This work is licensed under a Attribution-ShareAlike 3.0 Unported (CC BY-SA 3.0)

Megjelenik évenként 4—6 füzetben, 3 nagy nyolczadrét ívnyi tartalommal; időnként szövegközi ábrákkal illusztrálva.

PÓTFÜZETEK A TERMÉSZETTUDOMÁNYI KÖZLÖNYHÖZ.

ÉVNEGYEDES FOLYÓIRAT.

E folyóiratot a társulat tagjai évi 1 frt ráfizetéssel kapják; előfizetési ára, a Természettudom. Közlönnyel együtt, 6 frt.

XXXI. KÖTETHEZ. 1899. FEBRUÁRIUS 1. PÓTFÜZET.

Az elektrochemia mai szerepe.

Az elektrotechnikának egy új ága van néhány év óta hatalmas fejlődésben. Az elektromos telegrafiát követte az elektromos világítás, utána következett a telefónia, hódított az elektromos közlekedés, az erő elektromos átvitele, most pedig szemünk láttára nő nagyra az elektrochemia. Még kevéssel ezelőtt oly szűk keretben mozgott, hogy gyakorlati jelentősége alig kerülhetett szóba, vagy legfeljebb csakis nagyon korlátolt szerepben: ma az elektrotechnika egyéb ágai mellé sorakoztathatjuk, még pedig óriási kilátással a legközelebbi jövendőben.

Az elektrochemia nagy fellendülése legújabb keletű ugyan, de kezdetei a Volta-oszlopig nyúlnak vissza, mint a legrégibb eszközig, a mellyel chemiai úton elektromos áramot fejlesztettek. Már 1809-ben, tehát néhány évre a Volta-oszlop fölfedezése után, Carlisle és Nicholson a Volta-áram analitikai erejét a víz felbontásával konstatálta; 1807-ben Davy megmutatta, hogy az elektromos árammal a hamúzsírt el lehet bontani és belőle a káliumfémet kiválasztani. A nagy angol chemikusnak és fizikusnak ez a fölfedezése alapította meg az elektrochemiát.

A mit redukáló szerekkel és a chemiai energiának akkor ismeretes egyéb alkalmazás-módjaival nem érhettek el, elérték az elektrolizissel.

Davy után több mint három évtizedig úgyszólván semmi sem történt az elektromosság gyakorlati alkalmazása terén. A gyakorlati elektrochemia szunnyadásának erre a korszakára esnek azonban Faraday-nek, Davy tanítványának és utódának alapvető elméleti munkálatai, elektrolitikus sarkalatos törvényeinek megállapítása, melyek nélkül az elektrochemia ipari fellendülése nem volt volna lehetséges.

Faraday tudományos eredményein elindulva, alapította meg 1840-ben Jacobi H. M. német származású orosz fizikus a galvanoplasztikát, 1842-ben pedig Elkington Birminghamban az aranyozást és ezüstözést már nagyban végezte elektrolitikai módon, vagyis gyárilag űzte a galvano-

This work is licensed under a Attribution-ShareAlike 3.0 Unported (CC BY-SA 3.0)

sztégiát.* Csakhamar a fémipar és a tipografia fogadta szolgálatába az elektrolízist, a következő évtizedben pedig, az ötvenes évek elején, ott látjuk már a fémkohászatban az elektrometallurgiát. Az érdem Bunsen-é, a ki elektromos árammal izolálta 1852-ben a magnéziumot, 1854-ben pedig az aluminiumot.

A módszerek meglévén, erősen akadályozta a gyakorlati elektrochemiának és egyáltalában az elektrotechnikának gyorsabb fellendülését az a körülmény, hogy nem tudtak nagy mechanikai energiájú elektromos áramot olcsón előállítani, mert biz' a Volta-oszloppal és leszármazóival, a galvántelepekkel, nem lehetett sokra menni. Az 1867. év hozta meg a dinamo-elektromos gép elvét és négy évvel később Gramme a gépet meg is szerkesztette.

