

# **GÉPÉSZMÉRNÖKI SZAK**

## **Anyagtudomány II.**

### **Könnyű- és színesfémek**

**Dr. Rácz Pál**  
egyetemi docens

**Budapest**  
**2011.**

# Az alumínium és ötvözetei

## Az alumínium jellemzői

Az alumínium a periódusos rendszerben a könnyűfémek között található meg a III. főcsoportban, 13-as rendszámmal.

Ezüstös színű, a felszínét folyamatosan újraalakuló oxidréteg borítja, nem mágnesezhető, nem veszélyes:

- sűrűsége szobahőmérsékleten  $2,70 \text{ g/cm}^3$ ,
- olvadáspontja  $660,32^\circ\text{C}$ ,
- szakítószilárdsága kicsi kb.  $45 \text{ MPa}$ .

Köbös lapközepes kristályszerkezettel, tehát meglehetősen tömött, jól alakítható fémráccsal rendelkezik.

A földkéreg harmadik leggyakoribb eleme, de elemi állapotban nem található meg, csak alumínium tartalmú ércekben, mint például a bauxitban.

# Az alumínium és ötvözetei

## Az alumínium ötvözetei

A jelenleg hatályos MSZ EN 573 szabvány az alábbi fő ötvözők szerinti csoportokat sorolja fel:

- EN AW 1xxx: Ötvözetlen alumíniumok,
- EN AW 2xxx: AlCu ötvöztetésű alumíniumok,
- EN AW 3xxx: AlMn ötvöztetésű alumíniumok,
- EN AW 4xxx: Si ötvöztetésű alumíniumok,
- EN AW 5xxx: AlMg ötvöztetésű alumíniumok,
- EN AW 6xxx: AlMgSi ötvöztetésű alumíniumok,
- EN AW 7xxx: AlZnMgCu ötvöztetésű alumíniumok,
- EN AW 8xxx: AlTi ötvöztetésű alumíniumok (ritkán használt),
- EN AW 9xxx: nem definiált.

# Az alumínium és ötvözetei

## Az alumínium ötvözetei

Az alumínium ötvözeteket feldolgozási lehetőségeik szerint két alapvető csoportra osztják:

- önthető és
- alakítható ötvözetek.

Az alakítható ötvözetek általában kis mennyiségben tartalmaznak ötvözőket, ez többnyire 1-2%.

Az önthető ötvözetek ötvöző tartalma lényegesen magasabb, eutektikushoz közeli 6-12% is lehet.

# Az alumínium és ötvözetei

## Önthető alumínium ötvözetek

Néhány példa:

➤ 2000 jelű sorozat:

AlCu4TiMg nemesíthető, nagy szilárdságú,

➤ 4000 jelű sorozat:

AlSi12 kiválóan önthető (eutektikus), vékony falú öntvényekhez,

➤ 5000 jelű sorozat:

AlMg9 korrózióálló, jól fényesíthető.

# Az alumínium és ötvözetei

## Önthető alumínium ötvözetek



# **Az alumínium és ötvözetei**

## **Alakítható alumínium ötvözetek**

**Az alakítható ötvözeteket további két csoportba lehet sorolni:**

### **Nem nemesíthető ötvözetek**

**A kis mennyiségű ötvöző mellett hidegalakítással és újrakristályosítással érik el a nem túl magas szilárdságot.**

### **Nemesíthető ötvözetek**

**Ezen ötvözetek hőkezelésével jelentős szilárdság növekedés érhető el.**

**Hátrányos tulajdonságuk, hogy 100°C feletti hőmérsékleten erősen romlanak a mechanikai tulajdonságaik, de a szoba-hőmérsékleten mért szakítószilárdságuk, illetve keménységük, lényegesen magasabb, mint a nem nemesíthető ötvözetek esetében.**

