

BÁNYÁSZATI ÉS KOHÁSZATI LAPOK

Kohászat

Vaskohászat

Öntészet

Fémkohászat

Anyagtudomány

Hírmondó

154. évfolyam

2021/3-4. szám



Jó szerencsét!

Az Országos Magyar Bányászati és Kohászati Egyesület lapja.

Alapította Péch Antal 1868-ban.

KULCSÁR TIBOR – TÖRÖK ANDRÁS

A nemesfémkinyerés másodlagos alapanyagokból a Metal Shredder Hungary Zrt.-nél

A Metal Shredder Zrt. a hazai piac kiemelkedő elektronikai hulladékhasznosítója lett az elmúlt években. Az alkalmazott technológiák moduláris felépítésükkel jól igazodnak a folyamatosan változó másodlagos alapanyagáramokhoz. A nemesfémek kinyerése mellett egyre fontosabbá válik a hordozó fémek és a további átmenetifém-bevonatok hasznosítása is. A társaság hazai és nemzetközi pályázatokon való részvételével folyamatosan bővíti gyártókapacitását. A megvalósuló beruházások keretében létrejön a szerbiai leányvállalata, amely a déli régió elektronikai hulladékgazdálkodási folyamatát kívánja ellátni. A társaság célkitűzései között szerepel az amortizációból származó berendezések, Li-ion tartalmú energiatároló eszközök és nap-elempanelek újrahasznosítása is, hogy a körkörös gazdaság elveit érvényesítve alapanyagként visszakerülhessenek a gazdaságba.

1. A múlt és a jelen a Metal Shredder Zrt.-nél

A Metal Shredder Hungary Zrt. több mint egy évtizedes szakmai múlttal rendelkező, 100%-ban magyar tulajdonban lévő vállalkozás, amely az elmúlt időszakban a szektor meghatározó, dinamikusan fejlődő szereplőjévé vált az elektronikai hulladékbegyűjtő és újrahasznosító ágazatban. A társaság működésének első öt évében e-hulladék kezelésével és kereskedelmével foglalkozott. 2015-ben stratégiai változás következett be a vállalkozás életében,

hiszen a vezetés felismerte, hogy a másodlagos alapanyagok hasznosításával egyre nagyobb hozzáadott értékű termék hozható létre, ezáltal juttatva versenyelőnyhöz a társaságot. A vállalkozás elsődleges tevékenysége jelenleg a nemesfémtartalmú elektronikai hulladékok újrafeldolgozása, hasznosítása és kereskedelme, a nemesfémtartalom hatékony kinyerése és tisztítása lett. Ehhez a tevékenységhez a cég R4 és R12 hasznosítói engedélyekkel rendelkezik.

Az elektronikai hulladékok életciklusa a jelenlegi tech-

Dr. Kulcsár Tibor okleveles kohómérnök, 2017-ben szerezte meg PhD-oklevelét, majd a Miskolci Egyetem Öntészeti Intézet alkalmazottja lett. Adjunktusként az intézetben folyó kutatásokkal és oktatással foglalkozik. Az elmúlt 10 évben számos ipari kutatásban és fejlesztési projektben vett részt, amely a fémtartalmú másodlagos alapanyagok feldolgozására és hasznosíthatóságára irányult. 2021 januárjától a Metal Shredder Hungary Zrt. kutatás-fejlesztési igazgatója, ahol az elektronikai hulladékok komplex hidro- és pirometallurgiai hasznosításával foglalkozik.

Török András a Metal Shredder Hungary Zrt. alapító vezérigazgatója. Közel 20 éve tevékenykedik vezetői, felsővezetői pozícióban a hazai és nemzetközi piacon. Ismert import/export szakember, kiterjedt partnerségi hálózattal (beleértve Kínát és Indiát) az elektronikai és elektromos hulladékok újrahasznosítása üzletágban.

nológiai újdonságoknak köszönhetően rendkívül lerövidült, akár 1 év elteltével már megjelenhet az újrahasznosítási körfolyamatban.

A társaság elkötelezett, hogy a körforgásos gazdaság elveinek figyelembevételével, az amortizációs- és a gyártásközi folyamatokból származó elektromos és elektronikai eszközök, alkatrészek komplex hasznosítását megvalósítsa Magyarországon.