A dinamogép feltalálásával dőlt el az elektromosságnak sokoldalú gyakorlati értékesítése. Hogy olyan sokára került a sor az elméletileg már oly régen megállapított elektrochemiára, annak egyik legfőbb oka az volt, hogy a hetvenes és nyolczvanas években egyre tökéletesített modern dinamogépet a működtetésére használt erőkkel együtt, legelső sorban olyan vállalkozásokra alkalmazták, melyek nagy anyagi sikerrel jártak és a melyek a tőke bizalmát az elektromos erő felhasználhatósága iránt nemcsak fölkeltették, hanem egyszersmind biztosították is. A mint ezt az elektromos világítással és más a mindennapi élet szükségleteit szolgáló vívmányokkal a legnagyobb mértékben elérték, reá fordult a figyelem az elektrochemiai iparra is, mely azóta búsásan gyümölcsöz.

Az elektrolizissel legelőször a *rézfinomítás* terén értek el nagy sikereket, mely mai nap az elektrochemia jóvoltából óriási méreteket öltött. A világ összes rézszükségletének egy harmadát elektrolízissel kapják. 1896-ban 137,000 tonnára rúgott ez a mennyiség, a miből egyetlen egy amerikai gyártelep — az Anaconda rézművek — több mint 30,000 tonnát produkált. Az elektrolizissel előállított tiszta réznek egyik kiváló tulajdonsága, a mi értékét erősen fokozza, hogy elektromos vezető ereje jóval nagyobb, mint a más módon finomított rézé. Az első Atlanti kábel rezének vezető ereje, például, csak 40 százalékát teszi a tiszta réz vezető erejének. Akkorában különösen bajos volt a kereskedésben arzéntől mentes rezet kapni; a mai elektromos eljárással pedig, ha valakinek szüksége volna arzénes rézre, nagyon nehezen szerezhetné meg.

Olcsóvá teszi az elektrolízissel finomított rezet az a nevezetes körülmény, hogy a nyers fémből az esetleges arany- meg ezüsttartalom is

* A galvanoplasztika olyan elektrolitikai eljárás, a mellyel valamely oldatból a fémet azért csapják, ejtik ki, hogy vele valamely tárgyat reprodukáljanak, sokszorosítsanak. A galvanosztégia az az elekrolitikai eljárás, a mellyel valamely csekélyebb értékű fémet értékesebbel, kevésbbé ellenálló fémet ellenállóbbal vonnak be. A galvános vagyis elektromos aranyozás, ezüstözés, nikkelezés stb. galvanosztégiai művelet.

This work is licensed under a Attribution-ShareAlike 3.0 Unported (CC BY-SA 3.0)

kiválasztódik, a mi természetesen azután értékesíthető. Számos helyen, különösen az Egyesült-Államokban, a hol gazdag arany- és ezüstérczek teremnek, de olyan körülmények között, hogy a nemes fémek kohászata sok nehézségbe ütközik és ki nem fizeti magát, az arany- meg az ezüsttartalmú maradékokat rézkohóknak adják el. A nyers rézzel összeolvasztják őket és azután elektrolitikai módon kapják ki belőle a tiszta rezet, az aranyat és az ezüstöt, a mi természetesen az elektrolízis alkalmazásának költségeit tetemesen csökkenti. Kedvez továbbá az elektrolitikai eljárásnak az is, hogy kevés elektromos erőt fogyaszt. A hely és térszükséglet azonban igen nagy.

Az elektrolízissel megtisztított rezet, mielőtt mechanikailag feldolgoznák, rendesen átöntik és csak azután hengerelik, nyujtják stb. Nehány év óta azonban az ú. n. *Elmore-féle eljárással* nemcsak hogy elektromos úton választják ki a tiszta rezet, hanem már az elektromos fürdőben adnak neki tetszés szerinti alakot, azaz alakítják hengerré, csővé, lemezzé stb., és pedig a megfelelő szilárdsággal. Azt állítják, hogy az Elmore-féle rézlemezből nyujtott rézdrót szakítási együtthatója nagyobb, mint a más rézből készített dróté.