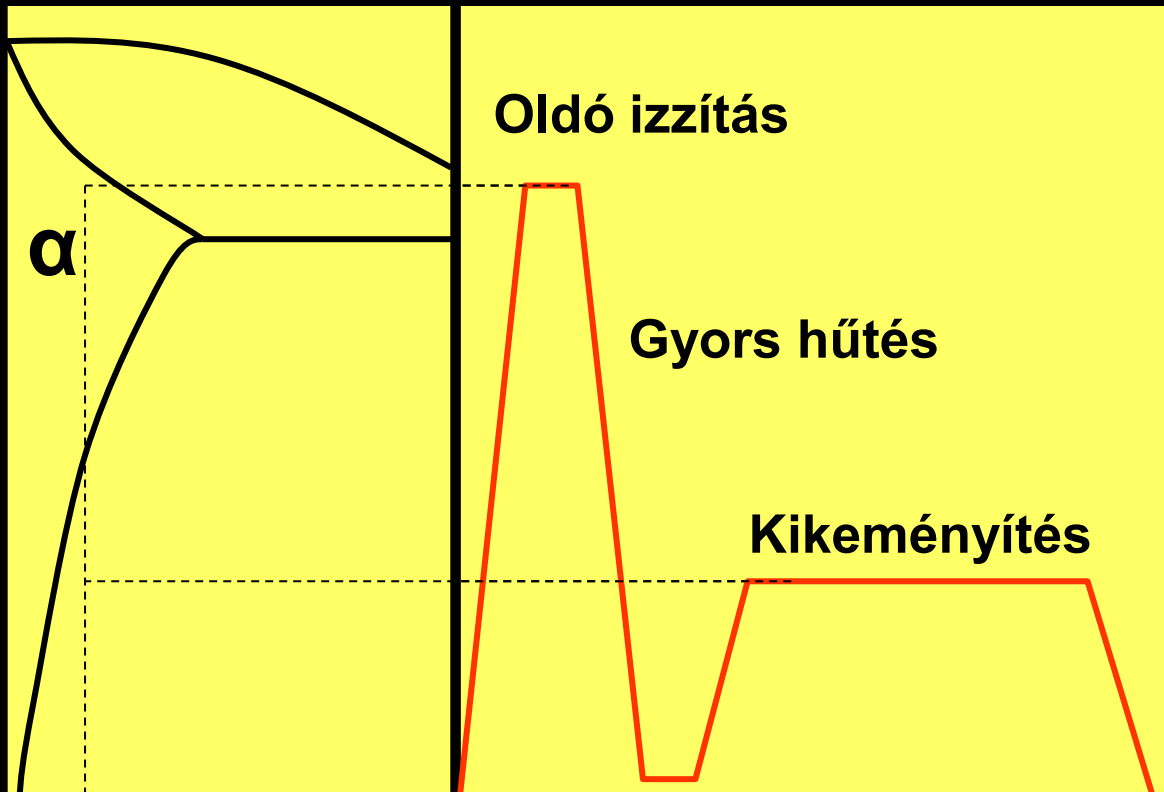
**Az önthető ötvözetek között is van néhány nemesíthető összetételű.**

# Az alumínium és ötvözetei

## Az alumínium ötvözetek nemesítése

Az alumínium ötvözetek nemesítésének lépései

- oldó izzítás
- kikeményítés, vagy más néven öregítés.





# Az alumínium és ötvözetei

## Az alumínium ötvözetek nemesítése

Az **oldó izzítás** során a magas hőmérsékleten végzett hőntartás, majd az azt követő gyors hűtés eredményeképpen egy tútelítetett szilárdoldat jön létre, amelyből a kikeményítés (öregítés) során nagyon kis méretű kiválások képződnek.

Az oldó izzítás hőmérséklete:

- 450-550°C között alacsonyabb tartományról beszélünk, a jól oldódó elemek diffúziójával, a kivált fázisok feloldódnak.
- 570-630°C között magasabb tartományról beszélünk, itt már a nehezen oldódó elemek diffúziója is lejátszódik, a kivált fázisok mindennemű típusa feloldódik.

