2

FÉL ÉVSZÁZAD „TŰZKÖZELBEN”

Portrévázlat dr. Kapros Tiborról

ACÉL (R)EVOLÚCIÓ

10

17

GAZDASÁGI ÉS ACÉLPIACI KITEKINTÉS 2018-2019

BEMUTATKOZIK A TÜKI ZRT.

24

35

ADD MÁR, URAM, AZ ESŐT!

TŰZZOMÁNC:

egy üveges oxidbevonat és annak újszerű vizsgálati módszere

39

MAGYAR ACÉL II. évfolyam, 4. szám Lapszerkesztő: Szilágyi Irén Arculat és tördelés: P. Mester Anikó Nyomtatás: Extra Média Nyomda Kft., 8000 Székesfehérvár, Fecskepart 4054/1. Felelős vezető: Szabó Dániel Kiadja: a Magyar Vas- és Acélipari Egyesülés, 1051 Budapest, Október 6. u. 7. Felelős kiadó: dr. Móger Róbert igazgató ISSN 2560-0397

FÉL ÉVSZÁZAD „TŰZKÖZELBEN”

Portrévázlat dr. Kapros Tiborról

Manapság már nem feltétlenül érték a munka világában az, ha egy-egy munkavállaló évtizedeket tölt el ugyanazon a munkahelyen. Azonban a „nagy öregek” generációja erről még másként gondolkodott.

Az egzisztenciális biztonságon, a szakmaszereteten, a személyes kötődéseken túl a ma hatvanas-hetvenes éveikben járó szakemberek körében egyfajta emberi tartást is jelzett a hűség. Egy olyan köteléket, amely kiállta a nehezebb időszakok próbáját is. Dr. Kapros Tibor frissen végzett, zöldfülű mérnökként került szó szerint „a tűz közelébe”, vagyis az akkori Tüzeléstechnikai Kutatóintézethez. Több, mint négy aktív évtized múltán, 2008-ban vezérigazgató-helyettesként vonult nyugdíjba, de szakértőként továbbra is több fontos projekthez kapcsolódóan tevékenykedik, segítve a TÜKI Zrt. sikeres gazdálkodási, innovációs és kutatótevékenységét.

Gyermekként, diákként hogyan került a természettudományok vonzásába?

■ Budapesten születtem, a szüleim tisztviselők voltak, nem volt előzménye a családunkban a műszaki pályaválasztásnak. Emlékszem, hogy gyermekként orvos akartam lenni. Később aztán felhagytam ezzel a tervvel… A középiskolában jól tanultam, 1962-ben érettségiztem humán osztályban a nyíregyházai Vasvári Pál gimnáziumban, kitűnő eredménynyel. Az ott megszerzett alapműveltség, a latin nyelv ismerete később is nagyon hasznosnak bizonyult. A miskolci Nehézipari Műszaki Egyetemre jelentkeztem, ahová nem volt különösebben nehéz bejutni és később sem volt problémám a tanulással. Kiváló tanáraim voltak, többek között Terplán Zénó, Petrich Géza, Sályi István professzorok személyében. Ők voltak a gépészmérnöki kar tudományos „nagyágyúi” abban az időszakban. Vegyipari gépészmérnökként szereztem diplomát 1967-ben, jó minősítéssel. Egyetemi ösztöndíjasként lehetőségem lett volna benn maradni végzés után az egyetemen és oktatói pályába kezdeni, hezitáltam is egy ideig ezen. Aztán adódott egy másik lehetőség: a diplomamunkám tárgya egy tüzeléstechnikához kapcsolódó feladat volt, és konzulensként a TÜKI akkori egyik vezetőjét, dr. Palotás Árpádot „kaptam meg”, aki a közös munka végén állást ajánlott nekem. Az aktuális K+F feladatok igényelték a gépészeti tervezésii munkát, nekem pedig tetszett a kutatói munka, anyagilag is jövedelmezőbbnek tűnt az egyetemi bérhez képest, így hát 1967 augusztus elsején beléptem a TÜKI-hez.

S ha már ott volt, maradt is pár évtizedet…

■ Nem kellett messzire mennem, a TÜKI székhelye már akkor is az Egyetemvárosban volt. Tudományos segédmunkatársaként vettek fel, s főként földgázüzemű ipari tüzelőberendezések, hőkezelő kemencék és védőgáz-generátorok fejlesztésével foglalkoztam. 1975-76-ban a Német Akadémiai Kutatói Cseszervezet (DAAD) ösztöndíjasaként tíz hónapot tölthettem Aachenben, a Műszaki Egyetem Hőtechnikai Intézetében. A hőátadási szakterület kimagasló tudományos eredményeit ismerhettem meg az ott folyó munka során, akkor barátkoztam meg a kemencék matematikai modellezésének témakörével. Az itt végzett kutatási és kísérleti munkák

Az Energiagazdálkodási Tudományos Egyesület kitüntetésének átvétele (1987)

SZILÁGYI IRÉN

Baráti beszélgetés régi kollégákkal (2003)

TÜKI Ipari Szemináriumon Dunaújvárosban (2008)

alapján készítettem el kandidátusi disszertációmat, a tudományos fokozatot 1980-ban szereztem meg Budapesten. 1978-tól a termikus berendezések hőátadási folyamataihoz kapcsolódó alkalmazott kutatási feladatokat végeztem, majd később kutatási osztályvezetőként irányítottam is azokat. 1986-tól ipari kemencék és technológiai tüzelőrendszerek megvalósítási munkáit irányítottam főosztályvezetői, 1991-től K+F főmérnöki, majd 2000-től műszaki igazgatói beosztásban. 2008-ban mentem el nyugdíjba, mint az intézmény – ekkor már TÜKI Tüzeléstechnikai Kutató és Fejlesztő Zrt. – vezérigazgató-helyettese. De a kapcsolatom a társasággal azóta is folyamatos. Jelenleg szakértőként a tulajdonos ISD DUNAFERR Zrt. energiafelhasználó berendezéseinek korszerűsítéséhez, optimalizálásához kapcsolódó pályázatok előkészítésével, szakvélemények, számítások, matematikai modellek kidolgozásával foglalkozom.

Otthon, kettesben feleségével, Évával (2014)

Hogyan fejlődött, milyen változásokon ment keresztül a cég az eltelt évtizedek során?

■ Amikor a TÜKI-hez kerültem, egy nagyon elkötelezett és jól felkészült, jó értelemben vett versengő kutatócsapatba kerültem, akiket szinte doppingoltak a közösen elért szakmai sikerek. Dr. Bíró Attila volt abban az időben a vállalat vezetője, gyakorlatilag az ő nevéhez köthető, hogy egy ötfős kis kutatócsoportból „kinőtt" egy komoly, a csúcsidőszakban csaknem ötszáz munkatársat foglalkoztató vállalat. A hetvenes évek elején indult be Magyarországon a földgázprogram, megkezdődött a hatalmas népgazdasági értéknek számító gázmezők feltárása. Fontos volt, hogy a földgázkincs hasznosítása minél hatékonyabb módon történjen meg, ösztönözték a kutatásokat, jelentős fejlesztési pénzekhez jutott a mi cégünk is.

A rendszerváltás után, a szabadpiaci verseny kialakulásának időszakában nehéz évek jöttek, a kutatási pénzforrások drasztikus mértékben apadtak. A nagyvállalatok, maguk is nehéz helyzetben lévén, nem indítottak beruházásokat. Gyártás terén pedig a nyugati termékkínálattal sok esetben nem tudtunk versenyezni. Huszonegy ipari kutatóintézet működött a rendszerváltás idején Magyarországon, ezek közül csupán négy élte meg az ezredfordulót. A TÜKI Zrt. privatizációja szerencsére sikeresen történt meg 2000-ben, és a vállalat azóta is egyik bázisintézménye a szénhidrogének, ipari hulladékgázok tüzeléstechnikai hasznosítására irányuló fejlesztéseknek.

Személy szerint az Ön számára melyek voltak a legfontosabb tudományos projektek?

■ Szerencsére számos jelentős munkának részese lehettem. 1971-ben például a kifejlesztett védőgáz-generátor BNV-nagydíjas termék lett. Később a székesfehérvári KÖFÉM számára fejlesztett alumíniumipari hőkezelő kemencék is meghatározó műszaki alkotások voltak számomra. Az aacheni ösztöndíjat követő években a porcelánipar számára készítettem tanulmányokat, majd jöttek a termovíziós vizsgálatok, hőtérképek, matematikai modellek, több iparágra vonatkozóan. Mindegyik projekthez fűződnek sikerélmények. A 90-es évektől kezdve a kutatási osztály menedzselése, a munkák felkutatása, majd később az egyéb vezetői feladatok ellátása sok időmet elvette, de szívesen végeztem ezeket a feladatokat. Ekkor került sor pl. Dunaújvárosban a Hideghengermű harangkemence parkjának rekonstrukciójára. Nyugdíjasként is több témán dolgoztam-dolgozom Dunaújvároshoz kötődően: ilyen például kohógáz-hasznosítás matematikai modelljének kidolgozása, termelőberendezések intenzifikálása a Kokszolóban, a Hengerművekben. A tava-

Az aranydiploma átvétele
a Miskolci Egyetemen (2017)

lyi évben a miskolci nemesacélműhöz kötődően dolgoztam egy nagyobb projekten, a léptetőgerendás kemence termékskála-bővítéséhez végeztünk tüzeléstechnikai számításokat, a bugaméret növelése érdekében. De közreműködtem a TÜKI által a közelmúltban benyújtott termékfejlesztési pályázat előkészítésében is.

Sikeres pályát futott be az egyetemi oktatásban is…

■ Annak idején, a diploma megszerzését követően két évig az egyetem Mechanika Tanszékén mellékfoglalkozású tanársegédként gyakorlatokat vezettem. Később alkalomszerűen, majd 1991-től folyamatosan oktattam a Műszaki Anyagtudományi Kar (korábbi nevén Kohómérnöki Kar) Tüzeléstan Tanszékén a „Műszaki hőtan", majd az „Energiagazdálkodás" című tantárgyakat. 1994 után a TÜKI-ben létesített Energiahasznosítási Kihelyezett Tanszék docense, majd 2000-től 2009-ig a tanszék vezetője voltam. Ekkor egyetemi alkalmazottként is nyugdíjba mentem, de a tantárgyaim előadójaként 2013-ig még részt vettem az Egyetem oktatási munkájában.

Milyen szakmai közéleti tevékenységet folytatott az elmúlt évtizedek során?

■ Gyakorlatilag mérnöki pályám kezdetétől, 1968 óta tagja vagyok az Energiagazdálkodási Tudományos Egyesületnek (ETE). 1985-ben a Miskolci Szervezet titkárává, majd 1990-ben elnökévé választottak. Ezt a tisztséget 2013-ig töltöttem be. Az 1985–2013 közötti időszakban az Egyesület országos vezetőségének is tagja voltam, 1992 és 2002 között alelnöki, illetve elnökhelyettesi pozícióban. 1999 és 2004 között a B.A.Z. megyei MTESZ alelnökeként dolgoztam. 1997 és 2005 között tagja voltam az MTA Energetikai Bizottságának. A Borsod Megyei Mérnök Kamara vezetőségének munkájában az 1996 és 2005 közötti időszakban vettem részt. Nyugdíjazásom után vezetői tisztséget már nem vállaltam, de a napi feladatok elvégzésében szívesen segítem az ETE vagy a Mérnöki Kamara munkáját.

NÉVJEGY

Dr. Kapros Tibor 1944-ben született Budapesten

1967 gépészmérnök, Nehézipari Műszaki Egyetem

1980 a műszaki tudomány kandidátusa

1997 PhD tudományos fokozat

Szakmai munkájáért két alkalommal „Kiváló Munkáért" miniszteri kitüntetésben részesült

Az MVAE „Vaskohászatért" Emlékérmet, a Miskolci Egyetem Verő József Emlékérmet adományozott számára

Szakmai közéleti tevékenységét az ETE által alapított Szabó Imre-díjjal, Szikla Géza-díjjal, ill. MTESZ Nagydíjjal is elismerték

Két önálló egyetemi jegyzet, egy kézikönyv társszerkesztése, valamint mintegy százhúsz szakcikk és konferencia előadás publikálása is fűződik a nevéhez

Hogyan telnek a munka mellett szabadon maradó időszakok a nyugdíjas éveiben?

■ Szerencsére most már több időm marad a családomra. Az egyetem elvégzése után házasodtunk össze a feleségemmel. Eredetileg ő is gépészmérnök, aki a végzettségét később gazdasági mérnöki diplomával egészítette ki. 2008-ban a Központi Statisztikai Hivatal észak-magyarországi régiójának igazgatójaként ment nyugdíjba. Tavaly ünnepeltük az aranylakodalmunkat. Mindkét fiunk informatikai területen dolgozik Budapesten. Egy fiúunokánk van, Konrád, aki tavaly ősszel kezdte meg gimnáziumi tanulmányait. Ami a szabadidőt illeti, a feleségemmel szeretünk utazni, tavasztól őszig kikapcsolódás számomra a kerti munka is, de jut idő baráti összejövetelekre, olvasásra is. Nagyon kedvelem a komolyzenét. Rendszeres hangverseny-látogatók vagyunk, az operaközvetítéseket pedig a televízióban nézem. Diákkoromban szívesen zongoráztam, ezt a tudást is igyekszem karbantartani, frissíteni. A régi kottáimat megőriztem, esténként szívesen játszom a magam örömére. Chopin, Beethoven és Schubert társaságában gyorsan repül az idő…

Családi körben az aranylakodalom alkalmából (2017)

KÖNNYED ACÉLSZOBROK ÉS NEHÉZZENE

Nagyon kevesen vannak Dunaújvárosban, akik ne ismernék Móder Rezsőt. Személyisége és művészete egyaránt megosztja a közvéleményt, Módert lehet kedvelni vagy nem szeretni, de minden bizonnyal érdeklődést vált ki mindenkiből életútja, alkotásainak formanyelve, összetéveszthetetlenül egyedi képi világa.

A művész jellegzetes figurája a városnak, összetartozik a vasművel és magában hordozza a „dunaújvárosiság" sajátos identitását. Művészete tele van kérdő- és felkiáltójelekkel, végletes érzelmekkel és a világ dolgai iránti őszinte nyitottsággal. S miközben a nemzetközi művészvilágban elismertsége megkérdőjelezhetetlen, a Munkácsy-díjas alkotó itthon szinte folyamatosan vitában, harcban áll. A politikával, a kulturális intézményrendszerrel, és igen, sokszor önmagával is.

Móder Rezső festő, mobilszobrász, grafikus, fémzeneszerző, performer, művésztanár 1954-ben született Budapesten. Szülei 1951 óta Sztálinvárosban éltek, így ő maga is dunaújvárosinak vallja magát, a kezdetektől fogva. Már kisgyerekként tudatosan festőnek készült, tizenhat éves korától szerepelt festményeivel, grafikáival különböző kiállításokon. A Magyar Képzőművészeti Főiskolán festő szakon diplomázott. Termékeny alkotó: több száz festmény, számtalan grafika, acélszobrok, plasztikák, zeneművek, objektversek, performance-ok kötődnek a nevéhez. Számos hazai és nemzetközi alkotótelep mellett több alkalommal részt vett a Dunaújvárosi Nemzetközi Acélszobrász Alkotótelep munkájában is. Az Artportal szakmai weboldal művészeti szakírója így ír Móder művészi munkásságáról:

„Pályája kezdetén lírai-expresszionista kollázsokkal, erős érzelmi töltésű rajzokkal mutatkozott be, melyeknek központi motívuma egy végtagok nélküli, kötésekbe bugyolált lárvaforma volt, míg festményein feltűntek tovább-

SZILÁGYI IRÉN Fotó: NÉMETH ZSOLT

bi, konkrét és gépies alakzatok is. A 80-as évek közepén ezek a csomagolt-burkolt tárgyak kiléptek a síkból, megjelentek a dunaújvárosi vasműből származó és azokra visszautaló rozsdásodó acélelemek (Égigérő tragacs, 1985), 1987-ben pedig elkészült az első zenélő-mobil acélszobor. Egyedülálló, ötdimenziós művészetében (Kozmosz-sorozat; Időzenetengelyek; XXIII. századi zene) egyszerre van jelen a negyedik (idő) és az ötödik (hang) dimenzió, illetve a tárgy-létrehozás és a közreműködés lehetősége is (mobilkoncertek, zeneművek). Konstrukciói kozmikus jelképek hordozói és a jövő zenéjének autentikus hévvel megfogalmazott eszközei, miközben lírai tisztelgések is az eltűnt munkásosztály, Sztálinváros építői előtt."

Móder Rezső művei megtalálhatók számos hazai és külföldi közgyűjteményben, mint például a Centrale Bibliothèque (Antwerpen), Cultura del'arte (Catania), Magyar Nemzeti Galéria, MTA Zenetörténeti Múzeum (Budapest) Modern Művészetért Közalapítvány (Dunaújváros), Municipal Museum of Art (Kyoto). A nyolcvanas évek végétől folyamatosan megrendezett postavantgard acélzenei koncertjei emlékezetes élményt nyújtottak a kortárs képzőművészet jelképrendszerében nem kifejezetten járatos érdeklődőknek, járókelőknek is több magyar város főterén, kiemelt helyszínein. Munkássága érettségi tétel több középiskolában, művészkört vezetett, óraadóként tanított a helyi egyetemen és több középiskolában, fesztiválokat, eseményeket gründolt. Az idei év végén hivatalosan nyugdíjas lesz, keserű mosollyal jegyzi meg, hogy „főállású segédmunkás" munkaköre ér véget ezzel. De korántsem fáradt még, rengeteg terve, ötlete van.

Huszonkét évvel ezelőtt, 1996 őszén nyílt meg Dunaújvárosban, a művész Kultúr közben található házának kertjében a Móder Zenélő Szoborpark Múzeum, amely saját alkotásai mellett kortárs gyűjteményként művészbarátai munkáit is őrzi. Az édesanyjától örökölt ház egyúttal műteremként is szolgál: itt készülnek töretlen alkotókedvvel a dunaújvárosi „Vasember" jobb napokon örömben, más napokon elkeseredettségben fogant alkotásai.

ÚJRA OTTHON, A VASGYÁRBAN

Móder számára korántsem jelentenek idegen közeget a dunaújvárosi vasmű üzemei, hiszen pályája kezdetén gyári munkásként dolgozott. Váltóműszakba járó villanyszerelő-elektrikusként a Meleghengermű és az Energia Gyárrészleg munkása volt. Később, már elismert alkotóként is szoros kapcsolata maradt a gyárral, acélszobrainak megmunkálási folyamatai javarészt a vasmű üzemeiben zajlottak. A művészt nyersanyaggal és a szükséges szakmunkák biztosításával jelenleg is támogatja az ISD DUNAFERR Zrt. November utolsó napjaiban ismét a gyárban találkozhattunk Móderrel: készültek legújabb munkái, „acélköltészetének" új darabjai. A most készülő szoborhangszerek és szoborpadok a magyar kultúrtörténet emblematikus alakjainak, Kodálynak, Bartóknak, Kassák Lajosnak és Moholy-Nagy Lászlónak állítanak emléket, akik egyébként visszatérő szereplői Móder műveinek. Az elkészült alkotásokat a dunaújvárosi Kortárs Művészeti Intézet téli tárlatán láthatja majd először a nagyközönség. Képünkön Fézer Ferenc lángvágó dolgozik az egyik alkotás előkészítésén a Gyártó Egység lakatosüzemében.

GURULÓ KOZMOSZ

A művész egyik legismertebb alkotása a dunaújvárosi Duna-parton felállított emblematikus köztéri szobor. A tíz méter magas acélszobor, zenemobil-hangszer az 1989. évi Acélszobrász Alkotótelepen készült. Ha erősebb a dunai szél, önmagától is „zenél" a szobor, halk, rezonáló hangot adnak ki lengő, egymáshoz ütődő mobil részei. Különböző művészeti események alkalmával művészek szólaltatják meg a gigantikus „hangszert", korábban többször performace-ok főszereplője volt az alkotás.

Jövőre lassul a világ acéliparának növekedési üteme

2018. november 14–18. között rendezték meg Tokióban a worldsteel 51. taggyűlését. A rendezvényen egyebek mellett a házigazda japán gazdaság helyzetével és acéliparával ismerkedhettek meg a résztvevők, valamint szakmai prognózisokat is meghallgathattak az iparág meghatározó mutatószámaival kapcsolatban.

DR. MÓGER RÓBERT igazgató, MVAE

A japán gazdaság acéligénye stabilan 110 millió tonna éves szinten, ami az elkövetkező időszakban várhatóan csökkenni fog a lakosság elöregedése és az ennek hatására bekövetkező szűkülő fogyasztás (házak, gépjárművek, stb.) miatt. Ennek ellensúlyozására a japán infrastruktúra fejlesztése lehet egy olyan kitörési pont, ami segíthet az acéligény fenntartásában. A szinte állandóan fennálló földrengésveszély miatt Japánban rendkívül nagy az acél részaránya a hidak, alagutak építése során. Ráadásul e létesítmények közül soknak az állapota olyan, ami szükségessé teszi átépítésüket.

Fotó: worldsteel.org

Az elkövetkező időszak acélipari kilátásairól szólva *dr. Nae Hee Han*, a worldsteel gazdasági igazgatója elmondta, hogy idén a világgazdaság a csúcspontján teljesített, jövőre csökkenésre van kilátás. Számos tényező befolyásolhatja a világgazdaság növekedését, melyek közül a legfontosabbak:

— a növekvő kereskedelmi feszültség, amely elvezethet a világkereskedelmi háborúhoz,

— az USA és az EU monetáris politikájának normalizálódása,

— geopolitikai feszültségek (Brexit, populizmus, választások, szankciók),

— a kínai gazdaság fejlődésének mérséklődése.

