

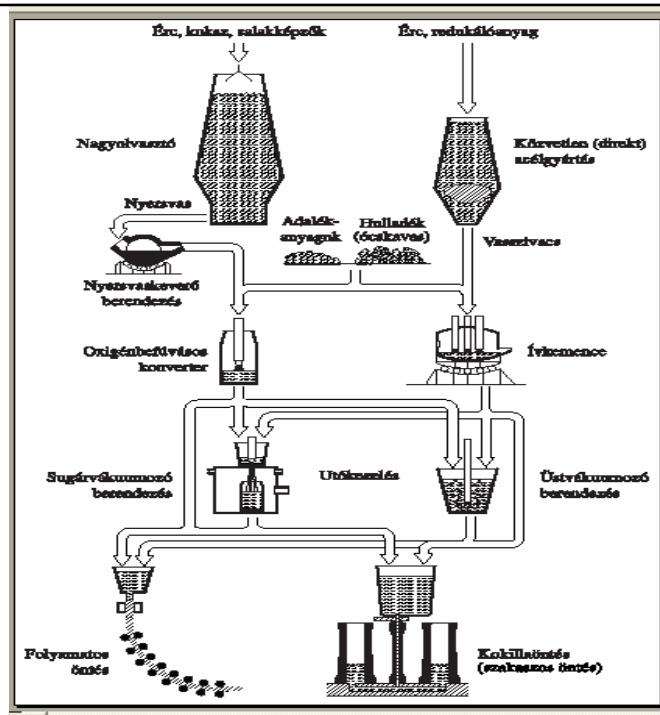
## **A fémkohászat főbb folyamatai**

- **Érc előkészítés (törés, őrlés, szétválasztás)**
- **Nyers fém kinyerése**
- **A nyers fém finomítása**
- **Ötvözés**
- **Öntés kokillába**

## **Vas- és acélgyártás**

- **Nyersvasgyártás**
  - A nagyolvasztó működése
  - A nyersvas tulajdonságai
- **Acélgyártás**
  - Konverteres
  - Ívkemencés, indukciós kemencés
- **Az acélok utókezelése**
  - Vákuumozás
  - Műveletek öntés közben

## Vas- és acélgyártás folyamata



## Nyersvasgyártás

- **Folyamata:** a vasérc redukálása pirometallurgiai eljárással
- **Kiinduló anyag:**
  - Mágnesvasérc ( $\text{Fe}_3\text{O}_4$ ) 50-70%
  - Vörösvasérc ( $\text{Fe}_2\text{O}_3$ ) 40-60%
  - Barnavasérc ( $2\text{FeO} \cdot 3\text{H}_2\text{O}$ ) 30-50%
- **Végtermék:** nyersvas

