

Gruber Györgyné

Szabványos könnyűfémek és ötvözeteik jellemzői, alkalmazása

**NSZFI**
NEMZETI SZAKKÉPZÉSI
ÉS FELNŐTTKÉPZÉSI INTÉZET

A követelménymodul megnevezése:

Általános anyagvizsgálatok és geometriai mérések

A követelménymodul száma: 0225-06 A tartalomelem azonosító száma és célcsoportja: SzT-006-12



SZABVÁNYOS KÖNNYŰFÉMEK ÉS ÖTVÖZETEIK JELLEMZŐI, ALKALMAZÁSA

ESETFELVETÉS–MUNKAHELYZET

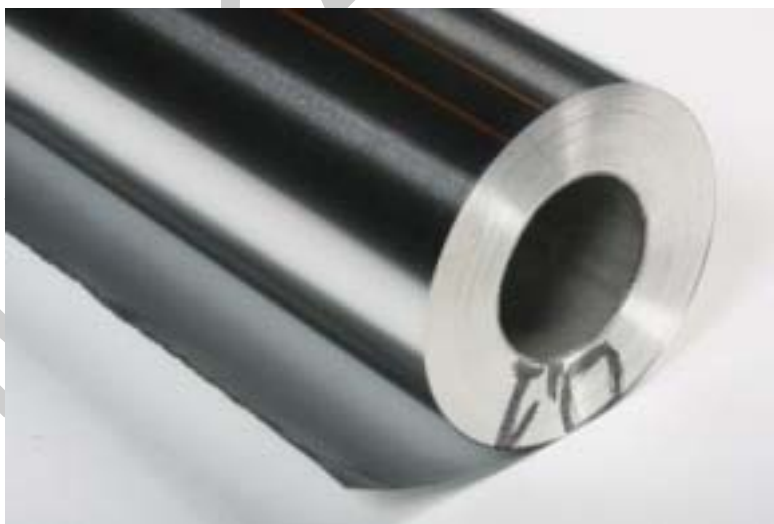
Gyártó, kereskedő cégek internetes honlapjain, katalógusaikban a sokféle termék mellett a következő termékeket ajánlják:¹

Alumínium húzott körszelvényű rudak **AlSi1MgMn ötvözetekben**, 3m-e szálhosszban 9–60 mm-es átmérővel.

Alumínium húzott körszelvényű rudak **AlCu4PbMgMn ötvözetekben**, 3m-e szálhosszban 6–63 mm-es átmérővel.

Téglalapszelvényű, zártüreges profilok **EN-AW-6060 (AlMgSi0,5F22) ötvözetben**, 6 m-es hosszban.

A fóliákat ötvözetlen és **AlFe1Si ötvözetű** anyagokból forgalmazzuk



1. ábra. Alumíniumötvözetből készült fólia²

¹ <http://aluminiumprofil.lapunk.hu/?modul=oldal&tartalom=504159> (2010. 06. 20)

Mit jelentenek a különböző alumínium profilok, csövek esetén alkalmazott anyagjelölések?

Milyen tulajdonságokkal rendelkeznek az alumínium és az ötvözetei? Milyen hatásúak az alkalmazott ötvözők?

Milyen szempontok alapján célszerű kiválasztani a könnyűfémeket és ötvözeteiket?

Olvasa el a könnyűfémekre vonatkozó szakmai információkat válaszoljon a kérdésekre, majd a tanulásirányítóban megadott útmutatások alapján rögzítse ismereteit!

SZAKMAI INFORMÁCIÓTARTALOM

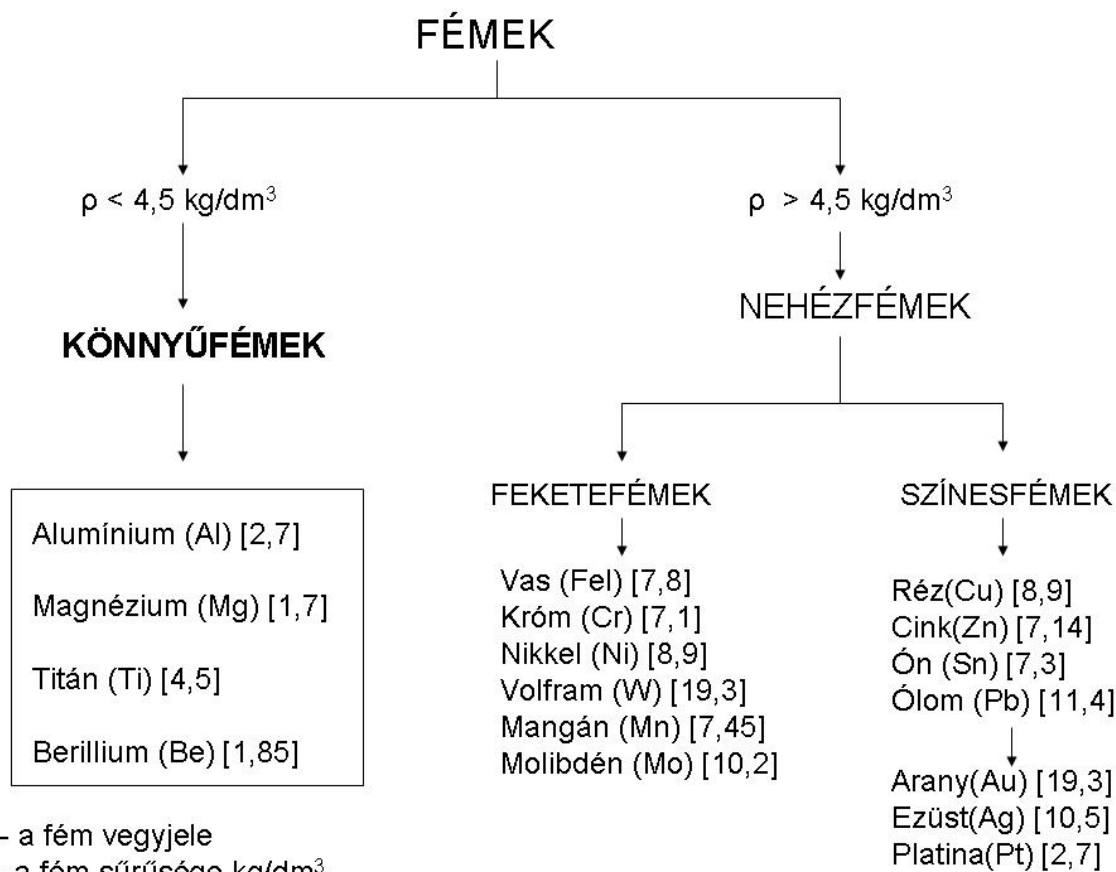
1. Könnyűfémek:

A fémeket különböző szempontok alapján csoportosíthatjuk. A gépiparban és különösen a járműiparban felosztásuk egyik legfontosabb szempontja lehet például a sűrűségük.

