

MÓGER RÓBERT – ROKSZIN ZOLTÁN

A kohókba jutó kén, alkáliák és a cink eltávolításának metallurgiai lehetőségei

A nagyolvasztókba adagolt alapanyagok minőségétől függően változó mennyiségű szennyezőelem kerül be a kohókba. Ezek egy része – elsősorban a kén – a nyersvasba oldódik és azt szennyezi, míg másik része – alkáliák és cink – tapadványt képez a nagyolvasztó falazaton és gátolja az anyagoszlop egyenletes levonulását. Mindkét típusú szennyezőanyagot nem lehet ugyanazon eszközökkel eltávolítani a nagyolvasztóból, ezért gazdasági és metallurgiai szempontok figyelembevételével javasoljuk a nyersvas kohón kívüli kéntelenítésének megvalósítását.

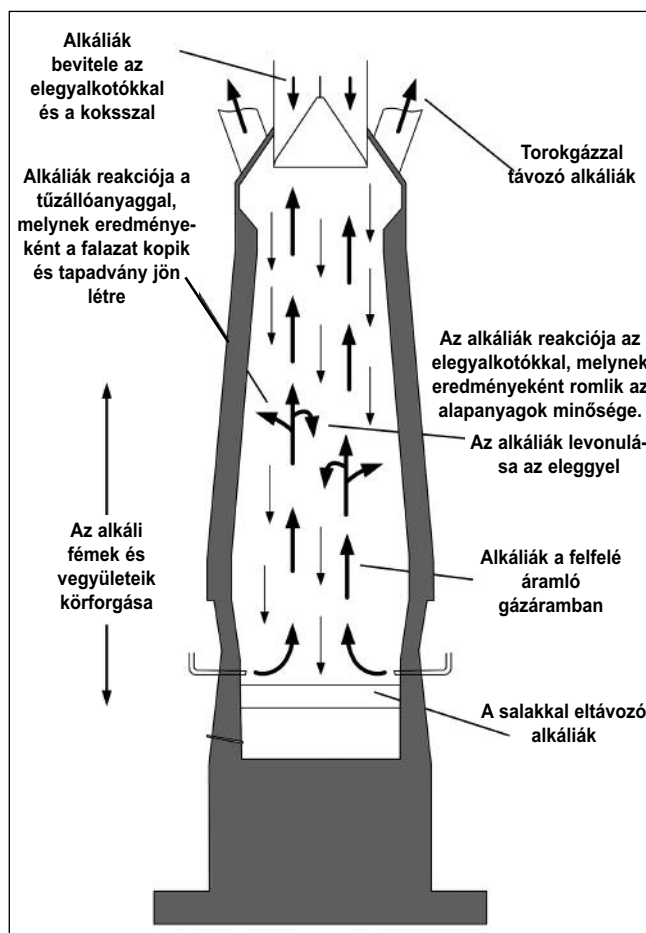
1. Tapadványképző elemek bejutása a nagyolvasztóba és káros hatásuk a kohók üzemvitelére

A tapadványképző elemek közül az alkáliák (a nátrium és a kálium) egy része a beadagolt betéttel, másik része a tüzelő-, redukálóanyagként funkcionáló koksszal kerül a nagyolvasztókba (1. táblázat). Az elegyalkotók alkáliatartalma alapvetően függ azok eredetétől és feldolgozási módjától. Egy előkészített (pelletizált, illetve agglomerált) vashordozó alkáliatartalma alacsonyabb, mint a kohókba esetlegesen adagolt nyers ércéké. Hasonló mértékű a szennyezőanyagbevitel a koksszal is, melynek minőségromlásában nagy szerepe van az alkáliáknak [1]. A koksz alkáliatartalmát a beszerzésre került szén nátrium- és káliumtartalma határozza meg.

A tapadványképző elemként számon tartott cink főként a zsugorítványgyártáshoz – szükségszerűen – visszajáratott belső vaskohászati hulladékokkal (konverteriszap, Dorriszap, kohói szálópor) kerül be a nagyolvasztókba. A „tiszta alapanyagok” (vasérc, pellet, koksz) cinktartalma jóval kisebb mértékű.

A 2. táblázatban a hazai és néhány külföldi üzem kohóinak alkáliák és cinkterhelési adatai láthatók. A nemzetközi szakirodalomban a nagyolvasztók alkáliaterhelésére

2,0-5,0 kg/t nyv. közötti értékeket találunk. Az ISD Dunaferri Zrt. két nagyolvasztójának alkáliaterhelése nagy (5,0 kg/t nyv.), cinkterhelése pedig többszöröse a külföldön szokásosnak.



1. ábra. A nagyolvasztói alkália-körforgás folyamata

Móger Róbert okleveles kohómérnök. 1998-ban a Miskolci Egyetem Dunaújvárosi Főiskolai Karán, majd 2001-ben a Miskolci Egyetemen szerzett kohómérnöki diplomát. 1998-ban kezdő üzemmérnökként a Dunaferri Acélművek Kft. Nagyolvasztóművében helyezkedett el. Később technológus, technológiai osztályvezető volt, majd termelésvezető-helyettesként dolgozott. Jelenleg az ISD Dunaferri Zrt. Technológiai Igazgatóságán metallurgiafejlesztési főosztályvezető.

Rokszin Zoltán okleveles kohómérnök. 1980-ban a Belorusz Műszaki Egyetem Kohómérnöki Kar öntész szakán szerzett kohómérnöki diplomát. 1980-tól a Dunai Vasmű Nagyolvasztóművéénél, különböző beosztásokban dolgozott. 1992-től az Acélművek Kft. Nagyolvasztómű gazdasági és kereskedelmi vezetője, 1994-től gyárvezető volt. 1999-től az Acélművek Kft. termelési és értékesítési igazgatója. 2004-től a Dunaferri Rt. termelésbiztosítási igazgatója, majd 2007-től az ISD Dunaferri Zrt. technológiai igazgatója.

