvasztást, az olvadék feletti atmoszféra a fő forrása az olvadék oxigén- vagy hidrogénfelvételének. Ez az atmoszféra lehet oxidáló, redukáló vagy semleges.

Ha az olvadék feletti atmoszféra a levegő (pl. indukciós kemencében való olvasztáskor), akkor az atmoszféra oxidáló.

A lángkemencékben az atmoszféra mindhárom változata előállítható. Ha az égés tökéletes, és legalább 0,5 % oxigénfelesleg van, akkor ez az atmoszféra is oxidáló. Ha a tökéletlen égés következtében felesleges szénhidrogén marad a kemencetérben, akkor redukáló atmoszférával lehet számolni. Ha az égés igen kevés(0,5 %-nál kevesebb) oxigénfelesleggel megy végbe, akkor semleges az atmoszféra.

Ha az atmoszféra oxidáló, akkor az olvasztási és hőntartási idővel együtt növekszik a fémolvadék oxidtartalma. Ilyen esetben az oldott hidrogéntartalom minimális. A nagyobb mennyiségű cinket tartalmazó rézötvözeteket (sárgarezeket) oxidáló atmoszférában kell olvasztani, hogy csökkentsük a gőzölgés révén bekövetkező cinkvesztiséget.

Ha redukáló atmoszférában olvasztanak, akkor a hidrogén szabadon feloldódhat a fémolvadéokban. A redukáló atmoszférát előtérbe helyező szakemberek azzal érvelnek, hogy az ily módon csökkenő tüzelőanyag-felhasználás, valamint a kisebb oxidációs veszteség kompenzálja a hidrogén eltávolítására fordítandó járulékos költségeket.

Semleges atmoszférában végzett olvasztáskor az oxigénnek és a hidrogénnek az olvadéka jutását a fürdő felületére szórt faszénnel lehet csökkenteni.

Azt, hogy az atmoszféra oxidáló vagy redukáló-e, - gázmeghatározó készülék hiányában - a láng megfigyelésével is meg lehet állapítani. Ha a láng hosszú, átlátszatlan és sárga, akkor az atmoszféra redukáló. Ha a láng rövid és átlátszó, akkor az atmoszféra oxidáló. Másik módszer, hogy a lángba polírozott cinklapocskát helyeznek. A cinklapocská enyhén redukáló atmoszférában sárga vagy halványzürke lesz, erősen redukáló atmoszférában megfeketedik, oxidáló atmoszférában pedig változatlan marad.

A szennyezők hatása

Rézötvözetek olvasztásakor többnyire nem fordítanak gondot a fémes szennyezők eltávolítására. Ha a szennyeződés mégis bekövetkezett, az adagot többnyire tömbösítik, majd apránként újra visszaadagolják olyan ütemben, hogy a fémes szennyezőelemek még a szabvány által előírt határon belül legyenek.

A rézötvözeteknek a hidrogén és az oxigén a két legjelentősebb szennyezőjele. A hidrogén vegyületképződés nélkül oldódik, oldékonysági határát az ötvözőelemek is befolyásolják. Az öntartalom például csökkenti az oldékonyságot. Az oxigén és az oxidálószer (réz-oxid, alumínium) szintén csökkenti, míg a nikkel és a foszfor növelik a hidrogén oldékonyságát. A rézötvözetek olvadáspontján (vagy dermedéspontján) is ugrásszerűen megváltozik a hidrogén oldékonysága. Ezért az öntvények dermedésekor felszabaduló hidrogén - amelynek mennyisége az olvadék telítettségétől függ - sok esetben okoz öntvényhibákat.

Az oxigén a dermedés során nem okoz porozitást. Ha azonban oxigén és hidrogén is van jelen, akkor a keletkező vízgőz már lehet ilyen hiba okozója.

A nitrogén és a szén-dioxid oldhatatlan a rézötvözetben. A szénhidrogénekben levő karbon szintén inertnek számít. A szén oldódik a rézben, de az oxigénhez hasonlóan szintén vegyületet képez. Ha a dermedéskor kén és oxigén is jelen van, akkor kén-dioxid szabadul fel, ami szintén porozitást okozhat. Ezért a nagy kén-tartalmú tüzelőanyag használatát lehetőleg kerülni kell.