# Az alumínium és ötvözetei

## Az alumínium ötvözetek nemesítése

A **kikeményítés** két féle hőmérsékleten játszódhat le:

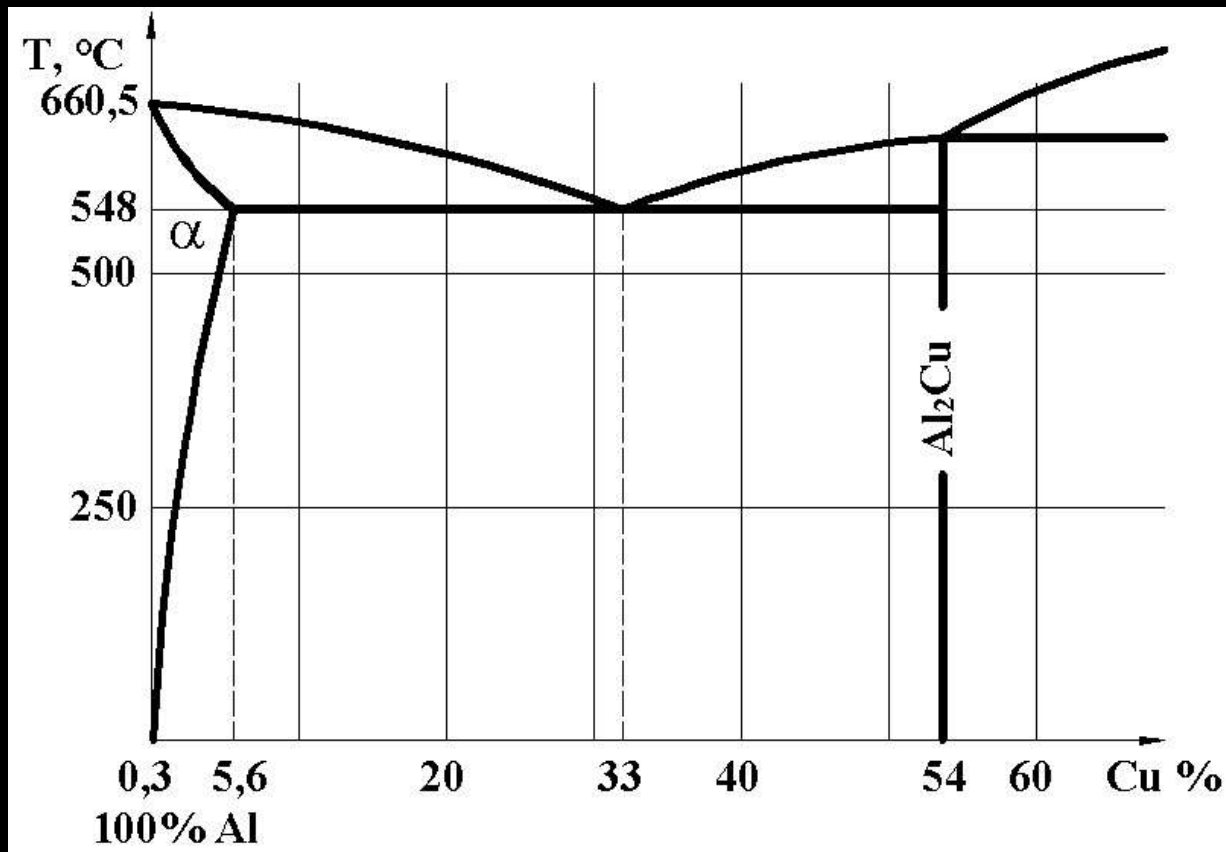
- **Hideg kikeményítés** természetes folyamat, szobahőmérsékleten végzett kikeményítés. A tútelített szilárd oldatból néhány nap alatt vegyület fázis válik ki, de ez a kiválási folyamat egy idő után leáll, a kikeményedés befejeződik. Így viselkednek a réz tartalmú ötvözetek.
- **Meleg kikeményítés** mesterséges folyamat, hőmérséklet tartománya 80-200°C. A meleg kikeményítés során a hő hatására az ötvözőelemek a tútelített szilárd oldatból kiválnak, vegyület fázist képeznek az alumíniummal. Ezek a vegyület fázisok nagyon finom eloszlásúak, kis méretűek, így jelentősen növelik az alumínium ötvözet szilárdságát. Jellemzően melegen kikeményedők az AlCuMg, AlCuNi, AlMgSi ötvözetek.