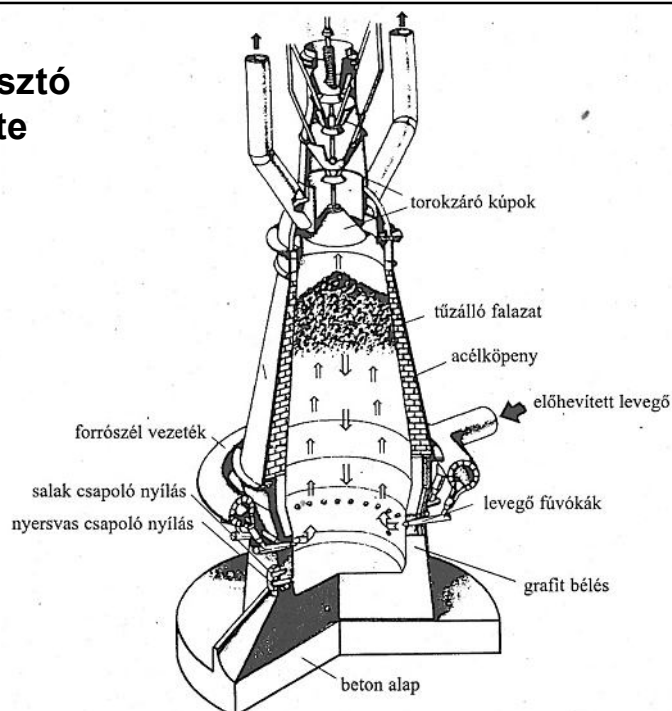
## A nagyolvasztó működése

- Adagolás: érc, koksz, salakképző anyag
- Hőenergia ellátás: koksz, befűjt levegő (300-1600 C°)
- Folyamat: a vasoxid redukciója
  - $\text{Fe}_2\text{O}_3 \rightarrow \text{Fe} + \text{O}$
  - Direkt:  $\text{C} \rightarrow \text{CO}$
  - Indirekt:  $\text{CO} \rightarrow \text{CO}_2$
- Termék: nyersvas, kohósalak, torokgáz

## A vasoxid redukciója

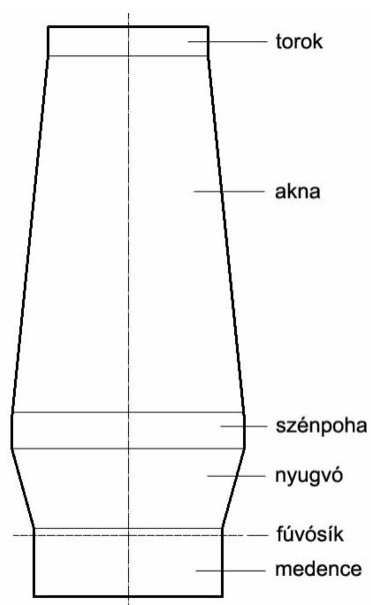
- Indirekt redukció
$$3 \text{Fe}_2\text{O}_3 + \text{CO} = 2 \text{Fe}_3\text{O}_4 + \text{CO}_2$$
$$\text{Fe}_3\text{O}_4 + \text{CO} = 3 \text{FeO} + \text{CO}_2$$
$$\text{FeO} + \text{CO} = \text{Fe} + \text{CO}_2$$
- Direkt redukció  
hasonló folyamatok, de a C redukál, miközben CO-vá alakul

## A nagyolvasztó szerkezete



## Nagyolvasztó részei

A nagyolvasztó körszelvényű aknás kemence, ami hengeres és kúpos részekből áll. A nagyolvasztó profilja a kemence függőleges metszetén látható.



## A nagyolvasztóprofil részei:

**Torok:** a nagyolvasztóprofil legmagasabban elhelyezkedő eleme, itt adagolják be az elegyet, és itt távozik el a torokgáz.

**Akna:** a nagyolvasztó csonkakúp alakú része, a kemence legnagyobb eleme. A lefelé bővülő alakot a egyrészt a hőmérséklet emelkedése következtében bekövetkező térfogatnövekedés, másrészt a lefelé haladó elegyoszlop és a felfelé haladó gázok sebességének mérséklése indokolja (a gázok redukáló hatása így jobban érvényesülhet).

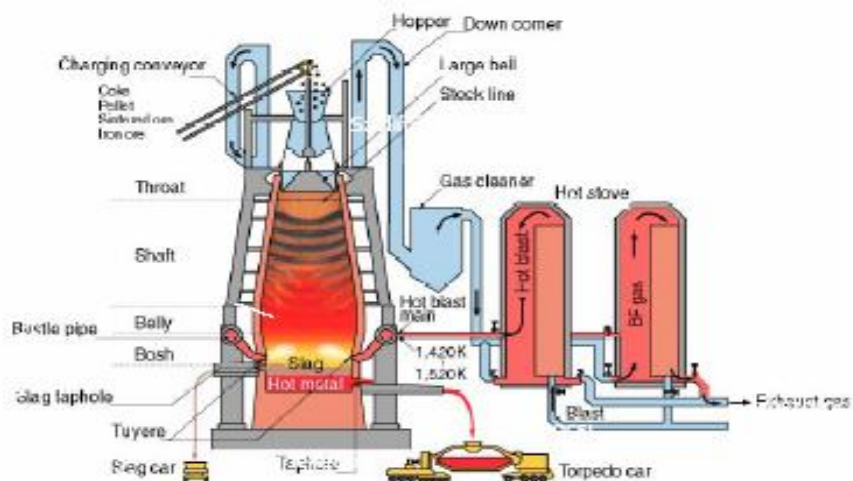
**Szénpoha:** viszonylag rövid hengeres rész, itt játszódnak le a salakképződési folyamatok.