Mindezek miatt az idei évre várható 3,9%-os mértékű éves acélipari növekedés 2019-re 1,4%-ra csökkenhet, ami az idei évre jelzett 1 658 millió tonna acéltermelési előrejelzést alapul véve várhatóan 1 681 millió tonnás mennyiséget prognosztizál 2019-re. Az előrejelzés szerint az Európai Unió acélipara közel azonos mértékben, 2%-kal fog növekedni idén és jövőre is. Az éves termelési szint 170 millió tonnára nőhet jövőre, ami azonban a 2008-as válság előtti termelési szintnek még így is csak a 83%-át jelenti.

Több előadásban szóba került a körkörös gazdaság, amely az acélipar számára kihívásokat, egyúttal lehetőségeket is rejt. Az acéliparban az acélhulladékok gyártásba történő visszajáratása (recycling) helyett egyre inkább az újragyártás és újrafelhasználás kerül előtérbe. Az előbbire egy példa a 333 méter magas Tokyo Tower, amelynek építése során 4000 tonna acélt használtak fel. A létesítmény különlegessé-

ge, hogy a felső kilátórész olyan, az acélgyártásba visszajáratott acélhulladékból készült, ami a koreai háborúban használt, már leselejtezett amerikai tankokból áll. Az utóbbira pedig egy másik példa az 1922-ben épült Tonegawa Bridge vasúti híd, amely 8 szimmetrikus acélszerkezetből áll. Ezeket az elemeket három különböző hídnál használták fel újra a hídak átépítése során.

Az acélt, mint az egyik legnagyobb részarányban újrahasznosított anyagot mutatta be *Toru Ono*, a Nippon Steel & Sumikin Research Institute vezetője. Rámutatott, hogy az elkövetkező időszakban az adott termék teljes életciklusára vonatkoztatott szennyezőanyag-kibocsátás lesz a mérvadó a különböző anyagféleségek között. Ebben a megközelítésben az acél különösen jól teljesít a többi mérnöki anyaghoz képest. A „nagy rivális" alumíniummal szemben az acélból a különböző szennyező elemek döntő része eltávolítható a jelenlegi technológiai folyamatok segítségével, míg ez az alumínium esetében rendkívül korlátos. Ez azt jelenti, hogy az alumínium újrahasznosítása során a különböző kísérő/szennyező elemek egyre nagyobb mértékben dúsulnak és egy idő után lehetetlenné teszik az alumíniumhulladék felhasználását. Ezzel szemben az acél lényegében korlátlanul újrahasznosítható.

A rendezvényen elhangzottak összegzéseként elmondható, hogy a közeljövő kilátásai az acélipar számára kedvezőek, azonban térségenként politikai-gazdasági okokból kifolyólag nagy eltéréseket mutathatnak. Az acélipar imidzsének javítása elengedhetetlen annak érdekében, hogy ne csak a jelen, hanem a jövő mérnöki anyaga is lehessen.

Acél (r)evolúció

I. rész

A második ipari forradalomtól a második világháborúig

Cikksorozatunkban az acéltípusok fejlesztésének legfontosabb állomásait igyekszünk bemutatni a kezdetektől, részletesen foglalkozunk a napjainkban legnagyobb mennyiségben előállított modern, ötvözetlen és gyengén ötvözött acéltípusokkal, valamint áttekintjük a jelen és a közeljövő legígéretesebb kutatási irányait.

Történelmi visszatekintésünk közben szükségszerűen említést teszünk a gyártástechnológia, a metallográfia és a szerkezetvizsgálat fejlődésének meghatározó mérföldköveiről, hiszen az acéltípusok evolúciója elválaszthatatlan a metallurgia tudományának ezen eredményeitől. Az acélok fejlesztésének hajtóerejét eleinte alapvetően csupán a szilárdságnövelés, később ezzel együtt a dinamikus igénybevételekkel, valamint a környezeti hatásokkal szembeni ellenállóképesség, a hegeszthetőség, ill. az alakíthatóság javítása adta, napjainkban pedig a természeti erőforrásokkal fenntartható módon történő gazdálkodás iránti igény biztosítja.

Az acél kereskedelmi célú tömegtermelését Sir Henry Bessemer találmánya (1858) tette lehetővé a XIX. század második felétől, mellyel képessé váltunk a nyersvas karbontartalmának rendkívül hatékony csökkentésére. A Bessemer-féle konverteres acélgyártás a Siemens-Martin eljárás termelékenységét jelentősen meghaladta, valamint jóval költséghatékonyabb módszernek bizonyult annál, azonban több olyan hátránya is ismert volt, melyeket csak évtizedekkel később sikerült kiküszöbölni. Sidney Gilchrist Thomas bázikus falazatú konverterével (1878) lehetőség nyílt a foszfor elsalakosítására, míg a levegő helyett oxigénnel történő fúvatás az acél nitrogéntartalmának jelentős csökkentését tette lehetővé (1948 - Robert Durrer, Linz-Donawitz, vagy Basic Oxigen konverteres eljárás). Bessemer találmánya, az acél tömegtermelése megnyitotta az utat az erőteljes iparosítás, a második ipari forradalom, s talán nem túlzás azt állítani, hogy a mai civilizációnk felépítése előtt. Ugyancsak a XIX. század végére tehető az ötvözött acélok ipari szempontból számottevő mennyiségben történő előállításának kezdete. Az acél tulajdonságainak tudatos – a tudomány eredményeit hasznosító – módosításának köszönhetően mára a World Steel Association adatai szerint több mint 3500 féle, különböző mechanikai, fizikai és kémiai tulajdonságokkal rendelkező, a felhasználók egyedi igényeire szabott acélminőséget különböztetünk meg.

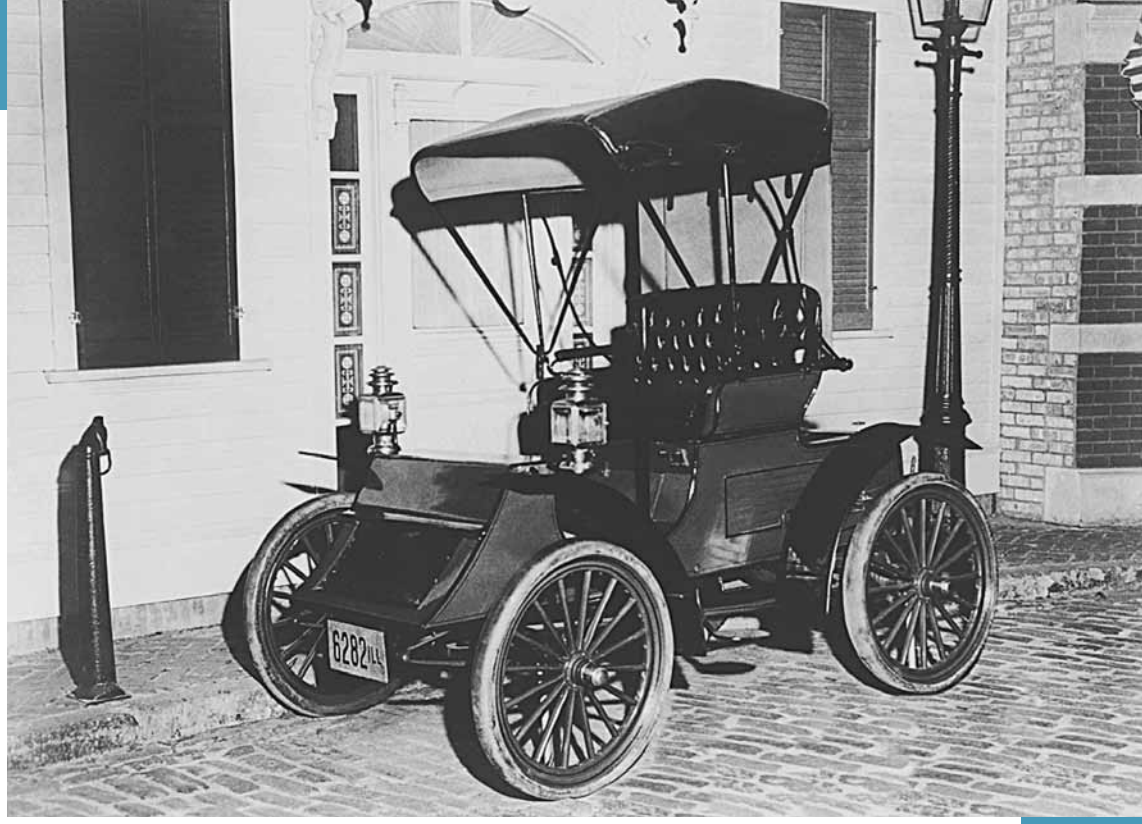
> A XIX. század végére tehető az ötvözött acélok ipari szempontból számottevő mennyiségben történő előállításának kezdete.

Habár a **karbon** viszonylag kis mennyiségben is az egyik legerősebb szilárdságnövelő hatású elem, mégsem ötvözőként tekintünk rá, hiszen maga az acél kifejezés alapvetően az öntöttvasaknál alacsonyabb karbontartalmú vas-karbon ötvözetet takar. Csupán a karbontartalom változtatásával jelentős intervallumban módosíthatjuk az acélok tulajdonságait. Lényeges azonban, hogy bizonyos mennyiség fölött a karbon – szilárdságnövelő hatása mellett – az acél szívósságát, alakíthatóságát és hegeszthetőségét rendkívül károsan befolyásolja. Ezen negatív hatások kiküszöbölése szignifikáns szilárdságnövelés megvalósításával együtt indukálta az első lépéseket az acélok ötvözése területén.

A Bessemer által kifejlesztett acélgyártási módszer tökéletesítéséhez járult hozzá Robert Forester Mushet brit metallurgus is, a XIX. század derekán végzett kísérleteivel. Mushet vas- és mangánérc összeolvasztásával nyert magas **mangán**tartalmú nyersvas (spiegeleisen) fúvatás utáni adagolásával hatékonyan volt képes csökkenteni az acél kén- és oxigéntartalmát. A mangánötvözés hatását már korábban

PORTÁSZ ATTILA technológiai és kutatási igazgatóhelyettes, MVAE

(az 1840-es években) tanulmányozta az orosz Pavel Petrovich Anosov. Eredményei inspirálták az angol Sir Robert Abbott Hadfieldet, aki négy évtizeddel később végzett kiemelkedő munkát a magasabb mangántartalmú acélok kifejlesztése területén. Hadfield 1883-ban szabadalmaztatta 1% karbon- és 12-14% mangántartalmú ötvözetét, amely szívóssága és kopásállósága miatt kiváló, széles körben alkalmazható alapanyagnak bizonyult.



Nikkellel ötvözött acélból készült tengelyeken gördülő Haynes-Apperson Runabout 1902-ből

Az első „igazi" ötvözött acélt 1865-ben Julius Baur, az amerikai Chrome Steel Co. metallurgusa szabadalmaztatta. A Baur által kifejlesztett növelt szilárdságú, **króm**tartalmú ötvözet soha nem vált piaci szempontból igazán sikeressé, azonban az általa kapott publicitás ráirányította a témára a francia Henri-Ami Brustlein figyelmét. Brustlein hamar rájött, hogy az acél krómtartalma csak akkor kontrollálható hatékonyan, ha a krómérc finomításával egy, az olvadékban könnyen feloldódó vas-króm-karbon ún. mesterötvözetet hoz létre. Brustlein mintegy 20 évig gyártott és értékesített olyan krómmal ötvözött acéltermékeket, mint a különböző szerszámok és páncéllemezek, mielőtt bárki más hasonló tevékenységbe kezdett volna. Brustleint az acélötvözés és az ötvözetek hőkezelése területén végzett úttörő munkája miatt gyakran említik az ötvözött acélok atyjaként.

Amíg Brustlein a krómtartalmú acélok fejlesztésére koncentrált, addig más francia metallurgusok a Csendes-óceán délnyugati részén található, francia fennhatóság alatt álló Új-Kaledóniából származó, **nikkel**tartalmú ércek finomításán dolgoztak. Az előállított ferro-nikkel felhasználásával nikkellel ötvözött acélokkal kísérleteztek. A nikkelacélok gyártását Franciaországban tanulmányozó angol James Riley 1889-ben a The Steel Company of Scotlandnál tökéletesítette az eljárást. Eredményeit a *Journal of the Iron and Steel Institute*-ban publikálta, melyek szerint a 0,2% karbont és 5% nikkelt tartalmazó hengerelt és hőkezelt ötvözet kb. 40%-al magasabb szilárdságú, mint a hasonló ötvözetlen acél. Érdekes tény, hogy az USA-ban a nikkeltartalmú acélokat először kerékpárláncok gyártásához használták 1898-tól, majd a következő évtől már a vázak csövei is ebből az alapanyagból készültek. Az ebben az időben szárnyait bontogató autóipar is felfigyelt a különleges tulajdonságokkal bíró ötvözetre. A feltörekvő iparágban az Indiana állambéli Haynes-Apperson használt először nikkellel ötvözött acélt tengelyek gyártásához.

Az első „igazi" ötvözött acélt 1865-ben Julius Baur, az amerikai Chrome Steel Co. metallurgusa szabadalmaztatta.

Nem sokkal később már olyan ikonikus acélszerkezetek is nikkelacélból készültek, mint például az 1909-ben átadott Queensboro-híd.

Röviddel a nikkelacélok elterjedése után még komplexebb, a nikkel mellett krómot is tartalmazó ötvözetek fejlesztésével kezdtek foglalkozni a német Krupp és a francia Compagnie des Forges de la Marine vállalatoknál. Mivel a **nikkel-króm** acél szilárdságnövelési céllal történő hőkezelése nagyobb darabok esetén is sikeresnek bizonyult, ezért páncéllemezek és nagy méretű kovácsdarabok alapanyagaként rendkívül széles körben elterjedt. A századforduló után a nikkelacélok alkalmazását fokozatosan felváltották a nikkel-króm és az újonnan kifejlesztett **króm-vanádium** ötvözetek.

1910 és 1920 között az egyre jelentősebb gépjárműipar valamint az I. világháború adott további lökést az ötvözött acélok fejlesztésének és elterjedésének. Walter Jominy, a Michigani Egyetem metallurgusa, valamint a Studebaker Automobile Co. munkatársa 1920-ban közétett egy 12 acél-

ötvözetből álló listát, amely véleménye szerint minden tekintetben kielégíti egy gépjármű építésének acélalapanyag-igényét. 1918-ra az USA-ban előállított ötvözött acélok mennyisége meghaladta az évi 1 millió tonnát. Az ilyen típusú ötvözetek rohamos terjedése egyre inkább növelte a hőkezelésükkel kapcsolatos információk és eredmények megosztása iránti igényt. William Park Woodside egykori kovácsmester kezdeményezte először Detroitban a gépjárműiparban tevékenykedő, hőkezeléssel foglalkozó szakemberek rendszeres találkozóját és információcseréjét. Ezek a formális találkozók vezettek az *American Society for Steel Treating* megalakulásához. 1930-ban az Egyesülés kiadta a *Metal Progress* (napjainkban *Advanced Materials* & *Processes)* című folyóiratát, amely gyorsan a legjelentősebb forrásává vált nemcsak a hőkezelés, de az egyéb fémelőállító és megmunkáló technológiák legújabb eredményeinek is. Az egyesülés a 30-as évek elején a nevét *American Society for Metals*-ra, majd később ASM International-ra változtatta.

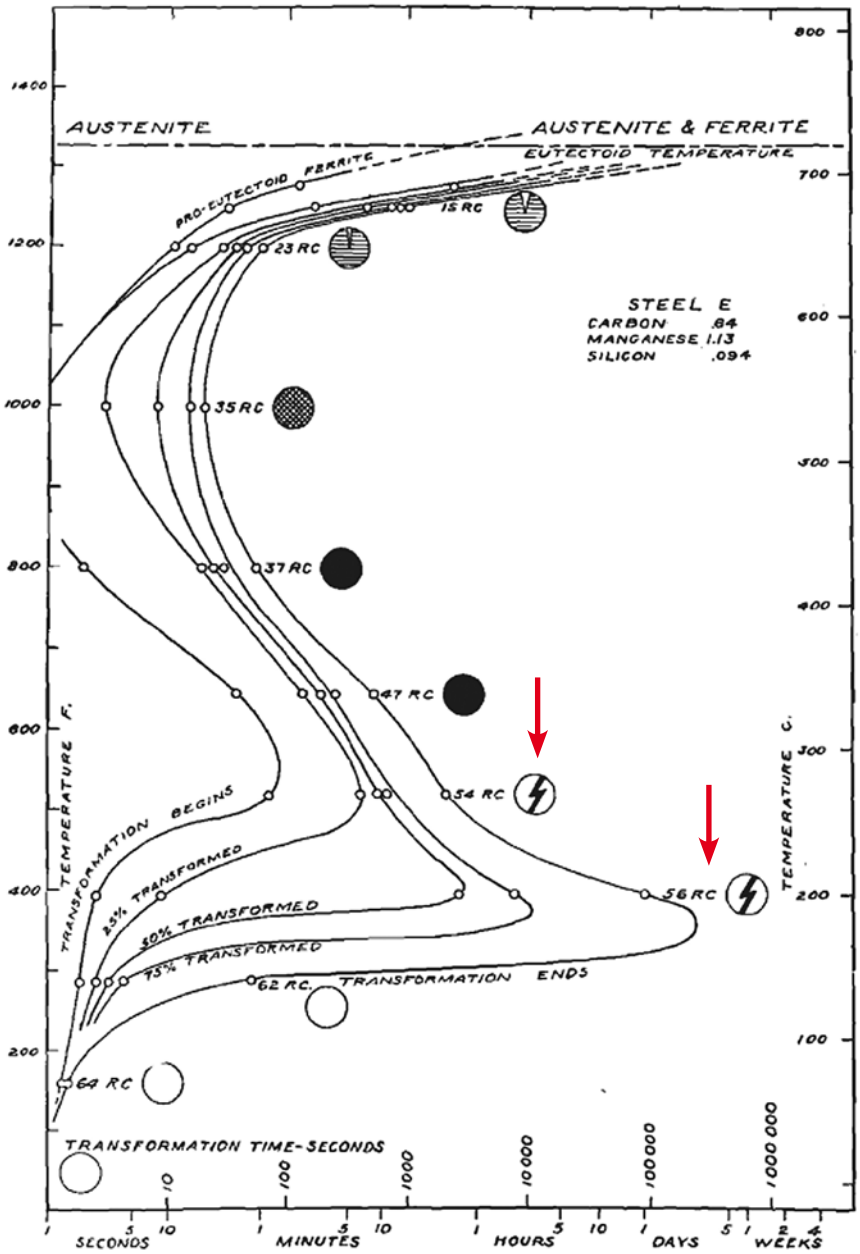
A századforduló után a nikkelacélok alkalmazását fokozatosan felváltották a nikkel-króm, és az újonnan kifejlesztett króm-vanádium ötvözetek.

Az I. világháború alatt és után az acélok iránti igény folyamatosan nőtt, melynek hatására számtalan különböző ötvözetet fejlesztettek a legkülönfélébb felhasználási célokra. Az egyes gyártók saját receptúrákat alkalmaztak, nem létezett két egyforma acél különböző forrásból ugyanarra a felhasználási célra. A gyártók sokkal inkább a felhasználók követelményeire koncentráltak ahelyett, hogy a szilárdságnövelés hátterében lévő mechanizmusok megértésére és ezzel a rendelkezésre álló nyersanyagokkal és erőforrásokkal való költséghatékony gazdálkodásra fókuszáltak volna. Az acé-

Az East River fölött átívelő New York-i Queensboro-híd

lok szerkezetének megismerése, valamint a szerkezet és a fizikai tulajdonságok közti összefüggésrendszer feltérképezése éppen ebben az időszakban indult rohamos fejlődésnek, habár az 1920-as éveket megelőző évtizedekben is értek már el jelentős eredményeket a szerkezetvizsgálat területén.

