

A gyepvasércek koraközépkori vasipari hasznosítása



Thiele Ádám

BME, Közlekedésmérnöki Kar, Járműgyártás és –javítás Tanszék

2009

A gyepvasérc

A koraközépkori vaskohászat ércei gyepvasércek voltak. A gyepvasércek előfordulásuk szerint lehetnek:

- Tóérc
- Babérc (borsóérc)
- Mocsáérc

Összetételük szerint lehetnek:

- hematitos (Fe_2O_3)
 - hamatit-limonitos (Fe_2O_3 és $2\text{Fe}_2\text{O}_3 \cdot 3\text{H}_2\text{O}$)
 - hematit-geotites (Fe_2O_3 és $\text{Fe}_2\text{O}_3 \cdot \text{H}_2\text{O}$)
- Emellett a meddő rész jellemzően SiO_2 , CaO , Al_2O_3 tartalmú.
A kohósításhoz megfelelő érc savanyú jellegű (nagy SiO_2 tartalmú)

Keletkezésük szerint:

- A patakok vizében oldott vas (Fe^{2+}) redoxipotenciál vagy PH változás okozta kicsapódásával (pl. mocsaras területeken)
- Oldott vastartalmú vizekben vasbaktériumok $\text{Fe}^{2+} \rightarrow \text{Fe}^{3+}$ oxidációs folyamatból nyerik a CO_2 asszimilációjához szükséges energiát, és hoznak létre hidratált ferrioxidot, amelyből limonit keletkezik
- A talajban kolloid oldatként vándorló vashumátot mikroorganizmusok bontják el és hoznak létre belőle limonitot

A koraközépkori vasipar főként hamatit-limonitos patakmedrek érctelérjeinek külszíni fejtéséből származó gyepvasérceket kohósított.



1. ábra: Babérc Fancsikáról [4]

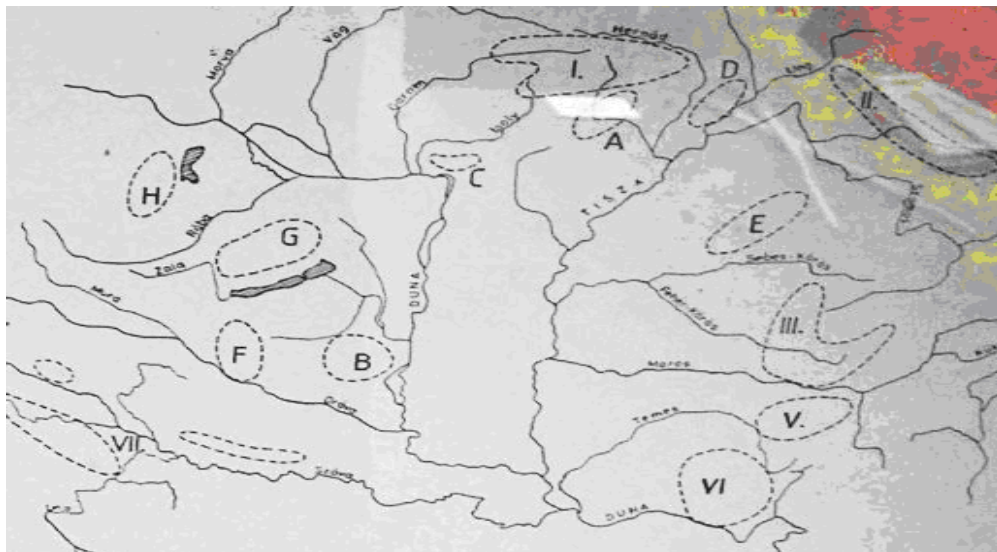


2. ábra: Limonitrög egy Somogyszobi érctelérből [4]



3. ábra: Vaserekekkel átszőtt patakmeder partoldal és fekete limonit rögök (Fancsikán) [4]

Gyepvasérc lelőhelyek Magyarországon 1.