Könnyűfémeknek nevezzük megállapodás szerint az $4,5\text{kg/dm}^3$ -nél kisebb sűrűségű fémeket

A 2. ábrán a fémek csoportosítása látható a sűrűségi adatok feltüntetésével. Az ábrán látható módon a fémeket sűrűségük szerint feloszthatjuk könnyűfémekre és nehézfémekre. A nehézfémeket tovább bonthatjuk feketefémekre és színesfémekre. A könnyűfémeknek a gépipar szempontjából fontos elemei az alumínium, a magnézium, a titán és a berillium.

² http://www.metallo-globus.hu/bid46/aluminium_foliak/1(2010. 06. 20)



2. ábra. A fémek felosztása sűrűségük alapján³

Olvadáspontjuk szerint lehetnek a fémek:

- kis olvadáspontúak (olvadáspont <1000°C) pl. könnyűfémek közül az alumínium (660 °C), a magnézium (650 °C),
- közepes olvadáspontúak (1000 °C <olvadáspont <2000 °C) pl. titán (1800 °C), berillium (1283 °C)
- nagy olvadáspontúak (t > 2000 °C, a könnyűfémek közül egyik fém sem tartozik ebbe a csoportba, a nehézfémek közül pl. : a volfrám (3380° C) és a molibdén (2620 °C)

2. Az alumínium (Al)

³ A fémek adatainak forrása: Frischherz–Dax–Gundelfinger_Haffner–Itchner–Kotsch–Staniczek: Fémtechnológiai Táblázatok, B+V lap-és Könyvkiadó Kft 1997. (139. oldal)

A nevét a timsó latin nevéből (alumen) kapta. Az alumínium a periódusos rendszer harmadik főcsoportjában (földfémek) helyezkedik el, az oxigén és a szilícium után a földkéreg harmadik leggyakoribb eleme. Oxigénhez való nagy affinitása miatt redukációs kohósító eljárásokkal nem állítható elő, ezért ipari méretű előállítása elektrolízissel csak a XIX. század vége felé (1886) kezdődött el.

Az előállítás folyamata:

A bauxit timfölddé alakítása Bayer féle lúgos eljárással

- Magas hőmérsékleten nátronlúggal (NaOH) kioldják az alumíniumvegyületeket
- A keletkezett aluminátlúgot ülepitéssel szétválasztják a fel nem oldott vörösiszaptól (színét a vas-oxidtól kapta)
- Az oldatból hűtéssel kiválasztják az alumínium-hidroxidot
- Szűrik, majd csökemencében izzítva timfölddé alakítják

A timföld elektrolízise (Hall – Heroult eljárás)

- A timföldet (Al_2O_3) az olvadáspont csökkentése céljából kriolittal (Na_3AlF_6) keverik, így elérhető az olvadáspont csökkentése $2050\text{ }^\circ\text{C}$ -ról $1000\text{ }^\circ\text{C}$ alá
- Elektrolízissel a timföldet alumíniummá redukálják, ennek tisztasága ~ 99,3%-99,7%-os és kohóalumíniumnak nevezzük
- A kohóalumínium további tisztítása elektrolízissel történhet pl. négykilences alumínium (99,99%), ötkilences alumínium előállítása. Az elektronikában ötkilences alumíniumot is használnak, mivel a vezetőképesség nagymértékben függ a fém tisztaságától.

A folyamat során 4 kg bauxitból kb. 1 kg alumínium állítható elő.⁴ Az elektrolízis nagy villamos energia igénye miatt az alumínium előállítási költsége lényegesen nagyobb, az acélokénál, ezért az acél helyettesítése ugyanolyan szilárdságú, de kisebb sűrűségű más anyaggal, például egy alumíniumötvözzel jelentős költségnövekedéssel jár együtt.

Elő- és félgyártmányok:

A kohóalumínium (Al99; Al99,3; Al99,5; Al99,7) feldolgozása:

- Tuskóöntéssel: képlékeny alakítással feldolgozható tuskók öntése
 - Hidegen és melegen hengerelt termékek: lemez, szalag, tárcsa, fólia
 - Sajtolt, húzott termékek: rúd, idom, cső, huzal, profilos szelvények lágy, félkemény és kemény kivitelben
- Kovácsolt termékek előállítása
- Öntvények előállítása formaöntéssel

⁴ http://www.met.uni-miskolc.hu/education/l_felev/anyagtudomany/ea14/14.pdf (2010. 07.10)

A nagy tisztaságú (Al99,99) alumínium általában lemez, szalag, rúd és huzal formájában kerül felhasználásra elsősorban a villamosiparban, de a vegyipari és a műszeripari alkalmazása is jelentős. A nagy tisztaságú fém szilárdságát ekkor kismennyiségű magnézium ötvöztetésével javítják, mivel ez nem jár a vezetőképesség, korrózióállóság és a hidegalakíthatóság csökkenésével.



3. ábra. Alumínium félgyártmányok⁵

Fizikai tulajdonságok:

- Színe ezüstfehér, porrá törve szürkévé válik
- Alacsony olvadáspontú fém 660 °C
- Könnyűfém, sűrűsége 2700 kg/m³ (2,7 kg/dm³)
- Kiváló villamos és hővezető (az ezüst, réz, arany után a negyedik legjobb vezetőanyag) villamos vezetőképessége ~2/3-a a rézének
- Jó a fényvisszaverő képessége
- Nem mágnesezhető
- Lapközepes köbös rácsszerkezetű fém

Kémiai tulajdonságok:

- Amfoter jellegű fém, ezért a lúgok és a híg savak is oldják alumínátok, illetve alumínium-sók képződése közben

⁵ http://www.metallo-globus.hu/bid46/aluminium_foliak/

- Nagy az affinitása az oxigénhez, a levegő oxigénjével gyorsan reagál, korrózióállóságát a felületén lévő vékony, összefüggő, magas olvadáspontú oxidrétegnek (Al_2O_3) köszönheti. Az alumíniumnak ez a tulajdonsága azonban nagymértékben nehezíti a fém öntését, hegesztését
- Az alumíniumtermékeken elektrokémiai eljárással védő oxidréteget szükség esetén mesterségesen vastagítják, a műveletet **eloxálásnak** nevezzük. A létrehozott oxidréteg egyenletes és tömör, ezért a jó korrózióállóságot és kopásállóságot biztosít, valamint esztétikus megjelenést is ad a termékeknek. Az eloxálás leggyakrabban alkalmazott módja a natúr eloxálás, amelynek eredményeképpen az alumínium megtartja eredeti fémes színét. Létrehozhatók azonban színezett oxidrétegű termékek is, melyeknél a leggyakrabban használt színek a barna különféle árnyalatai és a fekete.
- Vegyületei nem mérgezőek, környezetbarát újrahasznosítható fém
- Az alumínium oxidja az Al_2O_3 , amely megtalálható a következő anyagokban is:
 - **korund**⁶ a MOHS skálán a gyémánt után a második legkeményebb anyag (9-es keménységű a 10-es fokozatú skálán), melynek olvadáspontja 2050C. A korund az oxidok és hidroxidok osztályába tartozó ásvány, mely szintelen és áttetsző, de szennyeződések hatására elszíneződhet: Vörös színű változata a **rubin**, kék változata a **zafír**, amelyeket a finommechanikai csapágyazásokban is alkalmaznak.
 - **timföld**, amely az alumíniumgyártás félterméke