Az acélok természetének feltárására irányuló kutatások már a XIX. század közepe után megkezdődtek. A sheffieldi Henry Clifton Sorby 1863 és 1866 között meteoritokból és acélokból származó minták csiszolt és maratott felületét tanulmányozta. Felfedezte, hogy az acél mikrostruktúrája összetett, valamint megkülönböztette a szövetszerkezet bizonyos területeit, melyet a „pearly" (gyöngyszerű) jelzővel illetett. Később a francia Floris Osmond és a német Adolf Martens közölték vizsgálati eredményeiket acélok polírozott és maratott felületéről a brit *Journal of the Iron and Steel Institute*-ban. (Martens után nevezték el az acél szilárd állapotban, diffúziómentes átalakulás során létrejövő rendkívül kemény, nagy szilárdságú szövetelemét, a martenzitet). A munkájuk újra felkeltette Sorby érdeklődését az



Bain és Davenport „Transformation of Austenite at Constant Subcritical Temperatures"című publikációjából származó eredeti TTT-görbe, a később Bainről elnevezett átalakulási terméket, a bainitet a kiemelt szimbólum jelöli

által több mint 20 évvel korábban tanulmányozott terület iránt, aki új vizsgálatokba kezdett, és legújabb eredményeit 1887-ben közölte a korábban említett folyóiratban. Sorby új munkája Osmond és Martens eredményeivel együtt tekinthetők a fémek belső szerkezetét tanulmányozó tudományterület, a metallográfia igazi kiindulópontjának. A kor egy másik jelentős találmánya – a francia Henry Louis Le Chatelier magas hőmérsékletek mérésére alkalmas platina-platina/ródium termoeleme – is hozzájárult az acélok szerkezetének pontosabb megismeréséhez. Osmond használta fel az új eszközt az acélok ún. kritikus hőmérsékleteinek meghatározására. Az orosz D. K. Tchernoff jött rá, hogy az acélok edzés közben nem keményednek fel, ha az azt megelőző hevítés során hőmérsékletüket nem emeljük az Osmond által meghatározott felső kritikus hőmérséklet fölé. Eredményei arra engedtek következtetni, hogy a kritikus hőmérsékletek elérését fontos belső szerkezetváltozások kísérik. Az Osmond által kritikusnak nevezett hőmérsékletek karbontartalom függvényében történő vizsgálata vezetett később a kétalkotós fázisdiagramok megalkotásához. Az acélokban

A kritikus hőmérsékletek elérését fontos belső szerkezetváltozások kísérik.

lezajló átalakulásokkal kapcsolatban régóta fennálló elképzeléseket a francia A. Portevin és M. Garvin 1919-ben megjelent publikációjukban kérdőjelezték meg először. Elsőként mutattak rá arra, hogy az acélok edzése során nem alakul ki a kívánatos, kemény martenzites szerkezet, ha a darabot nem hűtik egy bizonyos hőmérséklet alá. A martenzites átalakulás mechanizmusának tanulmányozásában az amerikai W. R. Chapin ért el jelentős eredményeket, melyeket 1922-ben publikált. A szintén amerikai Edgar C. Bain vizsgálta először röntgendiffrakciós módszerrel az acélok szerkezetét. Kimutatta, hogy az edzési hőmérsékletre hevített acél – az angol Sir William Chandler Roberts-Austen után elnevezett ausztenit – kristályszerkezete lapközepes, míg a ferrit struktúrája térben középpontos kockarácsú. A következő jelentős felfedezés William Fink és Edward Campbell nevéhez fűződik. Precíziós röntgendiffrakció segítségével kimutatták, hogy a martenzit nem egyszerű térben középpontos kockarácsú, mint a ferrit, hanem a karbonatomok által tetragonálissá torzított kristályszerkezetű. Ezzel több mint 30 évnyi kutatás után sikerült megtalálni a martenzit rendkívüli keménységének valódi okát. Az ok pedig nem más, mint, hogy az ausztenitben intersztíciósan oldott karbonatomok a gyors hűtés hatására gyakorlatilag „csapdába esnek" a kristályrácsban. Az 1920-as évek végén a U.S. Steel Corp. kutatólaboratóriumának munkatársai, Edgar C. Bain és E. S. Davenport megjelentették világhírűvé vált *Transformation of Austenite at Constant Subcritical Temperatures* című munkájukat. Bain és Davenport úttörő jelentőségű kísérleteik során vékony mintákat ausztenitesítettek, majd hűtötték azokat különböző hőmérsékletekre, ahol bizonyos ideig hőntartották, mielőtt vízben tovább hűtötték volna őket. Metallográfiai vizsgálati módszerekkel és dilatométer alkalmazásával képesek voltak végigkövetni az ausztenitből keletkező átalakulási termékek létrejöttének folyamatát. A mérési eredményeket felhasználva olyan diagramokat szerkesztettek különböző kémiai összetételű acélokra, amelyekről különböző hőmérsékleteken – egy ún. izoterma mentén – leolvasható az idő függvényében, hogy az ausztenitből mennyi és milyen típusú átalakulási termék jön létre. Bain eredményei azt mutatták, hogy viszonylag magas hőmérsékleten az ausztenit ferritté és/vagy durva perlitté alakul át, míg alacsonyabb hőmérsékleten finomabb szerkezetű perlit jön létre. A hőmérséklet további csökkentésével egy különleges, korábban nem ismert átalakulási termék jelenik meg, amit később Bain kollégái a U.S. Steel Corp-nál felfedezője után bainitnek neveztek el.

Az 1930-as évekre végül már rendelkezésre álltak az eszközök és a tudás az acélok anyagtudományi szempontból megalapozott fejlesztésére. A részletes ismeretanyag segítségével a II. világháború és az azt megelőző időszak kritikus, nyersanyagokban szűkös éveiben lehetőség nyílt az ötvözőanyag felhasználásnak az acéltól elvárt tulajdonságok szerinti optimalizálására.

Cikksorozatunk 2. részében áttekintjük majd a HSLA- (High Strength Low Alloy) acélok 60-as években kezdődő, majd az első olajválság után felgyorsuló fejlesztésének történetét, valamint az előbbi innováció eredményeinek felhasználásával kifejlesztett, napjainkban széles körben alkalmazott többfázisú UHSS- és AHSS-acélokat.

Cikksorozatunk 3. részében az olvasó betekintést nyerhet majd a jelen és a közeljövő legígéretesebb kutatási irányaiba, melyet elsősorban a természeti erőforrásokkal fenntartható módon történő gazdálkodás, valamint a rendkívül speciális felhasználási területek által támasztott követelmények jelölnek ki.

FELHASZNÁLT IRODALOM

- John R. Curry: The Development of Steels and Their Uses, 2011
- Gerard Beranger, Guy Henry, Germain Sanz: The Book of Steel, 1996
- Clive Ferguson: Historical Introduction to the Development of Material Science and Engineering, 2007
- Charles R. Simcoe: The History of Metals in America, ASM International, 2018
- Terence Bell: Metal Profile - All About Steel, 2018
- World Steel Association: The White Book of Steel, 2012
- Quentin R. Skrabec Jr.: The Metallurgic Age: The Victorian Flowering of Invention and Industrial Science, 2005
- W. C. Madden: Haynes-Apperson and America's First Practical Automobile: A History, 2003
- The Greater Astoria Historical Society and the Roosevelt Island Historical Society: The Queensboro Bridge, 2008
- H. K. D. H. BHADESHIA: A Personal Commentary on „Transformation of Austenite at Constant Subcritical Temperatures", ASM International, 2010

Az Európai Unió acélipara*

Az acélipar már régóta stratégiai helyet foglal el az EU gazdaságában, elősegíti az innovációt, a növekedést és a foglalkoztatást. A 2008-as gazdasági válság utáni acélkereslet-visszaesés és az ágazat ígéretes jövőjének biztosítása érdekében az Európai Bizottság az iparág fellendítésén dolgozik. Az acélipar szorosan kapcsolódik számos olyan ipari ágazathoz, mint az autóipar, az építőipar, az elektronika és a megújuló iparágak.

*az Európai Bizottság Acélipari Cselekvési Terve alapján

MIÉRT FONTOS AZ ACÉLIPAR?

- *Gyártás*
  Az EU a világ második legnagyobb acéltermelője Kína után. Volumene évente meghaladja a 177 millió tonna acélt, ami a globális kibocsátás 11%-át teszi ki.
- *Kapcsolódás más ágazatokhoz*
  Az acélgyártás szorosan kapcsolódik számos további iparághoz, mint az autóipar, az építőipar, az elektronika, valamint a gépgyártás és a villamos ipar. Létfontosságú az EU azon célkitűzése, hogy 2020-ig 20%-ra növelje az ipar GDP-arányát.
- *Határokon átnyúló tevékenység*
  Az iparág 23 uniós országban 500 termelési helyszínen van jelen.

MIT TESZ AZ EURÓPAI BIZOTTSÁG?

Cselekvési terv

A gazdasági válság következtében jelenleg az acélkereslet 27%-kal marad el a válság előtti szinttől, és az iparág az elmúlt években 40 000 munkahelyet elveszített. Annak érdekében, hogy az európai acélipar szembenézzen az előtte álló kihívásokkal és visszatérhessen a válság előtti termelési szintre, a Bizottság 2013-ban elfogadta az acélipar versenyképességének megőrzését célzó cselekvési tervet, és javasolta egy magas szintű szakértői csoport létrehozását.

EU-alapok

A különböző közösségi alapok és politikai eszközök – például a Horizont 2020, a Strukturális Alapok, a Szén- és Acél

DR. BUCSI LÁSZLÓ gazdasági igazgatóhelyettes, MVAE
Fotó: Németh Zsolt

Kutatási Alap – mozgósíthatók a szociális költségek enyhítése és az acélgyártáshoz szükséges készségek megtartása érdekében az iparág jövőbeli versenyképességének megőrzéséhez. A társadalmi hatás minimalizálása érdekében elő kell mozdítani a vállalati szintű képzések és átképzések terén bevált gyakorlatokat.

AZ EU ACÉLIPARÁNAK KIHÍVÁSAI

Az EU acéliparának legfontosabb kihívásai kapcsolódnak az alapanyag- és energiaköltségekhez, továbbá azok rendelkezésre állásához, a környezetvédelemmel és az éghajlatváltozással kapcsolatos szabályozásokhoz, valamint a nem uniós országok gyártóival folytatott versenyhez. Az ágazatban az acélipar versenyképességét befolyásoló legfontosabb kérdéseket az **Acélipari Cselekvési Terv** tartalmazza:

Megfelelő szabályozási keret

Az uniós jogszabályok elengedhetetlenek a belső piac fenntartható fejlődéséhez és megfelelő működéséhez, a befektetők biztonságához és kiszámíthatóságához, valamint az egyenlő versenyfeltételek biztosításához az acélipar számára.

Az acél iránti kereslet növelése

Az acél iránti kereslet néhány kulcsfontosságú acélfelhasználó iparágtól függ, mint például az építőipar és az autóipar. Ezen ágazatok fellendülésének biztosítása érdekében fontos az EU növekedésre irányuló kezdeményezéseinek végrehajtása, fenntarthatóságuk és hatékonyságuk fejlesztése.

Nemzetközi együttműködés

Az Európai Unión kívüli acéltermelő országok gyakran kereskedelmi korlátozásokat alkalmaznak, hogy előnyöket nyújtsanak saját acéliparuknak. Ezek a korlátozó intézkedések magukban foglalják a vámtarifákat, a nem tarifális intézkedéseket, mint például a műszaki szabályozásokat vagy a megfelelőség-értékelési eljárásokat, az exportösztönzőket és az acélgyártáshoz szükséges nyersanyagok korlátozását. Az EU foglalkozik a kereskedelmi akadályokkal, a piacra jutási stratégiájának végrehajtásával. Végrehajtja a nemzetközi kötelezettségvállalásokat és biztosítja az egyenlő versenyfeltételeket az EU acélipari szektora számára.

Nyersanyagokhoz való hozzáférés

A nyersanyagokhoz való hozzáférés kulcsfontosságú az acélgyártó ipar számára, miután az európai erőforrások szűkösek.

Kereskedelem

Az Európai Bizottság támogatja a Világkereskedelmi Szervezet (WTO) által irányított nemzetközi kereskedelem liberalizációját. Kétoldalú szinten a szabadkereskedelmi megállapodások tárgyalása kulcsfontosságú eszköz az uniós vállalatok számára az egyenlő versenyfeltételek megteremtéséhez.

Energia: árak és kínálat

Hasonlóan a többi energiaintenzív iparághoz, az energiaköltségek az EU acélipara versenyképességének egyik fő mozgatórugóját jelentik. Az energiaköltségek az acélgyártás teljes működési költségeinek akár 40%-át is kiteszik. Az európai acélipar magasabb energiaárakkal szembesül, mint a legtöbb nemzetközi versenytársa, ami az elmúlt évek áralakulását is befolyásolta.

Gazdasági és acélpiaci kitekintés, 2018-2019

Az Európai Unió acélpiaca egy relatívan gyors növekedési pályán mozgott a második negyedévben, amit az egészséges gazdasági alapok és az acélfelhasználó ágazatok jó működési teljesítménye támogattak. Mindazonáltal az import továbbra is nagyobb ütemben nőtt, mint az uniós acélművek közösségi piacra irányuló szállítása.

A következő negyedévben az acél iránti keresletnövekedés kiegyenlítődése várható az Unióban és a világ többi részén, miközben a globális acéliparban továbbra is fennálló kapacitástöbblet, valamint a világszerte terjedő acélipari kereskedelmi intézkedések aggodalomra adhatnak okot.

UNIÓS ACÉLPIACI KÖRKÉP

A közösségi látszólagos acélfelhasználás 4,4%-os növekedést mutatott 2018 második negyedévében az előző évhez viszonyítva. Két tényező eredményezte a növekedést ebben az időszakban: a valós acélfogyasztás egészséges szintje, valamint a készletfelhalmozás a disztribúciós láncban.

2018 második negyedévében az uniós acélművek közösségi piacra irányuló szállítása 3,7%-kal nőtt az előző évhez képest. A harmadik országokból érkező import 9,8%-kal nőtt 2017 azonos időszakához viszonyítva, és közel 5%-kal haladta meg a 2018 első negyedévében regisztrált, egyébként is rendkívül magas volumenű importot. A látszólagos fogyasztás aránya az első negyedéves 23,2%-ról 25%-ra ugrott a második negyedévben.

A behozatal második negyedévben is folytatódó, számottevő növekedése megerősíteni látszik a korábbi aggodalmakat, miszerint a harmadik országok exportőrei extra mennyiséggel árasztják el az Unió piacát a védintézkedésektől tartva, illetve hogy a vevők hajlandóak bizonyos spekulatív kockázatokat vállalni.

Az uniós piaci tényezők várhatóan továbbra is a látszólagos acélfelhasználás folytatódó, de mérsékelt növekedését támogatják. Az USA-val fennálló kereskedelmi súrlódások és a mérséklődő kereslet azonban a külső kockázati ténye-

Fordította: SZALAI DÁNIEL pályázati szakértő, ISD DUNAFERR Zrt.
Fotó: NÉMETH ZSOLT Forrás: eurofer.org

Az Unió acélfelhasználó ágazatainak kibocsátása az előrejelzések szerint 3,5%-kal nő 2018-ban, majd 1,8%-kal 2019-ben.

zők további erősödését jelzik, ami ugyanakkor növelheti a bizonytalanságot és romló kilátásokat jelentethet az Unió acélfelhasználói számára.

Ezen túlmenően a Trump-kormányzat által fontolgatott további kereskedelmi korlátozások – mint az Unió USA-ba irányuló gépjárműipari exportjára kivetendő vám – a kereskedelmi vita elharapódzásához vezethetnek, valamint káros hatással lehetnek az acélkeresletre.

Mindazonáltal az Unió látszólagos acélfelhasználása az előrejelzések szerint 2,2%-kal fog növekedni 2018-ban, és további 1,1%-kal 2019-ben.

ACÉLFELHASZNÁLÓ ÁGAZATOK AZ UNIÓBAN

2018 második negyedévében az üzleti környezet az első negyedévihez hasonlóan alakult. Az Unió minden acélfelhasználó ágazata – az acélcsőgyártást kivéve – mérsékelt termelési növekedést regisztrált.

A 2018-as és 2019-es kilátások meglehetősen kedvezőnek mondhatóak az acélfelhasználó ágazatok szempontjából. A gazdasági lendület enyhe mérséklődésétől eltekintve a keretfeltételek várhatóan elősegítik az acélfelhasználó szektorok további, bár némileg lassabb növekedésű termelékenységét. Ebben az időszakban az export helyett inkább a közösségi kereslet lesz a növekedés fő motorja.

A globális gazdasági összefüggések a növekvő protekcionizmus és a kereskedelmi feszültségek fokozódásának kockázata miatt még bizonytalanabbá váltak. Ez negatívan hathat az üzleti bizalomra és a befektetésekre.

Az Unió acélfelhasználó ágazatainak kibocsátása az előrejelzések szerint 3,5%-kal nő 2018-ban, majd 1,8%-kal 2019-ben.

UNIÓS GAZDASÁGI KÖRNYEZET

2018 második negyedévére a GDP-adatok az Unió gazdaságának lassabb, de folyamatos növekedését mutatták. Miközben a beruházások erősen növekedtek az első negyedéves gyenge teljesítményhez képest, a nettó kereskedelem negatív irányba húzta az adatokat az export élénkülése ellenére.

Ez arra enged következtetni, a nemzetközi kereskedelemben jelentkező visszaesés és az erősebb euró késleltetett hatásaként a negatív exportkockázat kezd érezhető válni.

Noha a bizalmi indexek továbbra is mérsékelten gyengültek 2018 harmadik negyedévében, a gazdasági hangulat magasabb szinten maradt – jóval a hosszú távú átlag felett, összhangban az Unióban folyamatban lévő széles körű, de mérsékeltebb gazdasági növekedéssel.

2018-ban és 2019-ben az Unió GDP-jének kisebb arányú növekedése várható, amit a közösségi kereslet alátámaszt, ugyanakkor a nettó export növekedése mérséklődik. A legnagyobb kockázatot a növekvő protekcionizmus és a kereskedelmi feszültségek fokozódása jelentik, valamint számos feltörekvő gazdaság valuta, és tőzsdei volatilitása.

Az EUROFER az Unió GDP-jének 2%-os növekedését prognosztizálja 2018-ra, és 1,8%-os növekedését 2019-re.

Az EUROFER az Unió GDP-jének 2%-os növekedését prognosztizálja 2018-ra, és 1,8%-os növekedését 2019-re.

Workshop a közös gondolkodás jegyében

TEGYÜNK EGYÜTT EGY JOBB VILÁGÉRT!

A Magyar Vas- és Acélipari Egyesülés (MVAE) workshopra hívta tagvállalatainak képviselőit november 15-én. A találkozó fő célja az volt, hogy elinduljon egy folyamat, amelynek során az Egyesülés megfogalmazza saját fenntartható fejlődési céljait, amelyek eléréséhez a szervezet segítséget nyújt a tagvállalatoknak.

A rendezvény házigazdája *Major Balázs,* az MVAE fenntarthatósági igazgatóhelyettese volt, akinek koordinálásával a résztvevők első körben áttekintették és elemezték a globális célokat. Igazi közös műhelymunka alakult ki, mindenki elmondta a véleményét arról, hogy szerinte az ENSZ fenntarthatósági céljai közül – megismerve az egy-egy cél mögé felsorakoztatott részletesebb jelentéstartalmat – melyek azok a legfontosabb célok, amelyek „testreszabva" a tagvállalatok által is megvalósíthatóak. Fontos, hogy egy középtávú, 3-5 éves periódust tekintve valós tartalommal megtölthetőek legyenek a kiválasztott célok oly módon, hogy az a vállalatok gazdálkodási tevékenységgel is kompatibilis legyen.

A workshop végére körvonalazódtak a résztvevők által legfontosabbnak és megvalósíthatónak tartott célok. Ezek figyelembevételével az Egyesülés kidolgozza saját fenntarthatósági keretprogramját, amelynek megvalósításában a tagvállalatok együttműködésére, aktivitására, elkötelezettségére is számítanak. A közösen elfogadásra javasolt célok között hangsúlyosan szerepelnek többek között a munkavállalók minőségi oktatásával kapcsolatos programok, a tiszta, egészséges, vonzó munkakörnyezet megteremtése, a vállalatok teljes „karbonlábnyomának" meghatározása és különböző módszerekkel történő csökkentése, az árbevételből innovációra fordított összeg arányának növelése, valamint az elérhető legjobb technológiák (BAT) alkalmazásának minél hatékonyabb megközelítése is.

A workshop résztvevői: Sztankievics László (ÓAM Ózdi Acélművek Kft.), Kovács István (TÜKI Zrt.), Szekeres-Balogh Emese (ÖKO-FERR Kft.), Major Balázs (MVAE), Horváth László (ISD DUNAFERR Zrt.-ISD Power Kft.)

SZILÁGYI IRÉN

AKI SZEGÉNY, AZ A LEGSZEGÉNYEBB

A Magyar Acél előző lapszámában Fenntarthatóság rovatunkban a szegénység témakörével foglalkoztunk. Bemutattuk, milyen méreteket is ölt a világban, azok hogyan alakulnak régiónként. Most azt szeretném megmutatni, hogy a szegénységnek milyen következményei lehetnek. Hiszen ahogyan olvashatták is, ennek jeleit már a bőrünkön érezhetjük, illetve tágabban értelmezve már láthatjuk a híradókban.

Nem véletlen, hogy cikkem címéül József Attila 1924 novemberében íródott versének címét választottam, és javaslom, ne is lépjünk még tovább a versen, olvassuk el a költemény első versszakát:

„Ha az Isten íródiák volna
S éjjel nappal mozogna a tolla,
Úgy se győzné, ő se, följegyezni,
Mennyit kell a szegénynek szenvedni."

József Attilának nagyon igaza volt 1924-ben, hiszen ma már pszichológiai kutatások igazolják, hogy szegénynek lenni nem egyszerűen csak kevesebb lehetőséget jelent az élettől, hanem jóval alapvetőbb hátrányt is. A szegénység következményeit két szempontból lehet vizsgálni, elsősorban az egyénre, másodsorban pedig a csoportokra, vagy pontosabban a társadalomra vonatkoztatva.

Az egyéni hatásokat elemezve elmondható, hogy a szegénység súlyosan befolyásolja azt, ahogyan gondolkodunk, megnehezíti a hosszú távú tervezést és a kockázatvállalást, és ezzel a szegénységből való kitörést is. Mindez természetesen jelentős stresszt és rossz egészségi állapotot okozhat. Számos kutatás igazolta, hogy a bevételek növekedésének hatására visszaszorulnak a mentális problémák, csökken a feszültségoldó, nyugtató szerek (pl. alkohol) fogyasztása, ezáltal javul a személyek egészségi állapota. Persze a probléma alaptalan leegyszerűsítése lenne kijelenteni azt, hogy a több pénz nagyobb boldogságot jelent, de az biztos, hogy egyértelmű ok-okozati kapcsolat mutatható ki a szegénység, a pszichológiai állapot és a stressz-szint változása között.

A stressz két területet érint érzékenyen. Egyrészt az egyén kockázatkezelési stratégiáját, másrészt az jövőképét. Ugyanis egy szorongó vagy aggódó ember kockázatkerülőbb magatartást tanúsít, és olyan megoldásokat preferál, melyeknek hamar lesz látható, tapintható eredménye. Ez pedig meghatározza azt, hogy az egyén mennyit hajlandó befektetni a jövőbe, azaz elsősorban az oktatásba és az egészségügybe. És itt bezárul a kör: hosszú távú tervezés és kockázatvállalás nélkül borzasztó nehéz kiutat találni a szegénységből, ami pedig csak még több stresszhez vezet.