A hidrogén eltávolítása. Az oldott hidrogént a rézötvözetek olvadékból oxidáló salakok felhasználásával, vagy az olvadék száraz levegővel, illetve inert gázzal (rendszerint nitrogénnel) való átfuvarításával lehet eltávolítani.

Az oxidáló salakok réz- és mangán-oxid alapúak, ezenkívül bárium-peroxidot, bárium-karbonátot és kalcinált szódát tartalmaznak. Az oldott hidrogén a salak oxigénjével való reakciója következtében távozik el az olvadékból. Ennek az eljárásnak azonban a következő hátrányai vannak:

- öntés előtt a salak eltávolítása többletmunkát igényel
- a kemencebélés vagy a tégely élettartama lerövidül,
- a salakot gyakran meg kell újítani, mert az elhasználódott oxigénjét nem tudja a levegőből pótolni,
- feltapadás miatt a fémnek 1...3 %-a veszendőbe megy.

Az oxidáló salakokkal való gáztalanítás ott ajánlatos, ahol a salakképző anyagot könnyen be lehet juttatni az olvadéka, valamint ott, ahonnan könnyen el is távolítható.

A hidrogén eltávolítása öblítéssel (gázbefúvatással) a kényelmesebb és gazdaságosabb megoldás,

és eredményesebb is, mint az oxidáló salakokkal. A többnyire grafitcsövön keresztül buborékoltatott nitrogén vagy a száraz levegő nitrogénje elegyedik a hidrogénnel, és buborékok formájában a felszínre jut. A száraz levegő valamivel hatásosabb tisztítószer, mint a tiszta hidrogén, mert ilyenkor a mechanikai gáztalanítás mellett - az olvadékban levő hidrogén és a levegő oxigénjének reakciója következtében - kémiai gáztalanítás is végbemegy. Az örvénylésmentes gáztalanítást nagy buborékfelület/olvadékfelület aránnyal, vagyis a befűvandó anyag minél nagyobb elporlasztásával lehet elérni. A gáztalanítás idejét és az időegységben átáramoltatandó levegőmennyiséget az 55. táblázat tünteti fel.

Az öblítéses hidrogéneltávolítás a kis felületű, *mély* olvadékokban (pl. téglyes kemencékben) a leghatásosabb. A gáztalanítást a lehető legkisebb hőmérsékleten, az öntési hőmérséklet közelében kell elvégezni, hogy minél kisebb legyen az eltávolítandó oldott hidrogén mennyisége. Az átfűvátás során - az öblítőgáz hűtőhatásának ellensúlyozására - a fémolvadékot mindvégig melegíteni kell.

Dezoxidáció. Ehhez sokféle anyagot lehet használni. Hatásossága és olcsósága miatt rendszerint 15% foszfort tartalmazó foszfor-rezet használnak, amelyet apró alakban, többnyire sörét formájában adagolnak az olvadékba (100 kg fémolvadékhoz 50...100 g CuP 15).

Igen hatásos dezoxidálószer a *lítium* (tízszer hatásosabb mint a foszfor-réz), amelynek az az előnye, hogy lítium-hidroxid képződése közben a hidrogént is eltávolítja.

Gyakran használnak 2 % nátriumtartalmú cinket is dezoxidáláshoz.

A rézötvözetek olvadéka gáztartalmának kvantitatív meghatározása nehézkes és hosszadalmas. A gáztartalom léte vagy hiánya azonban könnyedén meghatározható az alumíniumötvözetek olvasztásakor ismertett ún. pogácsapróba-öntésével. Ha e próba felülete dermedés közben zsugorodik, akkor az olvadék - formaöntészeti szempontból - gázmentesnek tekinthető. Ha azonban a próba felülete felpuffad, akkor valószínű, hogy nagy az olvadék hidrogéntartalma.