Mechanikai tulajdonságok:

- Kis szilárdságú, lágy fém, szilárdságát ötvözéssel, alakítással és hőkezeléssel javítják, így tág határok között változtatható
- A színfém szilárdsági tulajdonságai tisztaságától és az alakítási állapottól függően változnak
- A kohóalumíniumból készült félgyártmányok szilárdsági tulajdonságai állapottól függően⁷:
 - Lágy (l): $R_m = 40-90$ MPa; $A = 22\%$;
 - Félkemény (fk): $R_m = 90-160$ MPa; $A = 4-6 \%$;
 - Kemény (k): $R_m = 130-180$ MPa ; $A = 2-4 \%$;
- A nagytisztaságú 99,99%-os alumínium és magnézium ötvözetéből készült lemezek szilárdsági tulajdonságai
 - Lágy (l): $R_m = 35-60$ MPa; $A = 40-50\%$;
 - Félkemény (fk): $R_m = 70-100$ MPa; $A = 5-9 \%$;
 - Kemény (k): $R_m = 110-140$ MPa ; $A = 4-5 \%$;

⁶ <http://hu.wikipedia.org/wiki/Korund> (2010.07.02)

⁷ Forrás: <http://hu.wikipedia.org/wiki/Alum%C3%ADnium> (2010.07.02)

Technológiai tulajdonságok:

Hidegen és melegen is jól alakítható, hengerelhető, sajtolható, húzható. Az alumínium és ötvözeteinek sajtolása olyan képlékenyalakító művelet, amelynél rudakat, csöveket és profilokat általában előmelegített tuskóból nagy nyomással állítanak elő sajtológépeken (présgépeken). A sajtolás előnyei a kiváló felületi minőség és az a tény, hogy gyakorlatilag tetszőleges kialakítású termékek állíthatók elő

A színalumínium ömlesztő- és sajtolóhegesztéssel is hegeszthető, de figyelembe kell venni a következő tulajdonságokat:⁸

- olvadás és dermedéspontja megegyezik
- megolvadt állapotában elnyeli a hidrogént,
- nagy az affinitása az oxigénhez, az alumínium-oxid olvadáspontja nagy: (2050 °C)
- jó hővezető képessége miatt, különösen nagyobb fal vastagságok esetén nagyobb hőhatás szükséges

Az alumíniumötvözetek hegeszthetősége az ötvözők mennyiségétől függően változik

A színalumínium szilárdsági, öntészeti tulajdonságai nem megfelelőek, ezért ritkán készítenek belőle alakos öntvényeket. Az alumínium öntészeti tulajdonságait magnézium (Mg) és szilícium (Si) ötvözéssel javítják

⁸<http://www.csukas.sulinet.hu/mggesz01/00-Segedanyagok/00-03-Források/HegesztésZsebkönyv/1fej/1fej.htm> (2010. 07.10)



4. ábra. Présüzem⁹

Felhasználása:

- A kis sűrűség miatt az alumíniumnak és ötvözeteinek egyik fő alkalmazási területe a járműipar
- A melegen és hidegen hengerelt alumíniumlemezek felhasználási lehetőségeinek sokoldalúságát a kis tömeg, a jó korrózióállóság, a jó felületi minőség, valamint a megfelelő mechanikai tulajdonságok indokolják. Alkalmazásuk jelentős területei a repülőgépipar és az autóipar, de alkalmazhatók más területeken is például burkolatlemezek hirdető táblák készítésére is. A hengereléssel előállított vékony (akár 6–10 μm vastagságú) fóliák fontos alkalmazási területe a csomagolóipar és az elektrotechnikai ipar
- Az alumíniumlemezek mélyhúzóhatósága alkalmassá teszi edények, gázpalackok, tartályok gyártására

⁹<http://www.sapagroup.com/hu/Company-sites/Sapa-Profiles-Kft/Uzletagaink/Presuzemhttp://hu>. (2010.07.02)

- Az alumíniumból sajtolt profilok közvetlenül, felületkezelés nélkül használhatók az építőiparban, a járműiparban, a gépiparban
- Hidegfolyatással vékonyfalú alkatrészek, például dobozok, tubusok gyárthatók belőle

3. Az alumínium ötvözetei

Az alumínium fő ötvözőelemei a réz (Cu) a magnézium (Mg), a szilícium (Si), valamint a mangán (Mn) és a cink (Zn) és a nikkell (Ni). Az ötvözők növelik a színalumínium szilárdságát, de csökkentik az olvadás pontját, a hő és villamos vezetőképességét.

Az alumínium ötvözetek csoportosítása:

Összetételük szerint megkülönböztetünk:

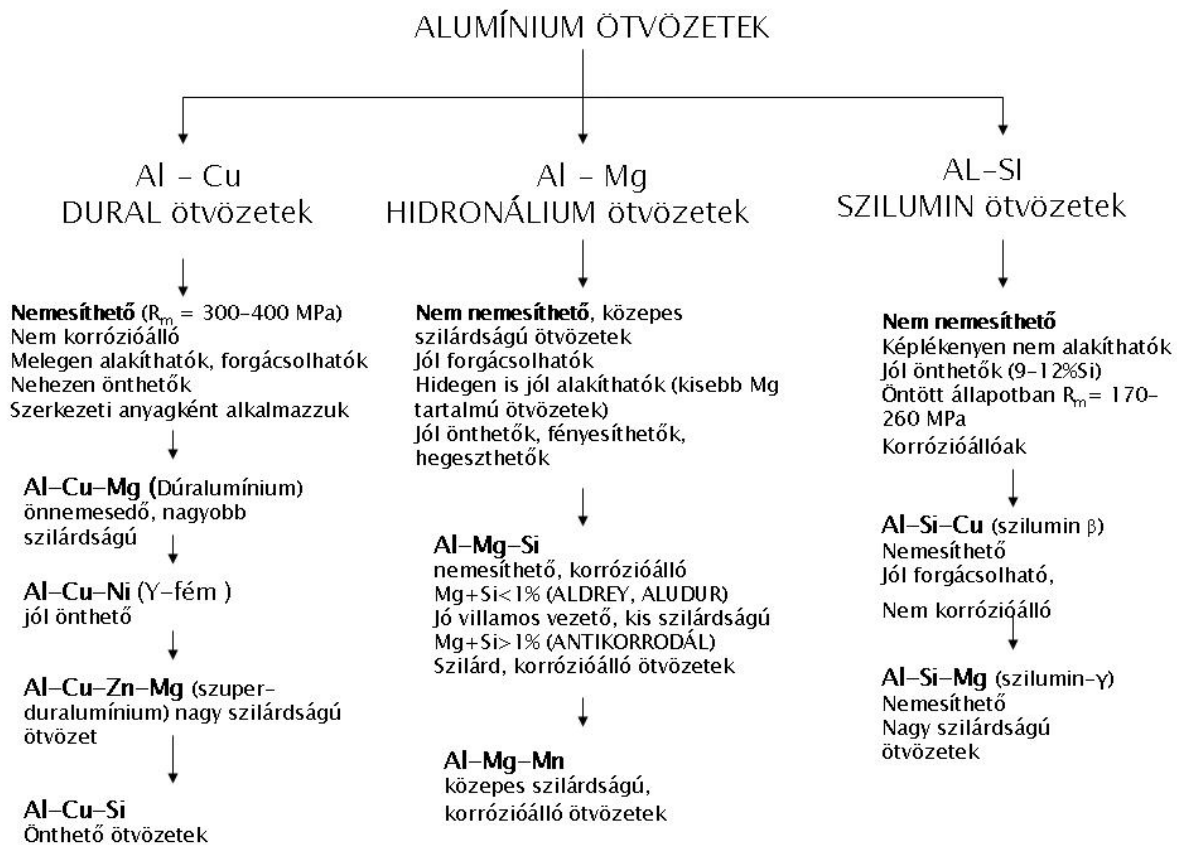
- **DURAL** (Al – Cu) ötvözetek
- **HIDRONÁLIUM** (Al – Mg) ötvözetek
- **SZILUMIN** (Al – Si) ötvözetek