- I. – Szepes-Gömöri térég
- II. – Kárpátok
- III. – Bihar és Erdély
- IV. – Székelyföld
- V. – Hunyad
- VI. – Krassó-Szörény
- A – Rudabánya
- B – Mecsek
- C – Börzsöny
- D – Tokaj
- E – Nyírség
- F – Somogy
- G – Dunántúli khg.
- H – Sopron környéke

4. ábra: Gyepvasérc lelőhelyek a Kárpát-medencében [1]

Vasérc neve	%	Fe	Fe_2O_3	SiO_2	MnO	Al_2O_3	CaO	MgO	H_2O	P_2O_5
Észak borsodi		47,84	67,83	19,87	3,64	4,70	0,27	0,59	1,38	-
Soproni		35,35	49,31	35,44	1,46	1,79	3,87	0,60	6,45	-
Rinya-pataki		49,00	70,00	4,90	2,20	0,30	2,70	0,40	13,63	5,3

1. táblázat: Néhány gyepvasérc összetétele [2]

Gyepvasérc lelőhelyek Magyarországon 2.

A gyepvasércek előfordulása és bányászatuk a gyakorlatban

Jómagam kizárólag patakmedrekből bányásztam ércet Somogyszobon és Fancsikán.



5. ábra: Érctelér kifejtése Somogyszobon [4]



6. ábra: Babérc keresés Fancsikán [4]

A vizsgálati minta												
Iktatószám	Azonosítója:	Megnevezés	SiO ₂ [%]	CaO [%]	MgO[%]	FeO [%]	Fe ₂ O ₃ [%]	MnO [%]	Al ₂ O ₃ [%]	Cr [%]	Cu[%]	Ni[%]
685	1	Fancsikai	8,00	5,54	0,50	0,00	44,32	4,49	0,96	0,103	0,064	0,037
687	3	Somogyszobi	7,30	17,30	0,87	0,00	39,03	8,18	0,72	0,081	0,059	0,021

2. táblázat: A begyűjtött gyepvasércek összetétele [4]

A gyevasérc koraközépkori kohósítása a gyakorlati megvalósítás tükrében 1.

A kibányászott gyevasérc kohósítása nem végezhető el közvetlenül. A kohósítást megelőző technológiai lépések:

1. Az érc mosása

Ennek során a tapadt meddőt (sarat, növényi részeket) távolítjuk el az érctől többnyire még az érclelőhelyen.

2. Aprítás és válogatás

A gyevasérc, rögöket 2-4 cm-es darabokra aprítjuk töretvizsgálat és fajlagos felület növelése céljából. A gyevasérc kohósásra való alkalmasságáról a töret szemrevételezésével győződünk meg: tapasztalom szerint a megfelelő érc törete sötét színű, fekete vagy szürkés-kék. A jó minőségű gyevasérc szerkezete porózus, így nagy fajlagos felület miatt a kohó CO-os atmoszférája gyors redukciót végezhet.

3. Pörkölés

A pörkölés közvetlenül a kohósítás előtt ércpörkölő gödörben történik, ennek során az előaprított gyevasércet faszénparázson néhány órán át hevítjük. A limonit hidrátviktartalma így eltávozik, az érc előmelegszik és faszénnel keveredik (ez a kohó hőtechnikai viszonyait javítja), illetve a fahamu is tapad a rögök felületére (a fahamu alkáliföldfém-oxid tartalma csökkenti segíti a meddéből keletkező fayalitos salak olvadáspontját).



7. ábra: Jó (felül) és rossz (alul) minőségű fancieskai aprított gyevasérc törete [4]



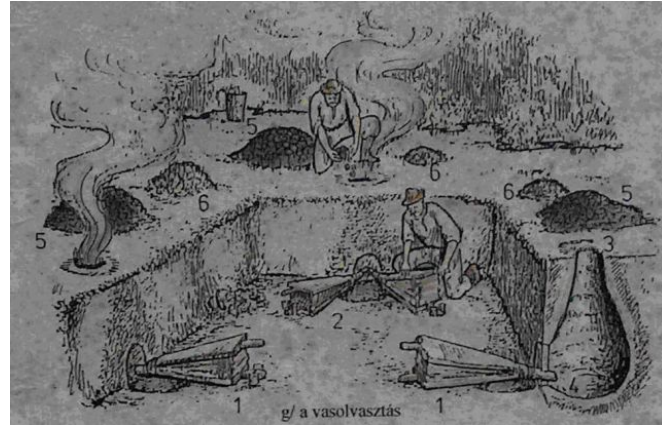
8. ábra: Az aprított gyevasérc pörkölése ércpörkölő gödörben [4]

A gyepvasérc koraközépkori kohósítása a gyakorlati megvalósítás tükrében 2.

