

FARKAS OTTÓ

A 150 éves Vaskohászati Tanszék alapításának indítékai és kezdeti eredményei

Az iskolarendszerű, hazai vaskohászképzés, a Selmecbányán 1735-ben alapított Bergschola (Bányászati-Kohászati Tanintézet) oktatási rendszerében még tanszéki szervezettség nélkül működött 28 éven át. A vonatkozó tudományos, illetve szakmai ismeretanyag folyamatos gazdagodása – a tanintézet megnevezésének azt követő módosítása mellett – szükségessé és lehetővé tette az egyes szakterületeket csoportosító szervezeti egységek, azaz tanszékek létrehozását. 1870-ben létrehozták a Fémkohászattani Tanszékét, 1872-ben a Vaskohászattani tanszékét.

A vaskohászat oktatását is ellátó tanszékek a következők voltak:

- Ásványtan, Kémia, Kohászat Tanszék (1763–1840)
- Kémia és Kohászat Tanszék (1840–1866)
- Kohászati és Kémlészet Tanszék (1866–1872)

A vaskohászat ismeretanyagát alkotó elméleti tudás és gyakorlati tapasztalatok gazdagodása szükségessé, az ipar és a társadalompolitikai helyzet pedig lehetővé tette 1872-ben az önálló Vaskohászati Tanszék létrehozását. Az akkor új tanszék másfél évszázados eredményes működése méltóvá teszi a tanszékalapítást a jelen megemlékezésre.

A tanszékalapításra közvetve ható körülmények

A 150 évvel ezelőtt, azaz 1872-ben létrehozott – akkor Vaskohászati és Vasgyártás elnevezésű – új tanszék alapításának szükségszerűségét és időszerűségét részben az elméleti alapok gyarapodása, a termelés mennyiségi és minőségi növekedésének elvárása, továbbá az oktatás, a kutatás és a gyakorlat hatékonyabb összhangjának igénye, másrészt pedig az osztrák-magyar kiegyezés által nyújtott kedvező lehetőségek indokolták.

Az alaptudomány és a gyártási technológiák fejlődése

Jelentősen gazdagodott a kohászat alapját képező, a 18. században kialakult fizikai kémia ismeretanyaga, melyben a vaskohászat, elsősorban a termodinamika, reakciókinetika és a kémiai egyensúlyok törvényeire épül.

Az új tanszék alapításának időköznyezetében (1872) már ismertek voltak vagy megszülettek a következő tudományos törvények is:

- A molekula- illetve az atomsúlyok problémakörének megoldása (A. Avogadro, 1811)
- A termokémia alaptörvénye (G. Hess, 1840)
- A termodinamika I. főtétele (R. Mayer, 1842)
- A termodinamika II. főtétele (R. Clausius, 1850)
- A kémiai egyensúlyi törvények (M. Guldberg és P. Waage, 1867)
- A periodikus törvény meghatározása (D. J. Mengyelejev, 1869)
- A szilárd és folyékony elegyek alapjait leíró fázistörvények (W. Gibbs, 1876)

Mindezek az alaptörvények segítették a technológiai rendszerek fejlesztését.

A vaskohászat 19. századi fejlődésére a működő technológiák alapvető korszerűsítése, az új termelő eljárások bevezetése, a nyersvas- és acéltermelés növekedése és a termékek fokozódó felhasználása volt jellemző.

A nyersvastermelés fejlődését a nagyolvasztók (Magyarországon 1880-ban 108 volt) méretének növelése, a faszénfelhasználás fokozott átváltása kokszra (1735-től), s a fűvószerű előmelegítése léghevítőkben (Magyarországon 1837-től) jellemezte.

Az acélgyártás akkor új eljárásai a következők voltak:

- Bessemer-eljárás (1855)
- Martin-eljárás (1865)
- Thomas-eljárás (1878)

A Martin-eljárás (majd Siemens–Martin-eljárás) telepítésére Salgótarjánban 1872-ben, Diósgyőrben és Resicán 1879-ben, Ózdon pedig 1895-ben került sor.