A rézfinomításnál jóval fontosabb az elektrolízis alkalmazása a réz kiválasztására érczeiből. Az elektrolitikus finomításnak egyik jellemző vonása, hogy anódnak azt a fémet használják, a melyet az elektrolitból, vagyis a szétbontandó vegyületből ki akarnak csapni, az ércz elektrolízisekor pedig maga az ércz szerepelhet közvetetlenül mint anód. Sokat fáradoztak azon, hogy ezen a módon a rézérczekből tiszta rezet válasszanak ki, de a siker nem volt kielégítő. Hogy azonban a további próbálkozásnak jó eredménye lehet, megmutatta a »Canadian Copper Company«, a mely vagy 40% rezet és ugyanannyi nikkelt tartalmazó kohósalakból a rezet és a nikkelt közvetetlenül megkapta, noha az a rézen és nikkelen kivül még 14% ként is tartalmazott, továbbá egy kevés ezüstöt, aranyat meg platinát.

A fémkohászatban a legnagyobb sikereket érte el az elektrochemia az *aluminium* kiválasztásával érczeiből. Az aluminiumot ma csakis elektrolízissel kapják, a chemiai előállítás-módokkal egészen szakítottak.

Az elektrolízisnek köszönhető, hogy az aluminium egy idő óta nagy mennyiségben és aránylag elég olcsón kerül forgalomba. 1855-ben az aluminium majdnem azon az áron kelt, mint az ezüst, pedig akkor az ezüst értéke kétszerese volt a mainak. Ma az aluminiumért átlag a réz árát fizetik és többé nem unczia számra árulják, hanem kilogramm meg tonna számra. A nagy lendületet az elektrochemia okozta. A mikor a legtökéletesebb chemiai módszerekkel kapták az aluminiumot és az ára a régihez képest erősen csökkent, a legalacsonyabb ár akkor is háromszorosa-négyszerese volt a mai elektrolízissel gyártott aluminium árának.

This work is licensed under a Attribution-ShareAlike 3.0 Unported (CC BY-SA 3.0)

A mint az elektrolízis háttérbe szorította a tisztán chemiai eljárást, az aluminium előállítása erősen megnövekedett, a kereslet nagyon megszaporodott és az ár tetemesen alább szállott.

E nagy jövőjű fémnek árcsökkenését legjobban illusztrálhatja nehány adat. A mikor Deville franczia chemikus 1857-ben az első aluminiumgyárat alapította, az aluminium kilogrammját 120 frtért adta. Nehány év multán, a mikor a fémet tökéletesebb chemiai módszerekkel nagyobb mennyiségben sikerült gyártani, kilogrammjának ára 60 frtra szállt alá; 1891-ben már csak 7 frt volt, 1892-ben nem egészen 5 frt, 1893-ban 3 frt, 1894-ben 2 frt, ma pedig kilogrammja 1 frt 50 krért kapható.

Az 1886-ik év volt a nevezetes forduló az aluminium-iparban, mert akkor találta fel egy német meg egy amerikai technikus, egymástól függetlenül, az aluminiumnak egyszerübb, elektromossággal való gyártása módját. De hadd beszéljenek a számok: 1886-ban az Egyesült-Államokban a gyártás mennyisége 1460 kg volt, 1887-ben ez az összeg 8160 kg-ra emelkedett, a mikor pedig 1893-ban az elektromos eljárást megjavították, egy év alatt (1894-ben) a produkczió 96,200 kg-ra szökött. Ma évenként vagy 2000 tonna aluminiumot produkálnak és az aluminiumnak elektromos kohászata vagy 10,000 lóerőt fogyaszt, a feldolgozásával foglalkozó ipar pedig legalább is még kétszer annyit. Az aluminiumnak mind produkcziója, mind fogyasztása különben napról napra növekszik és a letünő századdal a közönséges fémek száma az aluminiummal alighanem megszaporodik; annál is inkább, mert az aluminium-érczek a vasérczeknél is sokkal gyakoribbak, sokkal nagyobb tömegben találhatók, és mert előállítása egyre olcsóbbá válik, alkalmazása, használata pedig egyre szélesbedik. Az elektrochemia jóvoltából az aluminium maholnap alighanem a mindenható vassal kel versenyre, kivált ha ötvözet útján megadják neki a vas szívósságát. Ez többé már nem is ábránd, ha az aluminiumnak sok kiváló tulajdonsága mellett meggondoljuk, hogy még nehány év előtt az évi összes produkczió alig volt egy-két tonna, ma pedig ezrekre rúg.

