

az 500 ezer tonnás szintről átlépett a 800 ezer tonna feletti szintre, ami 60%-os növekedés. Továbbra is a kommersz acélok gyártja döntő többségében az acélipar fejlettségi színvonalához képest, ami annyit jelent, hogy léptünk előre, de a lemaradásunkat nem sikerült ledolgozni. Az előrelépésnek alapanyag oldalon is jelentős akadálya van. A Hideghengermű 50 éves történelme során többször volt hullámvölgyben, voltak megtorpanások, de sok új berendezés is épült. A minőségben a kezdeti St10-től eljutott oda, hogy megbízható módon gyártja a DC04-et, de már a DC05-be is belekezdett. A nagy acélipari óriások természetesen jóval előbbre járnak mennyiségben és minőségben, azonban a Dunaferrenek és benne a Hideghengerműnek – már csak a mére-

ténél fogva is – nem ez a szerepe. A Hideghengerműnek nincs folyamatos áthúzó hőkezelő kemencéje, nincsen korszerű kikészítő berendezései, nincsen festő vagy lakkozó sora, és még hosszasan sorolhatnánk, hogy miye nincs, ami a nagy konkurensnek megvan. Ezzel együtt folyamatosan, 50 éve ott van a piacon, viszonylag stabil rendelésállománnyal, megbízható egyenletes minőségű termék kibocsátással.

#### 4. Összefoglalás

A cikkben az 50 év technológiai felépítésének változásairól, kisebb-nagyobb korszerűsítéseiről, kapacitásokról, a környezet minőségi és mennyiségi változásairól van szó. Az, hogy ezekkel a berendezésekkel (a korszerűvel, az

elavulttal egyaránt) a Dunaferre és a Hideghengermű működik, nem kis mértékben a berendezéseket működtető emberek, azok hozzáállásán, szaktudásán, elkötelezettségén múlik. A XXI. században az a tendencia, hogy ötévente váltson mindenki munkahelyet, ezért a törzsgárdatagság már – ezen nézetek szerint – nem érdem, hanem állapot. De a Hideghengermű pontosan a törzsgárdatagokra és a több generációs elkötelezett munkavállalókra alapozva tartott, ahol tart. Ezért ezúton is szeretnénk megköszönni az eddig végzett munkájukat, legyenek büszkéek arra, amit csinálnak. Nem mellesleg jelen cikk íróinak is az első (és remélhetőleg az utolsó) munkahelye ez a Hideghengermű.

RUFF ISTVÁN – CSEKŐ TAMÁS

## A „réztelenítés” lehetősége a sósav-regenerálás folyamatában

**A szerzők a cikkben röviden ismertetik a Cu-tartalom hatását az acél tulajdonságaira. Bemutatják az ISD Dunaferre Zrt. Hideghengermű sósavas regenerálójának működését, a regenerálásnál lejátszódó vegyi folyamatokat, vizsgálatokat, és javaslatot tesznek a páclé réztelenítésének megoldására.**

### I. A réz az acélban

Szakirodalmi állásfoglalások szerint a réz az acélban szennyező elemként van jelen, mennyisége 0,02...0,40% között mozoghat.

Az ISD Dunaferre Zrt. Hideghengerművében feldolgozott melegen hengerelt alapanyagok átlagos Cu-tartalma 0,03%, ezt az értéket a cégnél alkalmazott konverteres acélmű technológia adottságai, lehetőségei és a technológiákban felhasznált hulladékok minősége/szennyezettsége határozza meg. A szennyezőknek az integrált gyártási rendszerben történő dúsulása miatt a Cu- és a Ni-tartalom nem távolítható el.

A hidegen hengerelt, illetve a hide-

gen továbbfeldolgozott acélok mechanikai tulajdonságait a Cu-, Cr- és Ni-tartalom kedvezőtlenül befolyásolja:

- folyáshatárunk nő,
- szakítószilárdságunk nő,
- szakadási nyúlásunk csökken,

azaz hatásukra az acélok felkeményedése tapasztalható.

A szennyezők egymással és a többi acélalkotóval (például Si) kölcsönhatásba lépve a felületi minőség általános romlását is okozhatják, mely mértéke a technológiai paraméterektől (hőntartási idő, hőmérséklet, hengerlési erő, fogyás, pácolási idő stb.) is függ.

A nikkell jelenléte az acélban elsősorban a reve/alapfém határfelület egyenetlenségét eredményezi, ennek

következtében megnövekedett felületi érdességet okoz.