A másodlagos alapanyagként számító elektronikai hulladékok kiépült beszállítói körön keresztül érkeznek, akik jelenleg: a METALEX 2001 Hulladékkereskedelmi Kft., Inter-Metal Recycling Kft., Mü-Gu Recycling Kft., E-Elektra Zrt., Samsung Electronics Magyar Zrt., Büchl Hungária Kft. Fémker Kft., Green-Metal Kft., Met-Com Kft., de kapcsolatok kiépítése folyamatban van a Flextronics, GE Hungary, Prolan, Siemens, Telekom, Telenor, Mercedes Benz Manufacturing Hungary, Audi Hungária Zrt. és a Loacker Hulladékhasznosító Kft. cégekkel is. Technológiánkat az utóbbi években a gyártásközi elektronikai hulladékokból kinyert nemesfémek legkorszerűbb hasznosítására fejlesztettük. Feldolgozásunk az országban egyedülálló, aminek köszönhetően versenyképes árakkal tudunk jelen lenni mind a külföldi, mind a belföldi piacon. A nemesfémek közül elsősorban arany, ezüst, nikkel és palládium kinyerésére koncentrált eddig a cég, hiszen ezek ipari felhasználása és befektetői keresleti oldala a legjelentősebb.

Az elektronikai eszközök fejlődésével jelentősen lerövidült a termékek élettciklusa. A fenntartható nyersanyag-gazdálkodás érdekében hatékony hulladékfeldolgozási módszerek fejlesztésére van szükség. A budapesti telephelyünkön a termeléssel egybekötött kutatás-fejlesztési részlegünk folyamatosan dolgozik új és hatékony eljárások fejlesztésén, ezzel megőrizve piacvezető szerepünket.

Teljes hulladékgazdálkodási megoldásokat kínálunk a fenntarthatóság és a körkörös gazdaság irányelvei szerint. Ipari vállalatok, gyártó cégek részére vállaljuk a teljes hulladékgazdálkodás kezelését, mely keretében felmérjük, beazonosítjuk és hasznosítási javaslatot készítünk, majd begyűjtjük és elszállítjuk az anyagokat partnereink telephelyéről.



■ 1. kép. A MSH Zrt. budapesti telephelye



■ 2. kép. A feldolgozási folyamatokra előkészített különböző nemesfémtartalmú másodlagos alapanyagok

2. Nemesfémek kinyerési technológiáinak bemutatása

2018 őszétől egy olyan egyedülálló eljárás kidolgozásába kezdett a Metal Shredder Hungary Kft., amely növelte a hazai és világszinten is korlátozott mennyiségben rendelkezésre álló nemesfémek felhasználható mennyiségét. A projekt a Nemzeti Kutatási, Fejlesztési és Innovációs Hivatal által kiírt Mikro- és Kisvállalkozások Innovációs Tevékenységének Támogatása című pályázat keretén belül valósult meg.

A projekt keretében olyan elektrokémiai eljárás kutatás-fejlesztési tevékenysége valósult meg, mellyel hatékonyan elválasztható egyes nemesfémtartalmú hulladékok alapfém hordozója és a rajta lévő nemesbevonat. Az üzemi méretekben megvalósuló technológiai megoldás fontos előrelépés a környezettudatos újrahasznosítás területén. Az eljárás a hagyományosnak tekinthető technológiák előnyeit egyesíti, ill. számos területen új szempontok alapján (gazdaságosság, környezeti terhelés csökkentése) tovább is fejleszti azokat. A felhasznált vegyszerek regenerációjával, a feldolgozási hatékonyság folyamatos növelésével a keletkező mosóvíz mennyiségét sikerült jelentősen csökkenteni (50%), továbbá a feldolgozáshoz felhasznált villamos energia mennyiségét közel 73%-kal, ami mind gazdasági, mind környezetvédelmi szempontból igazolja az

eljárás hatékonyságát. Az alapfémek megtisztítása és a nemesfémek hatékony visszavezetése a körkörös gazdaságba, életciklusuk megújítása révén az összetevők újbóli, közvetlen integrálhatóságát mozdítja elő. A kidolgozott eljárás a Szellemi Tulajdon Nemzeti Hivatalánál bejelentésre került. A P2000129/17 ügyiratszámú találmány címe: Eljárás nemesfém tartalmú bevonatok és az alapfém visszanyerésére nikkelbevonatos köztesréteget tartalmazó elektronikai alkatrészekből.