Az aluminiumnak elektrolitikus kiválasztása alapjában hasonló ahhoz az eljáráshoz, mellyel 92 évvel ezelőtt Davy kapta a hamúzsírból a káliumot. A kiválasztás megolvasztott anyagból történik, a mivel szemben áll a másik út, a fémejtés (pl. a rézé) oldatból. Akár az egyik, akár a másik szabadalom szerint történjék az aluminium gyártása, a veleje az eljárásnak az, hogy tiszta timföldet bontanak szét elektrolizissel. Akár magának az áramnak elektromos hőhatása, vagyis az elektromos meleg olvasztja meg a timföldet, — miként a Héroult-*féle eljárással* —, akár pedig chlór- és fluorvegyületek hozzáadásával esik az meg, — mint a Hall-*féle eljárással* —, a művelet érdemére, elméleti értékére nézve egy és ugyanaz. Megpróbálkoztak ugyan azzal is, hogy timföld helyett

This work is licensed under a Attribution-ShareAlike 3.0 Unported (CC BY-SA 3.0)

aluminiumszulfidot bontsanak szét, de abba hagyták, s jelenleg a megolvasztott timfölddel érik be.

Az elektrochemia próbálkozása az *arany-kohászat* terén sem maradt siker nélkül. Hogy nagyon sokáig váratott magára, és hogy hiányában rengeteg kincs pocsékolódott el, ki irná a tudomány, a technika rovására! Az aranyásó persze mindig rövid úton akart nagy eredményhez jutni, de meg is adta az árát. A régi iszapolással, amalgamozással és más eljárással, kivált a hol még a szükséges szakértelem sem volt, a próbákban konstatált aranymennyiségnek körülbelül 40—50%-a kallódott el. Kiszámították, hogy Kaliforniában több mint 10 milliárd forintra rúg annak az aranynak értéke, a mely a régi, kevéssé szabatos eljárásokkal a szó szoros értelmében elúszott, az arany kiválasztására használt vizekkel a Csendes-óceánba vándorolt.

Az eljárásoknak szükségképen meg kellett változniok, a midőn egyes aranymezők kimerültek, a mikor eredeti termőhelyén keresték föl a nemes fémet és rájöttek, hogy a termésarany a legkülönfélébb formában és állapotban található. Majd szép sárga szemekben határozottan kristályos szerkezettel; majd rendkivül vékony, apró lemezekben; majd finom fekete por alakjában, a melyet senki sem mondana aranynak, ha a chemiai analízis belé nem szólna; majd pedig idegen anyaggal, más érczek vékony rétegével bevonva, úgy hogy a ki csak puszta szemmel vizsgál, nem is sejti alatta a drága fémet. Ámde arra való a tudományos vizsgálódás, hogy az ember szeme előtt elrejtve semmi sem maradhasson.