**Nyugvó:** itt már gyakorlatilag csak folyékony halmazállapotú fázisok vannak (kivéve a kokszot).

**Fúvósík:** a medence felső részén van. Itt helyezik el körben a levegő befújására alkalmas fúvókákat. Ez az a hely, ahol a koksz oxidációja (elégése) megtörténik, hő fejlődik és redukálógáz képződik.

**Medence:** a nagyolvasztó gyűjtő eleme. Itt gyűlik össze a folyékony nyersvas és salak, de bizonyos metallurgiai folyamatok is lejátszódnak. A két fázis a fajsúlykülönbség alapján elkülönül egymástól, így feljebb elhelyezett nyíláso(ko)n a salakot, alul pedig a nyersvasat lehet lecsapolni. Előfordul – főleg kisebb méretű kohóknál – hogy külön salakcsapoló nyílást nem építenek.

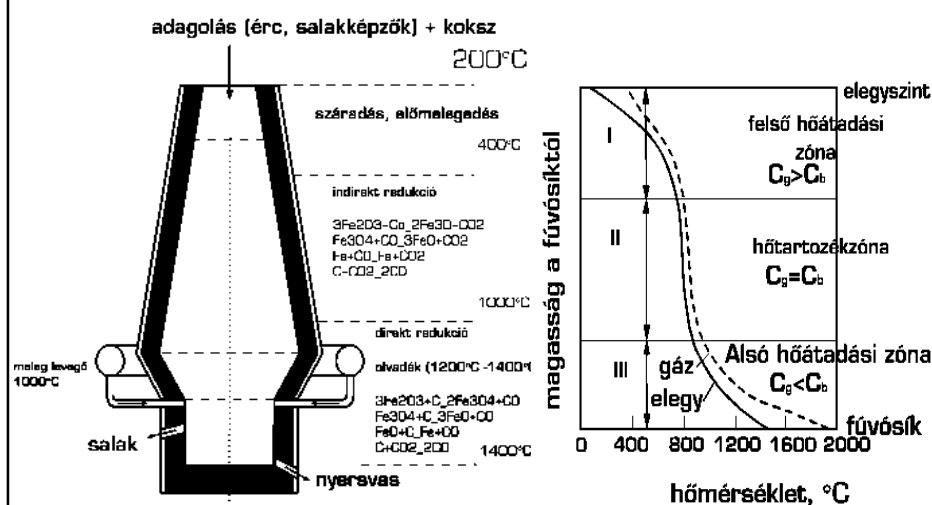
# A nagyolvasztó szerkezete



Nyersvasgyártás

11

# A nagyolvasztóban lejátszódó folyamatok



### **Lejátszódó metallurgiai folyamatok**

Koks reakció



Karbonátok felbomlása

Vasérc oxidja (  $\text{Fe}_2\text{O}_3$  ,  $\text{Fe}_3\text{O}_4$  ,  $\text{FeO}$  )

Indirekt közvetett redukció  $\text{FeO} + \text{CO} = \text{Fe} + \text{CO}_2 + \text{Q}$   
(hőmennyiség)

Direkt közvetlen redukció  $\text{FeO} + \text{C} = \text{Fe} + \text{CO} - \text{Q}$

Szennyezők (P, S, Cu) salakba vitele ( $\text{CaO}$ ,  $\text{MnO}$ )

## **A nyersvas összetétele**

	<b>C%</b>	<b>Mn%</b>	<b>Si%</b>	<b>S%</b>	<b>P%</b>
<b>Önté- szeti</b>	<b>3,5-4,0</b>	<b>&lt;1,0</b>	<b>1,5-3,0</b>	<b>&lt;0,06</b>	<b>0,3-2,0</b>
<b>Acél- nyers- vas</b>	<b>3,5-4,5</b>	<b>0,4-1,0</b>	<b>&lt;1</b>	<b>&lt;0,04</b>	<b>0,1-0,3</b>

# A nagyolvasztó anyagmérlege

## A nagyolvasztó anyagmérlege

Betétanyag: vashordozók **2 tonna**

Koks **600 kg**    44%-a redukálószer  
                              50%-a fűtőanyag

Salakképzők **107 kg**: CaO, MgO, CaCO<sub>3</sub> (SiO<sub>2</sub> nem!)

