

FARKAS OTTÓ – MÓGER RÓBERT – CSEPELI ZSOLT – MAGYAR ZSUZSANNA

A nagyolvasztói fúvóforma-eróziós folyamatok körülményeinek vizsgálata

A nagyolvasztói fúvóformák meghibásodása egy előre nem jelezhető folyamat, amely a nagyolvasztók normál működése során évente átlagosan 20-50 alkalommal bekövetkezik. Korábbi kutatások azt mutatták, hogy a fúvóforma-meghibásodásokért leginkább a fúvóformára kerülő nyersvas és salak okolható. Vizsgálatokat indítottunk annak érdekében, hogy feltárjuk a nyersvas és a salak okozta fúvóforma-meghibásodások (kiégések) részletes mechanizmusát. Metallográfiai vizsgálatokat végeztünk egy sérült fúvóforma orr-részén, amely azt mutatta, hogy a fúvóforma anyaga és a rácsöppenő nyersvas között Cu-Fe szilárd oldat jön létre.

Bevezetés

A nagyolvasztóban a fúvóformák a berendezés alsó, medence részében, annak is a felső felébe kerülnek beépítésre. A vízzel hűtött, nagy tisztaságú rézből készült fúvóformák szerepe a nagyolvasztóba befűjt nagy, 1000-1200 °C hőmérsékletű forrószél kohóba történő továbbítása. A fúvóformák élettartama jelentős tényezője a nyersvasgyártás gazdaságosságának, mivel meghibásodásuk esetén a nagyolvasztót meg kell állítani, így csökken a termelt nyersvas mennyisége, sőt pótlólagos fajlagos tüzelőanyag-felhasználást is okoz. Ennek következtében a fúvóforma-meghibásodá-

soknak a közvetlen többletköltségek mellett, környezetvédelmi aspektusai is vannak.

A témában az Európai Bizottság Szén- és Acélipari Kutatási Alap (RFCS) támogatásával kutatási projekt indult (ExTuL: A fúvóformák élettartamának növelése), melynek legfontosabb célja a fúvóformák élettartamának minimálisan 20%-kal történő növelése. Az említett projektben részt vesz az ISD Dunafer Zrt. is, amely a téma elméleti kidolgozására egy nemzeti kutatási programot indított. Ez utóbbi program keretében többek között a fúvóforma-erózió fémtani vonatkozásait vizsgáltuk. Kutatásunk eredményeit a következőkben ismertetjük.

Elméleti háttér

A nagyolvasztói fúvóforma-erózióknak több oka is lehet, melyeket a következőképpen lehet összefoglalni:

- a fúvósíkhöz érkező anyagoknak (kokszzemcsék, nyersvas- és salakolvadékok, azok elegyei, kokszporral átítatott salakok) a formák külső felületén és orr-részén kifejtett közvetlen koptató, roncsoló hatása,
- ugyanezen anyagoknak a forma felületén, illetőleg áramlási, belső felületén történő rátapadása révén, a réz és a vas között kialakuló fémtani folyamatok eróziós következményei,
- a fúvósíkhöz kialakuló kedvezőtlen nyomásviszonyok, azaz az adott nagyolvasztó elegy- és méretviszonyának megfelelő, optimális cirkulációs zónanyomás / fúvószél nyomás viszonyszám, bármilyen irányú eltérése,
- az oxidációs zónát határoló anyagrétegek rossz gázpermeabilitása, azaz mindazon tényezők (elsősorban túlzott kokszpor képződés), melyek a gázáteresztő képességet rontják,

Dr. Farkas Ottó gyémántdiplomás vaskohómérnök. 1952-ben a soproni egyetemen szerzett diplomát, a műszaki tudományok doktora lett 1980-ban, az Orosz Természettudományi Akadémia külföldi tagja 2003-ban. Jelenleg professor emeritusként oktatja a vasmetallurgia tantárgyait. Intenzív kutatómunkát folytatott Ózdon, Diósgyőrben és a DV-ben, jelenleg is ez utóbbi főtanácsosa. Tanszékvezető, intézetvezető, kohókari dékán, általános rektorhelyettes és rektor is volt a Miskolci Egyetemen. Rangos kiténtések birtokosa. Publikációi (120), konferencia előadásai (85) gyakoriak bel- és külföldön.

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 Dunafer Acélművek Kft. Nagyolvasztóművében helyezkedett el. Később technológus, technológiai

osztályvezető, majd termelésvezető helyettes volt. Jelenleg az ISD Dunafer Zrt. Technológiai Igazgatóságán metallurgiafejlesztési főosztályvezető.

Dr. Csepeli Zsolt okleveles kohómérnök. 1994-ben végzett a Miskolci Egyetem Kohómérnöki Karán, ahol 1998-ban PhD-fokozatot szerzett. 1997-től az ISD Dunafer Zrt.-nél dolgozik, jelenleg az Innovációs Igazgatóság főosztályvezetője. Fő feladata a metallográfiai vizsgálatok irányítása.

Magyar Zsuzsanna okleveles mérnök-tanár (gépészmérnök). 1993-ban végzett Miskolci Egyetem Dunaújvárosi Főiskolai Karán, mint karbantartó gépész üzemmérnök (műszaki tanár), majd 2012-ben a Dunaújvárosi Főiskolán okleveles mérnök-tanár diplomát szerzett. 1993-tól a Dunafer Acélművek Kft. energetikusa. 2002-től a Dunafer Innovációs Igazgatóságán dolgozik kutatómérnökként, majd főmunkatársként.

