

Öntészeti Al ötvözetek, ötvözőelemek hatása, olvadékkezelés

Összeállította: Fegyverneki György

Öntészeti Al ötvözetek

Hydro alumínium Győr Kft.-nál alkalmazott AlSi ötvözetek:

- ✓ **AlSi9Cu3 (226.10):** - Opel FAM 0/3; FAM 0/4
- BMW VVT; Basis
- Opel L850 DIG
- ✓ **AlSi10MgCu (233):** - Audi V6
- Audi V8
- ✓ **AlSi9Cu3 primer (226.10):** - Renault K9
- ✓ **AlSi7MgCu0,5 (231):** - Audi BH

Öntészeti Al ötvözetek, ötvözőelemek hatása

Ötvözők és szennyezők az alumíniumban:

Az Al fő ötvözői, pl.: Si, Cu, Mn, Zn

Mellékötvözők, pl.: Mg, Fe

Minőségjavító ötvözők: Ti, B, Na, Sr, Sb, P

Szennyezők, pl.: Pb, Li, Ca, Ni

Öntészeti Al ötvözetek, ötvözőelemek hatása

Az ötvözők hatása az Al kristályszerkezetére:

(Mi az oka a referencia sűrűség vételnek ötvözetenként).

Az ötvöző atomok torzítják az Al kristályszerkezetét, melynek hatására az ötvözet sűrűsége megváltozik.

pl.: a Cu tartalom növekedésekor az Al ötvözet sűrűsége nő

Ennek következtében szükséges minden ötvözet esetén külön referenciasűrűséget venni.

Öntészeti Al ötvözetek, ötvözőelemek hatása

Az Al ötvözetekben leggyakrabban előforduló ötvözőelemek hatása:

Szilícium (Si):

- *önthetőség*: az Si dermedés közben válik ki és a dermedési zsugorodás ellenében hat, ezáltal a lunkerképződési hajlam jelentősen csökken. Az Si előnyösen hat az önthetőségre és formakitöltő képességre.
- *szilárdság*: Az AlSi ötvözetek szilárdsága olyan elemek hozzáadásával növekszik, melyek oldhatósága a alumíniumban nagyobb, mint az Si-nek. Pl.: Cu, Mg
- *forgácsolhatóság*: az Si a szerszáméleket erősebben igénybe veszi
- *felületnemesítés*: az Si hatására jobb csiszolhatóság, polírozhatóság

Öntészeti Al ötvözetek, ötvözőelemek hatása

Réz (Cu):

- *önthetőség*: a réz a dermedési zsugorodást csökkenti, megkönnyíti a tömör öntvények gyártását. Réz jelenlétében az Al ötvözetek kevésbé hajlamosak gázfelvételre.
- *szilárdság*: növeli a szilárdságot és a keménységet, ezt a hatásukat az Mg és a Zn erősítik. Edzhetőek. Önkeményedésre hajlamosak, ami a réz és magnézium következménye.
- *forgácsolhatóság*: kedvezően befolyásolja
- *korrózióval szembeni ellenállóképesség*: a legkárosabb elem ebből a szempontból
- *felületnemesedés*: jobb csiszolhatóság, polírozhatóság

Öntészeti Al ötvözetek, ötvözőelemek hatása

Cink (Zn):

- *önthetőség*: a folyékonyság és a formakitöltő képesség javul cink hatására. Melegrepedési hajlam nő (megfelelő kokilla és öntési hőmérséklettel, megfelelő szemcsefinomító szerrel javítható).
- *szilárdság*: növeli a szakítószilárdságot
- *forgácsolhatóság*: mechanikai megmunkálhatóság, vágósebesség és a szerszámélettartam javul
- *korrózióellenállóképesség*: nincs lényeges hatással rá
- *felületnemesedés*: megfelelő

Öntészeti Al ötvözetek, ötvözőelemek hatása

Vas (Fe):

- *önthetőség*: a kívánatosnál nagyobb vastartalom nemkívánatos lunkerképződést, melegrepedéseket, szívódásokat okozhat. Csökkenti az öntvény tapadási hajlamát a kokillához.
- *szilárdság*: az öntvények mechanikai tulajdonságait növeli
- *forgácsolhatóság*: szerszámkopást fokozza, a magas vastartalom főleg fúrásnál káros
- *korrózióellenállóképesség*: magas vastartalom károsan befolyásolja
- *felületnemesítés*: nincs rá hatása

Öntészeti Al ötvözetek, ötvözőelemek hatása

Mangán (Mn):

AlSi ötvözetekbe azért adagolják, hogy a vas által létrehozott tűalakú kristályokat (szilárdsági tulajdonságokat rontják) vegyületképzés közben gömb alakúvá alakítják. Szövetfinomításra használják.