Levegő/oxigén (2,2 tonna)

Keletkezik: **1 tonna nyersvas**

662 kg salak, 3000 kg torokgáz (por), vízgőz

## Acélgyártás

- **Folyamata:** a nyersvas karbon tartalmának és a káros szennyezők koncentrációjának csökkentése
- **Kiinduló anyag:** Acélnyersvas
- **Végtermék:** Acél
- **Előnyök:**
  - Szilárdság és szívósság növekedés
  - Alakíthatóság javulás



## Eljárás változatai

- **Siemens-Martin** (ma már nem használják)
- **Konverteres** (Bessemer, LD)
- **Elektro-acélgyártás** (ívfényes, indukciós)

## Az acélgyártás lépései

- **Adagolás**
  - folyékony nyersvas
  - Ócskavas
  - Hulladék
- **Frissítés vagy oxidáció**
  - A C tartalom csökkentése (oxigénnel, vasoxiddal stb.)
- **Dezoxidáció**
  - Az oxigéntartalom csökkentése (Mn, Si, Al)
- **Ötvözés** (üstmetallurgia)
- **Csapolás**

## Konverteres acélgyártás (LD)

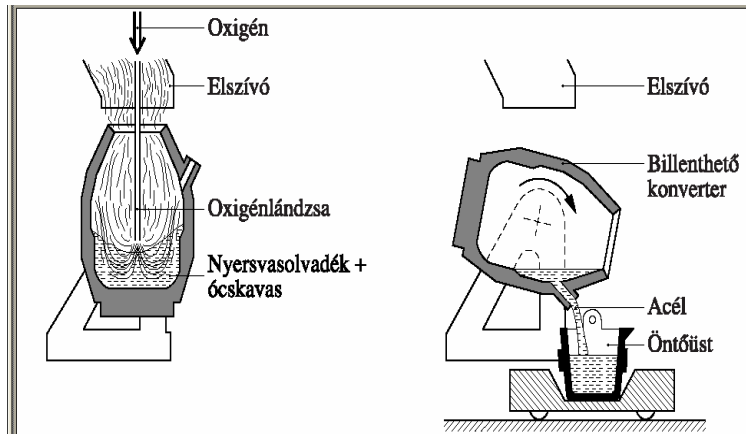
- Elrendezés: körte alakú billenthető konverter
- Betét: acélhulladék, folyékony nyersvas, adalékanyagok
- Égés táplálása: oxigén befúvással
- Hőforrás: a karbon és szennyezők kiégésének hője
- Végtermék: 0,25-0,3% C-tartalmú acél

## Az LD eljárás folyamatai

- Betét berakása
- Frissítés oxigén gázzal, C és szennyezők kiégetése
- Ötvözés igény szerint
- Utókezelés: dezoxidálás, csillapítás
- Öntés

*Értékelés: a leginkább alkalmazott eljárás*

## Konverteres acélgyártás



## Konverteres acélgyártás



## Frissítés vagy oxidáció

- Célja: a nyersvas C tartalmának és szennyezőinek csökkentése oxidációval
- LD konverter 99 % tiszta  $O_2$
- a fúvatási idő 18-20 perc
- a S és P tartalom csökkentésére mészpor