- anyaglevonulási zavarok, melyek nyugvó- és medence-eldugulásokat, lehűléseket és az inaktív koksoszlopban eltömődéseket okoznak,
- a kifejezett kerületi járat, ami a medence lehűléséhez vezet,
- a formák nem kielégítő vízűtése,
- a fúvóformák helytelen (hegesztett vagy öntött) kialakítása,
- a formáknak – a nagyolvasztó méretéhez képest – kis darabszáma.

A jelen dolgozatban tárgyalt, s az erózió részleteit bemutató folyamatok fémtani vonatkozásúak, s lényegében a fúvóforma rézanyaga és a rátaadt olvadék vastartalma között lejátszódó diffúziós folyamatok jellemzőiből fakadó ismeretekre épül.

A nagyolvasztói nyersvasgyártással foglalkozó szakirodalom ez irányú, bizonyítási hiányosságai miatt, példaértékűnek tekinthető a Corex-nyersvasgyártás olvasztó-eltároló kemencéjének fúvóforma-erózióját vizsgáló publikáció [1], mely az erózió egyik konkrét, fémtani folyamatára igyekszik – részletes elemző munka alapján – magyarázatot adni. A hivatkozott erózió – a hasonlósági elv alapján – a nagyolvasztói fúvóforma-erózió egyik folyamatoként is feltételezhető.

A tárgyban végzett más kutatások [2] szerint a fúvóforma-erózió a nagyolvasztóban lévő klórtartalmú vegyületekkel, illetve a klór vizes oldatával (HCl) hozható összefüggésbe.

A Cu-Fe ötvözetrendszer tanulmányozása egyébként a nukleáris ipar számára is fontos, mivel a réz ötvöző károsan befolyásolja a vas alapfém mechanikai tulajdonságait [3].

A fúvóformák eróziójának alapvető fémtani, illetve metallurgiai folyamatai

A réz-vas diffúzió kialakulása

A fémeknek nagy hőmérsékleten, de még szilárd állapotban (vagy egyik alkotójának szilárd halmazállapotában) végbemenő ötvöződése diffúzió útján történik. Azok a fémek, amelyek rácsszerkezete egyforma alakú és megközelítően azonos méretű, sőt olvadási hőmérsékleteik között nincs túlságosan nagy különbség, szilárd oldatot képezve ötvöződnek egymás-

sal. Az ilyen feltételeknek azok a fémek felelnek meg leginkább, amelyek helyei a periódusos rendszerben közel vannak egymáshoz. Ilyen fém-pár például a réz és a vas, melyek vegyrokonsága nagyon távol van egymástól (azaz a vegyületképződési hajlam nagyon csekély), vagyis homeopoláris.

A 99,7-99,9% tisztaságú rézből vagy pl. G-Cu L38 típusú anyagból készült fúvóforma vízzel hűtött azon felületrészén, amelyen folyékony nyersvasval érintkezhet, a vasolvadék nem csak a fizikai értelemben vett koptató, roncsoló hatást fejti ki, hanem diffúziós folyamat eredményeként szoros, a hegesztéshez hasonlítható kapcsolatot hoz létre a rézfelülettel.

A diffúzió alapfeltétele az, hogy a diffundáló elem az alapanyagban oldódjék és azzal szilárd oldatot hozzon létre. A képződött szilárd oldat rácsszerkezetére jellemző, hogy az ötvözőfém (jelen esetben a vas) atomjai az alapfém vagy oldófém (jelen esetben a réz) rácsszerkezetébe illeszkednek be úgy, hogy atomjai az alapfém bizonyos számú atomját helyettesítik. A szilárd oldat tehát szubsztitúciós és rácsszerkezetében az atomok eloszlása általában rendezetlen.

A Cu-Fe ötvözetrendszer esetében ez a feltétel az 1. ábra [4] alapján teljesül. „A legfeljebb 2,8% vasat tartalmazó ötvözetekben vasnak rézzel való szilárd oldata (ϵ -fázis) kristályosodik nagyon szűk hőfokközben [5]”. Továbbá egy peritektikus reakció, „4% vasat oldva tartalmazó szilárd oldatot termel, annál nagyobb mennyiségben, minél jobban megközelelti az ötvözet Cu-tartalma a 96%-ot. A 96% Cu-tartalmú ötvözetet a kristályosodás végén csak vassal telít-

tett ϵ -kristályok (rézkristályok) alkotják” [5], mely részek lapon középpontos kockarácsot alkotnak [3].

„Szilárd állapotban, 1094 °C-on a réz 4% vasat old, 770 °C-on azonban már csak 0,5%-ot...”[5].

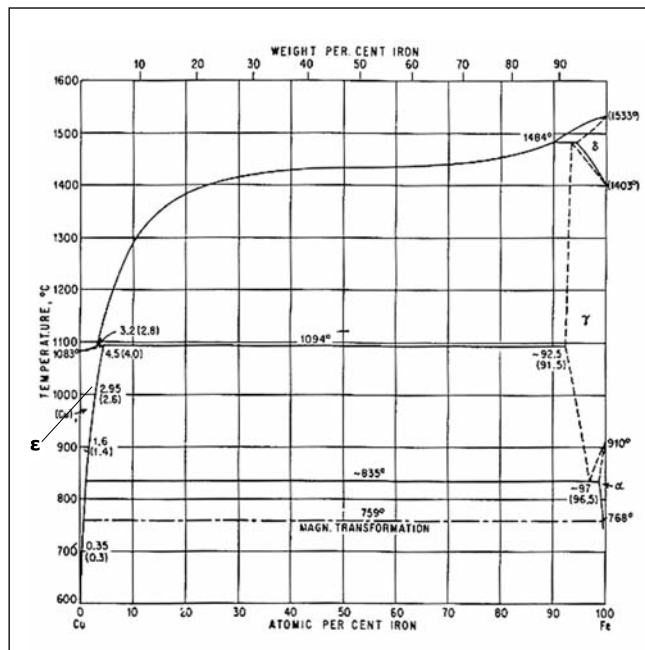
A Corex-nyersvasgyártás olvasztó-gázosító kemencéjének 99,99% Cu-tartalmú erodált fúvóformáinak vizsgálata során – többek között – megállapították [1], hogy a fúvóforma orr-részébe – a rátaadt nyersvasból, illetőleg a nagy, átlagosan 49,74% Fe_2O_3 tartalmú, megdermedt salakból – a vas 2,5 mm mélységig bedifundált. Más elemek diffúzióját nem tapasztalták.