A hidrogénnek a rézötvözet-olvadékokból való eltávolításához szükséges öblítési idő és az átáramoltatandó levegő mennyisége

55. táblázat

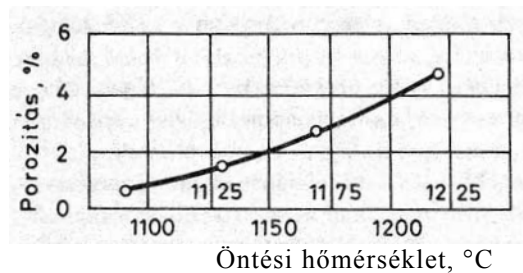
Az olvadt fém tömege, kg	Öblítési (fűvátási) idő, min	Átáramoltatandó levegő mennyiség, l/min
50	4	5
100	4	6
200	5	6
400	6	8

Az öntési hőmérséklet hatása az öntvények minőségére

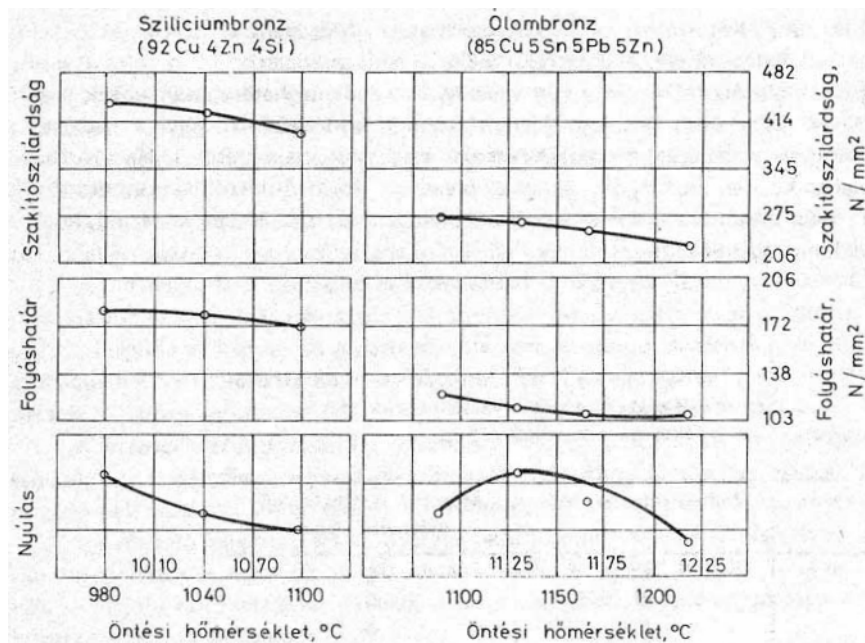
Megközelítően semleges kemenceatmoszféra esetén a túlhevítés nem károsítja túlzottan az olvadékot, csupán a cink, ón és ólom egy része gőzölög el. Ezek az elemek azonban viszonylag könnyedén pótolhatók.

A fém öntési hőmérséklete azonban az öntvények mechanikai tulajdonságait igen jelentősen befolyásolja. Az öntvények maximális tömörségét és szilárdságát a lehető legkisebb hőmérsékletű fém öntésével lehet elérni, ahogyan az a 101. és 102. ábrákon is látható. A szilíciumbronzok nyúlását például az optimálisnál 200 °C-kal nagyobb öntési hőmérséklet körülbelül 11 %-kal csökkenti.

A sárgarezek mechanikai tulajdonságait a nagy öntési hőmérséklet kevésbé rontja. Ennek ellenére az erőteljesebb salakképződés, valamint a fémolvadék és a formafal között lejátszódó reakció csökkentése érdekében célszerű az öntési hőmérsékletet a lehető legalacsonyabb értéken tartani. A cink-oxid elgőzölögését 0,25 % alumínium ötvözésével szokták csökkenteni, ez az elem az olvadék folyékonyságát és az öntvény felületi minőségét is javítja. Károsan befolyásolja viszont az ötvözet nyomószilárdságát. Ez elkerülhető, ha az olvadék folyékonyságát alumínium helyett foszfor adagolásával javítják (100 kg olvadékhoz kb. 50 g CuP 15).