Alakíthatóságuk alapján:

- **ALAKÍTHATÓ** alumíniumötvözeteket
- **ÖNTÉSZETI** alumíniumötvözeteket

Hőkezelhetőségük alapján:

- **NEMESÍTHETŐ** alumíniumötvözeteket
- **NEM NEMESÍTHETŐ** alumíniumötvözeteket



5. ábra. Alumínium ötvözetek csoportosítása összetétel alapján

Az 5. ábra az alumínium ötvözetek összetétel szerinti felosztását mutatja és összefoglalja az egyes ötvözetcsoportok legfontosabb tulajdonságait.

A dural ötvözeteket nagyobb szilárdságuk miatt a gépipar területén elsősorban szerkezeti anyagok készítésére használhatják, de szükség van a korrózióállóságuk javítására például plattírozással. A hidronálium ötvözetek felhasználhatók benzin- és olajcsővezetékek, tartályok készítésére, lemezalakban vasúti kocsik, helyiségek elválasztó falaihoz. A szilumin ötvözetek homokba és kokillába kiválóan önthetők és jól alkalmazható például robbanómotor dugattyúk öntéséhez. Külön csoportot alkothatnak még az Al - Mn ötvözetek, amelyek korrózióállósága kitűnő, hidegen jól alakíthatók és jól önthetők. Villamos vezetőképességük jóval kisebb, mint a tiszta alumíniumé. Folyékony és gáznemű anyagok hegesztett tartályaihoz jól használhatók

Alakítható alumínium ötvözetek

Az alumíniumötvözetek alakításának a célja a geometriai alak és méret létrehozás mellett a a szilárdság növelése és az öntvények durva szemcseszerkezetének a finomítása.

Az alakítható alumíniumötvözetek fő ötvözői a réz (Cu), a mangán (Mn) és a magnézium (Mg), mivel ezek a fémek az alumíniummal szilárd oldatokat alkotnak.

A nem nemesíthető ötvözetek mechanikai tulajdonságait hőkezeléssel nem lehet javítani, de ötvözéssel (Mg, Mn) és alakítással is jelentős szilárdságnövekedés érhető el. Ilyen ötvözetek az Al-Mg; Al-Mg-Mn; és Al-Mn

A nemesíthető és alakítható ötvözetek elsősorban az Al-Cu és az Al-Mg ötvözetek csoportjából kerülnek ki. Alkalmazhatók kovácsolt és sajtolt termékek készítésére, a járművek és a repülőgép-szerkezetek gyártásánál.

Az alakítható alumínium ötvözetek szabványos¹⁰ jelölése: **EN AW**

1000-es sorozat: **színalumínium** pl. AW-1350

Alakítható alumínium ötvözetek jelölései¹¹

2000-es sorozat: **Al – Cu ötvözetek**

3000-es sorozat: **Al – Mn ötvözetek**

4000-es sorozat: **Al – Si ötvözetek**

5000-es sorozat: **Al – Mg ötvözetek**

6000-es sorozat: **Al – Mg – Si ötvözetek**

7000-es sorozat: **Al – Zn ötvözetek**

8000-es sorozat: egyéb ötvözetek pl.: AlFe1Si

Az alakítható alumínium ötvözeteknél a számjelölést (rövidjel) alkalmazzák és kiegészítésként [] zárójelbe téve kell megadni a vegyi összetételt mutató jelölést (hosszú jel), ezt önállóan nem alkalmazzák (MSZ EN 573 szabvány)

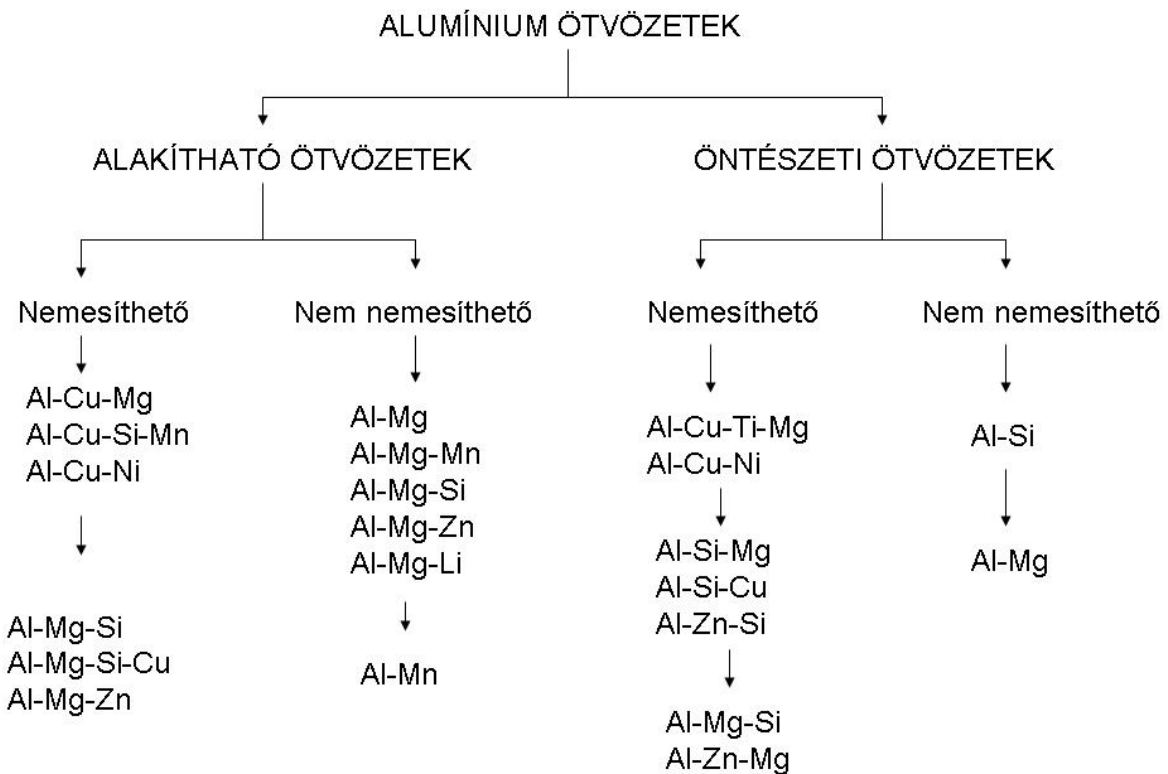
Például:

EN AW-1050A [Al 99,5]; EN AW-1350A [EAl 99,5(A)]

EN AW-6061 [Al Mg1SiCu];

¹⁰ EN 1780-1: Alumínium és alumíniumötvözetek. Az ötvözetlen és ötvözött alumíniumtömbök, segédötvözetek és öntvények megnevezése 1. rész: Megnevezési rendszer számjelekkel.