1. táblázat. Az ISD Dunafer Zrt. nagyolvasztóiba az alapanyagokkal történő alkáli- ($\text{Na}_2\text{O}+\text{K}_2\text{O}$) és cinkbevitel

Megnevezés	Alkáliabevitel megoszlása %	Cinkbevitel megoszlása %
Koks	40,0	6,0
Zsugorítvány	45,1	81,9
Pellet	12,2	5,2
Egyéb	2,7	6,8

A nagyolvasztóba bekerült nátrium- és káliumvegyületek a kohó minden részén valamilyen módon károsan befolyásolják az abban zajló metallurgiai, fizikai és kémiai folyamatokat. A káros hatások:

- tapadványképződés, és az ebből következő anyagoszlop-levonulási zavarok,
- a tűzálló falazat kopása, eróziója,
- az alkáliavegyületek körforgása által a nagyobb fajlagos kokszfelhasználás,
- a vashordozók (pellet, zsugorítvány) lágyulás- és olvadáspontjának csökkenése,
- a vasérc pelletek duzzadása és szétesése, valamint a zsugorítvány szétesése,
- a koks hatékonyságának csökkenése azáltal, hogy a koks porusaiba alkáliák adszorbálódnak és repedést okoznak,
- a cianidképződésben betöltött szerepük miatt környezetvédelmi problémák [2].

Az alkáliák mellett a cink is részt vesz a tapadványképzésben, és gyorsítja a tűzálló falazat erózióját.

2. A kohói tapadványok kialakulása

A szennyezők vagy a torokgázzal (por, ill. gáz formájában), vagy a salakkal távoznak el. A kohó medence, nyugvó és akna alsó részében az alkáliák és a cink nagymértékű dúsulása-körforgása figyelhető meg. Az alkáliáknak az elegyoszloppal együtt történő levonulását, elgőzölgését, kondenzálódását és medence irányba történő újbóli levonulását mutatja

2. táblázat. A kohói szennyezőanyag-terhelések összehasonlítása

Megnevezés	ISD Dunafer Dunaújváros	ThyssenKrupp Schwegern	Voest Alpine Linz „A”	Ruukki Raahe
Na_2O -terhelés (kg/t nyv.)	1,82	0,78	0,95	1,18
K_2O -terhelés (kg/t nyv.)	3,16	1,34	3,91	1,47
Zn-terhelés (kg/t nyv.)	0,12	0,038	0,075	0,034

az 1. ábra [3]. (A cink is az alkáliához hasonló körforgást végez.)

Az alkáliák és a cink nagymértékű dúsulása megakadályozhatja az anyag-

oszlop folyamatos, egyenletes levonulását, így növelve a járatzavarok kialakulásának esélyét. Nagy koncentrációban történő előfordulásuk jelentősen csökkentheti a kohók kampányidejét azáltal, hogy reakcióba lépnek a kohó falazatát alkotó vegyületekkel, valamint azzal, hogy tapadványréteget képeznek a kohó falazatán.

A nyersvasgyártásban uralkodó körülmények (1,00-1,15 bázicitású salak, 2000-2300 °C-os égéshőmérséklet) között már alacsony alkáliaterhelés esetén is nagymértékű dúsulás jöhet létre a nagyolvasztókban.

A kohóban létrejövő tapadvány a tűzálló falazaton kialakuló olyan anyagréteg-képződmény, amely károsan befolyásolja a nagyolvasztó működését.

A kohó élettartam-csökkentésében betöltött szerepe és a nyersvas-termelésre gyakorolt negatív hatása miatt a tapadványok kialakulásának vizsgálatára számos kutatás történt, amelyekben egyértelműen megállapítást nyert, hogy az alkáliák és a cink részt vesznek a tapadványképződési folyamatban. Az elméleti feltételezések lényegi különbsége az, hogy egyesek úgy gondolják, hogy az alkáliák és a cink egyfajta katalizátorként funkcionálnak a tapadványok kialakításában, míg mások véleménye szerint ezek teljes egészében részt vesznek a folyamatban [3,4].

Természetesen történtek erőfeszítések arra vonatkozólag, hogy meghatározzák a még biztonságosan kezelhető alkáliaterhelés szintjét adott üzemi paraméterek mellett.

Azonban arra a következtetésre kellett jutni, hogy az eltérő elegyszerkezet és működési feltételek nem teszik lehetővé, hogy a kohókra egységes értékeket határozzanak meg [5].

A tapadvány okozta gyakorlati problémák közül az egyik leggyakrabban előforduló az anyagoszlop megakadása. Ekkor az anyagoszlop a toroktól a medence irányába történő levonulás közben olyan a tapadvány okozta ellenállásba ütközik, amelyik nagyobb erőhatást fejt ki, mint az anyagoszlop természetes levonulását biztosító gravitációs erőhatás és a gázáram ellentétes irányú erőhatásának eredője. Ez az anyagoszlop további levonulását nem teszi lehetővé, az anyagoszlop „függésbe” kerül. Az anyagoszlop megakadása a kohó egyik rendellenes állapota, melyre a normál üzemmenettől eltérő beavatkozások tárháza alkalmazható. Ezek megfelelő kombinálásával meg lehet szüntetni a rendellenes állapotot, amelynek következtében az anyagoszlop hirtelen lefelé mozog, „megcsúszik”. Az anyagoszlop megakadása közben az anyagoszlop azon része, amely a függéstől nem érintett, tovább mozog a medence irányába, így üreg képződik a függésben lévő anyagoszlop alatt. Az anyagoszlop megcsúszásakor jelentős anyagmennyiség zuhan lefelé a medence irányába, és szélsőséges esetben az anyagoszlop „átfúvása”, csatornás járat alakul ki [6].