A mentális egészségügyi csapdát pedig szorosan kíséri a fiziológiai is. Azt hiszem nem kell hosszasan magyaráznom, hogy pénz nélkül sokkal nehezebb egészséges életet élni. Nem meglepő, hogy a szegények között a különféle lelki problémáktól szenvedők aránya igen magas. Mindegyik ilyen tünet – fejfájás, erős szívdobogás, idegesség, kimerültség, remegés, az egészségi állapot feletti aggodalom, továbbá az az érzés, hogy nincs szerencséje, aggodalmaitól nem tud megszabadulni és összezavarodik, ha egyidejűleg több feladatot kell elvégeznie – rendre sokkal gyakoribb a szegények, mint a jobb módúak között. A szegényeknek tehát nemcsak jóval alacsonyabb jövedelemből kell megélniük, hanem sokkal gyakrabban szenvednek lelki és egészségi problémáiktól is.

És az előbb említett dolgok velejárója az alacsony iskolázottság, a munkanélküliség, az elszigeteltség, a mobilitás hiánya, a depresszió, és a társadalmi kapcsolatok hiánya, illetve a hasonló helyzetűekkel fenntartott kapcsolatok kizárólagossága.

És máris eljutottuk a csoporthoz, azaz a társadalomhoz, ugyanis a szegénység következményeivel, káros hatása-

MAJOR BALÁZS fenntarthatósági igazgatóhelyettes, MVAE
Illusztráció: pixabay.com

ival összefüggésben arra kell a hangsúlyt fektetni, hogy a szegénység megléte és esetleges további növekedése nemcsak magukat az egyéneket érinti súlyosan, hanem az egész társadalom és gazdaság fejlődését is hátrányosan befolyásolja, sőt veszélyezteti. Szeretnék utalni a tavaszszal megrendezett fenntarthatósági szimpóziumon dr. Kerekes Sándor előadásában elhangzottakra, miszerint azok az emberek unatkoznak, akiknek nincs feladatuk. Azonban az ember mindig izgalmat keres és pénz, valamint egyéb lehetőség hiányában ezt az izgalmat leggyakrabban a rongálásban, vandalizmusban, erőszakban találják meg. Illetve van egy másik veszély is, ami sokkal inkább globális méreteket ölt, mintsem lokálisat, mégpedig, hogy az elégedetlen emberek csoportokba verődve a jobb élet reményében elindulnak és olyan életteret keresnek, ahol reményeik szerint jobban boldogulnak. És itt most be is fejezem, mert nem szeretném a politizálásnak még csak minimális látszatát sem kelteni, de ha néhány évezredet visszamegyünk a történelemben, akkor megtudhatjuk, hogy a nagy birodalmak bukását jellemzően kik okozták. Azok, akik az akkori rendszerben, birodalmakban tájidegenek, nemkívánatosak voltak.

Ahogyan cikkemet József Attila versének első versszakával kezdtem, úgy talán illendő az utolsóval befejeznem:

„Pedig benne laknak a galambok,
Csillagtollú éneklő galambok,
De így végül griffmadarak lesznek,
Hollónépen igaz törvényt tesznek.”

Írásommal pusztán arra szerettem volna felhívni a figyelmet, hogy hajlamosak vagyunk hajléktalanok mellett rezzenéstelen arccal elmenni az utcán, holott a szegénységnek rettenetesen nagy veszélyei vannak, melyek az egyén szintjéről erednek, azonban társadalmi szinten csúcsosodnak ki.

ACÉL AZ

#lovesteel

FENNTARTHATÓ

- Az acél a legnagyobb mértékben újrahasznosított nyersanyag a világon – Akármi, ami acélból készült az otthonunkban újrahasznosítható és felhasználható új termékek létrehozásához.
- Generációkig kitart – Házunk 100 év múlva is biztos alapokon fog állni, és talán otthont biztosít majd az ükunokáinknak.
- Napjainkban az acél könnyebb, mint valaha, de pont olyan erős. A nagy szilárdságú acél alkalmazása fenntartható, hiszen kevesebb nyersanyagot használunk, a végeredmény viszont ugyanaz.

MEGFIZETHETŐ

- Az acélszerkezetek könnyen szállíthatóak és helyben összeszerelhetők, ezzel időt, energiát és pénzt spórolunk.
- Az acél javítja otthonunk energiahatékonyságát. A szigetelt acélpanelek csökkentik fűtési és hűtési költségeinket.
- Az acél tartóssága csökkenti a karbantartási költségeket.

worldsteel ASSOCIATION

Az acél az ideális építőanyag, ha a társadalom lakóépületekkel szemben egyre növekvő igényét fenntartható módon szeretnénk kielégíteni. Nem csak a megfizethetőség és a rendelkezésre álló mennyiség miatt, de különleges tulajdonságai,

OTTHONOKBAN

AZ ACÉL ÉPÜLŐ HÁZAINKBAN IS KÖRÜLVESZ MINKET

BIZTONSÁGOS

- Az építőanyagok közül az acél rendelkezik a legmagasabb súly/erő értékkel.
- Az acél kimagaslóan tűzbiztos, valamint ellenálló a környezeti hatásokkal szemben.

GYÖNYÖRŰ

- Az acél felhasználási lehetőségei határtalanok, ha designról van szó. Otthonunk belső és külső tereiben egyaránt gyönyörűen mutat.
- Az acél rugalmassága, illetve hajlékonysága szabadjára engedi kreativitásunkat mind a tér, mind a szerkezet, illetve alakítás és elhelyezés szempontjából is.

mint például szilárdsága, sokoldalúsága, tartóssága és 100%-os újrahasznosíthatósága miatt is alternatív, környezettudatos megoldást kínál az acél épületeink egész életciklusa alatt. Sokoldalúsága valóra váltja a designerek elképzeléseit.

Nemzeti Színház — dekorációs égők

CÉGTÖRTÉNET

A TÜKI Tüzeléstechnikai Kutató és Fejlesztő Zrt. története 60 éves múltra tekint vissza. 1958-ban az akkori Kohó- és Gépipari Minisztérium hozta létre Miskolcon a TÜKI jogelődjét, Hőtechnikai Kutatóállomásként. A TÜKI céljai között kezdettől fogva szerepelt a kutatás-fejlesztési eredményeknek saját gyártás által történő megvalósítása. Ennek érdekében 1968-ban, majd 1973-ban saját gyártóüzemeket hozott létre. A hatvanas évek második felétől fokozatosan terjesztette ki tevékenységét a tüzelőberendezésekről az összetettebb tüzelési és hőtechnikai rendszerek fejlesztésének és gyártásának területére.

1968-tól a vállalatszerűen gazdálkodó műszaki-kutató intézet tevékenységében meghatározó a közvetlenül, a piaci igények által irányított kutatásfejlesztési tevékenység, melyet az 1985-ben végrehajtott névváltozás – Tüzeléstechnikai Kutató és Fejlesztő Vállalat – is megerősített. A 2000-ben lezajlott privatizáció óta a társaság 100%-os magántulajdonú cégként működik.

TEVÉKENYSÉGI TERÜLETEK

A TÜKI Zrt. a magyarországi ipari szénhidrogén-tüzelések egyik kutatási és fejlesztési központjaként szerteágazó szakmai tevékenységet végez. Ennek részei többek között az alkalmazott kutatások, a berendezés- és rendszerfejlesztés, különböző vizsgálatok, szakvélemények készítése, tüzeléstechnikai berendezések szervizelése, sorozatgyártmányok előállítása, valamint képviseleti tevékenységként ipari égők és szerelvényeik forgalmazása.

INNOVÁCIÓ

A TÜKI Zrt.-ben megvalósított innovációs folyamatoknak a kutatás kezdettől fogva meghatározó eleme volt. A fejlesztői munkát megalapozó alkalmazott kutatás színvonalas végzésének feltételeit felkészült kutatói és technikai személyzet, a technológiákhoz illeszkedő vizsgálóberendezések és mérőeszközök, valamint kiterjedt tudományos kapcsolatrend-

szer biztosítja. Ez utóbbi terület egyik meghatározó eleme a TÜKI által évente megrendezett „Ipari Szeminárium”, ahol a szakterület új K+F eredményeiről kapnak tájékoztatást a résztvevők.

A TÜKI Zrt. számos hazai egyetemi és főiskolai szaktanszékkel áll kapcsolatban. A Miskolci Egyetemmel való szoros oktatási és tudományos együttműködést a TÜKI kutatási és demonstrációs lehetőségeire épülő Energiahasznosítási Kihelyezett Tanszék koordinálja. Számos hazai szakmai tudományos szervezet munkájában való részvétel mellett kiemelkedik az Energiagazdálkodási Tudományos Egyesületben és a Magyar Égéstudományi Bizottságban való szerepvállalás.

Le Belier Magyarország Formaöntöde Rt.
— Görgősfenekű alumíniumöntvény hőkezelő berendezés

A TÜKI Zrt. folyamatosan bővíti nemzetközi kapcsolatait. Az exportértékesítés jelentős részét a képviseleti megállapodásokon és termékexporton alapuló szállítások képezik. A társaság részt vesz a Nemzetközi Lángkutató Alapítvány (IFRF) munkájában. A bővülő tudományos kapcsolatok már eddig is több nemzetközi projektben való részvételt tettek lehetővé, elősegítve az EU K+F rendszerébe való bekapcsolódást.

A TÜKI Zrt. egyik jelentős, folyamatban lévő kutatási projektje a „*Nagy szilárdságú és jól alakítható acéltermékek kifejlesztése az acéliparban, az autóipari és a környezetvédelmi szempontok figyelembevételével*” címmel elnyert GINOP-pályázat, amely 809 M Ft „GINOP Vállalatok K+F+I tevékenységének támogatása Hitelprogram” által biztosított forrásból és a TÜKI Zrt. 89,9 mFt összegű saját hozzájárulásából valósul meg. A K+F+I feladat kidolgozása az ISD DUNAFERR Zrt.-vel szoros együttműködésében történik. A projekt keretében két, elsősorban gépjárműipari termékek alapanyagaként is felhasználható acélminőség-típus korszerűsítését kívánják megvalósítani új gyártási, hengerlési koncepcióval.

A nagy szilárdságú finomszemcsés (HSLA) acéltípuson belül új termékeket fejlesztenek, amelyek termelése a felhasznált alap- és segédanyagok elérhetősége szempontjából tervezhetőbb, valamint javuló terméktulajdonságaik révén új értékesítési területeket nyitnak meg, növelve ezzel a vállalat versenyképességét. A projekt másik célkitűzéseként komplex hidegalakításra alkalmas lágyacél széles szalagok kerülnek kifejlesztésre. A K+F+I feladatsor kiterjed az új acéltípusok gyártástechnológiájának korszerűsítésére. Ez a minőség javulása mellett az energetikai hatékonyság növelését és a károsanyag-kibocsátás csökkentését is eredményezi.

A TÜKI ZRT. KÜLDETÉSE

A tüzeléstechnika és levegőtisztaság-védelem területén az acél-, alumínium-, szénhidrogén-, vegyipari és szilikátipari üzleti kapcsolatok fenntartásán, bővítésén alapuló, energiatakarékos, csökkentett környezetterhelésű, korszerű irányítástechnikával ellátott, kis szervizigényű tüzelési rendszerek és ipari kemencék nemzetközi színvonalú K+F tevékenységre épülő, a vevők egyedi igényei szerinti – elsősorban fővállalkozási formában történő – komplex megvalósítása.

K-4000 MK típusú ipari égők gáz- és olajtüzelésre

ELÉRHETŐSÉGEK

TÜKI Zrt.
3515 Miskolc-Egyetemváros, Pf.: 3.
Telefonszám: +36 (46) 555-077
Fax: +36 (46) 555-078
E-mail: tuki@tuki.hu • projekt@tuki.hu
tervezes@tuki.hu • marketing@tuki.hu

IKONIKUS
ACÉLSZERKEZETEK

Hosszas, csaknem kilenc évig tartó építési szakaszt lezárva, idén október 23-án ünnepélyes körülmények között avatták fel a világ leghosszabb tengeri hídját. A Hong Kong – Zhuhai – Macau között létrehozott, 55 kilométer hosszú hidat a Gyöngy-folyó deltatorkolatában áthaladó, hosszú autópálya mellett két mesterséges sziget között megépített 6,7 kilométer hosszú víz alatti alagút alkotja.

A híd, annak infrastruktuális szempontból vett fontosságán kívül gazdasági szempontból is fontos kapocs: a térség meghatározó gazdasági és pénzügyi központjait köti össze a dél-kínai fejlődő területekkel, ezzel egy nagy gazdasági régiót hoz létre a Gyöngy-folyó deltájában. Hong Kong és Macau között légvonalban csupán 65 kilométer van, azonban eddig csak négyórás úttal lehetett megtenni ezt a távolságot, amelyet az új híd hatvan százalékkal lerövidít. A teljes építkezés beruházási költsége mintegy 18,77 milliárd dollár volt. A híd különböző szerkezeteinek megépítéséhez összesen 420 ezer tonna acélt használták fel, ez a mennyiség elegendő lenne 60 Eiffel-torony felépítéséhez.

A hidat legalább 120 éves használatra tervezték, és tervezőik szerint a szerkezetek akár óránkénti 200 kilométeres sebességű széllökéseket, a Richter-skálán 8-as erősségű földrengést vagy akár egy 300 ezer tonna súlyú hajóval történő ütközést is kibírnak.

Forrás: wikipedia.org Fotó: hzmb.gov.hk

Kerekasztal-beszélgetés az emisszió-kereskedelemről

A klímavédelem élharcosa a világban az Európai Unió. A szervezet töretlenül bízik az üvegházhatású gázok kibocsátásának csökkentése érdekében bevezetett emissziókereskedelmi rendszerben. Azonban a 2005 óta működő gazdasági szabályzóeszköz hosszú évekig nem váltotta be a hozzá fűzött reményeket, hiszen a világ üvegházhatásúgáz-kibocsátása még mindig növekszik. Ezért az Európai Unió a 2021-től induló kereskedési időszakra vonatkozóan jelentős változtatásokra szánta el magát, melynek hatásai már napjainkban is érezhetőek.

MAJOR BALÁZS fenntarthatósági igazgatóhelyettes, MVAE

Mindezek okán az Egyesülésben úgy gondoltuk, hogy elérkezett az ideje egy kerekasztal-beszélgetés megszervezésének, ahol tagvállalataink első kézből kaphatnak információt a minisztérium képviselőjétől, valamint egy gazdasági szakembertől.

Az október 29-én megrendezett kerekasztal-beszélgetésre a tagvállalatok közül a jelentős üvegházhatásúgáz (ÜHG) -kibocsátók, az ISD DUNAFERR Zrt., az ÓAM Ózdi Acélművek Kft. és az ISD Power Kft. képviselőit hívtuk meg. Azokra a kérdésekre kerestük a választ, hogy mi várható a 2021-től esedékes új szabályok bevezetését követően, illetve, hogy azok kezelésére milyen gazdasági lehetőségei lesznek a kibocsátóknak. A kérdések meg-

válaszolására az Innovációs és Technológiai Minisztérium klímavédelmi referensét, *Koczóh Leventét*, valamint a Vertis Környezetvédelmi Pénzügyi Zrt. értékesítőjét, *dr. Rácz Zoltánt* kértük fel.

A résztvevők a megbeszélés elején egyetértettek abban, hogy a világ növekvő szén-dioxid-kibocsátásáért elsősorban nem az Európai Unió a felelős, mégis komoly lépéseket tesz a kibocsátás csökkentéséért. Továbbá az EU ÜHG-kibocsátás csökkentésére kialakított emissziókereskedelmi rendszere külső beavatkozás nélkül egyelőre nem életképes, valamint a rendszer tervezett fejlesztését követően a 2030-ig tartó kereskedési időszakban igen komoly erőfeszítéseket követel majd meg a termelő vállalkozásoktól. Miközben a termelőknek a rendszer okozta piaci hátránnyal is szembesülniük kell, hiszen ezek a szabályok nem vonatkoznak az EU határain túli kibocsátókra, ami abszolút igaz az acélipar-ra, hiszen a világ és az EU acélpiacát is elárasztják az EU-n kívül előállított acéltermékek.

Az emissziókereskedelmi rendszer jelentős módosítására azért van szükség, mert az EU ÜHG-kibocsátás-csökkentési céljának elérése érdekében a 2020-ig tartó időszaknál nagyobb ütemű előrehaladást kell végrehajtani, hiszen az emissziókereskedelem (EU ETS) a létjogosultsága már többször megkérdőjeleződött a bevezetése óta. Az EU ETS megerősítéséhez azonban magasabb kvótaárakra van szükség. Ugyanis az alacsony ÜHG-kibocsátási árakat a termelők, vagyis a kibocsátók könnyedén kigazdálkodják, annak költségét beépítik a termékük árába, azaz nem lesznek érdekeltek a kibocsátás csökkentésében. Azonban a magas egységárat már nehezebben tudják érvényesíteni és így rákényszerülnek az ÜHG-kibocsátás csökkentésére. A szakemberek tonnánként körülbelül 30 euróra becsülik azt az értéket, amelynek esetében a termelők már inkább beruházásban gondolkoznak, mintsem kvótavásárlásban, feltéve, ha ez az érték hosszú távon jelentkezik.

Márpedig az árnövekedést jelen esetben csak úgy lehet elérni, ha a piacon lévő egységek mennyiségét csökkentik. Ugyanis az elmúlt kereskedési időszakokban, hosszú éveken keresztül túl nagy mennyiségű egységet osztottak ki a legtöbb kibocsátónak az érvényben lévő szabályok alapján. Tehát a 2021-től tervezett időszakban olyan szabályokra lesz szükség, amelyek hatására csökken a kiosztandó ingyenes egységek mennyisége, sőt az hatással van a már piacon lévő egységek mennyiségére is. Meg kell említeni, hogy például a villamosenergia-szektor üzemeltetői a mostani kereskedési időszakban sem kapnak már ingyen kibocsátási egységeket, tehát nekik már a piacról kell beszerezniük a termelésükhöz szükséges egységeket.

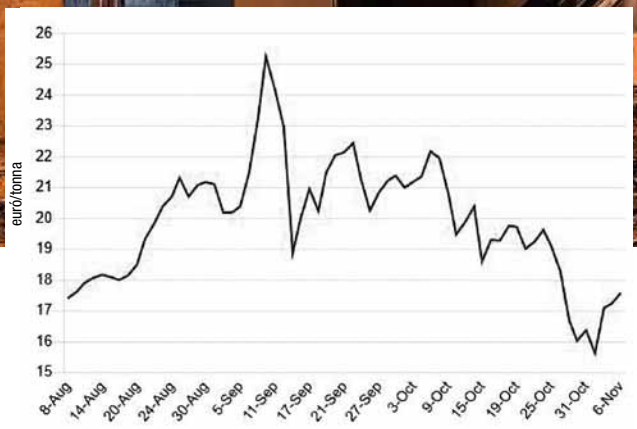
Az Európai Unió politikusai a tavalyi év végén áldásukat adták azokra a megszorításokra, amelyekkel reményeik szerint elérhetik majd a piacon lévő egységek csökkenését, ezáltal az árak növekedését, és amelyeknek a kidolgozása, finomítása jelenleg is folyamatban van. Lássuk melyek is ezek a módosítások.

Az egyik jelentős változtatás, hogy az évenként kiosztandó kvóták mennyiségének csökkenési arányát 2,2%-ra növelik a jelenlegi 1,74%-ról. Továbbá bevezetik a Piaci Stabilitási Tartalékot, ami annyit tesz, hogy ha az összes piaci többlet 833 millió egység fölé emelkedne, akkor az adott évben a tagállamok által aukcionálandó mennyiségből kivonják a többlet 12%-ának megfelelő mennyiséget, sőt akár meg is duplázzák ezt a kivonandó hatást. Azonban, ha az összes piaci többlet 400 millió egység alá kerül, akkor a tartalékból felszabadul és aukcionálásra kerül évi 100 millió egység. Elvileg ezt a 100 milliós számot is megduplázhatják, de piaci elemzők szerint a gyakorlatban nem várható visszatöltés 2030 előtt.

További intézkedés, hogy 2023-tól évente törlik a tartalékban felhalmozott egységek mennyiségét. Piaci elemzők szerint ennek az intézkedésnek az eredményeként 2030-ig összesen 2-3 milliárd kibocsátási egységet törölnek a tartalékból, aminek érdemben csak ezt követően lesz hatása a piacra.

Az ingyenes kiosztás meghatározásához használt képletben szereplő múltbeli tevékenységi szint (a 2014-2018 bázisidőszak éveinek átlagos termelése) meghatározásához jövő év májusáig kell majd adatokat szolgáltatni az Innovációs és Technológiai Minisztérium számára, amit továbbítanak az EU felé. Ennek részleteit várhatóan jövő év elején juttatják el a kibocsátókhoz.

A képlet másik elemét, a referenciaértékeket az ágazatokra jellemző létesítmények leghatékonyabb 10%-ának átlagából számítják ki és a kereskedési időszakon belül kétszer felülvizsgálják, annak érdekében, hogy megakadályozzák az elmúlt kereskedési időszakokra jellemző nagy számú ingyenes kiosztást. Ebből adódóan a referenciaértékek öt-öt évre konstans értékek, azonban például az acélipar esetében



Kibocsátási egységek árának változása az idei év második felében

2021-2025 között a „forró fém" referenciaértéket a minimális, évi 0,2%-os ütemmel csökkentik.

A szénszivárgási listában szereplő ágazatok 100%-os szinten kapnak ingyenes kiosztást 2021-2030 között, ide tartozik az acélipar is, azonban a listában nem szereplő ágazatok részére fokozatosan csökkentik, majd 2030-tól meg is szüntetik a kiosztást a távhőtermelés kivételével.