- *önthetőség*: nincs hatása rá
- *szilárdság*: pozitív hatása van rá, kompenzálja a vas hatását
- *korrozioellenállóképesség*: kedvező hatása van rá
- *felületnemesítés*: pozitív hatással van rá

Öntészeti Al ötvözetek, ötvözőelemek hatása

Titán (Ti):

Szemcsefinomítóként használják, a titán un. idegensírákat képez TiB_2 , TiC . Ezek akkor képződnek ha az Al ötvözeteket Ti-al ötvözik és egyidejűleg bórral kezelik.

- *önthetőség*: melegrepedési hajlamot csökkenti
- *szilárdság*: a finomabb szövetszerkezet következtében kedvezőbbek lesznek a mechanikai tulajdonságok
- *forgácsolhatóság*: javítja
- *korrózióellenállóképesség*: nincs hatással rá
- *felületnemesítés*: a szemcsefinomított ötvözetek jobban csiszolhatóak, polírozhatóak

Öntészeti Al ötvözetek, ötvözőelemek hatása

Nikkel (Ni):

Kismértékben oldódik az Al ötvözetekben.

- *önthetőség*: magas nikkeltartalom az önthetőséget rontja
- *szilárdság*: Ni hatására a hőállóság nő
- *forgácsolhatóság*: nincs hatása rá
- *korrózióellenállóképesség*: nincs hatása rá
- *felületnemesítés*: mechanikai polírozásra kedvező hatása van

Öntészeti Al ötvözetek, ötvözőelemek hatása

Magnézium (Mg):

Az Al ötvözetekben való oldódásának mértékét az ötvözet összetétele erősen befolyásolja.

- *önthetőség*: rontja az önthetőséget, folyékonyságra, formakitöltő képességre nincs hatása, fokozza az ötvözetek habosodási hajlamát, a fém felületi oxidációja intenzívebb lesz. Növekvő Mg tartalom növeli az oxidképződési és gázfelvételi hajlamot. Nő a hidrogénoldó képesség is.
- *szilárdság*: növeli a szilárdságot és a keménységet
- *forgácsolhatóság*: nem befolyásolja
- *felületnemesítés*: jó csiszolhatóságot, polírozhatóságot eredményez

Öntészeti Al ötvözetek, ötvözőelemek hatása

Ólom (Sb):

Alumínium ötvözetekben nagyon kis mennyiségben fordul elő.

- *önthetőség*: nincs hatással rá
- *szilárdság*: nincs hatással rá
- *forgácsolhatóság*: nincs hatással rá
- *korrózióellenállóképesség*: nincs hatással rá
- *felületnemesítés*: hátrányos hatása nem ismert

Öntészeti Al ötvözetek, ötvözőelemek hatása

Berillium (Be):

AlMg ötvözeteknél alkalmaznak berillium ötvözést.

- *önthetőség*: a magnézium oxidációra való hajlamát csökkenti, folyékony oxidot képez, mely a fürdő felszínén védőréteget képez. Jobb önthetőséget biztosít.
- *szilárdság*: nincs hatással rá
- *forgácsolhatóság*: nincs hatással rá
- *korrózióellenállóképesség*: nincs hatással rá
- *felületnemesítés*: kedvező hatással van rá

Öntészeti Al ötvözetek, ötvözőelemek hatása

Öntészeti alumínium ötvözetek csoportosítása:

Ötvözetlen alumíniumból ritkán öntenek formaöntvényeket, a nagy zsugorodásával járó melegrepedékenysége és rossz megmunkálhatósága miatt.

