

Általános mérnöki ismeretek

4. gyakorlat

Anyagismeret

A fémek a legfontosabb szerkezeti anyagaink

A Severn folyó hídja



Az első vashíd

Az *Iron Bridge* (Vashíd) az angliai Shropshire grófságban, Coalbrookdale-nél a Severn folyó fölött ível át. Az első ilyen jellegű szerkezet a világon. 1777-ben sikerült kiönteni a híd bordáit és a fedőlapokat. A bordázat egy-egy darabja 5,1 tonnát nyom. A híd előre gyártott alkotóelemeit a helyszínre szállították, ám nem szegecsekkel szerelték, hanem ékekkel és fogazatokkal illesztették össze. 1779-ben néhány hónap alatt felállították anélkül, hogy a Severn folyó élénk hajóforgalmát le kellett volna állítani. Megépítették a hídhoz vezető feljárókat, s végül 1781-ben, újév napján megtörtént az átadás. A 384 tonnás híd fesztávja 30,6 méter. 1795-ben a Severn folyón áradás zajlott, ami jelentős károkat okozott a kőhidakban, de a vashíd ép maradt. A híd ma is nagy érdeklődésnek és látogatottságnak örvend, igazi turisztikai látványosság. Az *Iron Bridge* a körülötte lévő iparterülettel a Világörökség része.

Az anyagok jellemző tulajdonságai

A fizikai és kémiai tulajdonságok a fontosak (pl. keménység, szívósság, savállóság stb.)

Fizikai változás: → az anyag tulajdonságai megváltoznak, de új anyag nem keletkezik.

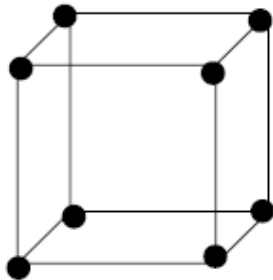
Kémiai átalakulás: → az anyagból más tulajdonságú új anyag keletkezik.

- **FÉMEK:** jó elektromos és hővezető képesség, erőhatásokkal szemben ellenálló, szilárd stb.
- **FÉMSZERŰ ANYAGOK:** tulajdonságaik szerint átmenet a fémek és a nemfémes anyagok között
- **NEMFÉMES ANYAGOK:** elektromos vezetésük rossz, a fémekkel ötvözetet nem alkotnak

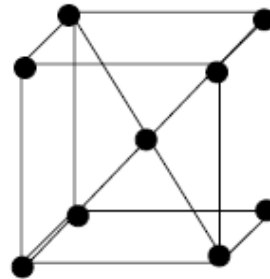
Fémek

~ kristályos szerkezetűek, szabályos rendszerben kristályosodnak

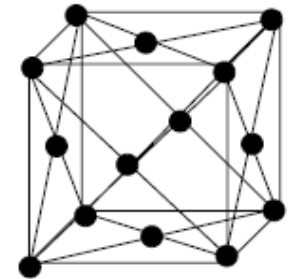
■ Rácsszerkezetek:



Egyszerű köbös



Térközepes köbös
lítium, nátrium,
króm., molibdén

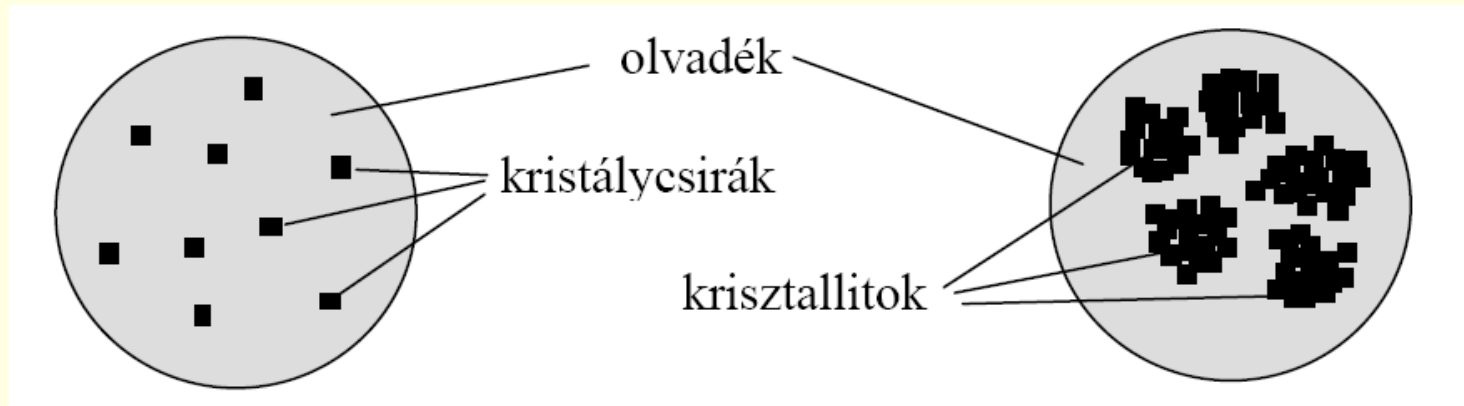


Lapközepes köbös
réz, alumínium,
nikkel, ólom stb.

Fémek

A kristályok szilárduláskor (hűléskor) deformálódnak →
krisztallitok

A fémek szabályos rácsszerkezetek halmazát alkotó
szabálytalan alakú kristályokból un.
KRISZTALLITOKBÓL állnak.



Kristálycsírák kialakulása

Egykristályok növekedése

Fémek

A fémekben szabad elektronok vannak – ezért a fémek jó elektromos vezetők.