Az említett feldolgozási technológia során általában megfelelő előkészítettségi fokkal rendelkező, zömében alkatrészek és gyártásközi selejtek feldolgozása történik. Az elektrokémiai eljárás során egy egyedileg fejlesztett elektrolitoldatot alkalmaznak, ahol a nemesfém szilárd formában az oldatba kerül, azonban a hordozó alapfém nem oldódik, ezáltal az folyamat végén változatlan formában rendelkezésre áll. A jelenlegi alapanyagáramban főleg réz és sárgarézhordozókon található az arany, ezüst, palládium bevonat, olykor ezen nemesfémek ötvözetei. Az oldatba kerülő szilárd nemesfém részecskék szűrővel eltávolíthatók, majd a következő feldolgozási folyamatra átadhatók. A kémiai eljárások eredményeként általában 99,8-99,9%-os tisztaságú nemesfémek állíthatók elő, amelyek olvasztással tömb formában értékesíthetők.

A technológia további fejlesztése érdekében a társaság elindult az Innovációs és Technológiai Minisztérium Nemzeti Kutatási, Fejlesztési és Innovációs Hivatala útján meghirdetett pályázaton, amelyet a „Piacvezérelt kutatás-fejlesztési és innovációs projektek támogatása” címmel írtak ki. A Nemzeti Kutatási, Fejlesztési és Innovációs Alapból meghirdetett Felhívás célja a vállalkozások versenyképességének javítása piaciorientált kutatás-fejlesztési és innovációs projektjeik támogatásával.

A sikeres pályázat folyamánként 2020-ban elkezdhettük a „Nikkeltartalom kinyerése az E+E termékek gyártásából és hulladékkezeléséből származó réztartalmú kábel-, vezeték-, csatlakozó hulladékok korszerű feldolgozása” című projektet. Egy olyan technológia kifejlesztésére vállalkozunk, amely a nagy mennyiségben keletkező E+E hulladék hatékony kezelését és nikkeltartalmának gazdaságos elválasztását célozza meg. A visszanyert nik-

kel a piaci igényekhez igazítva, fém illetve vegyület formában jelenhet meg a folyamat végén. A nikkeltartalom mellett előforduló nemesfém bevonat hasznosítása is megoldott a technológiai folyamatban.

A pályázat keretében megvalósuló eszközberuházások során beszereztük az Indutherm GmbH által forgalmazott MC-100V nagy hőmérsékletű indukciós öntökemencét, amely alkalmas a különböző nemesfémek védőatmoszférá alatt történő olvasztására és öntésére. Továbbá 2021. év végéig letelepítettük a Metalux Zrt. által gyártott elektrokémiai leoldósort, amely a nemesfém bevonat leválasztása mellett alkalmas a nikkel köztes rétegek leválasztására is. A gyártóegység automatizáltsági szintje előkészíti az Ipar 4.0 jövőben való alkalmazásának lehetőségét, így az elektrokémiai folyamatok mellett lehetőséget biztosít az automatikus üzemmódban történő működtetésre.

Az ezüst galvánrétegek eltávolítására több módszert is alkalmazunk. A nagyobb alkatrészek és alakos termékek esetén (áramvezető sínek, ezüstözött híradástechnikai öntvények, ezüstözött rézfonatok) szelektíven az ezüst kinyerésére egy forgó anóddal működő elektrokémiai eljárást használunk. Az elektrolitoldat speciális összetételű komplexképző adalékanyagokból áll, amelyek biztosítják a bevonatnak a szelektív elektrokémiai oldódását, majd a katódon a leválást. Az oldat összetételéből és az alkalmazott áramsűrűségekből adódóan a katódon apró kristályok formájában megjelenő ezüst az oldatba kerül, amely a folyamatos oldatkeringtetéssel és szűrővel leválasztható. A leválasztott ezüst szárítást követően egyszerűen olvasztható és tömb formájában értékesíthető, valamint további elektrolitikus fémtisztításra vihető, amely már alkalmas egészségügyi és orvostudományi hasznosításra is.