Nézzük a réz néhány jellemző tulajdonságát:

- Az acélfürdőben teljes mértékben oldódik, oxiddá, karbiddá, szulfiddá nem alakul;
- Auszteniitképző elem;
- Olvadáspontja 1083 °C – ez a hőmérséklet a vas-karbon állapotátalakításban az  $A_3$ - $A_4$ - $A_{cm}$  hőmérséklet értékek között helyezkedik el;
- A réztartalom növekedése az acélban melegtörékenységet, felületi brammarepedést és tapadóbb revét eredményez – a melegtörékenység mértéke azonban nikkell adagolással ellensúlyozható;
- Növeli a szilárdságot (hideg- és melegalakításnál ellenállóbbá teszi az acélt);
- A korróziós tulajdonságokat javítja

**Ruff István** okleveles kohómérnök, üzemvezető, ISD Dunaferre Zrt. Hideghengermű Pácoló üzem.

**Csekő Tamás** anyagmérnök, üzemvezető-helyettes, ISD Dunaferre Zrt. Hideghengermű Pácoló/Regeneráló üzem.

- ebben a vonatkozásban hívhatjuk ötvözőnek is;
- A felületminőséget rontja;
- A fémek redukáló sorában a vas mögött helyezkedik el (Fe, Co, Ni, Sn, Pb, H<sub>2</sub>, Cu).

Réz az acélba a metallurgiai folyamatokban kerülhet – elsősorban tehát a konverteres acélgégyártás, az ott használt anyagok határozzák meg az acélok réztartalmát. Az acélgégyártás alapanyagai:

- nyersvas
- hulladékok:
  - az acélmű saját hulladéka,
  - a társüzemek acélhulladécai (meleghengerműi, hideghengerműi, profilüzemi hulladékok),
  - külső forrásból származó „idegen” hulladékok: lakossági fémhulladékok, háztartási kisgépek (elektromotorjaikkal), magas réztartalmú acélok (rozsdamentes acélok, betonvas), ...

Az acél Cu-tartalmának (és egyéb szennyező-tartalmának) folyamatos növekedése a rézzel szennyezett hulladékok felhasználása miatt következik be [1, 2, 3].

## II. A réz a pácolás folyamatában

A Pácoló üzem pácolósorán három páckád van, ezekben a páclé hőmérséklete ~80 °C. A pácolási folyamatban a réz „megjelenésének” szempontjából fontosabb jellemzők a következők:

- I. kád: 2,0-3,0% HCl
- II. kád: 8,0-10,0% HCl
- III. kád: 14,0-16,0% HCl

Megfelelő fajlagos tekercestömeeggel rendelkező alapanyag esetén a pácoló berendezés évente 1 600 kt pácolt tekercs kibocsátására képes, míg a regeneráló berendezés 2 000 kt anyag pácolása során keletkező fáradt páclé feldolgozására alkalmas, ekkor 2×9 m<sup>3</sup> a forgalom a két berendezés között.

A pácolási technológiát befolyásolja még a melegen hengerelt alapanyag felületén megjelenő reveréteg vastagsága és összetétele, melyet a páclében kell feloldani.

## III. A réz eltávolításának lehetősége a pácléből

A réz megjelenésével kapcsolatos okfeltárás miatt az összes lehetséges helyen mintát vettünk a pácolósoron és

a regenerálóban, végül öt helyre korlátozódott a mintavétel: fáradt páclé, regenerált sav, öblítővíz, és a regenerálás köztes folyamatai. A rézcementálódás folyamatának felderítése megkezdődött, ennek lépései a következők voltak:

- Réz monitoring – folyamatos elemzés az említett helyekről;
- Rézcementálódással kapcsolatos pácolási szakirodalom tanulmányozása;
- Információszerzés a versenytársaktól/versenytársakról;
- Kapcsolatfelvétel és információszerzés a berendezések gyártójától;
- Az ISD Dunafer Zrt. szakembereinek bevonása a vizsgáló munkacsoportba;
- Az országos felsőoktatási intézmények megkeresése a témában;
- Kísérleti programok indítása;
- Szennyezőtartalom csökkentésre vonatkozó ajánlatok kérése;
- Műszaki konzultáció.

## IV. A réz eltávolításának lehetősége a pácléből

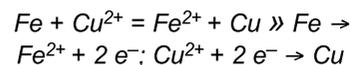
A fémek más fémvegyületek vizes oldatával reakcióba léphetnek, ekkor a fématomok és az oldatban lévő fémionok között redoxireakció megy végbe. A redoxireakciók elektron átmenettel járó folyamatok, melynek során egyidejűleg elektronleadás és -felvétel történik (oxidáció: elektronleadás – az oxidációs szám nő; redukció: elektronfelvétel – az oxidációs szám csökken).