A vasipari termelés és termékfelhasználás alakulása

A nyersvastermelés a világon 1870-ben 12 millió, 1880-ban 18 millió, 1900-ban 40 millió tonna, Magyarországon pedig 1846-ban kb. 20 ezer, 1848-ban 48 ezer, 1880-ban 144 ezer tonna volt.

Az acéltermelés a világon 42,47 millió, Magyarországon 14 ezer tonna volt 1846-ban.

1841-ben jött létre a Rimamurány-Salgótarjáni Vasmű Rt., 1861-ben létesült az Aninai Vasmű, 1872-ben pedig végleges helyére telepedett a Diósgyőri Vasgyár.

Az acéltermékek felhasználásának fejlődési ütemét jelzik példaként a vasúti sínhálózat növekedésének magyarországi adatai. Ezek szerint 1870-ben 3471 km (a világon akkor 210 000 km), 1873-ban 6000 km, 1890-ben 11 240 km, 1900-ban pedig már 17 101 km hosszú volt a vasúti

Farkas Ottó DSc-professor és rector emeritus részletes szakmai életrajzát 2013/3. számunkban közöltük.

sínhálózatunk, vagyis 30 év alatt ötszörösére növekedett.

A 19. század elején induló ipari forradalom tehát a vaskohász ipar rohamos fejlődésének alapjait is létrehozta, s a század végén pedig már a különböző ötvözött acélok gyártása is kezdetét vette.

A vázolt adatok jelzik, hogy a vaskohászat jelentős fejlődése időbeni összhangban volt a vaskohászat oktatásával és művelésével foglalkozó új tanszék létrehozásának igényével.

A selmecbányai akadémia szervezeti rendje 1850–1867 között

Az 1848–49-ben lezajlott forradalom és szabadságharc sikertelenségének következményei a hazai ipar, azon belül a vaskohászat és az azt művelő szakemberek selmecbányai képzésének minőségére és fejlődésére – elsősorban szervezetiileg – kedvezőtlen hatást gyakoroltak.

Az 1846-ban jóváhagyott, de csak 1850-ben életbe lépett, s az érintett időszakban még érvényes új akadémiai szabályzat káros szervezeti és oktatástartalmi változásokat tartalmazott. Abban az akadémia nagyon elkülönült a selmecbányai főbányagrófi hivataltól, de azzal, hogy a főbányagróf az akadémia igazgatója, aki az akadémia felügyeletét közvetlenül a bécsi udvari kamara révén látja el, *Pauer János* tanár megfogalmazásában: „...az akadémia szervezetében az egész, lényegében teljesen hátramaradt állapotban volt.”

A pesti HETILAP egyik akkori számában „hazafias lánghalással és maró gúnnyal” ír arról a szemléletről, amely a bécsi kincstári igazgatás belső ügyének tekinti a Selmecbányán folyó szakemberképzést.

Az 1840–60 közötti évek zaklatott, bizonytalan időszakai nem kedveztek a hosszabb időtávra tervezett oktató-nevelő munkának.

A magyar ipar fejlődését pedig az osztrák tőkés érdekei fékezték. Így a magyar kohászati képzés és ipar egyaránt az idegen érdekek szolgálatában működött. *Kerpely Antal* meglátása szerint: „vasiparunk a legnyomasztóbb pangásban szenvedve lemaradt a világ vasiparának ropant és végtelen horderejű átalakulásában”.

Lényegében ezek az események okozták, hogy az akadémianak az európai szakmai-tudományos életben játszott eredményes kisugárzása és nemzetközi hatása jelentősen megcsappant a 19. század első felében.

A tanszék alapítást közvetlenül megelőző, vonatkozó időszak

Az 1867-ben létrejött Osztrák–Magyar Monarchia dualista államszervezetében a két állam parlamentje és kormánya egymástól függetlenül rendezte országa ügyeit a külügy, a hadügy és a kapcsolódó pénzügyek kivételével.