A vas diffúziója következtében az érintett rézfelület meghatározott mélységű tartományának – a témakör szempontjából elsősorban fontos – hővezető képessége mutat változást.

A hővezető képesség változása és következményei a fúvóforma-erózióra

A diffúzió matematikai alapösszefüggései azonosak a hővezetés alap-egyenleteivel, minthogy mindkét folyamat egy-egy jellemző paraméter (koncentráció, illetve hőmérséklet) különbségeinek kiegyenlítésére törekszik, hasonló eredményekkel (Fick I. és II. törvénye).

A szilárd oldatból álló ötvözetsor hővezető képessége minimumos



1. ábra. A Cu-Fe ötvözetrendszer fázisdiagramja [4]

görbe szerint változik [5], azaz az alapfém (ebben az esetben Cu) hővezető képessége már kismértékű ötvözőfém (itt Fe) hatására nagymértékben csökken. Az U-alakú görbe kezdeti süllyedésének meredeksége, azaz az ötvözőfém hővezető képességet csökkentő hatása annál nagyobb, minél nagyobb a különbség a két alkotófém hővezető képessége között, vagyis például minél kisebb az ötvözőfémnek ez a paraméterértéke.

tében megnövekszik. A hőmérséklet-növekedés, a nagyobb fúvóforma-tartományokra is kiterjedő és fokozódó Fe-diffúzió következtében a lágyulás hőmérsékletére növeli az érintett fúvóforma-részeket.

A meglágyult Cu-Fe ötvözetartományt a rátapadt vas- vagy salakrészletek – az anyagmozgás révén távozásukkor – kiszakítják, valamint a belső felületrészekkel érintkező, nagy (~200 m/s) sebességű, s ezáltal nagy

A réz és a vas hővezetési együtthatóját (λ) különböző hőmérsékleteken az alábbi adatok jellemzik:

	λ , W/(m °C)			
	200 °C	400 °C	600 °C	800 °C
réz (Cu = 99,98%)	373,30	364,00	353,50	343,00
vas (Fe = 99,98%)	61,60	48,80	38,30	29,00
$\lambda_{Cu} / \lambda_{Fe}$	6,06	7,46	9,23	11,83

Az értékek azt mutatják, hogy a hőmérséklet növekedésével az alapfém (Cu) és az ötvözőfém (Fe) hővezetési együtthatójának változása jelentősen eltér, azaz 200 °C-on a réz még hatszoros, de 800 °C-on már tizenkétszeres hővezető képességet mutat a vas ugyanezen jellemzőjéhez képest.

Mindezek alapján reálisnak tekinthető az a következtetés, hogy a rézből készült fúvóforma azon részén ahol olvadékkal érintkezhet, az olvadt állapotban ráfolyt nyersvas a rézzel helyileg szilárd oldatot képezve megdermed, csekély Fe-tartalmú olyan Cu-Fe ötvözetet hoz létre, melynek hővezető képessége nagymértékben – s az alkotóelemek hővezető képességéből, a keverési szabály szerint meghatározható értéket messze meghaladóan – lecsökken.

A nagymértékben lecsökkent hővezető képességű felület-, illetve térfogatrészek hőmérséklete a fúvóformában a kisebb hűtőhatás követke-

zetik energiával rendelkező forrószél a meglágyult anyagrészeket „kimossa”, azaz bekövetkezik a fúvóforma – Fe-diffúzió okozta – eróziója.

A fúvóforma orr-részén, illetőleg annak belső felületén megindult és fokozódó erózió következtében a beáramlási keresztmetszet folyamatosan növekszik, divergál az orrcsúcs felé. Ez a folyamat az orrcsúcsnál egyre kisebb fúvószélnyomást von maga után, azaz növeli annak lehetőségét, hogy további olvadákrészecskék hatoljanak a fúvóforma belsejébe, fokozva és kiterjesztve ezzel az eróziós folyamatot (2. ábra).

A Cu-Fe szilárd oldat metallográfiai vizsgálata

Az ISD Dunafer Zrt. nagyolvasztóiban a fúvóformák öntött, egykamrás kivitelűek, melyek döntően (kb. 70%-ban) az orr-részén hibásodnak meg. Ennek megfelelően metallográfiai vizsgálatokat végeztünk a sérült fúvó-



■ 2. ábra. A II. sz. nagyolvasztó sérült fúvóformája a formaerózió hatására

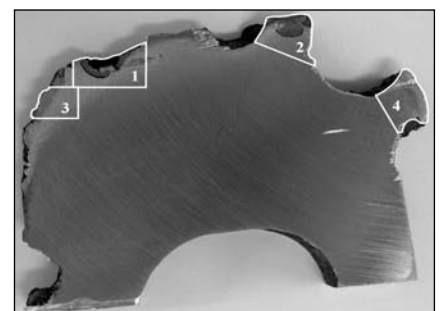
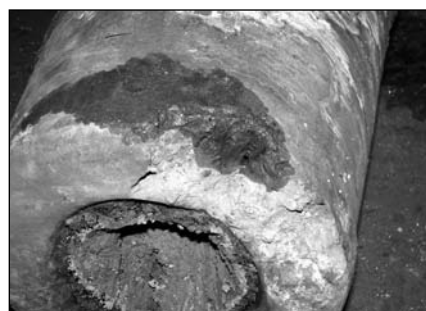
formákról eltávolított orr-résznek (beépítés szerinti felső felének) analitikus elemzésével. Az alábbiakban részletesen elemezzük a II. sz. nagyolvasztó 13. sz. fúvóforma orrsérülését (3. ábra).