A cég folyamatos piackutatási tevékenységet végez a nemesfém tartalmú másodnyersanyagok tekintetében. Egy jelentős ezüsttartalmú másodlagos alapanyagforrást tárt fel az országban. Így 2020-ban kidolgoztuk a leselejtezett röntgenfilmek hasznosítási programtervezetét, mellyel országos szinten segíthető az egészségügyi intézmények többletbevételhez és szabad raktárkapacitásokhoz juttatása. Az „Eljárás fém ezüst kinyerésére exponált fényképezési lemezekről” című és iparjogvédelem alatt



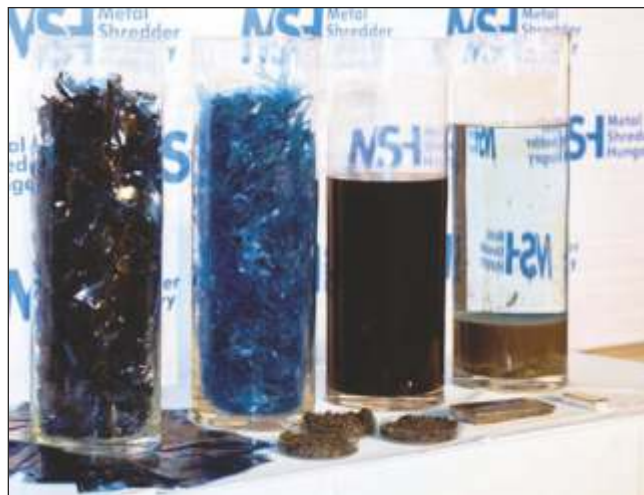
■ 3. kép. Nemesfém bevonat visszanyerésére alkalmas elektrokémiai rendszer



■ 4. kép. A nemesfémek és mintaanyagok olvasztására alkalmas indukciós kemencék



■ **5. kép.** Röntgenfilm-feldolgozás során alkalmazott technológia pilot-plan modellje



■ **6. kép.** A röntgenfilm-feldolgozás fázisai: aprítás, oldás utáni PET, ezüsttartalmú oldat, kezelt oldat

álló eljárás hasznosítási jogait megvásároltuk. Az ipari szintű feldolgozási rendszer megépítéséhez és üzemeltetéséhez az eljárást továbbfejlesztettük.

A beszállított exponált röntgenfilmeket aprítást követően oldatkémiai eljárással kezelik. A ciklikusan működő eljárás lényege, hogy az oldócellában néhány perc alatt az intenzív oldatmozgás és keverés hatására bekövetkező leoldást követően az ezüst az oldatba kerül, amit egy puffertartályba szivattyúznak vissza. Az oldat kezelése meghatározott időintervallumonként történik, amelynek során egy ülepedést elősegítő adalékanyagot adagolnak. A lebegő részecskék lesüllyednek a puffertartály aljára, iszapot képezve. A tartályban összegyűlt iszaptól szűréssel eltávolítják a tapadó leoldószert, majd mosást követően szárítják. A hatékony olvasztás érdekében egyedi olvasztástechnológiai megoldást alkalmazva a fémrészecskék összeolvaszthatóak és a folyamat végén technikai tisztaságú ezüst önthető tömb formában. A folyamatban képződő tiszta PET alkalmas a további műanyagipari újrahasznosításra.

Az aktívan folyó kutatási témák a különböző, kimerült ipari katalizátoranyagok nemesfémtartalmának hasznosítása, Li-ion tartalmú energiatároló eszközök újrahasznosításának lehetőségei, amortizációs folyamatokból származó fotovoltaiikus panelek ezüst- és szilíciumtartalmának hasznosítása, egyéb ipari felhasználásból származó színes- és könnyűfém másodlagos alapanyagok hasznosítása, feldolgozására alkalmas technológiák fejlesztése. Az említett témákban Európai Unió pályázatokon is indulunk, ahol a Metal Shredder Hungary Zrt.-t I-TESS (Innovative Technology of Electronic Scrap Separation) projekt keretében eddig négyszer részesítette elismerésben az Európai Unió kutatási és innovációs Horizon 2020 keretprogramja, kiemelve, hogy szakmai színvonala és a megvalósítás is kiemelkedő figyelmet érdemel a környezetvédelmi és gazdasági szempontok alapján egyaránt. Úgy érezzük, a Seal of Excellence bizonyítja, hogy a társaság munkája európai mércével is eredményes, célravezető, a körkörös gazdaságba teljes egészében illeszkedő törekvés.