Acélgyártás

23

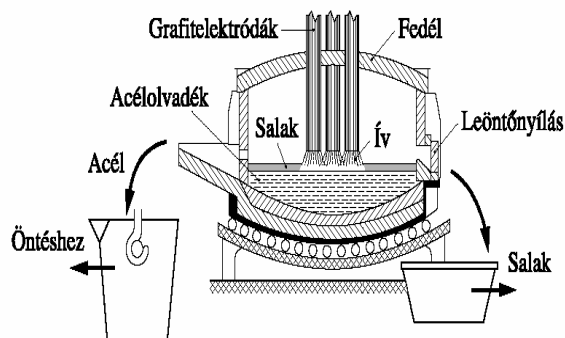
## Dezoxidálás vagy csillapítás

- Si, Al adagolás az acélgyártás végső fázisában
- Hatására a vasoxidból szilícium-dioxid vagy aluminium-oxid keletkezik, amely a salakba távozik
- Öntéskor az acélban nem keletkeznek gázhólyagok – ez a csillapított acél

# Elektro-acélgyártás

- **Ívfényes kemencében**
  - Fémolvadék és/vagy szilárd betét
  - Hőt az elektródák és olvadék közötti ív fejleszt
  - Jól szabályozható, tiszta acélokat lehet gyártani
- **Indukciós kemencében**
  - Szilárd betét
  - Hőforrás az indukált áram Joule-hője (transzformátor hatás)
  - Acél ötvözés, átolvasztás a fő cél

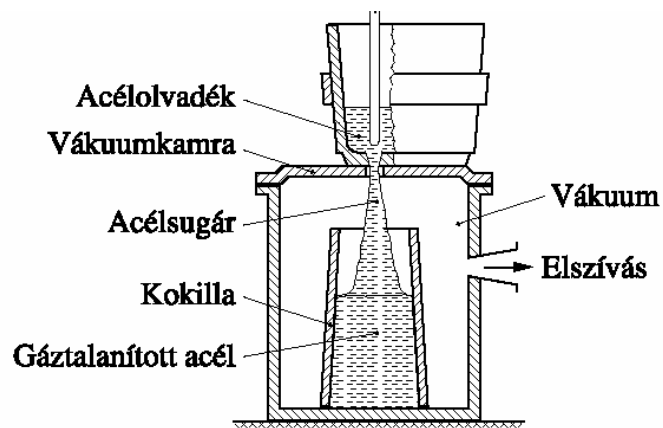
## Ívfényes acélgyártó kemence



## Az acélok utókezelése

- Sugárvákumozás: folyékony acélsugár öntése vákumban, erős gáztalanodás
- Vákumívfényes átolvasztás: katód az acélrúd, anód a réz kád, ív hatására az acél megolvad, a vákumban gáztalanodik
- Elektrosalakos átolvasztás: az elektrolizáláskor a megolvadt salakon átfolyó acél gáz- és szennyező tartalma lecsökken

## Az acél sugárvákumozása



## **Acél termékek (megjelenési forma szerint)**

- **Acélöntvény**
- **Tuskó öntés után hengerelt termékek**
- **Folyamatos öntés után rudak, csövek, idomacélok, huzalok**
- **Finomított, ötvözött tömbök**

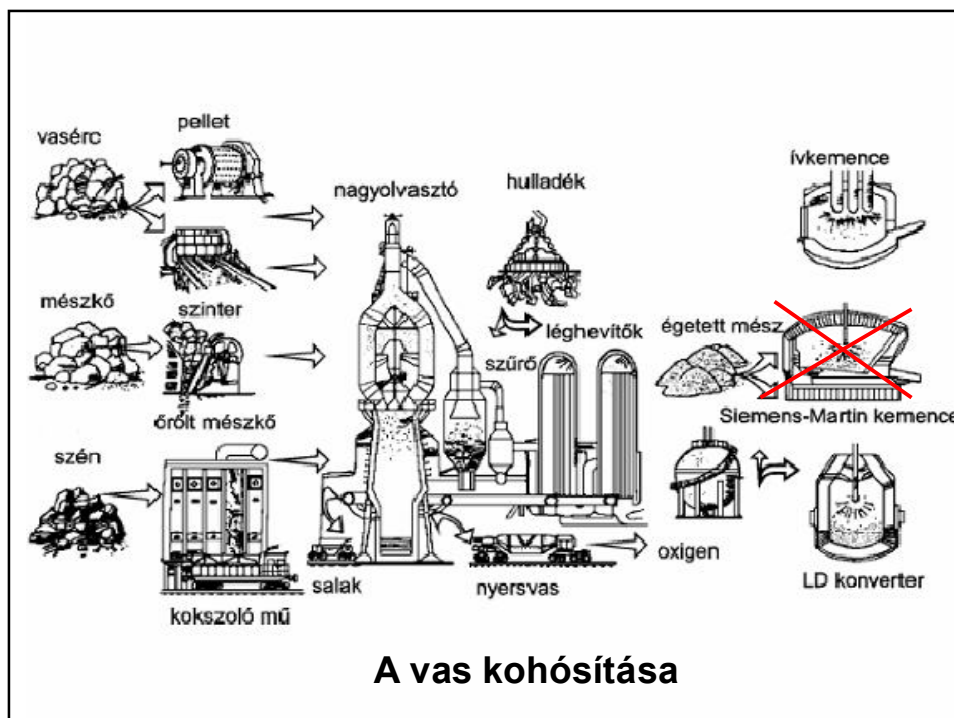
## **Acél termékek (összetétel szerint)**