# Az alumínium és ötvözetei

## Az alumínium ötvözetek nemesítése

Példa a nemesíthető ötvözetekre az Al-Cu ötvözet:

- kis réz tartalomnál korlátolt oldódás,
- másodlagos vegyület fázis kiválás (természetes öregítés során).



# Az alumínium és ötvözetei

## Az alumínium ötvözetek nemesítése

Néhány nemesíthető ötvözet és tulajdonságaik:

<b>Ötvözet</b>	<b>Lágy (<math>R_m</math>, MPa)</b>	<b>Lágy (A, %)</b>	<b>Nemesített (<math>R_m</math>, MPa)</b>	<b>Nemesített (A, %)</b>
<b>AlMgSi</b>	<b>147</b>	<b>16</b>	<b>255</b>	<b>11</b>
<b>AlCu4Mg1</b>	<b>235</b>	<b>12</b>	<b>390</b>	<b>13</b>
<b>AlCu5.5Mg1.5</b>	<b>245</b>	<b>12</b>	<b>430</b>	<b>12</b>

# Az alumínium és ötvözetek

## Az alumínium ötvözetek állapotának jelölése

Az MSZ EN 515 szabvány szerinti az alumínium ötvözetek állapotát is jelölni kell. A jelek közül a legfontosabbak:

- **F** - gyártási állapot, mechanikai tulajdonságok értékeire nincsenek előírások,
- **O** - lágy állapot, a kívánt keménységi állapotot melegalakítással állították elő,
- **H** - hidegalakítással keményített alapanyag,
- **W** - oldóizzított (instabil állapot), megadható még a hideg kikeményítés időtartama is,
- **T** - F, O, H állapottól való eltérő hőkezelések.

# A réz és ötvözetei

## A réz tulajdonságai

- közepes sűrűség;  $\rho = 8,93 \text{ Mg/m}^3$ ,
- olvadáspont;  $1083^\circ\text{C}$ ,
- kiváló hő- és villamos vezetőképesség,
- légköri korrózióállóság,
- kedvező alakíthatóság, önthetőség,
- szilárdsága közepes ( $R_m = 220 \text{ MPa}$ ), de ötvözéssel tovább javítható.

# A réz és ötvözetei

## Alakítható réz ötvözetek

- **Tiszta réz (Cu%>99,85):**  
áramvezető huzalok, mélyhúzott alkatrészek.
- **Sárgarezek:**  
90% Cu, 10% Zn: finom alkatrészek,  
70% Cu, 30% Zn: mélyhúzott alkatrészek,  
60% Cu, 40% Zn: hőcserélő lemezek.
- **Bronzok:**  
95,5% Cu, 3% Sn, 1,5% Zn: érem verés.

# A réz és ötvözetei

## Önthető réz ötvözetek

- **Ónbronzok (öntészeti célokra):**
  - öCuSn12: nagy igénybevételű alkatrészek,
  - öCuSn10P: vegyipari szerelvények.
- **Vörösötvözetek:**
  - öCuSn10Zn2: csapágycsészék, csigakerekek,
  - öCuSn5Zn5Pb5: áramvezető sínek.
- **Ólombronzok (főként csapágy öntvények):**
  - öCuPb20Sn5: hideghengerművek csapágypai,
  - öCuPb5Sn10: savas közegben lévő csapágyak.



# A réz és ötvözetei

## Önthető réz ötvözetek



# A titán és ötvözetei

## A titán tulajdonságai

### A titán gyártás alapanyaga

- a rutil (titándioxid –  $\text{TiO}_2$ ), amelyből
- az előállítás során klór áramban hevítve titántetraklorid ( $\text{TiCl}_4$ ) keletkezik,
- ezt fém magnéziummal redukálják, majd tisztítják és
- porkohászati úton nyerik a Ti-t.