3. Jelentős mérföldkő a vajdasági beruházás megvalósítása

A Külgazdasági és Külügyminisztérium a HEPA Magyar Exportfejlesztési Ügynökség és a CED Közép-Európai Gazdaságfejlesztési Hálózat közreműködésével a magyar vállalatok külföldi terjeszkedését, regionális, vagy globális multinacionális vállallattá válását támogató programot indított. A Nemzeti Exportvédelmi Program Külpiaci Növekedési Támogatás kedvezményezettjeként a „Technológiai üzemek kialakítása hazánkban és Szerbiában” projekt alapját is a társaságunk által korábban kifejlesztett és szabadalmaztatott, innovatív nemesfémkinyerési technológia biztosította. A Vajdaságban, öbecsén 2022-től elérhetővé válik nagyüzemi elektronikai hulladékok komplex kezelése és hasznosítása. A nemesfém bevonatok kinyerése mellett a röntgenfilmek feldolgozásával Szerbiában egyedülálló nemesfémfeldolgozási technológia jön létre. A technológia nagyüzemi körülmények közötti működtetése a jelenlegi technikai és műszaki megoldáshoz képest előrelépést jelent mind a feldolgozható alapanyagok, mind pedig a kinyerési technológia energiaigénye miatt. A fejlesztés keretében a társaság jánossomorjai telephelyén is történik beruházás, beszerzésre kerül egy technológiai mosóvíz regenerálására és visszaforgatására alkalmas berendezés. A legújabb feldolgozóüzemünk indulását követően növekedni fog a hazai, a szerbiai és világszinten is a nemesfémek korlátozottan felhasználható mennyisége. A Támogatói Okirat átadására 2021. március 18-án került sor budapesti telephelyünkön, ahol ünnepélyes keretek között *Szijjártó Péter* külgazdasági és külügyminiszter adta át *Török Andrásnak*, a társaság alapítójának az okiratot.

Az öbecsén létrejövő beruházás keretében barnamezős beruházásként egy gyártócsarnok kerül felújításra. Korszerű olvasztástechnológiai gyáregység valósul meg egy forgó tégellyel rendelkező 80 kW teljesítményű indukciós kemencével. A nemesfémek tisztítására és rézbázisú anódtáblák feldolgozására alkalmas elektrolitikus fémtisztítási technológiát telepítünk kibővített kapacitással. A környező országokból begyűjtött, leselejtezett röntgenfilmek

feldolgozására komplex gyártósor létesül. A nemesfém bevonatok visszanyerésére alkalmas technológiai sorokat is elhelyezik a vadasági üzemben.

A társaság a közeli szakképzőintézményekkel megkezdte az együttműködések kialakítását a szükséges szakemberek biztosítása érdekében, akik a magyarországi telephelyen sajátíthatják el a gyakorlati ismereteket a különböző technológiai sorok üzemeltetéséhez.

4. Jövőbeli terveink

2021. október 1-je egy újabb mérföldkő a Társaság életében. Ettől a fordulónaptól kezdve a Metal Shredder Hungary Zártkörűen Működő Részvénytársaság cégformában működik tovább. Lényeges lépés ez ahhoz, hogy olyan stabil háttérrel rendelkező szolgáltatásokat tudjunk bevezetni a hulladékgazdálkodás piacára, amellyel még nem találkozhattak a partnereink. Úgy gondoltuk, hogy a zrt. megfelelő és méltó cégforma a jövőbeli terveinkhez. A budapesti telephelyünk korlátozott bővítési lehetőségei miatt a társaság az észak-magyarországi régióban is tervezi bővíteni kapacitását és technológiai platformját. A régióval szembeni elkötelezettségét kifejezve a Miskolci Egyetem három műszaki karával közösen



■ 7. kép. Az óbecsei telephely gyártócsarnokának látványterve

Stratégiai Partner megállapodást kötöttünk a jövőbeni tervek közös kialakítása érdekében. A megállapodás többek között kiterjed az elektronikai hulladékok feldolgozására összpontosító kutatócsoport létrehozására, nemzetközi pályázatokban való közös részvételre, hallgatói ösztöndíjak és gyakorlati képzőhelyszín kialakítására. Célunk moduláris felépítésű, egyedi technológiák létrehozásával a magyarországi elektronikai hulladékáram komplex hasznosítása, amely a nemesfémek és átmeneti fémek hasznosítása mellett kiterjed a Li-ion tartalmú energiatároló eszközök feldolgozásra is.