¹¹ Dr. Bagyinszki Gyula-Dr. Kovács Mihály Gépipari alapanyagok és félkész gyártmányok ANYAGISMERET, Tankönyvmester Kiadó, Budapest, 2001



6. ábra. Az alumínium ötvözetek csoportosítása alakíthatóságuk és hőkezeltetőségük alapján

Önthető alumínium ötvözetek:

Az öntészeti ötvözetek általában eutektikus, vagy az eutektikus összetételhez közelálló ötvözetek. Olvadáspontjuk alacsony, egy adott hőfokon vagy kis hőfokhatárok között dermednek meg, ezért a zsugorodási tényezőjük is kicsi, formakitöltésük jó. Egyes öntészeti alumíniumötvözetek szakítószilárdsága nemesítés után eléri a 400 MPa is, százalékos nyúlása pedig 8–10%-ot. Az iparban használatos öntészeti alumíniumötvözetek fő ötvözői a szilícium (Al-Si), réz (Al-Cu), magnézium (Al-Mg) és a cink (Al-Zn). A szilumi és hidronáium ötvözetek jól önthetők, az durál ötvözetek (4% Cu+Ti, Mg) nemesíthető, többnyire csak homokformába önthető, nagy szilárdságú ötvözetek.

Az önthető alumínium ötvözetek szabványos (EN1706 szabvány) jelölése: **EN AC**

Öntészeti alumínium ötvözetek jelölései

Vegyí összetételre utaló jelölés: az alumínium utáni betű az ötvözőre, a szám a közepes ötvöző tartalomra utal például: AC-AISi12

Számjeles jelölés:

20000-es sorozat: **Al – Cu ötvözetek**

40000-es sorozat: **Al – Si ötvözetek**

50000-es sorozat: **Al – Mg ötvözetek**

70000-es sorozat: **Al – Zn ötvözetek**

80000-es sorozat: **Al – Sn ötvözetek**

Például: EN AC-42000 jelölés vegyjelöléssel EN AC -AlSi7Mg

Az alumínium ötvözetek hőkezelése

Az alakítható alumínium ötvözetek nemesítésének a célja a szilárdság növelése a nyúlás csökkenése nélkül

Műveletei:

Oldó izzítás:

- hevítés 500–550°C-ra: szilárdoldattá alakulás
- hőtartás
- gyors hűtés: túltelített szilárd oldat keletkezik, az ötvözők nem tudnak kiválni a szilárd oldatból

Kikeményítő megeresztés:

- hevítés 100–160°C-ra
- hőtartás
- lassú hűtés: az ötvözők kiválása finom eloszlásban, keménység és szilárdság növekedés

Önnemesedés: a kiválás szobahőmérsékleten következik be, pl. az Al-Cu-Mg ötvözetek szobahőmérsékleten való 1–2 napos pihentetés után is keményednek, nemesednek

Az Al-Si ötvözetek nemesítése:

- A szilumin ötvözetekben dermedéskor a szilícium durva szemcsék alakjában kristályosodik, ezért ezeket az ötvözeteket nemesítéssel finomítják. Ez a nemesítés nem azonos az alakítható alumíniumok hőkezeléssel végzett nemesítésével

Műveletei:

- Öntés előtt a fémeket 100–200°C-kal az olvadáspont fölé hevítik és az olvadt fémbe kb. 0,1%-os mennyiségben fémnátriumot vagy nátriumsót adagolnak
- Az öntési hőmérsékletre (700–720°C-ra) visszahűtve végzik el az öntést
- A nátrium-vegyület formájában az öntés hőfokán szilárd kristályosodási középpontok létrehozásával finomítják a szilícium szemcséket

- A nátriummal kezelt szilumin szilárdsága 10–15%-kal nagyobb, mint a nem nemesített sziluminé, emiatt öntés előtt az Al–Si ötvözeteket mindig nemesítik.
-
- Ha az eutektikus összetételű sziluminhoz magnéziumot ötvöznek, akkor az ötvözet nemesíthetővé válik, azaz szilárdsága hőkezeléssel növelhető.

4. Magnézium (Mg)

Tulajdonságai:

- Alacsony olvadáspontú (650 °C) fém
- A gépiparban leggyakrabban alkalmazott anyagok közül a legkisebb sűrűségű (1,8 kg/dm³), sűrűsége kisebb az alumíniuménál is és megközelítőleg a negyede az acélénak
- Nem korrózióálló
- Nagy az affinitása az oxigénhez, meggyújtva vakító lánggal ég el
- Hexagonális rács szerkezete nehezíti az alakíthatóságát
- Hidegen nehezen alakítható, de 200 C –nál nagyobb hőmérsékleten lényegesen javul az ötvözeinek az alakíthatósága, amit lítium ötvözéssel még tovább lehet javítani
- Gyúlékony fém, ezt alakításkor figyelembe kell venni
- Kis szilárdságú fém, szakító szilárdsága $R_m \sim 110$ MPa öntött állapotban
- Az alumíniumnál jobban forgácsolható, mert nem tapad a szerszámhoz. Forgácsolását szárazon célszerű végezni.
- jól önthető, de öntésekor az oxigénhez való nagy affinitása miatt fedősót kell alkalmazni Elsősorban homok és kokillaöntéssel dolgozzák fel. Az autóiparban nyomásos öntéssel készített darabok szerszám élettartama nagyobb, a szerszámköltség kisebb, ezért a gyártás gazdaságosabb, mint a lemezből készített elemeknél

Ötvözei:

Elektron néven is ismertek, leggyakoribb ötvözői: alumínium (Al) cink (Zn), mangán (Mn)

- Mg–Al ötvözetek: alumínium: növeli az ötvözet szilárdságát
- Mg–Al–Zn ötvözetek: a cink szintén növeli a szilárdságot
- Mg–Al–Zn–Mn: a mangán: korrózióállóvá teszi az ötvözetet
- 3–6% Al: alakítható elektron ötvözetek
- 6–9% Al: önthető elektron ötvözetek
- Kis sűrűségű ötvözetek
- Jó ütésállóság, méretállandóság jellemzi
- Forgácsolhatóak
- a Mg öntvény és a Mg alakítható ötvözei hegeszthetők

Alkalmazása:

- A tiszta magnéziumot rácsszerkezete, rossz alakíthatósága és az oxigénnel való nagy reakcióképessége miatt szerkezeti anyagként nem alkalmazzák, elsősorban ötvöző anyagként hasznosítják. Fő ötvözője az alumíniumnak, a nikkelt esetében dezoxidáló (oxigénelvonó) ötvözőként is alkalmazható. Ötvözőként alkalmazzák a gömbgrafitos öntöttvasak gyártásánál is
- Ötvözeteit felhasználják a járműiparban, repülőgépek, űrhajók, műholdak gyártásánál. Az autóiparban például magnézium alapú motorblokkokat készítenek belőle
- Kis tömege miatt kamerák, fényképezőgépek, mobiltelefonok, számítógépek fémvázai készülnek ötvözeteiből
- Bonyolult, vékonyfalú öntvények gyártásánál is felhasználható
- Alkalmazható a tűzijátékok készítésénél is.