A fémek mint szerkezeti anyagok a következő igénybevételeknek lehetnek kitéve (mechanikai igénybevételek):

- Húzás
- Nyomás
- Csavarás
- Nyírás
- Hajlítás
- Az előzőek különböző kombinációi

Az anyagok csoportosítása

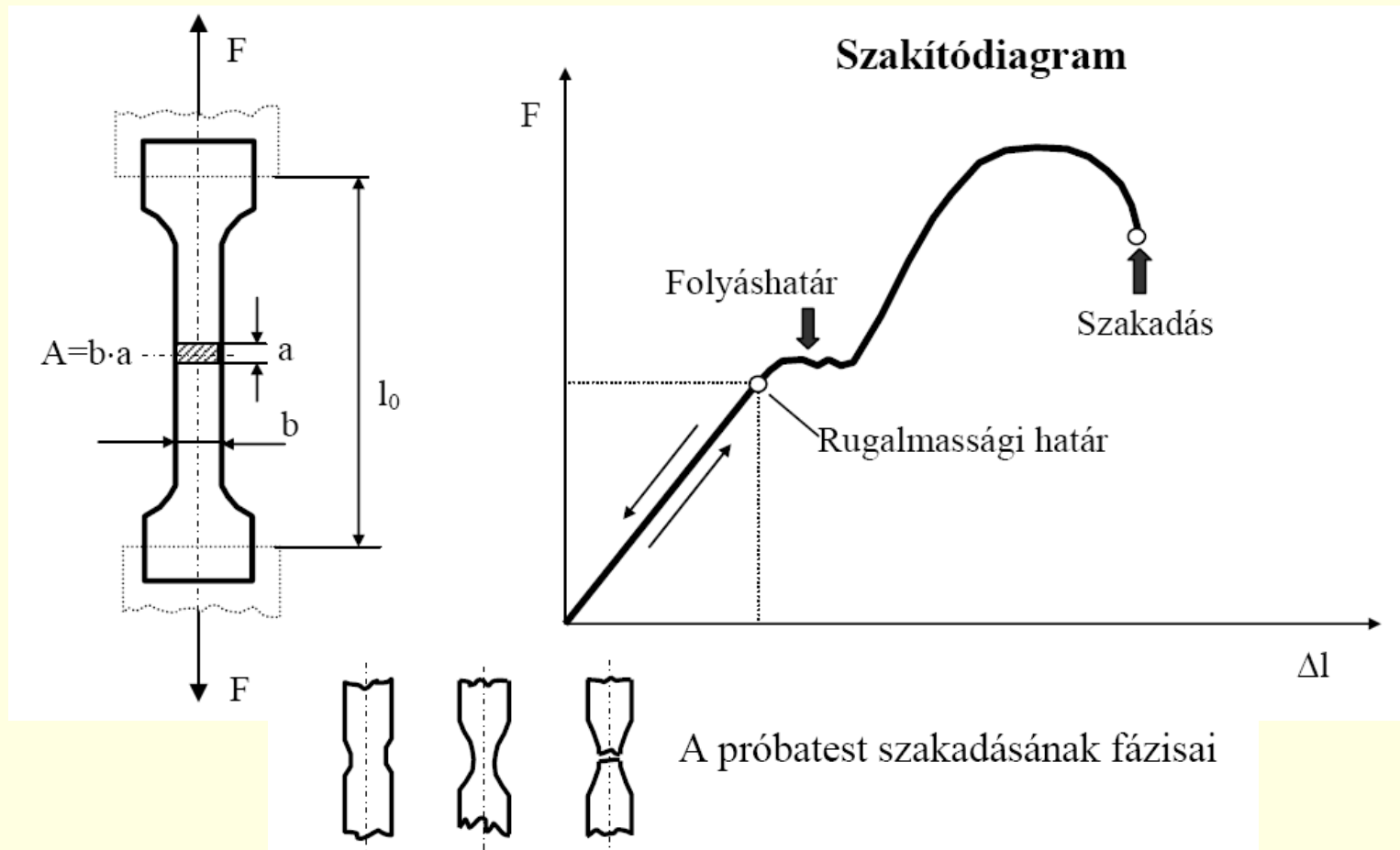
Az **erőhatásokkal szembeni viselkedés alapján** az anyagok lehetnek:

- RIDEG - RUGALMAS - SZÍVÓS - KÉPLÉKENY tulajdonságúak.
- Rideg anyag: nagy nyomószilárdságú, az egyéb igénybevételeket nem bírja, könnyen törik (pl. öntöttvas).
- Rugalmas anyag: az igénybevételeket jól bírja, alakváltozása az erővel arányos. Csak nagy alakváltozás után szakad vagy törik (pl. acélok).
- Szívós anyag: kis méretű, rugalmas alakváltozás után, deformáció (pl. acélok egyes fajtái).
- Képlékeny: alakváltozás kis erőhatásra is (deformáció). Könnyen alakíthatók. (pl. ón, ólom).

Az anyag szilárdsági tulajdonságait, jellemzőit anyagvizsgálatokkal állapítják meg (szakítószilárdság, keménység, kopásállóság stb.).

Az acélananyagok egyik legfontosabb jellemzője a **szakítószilárdság**.

Meghatározása: szakítópróbával



Anyagvizsgálat

Anyagvizsgálati eljárások

- Szakítópróba
- Nyomóvizsgálat
- Csavaró-vizsgálat
- Nyíróvizsgálat
- Keménységmérés
- Fárasztóvizsgálat