Öntészeti Al ötvözetek csoportosítása a fő ötvözőelemek alapján:

- **alumínium-szilícium ötvözetek**
- **alumínium-magnézium ötvözetek**
- **alumínium-réz ötvözetek**
- **alumínium-cink ötvözetek**

Öntészeti Al ötvözetek, ötvözőelemek hatása

Alumínium-szilícium ötvözetek:

Ezek a legelterjedtebbek kedvező öntéstechnológiai tulajdonságaik miatt.

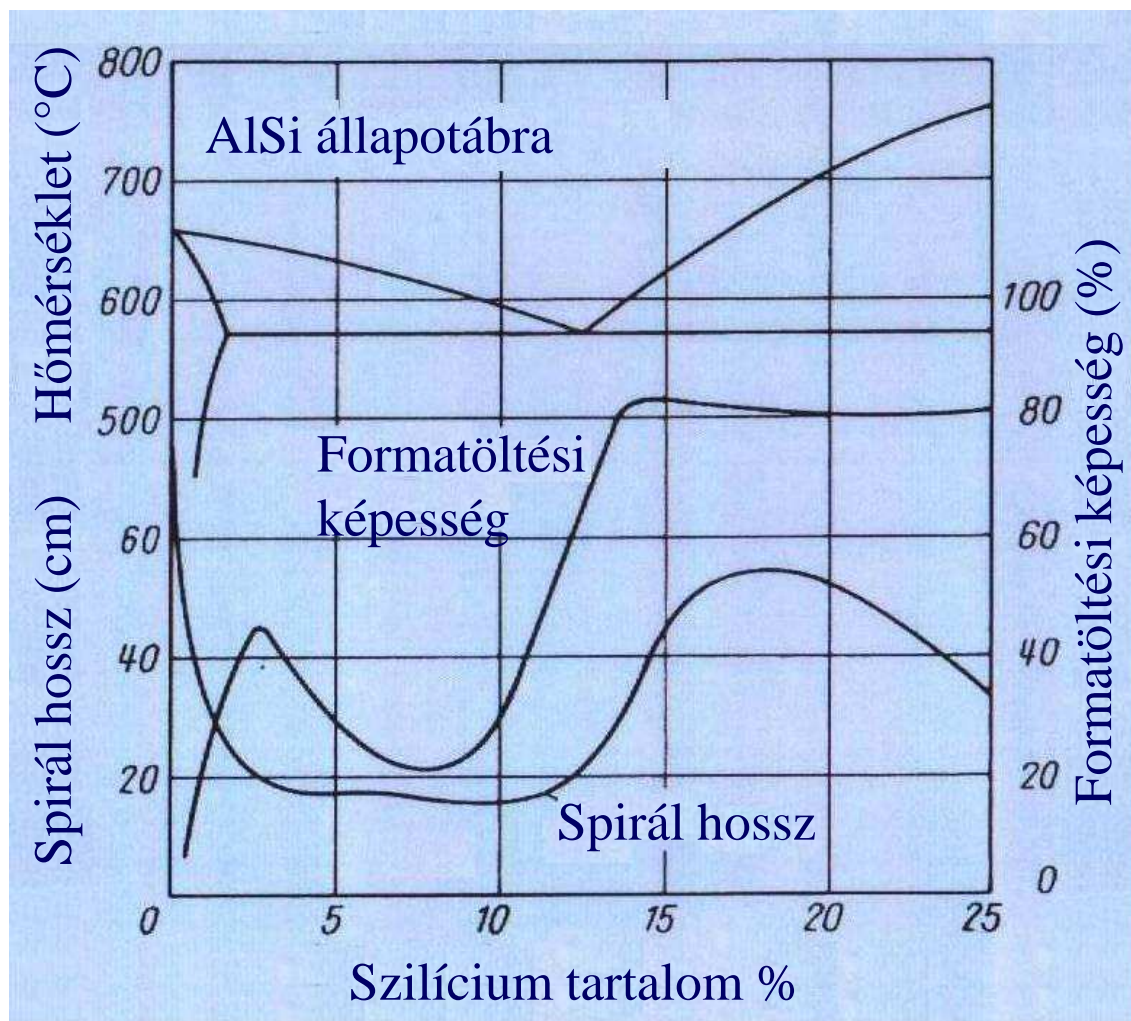
Megkülönböztethetünk:

- hipoeutektikus ötvözeteket, Si tartalom: 5,2...11%
- eutektikus ötvözeteket, Si tartalom: 12-13%
- hipereutektikus ötvözetek, Si tartalom: 13...25%

Jellemzőik:

- alacsony olvadási és öntési hőmérséklet
- kiváló formakitöltő képesség

Öntészeti Al ötvözetek, ötvözőelemek hatása



Öntészeti Al ötvözetek, ötvözőelemek hatása

Alumínium-réz ötvözetek:

Jellemzőik:

- kiváló szilárdsági tulajdonságokkal rendelkeznek
- hőkezelhető ötvözetek
- megfelelő szívóssággal rendelkezik
- melegrepedékenységre hajlamosak
- a réztartalom miatt korrózióállóságuk nem megfelelő
- forgácsolhatóságuk igen jó

Öntészeti Al ötvözetek, ötvözőelemek hatása

Kokillaöntésnél alkalmazott Al ötvözetek:

A kokillába öntött darab a gyors hűlés következtében finomabb szövetű, ezáltal pedig nagyobb szilárdsággal és keménységgel rendelkezik. A kokillaöntvények simább felületűek és pontosabb méretűek. Kokillaöntvények falvastagsága 2-3 mm is lehet.

Kokillába általában AlSi ötvözeteket öntenek, mivel öntéstechnikai tulajdonságaik ezen ötvözeteknek a legkedvezőbbek.

Kokillába öntendő ötvözeteknek három követelményt kell kielégíteniük:

- *kis zsugorodás*
- *kis melegrepedési hajlam*
- *jó hígfolyság*

Öntészeti Al ötvözetek, ötvözőelemek hatása

Alkalmazott ötvözetek:

AlSi12Mg, AlCuSi, AlMgSi, AlCuNi, AlZnCu, *AlSi9Cu3*,
AlSi10MgCu, AlSi10Mg

Felhasználásuk:

A kokillaöntéssel készült öntvényeket főként a járműipar használja fel. Főként motorblokkok, hengerfejek, csúszócsapágyak készülnek belőlük.

Öntészeti Al ötvözetek, olvadékkezelés

Fémtisztítás:

Az Al olvadékokban lévő szennyezők típusai:

- fémes szennyezők
- nem fémes szennyezők
- gáznemű szennyezők

Öntészeti Al ötvözetek, olvadékkezelés

A fémes szennyezők eltávolításának lehetőségei:

Leggyakrabban előforduló fémes szennyezők:

- nátrium (Na)
- kalcium (Ca)

Rontják az öntéstechnikai tulajdonságokat, növelik az ötvözet oxidálódási hajlamát.

Eltávolítási lehetőségeik:

- hosszabb pihentetés
- fürdőből való kiégetés
- klórt leadó vegyületek fürdőbe keverésével, kémiai reakció útján

Öntészeti Al ötvözetek, olvadékkezelés

**Alumínium ötvözetek legkárosabb szennyezője a vas (Fe).
A kristályosodás során tű alakú kristályok formájában válik ki,
ami akadályozza az dermedést, porozítások kialakulásának
nagy a veszélye.**

A vas káros hatásának csökkentése:

1. Megfelelő mennyiségű mangán (Mn) jelenléte az olvadékban elősegíti a vaskristályok gömb alakú kiválását, ezáltal lecsökken a porozítás veszélye.
2. Erős hűtés, ezáltal gyors dermedés biztosítása a kokillában, ami megakadályozza az Fe tűk kialakulását.

Öntészeti Al ötvözetek, olvadékkezelés

Oxidok eltávolítása:

Takaró illetve tisztító sók segítségével történik. Ezek a sók hathatnak fizikailag, kémiaailag azáltal, hogy a fürdőbe kevert tisztítósó cseppek kisebb sűrűségük miatt az olvadékban való felemelkedésük során az olvadékból eltávolítják az oxidrészeket.