A rendellenes anyaglevonulás következményeként romló és egyenlőtlen torokgáz-kihasználással, a csapolt nyersvas változó összetételével és hőmérsékletével, csökkenő termeléssel és növekvő fajlagos tüzelőanyag-felhasználással kell számolni. Az olvadék megváltozott összetétele miatt sok esetben fúvóforma kiégések is bekövetkezhetnek [7].

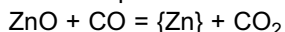
3. Az alkáliák és a cink körforgásának jellemzői

A kohóba kerülő alkáliák a nagyolvasztó alsó, nagyobb hőmérsékletű zónáiban elemi formában vagy vegyületek formájában elgőzölgnek és a redukáló gázárammal felfelé áramlanak. A kohónak ezen a részén különösen az alkáli-szilikátok és -karbonátok instabilak. A nagyolvasztó tengelye men-

tén magasabban, a „hidegebb” részeken elhelyezkedő fémgőzök egy része a tűzálló anyaggal vagy az elegy egyes vegyületeivel reakcióba léphetnek, így stabilabb vegyületek jönnek létre.

A képződött vegyületek az elegy süllyedésével ismét a kohó nagyobb hőmérsékletű zónáiba kerülnek, újra redukálódnak, létrehozva ezzel az alkáliák körforgását. A recirkuláció és az alkáliák dúsulása a 700–1200 °C közti hőmérséklet-tartományban – még a salakképződés előtt – játszódik le.

Valamennyi cinkvegyületet a kohó alsó, 1000 °C fölötti zónájában a CO redukálja. A redukálódott fémcink gázhalmazállapotú, és az alábbi reakció szerint képződik:



A felfelé áramló gázok a cinkgőzt magukkal ragadják a hidegebb, 900 °C alatti hőmérsékletű zónába, ahol reoxidáció történik CO₂-dal, amelynek reakcióterméke ZnO és CO.

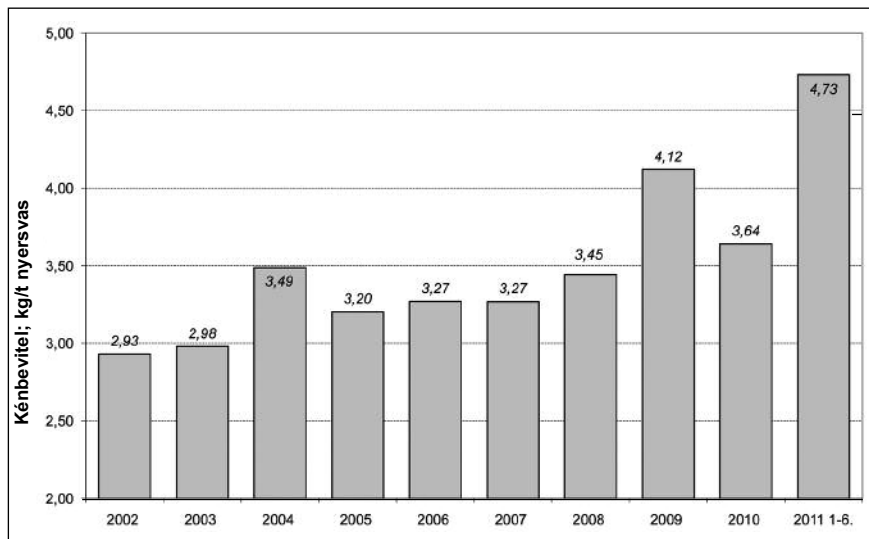
Ugyanakkor a kohó tengelye mentén magasabban elhelyezkedő, hidegebb zónában, ahol az oxigénpotenciál nagyobb, végbemehet a $\{\text{Zn}\} + 2\text{CO}_2 = \text{ZnCO}_3 + \text{CO}$ reakció is. A képződött cink-karbonátok és -oxidok szilárd halmazállapotúak, melyek vagy a torokgázzal finom szemcsék formájában távoznak a kohóból, vagy ráragadnak a levonuló elegy szemcséire (pl. a különböző vasvegyületek főként apró szemcséire kondenzálódnak), vagy megtapadnak a tűzálló falazaton, mint tapadvány.

Azok a karbonátok és oxidok, melyek az eleggyel együtt lefelé haladnak, megolvadnak és újra redukálódnak, a cink körforgása tovább folytatódik.

A tapadványképzők körforgása látványosan súlyosbítja a tapadványképződéssel járó problémákat.

4. Lehetőségek a tapadványképző elemek káros hatásának mérséklésére

Az alkáliák és cink okozta problémák közül mindössze a tapadványképződésről szóltunk, de ennek alapján is belátható, hogy az említett szennyezők egyértelműen károsak a kohójáratra. Amennyiben az anyagoszlop egyetlen levonulása – többek



2. ábra. A nagyolvasztók kénterhelésének alakulása (2002–2011)

között a tapadványképződések miatt – megbomlik, annak növekvő fajlagos kokszfelhasználás és ingadozó nyersvasminőség a következménye. A nyersvasminőségben bekövetkező bármilyen lényeges eltérés az acélgártás programszerűségének felborulását okozhatja.

Azért, hogy a nyersvas minősége stabil és az önköltsége alacsony legyen, az alkáliák és a cink okozta hatásokat mérsékelni szükséges.

A lehetőségek:

- A tapadványképző elemek távoltartása a nagyolvasztótól. (Ez egyrészt az alapanyag-beszerzési stratégia kérdése, másrészt a kohászati porok és iszapok hasznosításának problémakörét érinti.)
- A tapadványképző elemek metallurgiai eszközökkel történő eltávolítása.