- **Ötvöztelen acélok**
- **Gyengén ötvözött acélok (ötvöző% < 5%)**
- **Erősen ötvözött acélok (ötvöző% > 5%)**
- **Ötvözők:**  
**Mn, Si, Cr, Ni, Mo, V, W, Co**
- **Felhasználás:**
  - **Szerkezeti acélok**
  - **Szerszám acélok**

## Összefoglalás

### Fémkohászat – vas- és acélgyártás

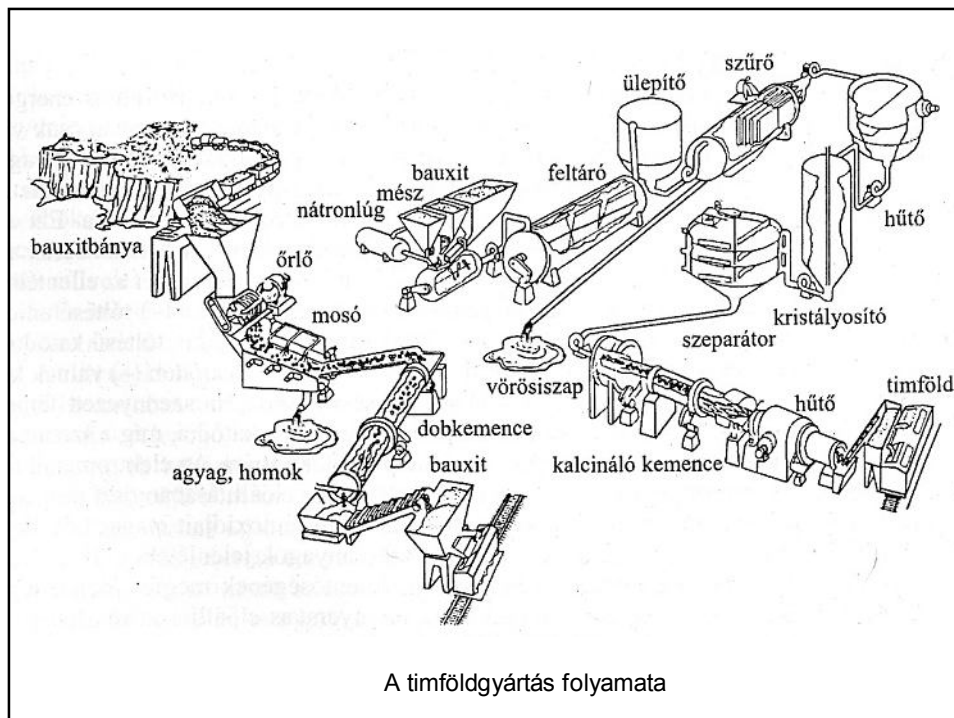
- A fémkohászat fémek előállítása ércekből
- A fémeket előállításuk után tovább dolgozzák fel kohászati termékeké
- A vas előállításának két folyamata a nyersvas és acélgyártás
- A korszerű acélokat finomítással, utókezeléssel hozzák a végső állapotba (a hozzáadott érték kb. 20-szoros árat eredményez)