A vizsgálatok elvégzéséhez a fúvóforma orr-része levágásra került. A méréseket az 1–4. területeken végeztük, melyek közül jelen dolgozatban részletesen csak mint legjellemzőbbel, a 2. sz. mérőhellyel foglalkozunk.

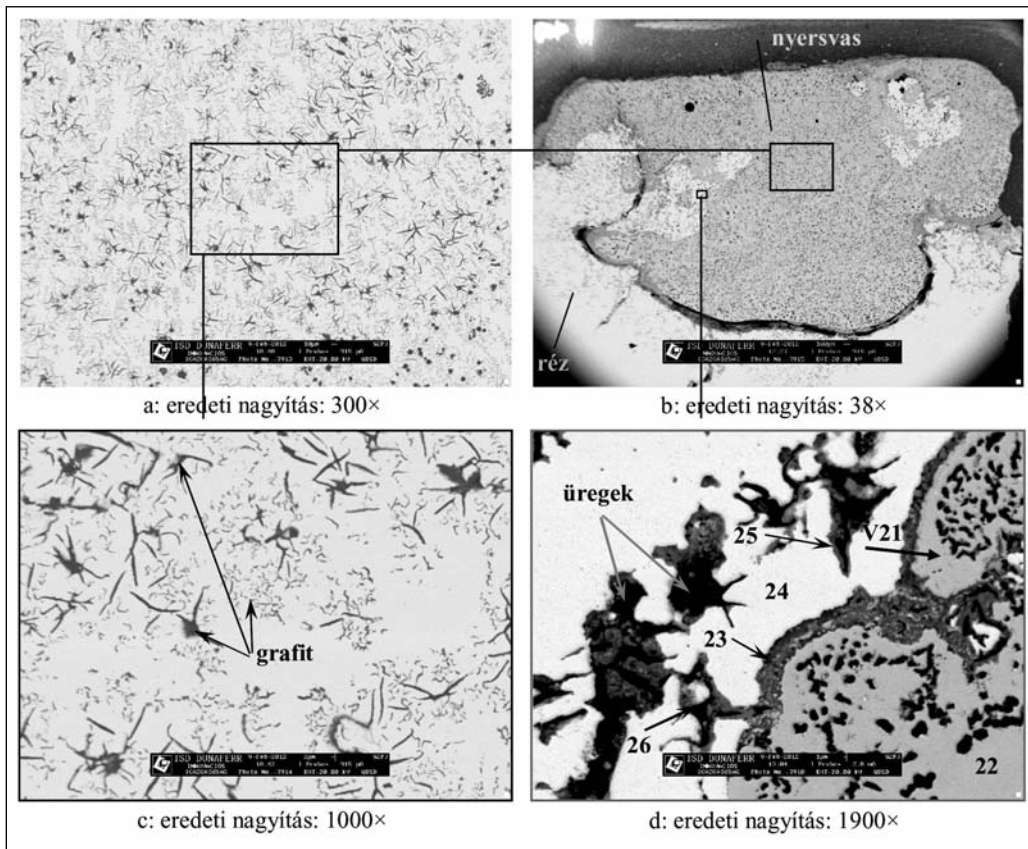
Pásztázó elektronmikroszkóp (SEM) segítségével vizsgáltuk a fúvóforma felületén kialakult üregbe befolyt és ott megszilárdult anyagot. A felvételek tanulsága szerint a réz alapfémbe a nyersvas – egyfajta üreget képezve – bemosódott. Ez tekinthető a szilárd oldat keletkezés első lépcsőjének.

További vizsgálatokat végeztünk a réz és a megszilárdult nyersvas határterete (4. ábra V21-es mérési szakasz) közötti szakasz mikroszonddával történő elemzésével, melynek eredményét az 5. ábra tartalmazza. A megszilárdult nyersvas és a fúvóforma anyagaként funkcionáló réz között az Fe-Cu szilárd oldatra jellemző összetételi arányokat találunk.