A régiek csakis a szépen fénylő sárga termésaranyat ismerték, tehát csupán azt keresték. A mai idők aranyásója jól tudja, hogy az arany a legkülönfélébb mezbe rejtőzködve szeret tetszelegni, és hogy a különféle mezből ki lehet őt vetkőztetni. A kivetkőztetés közben azt is kiderítette, hogy földünk aranyban sokkal gazdagabb, mint régente hitték. Igen ám, csakhogy ennek konstatálásával nem lehetett beérni. Az idegen mezbe bújt arany nemcsak szemünk előtt rejtőzködik, hanem ellene is szegül azoknak a régi, kipróbált módszereknek, a melyekkel az aranyat kiválasztották. Az egykor általánosan használt iszapoló módszer felmondja a szolgálatot, a mint az aranyszemek nagyon aprók, mert az igen finom osztatú arany, nagy tömöttsége mellett is, csak úgy úszkál a vizen, akár a finom agyagrészecske, vagy más iszap. Az arany amalgamozása sem válik be minden körülmény között. A kéneső az aranyat tulajdonképen csakis akkor oldja fel könnyen, ha az arany kristályos szerkezetű; a finomul oszlott, alaktalan fekete aranyat a kéneső nagyon kevéssé oldja; ha meg a kéneső olyan aranyhoz ér, a mely idegen anyaggal, valamiféle ércczel vonódott be, a hatás éppenséggel semmi. De felmerült az aranybányászat megváltozásával sok más kohászati nehézség is, a mikre itt ki nem terjeszkedhetünk.

This work is licensed under a Attribution-ShareAlike 3.0 Unported (CC BY-SA 3.0)

Mindezek következtében a dolog úgy fordult, hogy az aranyásó, meg a tudomány embere is arról győződött meg, hogy egész sora van az aranyelőfordulásoknak, az aranyérczeknek, a melyekkel nem boldogul, a melyekkel nem bír, vagyis, a melyekből az aranyat ki nem kaphatja. S a mily mértékben szaporodtak az ilyen aranyelőfordulások, a makacskodó aranyérczek, abban a mértékben fokozódott olyan módszer kitalálásának a szükségessége, a mellyel az ember amazokat az aranyokat is hasznára fordíthassa. Próbálgatásokon, kisérletezéseken, eljárások ajánlgatásán nem múlt. Egy sem akart beválni. Még az elektro-amalgamozás sem, vagyis az aranynak olyan amalgamozása, a melyet elektrolízis segítségével végeztek. Végre azután a chlórhoz folyamodtak és Plattner módszere szerint chlórral vonták ki a más eljárásokkal makacskodó aranyat. Amerikában ma is sürűn használják ezt a módszert, még pedig elektrolitikus kiválasztással kapcsolatban, mely elektrolitikus módszert sokféle változatban és tökéletességben alkalmaznak.

Az elektrolitikus kiválasztással kapcsolatos chlórozási módszert csakhamar kiszorította a sokkal tökéletesebb Mac Arthur-Forest-féle cyanid eljárás, mely 1887-ben fényesen oldotta meg a makacskodó aranyérczek problémáját. Bár ez tisztán chemiai módszernek indult, később az elektrolizis belevonásával tökéletesedett, úgy hogy mai használt alakjában az elektrochemiának is van benne része.

A cyanid eljárás híg cziankáliumoldattal választja ki az aranyat. A cziankáliumnak megvan az a nevezetes tulajdonsága, hogy az aranyat mindenféle alakjában igen jól oldja. A mikor Mac Arthur, skót chemikus, 1887-ben az új aranykohászati eljárással előállott és szabadalmat vett reá, a tudományos meg a technikus világ csak olyan kétkedőleg fogadta, mint a többi, gombamódra termő aranykiválasztó eljárást, persze mind megannyi újabb meg újabb szabadalmat, a melyek meggazdagodni vágyó feltalálók képzeletében szülemlettek meg. Kezdetben a cziankáliumnak aranyat oldó képességében nem bíztak; sőt mikor a kisérletek meggyőzték a kétkedőket az eljárás reális értékéről, általánosan mégis azt a véleményt nyilvánították, hogy semmit sem remélnek tőle gyakorlati alkalmazásában. Hogyan is képzelhető, hogy egy olyan drága és roppant mérges anyag, mint a cziankálium, a bányászati iparban beváljék! Nemsokára kisült, hogy a kételkedés, a bizalmatlankodás ebben az esetben nem volt helyén. Nagyban végzett próbák arról győztek meg mindenkit, hogy Mac Arthur szabadalma, a cyanid-eljárás, új korszakot jelent az aranykohászat történetében. Nemcsak az tünt ki, hogy a cziankálium a régebbi módszerekkel makacskodó aranynak mindenféle változatát biztosan oldja, hanem hogy a bányászati ipar az új találmánynak kitünő hasznát veheti. Az aranyásók bámulatos energiával hamarosan le is győzték mindazokat az akadályokat, a melyek a cziankálium alkalmazásának