A reakciókban a fématom ad át elektront a fémionnak, ezáltal az ion fématommá redukálódik. Az elektront leadó fématom oxidálódik, így kation formájában kerül oldatba. Azt, hogy melyik fém melyik fémiont képes redukálni, a redukáló képességi sorból tudhatjuk meg (erre a cikk elején már utaltunk) – egy fém mindig csak a nála kisebb redukáló képességű fém ionját képes elemi állapotúvá redukálni.

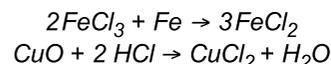
A korróziós folyamatok szorosan kötődnek az elektrokémiai folyamatokhoz, ez a magyarázata annak, hogy a korróziós folyamat helyi elemek kialakulásakor felgyorsul. Helyi elem alatt értjük az eltérő elektrontöltésű fémek és bizonyos ionok oldatának víz jelenlétében történő rövidzárlatát, ezek a fémek pl. a vas és a réz. Az érintkezé-

si pontoknál a vas különösen gyorsan korrodál.

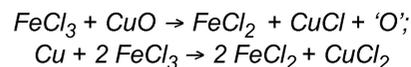
A cementáló-reakció során a réz leülepszik a vasra, helyi elemet képezve:



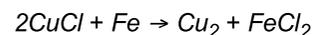
A korrózió során a galvánelemek működéséhez hasonló jelenség jön létre. Ezekből a redoxireakciókból a következő egyenletek valósulhatnak meg:



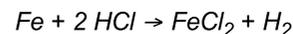
A reve réztartalma (CuO vagy elemi Cu) FeCl<sub>3</sub>-mal reakcióba lépve (FeCl<sub>3</sub> a fáradt páclében található):



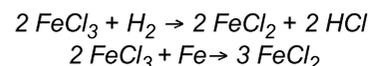
A reakció végbemenetele miatt bizonyos mennyiségű réz-klorid megjelenik a páclében. Ha a réz-klorid vassal kerül érintkezésbe, akkor kloridját elektrokémiai úton (melyet cementációnak is hívunk) elveszíti:



Itt meg kell említeni, hogy hidrogén-gáz is képződik a következőképp:



Az elsődlegesen kialakult Fe<sup>3+</sup> klorid redukálni fogja a monomolekuláris hidrogént, vagy ezáltal a redukációs folyamatban a vasat Fe<sup>2+</sup>:



Az egyenletekből következik, ill. az elemzések/kísérletek igazolják, hogy a sósavregenerálóban két helyen is jelen van a réz a „vizes oldatban”: az abszorberben (itt keletkezik a regenerált sav) és a II-es szeparátorban („füstgázmosó”).

A réztartalmú fáradt páclé a pácolósorról a regeneráló technológiai egységbe kerül. A vas-klorid lebontásához 650–700 °C-os minimum hőmérséklet szükséges. A fluidágyas regeneráló 830–840 °C hőmérsékletű. Ha réz-klorid kerül a reaktorba, akkor annak elpárolgása ~ 400 °C-on megy végbe,

a venturi berendezésben történő kondenzálás során ez különösen finom porképződéssel jár. A finom por részben kimosódik a venturi berendezésben, ez a mennyiség továbbkerül a reaktorhoz és ismét elpárolog. A kimenő gázból a maradék por az abszorberben kimosódik (ezért marad a regenerált savban is), a további mennyiség pedig a II-es és III-as szeparátoron („füstgázmosók”) való áthaladásakor kerül vissza a technológiai vízbe. A mosóvízeket újrahasznosítják a regeneráló berendezésben, így azok ismét visszakerülnek a körfolyamatba.

A vasoxidhoz fizikálisan kapcsolódó rézmennyiség a reaktorból és a folyamatból a vasoxiddal együtt távozik – az elemzések szerint ez azonban aránylag kis mennyiség.

Megállapítottuk, hogy a II-es szeparátorban van lehetőség a réztartalom csökkentésére, ezt a csökkentést a pácolón képződő szélnyiradék megfelelő mennyiségű hozzáadásával értük el, hiszen ebben a tartályban játszódnak le a fent említett elektrokémiai folyamatok. A szélnyiradék a legegyszerűbb megoldás a cementációhoz, üzemben belül képződik a melegen hengerelt (és már pácolt) tekercsek szélezésekor illetve annyi ideig tarthatjuk a „rezes” folyadékban, amíg le nem játszódnak a kémiai folyamatok – nem vagyunk a

gyors pácolási folyamathoz kötve. Ezzel szemben pácoláskor egy adott revés felületrésze alig egy percet tartózkodik a savas fürdőben (pácolási sebesség 60...240 m/min).