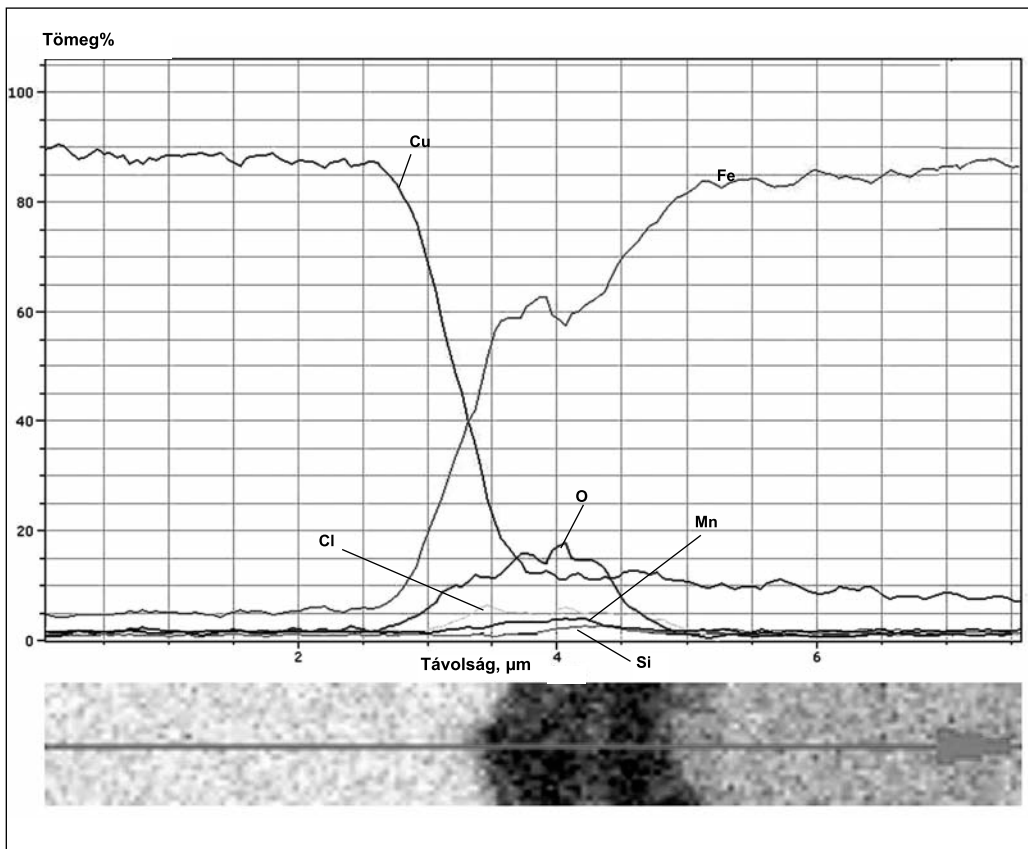
A Cu-Fe határtereg közelében kialakuló szilárd oldat (ϵ -fázis) hatására a hővezető képesség jelentős mértékben lecsökken, azaz egyfajta



■ 3. ábra. A sérült fúvóforma és a kivágott orr-rész elemzésre kijelölt pozíciói



■ 4. ábra. A 2-es jelű próbáról készített elektronmikroszkópos felvételek a mikroszondás mérési pontok jelölésével, valamint azok eredményei, továbbá a vonalmenti mérések nyomvonalai (V21)



■ 5. ábra. A 2-es jelű próbán, a Cu-Fe határán elvégzett mikroszondás vonalmenti elemzés (V21) nyomvonala és eredménye

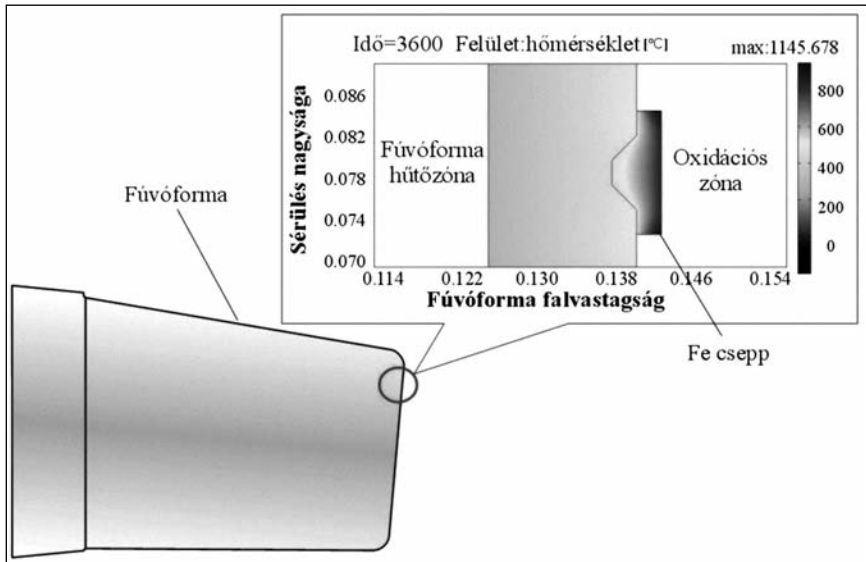
hővezetési blokkot hoz létre. A határreteg szilárd nyersvas felőli része – a fúvósíkból uralkodó környezeti hőmérséklet hatására – a szilárd oldat visszamelegszik, kiolvad. A nagyenergiájú fúvósíkból, a Cu-Fe szilárd oldat által meggyengített textúrájú Cu fúvóformából a határreteg mentén megolvadt anyagrészeket szakíthat le. Ennek hatására a fúvóforma anyaga folyamatosan erodálódik, elkopik.

