|  |
| --- |
| Vasérc |

A vasérc a bányászható mennyiségű és minőségű vasat tartalmazó érckőzet összefoglaló neve.

# Előfordulása

A vas a Föld második leggyakoribb féme (az alumínium után), körülbelül 4,7 tömegszázalék az előfordulása. A földkéreg átlagban mintegy 6,6%-nyi vasat tartalmaz, természetesen változatos eloszlásban. Minden olyan előfordulás, ami a kéreg átlagos vastartalmához képest 3–4-szeres vastartalmú, ércnek számít, a legtöbb jó minőségű vasérc ultrabázisos és bázisos környezetben található. A vas nagyon könnyen képez vegyületeket oxidatív környezetben, ezért sokféle összetételű természetes vasvegyület alkothat vasércet. Ezen vegyületek közül a gyakorlat számára legfontosabb ásványok:

* hematit, vastartalma 70%,
* magnetit, vastartalma 72,41%,
* goethit, vastartalma 62,92%,
* limonit, vastartalma 59,89%.

A sziderit (vastartalma 48,28%), hidrohematit (vastartalma 66,27%), chamozit (vas-oxid-tartalmú szilikát) és szferosziderit gazdasági szempontból alárendelt.

|  |  |
| --- | --- |
| A képen kőszikla látható  Automatikusan generált leírás  Andradit és hematit | Finomított vasforgács és nagy tisztaságú vaskocka |

# Vasércek összetétel szerint

* Vörösvasércek
  + Lilásvörös színűek, és hematit alapúak. Ezek a legfontosabb vasércek. A legjobbak 64-68% vasat tartalmaznak.
* Mágnesvasércek vagy szürkevasércek
  + Magnetit alapú ércek, vastartalmuk 60% fölött is lehet. Tömörebbek, ezért valamivel nehezebben redukálhatóak. A magnetit gyakran a kova különböző, az érc minőségét rontó módosulataival (jáspis, kvarc) nő össze.
* Barnavasércek alapásványai
  + Legalább részben hidroxidosak. Kötött víztartalmukat hevítés hatására elveszítik, így vastartalmuk növelhető.
* Pátvasércek
  + Sziderit, azaz vaskarbonát alapúak és általában másodlagos keletkezésűek.

# Vasércek képződés szerint

* Magmás vasércek
  + Ultrabázikus és bázikus magmákhoz kötődnek. Ezek a magma eredetileg magas vastartalma miatt dúsak vasvegyületekben.
* Hidrotermális vasérctelepek
  + A magma kristályosodási fázisai közül a hidrotermális szakaszhoz köthetők. Nagyobb méretű telepeket csak ritkán alkot, igazán nagy hidrotermális telep a szibériai, perm végi platóbazalt környékén van. A meleg vizes vasásványosodás többnyire szub- vagy utóvulkáni működéshez kötődik.
* Vulkáni exhalációs érctelepek
  + Az egyes tűzhányók utolsó életszakaszában jönnek létre a halogenidekkel együtt.
* Üledékes keletkezésű érctelepek
  + Olyan dúsulások, ahol a mállás folyamata vagy az üledék felhalmozódásának fizikai jellemzői miatt szaporodik a vastartalom. Ezek legfontosabbjai a reziduális (helyben maradó) üledékek, mivel ezek olyan mállástermékek, amik nem szállítódnak el eredeti helyükről, viszont a nem érces anyagok igen. (A reziduális üledékek közül a bauxit a leggyakoribb.) Az üledékes vaskőzetek az oolitos vasérc, a gyepvasérc, lápi vasérc, vasborsó, kéregvasérc.

# Lelőhelyei

A jelenleg ismert legnagyobb területű magmás vasérctelep a mágnesvasércek közé tartozó magmás képződmény a Bushveld-masszívum területén, mintegy 67 000 km² kiterjedésben. (Magyarország területének 72%-a.) A telep 1,5–3,6 méter vastag, vagyis érctartalma kb. 170 km³. A nyugat-svédországi kirunavaarai érctelep hatalmas, kilométeres nagyságrendű lencsékben települt, amelyek száz méteres vastagságot is elérnek.