Ennek alapján a magyarországi bánya- és kohóipar, valamint az akadémia is a pénzügyminisztérium hatáskörébe került. A minisztérium nagy buzgalommal és pénzügyi támogatással fogott az akadémia – előző két évtizedben lemaradt – szervezeti és oktatási rendezésének megreformálásához és a szükséges anyagi támogatás biztosításához.

A magyar oktatási nyelvet – az addig német nyelvhasználat helyett – 1868-tól folyamatos bevezetéssel tették kötelezővé.

Az akkor még nagyon hiányos magyar szaknyelv és szaktársadalom létrehozásáért szakintézmények dolgozhattak minisztériumi anyagi támogatással. A támogatás kiterjedt a vonatkozó működési területekre, mint például szótárak, tan- és szakkönyvek, tanulmányok, szakmai publikációk stb. írásának megjelenítésére is.

A kohászat oktatása az új tanszék közvetlen megjelenése előtt

Ebben az időszakban a vaskohászat, a fémkohászat – vonatkozó öntészeti ismeretek bevonásával – oktatása az 1866-ban létrehozott Kohászati és Kémlészeti Tanszék feladata volt, ahol a kohászatot 1867-ig *Curter Ignác*, majd *Paulinyi Sándor* (részben *Richter Róbert*) 1868-ig oktatta. Paulinyi súlyos megbetegedése okán *Kerpely Antal* kapott megbízást ideiglenes tanári címen 1868-ban a kohászati tantárgyak oktatására. *Kerpely Antal* tehát még az új tanszék alapítása előtt kezdte meg akadémiai oktató és kutató munkáját.

Kerpely Antal (1837–1907) a Selmeci Akadémián kapott oklevelének birtokában a bánási, majd felvidéki vasgyárakban kezdte szakmai, tudományos tevékenységét. 1866-ban Szászországba kapott meghívást a nyersvas kén-telenítését szolgáló szabadalmának bemutatására. Ezen útvárhoz kapcsolódóan tanulmányozta Westfalia és Württemberg vasgyárait. 1864-ben szervezte és indította meg a nemzetközi vaskohászati szakirodalmi dokumentációját (*Bericht über die Fortschritte der Eisenhütten-Technik*), melynek két évtizeden át szerkesztője volt. A pénzügyminiszter a kiegyezés évében (1867) kinevezte a zólyombrézói vasgyári kerületbe főnökségi minősítésben.

1868-ban több új állásajánlatot, illetve ígéretet kapott, mint például a Kalánba tervezett új vasgyár építésének irányítója, majd vezetői pozíciója, illetve a zólyombrézói vasgyári kerület várhatóan felszabaduló főnöki pozíciójának átvétele.

Az akkor már jelentős szakmai, szakirodalmi és tudományos eredményekkel rendelkező *Kerpely Antal* nem a vázolt ajánlatok közül választott, hanem az akadémia hívását fogadta el az alábbi indoklással: „Régen az volt vágyaimnak netovábbja: tanár lenni az akadémian. Irodalmi téren való tevékenységre is ez ösztönzött.”

Így *Kerpely Antal* személyében nemzetközi hírnévű és rangú, kiváló magyar kohászegyéni vette át a vaskohászat oktatását.

Javaslat a vaskohászati oktatás új tanszékének létrehozására

Az oktatási és intézményirányítási rendszer átfogó reformjára 1872-ben került sor. A vaskohászat oktatása szempontjából ennek alapvető döntése az volt, hogy az elnevezésben egységes „bányász” képzést négy speciális szakra, azaz bányászati, fémkohászati, vaskohászati és gépészeti szakra bontották. Megjelent tehát az önálló vaskohászati szak.

A szakmai tananyagok gazdagodása, az elméleti megalapozottságuk növekedése egyre inkább szükségessé tette önálló vaskohászati tanszék létrehozását. Ennek gondolata már az 1868-tól ideiglenes tanárként fém- és vaskohászatot oktató Kerpely Antal megnyilatkozásában, illetőleg a Bányászati és Kohászati Lapok 1871. január 1-i számában meghirdetett oktatási programjában is megjelent.