5. Titán

- Olvadáspontja magas: 1668 °C
- Sűrűsége (4,5 kg/dm³) az acélénál jóval kisebb, de az alumíniumnál nehezebb fém
- Nem mágnesezhető
- Korrózióállósága a felületén kialakuló tömör oxidréteg miatt (TiO₂) jó, a szerves savaknak és a tengervíznek is ellenáll
- Nem érzékeny a hőmérsékletváltozásokra
- Rácsszerkezete: 882,5° C-ig hexagonális (α-titán), felette térben középpontos köbös szerkezetű (β-titán)
- Szilárdsága az alumíniumnál és a réznél nagyobb, R_m = 300 – 740 MPa, amely ötvözéssel és hőkezeléssel tovább növelhető, nyúlása A = 15–30 %¹²
- Rácsszerkezete ellenére viszonylag jól alakítható, de nehezen forgácsolható

Ötvözetei:

- Leggyakoribb ötvözői: alumínium (Al), vanádium (V), ón (Sn), de ötvözik molibdénnel (Mo) és krómmal (Cr) is.
- Nagy szilárdságú ötvözetek szilárdságukat magas hőmérsékleten (480–500 °C-ig) is megtartják
- Korrózióállóak
- Hegeszthetőek

Jelölésük: a titán utáni betű az ötvözőre, a szám a közepes ötvöző tartalomra utal, például: TiAl6V4, TiAl5Sn2

Alkalmazása:

- Vegyipari berendezésekben, hajóiparban
- Készülékek, műszerek, mérőeszközök anyagaként

¹² Dr. Bagyinszki Gyula – Dr. Kovács Mihály Gépipari alapanyagok és félkész gyártmányok ANYAGISMERET, Tankönyvmester Kiadó, Budapest, 2001

- Könnyűszerkezetek gyártásánál
- Repülőgépiparban, űrhajózásban
- Szerelvények gyártásánál
- Egészségügyi implantátumok előállítására

TANULÁSIRÁNYÍTÓ

1. Olvassa el a fémek felosztására vonatkozó információtartalmat! Válaszolja a kérdésekre!

- Milyen fizikai jellemzők alapján csoportosítjuk a fémeket?
- Mit nevezünk könnyűfémeknek? Melyek a gépiparban leggyakrabban alkalmazott könnyűfémek?
- Hova sorolhatók a könnyűfémek a fémek olvadáspontjuk alapján történő csoportosításában?

Hasonlítsa össze a könnyűfémek sűrűségét az acélokéval és a színesfémekével! Használja az 2. ábrán szereplő adatokat!

- Hányszorosa az acélok sűrűségese az alumínium sűrűségének!
- Hányszorosa az acélok sűrűségese az magnézium sűrűségének!
- Hányszorosa az acélok sűrűségese az titán sűrűségének!
- Hányad része az alumínium sűrűsége a réz sűrűségének?
- Hányad része az alumínium sűrűsége az ólom sűrűségének?

Tegye növekvő sorrendbe a fémeket sűrűségük alapján!

2. Olvassa el az alumíniumra és ötvözeteire vonatkozó információtartalmat!

Válaszolja a következő kérdésekre! Írjon rövid vázlatot a kérdések alapján!

- A vasnál kisebb vagy nagyobb olvadáspontú fém az alumínium?
- Az ötvöztelen acéloknál jobb vagy rosszabb az alumínium korrózióállósága? Indokolja választát!
- Milyen tulajdonsága miatt történik az alumínium előállítása elektrolízissel?
- Milyen hátrányokkal jár az alumínium felületén képződő oxidréteg (Al_2O_3)?
- Milyen anyag a korund? Mennyi az olvadáspontja?
- A vashoz és a rézhez viszonyítva milyen az alumínium áramvezető képessége? Hányadik a legjobb áramvezető fémek sorában az alumínium?
- Mit értünk az alumínium eloxálásán?
- Milyen módokon növelhető az alumínium szilárdsága?
- Mi az előgyártmánya a sajtolt és hengerelt alumínium profiloknak, lemezeknek?
- Milyen tényezőket kell figyelembe venni az alumínium hegesztésénél?
- Milyen tulajdonsága alapján alkalmazhatjuk az alumíniumot tükrök előállításához?
- Milyen tényezők indokolják az alumínium termékek sokoldalú felhasználását?
- Milyen tulajdonsága nehezíti az alumínium öntését és hegesztését?

- Melyek az alumínium fő ötvözői? Melyek a fő ötvözőkkel alkotott vegyületei?
- Sorolja fel az alakítható alumíniumötvözetek főbb csoportjait! Hogyan jelöli a szabvány ezeket az ötvözeteket?
- Sorolja fel az öntészeti alumíniumötvözetek főbb csoportjait! Hogyan jelöli a szabvány ezeket az ötvözeteket?
- Mía célja az alumíniumötvözetek nemesítésének? Sorolja fel a nemesítés műveleteit?
- Mi a célja az Al – Si ötvözetek "nemesítésének"? Mennyiben különbözik a durál ötvözetek nemesítésétől?

3. Nézzon utána tankönyveiben vagy az interneten!

- Mi a Mohs-skála alapja? Milyen keménységi sorrend alakult ki az anyagok között a Mohs skála alapján?
- Hogyan történik az alumínium eloxálása?
- Van-e ma Magyarországon aktívan működő alumíniumkohó?
- Hogyan történik az alumínium öntése?
- A diákoknak versenyt rendeztek az alumínium palackok összegyűjtésére. Miért gyűjtik össze az alumíniumpalackokat? Milyen előnyökkel jár az alumínium újrahasznosítása?

Ajánlott internetes oldalak:

- <http://hu.wikipedia.org/wiki/Korund>
- <http://hu.wikipedia.org/wiki/Elox%C3%A1l%C3%A1s>
- <http://www.sulinet.hu/tart/fcikk/Kidm/0/33363/1>
- http://gtk.wigner.bme.hu/jegyzet/jegyzetmm/Anyagismeret/Aluminium_es_otvozetei.doc
- http://www.wasteproject.eu/FILE/hulladegzaldalkodas_modul_2.ppt#304,48,48.dia

4. Keressen a gyártók katalógusaiban példákat az alumíniumötvözetek jelölésére és alkalmazására! Milyen anyagminőséggel készülnek a következő termékek?