Magyarország egyetlen bányászható vasérctelepe hidrotermális eredetű. Itt dolomit szideritesedett meleg vizes oldatok hatására, valamint a felső mállási zónában limonitosodott. A telep vegyesen barnavasérc és pátvasérc jellegű. Teljes érckészlete 70 millió tonna körüli, aminek valamivel több mint a felét bányászták eddig ki. Magyarországon néhány helyen még akadnak hidrotermális és metaszomatikus vasércek, de legtöbbjük művelésre alkalmatlan. A Bükk-fennsíkon, valamint Zengővárkony környékén exhalációs lencsék is vannak, az utóbbit az 1950-es években bányászták is. Reziduális vasérctelepeink többsége művelésre alkalmatlan, az Árpád-korban Pécs és Komló környékén bányásztak ilyeneket.

Vasércbányászat az amerikai Geological Survey adatai alapján.

| No. | ország | felhasználható  vasérc-termelés  (ezer tonna) | év |
| --- | --- | --- | --- |
|  | világ | 2.280.000 | 2015 |
| 1 | Kína (becslés) | 1.500.000 | 2019 |
| 2 | Ausztrália | 660.000 | 2019 |
| 3 | Brazília (becslés) | 320.000 | 2019 |
| 4 | India | 153.000 | 2019 |
| 5 | Oroszország | 101.000 | 2015 |
| 6 | Dél-afrikai Köztársaság | 73.000 | 2015 |
| 7 | Ukrajna | 67.000 | 2015 |
| 8 | Egyesült Államok | 46.000 | 2015 |
| 9 | Kanada | 46.000 | 2015 |
| 10 | Irán | 27.000 | 2015 |
| 11 | Svédország | 25.000 | 2015 |
| 12 | Kazahsztán | 21.000 | 2015 |
| 13 | Mexikó | 18.840 | 2013 |
| 14 | Chile | 17.109 | 2013 |
| 15 | Venezuela | 16.800 | 2013 |
| 16 | Mauritánia | 13.400 | 2013 |
| 17 | Sierra Leone | 11.895 | 2013 |
| 18 | Malajzia | 11.588 | 2013 |
| 19 | Peru | 10.126 | 2013 |
| 20 | Törökország | 8.589 | 2013 |
| 21 | Mongólia | 6.736 | 2013 |
| 22 | Libéria | 5.103 | 2013 |
| 23 | Vietnam | 4.708 | 2013 |
| 24 | Indonézia | 4.000 | 2013 |
| 25 | Norvégia | 3.409 | 2013 |
| 26 | Egyiptom | 3.320 | 2013 |
| 27 | Új-Zéland | 3.157 | 2013 |
| 28 | Észak-Korea | 3.054 | 2013 |
| 29 | Ausztria | 2.320 | 2013 |
| 30 | Görögország | 2.221 | 2013 |
| 31 | Bosznia-Hercegovina | 2.122 | 2013 |
| 32 | Laosz | 1.459 | 2013 |
| 33 | Algéria | 1.067 | 2013 |

|  |
| --- |
| Nyersvasgyártás |

A nyersvasgyártás a vas- és acélkohászat technológiai folyamatának első alapvető fázisa. A vas a természetben nem fordul elő színfém formájában (legfeljebb a meteoritvas ilyen), ezért azt érceiből, tűzi kohászati eljárással kell előállítani. A tűzi kohászat során a vasércből – ami főleg vasoxidok elegye – az oxigént redukálással távolítják el. A redukáló anyag szén (koksz, a kohászok szóhasználatában „karbon”). A koksz nemcsak redukálja a vasérceket, de megfelelő hőmérsékletet is ennek égése biztosítja. A nyersvasat többnyire nagyolvasztóban, speciális aknás kemencében állítják elő. Vannak más eljárások is, de a nagyolvasztó a nyersvasgyártás legtipikusabb kemencetípusa: olyan, aknás kemence, amelynek működtetéséhez kisegítő egységekre (léghevítőkre, fúvógépházra, torokgáztisztítóra stb.) is szükség van. A nagyolvasztót és a kisegítő egységeket együtt nagyolvasztóműnek nevezik.