## Az alumínium gyártás folyamatai

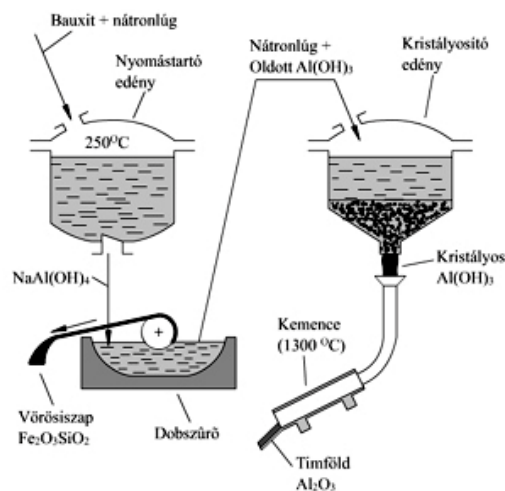
- Érc: bauxit
- Ebből hidrometallurgiai és pirometallurgiai eljárással timföldet ( $\text{Al}_2\text{O}_3$ ) állítanak elő
- A timföld elektrolízisével (elektrometallurgiai eljárással) választják le az alumíniumot



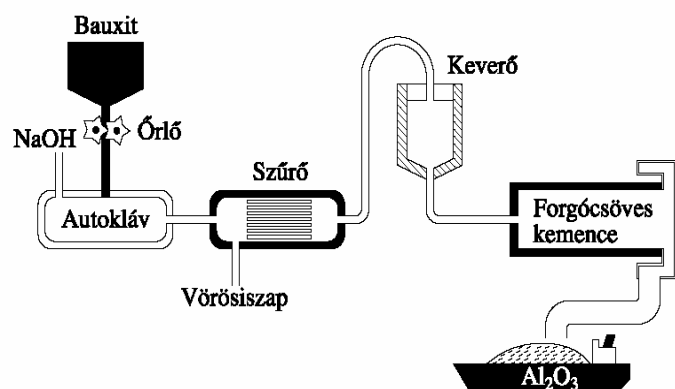
## A bauxit feldolgozás folyamatai (1)

- Bauxit előkészítés: őrlés, vizes mosás (tisztítás), szárítás
- Bauxit feldolgozás:
  - Nátronlúgos kezelés 180-250 C°-on, ekkor nátriumaluminát keletkezik -  $\text{NaAl(OH)}_4$
  - Vörösiszap leválasztás
  - Hűlés után kristályos alumíniumhidroxid –  $\text{Al(OH)}_3$  keletkezik
  - Ezt 1200-1300 C°-on izzítva kapják a timföldet –  $\text{Al}_2\text{O}_3$

## A bauxit feldolgozás folyamatai (2)



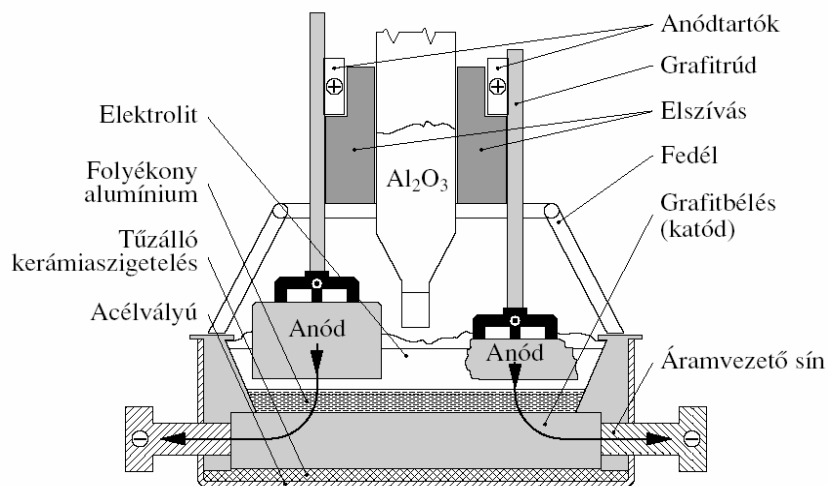
## A bauxit feldolgozás folyamatai (3)