101. ábra. Az öntési hőmérséklet hatása a 85Cu5Pb5Sn5Zn ötvözet porozitására



102. ábra. Az öntési hőmérséklet hatása kétféle rézötvözet mechanikai tulajdonságaira

A mangánbronzok mechanikai tulajdonságai nem érzékenyek az öntési hőmérsékletre.

Az alumíniumbronzok mechanikai tulajdonságait is csak csekély mértékben változtatja meg az öntési hőmérséklet. Ennek ellenére ezt is a lehető legkisebb hőmérsékleten kell önteni, hogy az olvadék és a formafal közti reakció következtében ne képződjenek oxidzárványok, és hogy ne növekedjen meg az olvadék gáztartalma sem.

A legtöbb (vékonytól közepes falvastagságig terjedő) öntvény öntésekor úgy kell kiválasztani a rézötvözetek öntési hőmérsékletét, hogy a formatöltés befejeződésének pillanatában a formaüregben levő olvadt fém hőmérséklete csak kb. 10 °C-kal haladja meg a likvidusz-hőmérsékletet.

2.6.6. Rézötvözetek öntése

A fontosabb rézötvözeteket az 56. táblázatban látható hőmérséklet-tartományon belül célszerű önteni. Annak ellenére, hogy ezek meglehetősen széles tartományok, a rézötvözetek öntési hőmérsékletének pontos kiválasztása rendkívül fontos tényező. A vékonyszelvényű öntvényeket a tartomány felső határán kell önteni, míg fordított esetben, a vastag falú öntvények öntésekor a tartomány alsó határához közel eső öntési hőmérsékletet célszerű választani. Egyazon típusú öntvények készítésekor, vagy több forma egyetlen üstből való leöntésekor legfeljebb 50 °C-os hőmérséklet-ingadozás engedhető meg.

Az öntési hőmérséklet megbízható ellenőrzése azért is fontos, mert ha az öntvényeket túlságosan nagy hőmérsékletű fémből öntik, akkor

- a gáz oldhatóságának megnövekedése miatt várhatóan sok lesz az öntvényben a gázpórus és a belső zsugorodás okozta lunker,
- az oxidációs hajlam megnövekedése miatt csökkenhet néhány ötvözőelemnek a mennyisége, a képződő salak pedig a formaüregbe kerülhet,

- homokformába öntéskor megnő annak a valószínűsége, hogy a fém reakcióba lép a formázóanyaggal, és a képződött gázoknak, gőzöknek a formaüregből való elvezetése nehézséget okoz.

Ha az öntvényeket túlságosan hideg fémből öntik, akkor

- az öntvények hidegfolyásosak lesznek, az öntvény kitáplálása elégtelen lesz, aminek következtében külső és belső lukerek képződnek,
- a fémsugár az egyébként könnyen elkülönülő és az elosztócsatornában maradó salakot a formaüregbe sodorhatja,
- a csökkent folyékonyságú fém megakadályozhatja, hogy a fém lehűlése során a formaüregben felszabaduló gázok a légzőbe távozzanak, aminek következtében az öntvények gázlyukacsosak lesznek.

Néhány fontosabb rézötvözet öntési hőmérséklet-tartománya*

56. táblázat

Az ötvözet jele	Elnevezés	Öntési hőmérséklet, °C
88Cu-6Sn-1,5Pb-4,5Zn	vörösötvözet	1060-1260
80Cu-10Sn-10Pb	ólombronz	1010-1230
85Cu-5Sn-5Pb-5Zn	vörösötvözet	1060-1290
76Cu-2,5Sn-6,5Pb-1,5Zn	vörösötvözet	1060-1260
57,5Cu-39,25Zn-1,25Fe-1,25Al-0,25Mn	kiilónleges -	955-1095
64Cu-26Zn-3Fe-5Al-4Mn	sárgaréz	980-1150
88Cu-3Fe-9Al	alumíniumbronz	1095-1200
81Cu-4Si-15Zn	szilíciumbronz	980-1150
96,5Cu,5Be-1,1 Ni	berilliumbronz	1010-1230