4. Kohósítás

A gyepvasérc kohósítását korhűen, rekonstruált somogyfajsi típusú bucakohóban végzem. Technológiai lépések:

- Kohó előfűtése (kb. 1-2 óra)
- 0,5 kg érc (esetleg fahamu is) + 1 kg faszén adagolása rétegesen
- Süllyedő elegyoszlop, alapanyag utánpótlás
- Üzemi jellemzők figyelemmel kísérése (torokláng, kohó hangja, elegyoszlop süllyedése, stb.)
- Salakcsapolás
- 5-6 órás kohászat + előfűtés
- Mellfalazat szétverése
- Vasbuca kihúzása
- Kohó helyreállítása



9. ábra: Koraközépkori műhelygödör [2]



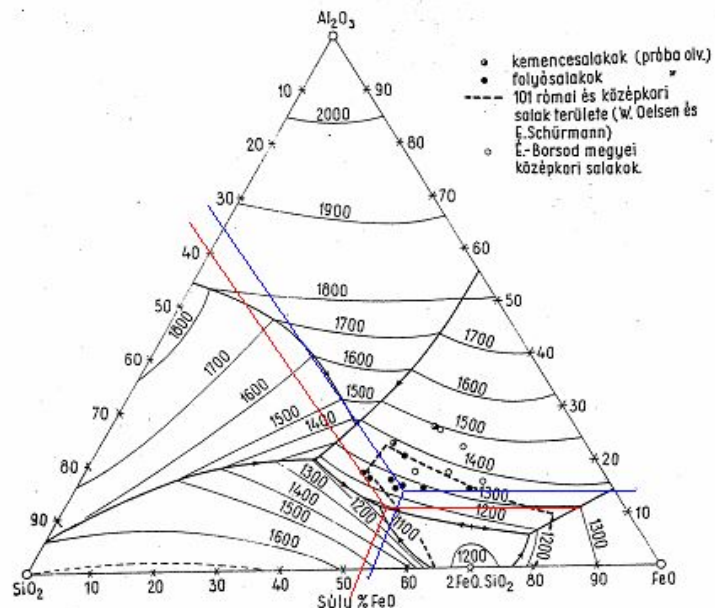
10. ábra: Próbaolvasztás a fajszi típusú bucakohóban [4]



11. ábra: A fajszi típusú bucakohó szemből [4]

A gyevasérc koraközépkori kohósítása a gyakorlati megvalósítás tükrében 3.

A gyevasérc kohósítása során jelentős mennyiségű folyósalak keletkezik a meddőből, amelyet a kohóból ki kell csapolni, így elválasztva a gyevasérből redukálódó színvastól. A salakkezelés sikerességétől nagyban függ a kohászat eredményessége. A salakkezelés szempontjából a legfontosabb cél, az alacsony olvadáspontú folyósalak keletkezése. A folyósalak jellemzően fayalitos összetételű: $2\text{FeO}\cdot\text{SiO}_2$. A salak emellett kisebb mennyiségben tartalmazhat CaO -ot, Al_2O_3 -ot is. Mesterségesen csökkenthető a salak olvadáspontja fahamu adagolásával, ugyanis a fahamu CaO tartalma jelentős. A salak CaO tartalma 12 tömegszázalékig annak olvadáspontját csökkenti. Néhány tömegszázalék Al_2O_3 a salakban szintén olvadáspontot csökkent.



12. ábra: Al_2O_3 - SiO_2 - FeO ternér diagram, feltüntetve a jellemző folyósalak összetételek (átlagos kék, ideális piros) [3]

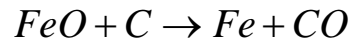
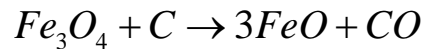
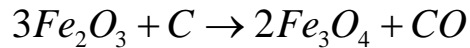


13. ábra: Salakcsapolás [4]

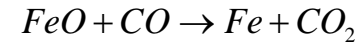
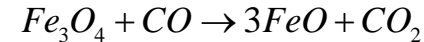
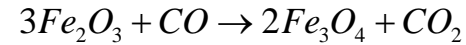
A gyevasérc koraközépkori kohósítása a gyakorlati megvalósítás tükrében 4.