A következő kereskedési időszakban az évenkénti ingyenes kiosztás értékeit kétéves átlag figyelembevételével adják majd meg, és amennyiben 15%-nál nagyobb eltérést tapasztalnak akár pozitív, akár negatív irányba, akkor a kiosztandó érték korrigálásra kerül.

Sokak szerint az emissziókereskedelem piaci mechanizmusa ezek nélkül az intézkedések nélkül nem tudna működni, hiszen a kereslet és a kínálat nem generál olyan dinamikát, ami életben tartaná a piacot. Éppen ezért az EU ETS jelen állapotban csak mesterséges szabályozásokkal működtethető, ami miatt az árak alakulását lehetetlen előre jelezni még rövid távon is. Egy példa erre: szinte megmagyarázhatatlan, hogy mi az oka az idén szeptember közepén tapasztalt magas áraknak és az azt követő áresésnek. Továbbá nagyon nehéz az üzemeltetőknek olyan gazdasági megoldásokat javasolni, amelyek hatékony megoldást jelentenének a termelésükkel egyensúlyban lévő kibocsátási egység gazdálkodásra. Jó megoldásnak látszik, ha a kibocsátók nem bízzák a véletlenre az egységek évenkénti elszámolását, azaz folyamatosan megvásárolják a termelésükhöz szükséges egységeket. Erre lehetőséget kínálnak a határidős ügyletek, amelyek biztosítják az egységek jövőbeni árát, segítve ezzel a költségtervezést és csökkentve a kockázatokat. Azonban ennek a megoldásnak egyik hátulütője, hogy igen tőkeigényes, hiszen előre ki kell fizetni az egységek árát egy majdani teljesítéshez.

Fontos megállapítás, hogy 2018. első fél évében az egységek iránti kereslet már közel 50%-al nőtt, ami indokolható a kibocsátóknál rendelkezésre álló egységek csökkenésével is, de akár a tudatosabb kibocsátási egység gazdálkodással is.

A kerekasztal résztvevőinek együttes véleménye volt, hogy Földünk jövője érdekében rendkívül fontos a klímavédelem és ebben üdvözlendő az Európai Unió törekvése, azonban nagyon fontos lenne, hogy mindeközben ne hagyják figyelmen kívül az iparági szereplők érdekeit sem, hiszen létük több millió ember megélhetését jelenti Európa-szerte.

MVAE K+F SZIMPÓZIUM – 2018. SZEPTEMBER 26.

K + F SZIM
2018. szept
CÉL

SZILÁGYI IRÉN

K+F AZ ACÉLIPARBAN: FORRÁSOK, LEHETŐSÉGEK, KÖVETELMÉNYEK

Az acélipari kutatás-fejlesztés jegyében szervezte meg legutóbbi szakmai szimpóziumát szeptember 26-án a Magyar Vas- és Acélipari Egyesülés. A tagvállalatok, valamint a hazai egyetemek, kutatóintézetek együttműködésének elősegítését célzó, a hazai acélipar versenyképesség-növelésének lehetőségeit vizsgáló rendezvényen dr. Móger Róbert, az MVAE igazgatója ismertette az Európai Bizottság Szén- és Acélkutatási Alap (RFCS) struktúráját, működését, valamint beszámolt olyan, már lezárult, illetve folyamatban lévő kutatási projektekről is, amelyeknek magyar vállalatok is résztvevői.

A hazai és uniós K+F állami rendszeréről, valamint pályázati lehetőségekről is beszélt előadásában dr. Szabó István, a Nemzeti Kutatási, Fejlesztési és Innovációs Hivatal (KFI) elnökhelyettese. A Magyarmet Finomöntöde Kft. K+F tevékenységét Győri Imre ügyvezető igazgató mutatta be. Lenkeyné dr. Biró Gyöngyvér, a Bay Zoltán Alkalmazott Kutatási Közhasznú Nonprofit Kft. divízió igazgatója az ipari kutatás-fejlesztési projektek kihívásait elemezte, számos sikeres projekt tapasztalatai alapján.

MEGÚJULÓ KFI-SZAKPOLITIKA

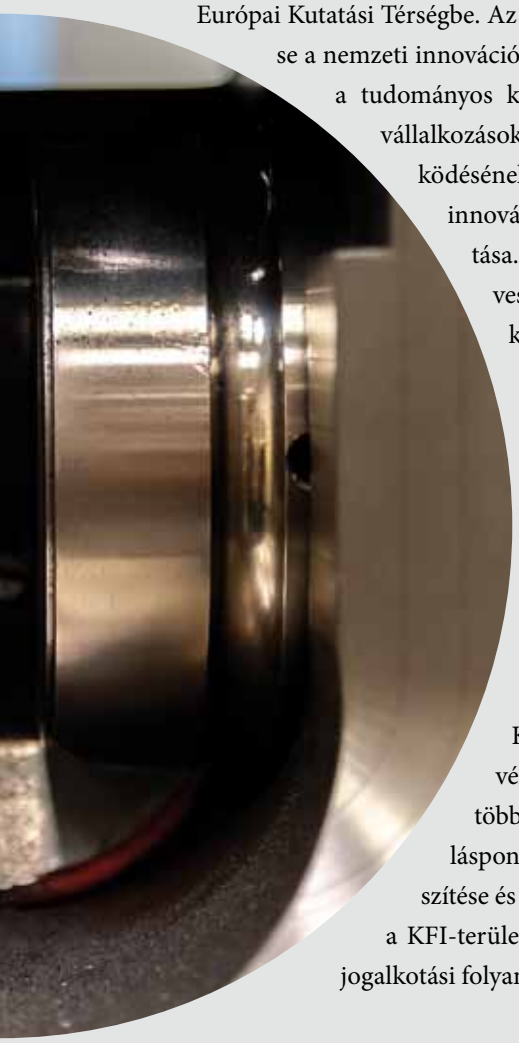
Dr. Szabó István bemutatta a magyar kormány megújuló KFI-szakpolitikájának struktúráját. Az állam stabil támogató környezet kialakításával igyekszik hozzájárulni a napjaink jelentős társadalmi kihívásaira adott válaszok megtalálásához. Ösztönzi a nemzetközi, különösen az európai beágyazottság növelését, előmozdítja a közszféra innovációját. Támogatja a kiválósági alapú kutatás-fejlesztést, a minden szervezetet érintő, nemcsak technológiai jellegű innovációt és a szemléletformálást.

A KFI-stratégia felépítésének és fókuszainak újragondolása adekvát szakpolitikai válaszokat próbál adni a változó nemzetközi iparági és innovációs környezet kihívásaira (globalizáció és globalizált gazdaság, öregedő társadalom, ipar 4.0., digitalizáció, klímaváltozás stb.) A tényalapú stratégia-alkotási módszertan a jövő várható trendjeinek figyelembevételével törekszik a társadalompolitikai és gazdaságpolitikai célok egyensúlyának megtartására, az ágazati stratégiák és azon területek támogatási célrendszerének összegzése, amelyek esetében a KFI ösztönző rendszer hozzá tud járulni az ágazati teljesítmény és versenyképesség fejlesztéséhez.

A magyar KFI-rendszer átalakítást követő, új struktúrájának két fő pillére a Kutatási Alap és az Innovációs Alap. A Kutatási Alap finanszírozási struktúrája a „leap of faith" modellen alapszik, ahol a bizalmon alapuló – nem projekthez kötött – finanszírozási rendszer hosszú távra biztosítja a kutatási projektek finanszírozását, amelyet átfogó minőségbiztosítási rendszer egészít ki. Míg az Innovációs Alap a vállalati innovációt támogatja, a Kutatási Alap forrásai kizárólag a felsőoktatási intézményekben és a kutatóintézeteknél hasznosulhatnak. Az újfajta megközelítésben az innováció alapvető célja, hogy a vállalatoknál új, saját termék jelenjen meg.

A NEMZETI KUTATÁSI, FEJLESZTÉSI ÉS INNOVÁCIÓS HIVATAL

Az NKFI Hivatal küldetése, hogy kialakítsa a kutatásfinanszírozás koordinált, kiszámítható és fenntartható ösztönzőrendszerét, amelyben a kiváló tudományos kutatások támogatásával és az innováció ösztönzésével Magyarország ne csak szabályszerűen, hanem célszerűen használja fel a KFI-célú forrásokat, erősítse hazánk globális versenyképességét és minél eredményesebben kapcsolódjon be az Európai Kutatási Térségbe. Az NKFI Hivatal célkitűzése a nemzeti innovációs rendszer megerősítése, a tudományos központok, vállalatok és vállalkozások dinamikus együttműködésének ösztönzése, a vonzó innovációs környezet kialakítása. A Hivatal aktívan részt vesz hazánk tudományos kutatási, fejlesztési és innovációs stratégiájának készítésében, kezeli a Nemzeti Kutatási, Fejlesztési és Innovációs Alap forrásait, képviseli Magyarország Kormányát és a magyar KFI-közösséget a nemzetközi és európai KFI-szervezetekben. Tevékenységi körébe tartozik többek között a magyar álláspont kialakításának előkészítése és szakpolitikai képviselete a KFI-területet érintő európai uniós jogalkotási folyamat során.



A MAGYAR VÁLLALKOZÁSOK ÉS AZ INNOVÁCIÓ

Dr. Szabó István megjegyezte, hogy a döntéshozók és szakpolitikusok számára is egyértelmű, hogy erősen fejlesztendő terület a magyar KKV-szektor edukációja az innovációval kapcsolatban. Meg kell találni az utat és a megfelelő módszereket ahhoz, hogy a vállalkozások megértsék: az innováció révén megtakarításokat eszközölhetnek, piaci jelenlétüket erősíthetik, működésük versenyképesebbé válik. Fel kell ismerni, hogy a vállalati innováció egy érték, ami nem feltétlenül a kutatásfejlesztésen és a tudományon alapul.

Az MVAE tagvállalatait illetően jó példa a sikeres pályázati tevékenységre egy közelmúltban elnyert támogatás. A TÜKI Zrt. sikerrel pályázott a Gazdaságfejlesztési és Innovációs Operatív Program (GINOP) támogatási rendszerében. A kétéves időtartamúra tervezett projektben az elnyert támogatás formája 900 millió forint összegű visszatérítendő, kamatmentes hitel, tízszázalékos önrész mellett. A pályázati projektben a TÜKI Zrt. partnerei az ISD DUNAFERR Zrt. mellett a Dunaújvárosi Egyetem, a Széchenyi István Egyetem, valamint a Miskolci Egyetem is.

A nyertes pályázati projekt célja a gépjárműiparban alkalmazott, melegen hengerelt, mikroötvözött szélesszalagok, valamint egy hidegalakításra rendkívül alkalmas lágyacélcsalád kifejlesztése. Ez utóbbi termékcsalád a dunaferres autóipari beszállítói program szempontjából rendkívül fontos. A fejlesztési projekttől a szakemberek javuló terméktulajdonságokat várnak, emellett cél a vevői igények maximális kielégítése, új technológiák fejlesztése, az acélgyártási folyamatok során az anyag- és energiafelhasználás, valamint a szén-dioxid-kibocsátás csökkentése.

IPARI KUTATÁS-FEJLESZTÉSI PROJEKTEK KIHÍVÁSAI

Lenkeyné dr. Biró Gyöngyvér, a Bay Zoltán Alkalmazott Kutatási Közhasznú Nonprofit Kft. mérnöki divíziójának igazgatója a társaságot bemutatva elmondta, hogy a magyar K+F-szféra meghatározó szakmai műhelye idén ünnepli fennállásának 25. évfordulóját. A vállalat állami tulajdonban lévő, de nem államilag finanszírozott kutatóintézet-hálózat, amely különböző divíziók keretében végez szakmai tevékenységet többek között az alábbi szakterületeken: anyagtudományok és technológiák, biotechnológia,

információs és kommunikációs technológiák, gyártmány- és gyártástechnológiák, környezetvédelem, üzemelési biztonság, szerkezetintegritás és megbízhatóság, logisztika, mechanikai, anyagszerkezeti, fizikai és kémiai-analitikai méréstechnika, ipari, gyártási folyamatokat támogató mérnöki szolgáltatások.

A kutatóintézeten belül három divízió keretében folynak a fenti tevékenységek. A Mérnöki Divízió jelenleg három telephelyen működik: Budapesten, Miskolcon és Egerben. Kecskeméten folyamatban van egy telephely kialakítása, ahol egy diódalézer központ is épül a Neumann János Egyetemmel közösen. Az Intelligens Rendszerek Divízió szintén a fővárosban és Miskolcon működik, a Biotechnológiai Divízió pedig Szegeden. Vannak horizontális szervezeti egységek is, ilyen a back-office funkciókat ellátó gazdasági igazgatóság, valamint a tudásmenedzsment-központ, amely nemzetközi kapcsolatok szervezésével, technológiai transzfertevékenységgel és különböző innovációs szolgáltatásokkal támogatja a szakmai divíziók tevékenységét.

A Bay Zoltán Kft. tevékenysége különböző szakmai szinteken folyik. Végez egyrészt tudományos értelemben vett legmagasabb szintű, alkalmazott kutatás-fejlesztési tevékenységet, de mérnöki szolgáltatásokat is nyújt, bizonyos területeken gyártási tevékenység is jelen van, illetve technológiai és laborszolgáltatásokat is kínál ipari partnerei számára. A különböző szintű tevékenységeket összeköti a kutatás-fejlesztési területen elért eredmények külső partnerek számára történő átadása, tehát egy külső technológiai transzfer, másrészt a kutatási eredményeket egy belső technológiai transzfer révén is továbbviszik a szintek között, vagy a mérnöki, vagy a gyártási, illetve a különböző szolgáltatási tevékenységekbe beépítve.

Az ipari partnerkapcsolatokat felvázolva a szakember megjegyezte, hogy több mint 200 vállalati partnerrel működnek együtt, a legkülönbözőbb iparágakból. Legtöbb megrendelőjük a járműipar területéről érkezik, de szolgáltatnak az energetikai iparba, a környezetiparba és számos más területre is.

A K+F és innovációs tevékenységek területén a vállalati partnerekkel történő együttműködéshez szükséges forrásokat jellemzően nemzetközi és hazai pályázati projektekből tudják előteremteni, illetve vannak olyan vállalatok is, amelyek hajlandóak saját forrásból is finanszírozni bizonyos fejlesztési tevékenységeket. Ezek a források egyrészt finanszírozzák magát a K+F-tevékenységet, másrészt lehetővé teszik kutatási infrastruktúra-fejlesztéseket is. Mindezek révén a kft. maga is fejleszteni képes a tudását, az eszközeit, tehát gyakorlatilag saját innovációs potenciálja is növekszik.

A vállalatokkal történő együttműködésnek különböző szintjei lehetnek. Vannak K+F-projektnek tekinthető tevékenységek, valamint tudás- és technológiaintenzív szolgáltatásnak tekinthető tevékenységek, amelyek eredményeiből létrejöhetnek szellemi alkotások, például szabadalmak vagy mintaoltalom alá eső eredmények, amelyek ezt követően a vállalatoknál hasznosulhatnak. Az együttműködés olyan vállalatokkal jön általában létre, amelyek nyitott innovációs stratégiát folytatnak, tehát nem „falakon belül” akarnak minden feladatot megoldani.

Egy ipari kutatásfejlesztési projekt előkészítése, megvalósítása mindig több fázisból áll. A kiindulópont, az első fázis minden esetben az, hogy konkrétan megfogalmazódjon egy adott vállalat K+F-igénye. Általában kétféle helyzet jellemző: az egyik, hogy a vállalat tisztában van a problémával, tudja azt is, hogy ezt a problémát milyen kutatásfejlesztési tevékenységgel lehet megoldani, de nincsenek meg hozzá a szükséges eszközei, tudása, és ezért felkeres egy kutatópartnert. A másik esetben az elérni kívánt célt fogalmazza meg a vállalat, de nem tudja, hogy azt milyen módszerekkel, milyen eszközökkel, milyen kompetenciák igénybevételével lehet elérni. Mindkét esetben részletesen meg kell ismerni az adott vállalati technológiát, az adott terméket, hogy utána adekvát projektelképzelést lehessen „letenni az asztalra”.

A második fázis a projekt részletes megtervezése, a szükséges erőforrások meghatározása. Kérdés, hogy egy igazi kutatásfejlesztési projekt esetében mennyire lehet pontosan tervezni. A feladatok speciális volta miatt nem mindig lehet egyértelműen megbecsülni azt, hogy mennyi időt, mennyi kutatói munkaráfordítást kíván egy projekt, sok esetben szóba jöhetnek alternatív megoldások is, ezért célszerű „step by step”, többlépcsős struktúrában felépíteni a projektet. Egy megfelelő szakmai és operatív projektmenedzsment mellett sikeresen végigvihető a teljes folyamat, amelynek eredményeképpen a partnervállalatnál új, vagy jobb minőségű termék, illetve technológia formájában hoz eredményt a befektetett munka, kreativitás és szakmai tudás.

FELFÖLDINÉ KOVÁCS ÁGNES energetikai szakértő, ISD DUNAFERR Zrt.

KÉZZELFOGHATÓ KÖZELSÉGBEN A KLÍMAVÁLTOZÁS

ADD MÁR, URAM, AZ ESŐT!

Az ENSZ Éghajlatváltozási Kormányközi Testülete (IPCC) új jelentésében azonnali hatékony intézkedéseket, átfogó gazdasági szerkezetváltást javasol az éghajlatváltozás súlyos gazdasági, társadalmi és környezeti kárainak kiküszöbölésére. Sokan ezeket a jelentéseket mégis riogatásnak tekintik, vagy úgy gondolják, hogy ezeket a problémákat a politika szintjén, az államok, világszervezetek, a döntéshozók, jogalkotók feladata megoldani. Pedig a valóságban ma már nap mint nap, személyes életünkben, munkánk során is szembesülhetünk a klímaváltozás, a globális felmelegedés hatásaival, melyeket kezelni kell az ipari és mezőgazdasági termelés fenntartása érdekében.

Európa napjainkban szembesül az éghajlatváltozás újabb hatásaival az extrém alacsony dunai vízállással, az aszályos, hosszan tartó meleg időjárással, vagy helyenként nagy viharokkal, hirtelen jött nagy mennyiségű csapadékkal, villámáradásokkal, földcsuszamlásokkal.

A Duna a második leghosszabb folyam Európában, fontos ivó- és iparivíz-bázis, nemzetközi hajóút, gazdasági tényező. Partján jelentős ivóvízkutak, ipari, mezőgazdasági és szállító társaságok működnek, melyek működése nagyban függ a folyó vízkészletétől.

Ivóvízként közvetlenül a mederből, tisztítások után kerül a Duna vize Baden-Württemberg tartomány mintegy 30%-ában, Ulmban, Passauban és néhány romániai településen. Magyarországon elsősorban a parti szűrésű kutak lettek nagyon elterjedtek, amelyek szinte az egész tágabb Dunamente, így Budapest ivóvízkészletét is biztosítják.

A Duna-part napjainkban
Fotó: Józsa Róbert

A Duna extrém alacsony vízállásos periódusai Magyarországon több millió ember ivóvízellátását, a folyó partjára telepített jelentős vízigényű vállalatok, mint például az ISD DUNAFERR és az MVM Paksi Atomerőmű működését nehezítik, veszélyeztetik.

Az MVM Paksi Atomerőmű, mint az ország legnagyobb nyersvíz-használó üzeme, a dunai vízkivételből biztosítja hűtő- és technológiai vizeinek mennyiségét, ami 2017-ben 2653,6 millió köbméter volt. Ez a mennyiség 0,165 m^3/kWh-s fajlagos hűtővíz-felhasználást jelent. A hűtővízrendszer elsődleges feladata a kondenzátorok hűtése, amely az energiatermelés nukleáris folyamataival nincs kapcsolatban, és vegyi kezelésektől is mentes. A Dunából kivett, fizikailag megtisztított (szűrt) víz, a felhasználást követően gyakorlatilag változatlan minőségben folyik vissza a befogadóba. A kibocsátott hűtővíz a befogadó Duna hőszennyezését nem, csak hőterhelését okozza, mivel a felmelegedés mértéke az ökológiai egyensúlyt nem bontja meg. Ennek érdekében a hatóságok a hőlépcső maximális mértékét és a Duna-víz hőmérsékletének maximumát határozzák meg, ezeket a korlátokat 2017-ben és mindeddig 2018-ban is betartotta az atomerőmű. [1]

Az MVM Paksi Atomerőmű, mint az ország legnagyobb nyersvíz-használó üzeme, a dunai vízkivételből biztosítja hűtő- és technológiai vizeinek mennyiségét, ami 2017-ben 2653,6 millió köbméter volt.

A Duna alacsony vízállása ellenére is elegendő hűtővíz áll az erőmű rendelkezésére, azonban már életbe léptették az erre az esetre kidolgozott többlépcsős intézkedési tervet. Eszerint az erőmű szakemberei gyakrabban ellenőrzik a vízszintet, a szűrőket és azokat a berendezéseket, amelyekkel kiemelik a vizet a Dunából. Az atomerőművet a létesítés előtti száz év legalacsonyabb Duna-vízállásához tervezték, ami azt jelenti, hogy „nem állhat elő olyan helyzet, amiben a biztonságos üzemeltetés veszélybe kerüljön". A folyó vízhozama az eddig mért legalacsonyabb vízállása esetén másodpercenként 800 köbméter felett alakult, míg a négy blokk hűtésére másodpercenként körülbelül 100 köbméter vízre van szükség. [2]

A Paksi Atomerőmű és a dunai beömlő 2018. október végén

Az atomerőmű témaköre után tekintsük át, hogy mi a helyzet a kohászatban. Az ISD DUNAFERR Zrt. alapanyagellátása és készáru-kiszállítása, valamint a nyersvízellátása nagymértékben függ a dunai vízállástól. Éves szinten mintegy 500 000 tonna ki- és berakodás (érc, szén, készáru, koksz és egyéb anyagok), és vízi szállítása valósul meg a dunaújvárosi kikötőben, melynek teljesítményét a Duna hajózhatósága nagymértékben befolyásolja.