Öntészeti Al ötvözetek, olvadékkezelés

Mechanikai szűrőeljárás:

Lényege:

Az olvadékot tűzálló szűrőrétegen vezetik keresztül, mely a pórus-átmérőjénél nagyobb átmérőjű zárványokat kiszűri az olvadékból. Ezek főként a durva oxidhártyák illetve nagyobb méretű kivált kristályok (FeAl_3) esetleg falazatrészek megfogására alkalmasak. (nálunk az Audi V6 és V8-as hengerfejeknél használunk hasonló szerepet ellátó grafit-szűrőt)

Öntészeti Al ötvözetek, olvadékkezelés

Alumínium olvadékok gáztalanítási lehetőségei: (csak információként)

- pihentetés: abban az esetben hatékony ha az olvadék körüli gázfázisnak kicsi a vízgőztartalma, valamint a H_2 oldhatóság csökkentése miatt az olvadékot $660^{\circ}C$ hőmérséklet közelébe hűtik. Diffúzióval megy végbe, így a folyamat lassú, illetve az olvadékot vissza kell hevíteni az öntési hőmérsékletre.
- befagyasztás: ha a dermedési folyamat lassan megy végbe valamint a felszabaduló gázok el tudnak távozni az olvadékból akkor igen hatékony gáztalanító eljárás

Öntészeti Al ötvözetek, olvadékkezelés

- vákuumos gáztalanítás: üstben vagy tégelyben végzik, az üst fölé vákuum fedelet helyeznek. Azonban a fém nyomása illetve a fürdőmélység miatt kialakuló hosszú diffúziós utak miatt lassan megy végbe. A folyamatot nitrogénes gázöblítéssel gyorsítják.
- gázöblítő eljárások: kétféleképpen hajthatók végre, öblítő gáznak fürdőbe való vezetésével, illetve gázt leadó sókeverék fürdőbe való keverésével.

(csak információként)

Öntészeti Al ötvözetek, olvadékkezelés

Öblítő gázok hatásukat tekintve kétfélék lehetnek:

- *inert gázok*, pl.: **nitrogén (nálunk alkalmazott)**, argon
 - *kémiaailag aktív gázok*, pl.: klór
-
- *inert gázok esetén csak mechanikai tisztítást érünk el*
 - az aktív gázok vegyileg is lekötik az olvadék hidrogéntartalmát azonban sósav gáz is keletkezik ami nem oldódik az olvadékban eltávozik abból, emberre és környezetre veszélyes
 - környezetvédelmi okok miatt ezért nitrogén-klór keveréket alkalmaznak
 - „trigáz” eljárás, ebben az esetben a gázkeverék 15%Cl₂, 10%CO, 75%N₂-ből áll

Öntészeti Al ötvözetek, olvadékkezelés

Az alumíniumötvözetek magas oxidációs hajlama a legtöbb esetben szükségessé teszi, hogy tisztítási műveleten keresztül gondoskodjunk az oxidok és a hidrogén megfelelő eltávolításáról.

A tisztítás hatékonysága függ:

- ✓ a felhasznált anyagok fajtájától
- ✓ az olvasztás módjától
- ✓ kemence típusától
- ✓ minőségi követelményektől

Az oxideltávolítási intézkedések hidrogéneltávolításként is hatnak és ez viszont is igaz.

Öntészeti Al ötvözetek, olvadékkezelés

Szemcsefinomítás, nemesítés:

Szemcsefinomításon az olvadékból kiváló kristályok szemnagyságának jobb szilárdsági tulajdonságok elérését célzó finomítását értjük.

Alacsony, max. 11% Si tartalmú AlSi ötvözetek esetén a priméren kristályosodó szilíciumot szemcsfinomítják.

12% illetve 12%-nál nagyobb Si tartalmú ötvözetek esetén a finomítást **nemesítésnek** nevezzük.

A szemcsefinomítást titán vagy bór, a nemesítést stroncium tartalmú előötvözet segítségével végzik.



Öntészeti Al ötvözetek, olvadékkezelés

A nemesítés oka:

Az AlSi ötvözetekből normál esetben durva, szögletes alakban válik ki az Si, valamint eutektikus Si jelenik meg durva lemezek formájában, illetve szemcsés alakban. Ez a mechanikai tulajdonságok romlását eredményezi. Emiatt az ötvözetek eutektikus Si tartalmát finomkristályos dermedésre kényszerítik, azaz az eutektikumot nemesítik.