A gyevasérc kohósítása során az alábbi reakciók zajlanak:

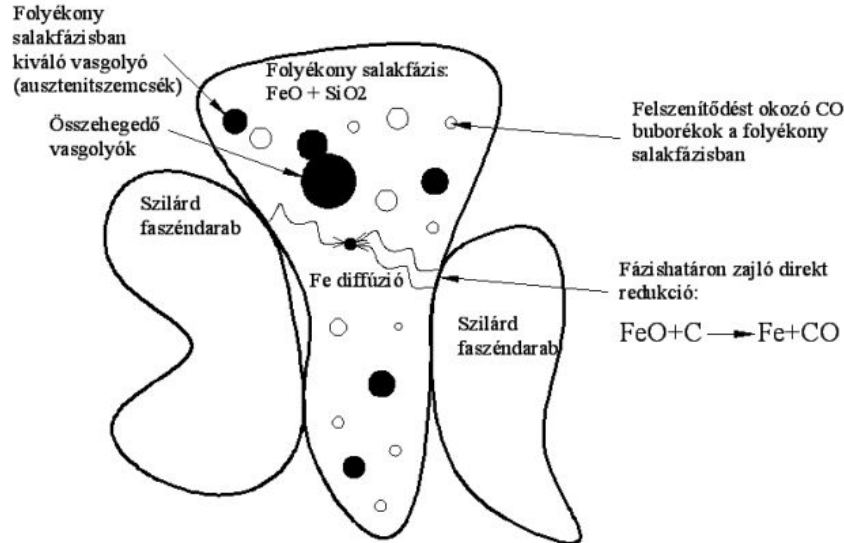
Direkt redukció:



Indirekt redukció:



A kísérleti tapasztalatok és a elvégzett vizsgálatok alapján feltételezem, hogy a nagy FeO és SiO₂ tartalmú olvadt salak és faszén fázishatáron FeO redukálódik színvassá (Fe). A vasatomok diffúzióval vándorolnak az olvadék belsejébe, ahol csírát képeznek (hajtóerő a felületi energia csökkentése). A növekvő vasgolyócskák előbb összeérnek, majd az olvadékfázis jelenléte miatt gyorsan szintereződnek (diffúziós hegedés). A maradék salak jelentős része kiolvad az összeálló vasszivacsból, így tömörödik a vasbuca.



14. ábra: A buca kialakulásának feltételezett termodinamika és kinetikai folyamatai [4]



15. ábra: A buca kialakulásának kezdeti szakasza, ahol a salakban kivált vasgolyók még nem hegedtek össze [4]

A gyevasérc koraközépkori kohósítása a gyakorlati megvalósítás tükrében 5.

A kohászat célja a gyevasérből direkt redukció útján vasbuca előállítása. A vasbuca néhány kg tömegű, szivacsos szerkezetű salakos vascipó, alacsony karbon tartalmánál fogva jól kovácsolható.



16. ábra: A hatodik próbaolvaszással kapott vasbuca keresztmetszete [4]



17. ábra: További sikeres próbaolvasztások vasbucái [4]

A vasbuca további feldolgozása újraizzító tűzhelyben, kovácsolással történik. A kovácsolás magas hőmérsékletén a még meglévő salakzárványok megolvadnak, és a kalapácsütések alatt kifröccsennek. Maguk után fémtiszta felületet hagynak, így a pórusok össze-tűzihegednek. A szivacsos vasbucából ezzel egy tömör féltermék, előgyártmány lesz.

Felhasznált irodalom

- [1] Gömöri János: Az Avar kori és Árpád-kori vaskohászat régészeti emlékei Pannóniában, Sopron, 2000, Kiadja a Soproni Múzeum Régészeti Gyűjteménye és az MTA VÉAB Iparrégészeti és Archeometriai Munkabizottsága
- [2] Kanász Tamás: A bucavas gyártására irányuló kísérletek eredményeinek bemutatása (TDK dolgozat), 2005
- [3] Heckenast-Nováki-Vastagh-Zoltay: A magyarországi vaskohászat története a korai középkorban (A honfoglalástól a XIII. század közepéig), Akadémia Kiadó, Bp. 1968.
- [4] Thiele Ádám: A bucavas koraközépkori előállításának korhű gyártástechnológiája a korszerű anyagtudomány tükrében (TDK dolgozat), 2009