Összefoglalva, annak érdekében, hogy a tapadványképző elemek káros hatásait mérsékeljük, azokat minél nagyobb mértékben távol kell tartani a kohóktól, vagy – ha már ezek a szennyezők a nagyolvasztókba bekerültek – minél nagyobb részüket a lehető leggyorsabban onnan eltávolítani szükséges.

A tapadványképző elemek kohóból történő eltávolítása – mint a későbbiekben bemutatjuk – szorosan kapcsolódik a nyersvasgyártás során végzett kéntelenítési folyamathoz. Ezért a továbbiakban röviden áttekintjük az ISD Dunafer Zrt. metallurgiai fázisának kéntelenítési viszonyait is.

5. A kohók kénterhelése és a gyártott acélok kén tartalmának alakulása

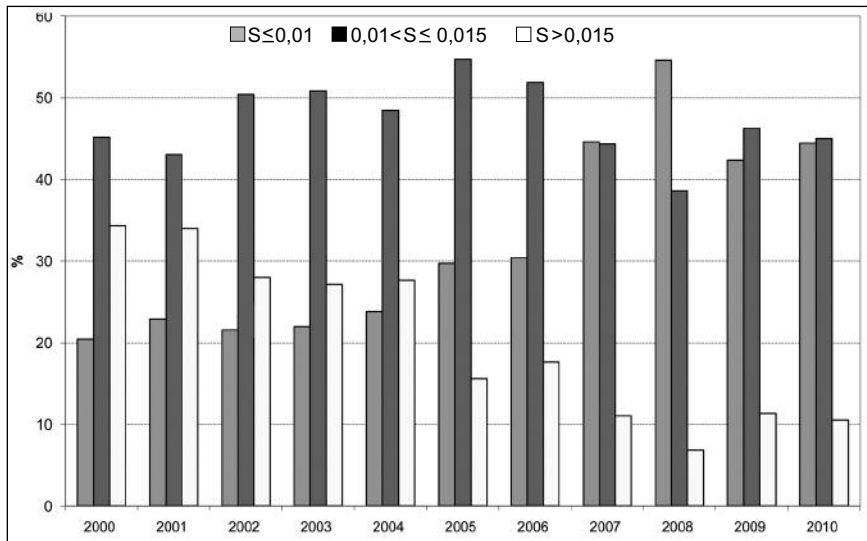
A nyersvasgyártás elsődleges célja az acélgártáshoz szükséges megfelelő minőségű nyersvasnak a lehető legalacsonyabb önköltség mellett való biztosítása. A nyersvas minőségi osztályba sorolása az ISD Dunafer Zrt.-nél egyetlen kritériumnak, a kén tartalomnak való megfelelés alapján történik. Ez a követelmény indokolt és érthető, hiszen a szigorodó acélszabványok mellett az ISD Dunafer Zrt.-ben az acélok kén tartalmára vonatkozó előírások betartása egyre nagyobb nehézségekbe ütközik. Súlyosbítja a problémát, hogy a kohók kén terhelése is fokozódik (2. ábra).

A kén terhelés az elmúlt időszakban jelentősen (kb. 60%-kal) nőtt, és (a tengerentúli kokszolható szenek részarányának növelésével) az elkövetkező időszakban várhatóan tovább fog nőni.

Az acélgártás során a felhasznált nyersvas „felel” a kénbevitel közel 50%-áért (3. táblázat), így belátható, hogy a nyersvas kén tartalma – annak ellenére, hogy a kohók kén terhelése nő – nem növekedhet büntetlenül.

3. táblázat. Az acélgártás kénbeviteli forrásainak megoszlása (2011. III. hó)

Megnevezés	Kénbevitel megoszlása %
Acélhulladék	47,0
Nyersvas	45,0
Égetett mész	8,0



■ 3. ábra. Az acél végpróba eloszlások alakulása (2000–2011)

A 3. ábra alapján elmondható, hogy az acéltermék-vásárlók a kisebb kéntartalmú termékeket igénylik. Egy évtized alatt a legkisebb, max. 0,010%-os kéntartalmú acélok gyártása 20%-ról 40-45%-ra nőtt, miközben a magasabb, (>0,015%) kéntartalmú acélok aránya 35%-ról 10%-ra csökkent.

Az acélipari szabványok kéntartalomra vonatkozó előírásainak szigorodására példa, hogy legutóbb a kazánlemezre vonatkozó (EN 10028-3:2009) szabvány egyik típusát vizsgálva fogalmazódott meg, hogy annak reprodukálható gyártása normál üzemviteli körülmények között már nem biztosított a jelenleg rendelkezésre álló technikai, technológiai eszközökkel.

6. A nyersvas-kéntelenítés és az alkália-eltávolítás metallurgiai vonatkozásai

A fentebb említettek alapján elmondható, hogy a kis kéntartalmú nyersvas alapvető fontosságú az acélgyártók számára. Ugyanakkor az alapanyagok kén- és alkáliatartalmára jelentős hatást nem tudunk kifejteni, így a bekerült szennyezőket minél nagyobb mértékben és minél rövidebb időn belül el kell távolítani a nagyolvasztóból.

Annak érdekében, hogy a salakkal az alkáliák jelentős részét eltávolíthassuk, a következő feltételeknek kell teljesülnie:

- kis olvadáshőmérséklet,

- nagy salakmennyiség,
- nagy toroknyomású üzemmenet,
- savanyú salakkal történő üzemelés.

A nagyolvasztóban történő kéntelenítés kedvező metallurgiai feltételei pedig a következők:

- nagy olvadáshőmérséklet,
- nagy bázicitású salak,
- a kohóban redukáló atmoszféra,
- nagy salakmennyiség,
- kis toroknyomású üzemmenet.

Látható, hogy a két folyamat metallurgiai feltételei között azonos és ellentétes hatású tényezők is szerepelnek. Az ellentétes hatású tényezők közül a legfontosabbak az olvadáshőmérséklet és a bázikusság.