Technológiai próbák

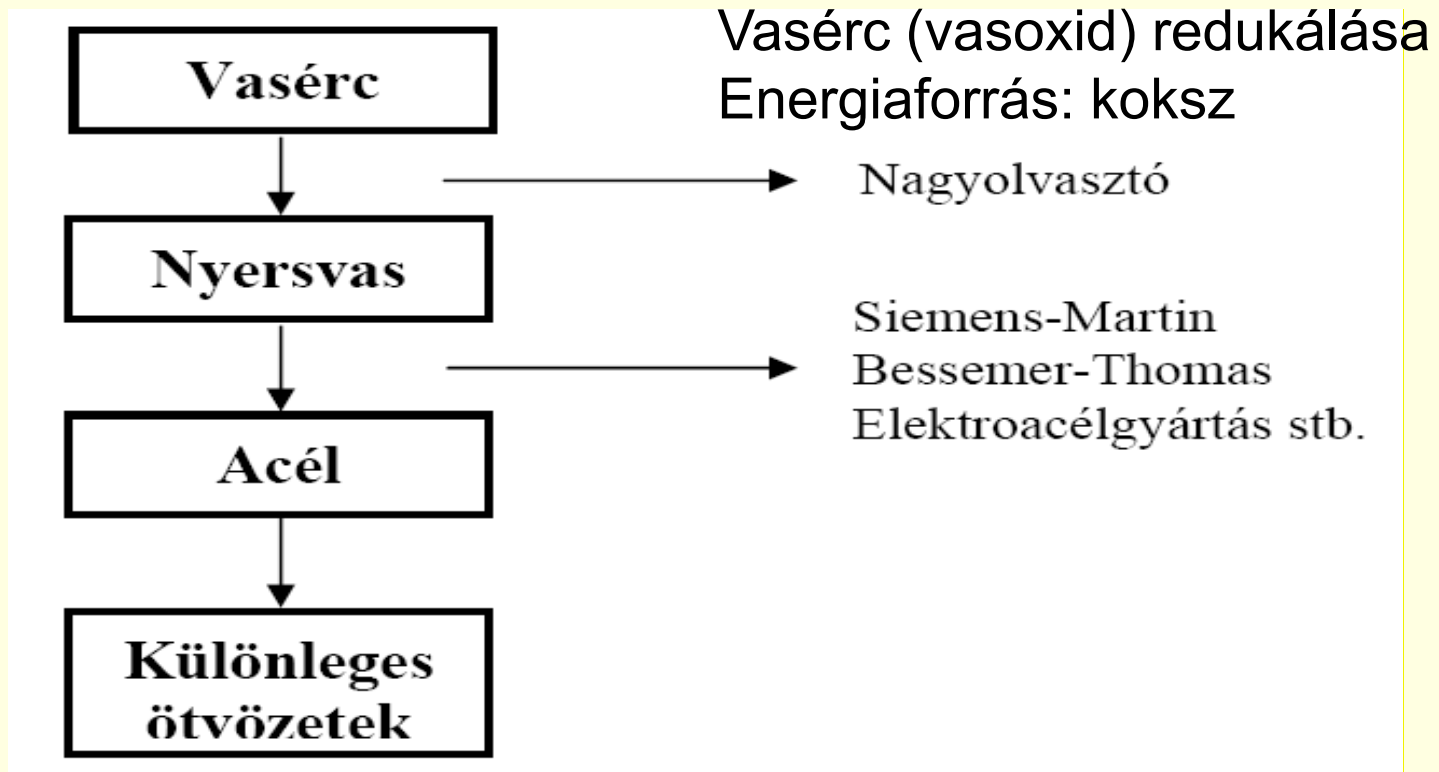
- Hajlító-vizsgálat
- Hajtogató-vizsgálat
- Mélyhúzó vizsgálat
- Szikrapróba
- Forgácsolhatósági próba

FÉMES SZERKEZETI ANYAGOK

A vas és ötvözetei

Vegyjele: Fe, Sűrűsége: $\rho=7,85 \text{ kg/dm}^3$, $T_{\text{olvpont}}=1530 \text{ }^\circ\text{C}$

A legfontosabb szerkezeti anyag.