A nyersvasgyártás történetét az 1300-as évektől követhetjük: a levegőfúvatás fejlesztésével ekkor sikerült a bucakemencékben elég magas hőmérsékletet elérni. Az így előállított vas ugyan nagy széntartalma miatt eleinte használhatatlan (pig iron, csugunnaja szvinka, azaz disznó vas) volt, mégis ez a nyersvas vált az ipari méretű, kétlépcsős acélgyártás első fázisává.

# A nyersvasgyártás anyagai

## Vasérc

A földkéreg átlagban mintegy 6,6%-nyi vasat tartalmaz – igen változatos vegyületi formációkban és még változatosabb eloszlásban.

## Salakképző anyagok

Kohósítás közben a vasérc meddőtartalma is megolvad, ebből lesz a salak. A salak kémiai összetétele igen fontos, mert a metallurgus – többek között – ezzel tudja befolyásolni a kéntelenítés folyamatát. A kéntelenítés azért fontos, mert a kén a vasban és az acélban is szennyező elem. A salak kémiai összetételét salakképzők adagolásával állítják be: a salakképző anyag többnyire mészkő és dolomit. Ha olyan zsugorítványt vagy pelletet használnak, amely már tartalmazza ezeket, akkor általában nem kell külön salakképző anyag (ezek az „önjáró ércek”).

## Tüzelő-redukáló anyagok

A nagyolvasztóban használatos tüzelő-redukálóanyag többnyire a koksz. A koksz egyrészt hőt, másrészt redukáló gázt fejleszt, harmadrészt karbonizálja (szénnel ötvözi) a vasat. A koksz C-tartalma több mint 85%, és annál jobb, ha minél kisebb (1% alatti) a kéntartalma. A koksz szerkezete erősen porózus, ami javítja a nagyolvasztóban elhelyezett elegyoszlop gázátjárhatóságát. Egyes esetekben brikettkokszot használnak, amit szurok kötőanyaggal állítanak elő. A kokszfelhasználás csökkentése érdekében külön redukálóanyagokat: szénhidrogéneket (földgáz, fűtőolaj), szénport stb. is használnak; ezeket a forrószélhez keverik.

## Levegő

A levegőt a hőszükséglet biztosítására (a koksz égetéséhez) fúvatják a nagyolvasztóba – a kohászok ezt a levegőt fúvószélnek nevezik. Mivel a befúvott hideg levegő lehűtené az olvadékot, ezért előzőleg a nagyolvasztóból távozó gázok hőjét hőcserélőkkel hasznosítva felmelegítik. A meleg fúvószél a forrószél. A hőcserélők magas, tűzálló téglákból épített, rácsos szerkezetű oszlopok (a feltaláló Edward A. Cowper nevéből kauperek), amelyek a levegőt szakaszos üzemben 1100–1300 °C-ra melegítik fel.

# Redukciós folyamatok

A nagyolvasztóban lejátszódó metallurgiai (kémiai) folyamatok meglehetősen bonyolultak és sokrétűek, még akkor is, ha „csak” a vasérc redukciójáról van szó (ezen kívül más jellegű reakciók, folyamatok is lezajlanak). A lejátszódó kémiai reakciók jelentős mértékben függenek az adott térrész hőmérsékletétől, az uralkodó nyomásviszonyoktól és a jelenlévő vegyületektől.

A nagyolvasztóban a redukciós folyamatok alapvetően háromféle módon zajlanak le:

* direkt módon, azaz közvetlenül szénnel (C),
* indirekt módon, azaz szén-monoxid (CO) segítségével,
* más redukálószerek, többnyire hidrogén (H2) segítségével.