* A hőmérséklet-tartomány felső értéke a vékonyfalú, az alsó érték a vastag falú öntvények öntéséhez ajánlott

Gyakori eset, hogy az egy üstből leöntött formáknak az öntés elején vagy végén készített néhány darabja nem megfelelő minőségű (például nem kellően tömör). Ennek az a legvalószínűbb oka, hogy a fémolvadék még túlságosan meleg, vagy már túlságosan hideg volt. Ezt a hibát a leöntendő formák számának helyes kiválasztásával ki lehet küszöbölni. Ilyenkor még azon az áron is érdemes a forrnak számát csökkenteni, hogy az öntőüstben levő fém egy részét vissza kell önteni a kemencébe.

A rézötvözeteket öntéstechnikai szempontból a következő két csoportba lehet sorolni:

- összefüggő, tapadó, nem folyékony salakokat vagy oxidokat képező ötvözetek, amelyeknek tipikus megtestesítője az alumíniumbronz és a mangánbronz, - folyékony salakokat és oxidokat képező ötvözetek, amelyeknek legtipikusabb képviselője az ólombronz (80Cu10Sn10Pb), és a vörösötvözet (85Cu5Sn5Pb5Zn). Az első csoportba tartozó rézötvözeteket nagyon figyelmesen kell önteni. Öntés közben úgy viselkednek, mint az alumíniumötvözetek olvadáskor, ezért az öntésmódokat is hasonlóan kell kiválasztani. Többek között ügyelni kell arra, hogy
- az összefüggő oxidfilm takarta fémolvadékot öntés előtt ne keverjék meg, ne hogy az oxidok az olvadékba kerüljenek,
- az öntőüstbe csapoláskor a fémolvadék esési távolsága a lehető legkisebb legyen, - öntés közben a fémsugár folyamatos és egyenletes vastagságú legyen, hogy a körülötte kialakuló – a fémsugarat további oxidálódástól védő - alumínium-oxid burok ne szakadjon meg.

Az e csoportba tartozó ötvözeteknek igen szűk a dermedési tartományuk, és a színtémekhez hasonlóan dermednek meg, vagyis az összes zsugorodási üreg az utoljára megdermedő öntvényrészre koncentrálódik. A fogyási üregek (belső lukerek) kialakulását a tápfejek megfelelő méretezésével és elhelyezésével lehet elkerülni. A táplálás elősegítésére a fémot jóval a likvidusz hőmérséklet fölött öntik. Ekkor még a tápfejbe jutó fém is elég meleg ahhoz, hogy az alulról felfelé irányuló (irányított) dermedés következtében, a vastag falú részekben kialakuló fogyási üregek helyére is eljusson a tápfejből kellő mennyiségű fémolvadék.

A második csoportba tartozó rézötvözeteket (azokat, amelyekben folyékony salakok

képződnek) általában kevésbé befolyásolja az öntés során keletkező örvénylés. Bár a túlzott örvénylés minden ötvözet öntésekor okozhat öntvényhibákat, az oxidok könnyebb elkülöníthetősége miatt ezeknél az ötvözeteknél kisebb a valószínűsége annak, hogy oxidzárványok kerülnek beléjük. Nagyobb viszont a légbuborékok bezáródásának a veszélye.

A dermedésük során tanúsított viselkedésük alapján a rézötvözeteket a következő csoportokba lehet sorolni:

- szűk dermedési tartományúak (alumínium- és mangánbronz), amelyek könnyen táplálhatók,
- közbülső helyet elfoglaló, ólmot nagy százalékban tartalmazó rézötvözetek (például csapágyötvözetek), amelyek kevés, kis olvadáspontú ólomtartalmú fázist is tartalmaznak.

A rézötvözetek dermedésekor, hogy a dendritközi mikrolunkerek száma és mérete a lehető legkisebb legyen, a tápfej és az öntvény között meredek hőmérséklet-gradiensre van szükség. Ahhoz például, hogy a bronzöntvény teljes egészében irányítottan dermedjen meg (oszlopszerű kristályok képződjenek), a szilárd/folyadék fázis határfelületén $6\text{ }^{\circ}\text{C}/\text{cm}$ hőmérséklet-gradienst kell létrehozni. Ezt homokformában többnyire nem lehet elérni, ezért a hűtési sebességet bronzból, öntöttvasból vagy grafitból készített hűtőlapok beépítésével gyorsítják meg.