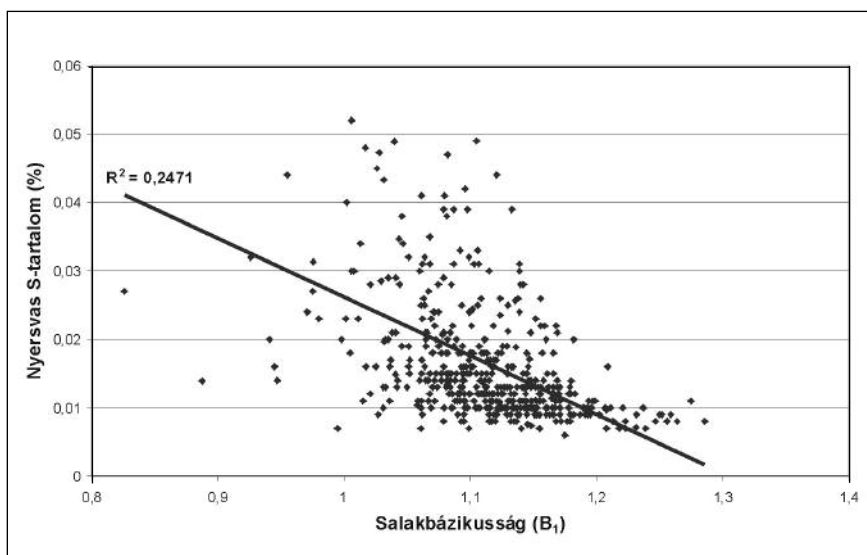
Az ISD Dunaferri kohóinak üzemelési adatai szerint is a nyersvas kéntartalma a salakbázikusság növekedésével csökken (4. ábra). Mindközben a salakbázikusság növekedésével a salak nátrium- és káliumtartalma szintén csökken (5. ábra), ami azt jelenti, hogy az alkáliavegyületek nem távoznak el a kohóból, redukálódnak és részt vesznek az alkália-körforgás folyamatában, növelve a fajlagos kokszelehasználást, rontva az elegyoszló-levonulás egyenletességét, roncsolva a falazatot.

Az olvadáshőmérséklet növekedésével a nyersvas kéntartalma csökken (6. ábra), miközben csökken a salak nátrium- és káliumtartalma is (7. ábra). Mindezek hatása azonos jellegű azzal, amit a 4. és 5. ábra alapján tanulságként levonhatunk.

Mindezek alapján azt a következtetést lehet levonni, hogy a kohóban a nyersvas kéntelenítésére és az alkália eltávolítására vonatkozó metallurgiai feltételek egyszerre nem teljesíthetők.

Abban az esetben, ha a fenti két folyamat közül a nagyolvasztóban csupán a nyersvas kéntelenítést tekintjük elsődleges fontosságúnak, és annak metallurgiai követelményeit kívánjuk biztosítani, a következő hatásokkal kell szembesülnünk:

- a nagy salakbázikusság miatt a fajlagos kokszelehasználás mértéke nagy,
- a nagy olvadáshőmérséklet és a nagy salakbázikusság miatt a tapadványképző elemek (Na, K, Zn) nagymértékben dúsulnak, tapadványt képeznek, anyaglevonulási



■ 4. ábra. A nyersvas kéntartalma és a salakbázikusság közötti kapcsolat

zavart okoznak és növelik a fajlagos kokszfelhasználást,
 – a kohóban történő kéntelenítés szükségessége miatt a kohói lehűléseket azonnal, drasztikus beavatkozással el kell háritani, hogy az acélgyártás számára megfelelő kéntartalmú nyersvas biztosítható legyen.

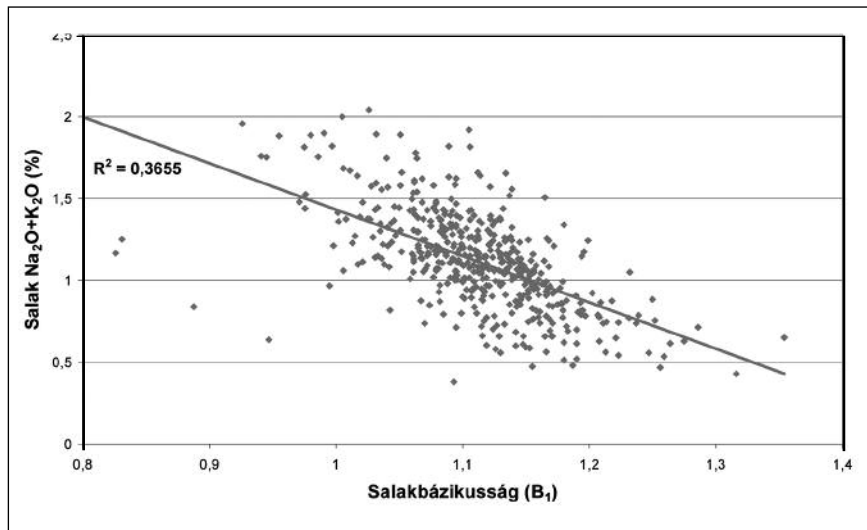
Látható, a kohóban történő nyersvas-kéntelenítésnek számos „kelletlen mellékhatása” van. A vasércek kohósítása a természetéből adódóan lassú, nehézkes, amely normál kohójárat esetén megfelelő, közel egyenletes minőségű nyersvasat eredményez. Rendellenes működési körülmények között, mint pl. „hideg kohójárat” esetében – ami kis nyersvas-hőmérsékletet és nagy nyersvas-kénttartalmat jelent – azonban meg kell várni a kohói elegyváltoztatás hosszú – közel nyolc órás – átfutási idejének hatását, amíg a nyersvas összetétele újra az acélgyártói elvárásoknak megfelelő minőségű lesz. Mindeközben az acélgyártás egy rapid folyamat, amely adagról-adagra változó minőséget hoz létre, ugyanakkor megköveteli a jó minőségű – persze nem minden esetben feltétlenül kis kéntartalmú – nyersvasat.