A Cu-Fe szilárd oldat kialakulásának modellezése

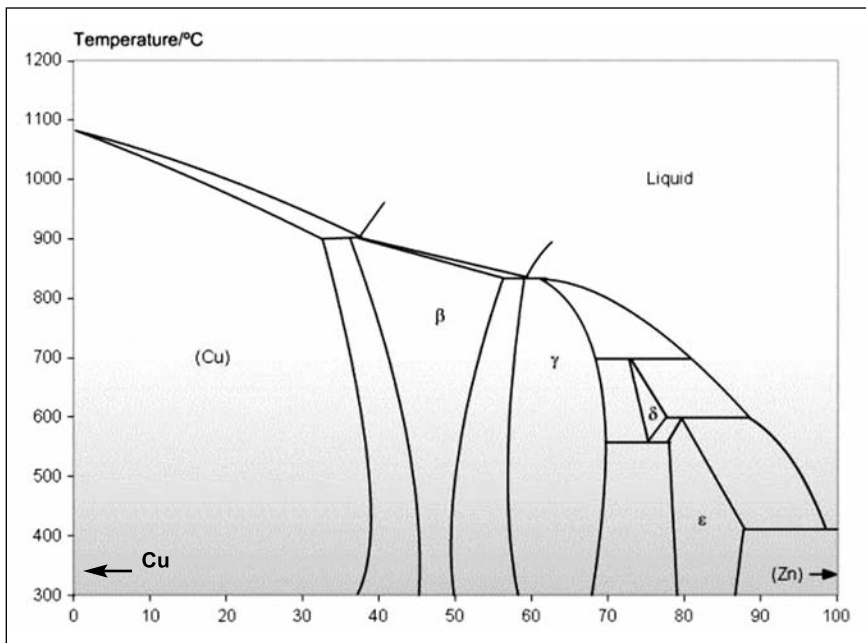
Az Óbudai Egyetem munkatársaival közösen modellkísérleteket hajtottunk végre annak érdekében, hogy a Cu-Fe szilárd oldat kialakulásának körülményeit tanulmányozzuk. Az alkalmazott hőtani modellezési módszer más területen végzett kutatótevékenység során már több alkalommal eredményesnek bizonyult [6, 7, 8].

A fúvóforma hőmérséklet eloszlását a véges elemek módszer (FEM) alkalmazó COMSOL szoftver segítségével vizsgáltuk. A modellezés során a nagyolvastó fúvósíkjában uralkodó hőmérsékleti körülmények között egy nyersvas cseppét helyeztünk a fúvóforma orr-részébe. Arra voltunk kíváncsiak, hogy a Cu-Fe szilárd oldat kialakulásának megvannak-e a feltételei a nyersvas csepp és a fúvóforma anyaga között.

A modellhez a követ-



■ 6. ábra. A nagyolvasztói fűvóforma orr-részének modellezése



■ 7. ábra. A Cu-Zn ötvözetrendszer fázisdiagramja [9]



■ 8. ábra. Az I. sz. nagyolvasztó 1. sz. sérült fűvóformája

- kező paramétereket használtuk fel:
- a fűvóforma fizikai mérete és kémiai összetétele,
 - a fűvóforma hűtővizével elvont hőmennyiség,
 - forrószél hőmérséklet,
 - a nagyolvasztó fűvósíkjában uralkodó hőmérséklet,
 - a hőátadás mértéke és módja,
 - a nyersvas csepp fizikai mérete és kémiai összetétele.

A vascsepp és a fűvóforma anyaga közötti hőátadási folyamatok modellezésére érthetően a fűvóforma orr-részét jelöltük ki, hiszen a sérülések közel 70%-a az orr-részen következik be. A 6. ábrán a kijelölt fűvóforma terület rész és a modellezés eredményeként kapott hőmérsékleti térkép látható.

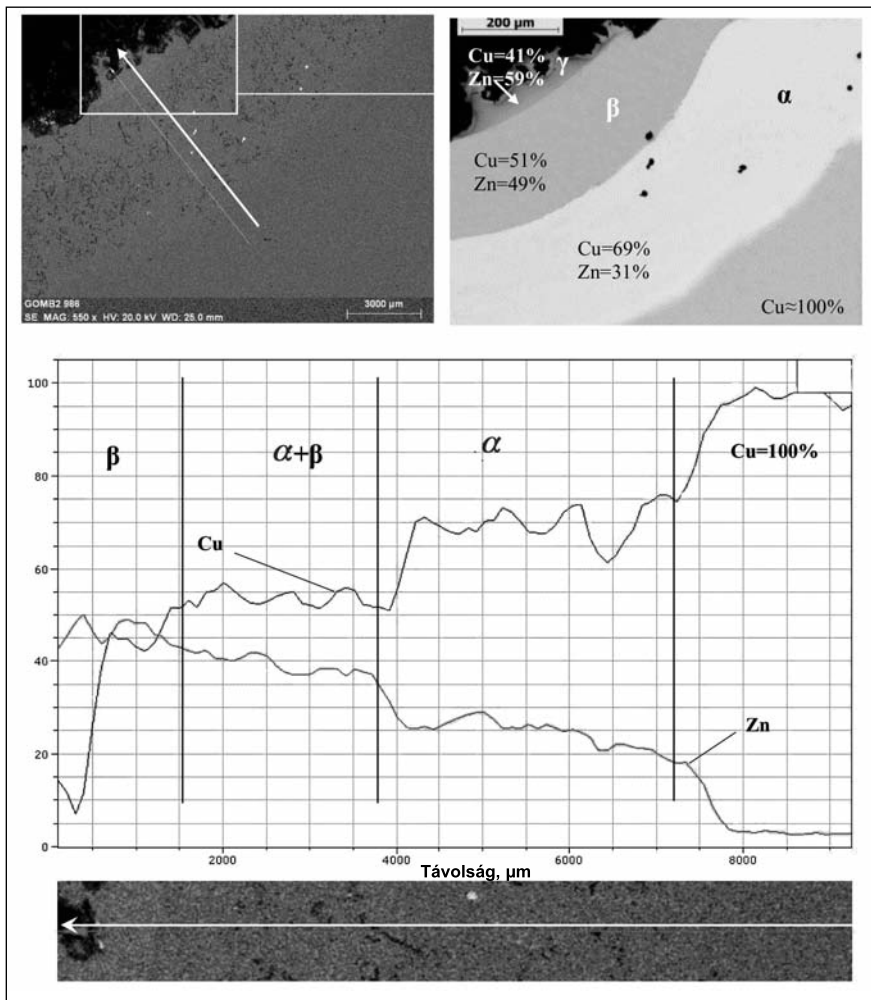
Az ábra alapján látható, hogy a réz-fűvóforma és a fűvóforma orr-részre került vascsepp között kialakuló határretegben a hőmérséklet meghaladhatja a 800 °C-t, tehát a szilárd oldat keletkezéséhez szükséges hőmérséklet biztosított.