Az aknába adagolt és lefelé haladó érc először az elegyoszlopon felfelé haladó gázokkal találkozik. Ennek a gázkeveréknek legjelentősebb alkotórésze a koksz elégetéséből származó szén-monoxid (CO) és szén-dioxid (CO2). A redukálás szempontjából a széndioxidnak nincs szerepe, a szén-monoxid a legfontosabb összetevő, ez végzi az indirekt vagy közvetett redukciót. Az indirekt redukció akkor a leghatásosabb, ha az érc porozitása megfelelően nagy (ezt célozza például a kohósítás előtt zsugorítás). A redukciónak ez a módja azonban kis sebességű, így viszonylag kevés vasat eredményez. Az oxidok további redukálását a közvetlen vagy direkt redukciónak kell elvégeznie. A közvetett redukció az aknában, míg a közvetlen redukció a fúvósíkban vagy közvetlenül fölötte megy végbe, miközben a redukálódott vas megolvad.

A vasoxid redukcióját úgy kell elképzelni, hogy az először az érc felületén indul meg, majd a darab belső részei felé haladva fokozatosan veszíti el oxigéntartalmát:

Fe2O3 → Fe3O4 → FeO → Fe

## Indirekt redukció

A vasoxid közvetett redukciója már a vörösizzás hőmérsékletén elkezdődik:

3 Fe2O3 + CO → 2 Fe3O4 + CO2

A képződött Fe3O4 tovább redukálódik:

Fe3O4 + CO = 3 FeO + CO2

FeO + CO = Fe + CO2

A redukció folyamata azonban nem ilyen egyszerű. A fenti kémiai egyenletek ugyanis az egyensúlyi állapotot tételezik fel. Ettől eltérő körülmények között más jellegű reakciók is végbemennek, pl.:

Fe3O4 + 4 CO → 3 Fe + 4 CO2

## Direkt redukció

A közvetlen vasredukció egyenletei:

Fe2O3 + 3 C = 2 Fe + 3 CO

Fe3O4 + 4 C = 3 Fe + 4 CO

FeO + C = Fe + CO

A két – direkt és indirekt – reakciófajta között jelentős különbség, hogy míg a közvetlen redukálás valamennyi folyamata hőfogyasztó (endoterm), addig a közvetett reakciók hőtermelők (exotermek). Ebből is következik, hogy a nagyolvasztóban törekedni kell az indirekt (szén-monoxidos) redukciókra, mert az tüzelőanyag-megtakarítással jár.

## Redukció hidrogénnel

A hidrogén a levegővel, az elegy kötött víztartalmával vagy szénhidrogén adagolással kerülhet be a nagyolvasztóba. A hidrogén nagyobb hőmérsékleten kezd redukálni, mint a szén-monoxid, de sokkal gyorsabb, hatékonyabb annál. Ugyanakkor bonyolultabb is, mert a hidrogén (víz) szilárd szén és szén-monoxid gáz mellett van jelen, s ezek egymásra is hatnak. Hidrogén keletkezésére vízgőzből a következő reakcióegyenleteket lehet felírni:

C + H2O = CO + H2

CO + H2O = CO2 + H2

A hidrogén a redukálási sort hasonlóan végzi az előzőekkel (egyensúlyi állapotot feltételezve):

3 Fe2O3 + H2 = 2 Fe3O4 + H2O

Fe3O4 + H2 =3 FeO + H2O

FeO + H2 = Fe + H2O

Az első két reakció hőfogyasztó, míg a középső enyhén hőtermelő jellegű. Az egyensúlyi állapottól eltérő körülmények között létrejöhető reakciók:

Fe3O4 + 4 H2 =3 Fe + 4 H2O

Fe2O3 + 3 H2 = 2 Fe + 3 H2O

# A nagyolvasztó

A nagyolvasztó nyersvasgyártás legtipikusabb kemencetípusa. Aknás kemence, amelynek működtetése azonban több, egyéb feladatot ellátó egységet is igényel. Ilyenek például a léghevítők, a fúvógépház, a torokgáztisztító stb. Ezeket – a nagyolvasztóval együtt – nagyolvasztóműnek nevezik.

A nagyolvasztó méreteit hasznos magasságával, medencéjének átmérőjével és hasznos térfogatával lehet bemutatni. A nagyolvasztók fejlődése során egyre nagyobb kemencéket építettek, de a méretnövekedést sokkal inkább az átmérővel érték el, mint a magasság növelésével. A legnagyobb magassági méretek a 30–35 méter körüli tartományban vannak, a hasznos térfogat pedig az 5000 köbmétert is meghaladja.