Az új tanszék megalapításának javaslatát hivatalos formában először *Farbaky István* professzor (1865-től a matematika, 1872–1892 között a géptan oktatója és tanszékének vezetője, 1876–1892 között pedig az akadémia igazgatója volt) fogalmazta meg, az akadémia 1872–1904 közötti időszakra érvényes oktatási rendjének és tanterveinek kidolgozásában.

A vonatkozó tervezet a Bányászati és Kohászati Lapok 1871. évf. 10., 12., 13., 22. és 23. számában megjelent, ahol az utolsó pontban indokolja meg a csak vaskohászati oktatásával és művelésével foglalkozó új tanszék létrehozásának és vezető professzora kinevezésének szükségességét.

A Vaskohászat és Vasgyártás Tanszék

A vázolt előzmények után az 1872. szeptember 12-én kelt hirdetemény (BKL 1872. szept. 17.) közölte, hogy az előterjesztett új szervezeti javaslat 1872. augusztus 15-én királyi jóváhagyásra került.

A szervezeti javaslat jóváhagyása alapján és időpontjában létrejött a Vaskohászat és Vasgyártás Tanszék, melynek élére (az addig vas- és fémkohászati ideiglenes tanárként oktató) Kerpely Antal kapott rendes tanári kinevezést 1872. augusztus 16-án.

Személyében több évi gyakorlati, kutatási és nemzetközi rangú szakirodalmi sikerek alapján, kiváló magyar kohásztevénytársaság került az új tanszék élére.

Az új tanszék egyike volt a bányászati és a kohászati szakképzés összesen 12 tanszékének, melyeken belül az alaptantárgyakat közösen tanulták a szakok hallgatói.

Az egy-két tanársegéddel rendelkező új tanszékre és elsősorban vezetőjére háruló feladatok és elvárások természetesen beilleszkedtek azoknak az irányelveknek és terveknek a körébe, melyeket *Farbaky István* professzor az akadémia számára érvényesen a következőképpen fogalmazott meg: „Az akadémia, mely úgy nyelvére, valamint szellemére nézve is egy századon át volt idegen, feladata az iparágat lassanként nemzetivé átalakítani, a magyar nyelvet ezirányban kiművelni és a magyar bányászat számára az annyira szükséges szakértő férfiakat kinevelni.”

Közreműködés a magyar vaskohászati szaknyelv és szakirodalom létrehozásában

Az egy-két tanársegéd segítségével működő új tanszéknek és természetesen Kerpely Antal tanszékvezető professzornak egyik kiemelkedően fontos feladata volt, hogy az 1867-es kiegyezés által lehetővé vált és 1868-tól bevezetett magyar nyelvű kohászati oktatáshoz szükséges magyar szaknyelv gazdagításában, hiányainak pótlásában, szakirodalmának meghonosításában, azaz a magyar szaknyelvű társadalom létrehozásában aktív tevékenységgel vegyen részt. Az akadémia kiadványává vált Bányászati és Kohá-

szati Lapot 1871. január 1-i számában Kerpely Antal, a meghirdetett programját, a „Jelen tanév lefolytával végre magyar bányászakadémiánk lesz” mondattal indította, érzékeltetve az ügy sikeréért érzett felelősségét is.

A magyar műszaki szakirodalom és szaknyelv nagymértékű hiányosságának felszámolása érdekében Kerpely Antal, mint a Bányászati és Kohászati Lapok akkori (1871–1881) szerkesztője is biztosította, hogy a folyóirat rendszeresen foglalkozzon a magyar kohászati szaknyelv gazdagításával és fejlesztésével, hogy fokozatosan magyar nyelvterületre helyeződjen az akadémiai kutatási eredmények fóruma. Ehhez kapcsolódott, hogy Kerpely Antal professzor a Lipcsében német nyelven folyamatosan megjelenő tanulmányait egyidejűleg magyar nyelven is közölte a Bányászati és Kohászati Lapokban.