A nagyolvasztói réz-fűvóforma, valamint a fűvóforma sérülését okozó vascsepp modellkísérletei alapján az alábbi következtetések vonhatók le:

- az orr-rész a nagyolvasztói fűvóforma legmagasabb hőmérsékletű területe,
- a fűvóforma orr-részén a Cu-Fe szilárd oldat kialakulásának körülményei adottak,
- a fűvóforma nagyolvasztóba benyúló palást (superficialis) részén a Cu-Fe szilárd oldat kialakulásának a feltételei kevésbé adottak.

A Cu-Zn szilárd oldat metallográfiai vizsgálata

A fűvóformák orr-részének metallográfiai vizsgálata során más típusú szilárd oldatok kialakulásával magyarázható fűvóforma sérülésre is következtethetünk. A részletesen tárgyalt Cu-Fe szilárd oldat mellett, a nagyolvasztói tapadvány képződésében erőteljes szerepet játszó cink okozta Cu-Zn szilárd oldat megjelenése is detektálható. Ez utóbbi hatása a fűvóforma sérülésekre – ismerte a nagyolvasztóba adagolt és ott reakcióba lépő fémvegyületek részarányát – lényegesen kisebb mértékű, mint a Cu-Fe szilárd oldaté.



■ 9. ábra. A fúvóka orr-részből kimunkált (O jelű) próbán végzett mikroszondás vonalmenti elemzés nyomvonalát és eredményét

A 7. ábrán látható Cu-Zn fázisdiagram [6] alapján meghatározhatók azok a különböző réz-cink összetételekhez tartozó fázisok, melyek alapján azok későbbi azonosítása elvégezhető.

Az I. sz. nagyolvasztó 1. sz. fúvóforma sérült orr-résznének (8. ábra) pásztázó elektronmikroszkóppal (SEM) történő vizsgálata során Cu-Zn szilárd oldat létrejöttét mutatható ki (9. ábra).

A mikroszondával végrehajtott mérések tanulmányozása alapján jól elkülöníthető, különböző fázisú (α , $\alpha+\beta$, β) szilárd oldatok jelennek meg, melyek hővezető képessége különböző és a Zn-tartalom növekedésével egyre nagyobb mértékben csökken. Mindezek hatására bekövetkezhet az a – Cu-Fe szilárd oldat esetében már leírt – jelenség, hogy a fúvóforma a Cu-Zn fázishatár közelében megolvad, melynek következtében a nagy kinetikai energiájú fúvósél hatására makroszkopikus méretű anyagrészek távozhatnak el a fúvóforma felületétől.

A fúvóséllal történő folyamatos anyagtranszport hatására a fúvóforma anyaga az adott helyen elvékonyodik, ami végül annak kilyukadását eredményezi.

Összefoglalás

Kapcsolódva az RFCS fúvóforma kiegészítő foglalkozó kutatási projektjéhez (ExTuL) az ISD Dunafer Zrt. nemzeti kutatási programot indított, melynek célja a fúvóforma-erózió fém-tani okainak vizsgálata.

A különböző hatások (anyaglevonulási zavarok, gázpermeabilitási hiányosságok, nyomás-instabilitások stb.) következtében a nagy tisztaságú réz fúvóforma azon részén, amely olvadákkal érintkezhet, a vas bizonyos mennyisége a forma rézanyagával szilárd oldatot alkotva, mintegy 2,5 mm-es mélységbe hatolva diffundál a rézfelületbe. A diffúzió következményeként az erózió kialakulása szempontjából alapvetően fontos folyama-

tok játszódnak le a fúvóforma meghatározott mélységű tartományában, melyek:

- a Cu-Fe szilárd oldat kialakulásával jelentősen csökken az anyagréteg hővezető képessége,
- a lecsökkent hővezetési tényező következtében a diffúzió mértéke, kiterjedése nő, ill. az anyagréteg hőmérséklete folyamatosan emelkedik,
- a szilárd oldat hőmérséklete tovább emelkedik és eléri a lágyulási hőmérsékletet,
- a megolvadt Cu-Fe ötvözetet a nagy sebességgel áramló fúvósél leszakítja, melynek hatására a fúvóforma anyaga erodálódik.

Az elvégzett vizsgálati eredmények szerint lehetőség van a Cu-Zn szilárd oldat kialakulására is, melynek a fúvóforma meghibásodásra gyakorolt hatásmechanizmusa megegyezik a fent említett folyamattal.

Természetesen a fent említett fém-tani hatásmechanizmus csak olyan mértékben játszhat szerepet a fúvóformák eróziójában, amilyen mértékű Cu-Fe érintkezési lehetőséget hoznak létre a korábban említett üzemi rendellenességek.

A bevezetőben említett RFCS kutatási program jelenleg is folyik, így a most bemutatott kapcsolódó kutatási munka eredményei csak később – a projekt más területeinek eredményeivel egyetemben – kerülnek hasznosításra, alkalmazásra.