A felsorolt problémák alapján látható, hogy a kéntelenítés jelenlegi módja sem a nyersvasgyártás, sem az acélgyártás igényeit nem képes maradéktalanul kielégíteni. Ebből adódóan célszerű megvizsgálni a vasércek kohósításának azt a módját, melynél a tapadványképző elemek kohóból történő kiürítése az elsődleges cél.

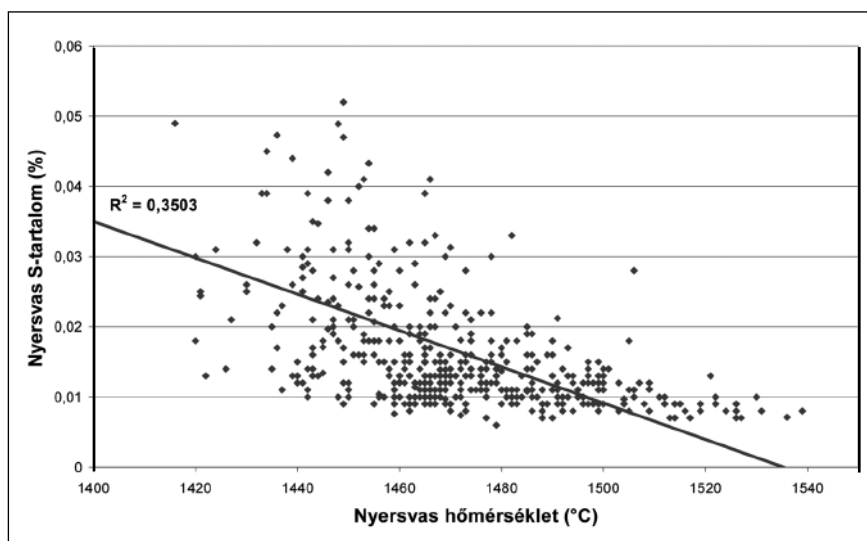
Ezt technológiailag legkönnyebben úgy lehet elérni, hogy a kohók eddigi bázikus salakkal történő üzemmenetét savanyú salakosra módosítjuk, melynek nyersvasgyártásra gyakorolt hatásai a következők:

- a fajlagos kokszfelhasználás csökken,
- a termelt nyersvas mennyisége nő,
- a tapadványképző elemek kohóból történő kiürülése javul,
- a járatzavarok, az anyagoszlop-fennakadások száma csökken,
- a nyersvas kéntartalma nő.

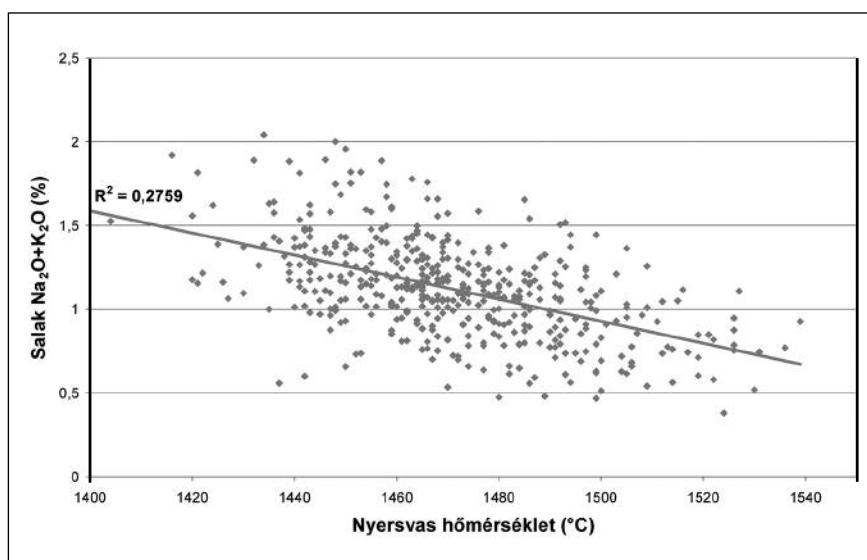
A fentebb felsorolt hatások – az utolsó kivételével – mind kedvezőek a kohójárat egyenletességére és a nyersvasgyártás gazdaságosságára.