Azt, hogy a magyar nyelven megjelentetett, igen gazdag publikációjának jelentős részét német nyelven is közölte, azt azzal indokolta, hogy „...azt akartam elérni, hogy a szellemi érintkezés, a most már magyar nyelvű szakintézet és a külföldi között teljesen meg ne szakadjon.”

A magyar nyelvű vaskohászati képzés kialakítása

A magyar nyelvű kohászati képzés és az ahhoz tartozó könyvek és jegyzetek (1868-tól kezdve) magyar nyelven természetesen jelentősen hozzájárult a magyar nyelvű szakirodalom fokozott kialakulásához is.

Az első magyar nyelvű vaskohászati tankönyvet Kerpely Antal magyar királyi bányatanácsos, akadémiai rendes tanár írta „A vaskohászat gyakorlati és elméleti kézikönyve” címmel, mely két kötetben már 1873-ban és 1874-ben megjelent. A könyvekhez kétkötetes rajztábla is tartozott, a függelékek pedig több mint 2000 szóból álló, magyar vaskohászati terminológiai gyűjteményt foglaltak magukba.

Az oktatás tananyagának és a tudományterületnek gazdagításában jelentős eredményt hozott „A vaskohótelepek tervezése” című új tantárgy és magyar nyelvű tankönyvnek bevezetése, melyet a 800 oldalas „Die Anlage und Einrichtung” című könyve alapján, a berlini és a freiburgi bányászakadémiai oktatás tanterveibe is felvettek.

„A vaskohótelepek tervezése” című tantárgyat a harmadik tanév két félévében 2+4 órában, a „Vaskohászat, vas- és acélgépgyártás” pedig ugyanazon két félévben heti 5 órában oktatták. Az oktatási folyamat magában foglalta a kémiai elemzések vonatkozó ismeretanyagát is.

A 3. tanévben a vaskohászathoz kapcsolódó következő tantárgyakat is oktatták: Vasérc beváltás, érc- és salak-elemzés; Kémlészet; Vasgyári gépek szerkesztése és elmélete; Vasöntészet, mintázás.

A gyakorlati oktatás lehetőségei

A tanszék szegényes laboratóriumi felszereltségének gazdagítására irányuló törekvések eredményeként Kerpely Antal viszonylag hamar elérte, hogy a tanszéken legyen Bessemer-konverter, a hozzá tartozó kupolókemence és levegőfúvó berendezés. A kémiai elemzési lehetőségek mellett mikroszkópi vizsgálatokban is részt vehettek a hallgatók is a gyakorlati foglalkozások keretében. A leghasznosabb gyakorlati foglalkozásnak Kerpely a legkülönbözőbb viszo-

nyok között működő hazai és külföldi kohászati mintatelepek üzemlátogatásait tekintette és ennek szellemében szervezte azokat.

Oktatási, kutatási és fejlesztő tevékenységeket segítő tanársegédek, név szerint *Dérer Mihály* (1872–1873), *Wodicska Antal* (1873–1875), *Wanschada Károly* (1875–1878), *Jónasch Antal* (1878–1879), *Schröder Gyula* (1878–1880) és *Probstne Alfréd* (1879–1881) voltak, azaz egy-egy időszakban 1-2 segédező állt rendelkezésre.

A tanszék a kezdeti időszakban alkalmatlan és elégtelen magánépületekben bérelt helyiségekbe volt bezsúfolva. Az előadások és a laboratóriumi munkák az ún. Belházy-épületben folytak.

A vaskohász oklevél megszerzésének rendszere

A három évre csökkentett tanulmányi idő abszolutoriummal és végbizonyítvánnyal végződött. Ezt kétéves üzemi-szakmai gyakorlat teljesítése, majd az államvizsga követte, melynek eredményeként (1895-ig) „okleveles vaskohász” oklevelet kaptak a végzetek.