Először a pácolói gyorslaborban hajtottuk végre a kísérletet, majd a módszert éles helyzetben is kipróbáltuk, melyen látszódik, hogy a réz cementálódik a szélnyiradék felületén.

A kísérletekből nyert mintákat az Innovációs Igazgatóság vizsgálta be. A II-es szeparátorban végzett kísérlet elemzése alapján bizonyítottá vált, hogy rézkinyerés történt.

Az összetétel-elemzéseket az Anyagvizsgáló és Kalibráló Laboratóriumok Igazgatósága végezte [4, 5, 6].

## V. Összefoglalás

A kísérletek alapján bebizonyosodott, hogy lehetőség van a páclé réztartalmának a csökkentésére anélkül, hogy e célból drága eljárásokat vásárolna meg az ISD Dunafer Zrt. A Pácoló üzem képes a berendezésen eszközölt kisebb változtatásokkal a réztartalmat 100 mg/l körül tartani, ha erre igény van.

A vizsgálatok eredményei azt jelzik, hogy a pácolási technológiában a réztartalom jelenleg még nem érte el a beavatkozási küszöbszintet, de egyre

nő, ami előrevetíti a beavatkozás szükségességét.

Jelenleg a pácolósoron a regenerált savhoz inhibitor adagolása történik, amely nem csökkenti ugyan a réz mennyiségét, de a lemezfelületen vékony filmréteget alkotva akadályozza a réz cementálódását. Az inhibitor feladata, hogy a katalizált pácolási folyamatot a színtém szempontjából gátolja.

## Felhasznált irodalmak, dokumentumok:

- [1] L. Savov , E. Volkova, D. Janke: Copper and tin in steel scrap recycling
- [2] Dr. Taszner Zoltán: A konverteres acélgártás hulladékbetét-összeállítási technológiájának optimalizálása, indirekt acélhulladék-összetétel meghatározási módszer kifejlesztésével
- [3] Dr. Gácsi Zoltán, Dr. Mertinger Valéria: Fémten
- [4] Dr. H. Krivanec, M. Österreicher, M. Leonhartsberger: Copper plating in CPL
- [5] Csekő Tamás: 13/7/2011 Pácoló oldat réz tartalmának csökkentése
- [6] ISD Dunafer Zrt. Anyagvizsgáló és Kalibráló Laboratórium elemzése, jegyzőkönyvei

# Kutatómunka indult B. A. Z. megyében

## Miskolc város és vonzáskörzete iparszerkezete átalakulásáról, kiemelten az egykori Lenin Kohászati Művek állami vállalat megsemmisítésének körülményeiről

*Elemi emberi kötelességünk, hogy kellő történelmi hűséggel elszámoljunk egy-egy megélt, általunk is befolyásolt jelentős kortörténetről, és az is, hogy annak tapasztalatait továbbadjuk utódainknak.*

*A legutóbbi évtizedek radikális változásai objektív számbavételére a közelmúltban jött létre a Rendszerváltás Történetét Kutató Intézet és Archivum. Az Intézet főigazgatójánál, Bíró Zoltánnál kezdeményeztem a címben szereplő témában egy felmérő munkát. Ez alapján legjobb szakembereik bevonásával elindították a kutatást.*

*A kutatómunka első szakasza lezárult, amelyet egy kerekasztal-konferencián, a Miskolci Akadémiai Területi Bizottság (MAB) székházában összegeztünk (1. kép). Az eddigiek is számos olyan tapasztalattal szolgálnak, amelyeket e nagy múltú szakmai folyóiratban is érdemes rögzíteni, közzétenni.*

*E feladat teljesítését kísérem meg egy cikksorozat megírásával.*

### 1. A kutatás indítéka és célja

Közmegegyezés van abban, hogy a vérzivataros 20. század mind a négy történelmi jelentőségű európai eseményének (első világháború, a trianoni békekötés, a második világháború, az 1989-es rendszerváltás) egyik legnagyobb áldozatvállalói voltunk, és nemzetünknek kellett elszenvednie a felmérhetetlen, súlyos veszteségekkel járó következményeit is. Az eltelt évszázad alatt csak az iparunk versenyképessége a kontinens országai között a 6-8. helyről az utolsók közé süllyedt. Több – viszonylag jó piacok-