Dermedés és zsugorodás. A különböző rézötvözetek zsugorodási ráhagyásainak szokásos értéke - ezt a különböző gátló tényezők hiányában csak az összetétel befolyásolja - az 57. táblázatban látható. A gyakorlatban azonban a zsugorodási értékek kiválasztásakor az öntvény alakját, méretét, és a forma merevségét is figyelembe kell venni.

Néhány öntészeti rézötvözet zsugorodási ráhagyása

57. táblázat

Ötvözet	Zsugorodási ráhagyás, mm/m
Színész	21
Cu-Cr ötvözet	21
Vörösoztvözet	16
Automatásárgáz	13...21
Ólombronz	16...18
Szilíciumbronz	18
Mangánbronz	21...26
Alumíniumbronz	18...29

Öntés homokformába

A formázóhomokokat a rézötvözetek öntésekor is hasonló szempontok szerint választják ki, mint más egyéb fémek öntésekor. A homok minősége rendszerint az előállítandó öntvénytől függ. Szobor öntéséhez például igen kevés agyagtartalmú, finomszemcsésű homokot használnak, amely igen szép felületet ad, de többnyire a belső minőség rovására. Ezzel szemben, például a szerelvényöntvények gyártásához durvaszemcsés formázóanyagot használnak, amellyel tömörebb öntvényeket lehet készíteni, de felületük érdeesebb, mint az előző esetben. A természetes homok a legtöbb ötvözethez és öntvényhez felhasználható, de gyakran használnak szintetikus homokkeverékeket is.

A rézötvözetek öntéséhez készített homokformák készítése hasonló a más fémek öntésekor használtakhoz.

A beömlőrendszer. Az öntődei selejtnak akár 50 %-át is alkothatja a beömlőrendszer helytelen kialakítása következtében az öntvénybe kerülő salakzárványokból, a hidegfolyásokból és a porozitásból eredő hiba.

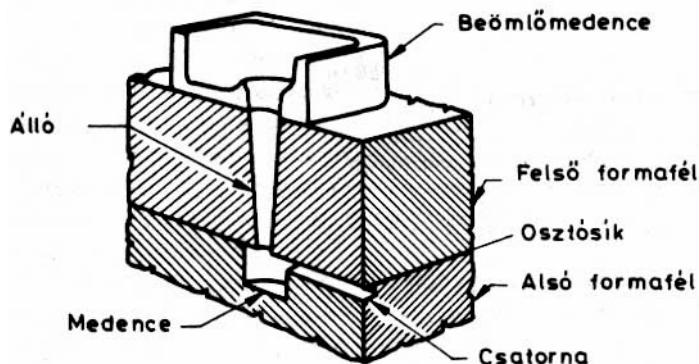
Az álló és az elosztócsatorna keresztmetszetének arányát úgy kell kiválasztani, hogy a formatöltés egyenlő sebességű legyen, és a beömlő mindvégig tele legyen fémme. A rávágások keresztmetszeteinek összege is álljon arányban az elosztócsatorna keresztmetszetével. Az elosztócsatornákat és a rávágásokat úgy kell készíteni, hogy lekerekítetlen élek és sarkok sehol se legyenek. A beömlőrendszer helyes kialakításakor a következő technológiai kívánalmak teljesülnek:

- az álló beömlő gyorsan megteljen és mindvégig tele legyen folyékony fémme, - az elosztócsatornát mindvégig megtelt állapotban tartsa, - a fém áramlási sebességét arra az - ép öntvény előállításához még szükséges legkisebb értékre szabályozza, amely biztosítja a formaüreg nyugodt feltöltődését,
- megakadályozza, hogy a folyékony fémcsugár első szakasza (amely valószínűleg oxidos és salakos) a formaüregbe jusson,
- meglegyen az öntvény megfelelő kitáplálásához szükséges hőmérséklet-gradiens.