A kohászoképzés az elmélet és a gyakorlat összhangjának folyamatos feltárása és kidomborítása révén új alapokra helyezett oktatási rendszer eredményeként Kerpely Antal, s az általa vezetett tanszék nevelte a hazai vaskohász szakemberek tudományosan megindokolt cselekvésre képes új nemzedékét, melynek tagjai külföldön is jó hírnevet szereztek.

Akadémiai tevékenységének elismerését jelentette az is, hogy 1876–1878 között Kerpely Antal volt a Selmeci Akadémia igazgatója, növelve egyben a tanszék intézményi rangját is.

Kutatási tevékenységek és eredmények

Kerpely számára nyilvánvaló volt, hogy korszerű és rangos oktató munkát csak a szakterület tudományos ápolásával végezhet. Erre nevelte munkatársait is. A tanszék első és kiemelkedő jelentőségű kutatómunkájára 1872–1876 között került sor a „Vas és legfőbb vegyületei és öntvényei fizikai és kémiai tulajdonságainak megvizsgálása elméleti és gyakorlati szempontból, különös tekintettel a magyarországi nyerstermékekre” címmel.

Az eredmények feldolgozása révén útmutatást adott az egyes nyersvasfajták acéllá történő feldolgozásához. Ehhez ő maga is végzett beszemerezési kísérleteket a tanszéki laboratóriumban.

„A vas kémiai alkata és szilárdsági tulajdonságai közötti összefüggés feltárása” című kutatómunkához egy prágai egyetemi tanárral együtt elektromágneses keménységmérő műszert szerkesztett, a szilárdságvizsgálatokat pedig a budapesti mechanikai laboratóriumban végezték el.

A vasúti sínek keménységének mérésére 1878-ban Kerpely az egész világon úttörőnek minősülő módszert dolgozott ki. Több szabadalma valósult meg hazai és külföldi vaskohászati művekben.

Minden bizonnyal Kerpely volt az, aki először foglalkozott hazánkban metallográfiával és használt mikroszkópot, illetőleg felvételeket vasfajták szövettani tanulmányozásához.

A tanszék kutatómunkáinak eredményeit Kerpely szakirodalomban is rögzítette. Például 1877-ben jelent meg a „Magyarország vaskövei és vasterményei” c. könyvméretű kiadványa. 1877-ben jelent meg „A vaspályasínek tulajdonságaira vonatkozó kísérletek és tanulmányok” című könyve is magyarul, 1878-ban pedig Lipcsében németül.

„A vas kémiai alkata és keménysége közötti összefüggések” című tanulmánya a tudományos akadémiai székfoglalójának szerepét is betöltötte.

Tudományos és oktató munkásságának eredményességét jelentősen segítette, hogy kiterjedt idegennyelv-ismerte (hat nyelv) révén Európa valamennyi jelentős vaskohászati gyárával személyes, alkotó kapcsolatban állt.

Vaskohászati elmaradottságának felfedése és orvoslásának javaslata

A tanszékhez tartozó közvetlen feladatkörök és az ahhoz kapcsolódó működési tevékenységek területén elért kiemelkedő sikerek mellett Kerpely nem volt megelégedve a hazai kohászat – ugyanezen időszakban – tanúsított csekély fejlődési eredményeivel. Amint azt önéletrajzában írta: „...a magyar alkotmánynak 1867-ben történt visszaállítása után az ipar és nevezetesen a bánya- és kohóipara terén, a fellendülés némi nyomai észlelhetők ugyan, de igazán csak vergődés az, a hosszú rabsága utóhatása alatt.”

Kerpely Antal és általa a tanszék kiterjedt ipari feltáró munkájának eredményei alapján az ország pénzügyminisztere felismerte, hogy a régi, kincstári vasgyárak elmaradt állapotát korszerűsíteni kell. Ennek érdekében 1881-ben felkérte Kerpely professzort a fejlesztési feladatok kidolgozására és végrehajtásának irányítására.