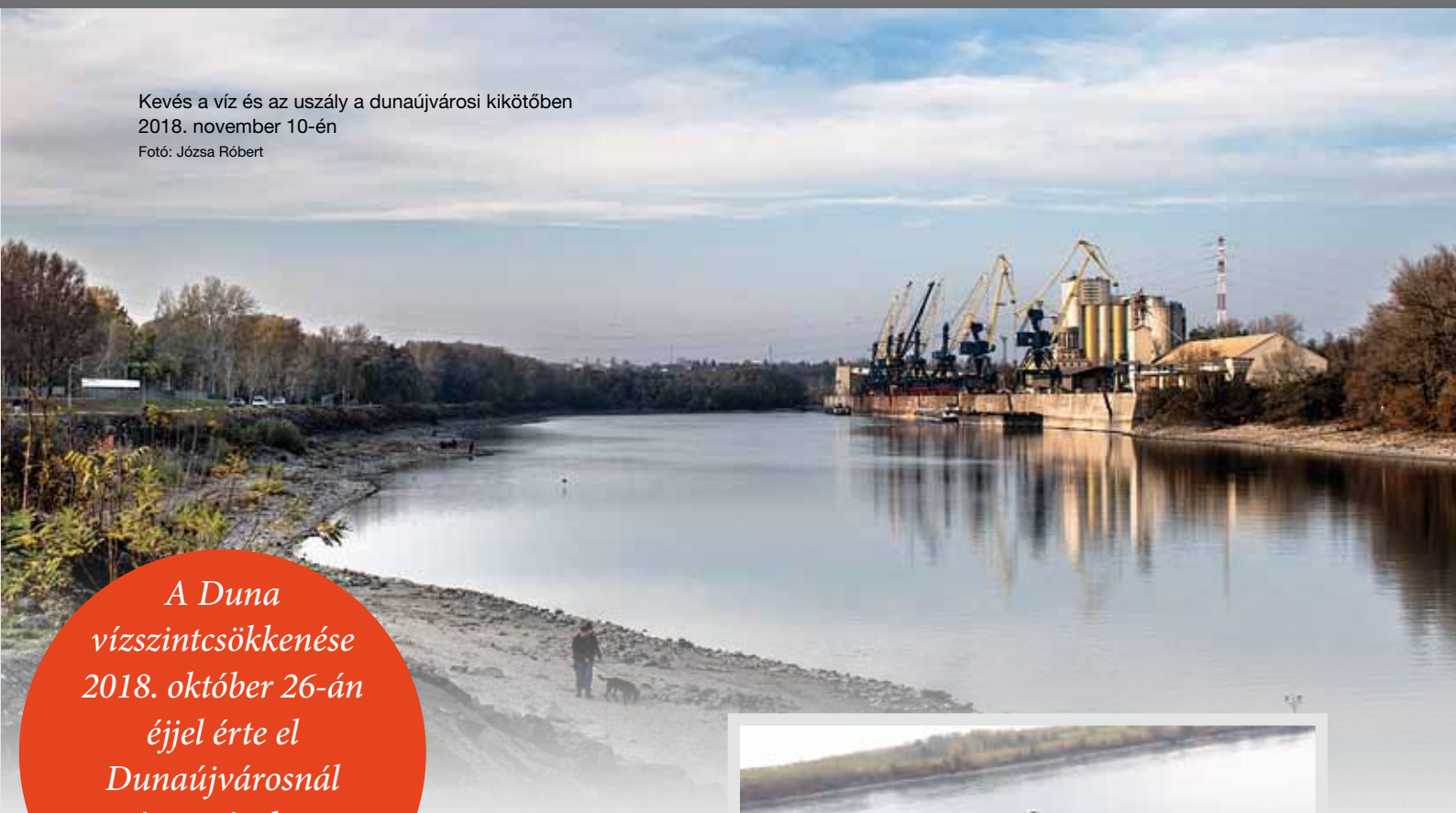
A jelenlegi, 2018-as év már biztos, hogy kivételes lesz abból a szempontból, hogy a hosszan tartó száraz periódus miatt augusztustól novemberig egyre nehezebb a hajózás, a teherszállítás a Dunán. Voltak és vannak időszakok, amikor teljesen vagy részlegesen le kellett vagy le kell állítani a hajóforgalmat, számos bárkát könnyíteni kellett.

A tengeri kikötőkből a teljes szállítmányokat át kellett irányítani közútra vagy vasútra, aminek többletmunka- és eszközigénye van, és a hozzá tartozó közúti és vasúti átrakás és szállítás jelentős többletköltséget okoz.

Az ISD DUNAFERR Zrt. szintén dunai vízkivétellel biztosítja a technológiai- és ivóvízszükségletét. Évi kb.100 millió köbméter vizet vesz ki és juttat vissza a Dunába, ez a mennyiség 2017-ben 93,813 millió köbméter volt a Paksi Atomerőmű 2653,6 millió m^3-ével szemben, de ez sem kevés. A teljes kohászati technológia hűtővíz-ellátása alapvetően a Dunától függ, vízforgalmi ábrája az alábbiak szerint alakult a tavalyi évben:

Október közepén már rekord alacsony vízállások voltak, nem volt tapasztalat arra nézve, hogy az ISD DUNAFERR vízellátása biztosítható lesz-e. Félő volt, hogy az egész vertikumot le kell állítani, ha a vízellátást biztosító I. sz. szivattyútelep nem tud elég vizet kiszivattyúzni a Dunából, vagy teljesen leáll, akár egy rövid idejű villamos üzemzavar miatt.

Ekkor az ISD DUNAFERR kezdeményezésére a Kormányhivatal elrendelte ezen a Duna szakaszon a vízijár-



Kevés a víz és az uszály a dunaújvárosi kikötőben 2018. november 10-én
Fotó: Józsa Róbert

A Duna vízszintcsökkenése 2018. október 26-án éjjel érte el Dunaújvárosnál új történelmi minimumát, a -82 cm-t.

művek sebességkorlátozását, és a személyforgalom teljes megtiltását a hirtelen vízszintcsökkenés megakadályozására.

Az energetikusok intézkedési tervet dolgoztak ki, a termelés fenntartása és az esetleges havária-helyzet elkerülése érdekében leállítási terveket készítettek. Az hűtővíz-felhasználást minden területen minimalizálták.

Az ISD DUNAFERR Zrt. energiaszolgáltatójának, az ISD Power Kft. vezetőinek és dolgozóinak megfeszített munkája kellett a havériahelyzet elkerüléséhez. Folyamatosan ellenőrizték az I. sz. szivattyútelep berendezéseit, a búvárok ellenőrizték a beömlő vezetékeket, tisztították a szűrőket. Rezgésdiagnosztikai mérésekkel nyomon követték a szivattyúknál jelentkező légbetörés esetleges kialakulását. Rakott bárka és ponton „keresztbe állításával" a dunai beömlőnél torlasztották egy kicsit a Dunát, csökkentve egyúttal a hajók okozta vízmozgásokat.

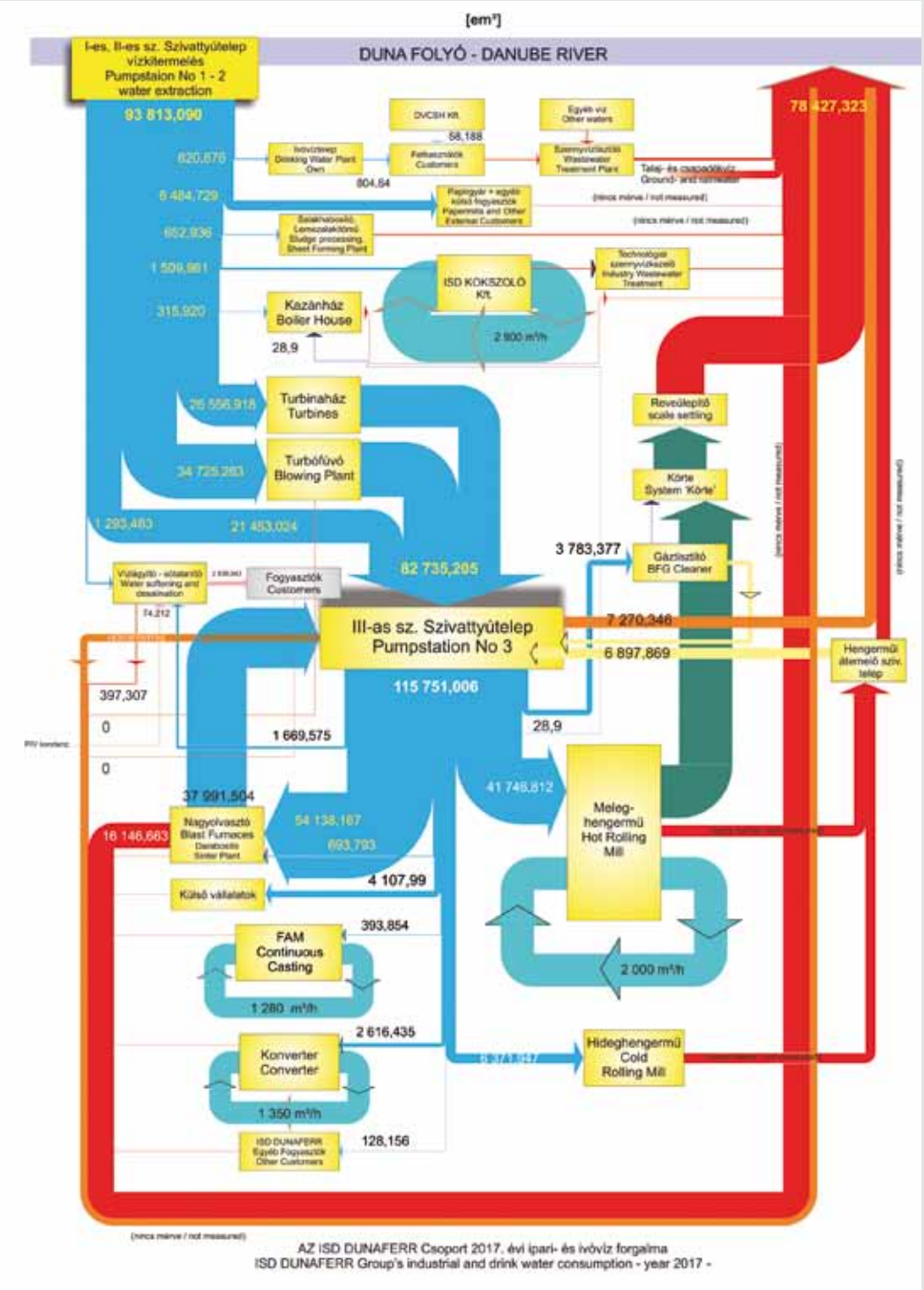
A szívóárokban a szivattyúk által kialakuló szívótölcsér csökkentése céljából műszaki átalakításokat végeztek. Kísérletet végeztek álló szivattyú visszaindíthatóságának vizsgálatára kritikusan alacsony vízszintnél. Bebizonyosodott, hogy ilyen vízszintnél a szivattyúk újraindítása már nem lehetséges. Számításokat végeztek dr.Vad János egyetemi tanár segítségével, hogy a ráfolyásos szivattyúink milyen mélységből tudnak még biztonságosan szívni. Miután kiderült, hogy már csak 3-5 cm tartalékunk van, meghoztuk azt a kockázatos döntést, hogy a három üzemelő szivattyúból egyet állítsunk le, ezzel emelve a vízszintet a szívóárokban. [3]

A Duna torlasztása rakott bárka és ponton „keresztbe állításával" a dunai beömlőnél

Ezek az intézkedések egyes esetekben „csak" centiméteres emelkedéseket jelentettek, de valószínűleg ez mentett meg minket a szivattyúk kiesésétől. Bebizonyosodott, ha leálltak volna a szivattyúk, akkor nem indultak volna vissza, és ez a teljes vertikum leállását okozta volna akár hetekre is, óriási gazdasági kárt okozva ezzel az ISD DUNAFERR Zrt.-nek. [3]

A Duna vízszintcsökkenése 2018. október 26-án éjjel érte el Dunaújvárosnál új történelmi minimumát, a -82 cm-t és azóta is alacsony a vízszint, csak kissé javult a helyzet. November közepén már újra –50 cm-nél tartunk és az előrejelzés továbbra is stagnálást mutat, kisebb nagyobb ingadozások mellett. A szakemberek, üzemeltetők még nem lélegezhettek fel.

A meghozott intézkedések hatására a legalacsonyabb dunai vízszintnél is fenntartható volt az ISD DUNAFERR



Az ISD DUNAFERR Csoport 2017. évi ipari- és ivóvíz forgalma

termelése, üzemzavarok és haváriás helyzetek nem alakultak ki. Sajnos, az azóta eltelt időszakban is alig-alig javult a helyzet, a továbbra is fennálló, hosszan tartó alacsony vízszint azt a képet vetíti előre, hogy a klímaváltozás felgyorsult, a szélsőséges időjárási helyzetek egyre gyakoribbak lesznek, melyekre nem csak globálisan, de helyi szinten is reagálni kell.

A gazdaság szereplőinek, így az ISD DUNAFERR-nek is újra kell gondolnia például a vízstratégiáját is. Vízstratégia kidolgozása tanulmány szintjén utoljára 2006-2007-ben történt a vállalatnál, a 2003-ban megindult és betervezett nagyléptékű technológiai fejlesztések, a meleg- és hideghengerműi kapacitásbővítő beruházások, a tervezett új erőmű építése kapcsán. Sajnos, a 2008. évi gazdasági válság a beruházások egy részét teljesen, másokat részlegesen söpört el, így az ipari vízrendszer fejlesztését célzó javaslatokból is csak igen kevés valósult meg.

Az akkori javaslatok, a meglévő tapasztalatok és a tudományos újdonságok alapján újra át kell gondolni a feladatainkat. Új vízstratégiát javasolt kialakítani mind a vízellátás, mind a vízfelhasználás terén. A 2006-2007-es tanulmányokban kisebb és nagyobb volumenű fejlesztési javaslatok vannak, melyeket természetesen újra aktualizálni szükséges, de a zárt vízrendszereket, hűtőtornyokat most már nemcsak gazdaságossági és vízminőségi, hanem ellátásbiztonsági szempontból is javasolt lenne legalább részlegesen megépíteni.

Terveim szerint következő cikkemben részletesen foglalkozni fogok a DUNAFERR hűtővízrendszereinek lehetséges fejlesztési irányaival.

IRODALOM

[1] http://www.atomeromu.hu/hu/Documents/K%C3%96JE-2017_scr06.pdf

[2] https://www.portfolio.hu/vallalatok/energia/paksi-atomeromu-intezkedesi-terv-lepett-eletbe.294834.html

[3] Az ISD Power Kft. „Kritikusan alacsony Duna vízállás (a valaha mért legkisebb vízszintnél közel 30 cm-rel kisebb) által okozott veszély csökkentése érdekében az ISD Power Kft. által megtett intézkedések” című anyaga

LASSÚ GÁBOR tanszéki mérnök, DR. TÖRÖK TAMÁS egyetemi tanár, műhelyvezető,
DR. SZABÓ GÁBOR egyetemi adjunktus, Miskolci Egyetem Műszaki Anyagtudományi Kar, Metallurgiai Intézet

TŰZZOMÁNC: EGY ÜVEGES OXIDBEVONAT ÉS ANNAK ÚJSZERŰ VIZSGÁLATI MÓDSZERE

Bevonattechnikai kutatások a Miskolci Egyetem, Műszaki Anyagtudományi Karának Kémiai Metallurgiai és Felülettechnikai Intézeti Tanszékén.

BEVEZETÉS

Manapság az alábbi tárgyak gyártásánál alkalmaznak tűzzománcozást: főzőedények, kályhák és tűzhelyek, fürdőkádak, zuhanytálcák, mosdók, mosogatók és falikutak, konvektorok és kandallók, bojlerek, háztartási berendezések alkatrészei, kályhacsövek, savállóan zománcozott vegyipari berendezések (tartályok, autoklávok), zománcozott silók, zománcozott hőcserélők, kipufogók, épületburkolatok, utcatáblák, KRESZ-táblák, alagutak burkolata, belső terek burkolata, betonacél zománcozása, valamint az iparművészet [1].

Nemzetgazdasági szempontból a vegyipari zománcozás említésre méltó, mivel a Lampart vegyszerálló tűzzománc komoly nemzetközi hírnévre tett szert a múltban. A vegyipari berendezések gyártása egy különleges piaci szegmens (egyedi gyártás), a volumenek kicsik, de a berendezések értékei nagyok. Sok esetben csak az egzotikus fém anyagok (Ta, Nb, Ni,Co) tudják felvenni a versenyt vegyi ellenállóképességben a vegyipari zománcokkal, de ezek gyártástechnológiája bonyolult és egyértelmű az árelőny a zománc javára. Tömegcikkek sorozatgyártására képes zománcozási technológiát is használó magyar gyártóüzemek: a Hajdu Zrt., az Ema-Lion Kft., a Wamsler SE Háztartástechnikai Európai Rt. Mindhárom cég európai hírű, exportképes vállalkozás.

Az ISD DUNAFERR Zrt. az alábbi, tűzzománcozásra is alkalmas acélminőségeket gyártja a magyar piacra a fent említett szereplőknek és exportra egyaránt: DC01EK, DC04EK, DD11.

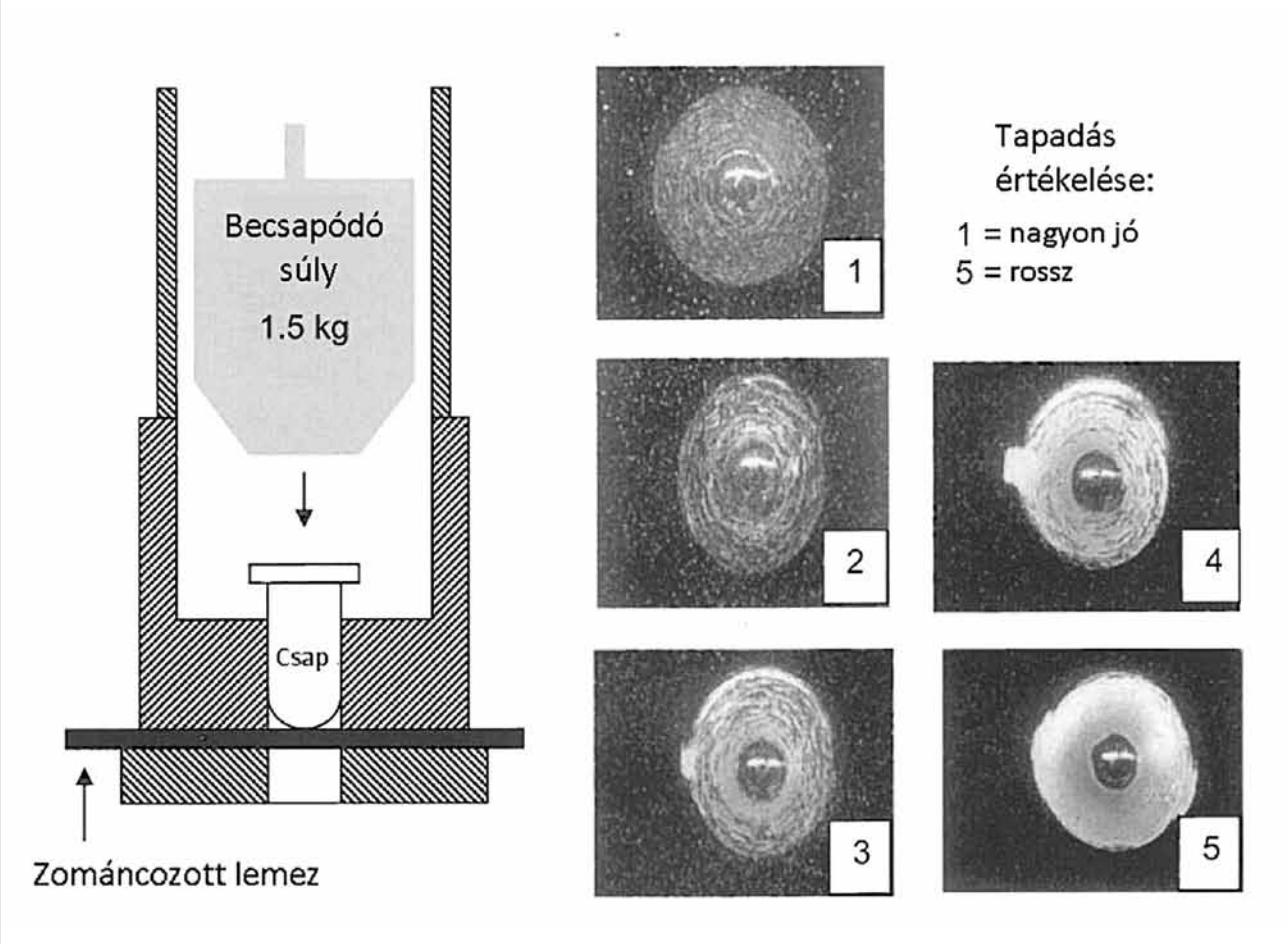
A tűzzománc-acél határfelület tulajdonságai befolyásolják a bevonat tapadóképességét és tartósságát. Ennek a határfelületnek a vizsgálata a szakirodalomban leginkább SEM + EDX (EDX: *Energy Dispersive X-Ray Spectrometry*), illetve TEM-technikákkal történik. Mi ezek mellett a technikák mellett a GD-OES mélységprofil-elemzést is felvonultatva vállalkozunk a kötőréteg mélyebb jellemzésére egy változó paraméter, a beégetési idő függvényében.