### A titán

- ezüstfehér színű,
- $4,5 \text{ kg/dm}^3$  sűrűségű,
- $1670 \text{ C}^\circ$  olvadáspontú fém,
- allotróp módosulatai vannak ( $\alpha$  és  $\beta$ ),
- az  $\alpha$  lágy, kis szilárdságú, szívós, képlékeny, a  $\beta$  keményebb, nagyobb szilárdságú, kevésbé képlékeny.
- korrózióállósága kitűnő, az emberi szervezetben sem káros.
- szilárdsága ötvözéssel és az allotróp átalakulást kihasználó hőkezeléssel fokozható.

# A titán és ötvözetei

## A titán ötvözetei

Fő ötvözői az Sn, Zr, Cr, Mo, V és a Nb.

Az ötvözetek közül a leggyakoribb (kb. 60%) a Ti6Al4V ötvözet.

Jellemzők:

- $\alpha + \beta$  mikroszerkezetű,
- nagy szilárdság/tömeg arány (lényegesen jobb, mint az acéloknál),
- kiváló korrózióállóság agresszív környezetben is,
- nagy hőállóság,
- szívósság,
- a szilárdság hőkezeléssel befolyásolható.

# A nikkel és ötvözetei

## Nikkel bázisú ötvözetek jellemzői

A légi jármű motorba beépített anyagok kb. 50%-a nikkel bázisú.

**Jellemzők:**

- nagy szilárdság/tömeg arány (jobb, mint az acéloknál),
- kiváló korrózióállóság, agresszív környezetben is,
- nagy kifáradási határ,
- kiváló termikus kifáradással szembeni ellenállás,
- szívósság,
- hősokkal szembeni nagy ellenállás,
- nagy hőmérsékleten is nagy kúszásállóság.

**Gyártás:**

Vákuum indukciós átolvasztás, fontos a szennyezők Si, P, S, O és N alacsony értéken tartása).

# A magnézium és ötvözetei

## A magnézium tulajdonságai, jellemzői

**Alapanyag:**

- magnezit ásvány ( $\text{MgCO}_3$ ) vagy tengervízi sók ( $\text{MgCl}_2$ ) kiválása, amelyből
- a fém magnézium a  $\text{MgCl}_2$  elektrolízisével állítható elő.

**A magnézium**

- kis sűrűségű ( $\rho = 1,784 \text{ kg/dm}^3$ ),
- $650 \text{ C}^\circ$  olvadáspontú,
- jó hő-és elektromos vezető.

A tiszta Mg-ot ötvözőfémként használják az alumíniumötvözetek és a gömbgrafitos öntöttvasak gyártásánál, de elterjedt távvezetéki acélcsövek katódos korrózióvédelmére is.

Az ötvözetlen Mg szilárdsága nagyon kicsi kb. 110 Mpa.

Erősen reakcióképes az oxigénnel, ezért szerkezeti anyagként csak ötvözetei alkalmazhatók.

Hexagonális szerkezete következtében szobahőmérsékleten rossz alakítható, ezért ötvözeteit elsősorban öntéssel dolgozzák fel.

# A magnézium és ötvözetei

## A magnézium ötvözetek jellemzői

Rossz korrózióállósága miatt elsősorban ott használják, ahol a kis sűrűség nagy előnyt jelent, mint gépjárműipar, gépipar, repülőgépgyártás, űrhajózás, műhold gyártás:

- hajtóműházak,
- textilipari gépek gyorsan forgó elemei,
- robotok házai,
- a magnézium keréktárcsák négyszer könnyebbek, mint az acél és egyharmaddal az alumínium keréktárcsáknál, ezért elsősorban sport- és versenyautók keréktárcsáinak készítésére használják.



**MgAl6Mn magnézium öntvény:**

**falvastagság 2- 2,5 mm,  
tömeg 3,5 kg.**