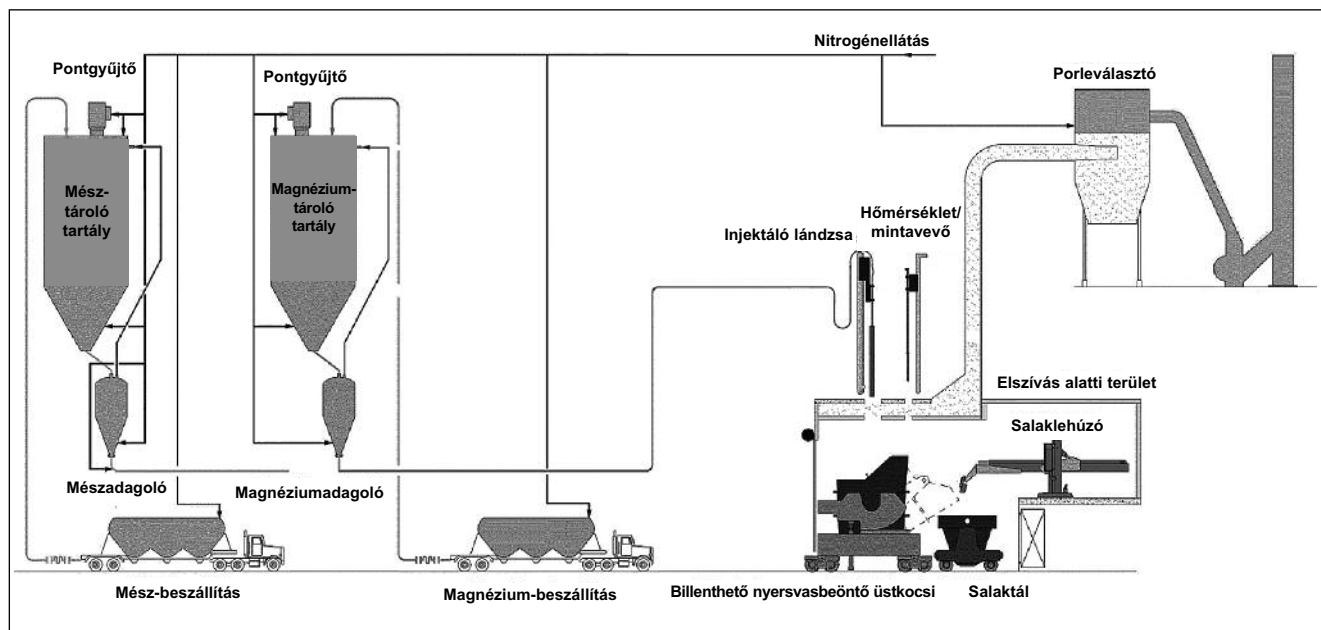
■ 5. ábra. A salak Na_2O - és K_2O -tartalma és a salakbázikuság közötti kapcsolat



■ 6. ábra. A nyersvas kéntartalma és a nyersvas hőmérséklete közötti kapcsolat



■ 7. ábra. A salak Na_2O - és K_2O -tartalma és a nyersvas hőmérséklete közötti kapcsolat



■ 8. ábra. Egy co-injektáló kohón kívüli nyersvas kéntelenítő berendezés elvi rajza

A nagyolvasztók működését tekintve a savanyú salakkal történő üzemelés mind gazdasági, mind technológiai szempontból előnyösebb, mint a bázikus salakkal történő üzemelés. A korábban megtárgyaltak szerint azonban a nyersvas kéntartalma az acélgyártói igények miatt nem nöhet, így egy olyan metallurgiai eszközt kell bevetni, amellyel elérhető a nyersvas kéntelenítése. Ez az eszköz a kohón kívüli kéntelenítő berendezés lehet.

A nagyolvasztón kívüli kéntelenítés műszaki, gazdasági előnyeit külföldi példák (Voest Alpine, ThyssenKrupp Stahl) egyértelműen bizonyítják.

7. A kohón kívüli nyersvas kéntelenítés lehetséges megoldása az ISD Dunaferr Zrt.-ben

A Dunaferrben az ezredforduló tájékán megfogalmazódott az igény egy kohón kívüli kéntelenítő állomás telepítésére, de ennek megvalósítása sajnos elmaradt. Az alábbiakban röviden vázoljuk a telepítendő berendezés működését, feltételrendszerét, valamint egy, a metallurgiai fázisra vonatkozó gazdaságossági számítást végzünk a 2011. I. félévi adatok felhasználásával.

A kéntelenítő állomás az acélműben kerülne elhelyezésre. A csökkenő kohói salakbázikuságból adódóan a nagyobb, kb. 0,040% kéntartalmú nyersvas a nyersvaskeverőbe kerül.

A konverteres acélgyártáshoz szükséges mennyiségű nyersvas csapolása a szokásos módon történik a nyersvasbeöntő „csőrös” üstbe. A gyártandó acélminőséghez szükséges mértékű nyersvas kéntelenítésre – a fent említett üstben – a co-injektáló típusú kéntelenítő berendezés egyik kezelőállásában kerül sor (8. ábra). A folyamat során a két különböző tartályban tárolt kéntelenítő reagens (CaO, Mg-granulátum) a tűzálló anyaggal védett lándzsán keresztül, nitrogénáram segítségével kerül a nyersvasba.

A reagens felhasználási mértékének változtatásával a kéntelenítési folyamat és annak költsége optimalizálható. A keletkezett nagy kéntartalmú salakot a salaklehúzó gép távolítja el a nyersvas felszínéről, ami salaktálakba jut. Az acélminőség elő-

írásoknak megfelelő mértékben kéntelenített nyersvasat a konverterbe öntik.

A 4. táblázatban bemutatjuk a nyersvas-, ill. acélgyártási fázis várható fajlagos költségváltozását, a kohón kívüli kéntelenítő berendezés megvalósításával. A számítások a 2011. I. félévi adatainak felhasználásával a jelenlegi acéltermék-szerkezetre készültek.

A nyersvasgyártás során jelentős költségcsökkenés következik be a savanyú salakkal történő üzemelés két kedvező hatásának következtében. A fajlagos kokszfelhasználás-csökkenés és a nyersvas termelésnövekedés kb. 1100 Ft/t acél mértékben csökkenti a fajlagos acélgyártási költségeket.

A kezelt nyersvas felszínéről lehúzott salakkal együtt távozó nyersvas

4. táblázat. A co-injektáló rendszerű kohón kívüli nyersvas kéntelenítés költségei

Megnevezés	Fajlagos költségváltozás
1.1. Nyersvas önköltségcsökkenés mértéke	-1022 Ft/t acél
1.2. Nyersvas többletermelésből adódó többlet acéltermelés haszna	-77 Ft/t acél
2. Reagens költsége	196 Ft/t acél
3.1. A kéntelenítés utáni salakhúzásból adódó vasvesztés	691 Ft/t acél
3.2. A magasabb fajlagos nyersvasfelhasználásból adódó termelés-csökkenés okozta veszteség	27 Ft/t acél
4. Karbantartási költség	11 Ft/t acél
5. Villamosenergia-költség	19 Ft/t acél
6. Üzemeltetési költség	19 Ft/t acél
Összesen:	-136 Ft/t acél

okozta költségnövekedés, a kéntelenítő reagens költsége, valamint a berendezés karbantartási és üzemeltetési költsége összesen kb. 960 Ft/t acél. A vertikum szinten jelentkező fajlagos önköltségcsökkenés mértéke éves szinten kb. 222 M Ft. Figyelembe véve a beruházás várható költségét, a beruházás megtérülési ideje kb. 6 év.