KÍSÉRLETI FELTÉTELEK

Az alább leírt módszerrel legyártott 1, 3, 5 jelű, és az égetési idővel (1, 3, 5 perc) azonosított, összehasonlításra alkalmas mintasorozat készült a TOBIZO Kft. laboratóriumában.

A mintákból a keresztcsiszolatok levágása, beágyazása és polírozása a Miskolci Egyetem Fémtani, Képlékenyalakítási és Nanotechnológiai Intézetében történt meg.

A vizsgálatokhoz a minták 100×50×1 mm-es DC01EK jelű lemezekből készültek. A lemezek a megszokott előkészítési technológiai lépéseken estek át (zsírtalanítás, sósavas pácolás). Ezek után az EMO FRITE-nél gyártott, alábbi átlagos összetételű (30–40% SiO_2; 20–25% B_2O_3; 15–20% alkálioxidok; 0–10% CaO, MgO, BaO; 0–5% R_2O_3; max. 2% CoO, MnO_2, CuO, Fe_2O_3; max. 0,3%, Sb_2O_3; max. 0,75% NiO; max. 5% fluorid), felhasználásra kész állapotú (ready-to-use) zománcfrittet vízzel és diszpergáló anyaggal összekeverve, megőrölve szuszpenziót képeztek. A mintalemezekre ezt a szuszpenziót mártással felhordták, majd azonos körülmények között szárították. Az előbbi műveleti sor eredményeként ugyanolyan alapanyagú és bevonatú kiszárított mintákat kaptak. Ezeket a mintákat később ugyanolyan, 820 °C-os hőmérsékleten, de eltérő égetési idővel beégették. A téglalap alakú mintákból kb. 10 mm magas cikkeket vágtak ki a rövidebb oldallal párhuzamos két metszés segítségével. Az így kapott cikkeket a SEM-vizsgálatokhoz beágyaztattuk, csiszoltattuk, políroztattuk olyan módon, hogy keresztmetszetük és ezzel az átmeneti rétegük, a SEM-technika segítségével megfelelő nagyításban láthatóvá, vizsgálhatóvá váljon. A próbadarabokon fény- és pásztázó elektronmikroszkópos vizsgálatokat végeztünk, felvételeket készítettünk. A pásztázó elektronmikroszkópos vizsgálatok (SEM) HITACHI S-4800 szkenning elektronmikroszkóppal BSE/SE (visszaszórt és szekunder elektron) (BSE: back-scattered electrons SE: secondary electrons) képalkotással történtek. A SEM-hez kapcsolt BRUKER AXS típusú EDS mikroszondával mértünk pont- és területelemzéssel elemi összetételeket etalon nélkül. A GD-OES mérések 40 W teljesítményen és 600 Pa nyomás (nagytisztaságú Ar) mellett történtek, Horiba Jobin Yvon Profiler 2 típusú berendezésen. A méréseket a bevonat teljes átporlasztásáig végeztük, ezután egy rövidebb, 5-10 perces méréssel meghatároztuk a maratási sebességet magában a zománcban, és ez alapján a vízszintes tengelyre mélységskálát illeszthettünk. A kráterek mélységét Mahr profilométerrel határoztuk meg. A kötés vizsgálathoz az EN 10209-es szabvány D mellékletben szereplő tapadásvizsgáló eszközt használtuk, az eredmények kiértékelése a szabványban megadott fokozatszámok meghatározásával történt. A zománcozott minták tapadásvizsgálatára a fenti számú szabványosított

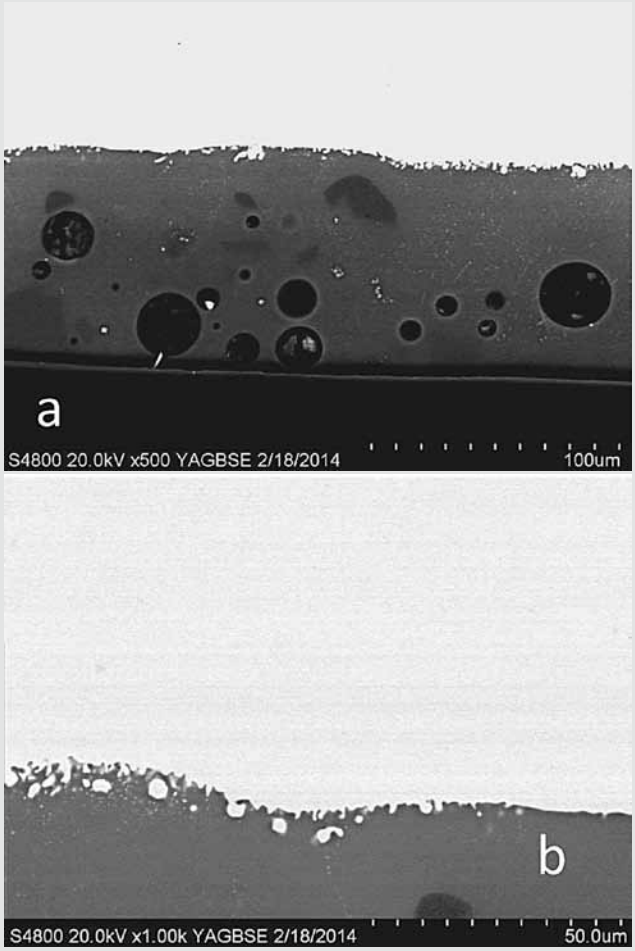


1. ábra: Az EN 10209-es szabvány D mellékletben szereplő tapadásvizsgáló eszköz és értékelési skála [2]

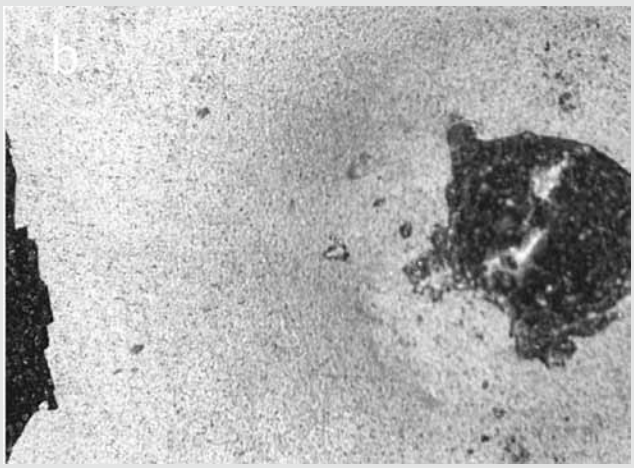
módszer a legelterjedtebb. A zománcozott lemez mintákat egy félgömb formájú csap segítségével deformálják, amire 1,5 kg-os súlyt ejtenek, a súly kezdő magasságát a szubsztrát vastagsága határozza meg **(1. ábra)**.

EREDMÉNYEK, ÉRTELMEZÉS

A továbbiakban égetési idő szerint sorban jellemezzük a SEM-felvételek és GD-OES-felvételek segítségével az átmeneti rétegeket, azok alakját és kémiai összetételét. Ezek mellett a tapadóképességi vizsgálat eredményeit is feltüntetjük, annak szemléltetésére, hogy az adott mikrostruktúra milyen kötési tulajdonságokat eredményezett. A szakirodalomban [3-9] szép számmal megtalálhatóak az átmeneti réteg mikrostruktúráját leíró közlések. Néhol kémiai összetétel mélységprofilokat is találhatunk, de mivel ezek általában röntgen mikroszondás technikákkal készültek, ezért a könnyű elemekről nincs sok információ. Ezt a hiányt próbáljuk pótolni az alábbi mérési eredményekkel a GD-OES-technika segítségével, kibővítve keresztcsiszolatokról készült SEM-felvételekkel, és tapadásvizsgálati eredményekkel, hogy a morfológia, elemi összetétel változások a mélység függvényében, és ezek hatása a kötőképességre egy helyen komplexen tanulmányozhatóvá váljon.



2. ábra: SEM keresztmetszeti felvételek az 1. minta átmeneti rétegéről a: 500x BSE, b: 1000x BSE

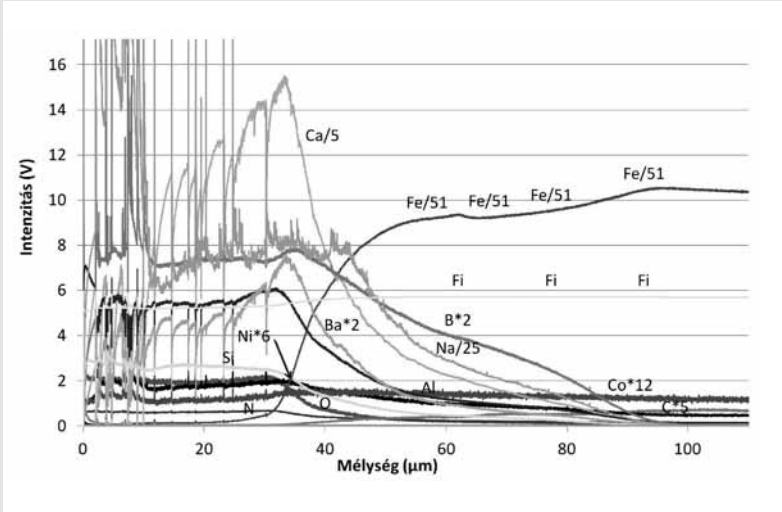


3. ábra: Az EN 10209 szerinti tapadási teszt eredménye: 5-ös fokozat (1-nagyon jó, 5-rossz)

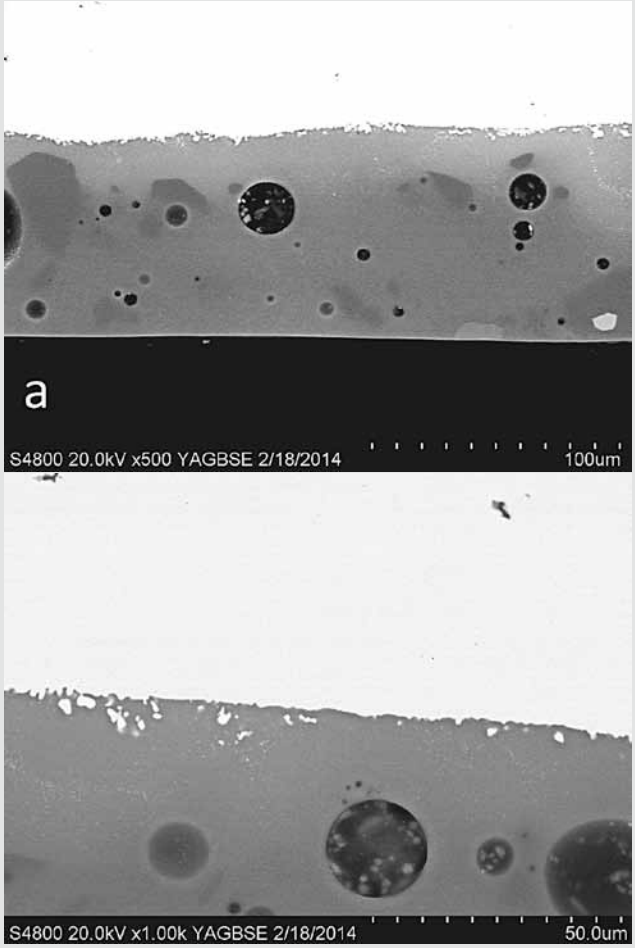
A **2. a** és **b ábrán** látható, hogy a tipikus, átmeneti rétegre jellemző fogazott struktúra itt nem figyelhető meg olyan módon és mértékben, mint azt mások dokumentálták a teljesen beégetett mintáknál [3]. A szubsztrát felületének durvulása sem számottevő mértékű.

A **3. ábrán** látható az 1 percig égetett minta tapadásvizsgálati eredménye, amely az 5 fokozatú skálából 5-tel, a legrosszabb fokozattal értékelhető [2]. A deformálódott területekről levált a bevonat.

Egy GD-OES minőségi mélységprofil esetében a vízszintes tengelyen a krátermélység (esetleg a mérési idő) a függőleges tengelyen pedig az intenzitási értékek olvashatóak. Az ábrákon a X/5 és a X*5 jelölések azt jelentik, hogy a mért intenzitások a *-jel utáni számmal való szorzásával, illetve a /-jel mögött álló számmal való osztásával mani-



4. ábra: GD-OES minőségi mélységprofil az 1. mintáról, a zománc felől az alaplemezbe haladva



5. ábra: SEM keresztmetszeti felvételek a 3 percig égetett minta átmeneti rétegéről a: 500x BSE, b: 1000x BSE

puláltuk az eredményeket a könnyebb áttekinthetőség érdekében **(4. ábra)**.

A GD-OES vizsgálati eredmények kiértékelését zavarja, hogy a mért intenzitások ennél a mintánál a zománc oldalán nagymértékben ingadoznak. Ennek oka lehet a sok gázbuborék. A Ca, Ba, B intenzitásában a határfelület közelében helyi maximum észlelhető, és ezen elemek a hordozó acél (szubsztrát) anyagával együtt kiporlasztódva, befelé haladva, széles mélységtartományban érik el a minimális értéket a többi zománcalkotóval együtt. A zománcalkotók intenzitáscsökkenésének kezdeti pontja és a teljes lecsengés közötti távolság kb. 50 µm, amely az átmeneti / átalakult réteg kiterjedése is egyben. A teljes bevonatvastagság pedig 80-100 µm körüli.

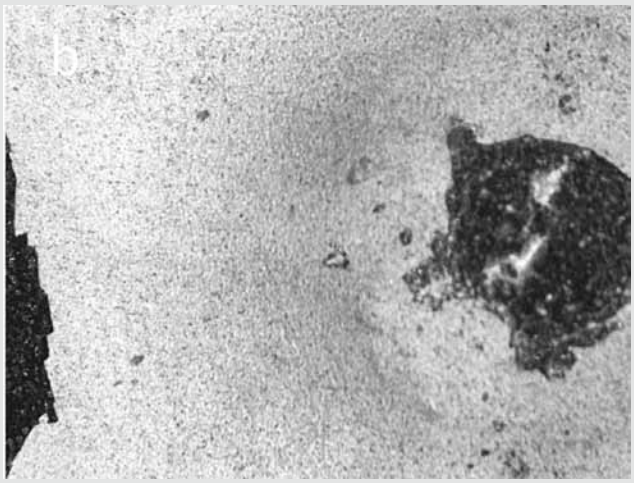
A tapadásvizsgálati eredményekből kiderült, hogy az 1 perces égetési idő nem eredményezett kötődést. A SEM-felvételek értékelése alapján elmondható, hogy csak az acél felületének zománc általi nedvesítése történhetett meg. De a kötésért felelős határfelületi kémiai reakciók nem, vagy csak nagyon kis mértékben játszódtak le. Nem történt meg a zománc-acél olyan típusú fúziója, amelyet a szakirodalomban megfelelő kötésnek minősítenek [6]. Megfelelő kötés esetén a belső határfelület két részre bontható: az acél szubsztráthoz közeli részben többségében amorf fém (néhol tűszerű dendritek is észlelhetőek) és üvegesedett kerámia találhatók; a zománc felőli rész pedig ennek ellenkezője: többségében üvegesedett kerámia, de emellett amorf fém részek is észlelhetők benne. A beoldódás elkezdődött (szigetek megjelenése), de az ötvöződés, vegyületképződés nem. Ezt az is jelzi, hogy az ún. kötőoxidok nem jelentkeznek eltérő mennyiségben a határfelület közelében (lásd a Ni és Co intenzitás-lefutásokat a 4. ábrán). A lokális maximumok (Ca, Ba, B), az oxigén- és a Si-jel magas szintje mellett képződnek, következésképpen oxidos, szilikát kerámia struktúrájú a határfelületi kapcsolódó réteg.

A 3 percig égetett minták határfelületi szerkezete kissé eltérő az eddig jellemzett, 1 percig égetett mintától. A határfelület tagoltsága kisebb mértékű **(5. ábra)**.

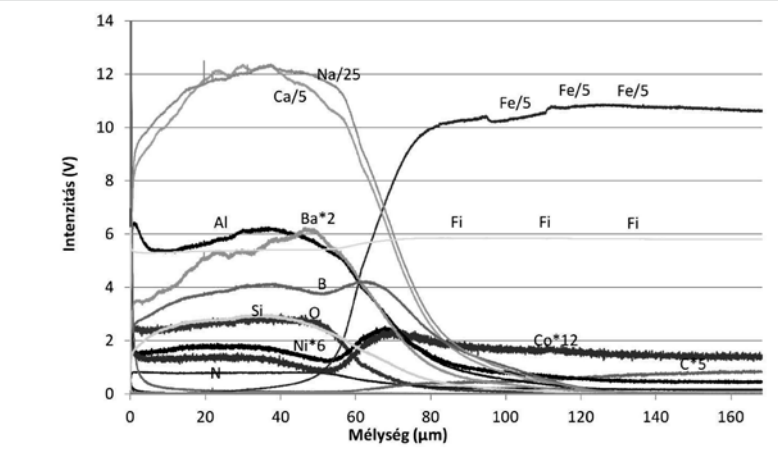
A bevonat tapadása a teszt alapján egy fokozattal jobb az előző mintánál.

Az eredményekből kitűnnek a B, Co, Ni határfelületi csúcsai, amelyek itt a Si- és O-jel csökkenése után jelentkeznek. Ezek mellett a Ba-jel helyi maximuma is megfigyelhető a határfelület közelében. Az átmeneti / átalakult réteg kiterjedése kb. 60 µm. A teljes bevonat vastagsága szintén 80-100 µm közelébe esik **(7. ábra)**.

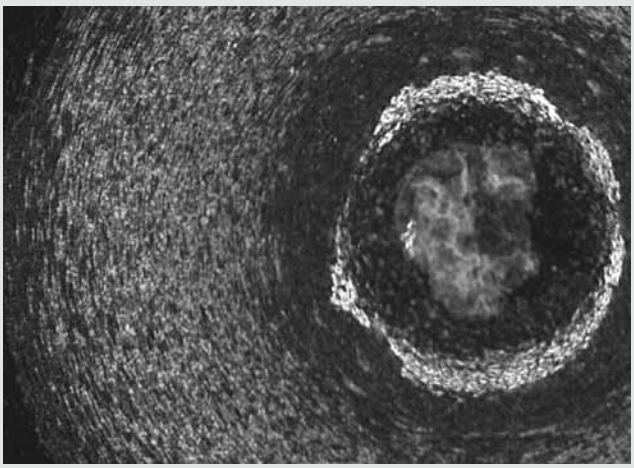
A tapadási vizsgálat javulást mutat az előző mintához képest, ez itt a teljesebb kötési/kémiai reakció lejátszódására utalhat. A bevonat színe hasonló, ezért az összetétel változása nem számottevő az előző mintával összehasonlítva. A határfelület mikroszerkezete éppen, hogy a rosszabb tulajdonságokat predesztinálná, mivel kevésbé durvult, mint az előző mintánál. A GD-OES-mérésekből



6. ábra: Az EN 10209 szerinti tapadási teszt eredménye: 3 fokozat (1-nagyon jó, 5-rossz)

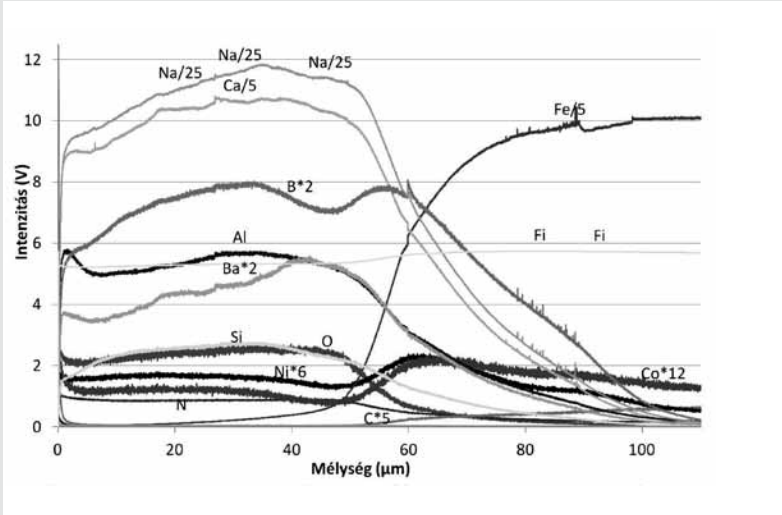


7. ábra: GD-OES minőségi mélységprofil a 3 percig égetett mintáról, a zománc felől az alaplemezbe haladva

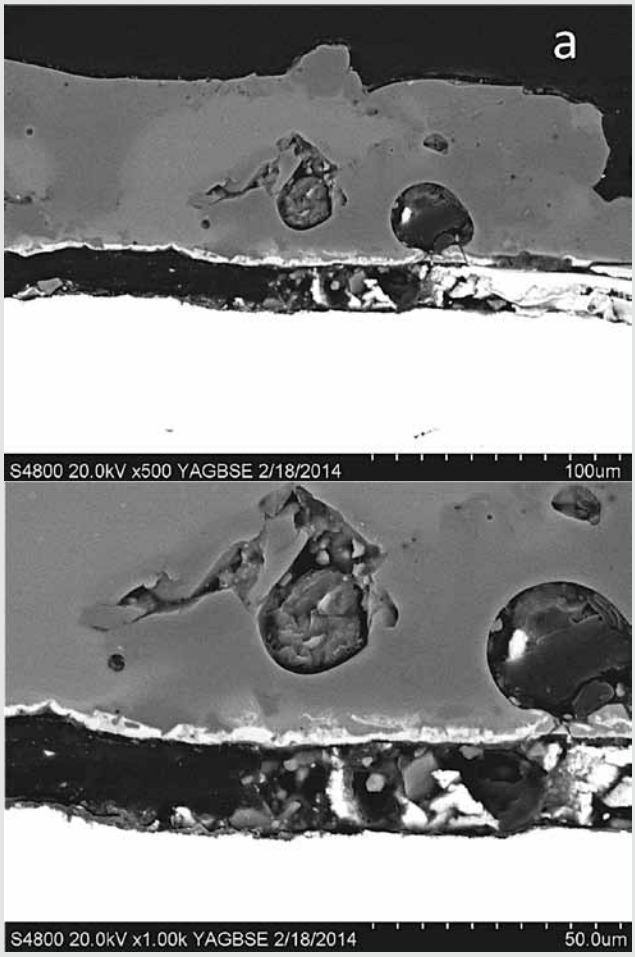


9. ábra: Az EN 10209 szerinti tapadási teszt eredménye: 3 fokozat (1-nagyon jó, 5-rossz)

kiolvasható különbségek: a Ba-jel maximumot ad az oxidos oldalon, a B-jel kisebb intenzitású, de szintén maximumot mutat a nem oxidos oldalon, a Ni- és Co-jel kissé nagyobb intenzitású csúcsa látható a határfelületen, a nem oxidos oldalon. A kötés kialakulásában – ezek alapján – a Ba-nak is van szerepe a zománcoldalról, a B-jel csökkenése nem okozott tapadásromlást, tehát a B nem



10. ábra: GD-OES minőségi mélységprofil az 5'-ig égetett mintáról, a zománc felől az alaplemezbe haladva



8. ábra: SEM keresztmetszeti felvételek az 5 percig égetett minta átmeneti rétegéről a: 500x BSE, b: 1000x BSE

befolyásolhatja azt közvetlenül. A kötőoxidok mennyiségének növekedése a tapadási tulajdonságokban is észlelhető. A kémiai/kötési reakciókba a 3 perces égetési idő mellett a Ba is bekapcsolódott, a kötőoxidoktól származó nagyobb csúcsintenzitás pedig teljesebb kötési reakciókat mutat.