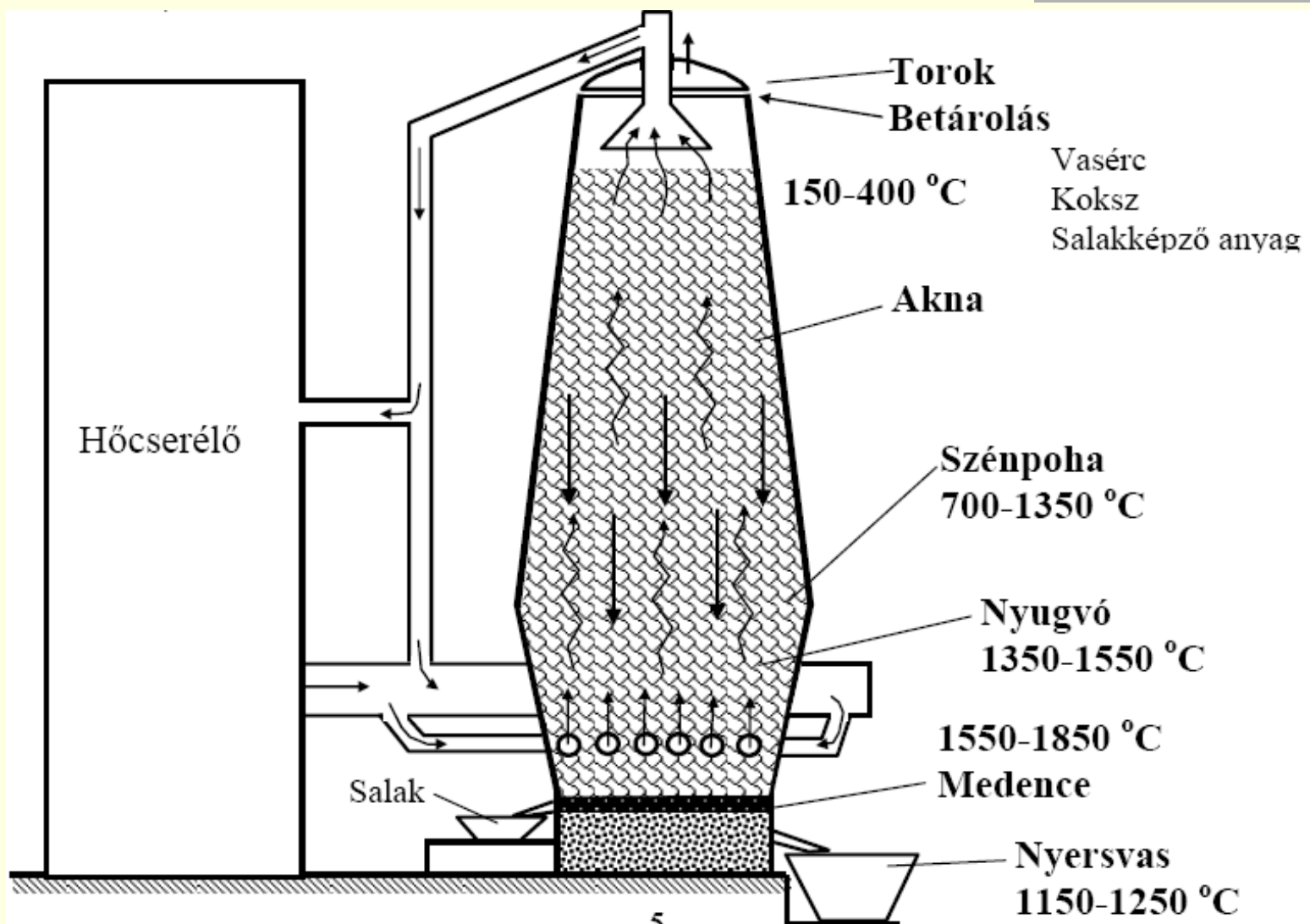
Nyersvas előállítása



| Vasérc | Előkészítés | Nagyolvasztó |
|-------------------|-------------|---|
| Magnetit → 50–70% | Aprítás |  |
| Hematit → 40-60% | Osztályozás | |
| Limonit → 25–50% | Pörkölés | + salakképző anyagok |
| Sziderit → 25-40% | Brikettálás | + kokszt |

Az iparilag feldolgozható vasércvek vastartalma: 25-60%

Nyersvasgyártás - nagyolvasztó



Nyersvas jellemzői

A nagyolvasztóból kikerülő nyersvas tartalmaz: szenet, mangánt, szilíciumot, kén, foszfort, oxidokat.

Salak feladata:

- fémfürdőben lévő szennyező anyagok eltávolítása pl. kén (S), mangán (Mn), szilícium (Si) tartalom csökkentése,
- meddő leválasztás elősegítése,
- megakadályozza a nyersvas újraoxidációját.

Nyersvas két változata

Fehér nyersvas: a szenet vegyület, vaskarbid formájában tartalmazza, a cementit miatt kemény, rideg törete fehér.

→ **csak acéllá finomítva használható**

Szürke nyersvas: - a nagyobb arányú szilícium miatt a szenet lemezes grafit zárványok formájában tartalmazza, ezért törete szürke.

→ **öntvények anyagaként felhasználható**

Acél előállítása

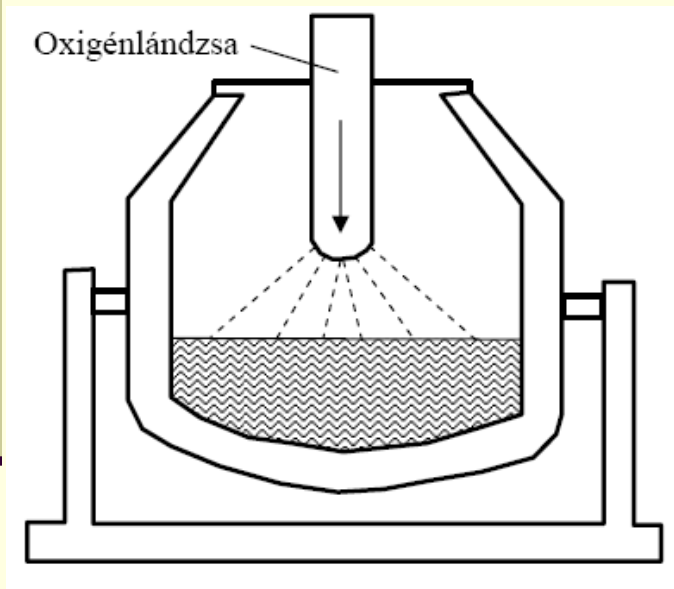
Cél: fehér nyersvas szénttartalmának csökkentése, az ötvözők beállítása és a szennyező anyagok eltávolítása.

Fehér nyersvas tartalmaz: 3 – 4,5 % szenet (C),
2 – 4 % mangánt (Mn),
0,3 – 1 % szilíciumot (Si),
foszfort (P) és ként (S).

Acélgyártási eljárások:

- Szélfrissítéses- konverteres
- Levegő-befúvatásos (Bessemer – Thomas)
- **oxigénbefúvatásos (LD konverteres)** - leggyakoribb
- Siemens – Martin
- Elektro-acélgyártás

Oxigénbefúvatásos konverteres, LD eljárás (Linz-Donawitz)