Sok habozás, konzultáció és tanakodás után arra a meggyőződésre jutott, hogy a kitüntető megbízást el kell fogadnia, mert ahogy önéletrajzában írta: „ha visszautasítom én, aki annyira kikeltem a kincstári vasgyárak gazdálkodása és elmaradottsága ellen, jogosan azt a gyanút kell, hogy felkeltsem, mintha nem éreznék bátorságot a gyakorlat terén megvalósítani a papíroson több ízben hangoztatott reformokat...”.

Ennek megfelelően a pénzügyminiszter Kerpely Antalt 1881. február 3-án a magyar királyi vasgyárak központi igazgatójává nevezte ki, miniszteri tanácsosi címmel felruházva.

Igy 1881-ben az akadémiának, s vele a Vaskohászati és Vasgyártás Tanszéknek meg kellett válnia Kerpely Antaltól, hogy a tudás és a tenni akarás, a magyar vaskohászati fejlesztésének közvetlen szolgálatába állhasson. „A sokévi elmaradottságot tőke és piac hiányában csak lassan, rendkívül lassan sikerült pótolni”, írta önéletrajzában. A magyar vaskohászati ipar fellendítését ő kezdeményezte és közreműködésével támogatta.

Kerpely Antal és általa a tanszék elismertsége és jelentősége

Az 1872-ben (a jelen közlemény éves dátumához viszonyítva 150 évvel ezelőtt) Selmecbányán alapított Vaskohászati és Vasgyártás Tanszék, a Kerpely Antal irányítása alatt 9 éven át tartó működése során az oktatás korszerűsége, a kutatás elméleti megalapozása, a magyar szaknyelv meg-

alkotása és meghonosítása, az akadémiai működési rendszer korszerűsítése és részben a hazai vaskohászati ipar fejlesztése témaköreiben elért kiemelkedő eredmények révén hazai és nemzetközi szinten egyaránt rangos elismerésben részesült Kerpely Antal, s általa az új tanszék is.

Ebből következően az akadémia és azon belül a vaskohászati képzés, Európára is kisugárzó, kedvező hatása akkor ismét megjelent, bizonyítva a tanszék alapításának helyességét.

Kerpely Antal – az MTA levelező tagsága (1877) mellett – 1877-ben II. osztályú vaskoronarendet, 1892-ben pedig lovagi címet kapott.

Kerpely Antal vált a magyar vaskohászat világhírnévre is szert tett legnagyobb alakjává. Kiemelkedően gazdag és szakmailag is művelt alkotó eszmeisége – az utódok igyekezetével összhangban – végig kísérte az eddig 150 éven át működő Vaskohászati Tanszék oktató és fejlesztő tevékenységének sikerekre törekvő gondolatvilágát.

HÁRI LÁSZLÓ

Vaskohászati hulladékok felhasználási lehetőségei a cementklinkergyártásban

A portlandcementek hagyományos nyersanyaga a mészkő és az agyag, melyhez még kis mennyiségben vas- és kéntartalmú pótlékokat használnak fel. A fenti anyagokból előállított cementklinkerhez kis mennyiségű gipszet vagy olykor nagymennyiségű olyan kiegészítő anyagokat kevernek, mint a granulált kohósalak, a pernye vagy a mészkő. A melléktermékek minősülő granulált kohósalakot már jól ismeri a cementipar, a jelenlegi közlemény viszont arra hívja fel a figyelmet, hogy a klinkergyártáshoz is eredményesen használhatók a vaskohászati hulladékok.

1. Történeti áttekintés

A hidraulikus kötőanyagokat vízzel péppé keverve azok levegőn és víz alatt is megszilárdulnak és a hozzájuk adott adalékanyagokat (homok, kavics, kőzúzalék) vízzel oldhatatlanul összeragasztják. Az ókori görögök vulkanikus kőzetekből, tehát természetes anyagokból állítottak elő hidraulikus kötőanyagot. Később a rómaiak ismerték fel, hogy bizonyos kőzeteket (pl. a Nápoly mellett található puccolánföldet) mésszel keverve és kiegészítve rendkívül szilárd kötőanyagok nyerhetők. Máig megmaradt az Eiffel és Köln közötti vízvezeték, illetve a római Pantheon épülete, amelyek építéséhez ilyen kötőanyagot használtak.