## Alumínium kohászat (1)

- **Cél:** timföldből szinalumínium előállítása
- **Folyamat:** elektrolízis
  - katód: grafit bélésű kád,
  - anód: grafit rúd,
  - elektrolit: maga a betét
- **Betét:** kriolit ( $\text{Na}_3\text{AlF}_6$ ) + 6...8%  $\text{Al}_2\text{O}_3$

## Alumínium kohászat



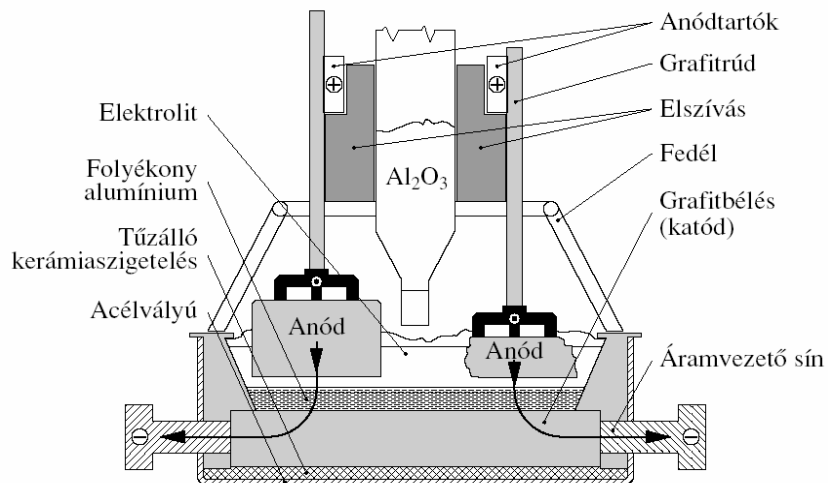
Alumínium gyártás

39

## Alumínium kohászat (2)

- **Technológiai paraméterek:**
  - Hőmérséklet: 950-980 C°
  - Egyenáram:  $U=4...5\text{ V}$ ;  $I= 50...250\text{ kA}$
- **Kiválások:**
  - Katódbélésen az alumínium olvadék
  - Grafit anódon az oxigén (erős fogyás)
- **Csapolás időszakosan (98,5...99,5% Al)**

## Alumínium kohászat (3)



## Alumínium kohászat (4)

- **Anyagmérleg:**
  - 4 t bauxit
  - 2 t timföld
  - 1 t alumínium
- **Energia igény:**
  - 15.000 kWh/ 1 t kohóalumínium
  - 20.000 kWh/ 1 t finomított alumínium

## **Alumínium termékek**

- **Öntvények**
- **Rudak, csövek**
- **Lemez, szalag, fólia**
- **Alakos munkadarabok (kovácsolás, folytatás, lemezalakítások)**
- **Előnyök: jó hő- és elektromos vezető, korrózióálló, könnyű**

## **Egyéb könnyűfémek kohászata (1)**

- **Titán:**
  - Alapanyag: rutil (titándioxid –  $\text{TiO}_2$ )
  - Klór áramban hevítve titántetraklorid ( $\text{TiCl}_4$ ) keletkezik
  - Ezt fém magnéziummal redukálják, majd tisztítják és porkohászati úton nyerik a Ti-t
- **Előnyök: könnyű, korrózióálló, jó a szilárdság/sűrűség aránya**

## Egyéb könnyűfémek kohászata (2)

- **Magnézium:**

- Alapanyag: magnezit ásvány ( $\text{MgCO}_3$ ) vagy tengervízi sók ( $\text{MgCl}_2$ ) kiválása
- A  $\text{MgCl}_2$  elektrolízisével állítható elő a Mg

- **Előnyök:**

- Ötvözve kiváló tulajdonságú könnyűfém
- Az alumínium ötvözetekben hasznos ötvöző