Irodalom

- [1] S. C. Barman at al.: Tuyere failure analysis in Corex process. Ironmaking and Steelmaking. 2010. Volume 37 Number 2. p.98–102.
- [2] Natasa Vuckovic-Spitzer at al. Failure mechanism of blast furnace tuyeres. METEC INSTEEL-CON 2011, Düsseldorf, 27/6-1/7 2011.
- [3] A. Caro at al: Thermodynamics of Fe-Cu alloys as described by a classic potentials. Journal of Nuclear Materials. 5. 2005
- [4] Hansen & Anderko: Constitution of Binary Alloys, 1958. p. 581
- [5] Verő József: Általános Metallográfia I. Akadémiai Kiadó, Budapest 1952
- [6] Reger M, Felde I, Reti T: Gömbgrafitos öntöttvas lézeres felület-

kezelése, FMTÜ XVII Conf., Kolozsvár, Románia, (2012)ISSN 2067–6 808 pp. 295–298
[7] Réger M., Verő B., Csepeli Zs; Pinke P: Intercritical Interrupted Jominy Test, MATERIALS SCI-

ENCE FORUM (ISSN: 0255-5476) (2007) 537-538: pp. 549–554
[8] Reger M., Kovacs T., Reti T.: Hőtechnikai folyamatok elemzése lokális kopásvizsgálatnál, FMTÜ XII Conf., Kolozsvár, Románia,

(2007) ISBN:973-8231-67-1, pp. 153–156
[9] University of Cambridge: Dissemination of IT for the Promotion of Materials Science (DoITPoMS) (yen)

TARDY PÁL

Az Európai Bizottság és az acélipar: változó szemlélet

Az Európai Bizottság az elhúzódó válság okait elemezve arra a következtetésre jutott, hogy az ipar részarányát növelni kell a GDP-ben. Megállapították, hogy a versenyképes ipar erős, versenyképes európai acélipart igényel. Az acélipar versenyképességét számos olyan tényező veszélyezteti, amely az EU szabályozási rendszerével és prioritásaival függ össze. Az acélipar képviselőinek javaslatait figyelembe véve az Európai Bizottság a közelmúltban közzé tette a Versenyképes és fenntartható acélipar akcióterve c. dokumentumot, amely jelentős elemeket tartalmaz a versenyképességet gátló tényezők enyhítésére vonatkozóan. A dolgozatban összefoglaltuk az akcióterv legfontosabb téziseit.

1. Bevezetés

Európa acélipara az elmúlt fél évszázadban megjárta a mennyeket és a poklokat. A II. világháború után Nyugat-Európa meghatározó országai a gazdasági fejlődés kulcselemének tartották, és acéllátásuk biztos alapokra helyezése céljából 1952-ben létrehozták az Európai Szén és Acél Közösséget (Montánunió), amelyet ma sokan joggal az Európai Unió előképződményének tartanak. Ez a szemlélet az 1970-es évek közepéig tartott; ekkor megtört a világ acéliparának növekedési üteme és az ezredfordulóig lassú, nagy ingadozásokkal terhelt növekedési szakasz következett. A hagyományos acéltermelő régiók (Európa, USA, Japán) termelése ekkor stagnált vagy csökkent; az acélipart a kapacitások leépítése, elbocsátások jellemezték. Ekkor került a figyelem középpontjába a környezetvédelem ügye is. Az acéliparról alkotott kép alapvető változáson ment át: stratégiai ágazat helyett környezetromboló, energiapazarló, munkanélküliséget okozó ágazat lett a közvélemény és részben ennek

Dr. Tardy Pál szakmai életrajzát 2011/2. számunkban közzöltük.

hatására a kormányzatok és az EU szemében is. Bár az ezredforduló a világ acéliparában újra drasztikus fordulatot hozott (a termelés azóta gyorsabban nő, mint az 1950-es és 60-as években), Európa acéliparának ebben már nem jutott fontos szerep, és ma ismét az életképesség fenntartása vált kulcskérdéssé az ágazat számára.

Ebben a dolgozatban röviden áttekintjük azt, hogy az Európai Unió acélipara miért és hogyan jutott ebbe a helyzetbe, majd összefoglaljuk azokat a biztató kezdeményezéseket és jelzéseket, amelyek arra utalnak, hogy az Európai Bizottság (az EU „kormány”) az EU gazdaságpolitikájának felülvizsgálata kapcsán az acéliparral kapcsolatos politikáját is módosítja.

2. Az EU acélipara a kezdetektől napjainkig

Az EU 27 országainak acéltermelése a világtrenddel összhangban az 1970-es évek elejéig nőtt, azóta 195-200 M t körül stagnál. 2008-ban érte el a maximumát (210 M t), majd a válság hatására 140 M t-ra csökkent, ezt követően 170 M körüli értékre nőtt. Mértékadó szakértők szerint a 2008. évi csúcstermelést nem fogja többé elérni. A világ acéliparában játszott szerepe az 1970-es évekig igen jelentős volt (> 30%), amit az ezredfordulóig tudott megtartani. Az új növekedési szakaszhoz már nem tudott érdemben hozzájárulni; a főszerepet Kína vette át (1. ábra).

Az okokat vizsgálva érdemes áttekinteni az európai acélipar adottságait: erősségeit és gyengeségeit.

Erősségek	Gyengeségek
Korszerű eljárások	Hiány nyersanyagokból és energiahordozókból
Korszerű berendezések	Magas környezetvédelmi és klímavédelmi költségek
Korszerű termékszerkezet	Magas bérköltségek
Erős innovációs képesség	Gyenge kereskedelempolitika
Jól képzett munkaerő	Az acélfelhasználás lassú növekedése/stagnálása