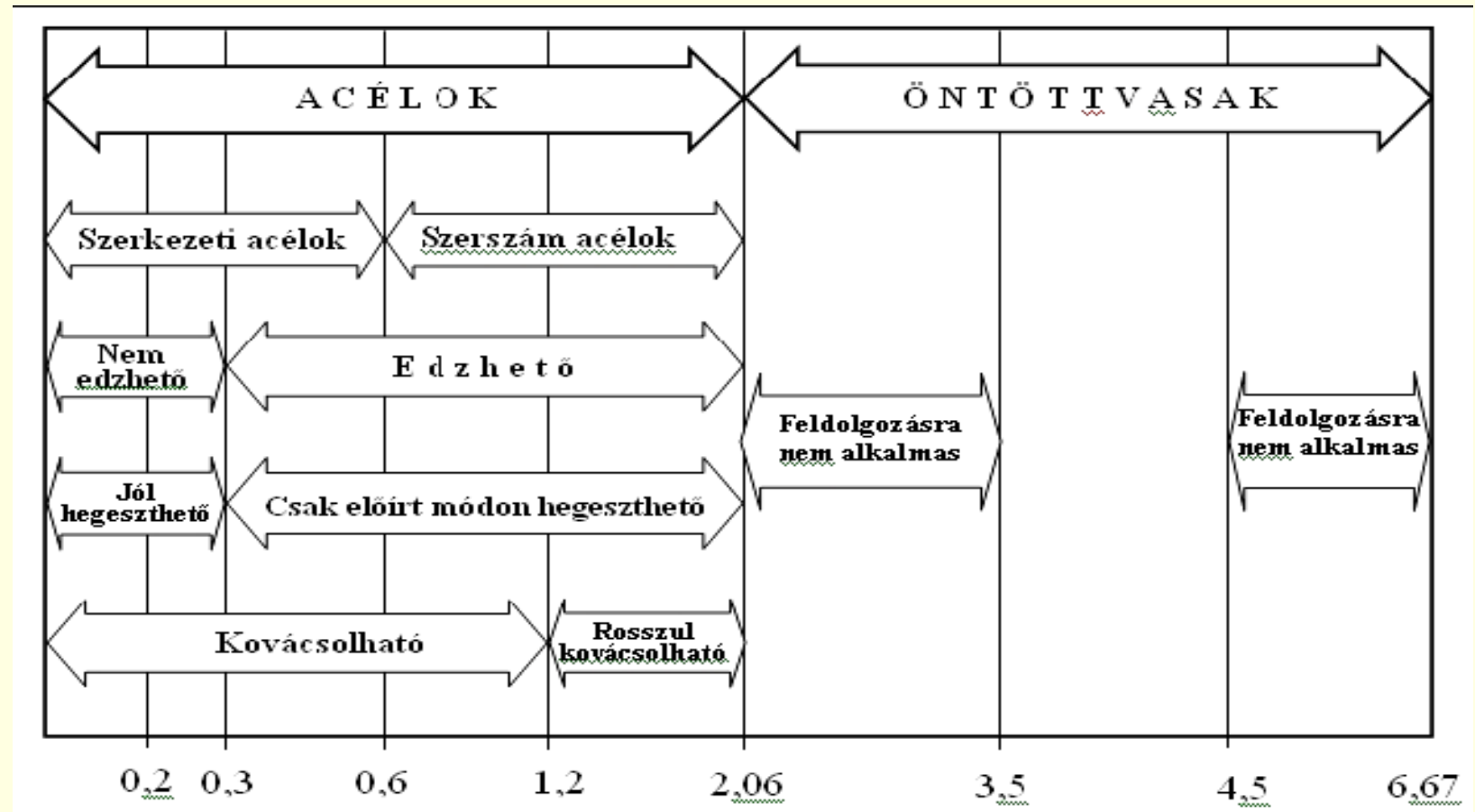
Jellemzői

- Alkalmas minőségi acél előállítására.
- A konvertert nyersvassal és acélhulladékkal töltik fel 3:1 arányban.
- Az oxigént az ún. oxigénlándzsán keresztül fújják be 1-1,2 MPa nyomáson.
- Befúvásnál a hőmérséklet 2500-3000 °C.
- A nyomás mozgásba hozza az olvadékot.
- Konverterek befogadóképessége 5-300 t.
- Kezelési idő 15-60 perc.
- C-tartalom 0,02-1 %; ötvözők < 6 %.
- A végtermék tiszta, szívós jó minőségű acél.

ACÉLOK FELOSZTÁSA

| Szénacélok | | Ötvözött acélok |
|--|--|--|
| Ötvözőanyag a szén ,+ kevés Si, Mn, S, P, <i>C tartalom: 0,06 – 2 %</i> | | A szénen kívül különböző (fém) ötvöző anyagokat tartalmaznak |
| Szerkezeti acélok | Szerszámacélok | |
| <i>C – tartalom:</i> <i>0,06 – 0,65 %.</i> Jól forgácsolhatók, nyújthatók, kovácsol- hatók (általában jól alakíthatók). Alkalmazás:szegecs, csavar, lemez, rúd, idomvas, stb.. | <i>C – tartalom:</i> <i>0,65 – 2 %.</i> Jól edzhetők, ezért általában forgácsoló szerszámok készíté- sére alkalmas. | |

A vasból készült anyagok feldolgozhatósága a szénttartalom függvényében



Szénttartalom [%] →

Ötvözött acélok

Ötvöző anyagokkal az acélok egyes tulajdonságai nagymértékben javíthatók: például keménység, rozsva és savállóság, kopásállóság, szilárdság, éltartósság, tűzállóság, kovácsolhatóság, nyújthatóság stb.

Fontosabb ötvöző anyagok:

- króm – szakítószilárdságot, korrózióállóságot, kopásállóságot növel;
- króm-nikkel – jó minőségű acélötvözet;
- mangán - edzhetőséget, szakítószilárdságot, folyáshatárt növel;
- szilícium – növeli a folyáshatárt (rugóanyagok);
- wolfram, molibdén, vanádium, alumínium, kobalt, titán, foszfor, réz.

Hőkezelési eljárások

Hőkezeléssel az acélok szövetszerkezete és így az anyag tulajdonságai is megváltoznak.

A kialakuló szemcsék nagysága a hűtési sebességtől függ:

- gyors hűtés kicsi, finom szemcsék képződnek, a krisztallizáció gyorsan játszódik le, kemény, kopásálló nagy szakítószilárdságú szövetszerkezet keletkezik,
- lassú hűtéskor nagy, durva szemcsék alakulnak ki, lassú krisztallizáció, lágy könnyen megmunkálható, kis szakítószilárdságú szövetszerkezet.

Befolyásoló tényezők:

- hevítés hőfoka,
- hőntartás ideje,
- kritikus hűtési sebesség,
- alkalmazott hűtési sebesség.

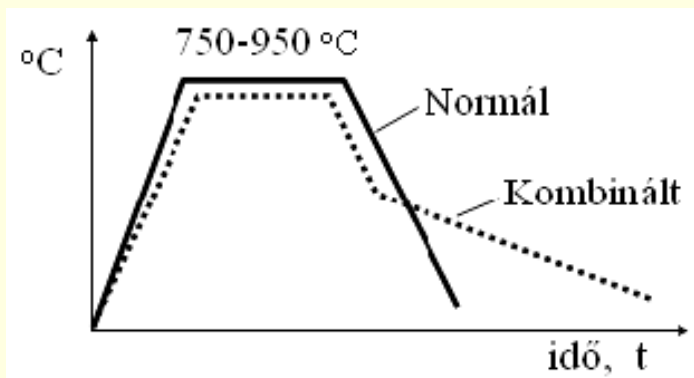
Hőkezelési eljárások

Hőkezelési eljárások csoportosítása:

- kiegyenlítő hőkezelések,
- lágyító hőkezelések,
- keménységfokozó hőkezelések,
- szívósságot fokozó hőkezelések,
- kéregötvöző hőkezelések.