Agyagból és mészkőből 1824-ben *Joseph Aspdin* (1788–1855) angol kőműves égetett hidraulikus kötőanyagot, amelyet portlandcement néven szabadalmaztatott (1824), mivel színe hasonló volt, mint a Portland szigeten kitermelt kő. Ezt alkalmazták a Temze folyó alatt 1825 és 1843 között elkészült alagút építéséhez. Az igazán jó szilárdságú hidraulikus kötőanyagot, a mai mesterségesen előállított portlandcementet, 1844-ben *Isaac Johnson* állította elő, aki felismerte a klinkerképződésig való égetés és az őrlés fontosságát. Ezzel megkezdődött a cement gyártásának máig is tartó diadalútja, ugyanis a cement a világon a legnagyobb mennyiségben előállított ipari termék.

Hári László 1974-ben metallurgus üzemmérnök, 1979-ben okl. kohómérnök oklevelet szerzett, PhD tudományos fokozatát 1989-ben védte meg. Munkahelye 33 évig a Dunaújvárosi Főiskola, és 11 évig a Dunaferri volt. Előbbi munkahelyén fizikai-kémia, nyersvasgyártás és acélgégyártás tárgyakat oktatott, a Dunaferriben műszaki fejlesztéssel és környezetvédelemmel foglalkozott. Jelenleg nyugdíjas. Kutatási területe a fizikai kémia kohászati alkalmazásai, elegy- és betétszámítások, hulladékok felhasználási területeinek vizsgálata.

Ma általában márgából és mészkőből gyártanak cementet, de használják a kedvező összetételű vulkanikus tufákat is, amilyen a puccolános föld volt. Az égetést 200 m hosszú forgó dobkemencében végzik, a kiégett terméket finomra őrlik. Az adalékanyagokból és cementből előállított beton szilárdságát acél elemek beépítésével növelhetik (vasbeton). 2019-ban 4,46 milliárd tonna volt a világ cementtermelése, melyből Kína 2,67 milliárd tonnát termelt [1].

2. A cementgyártás alapanyagai

A cement a jelenlegi nevezéktan szerint fő- és mellékalkotórészekből áll. A főalkotórészek a klinker mellett a kiegészítőanyagok, a mellékalkotók legfeljebb 5%-ban vannak jelen. A cementgyártásban használt főbb kiegészítő anyagok a granulált kohósalak, a pernye, a puccolánok, traszok és a mészkő [2]. A kiegészítőanyagok között érdeklődésre tartanak számot a puccolános anyagok, melyek reakcióképes kovasavas vagy alumínium-szilikátos természetes kőzetek, melyek még vas-oxidokat is tartalmaznak. Önmagukban vízzel keverve nem kötőképesek, de finomra őrölve, az oldott kalcium-hidroxiddal reagálnak és szilárd Ca-szilikátokat és Ca-aluminátokat alkotnak. Valamennyi adalékanyagra és mellékalkotóra jellemző, hogy a klinkerrel együtt kerülnek megőrlésre.

A jelenlegi közlemény, noha megemlíti a kiegészítőanyagok szánt granulált kohósalakok felhasználhatóságát is, fő témájában a klinkergyártáshoz való hulladékfelhasználhatóságot veszi célba.

Az 1. táblázat részadatai szerint a 27 cementfajtából hétben jelentős mennyiségű a kohósalakok aránya, ugyanakkor előrevetítjük, hogy a klinkergyártás is tartogat még a kohászat számára hulladékfelhelyezési lehetőségeket. A salakok közül a cementgyártáshoz kizárólag a hidraulikus