A fémek közvetlenül az állóba öntése helyett a 103. ábrán látható beömlőmedencét ajánlatos kialakítani. Ezeket a medencéket vagy külön készítik el és öntés előtt helyezik az álló fölé (mint az ábrán is látható), vagy a felső formafélben alakítják ki. A beömlőmedence használatának a következő előnyei vannak:

- megakadályozza, hogy a fém az öntőüstből közvetlenül az állóba jusson, ezáltal kiküszöböli az öntési magyag esetleges megváltozásából eredő hibákat,
- a salakzárványok és egyéb szennyezők - miután a medencében levő fém felszínén lebegnek - nem kerülnek a formaüregbe.

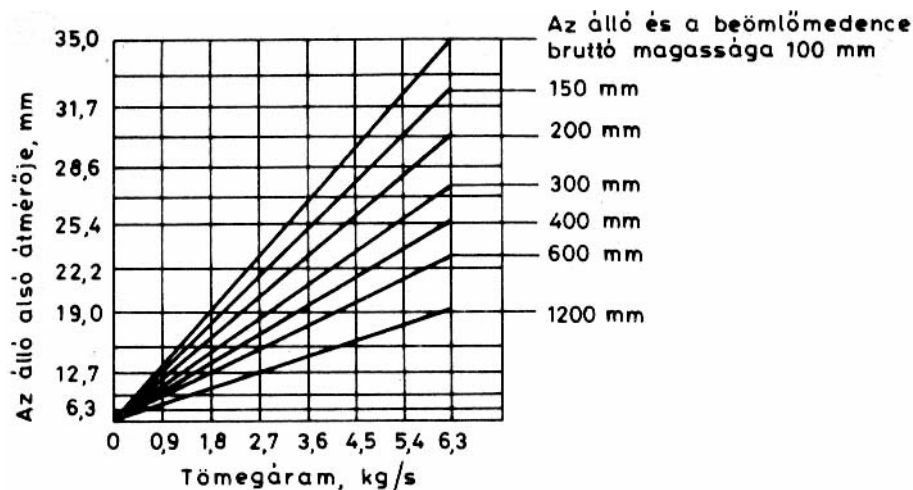
Az álló legkisebb - az elosztócsatornához csatlakozó alsó - keresztmetszetének kell szabályoznia a formatöltés sebességét. Az állónak ezek a méretei láthatók a 104. ábrán, különböző állómagasság (töltési magasság) esetén, a fém tömegáramának a függvényében. A kb. 100 mm-nél kisebb magasságú állókat rendszerint nem indokolt kúposra készíteni, míg az ennél magasabbakat úgy kell szűkíteni, hogy alakjuk és kúposáguk igazodjék a lefelé haladt fémcsugár természetes összeszűküléséhez. Ezáltal elkerülhető, hogy a formatöltéskor a fémcsugár - az öntvényben oxidzárványokat és légbuborékokat okozó - levegőt ragadjon magával. A beömlőszárak (állók) különböző magasságaihoz javasolt belépési és kilépési (felső és alsó) átmérők a 105. ábrán láthatók. Az álló alatt, az alsó tormatélben egy medencét célszerű kialakítani, hogy a lezúduló fémcsugár először ezt töltsse meg, majd ebben lecsendesedve áramoljon tovább az elosztócsatornába (I. a 103. ábrát). A medence szélessége kétszerese legyen az álló alsó átmérőjének, mélysége pedig az elosztócsatorna vastagságának 2-3-szorosa.