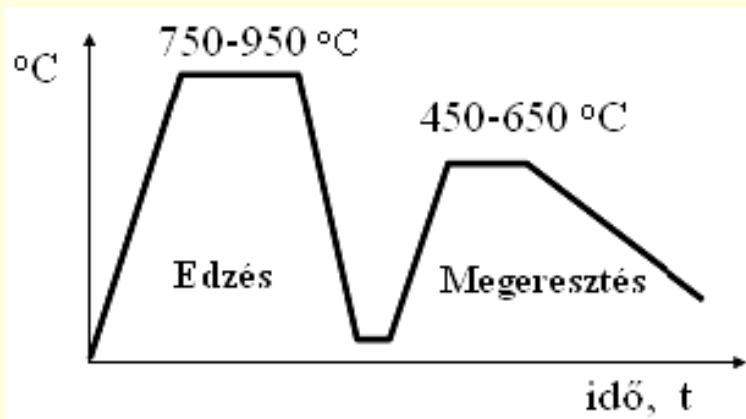
Gyakrabban alkalmazott hőkezelési eljárások

Edzés – keménységfokozó hőkezelés



Cél az anyag keménységének fokozása
Hűtés: normál edzésnél vízben, kombinált edzésnél vízben, majd olajban.

Nemesítés – szívósságot növelő hőkezelés



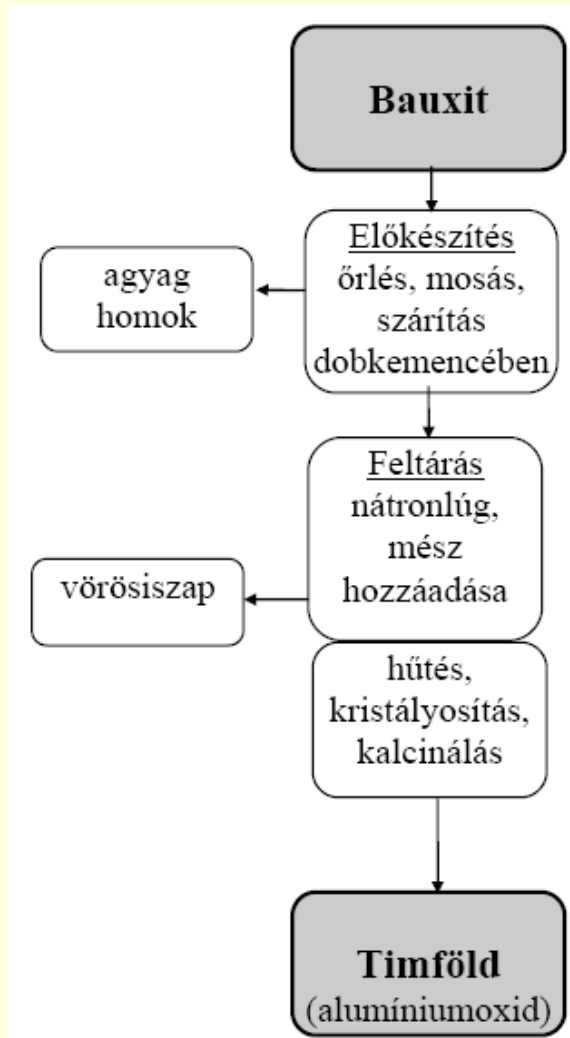
Az egymást követő edzés plusz megeresztés, az anyag szívósságát fokozza.
Hűtés először vízben, majd melegítés olajban, befejező hűtés levegőn.

Alumínium

Jellemzői:

- vegyjele: Al,
- sűrűsége: $\rho = 2,7 \text{ kg/dm}^3 \rightarrow$ könnyűfém,
- olvadáspontja: $T_{\text{olv}} = 660 \text{ }^\circ\text{C}$,
- folyáshatár: 20 N/mm^2 ,
- villamos vezetőképessége: $33\text{-}36 \text{ m}/\Omega\text{mm}^2$,
- rácsszerkezete: lapközepes köbös,
- korrózióálló fém \rightarrow passzíváló oxidréteg, jó hő- és villamos vezető.

Timföld előállítása bauxitból



A vasoxidtól vörös színű ásvány, az alumíniumot oxid formájában tartalmazza.

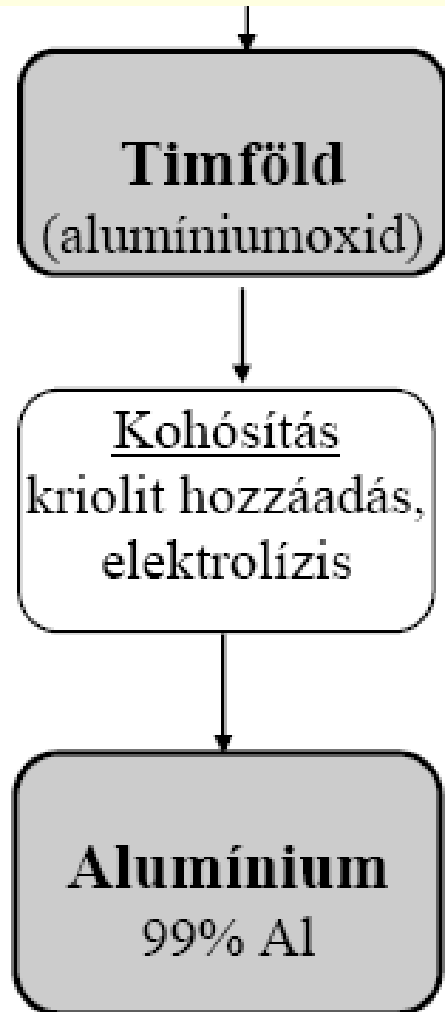
Az Al oldódik és nátriumaluminát lúgot képez.