A foszfor hatása:

A foszfor az az elem, amely az AlSi eutektikum abnormális dermedését okozza. Alumínium-foszfid keletkezik, amely durva Si kristályok kialakulásához vezet, emiatt az öntvény mechanikai tulajdonságai romlanak. A magnézium jelenléte fokozza a foszfor hatását.

Öntészeti Al ötvözetek, olvadékkezelés

A stronciummal végzett nemesítés:

Alkalmazásával tartós nemesítés érhető el. A tartós nemesítés hosszabb ideig tartó nemesítő hatást jelent. Általában előötvözet formájában adagolják az olvadékba (5 vagy 10% Sr tartalommal).

Az Sr AlSi ötvözetek olvadékában a P-vel lép reakcióba, ezáltal semlegesíti a P-nek a szövetszerkezet kialakulására gyakorolt káros hatását (mechanikai tulajdonságok javítása!)

A nemesítőszer mennyiségének annál nagyobbnak kell lennie, minél lassúbb a dermedés.

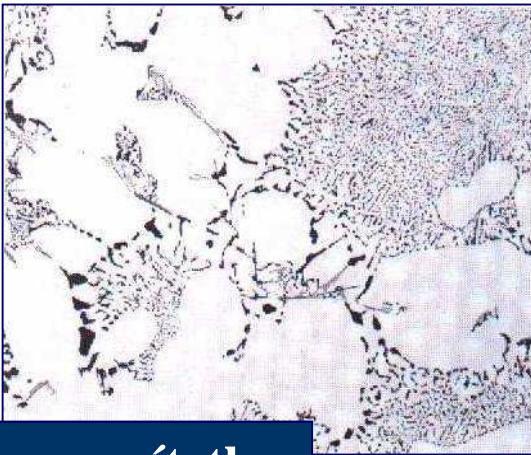
Öntészeti Al ötvözetek, olvadékkezelés



lemezes



szemcsés



nemesítetlen



nemesített



túlnemesített

Öntészeti Al ötvözetek, olvadékminősítés

Az olvadékminősítés módjai a Hydronál:

- ✓ *spektrométeres vizsgálat* a kémiai összetétel ellenőrzésére
 - a minősítés ötvözettypusonként külön etalon alapján történik
- ✓ *sűrűségi index vizsgálat* az olvadék gáztartalmának meghatározására
 - a sűrűségi index értéke egy viszonyszám, mely értékét a vákuumozott próbatest és a szabadon megszilárdult próbatest sűrűségeinek az egymáshoz viszonyított aránya határozza meg

Öntészeti Al ötvözetek, olvadátkminősítés

Olvasztóberendezések a Hydronál:

- ✓ Gáztüzelésű olvasztókemencék: 2 db „Striko” kemence
 - **Striko 1:** 4 t olvasztó, 6 t hőntartó kapacitással
 - **Striko 2:** 3 t olvasztó, 10 t hőntartó kapacitással
 - 1 db 1 t olvasztókapacitású „kis gázos” kemence
- ✓ Indukciós fűtésű olvasztókemencék: 2 db „Junker” kemence
 - mindkét kemence 3,5 t olvasztó kapacitással rendelkezik
- ✓ Ellenállás fűtésű kemencék: 2 db „Hindenlang” kemence
 - mindkét kemence 2 t olvasztó kapacitással rendelkezik

Öntészeti Al ötvözetek, olvadékminősítés

Hőntartó berendezések a Hydronál:

- ✓ hőntartásra a Tridem és a Rotacaster öntőgépeknél 2 db a Karussel típusú öntőgépeknél 3 db Hindenlang típusú ellenállás fűtésű kemence szolgál
- ✓ a G1-ben található tégelyek 1 t, a G2-ben található tégelyek 1,2 t hőntartó kapacitással rendelkeznek

Folyékony fém vásárlása:

- ✓ folyékony fémet is vásárolunk (Renault primer és 233), egyenként 4 t tárolókapacitású kotlákban
- ✓ a fémet átvétel után a Striko 2 kemencébe csapolják át