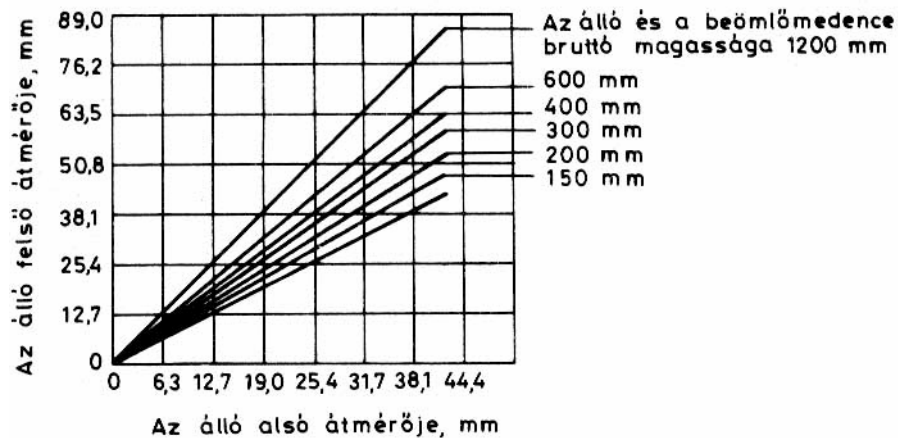
103. ábra. Homokforma metszete

1 beömlőmedence; 2 felső formafél; 3 alsó formafél; 4 osztósík; 5 csatorna; 6 medence; 7 álló

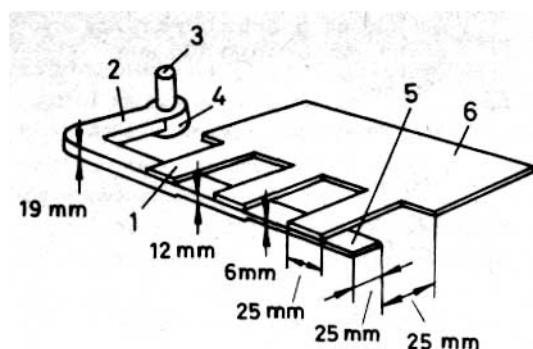
A helyesen tervezett elosztócsatornák mélyszög szelvényűek, maximális keresztmetszetük az álló kilépési keresztmetszetének 4-6-szorosa. Ekkor a fém sebessége lecsökken az elosztóban, nem örvénylik, a zárványok és egyéb szennyeződések pedig sűrűségüktől függően felemelkedhetnek vagy lesüllyedhetnek. A helytelen keresztmetszetű elosztóban a fém idő előtt lehűl, és az öntvény hidegfolyásos lesz.



104. ábra. A rézötvözetek olvadékának tömegárama formatöltéskor az álló legkisebb (kilépési) átmérőjének függvényében, különböző állómagasságok esetén



105. ábra. Különböző magasságú állókhoz javasolt felső és alsó (legnagyobb és legkisebb) átmérők



106. ábra. Egy egyszerű, sík öntvényhez kialakított beömlőrendszer több rávágással és lépcsős csatornával

1 rávágás; 2 csatorna; 3 álló; 4 medence; 5 a csatorna meghosszabbítása (salakcsapda); 6 öntvény

Az elosztókat leggyakrabban az alsó formafélben helyezik el, hogy mielőtt a fém a - rendszerint a felső formafélben kialakított - rávágáson keresztül a formaüregbe áramlana, az elosztócsatornát teljes hosszában töltsse ki. Ezzel a megoldással a formaüreg megtöltése egyenletes lesz. Olyan esetekben, amikor az elosztóhoz több (2-3) rávágás csatlakozik, az

egy-egy rávágás után - a 106. ábrán látható módon - csökkenteni kell az elosztócsatorna keresztmetszetét, amely túlnyúlik az utolsó rávágáson is. Ebbe a meghosszabbított szakaszba áramlik, és ott meg is reked a fém-sugár habos, oxidos eleje.

A rávágásokat rendszerint a felső formafélben helyezik el, függetlenül attól, hogy a formaüreg az alsó, vagy a felső formafélben van-e kiképezve. A széles hőmérséklet-tartományban dermedő ötvözetekhez rendszerint több rávágást alkalmaznak. A rávágások keresztmetszetének összege legalább akkora legyen, mint az elosztócsatorna legnagyobb keresztmetszete. Ha ugyanis ez az arány kisebb, akkor a nyomás alatt álló beömlőrendszerből a fém a rávágáson keresztül sugárban, lövésszerűen áramlik a formaüregbe.