$T = 180-230\text{ }^{\circ}\text{C}$, atmoszférikusnál nagyobb nyomás

Csiraképző oltóanyag és keverés hatására kikristályosodik az alumínium-hidroxid.

Hőbontás eredményeként timföld és víz keletkezik.

Az alumínium előállítása timföldből



Elektrometallurgiai eljárás.

A timföldet 6-8%-os olvadt kriolitban oldják fel ezt használják elektrolitnak.

Olv. pont: 950-980 °C.

Az Al a katódon válik ki, az anód grafitból készül.

A kohósítás grafitbélésű kádban történik, ami egyúttal a katód szerepét is betölti.

A kád alján gyűlik össze az olvadt Al, amit egy-két naponta csapoló üstbe gyűjtenek.

Az elektrolízishez 50-250 kA áram szükséges, a feszültség 4-5 V.

Energiafelhasználás: 18 kWh/kg.

4 kg bauxit → 2 kg timföld → 1 kg kohó Al.

Az alumínium tulajdonságainak javítása ötvözéssel

Az Al szilárdsági tulajdonságai ötvözéssel és nemesítő hőkezeléssel javíthatók.

- **Fő ötvözők:** szilícium, réz, magnézium, horgany, mangán. Lényegesen megváltoztatják az Al szilárdsági és egyéb tulajdonságait.
- **Másodrendű ötvözők:** nikkel, kobalt, króm, vas. Kis mennyiségben vannak az ötvözetekben, szilárdságot csekély mértékben növelik.
- **Minőségjavító ötvözők:** titán, cérium, nátrium, berilium, lítium. Önmagukban nem, de fő ötvözőkkel lényegesen javítják az ötvözet tulajdonságait.

Alumínium ötvözetek

- **Alumínium-réz-mangán** (duralumin-ötvözetek): jellemzőjük a nagy szilárdság; felhasználás; jármű- és repülőgép gyártás.
- **Alumínium-magnézium** (magnárium, hidronárium): nagy szilárdság, keménység, jól alakítható, hegeszthető, fényesíthető, korrózióálló; felhasználás: élelmiszer- és vegyipari berendezések, bútorok, járművek, forgácsolással készített menetes alkatrészek.
- **Alumínium-magnézium-szilícium** ötvözet: kiváló korrózióállóság, nemesíthetőség; felhasználás: távvezetékek, járműfelépítmények, gázpalackok, söröshordók., öntészeti célra pl. motorblokkok, hengerfejek.
- **Alumíniumtermékek megjelenési formái:** öntvény, lemez, szalag, rúd, profilos szelvény.

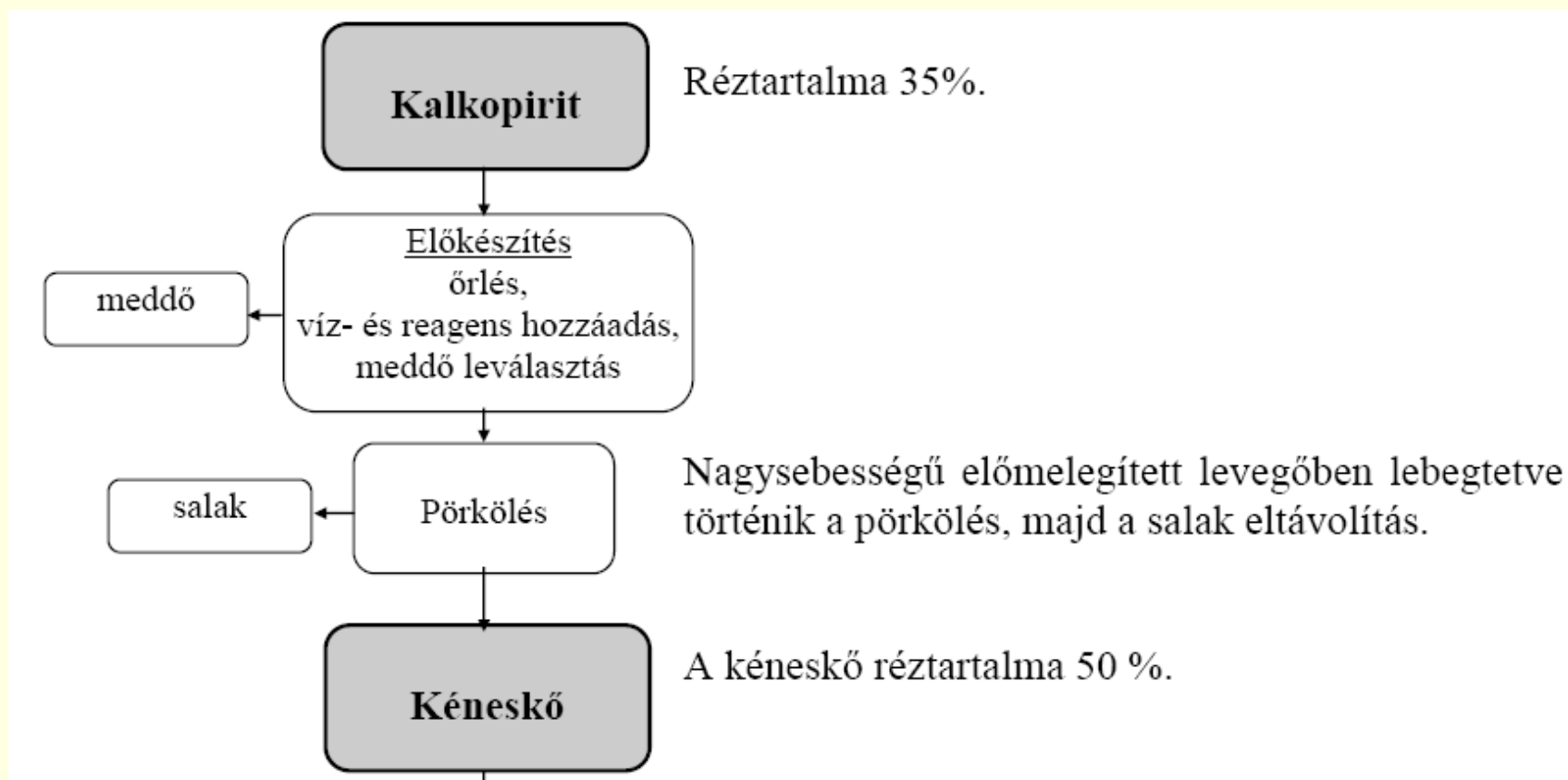
Réz és ötvözetei

A réz jellemzői:

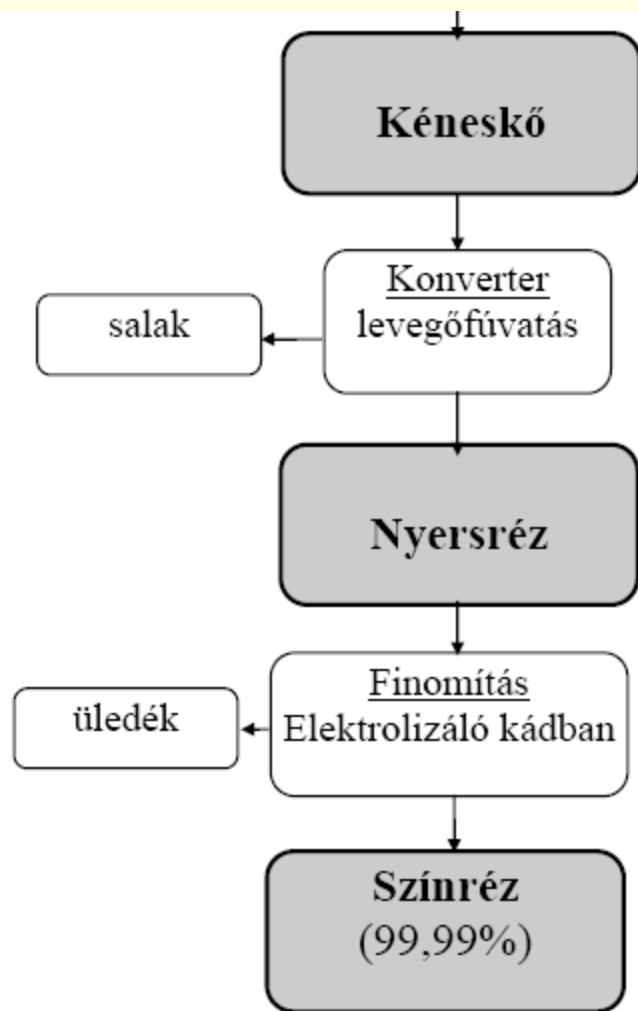
- vegyjele: Cu,
- sűrűsége: $\rho = 8,94 \text{ kg/dm}^3$,
- olvadáspontja: $T_{\text{olv}}=1083 \text{ }^\circ\text{C}$,
- max. szakítószilárdság: 270 N/mm^2 ,
- villamos vezetőképessége: $58\text{-}60 \text{ m}/\Omega\text{mm}^2$,
- rácsszerkezete: lapközepes köbös,
- korrózióálló, jó hő- és villamos vezetőképesség.

A réz előállítása (1)

Főleg szulfidos érceiből állítják elő - kalkopirit - réz és vas szulfidja.



A réz előállítása (2)



A kéneskő réztartalma 50 %.

Az olvadt rézszulfit felületére levegőt fúvatnak. A kén oxidálással kinyerhető. Kéndioxid gáz formájában elvezetik. A folyékony rézet lecsapolják.

A nyersrész 98,5-99,5% réztartalmú. Felhasználás előtt tovább kell finomítani.

A tisztítandó rézből öntött vastag lemez az anód, a katód a már tiszta rézből készült vékony lemez. Az elektrolit kénsavas rézszulfát vizes oldata.

Réz ötvözetek (1)

A vörösréz szerkezeti anyagként kis szilárdsága és rossz önthetősége miatt csak különleges esetekben alkalmazzák.

A réz ötvözeteknek két fő csoportja van: sárgarézt ötvözetek.
bronzok.

Sárgarézt: a réznek - horgannyal (Zn) való ötvözete,

- Zn tartalom 0-50%, 80%-nál nagyobb réztartalmú ötvözeteket tombaknak nevezzük,
- felhasználás: félgyártmányok; lemez, cső, elektronikai alkatrész, radiátorcső, gáz-, vízszelvények, szelepek, fogaskerekek stb.

Ónbronzt (Cu-Sn): alakítható ónbronzt ötvözetek

- Sn tartaloma max. 12%,
- felhasználás: lemezek, csövek, sziták, csúszócsapágy perselyek
- öntészeti ónbronzt ötvözetek: 20-24%Sn → harangok öntésére,
- 70-80% Sn → csengőbronz, fémtárgyak készítése.

Réz ötvözetek (2)

Foszforbronz: 1% foszfort (P) tartalmazó bronz, javuló öntészeti tulajdonságok.

Alumínium bronz Cu-Al): híg folyós, jól önthető, nagy a zsugorodása; felhasználása: korrózió- és hőálló vegyipari alkatrészek, szerelvények.

Ólombronz (Cu-Pb): 36% Pb tartalom felett csapágyfémek készítésére, nagy igénybevételt is elvisel, hővezető képessége a csapágy ötvözetek közül a legjobb, acélperselybe öntik.

Siklócsapágy ötvözetek (Cu-Pb-Sn-Sb): lágy alapanyagba ágyazott kemény szövetelem,

- a kemény szövetelem: - viseli a csap terhelését,
- biztosítja a csapágy kopásállóságát;
- a lágy alapanyag: - a jó beágyazó képességet és
- a siklási tulajdonságokat valósítja meg.