8. Összefoglalás

Az ISD Dunafer Zrt. nagyolvasztóinak az európai átlagnál magasabb a fajlagos alkália-terhelése, valamint közel egy nagyságrenddel nagyobb a fajlagos cinkbevitel. Az alkália- és cinkszennyezők az alapanyagokkal kerülnek be a kohóba, majd az elegyoszloppal együtt a kohó medence irányába vonulnak.

A kohó alsó, magasabb hőmérsékletű részein termodinamikailag és reakciókinetikailag meghatározott feltételek mellett mind az alkáliák, mind a cink elgőzölögnek, melyek a redukálógáz segítségével a kohó magasabban elhelyezkedő zónába kerülnek. A kohó ezen hidegebb részein kondenzálódnak, majd a létrejött különböző alkália- és cinkvegyületek újból a medence irányba mozognak. Ennek megfelelően a kohó medence, nyugvó és akna alsó részében az alkáliák és a cink nagymértékű dúsulása-körforgása figyelhető meg.

Az alkáliák és a cink egyértelműen káros elemei a nagyolvasztókban lejátszódó metallurgiai folyamatoknak. Többek között rendkívül kedvezőtlen tulajdonságuk a tapadványképzésre való hajlamuk. A tapadványok – melyek leginkább a kohó akna alsó és felső részén találhatóak – a falazatot borító megvastagodott szilárd kéregként képződhetnek el.

Annak érdekében, hogy a nagyolvasztókban elkerülhető legyenek a tapadványképző elemek káros hatásai, a kohósalak bázikuságának csökkentése (savanyú salakkal történő üzemelés) szükséges. Ennek közvetlen hatása azonban a nyersvas kéntartalmának emelkedése lenne, amely acélgyártási szempontból nem megengedhető. Egyidejűleg tehát nem valósítható meg az alkáliáknak a kohóból való eltávolítása és kis kéntartalmú nyersvas előállítása.

Mind a nyersvasgyártás, mind az acélgyártás szempontjából a legkedvezőbb megoldás egy kétállásos, co-injektáló típusú (Mg- és CaO-reagens felhasználó) kohón kívüli nyersvaskéntelenítő berendezés telepítése lehetne.

A berendezés megvalósításával ugyanis:

- a kohók átállíthatók savanyú (CaO/SiO₂: 0,90-0,95) salakkal dolgozó olvasztógéppé, ahol elsődleges feladat a lehető legtöbb nyersvas előállítása, az optimális üzemi viszonyok megteremtése. (A salak összetételének változtatásával a tapadványképző elemek okozta káros hatások jelentősen csökkennének.)
- az acélgyártók – a kéntelenítő berendezés felhasználásával – a rendelkezésre álló nyersvas- és hulladékösszetétel figyelembevételével optimalizálhatják a különböző acélminőségek gyártásához szükséges nyersvas kéntartalom értékeit.

A nyersvas kéntelenítő berendezés a metallurgiai beruházásokhoz képest rövid idő, kb. 6 év alatt megtérülő beruházás. A berendezés további haszna, hogy az eddigi technológiával nem gyártható, új acélminőségek üzemszerű termelését teszi lehetővé.

Irodalomjegyzék

- [1] Van Niekerk, W. H., Dippenaar, R. J., Kotze, D. A.: The influence of potassium on reactivity and strength of coke, with special reference to the role of coke ash. J.S. Afr. Inst. Min. Metall., Vol. 86, No. 1. January, 1986, pp. 25–29.
- [2] Jouhari, A. K., Reddy, P. S. R., Mohapatra, B. K., Misra, V. N.: Proceedings of the seminar on raw material preparation for metallurgical industries; Problems & solution, April 8–9, 2002, Regional Research Laboratory (Council of Scientific & Industrial Research) pp. 62–63.
- [3] Rankin, W. J., See, J. B.: The alkali problem in the blast furnace. Minerals Sci. Engineering, Vol. 9, No. 2. April, 1977, pp. 68–82.
- [4] Benesch, R., Ledzki, A., Kopec, P., Stachura, R., Migas, P., Klimczyk, A., Mazanek, K.: Behaviour of alkalis in sintering and blast furnace processes – the alkalis balances at Sendzimir steel plant. Metallurgy and Foundry Engineering, 1997, Vol. 23., No. 3, pp. 291–307.
- [5] Lu, W.-K., Holditch, J. E.: Alkali control in blast furnace: theory and practice.
- [6] Yi, S. H., Kim, T. D., Kim, H. D., Lee, W. J.: A knowledge based system to predict channeling phenomena in the blast furnace operation. RIST J. R&D. Vol. 8, No. 3. September, 1994, pp. 365–372.
- [7] Davidson, J.: Scaffold formation and removal in BF's. Steel Times International, March, 1987, pp. 23–24.

Helyreigazítás

A BKL 2012/4. számában közzeltük az OMBKE 102. Küldöttgyűlésén kitüntetett tagtársaink névsorát. A 27. oldalon a Vaskohászati Szakosztály kitüntetettjei között hibásan jelent meg

Dömötör Zsolt tagtársunk végzettsége. Helyesen: **alakítástechnológiai és munkavédelmi üzemmérnök**. Ezúton kérünk elnézést tagtársunktól és olvasóinktól!

Podányi Tibor, a lapszám szerkesztője