Az 5 percig égetett mintánál a bevonat elvált a szubsztráttól. A buborékok szabályos kör/gömb alakja is torzult **(8. ábra)**.

A SEM-felvételekből levonható következtetésekkel szemben a tapadás csak kissé romlott, egy fokozattal rosszabb az előző mintánál **(9. ábra)**.

Az előző mintával teljesen megegyező képet mutatnak a GD-OES eredmények: itt is helyi maximumot képeznek a B, Ni, Co elemek, valamint a Ba a zománcoldalon. Az átmeneti réteg kiterjedése kb. 40 µm, a teljes bevonat vastagsága szintén 80-100 µm **(10. ábra)**.

A kötési reakciók lejátszódásának mértékében már nem lehet különbség, ez a GD-OES-felvételekből kitűnik, a határfelületi mikrostruktúra nem indokolja a tapadási vizsgálatot. A jelenség azzal magyarázható, hogy a tapadni képes átmeneti réteg (a konkrét határfelületi kapcsolódó réteg) a bevonat elválása után is a felületen maradt (ezt látjuk a **12. ábrán**). Nem a bevonat szakadhatott le a szubsztrátról, hanem a hosszú égetési idő miatt a bevonat kapcsolódó rétegének és felsőbb rétegeinek elválása történhetett meg. Ez magyarázható az összetételbeli/szerkezetbeli különbségekkel, amelyek belső feszültséget kelthettek az adott körülmények között.

KÖVETKEZTETÉSEK

A mérési eredményekből levonható következtetések:

1. Növekvő égetési idővel a zománc tapadóképessége, az optimum ennél a tulajdonság-együttesnél 3-4 perc között található.
2. Az 1 percig égetett minta kivételével mindenhol jól kivehető a Co, Ni beépülése a kapcsolódó rétegbe, ezen elemek direkt hatása a kötésre itt bebizonyosodott.
3. A bór szerepe a kötőrétegben nem volt ismert eddig, de vizsgálataink azt mutatják, hogy hasonló hatású, mint a jól ismert kötőoxidok elemei (Ni, Co). A vas-borát (FeBO3, Fe3BO6) vegyületek képződése a felület vas-oxidjával való reakcióban termodinamikailag lehetséges. Mivel a vas-oxidot a szubsztrátból a szárítási fázisban képződött és kristályszerkezetben kapcsolódnak, az ezekből fejlődő vas-borát vegyületek lehetnek tapadást elősegítő közbenső fázisok, amelyek mindkét atomszerkezethez kapcsolódnak (szubsztrát és bevonat) [9]
4. A bárium a 3 percig égetett mintától kezdődően dúsul a határfelületen a zománcoldalon, hatása nem egyértelmű. Lehetséges, hogy a zománcoldalról szintén segítheti a kötést.
5. A tapadásvizsgálat nincs összhangban a SEM-felvételekkel az 5 percig égetett mintánál. Ezt az magyarázhatja, hogy a bevonat belső összetételi/szerkezeti különbségei – egy adott égetési időn túl – a feszültségek miatt kettéválást okozhatnak, a tapadó réteg érintetlensége mellett.
6. Míg az 1 percig égetett mintánál még nem voltak kötési reakciók, csak nedvesítés, addig az 5 percig égetett mintánál a kötési reakciók túlzott mértéke már roncsolhatta a bevonat belső szerkezetét.

KÖSZÖNETNYILVÁNÍTÁS

Köszönet illeti a TOBIZO Kft.-t a mintadarabok legyártásáért (Biri József és Víz Józsefné közreműködésével), valamint Bodnárné Nyári Napsugarat a minták előkészítéséért.

IRODALOM

1. Barta Emil: Tűzzománcozás, http://www.mze.hu/tuzzom201301.pdf (2014.10.01)
2. Pemco Brugge bvba: Pemco Enamel Manual:, 2008, pp. 193-194
3. Leila Samiee, Hossein Sarpoolaky , Alireza Mirhabibi: Microstructure and adherence of cobalt containing and cobalt free enamels to low carbon steel: Materials Science and Engineering A 458 (2007) pp. 88–95.
4. K. Barcova, M. Mashlan, R. Zboril, J. Filip, J. Podjuklova,K. Hrabovska ,P. Schaaf: Phase composition of steel–enamel interfaces: Effects of chemical pre-treatment, Surface & Coatings Technology 201 (2006) pp. 1836–1844.
5. X. Yang, A. Jha, R. Brydson, R.C. Cochrane: The effects of a nickel oxide precoat on the gas bubble structures and fish-scaling resistance in vitreous enamels:, Materials Science and Engineering A366 (2004) pp. 254–261
6. Andrea Zucchelli, Giangiacomo Minak, Daniele Ghelli: Low-velocity impact behavior of vitreous-enameled steel plates, International Journal of Impact Engineering 37 (2010) pp.673–684
7. X. Yang, A. Jha, R. Brydson, R.C. Cochrane: An analysis of the microstructure and interfacial chemistry of steel–enamel interface: Thin Solid Films 443 (2003) pp. 33–45
8. Silvano Pagliuca:Project and Design of the Porcelain Enamelled Steel Composites: Turkish Ceramic Society (TDS) Porcelain (Vitreous) Enamels course, Anadolu University, 2011
9. Helmy Makram, LouisTouron, JeanLoriers: Phase relations in the system Fe2O3*B2O3 and its application in single crystal growth of FeBO3, Journal of Crystal Growth, Volumes 13–14, May 1972, pp. 585-587

DR. MUCSI ANDRÁS szakértő, ISD DUNAFERR Zrt.

FÉMEK KÉPLÉKENY ALAKVÁLTOZÁSÁNAK MECHANIZMUSAI (I.)

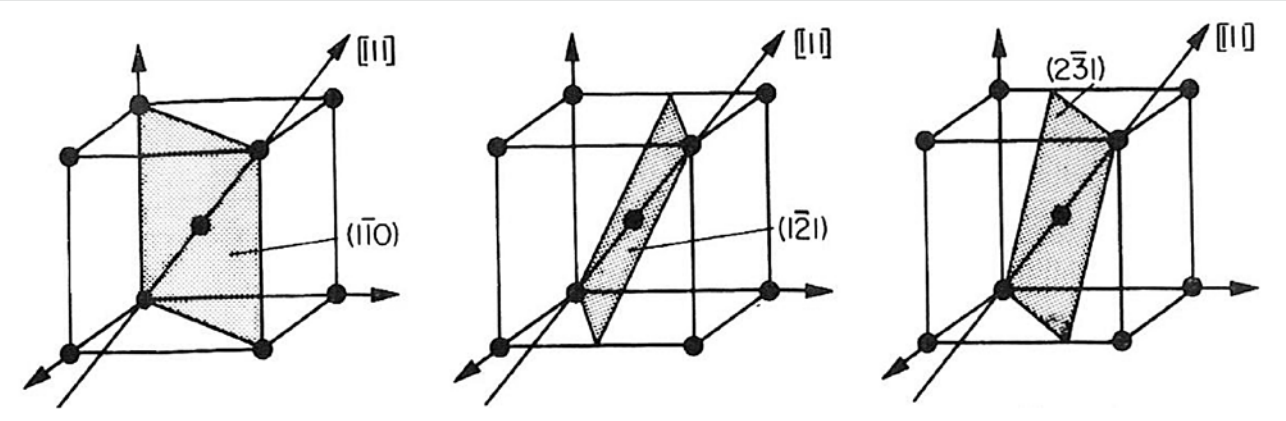
A fémek egyik legfontosabb tulajdonsága, az alakíthatóság már a modern emberré válás időszakában is jelentős szerepet játszott. A fémes anyagok közül először a természetben színfémként megtalálható réz, arany és ezüst került az emberiség érdeklődésének középpontjába. Később, illetve néhány területen rögtön a kőkorszak után a réz ötvözetei (pl. bronzok), majd később a vas jelentették az első fémtárgyak alapanyagát.

Kezdetben ezek a lágy fémek csak ékszerként, edények alapanyagául, illetve a gazdagság jeleként szolgáltak, a bronz és a vas megjelenése tette igazán hasznossá ezt az anyagcsoportot. De mely tulajdonságoknak is köszönhető mindez? Legfőképp a fémek (újra)olvaszthatósága, önthetősége és minden bizonnyal alakíthatósága, formálhatósága az, ami a többi anyagtípus közül kiemeli őket. Az alább következő néhány bekezdésben bemutatásra kerülnek azok az alapvető jelenségek, melyek a fémek képlékeny alakváltozását lehetővé teszik, illetve pontosabban fogalmazva a fémek képlékeny alakváltozásának folyamatában szerepet játszanak.

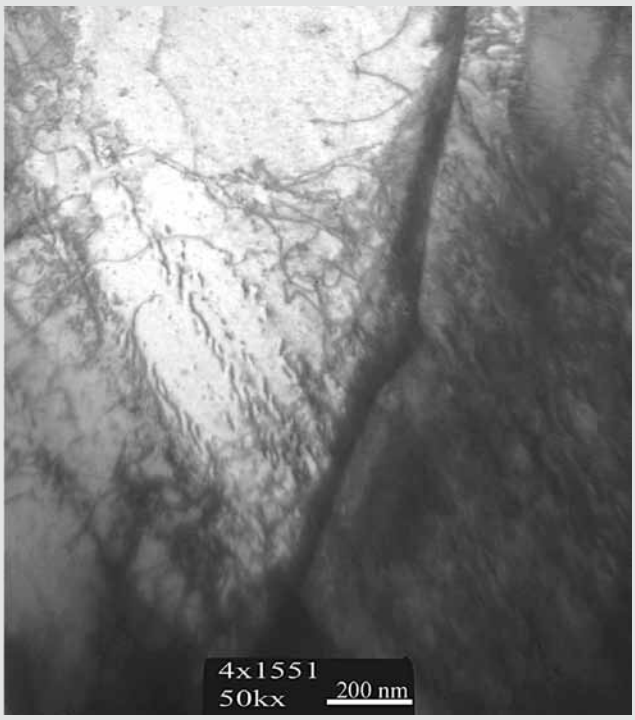
Bizonyára minden olvasó számára ismert tény, hogy a fémes anyagok atomjai rendezett módon, ún. fémes atomrács elemeiként alkotják a makroszkópikus testet.

Bizonyára minden olvasó számára ismert tény, hogy a fémes anyagok atomjai rendezett módon, ún. fémes atomrács elemeiként alkotják a makroszkópikus testet. (Meg kell jegyezni, hogy az egyensúlyinak, azaz ideálisnak tekinthető állapot az imént említett rendezett kristályos szerkezet, viszont speciális eljárásokkal létrehozhatók rendezetlen, amorf, üvegszerű, azaz nem kristályos szilárd állapotú fémötvözetek is).

Legyen szó bármilyen anyagról is, a képlékeny, maradandó alakváltozás során az atomok egymáshoz képest nagymértékű elmozdulásra kényszerülnek. Ennek az elmozdulásnak a lehetősége és nehézsége (feszültségigénye) szabja meg az anyag alakváltozó képességét, illetve folyáshatárát. Az elmozdulás ugyan lehetséges az anyag bizonyos részeinek egyszerre történő elmozdítására (pl. hibamentes egykristályok alakváltozása), ám sokkal egyszerűbb és könnyebb módon végbemegy az alakváltozás, ha sok kisméretű tartomány egyidejű elmozdulása megy végbe. Ezt teszik lehetővé a szerkezeti anyagainkban jelen lévő rácshibák,



1. ábra: A legtöbb acélt szobahőmérsékleten alkotó, térben középpontos köbös atomrács és a képlékeny alakváltozás jellemző atomsíkjai [1]



2. ábra: Diszlokációk képlékeny alakításra szánt lágyacél lemezben

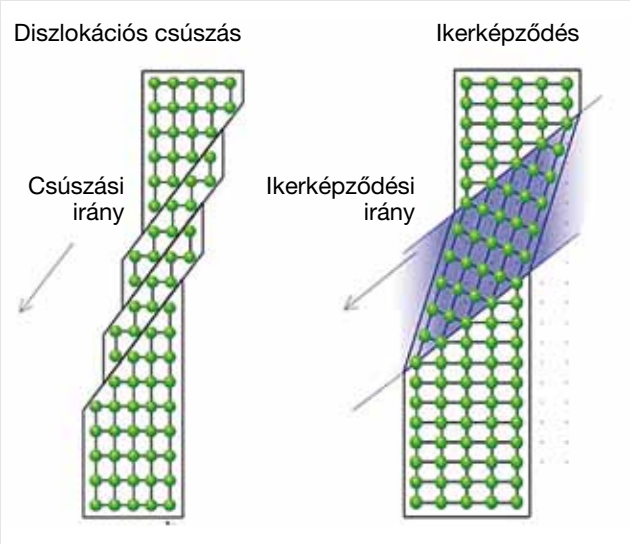
azok közül is főként az egydimenziós, diszlokációnak is nevezett (az angol dislocation szóból), azaz vonalszerű rácshibák.

A fémes szerkezeti anyagainkban háromféle diszlokáció létezik: az éldiszlokáció, a csavardiszlokáció és a kevert él-csavar jellegű diszlokáció. Mindkettő egy-egy hiányzó atomsort jelent az anyag belsejében, a különbség a rácsban való elhelyezkedés geometriájában keresendő. Az anyagon belüli diszlokációk jellegét (hogy azok él- avagy csavar jellegűek) röntgendiffrakciós vizsgálat alapján lehet megbecsülni.

A kristályos fémes szerkezeti anyagainkban a képlékeny alakváltozás többféle mechanizmus szerint megy végbe.

A kristályos fémes szerkezeti anyagainkban a képlékeny alakváltozás többféle mechanizmus szerint megy végbe. Az éppen bekövetkező alakváltozási mechanizmust az alábbi paraméterek határozzák meg:

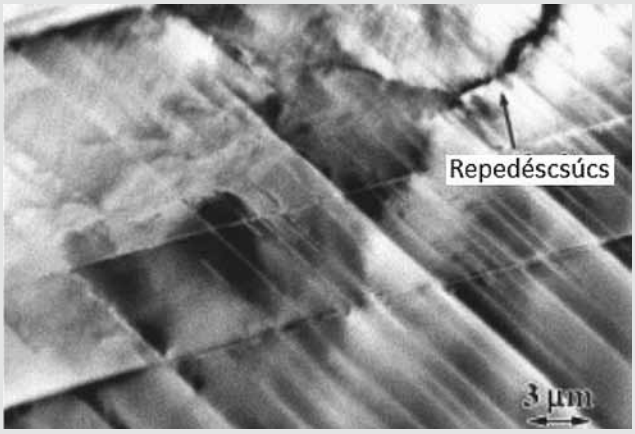
1. Az alakváltozás hőmérséklete
2. Az alakváltozás sebessége
3. Az anyag kezdeti rácshiba-sűrűsége (diszlokáció)



3. ábra: A diszlokációs csúszással és az ikersík-képződéssel történő alakváltozás [4]

Az iparban elterjedt alakítótechnológiákra és szerkezeti anyagokra jellemző alakváltozás főként a diszlokációk mozgása, azok sokszorozódásának és reakcióinak mechanizmusa szerint megy végbe. A vonalszerű rácshibák mozgása az atomok ismétlődő átrendeződésével történik, amelyhez – hasonlóan a diffúziós folyamatokhoz – idő szükségeltetik. Amennyiben nincs elegendő idő a diszlokációk mozgására, a képlékeny alakváltozás más mechanizmus szerint megy végbe. Nagyon kis hőmérsékleteken, az abszolút nulla fok környezetében végzett kísérletek bebizonyították, hogy a diszlokációs mozgást sok esetben felváltja az ún. ikerkristály-képződéssel való alakváltozás.

Hasonló a helyzet instabil repedésterjedés során a repedésfront közvetlen környezetében. A repedésfront nagy sebességű mozgása a környezetét olyan gyors alakváltozásra készteti, hogy nincs lehetőség az egyes diszlokációs mechanizmusok létrejöttére, emiatt ikersíkok képződése mellett megy végbe az alakváltozás.



4. ábra: Repedéscsúcs környezetében bekövetkezett ikersík-képződés [3]

Az imént vázolt eset szöges ellentéte az, amikor maga az alakváltozás sebessége és a terhelőfeszültség kicsi, viszont a hőmérséklet nagy, legalábbis a Kelvinben kifejezett olvadáspont 50-60%-ánál nagyobb. Ekkor a fő alakváltozási mód már nem a diszlokációs csúszás lesz, hiszen a folyáshatár alatti feszültségek nem képesek elindítani a vonalszerű rácshibák mozgását, hanem a pontszerű rácshibák atomról atomra való diffúziós mozgása és az ez által keltett lassú alakváltozás lesz a domináns alakváltozási forma. Ugyancsak a növelt hőmérsékletű alakváltozás tipikus formája a szemcsék egymáson való elcsúszása, a szemcsehatármenti alakváltozás. Az utóbbi jelenségeket kúszásnak nevezzük, és a nagy hőmérsékleten üzemelő gépalkatrészek tipikus alakváltozási és károsodási mechanizmusaként tartjuk számon.

5. ábra: Kúszásos alakváltozás miatt képződött mikroüreg polikristályos anyagban [5]

Az eddigiekben arról volt szó, hogy a pontszerű és a vonalszerű rácshibák mozgása révén jön létre a képlékeny alakváltozás (néhány bemutatott speciális esettől eltekintve). De mi történik, ha nincs, vagy csupán nagyon kevés rácshiba van jelen az anyagban? Ekkor egy bizonyos feszültség elérésekor hirtelen rengeteg diszlokáció képződik, mely lehetővé teszi a makroszkopikus alakváltozást. (Mi történik, ha nem tudnak diszlokációk keletkezni? Az ún. hasadósíkok mentén rideg jellegű törés következik be.) El is érkeztünk ahhoz a ponthoz, amikor meg kell említeni azt, hogy a vonalszerű rácshibák egymással reakcióba léphetnek, egymást akadályozhatják, egymást kiolthatják, valamint egy-egy diszlokáció kölcsönhatása különféle rácshibákkal további diszlokációk képződését teszi lehetővé.

A bemutatott néhány példa alapján látható, hogy a fémek képlékeny alakváltozásának mechanizmusai meglehetősen bonyolultak.

A bemutatott néhány példa alapján látható, hogy a fémek képlékeny alakváltozásának mechanizmusai meglehetősen bonyolultak. Az alapvető alakváltozási módok önmagukban is sokféle módon végbemehetnek; sőt, az alakváltozás, felkeményedés közben az alakváltozás mechanizmusa is megváltozhat. Ezen meglehetősen bonyolult, mély fémtani gyökerekig visszanyúló jelenségeket reményeink szerint egy későbbi cikk fogja tárgyalni.

IRODALOM

[1] R. W. K. Honeycombe: The plastic deformation of metals. Edward Arnold (Publ.) Ltd., Maidenhead, 2. kiadás, 1984.

[2] Prohászka János: Fémek és ötvözetek mechanikai tulajdonságai, Műegyetemi Kiadó, 2010.

[3] B.C.Ng, B.A.Simkin, M.A.Crimp, T.R.Bieler: The role of mechanical twinning on microcrack nucleation and crack propagation in a near-γ TiAl alloy, Intermetallics 12, 12, (2004), p. 1317-1323

[4] https://physics.aps.org/articles/v9/19 (2018.11.15)

[5] Alan F. Liu: Mechanics and Mechanisms of Fracture: An Introduction, ASM International, 2005, Materials Park, Ohio 44073-0002

Kellemes karácsonyi ünnepeket
és sikerekben gazdag,
boldog új esztendőt kíván
valamennyi partnerének
a Magyar Vas- és Acélipari Egyesülés!

(A fotón szereplő fenyőfa formát a Siemens mérnökei készítették, 3D nyomtatással, acél alapanyagból.)

MVAE