- L, T és U profilok anyagminőségére
 - Rudak: kör (Ø O4, 5, 6, 8, 10 és 12 mm), négyszög és hatszög rudak
 - 0,5–4 mm átmérőjű huzalok
- http://www.metallo-globus.hu/bid32/zartszelvenyek-csovek-l_t_u_profilok/1
<http://www.metallo-globus.hu/uploads/mg-termek-lista.pdf>

5. Keresse meg az ajánlott honlapot és válaszoljon írásban a következő kérdésekre

- Milyen anyagcsoportokkal foglalkozik az ajánlott füzet?
- Milyen tanácsokat ad az alumínium megmunkálásához?
- Milyen szilárdsági értékek jellemzik az egyes csoportokat?
- Milyen példákat sorol fel az egyes anyagcsoportok felhasználására?

Ajánlott honlap

http://www.protoolkft.hu/Protool_katalogusok/amg/aluminium.pdf

6. Egy gyártó honlapján a következő olvasható és látható (7. ábra):

"Trapéz lemezek rendkívül hosszú élettartamuk miatt évtizedek óta az építőipar igen kedvelt termékei. Elsősorban 5754-es és 3004-es ötvözetű alumíniumból készülnek."



7. ábra.

Milyen ötvözetsoportba tartozó alumíniumötvözetekből készülnek a képen látható trapéz lemezek?

7. Gyakorolja az alumíniumötvözetek jelöléseinek az értelmezését! Válassza ki az ötvözetek közül a következőket!

Önthető ötvözetek _____
Alakítható ötvözetek _____
Nemesíthető ötvözetek _____

EN AC-21100 EN AC-Al Cu4Ti

EN AW-5019 [Al Mg5]

EN AC-43300 EN AC-Al Si9Mg

EN AC-44000 EN AC-Al Si11

EN AW-6061 [Al Mg1SiCu];

EN AC-47000 EN AC-Al Si12 (Cu)

EN AW -3105 [Al Mn0,5Mg0,5]

8. Olvassa el a magnéziumra vonatkozó információtartalmat!

Válaszoljon a következő kérdésekre! ! Írjon rövid vázlatot a kérdések alapján!

- Alkalmazzák-e a színesfém magnéziumot szerkezeti anyagként?
- Milyen esetekben kell figyelembe venni a magnézium gyúlékonyságát?
- Hogyan javítható a magnézium alakíthatósága? Mi nehezíti az alakíthatóságát?
- Melyik fém forgácsolható jobban a magnézium vagy az alumínium?
- Melyek a magnézium fő ötvözői?
- Milyen tulajdonsága alapján alkalmaznak egyre több magnéziumötvözetet a járműiparban?
- Milyen tulajdonsága alapján alkalmazhatjuk a magnéziumötvözeteket a repülőgépek űrhajók gyártásánál?
- Milyen tulajdonsága alapján alkalmazható a magnézium a tűzijátékok készítésénél?

9. Olvassa el a titánra vonatkozó információtartalmat!

Válaszoljon a következő kérdésekre! ! Írjon rövid vázlatot a kérdések alapján!

- Hasonlítsa össze a titán és az ötvöztelen acél sűrűségét, korrózióállóságát és szilárdságát! Melyik előnyösebb a felsorolt tulajdonságok alapján a gépipar számára?
- Milyen a titán rácsszerkezet? Milyen tulajdonságát és hogyan befolyásolja?
- Melyek a titán fő ötvözői?
- Milyen összetételű az TiAl5Sn2 jelű ötvözetet?
- Milyen tulajdonsága alapján alkalmazhatjuk a titánt vegyipari berendezésekben és a hajóiparban?
- Milyen tulajdonsága alapján alkalmazhatjuk a titánt vegyipari berendezésekben és a hajóiparban?
- Milyen tulajdonsága alapján alkalmazhatjuk a titánt a repülőgépiparban és az űrhajók gyártásánál?

Nézzon utána tankönyveiben vagy az interneten!

- Milyen ércből és hogyan állítják elő a titánt?
- Mi az implantátum? Miért alkalmas a titán implantátumok készítésére?

Ajánlott internetes oldalak:

<http://sdt.sulinet.hu/Player/default.aspx?g=bc5ed275-acc1-434e-b7a0-cee6c4099eca&cid=794a8922-7ae6-45d0-9c88-94fb196bb972>

10. Gyűjtse ki az információtartalomból a könnyűfémek legfontosabb tulajdonságait a következő táblázatba! A korrózióállóság, alakíthatóság, vezetőképesség jellemzésére használja a "jó, közepes és nem megfelelő" kifejezéseket!

A fém neve/vegyjele	olvadáspont	sűrűség	rácsszerkezet	korrózióállóság	szilárdság	alakíthatóság
Alumínium/						
Magnézium/						
Titán/						

Tegye növekvő sorrendbe a könnyűfémeket:

- olvadáspontjuk alapján
- Sűrűségük alapján
- szilárdságuk alapján!

Válaszoljon az esetfelvetésben feltett kérdésekre!

Oldja meg az önellenőrző feladatokat! Ellenőrizze válaszainak helyességét a megoldásban! Több hibás válasz esetén olvassa el ismét a szakmai információtartalom vonatkozó fejezeteit!

ÖNELLENÖRZŐ FELADATOK**1. feladat**

Válassza ki a következő fémek közül a kizárólag könnyűfémeket tartalmazó csoportot!

- a) Be; Mg, AL,
- b) Mg, AL, Cu
- c) Al, Sn, Ti

2. feladat

Állítsa növekvő sorrendbe sűrűségük alapján a következő fémeket!

alumínium, réz, magnézium, titán, vas

1. _____
2. _____
3. _____
4. _____
5. _____

3. feladat

Melyik ötvözetre vonatkoznak a következő tulajdonságok? Írja a helyes válasz betűjelét a vonalra!

Korrózióállóak, nem nemesíthetők, képlékenyen nem alakíthatók, jól önthetők

- a) Al – Cu
- b) Al – Mg
- c) Al – Si

4. feladat

Válassza ki a magnéziumra jellemző tulajdonságokat! Írja a helyes válaszok betűjelét a vonalra!

- a) Nagy az affinitása az oxigénhez
- b) A korrózióknak jól ellenáll
- c) Jól forgácsolható, nem tapad a szerszámhoz
- d) Fő ötvözői az alumínium és a vanádium
- e) Gyúlékony fém

5. feladat

Válassza ki a titánra jellemző tulajdonságokat! Írja a helyes válaszok betűjelét a vonalra!

- a) Fő ötvözői az alumínium és a vanádium
- b) A tengervízzel szemben ellenálló
- c) Szobahőmérsékleten térben középpontos köbös rácsszerkezetű
- d) Nagy az affinitása az oxigénhez
- e) Szilárdsága az alumíniumnál és a réznél nagyobb

6. feladat

Értelmezze az $AlSi8Cu3$ anyagjelölést! Írja a kérdés melletti vonalra a választát!

Mennyi szilíciumot tartalmaz az ötvözet? _____

Mennyi az ötvözet réztartalma? _____

Alkalmas-e az ötvözet öntvények készítésére? _____

7. feladat

Válassza ki a felsorolt anyagminőségek közül az öntészeti alumínium-ötvözeteket!

- a) EN AW 1050 [Al 99,5]
- b) EN AW-6061 [Al Mg1SiCu];
- c) EN AC- 51300 EN AC- AlMg5
- d) EN AW 2017A [AlCuMg1]
- e) EN AC-41000 EN AC - Al Si2MgTi
- f) EN AC-21000 EN AC-AlCu4MgTi

8. feladat

Válassza ki az 7. feladatban felsorolt anyagminőségek közül a színalumíniumot!

9. feladat

Válassza ki az 8. feladatban felsorolt anyagminőségek közül a Hidronálum ötvözeteket!

10. feladat

Mi az alumíniumötvözetek nemesítésének a célja? Melyek a nemesítés fő műveletei?

Cél: _____

Műveletek: _____

MUNKANYAG

MEGOLDÁSOK

1. feladat

- a) Be; Mg, AL,

2. feladat

1. magnézium
2. alumínium
3. titán
4. vas
5. réz

3. feladat

- c) Al-Si

4. feladat

- a) Nagy az affinitása az oxigénhez
- c) Jól forgácsolható, nem tapad a szerszámhoz
- e) Gyúlékony fém

5. feladat

- a) Fő ötvözői az alumínium és a vanádium
- b) A tengervízzel szemben ellenálló
- e) Szilárdsága az alumíniumnál és a réznél nagyobb

6. feladat

Mennyi szilíciumot tartalmaz az ötvözet? **8%** _____

Mennyi az ötvözet réztartalma? **3%** _____

Alkalmas-e az ötvözet öntvények készítésére? **Igen, mert a szilumin ötvözetek jól önthetők** _____

7. feladat

- a) EN AW 1050 [Al 99,5]
- b) EN AW-6061 [Al Mg1SiCu];
- d) EN AW 2017A [AlCuMg1]

8. feladat

- a) EN AW 1070A [Al 99,7]

9. feladat

- b) EN AW-6061 [Al Mg1SiCu];
- c) EN AC- 51300 EN AC- AlMg5

10. feladat

Cél: a szilárdság növelése a nyúlás csökkenése nélkül

Műveletek:

- **Oldó izzítás:** hevítés 500–550°C- ra , hőntartás, gyors hűtés
- **Kikeményítő megeresztés:** hevítés 100–160°C-ra, hőntartás, lassú hűtés:

IRODALOMJEGYZÉK

FELHASZNÁLT IRODALOM

Dr. Bagyinszki Gyula – Dr. Kovács Mihály: Gépipari alapanyagok és félkész gyártmányok ANYAGISMERET, Tankönyvmester Kiadó, Budapest, 2001

Dr. Márton Tibor – Plósz Antal – Vincze István Anyag-és gyártásismeret a fémipari szakképesítések számára, Képzőművészeti Kiadó, 2007

Frischherz–Dax–Gundelfinger_Haffner–Itchner–Kotsch–Staniczek: Fémtechnológiai

Táblázatok B+V lap-és Könyvkiadó Kft

Internetes oldalak

<http://aluminiumprofil.lapunk.hu/?modul=oldal&tartalom=504159> (2010. 06. 20)

http://www.metallo-globus.hu/bid46/aluminium_foliak/1(2010. 06. 20)

http://www.met.uni-miskolc.hu/education/I_felev/anyagtudomany/ea14/14.pdf (2010. 07.10)

<http://hu.wikipedia.org/wiki/Korund> (2010.07.02)

<http://hu.wikipedia.org/wiki/Alum%C3%ADnium> (2010. 07.02)

<http://www.sapagroup.com/hu/Company-sites/Sapa-Profiles-Kft/Uzletagaink/Presuzem><http://hu.> (2010.07.02)

http://www.protoolkft.hu/Protool_katalogusok/amg/aluminium.pdf (2010.07.08)

<http://www.csukas.sulinet.hu/mggepesz01/00-Segedanyagok/00-03-Forrasok/HegesztesZsebkonyv/1fej/1fej.htm>(2010. 07.10)

Szabványok

EN 1676 Alumínium és alumíniumötvözetek. Ötvözött alumíniumtömbök, Részletezések

EN 1780-1

Alumínium és alumíniumötvözetek. Az ötvözetlen és ötvözött alumíniumtömbök, segédötvözetek és öntvények megnevezése 1. rész: Megnevezési rendszer számjelekkel.

EN 1780-2

Alumínium és alumíniumötvözetek. Az ötvözetlen és ötvözött alumíniumtömbök, segédötvözetek és öntvények megnevezése. 2. rész: Megnevezési rendszer vegyjelekkel

EN 1780-3

Alumínium és alumíniumötvözetek. Az ötvözetlen és ötvözött alumíniumtömbök, segédötvözetek és öntvények megnevezése. 3. rész: Írásszabályok a vegyi összetételhez.

MSZ EN 1706

Alumínium és alumíniumötvözetek. Öntvények. Vegyi összetétel és mechanikai tulajdonságok

AJÁNLOTT IRODALOM

Dr. Bagyinszki Gyula – Dr. Kovács Mihály: Gépipari alapanyagok és félkész gyártmányok ANYAGISMERET, Tankönyvmester Kiadó, Budapest, 2001

Dr. Márton Tibor – Plósz Antal – Vincze István Anyag-és gyártásismeret a fémipari szakképesítések számára Képzőművészeti Kiadó 2007

Fenyvessy Tibor–Fuchs Rudolf–Plósz Antal Műszaki táblázatok, Budapest, 2007

Frischherz–Dax–Gundelfinger_Haffner–Itschner–Kotsch–Staniczek: Fémtechnológiai táblázatok, B+V lap-és Könyvkiadó Kft

A(z) 0225-06 modul 006-os szakmai tankönyvi tartalomeleme felhasználható az alábbi szakképesítésekhez:

A szakképesítés OKJ azonosító száma:	A szakképesítés megnevezése
31 521 02 0000 00 00	CNC-forgácsoló
31 521 09 1000 00 00	Gépi forgácsoló
31 521 09 0100 31 01	Esztergályos
31 521 09 0100 31 02	Fogazó
31 521 09 0100 31 03	Fűrészipari szerszámélező
31 521 09 0100 31 04	Köszörűs
31 521 09 0100 31 05	Marós
33 521 08 0100 31 01	Székforgácsoló
33 521 08 0000 00 00	Szerszámkészítő

A szakmai tankönyvi tartalomelem feldolgozásához ajánlott óraszám:

30 óra

MUNKANYAG

A kiadvány az Új Magyarország Fejlesztési Terv
TÁMOP 2.2.1 08/1–2008–0002 „A képzés minőségének és tartalmának
fejlesztése” keretében készült.

A projekt az Európai Unió támogatásával, az Európai Szociális Alap
társfinanszírozásával valósul meg.

Kiadja a Nemzeti Szakképzési és Felnőttképzési Intézet
1085 Budapest, Baross u. 52.

Telefon: (1) 210–1065, Fax: (1) 210–1063

Felelős kiadó:
Nagy László főigazgató