This work is licensed under a Attribution-ShareAlike 3.0 Unported (CC BY-SA 3.0)

útjában állottak, és a mikor kitudódott, hogy mérsékelt árú cziankáliumot az aranykohászat sokat fogyasztana, ennek a nevezetes sónak az ára erősen alább szállott. A cyanid-eljárás győzelmének többé semmi sem állott útjában.

Történt pedig ez épen abban az időben, a mikor a legnagyobb szükség volt egy kitünő aranykiválasztó eljárásra. A technikai életben különben sem ritka eset, hogy szellemes találmánnyal akkor állnak elő, a mikor leginkább szorulnak reá. Mintha a sors a feltaláló kiváló eszét, szorgalmát és kitartását azzal akarná jutalmazni, hogy találmányának olyan tért teremt, a mely azelőtt nem volt meg. A nyolczvanas évek közepéig ugyanis az aranytermő helyeken inkább a normális aranyelőfordulás volt a szabály és a makacskodó aranyérczek csak kivételesen kerültek elő: a nyolczvanas évek végével másképen fordult. Mac Arthur találmányával úgyszólván egy időben tárták fel a rengeteg gazdag délafrikai (transvaali) aranymezőket, a melyeknek aranya közt azonban oly sok volt a makacskodó aranyércz, hogy ott a bányászat, illetőleg a kohászat csupán amalgamozó eljárással alig fizette ki magát. Még azokból az aranytartalmú kőzetekből, aranyérczekből sem kapták ki a kénesővel az egész aranytartalmat, a melyekkel sikerült próbák alapján végezhették az amalgamozást. Nagyon sok arany maradt az amalgamozás maradékában, az afrikai aranyásó nyelvén szólva, »a trailing«-ben.

A cyanid eljárás mindezen segitett. A délafrikai aranybányászás conditio sine qua non-jává lett, különösen a midőn Siemens és Halske elektrolitikus módszerével megtoldva, az aranynak legparányibb mennyiségét is ki lehet éjteni mind az érczből, mind pedig az amalgamozás maradékából. A leghigabb cziankáli-oldattal való kilúgozás is megteszi, belőle azután az elektrolizis kiejti az aranynak legparányibb mennyiségét. Mint anód vas szerepel, katódnak pedig ólmot is használnak, az áram erőssége körülbelül 10 négyzet deczimétereenként egy vagy két tizedrész ampère.

Ez eljárásnak nagy értékét csak akkor értjük meg teljességében, ha meggondoljuk, hogy a délafrikai (transvaali) aranybányákból (többnyire kvarczit kőzetből) egy évben vagy 16,000 kg arany kerül mintegy 21.000,000 frt értékben és hogy az amalgamozás maradékának, a tailingnak egy évi mennyisége, a melyből az elektrolizissel kapcsolatos cyanid eljárással aranyat választanak ki, több mint 1 millió tonna. Mac Arthur és Siemens és Halske találmánya nélkül azt a tömeget akár el is dobhatnák, nem is szólva az aranynak arról a mennyiségéről, a mely a cyanid- és elektrolitikus eljárás hiányában még a kőzetben, az érczben kárba veszne.

Nagy feladat vár az elektrochemiára a *czinkkohászatban*. A feladatba már rég beléfogott, de a megoldás még csak várat magára. Mert az, a mi

This work is licensed under a Attribution-ShareAlike 3.0 Unported (CC BY-SA 3.0)

e téren eddig történt, pedig már is sok történt, inkább csak próbálkozás, kezdet, semhogy olyan siker volna, a mellyel beérhetnék. Sok fáradságot fordítottak, sok pénzt költöttek az elektromos czinkkohászat igen fontos kérdésének a megfejtésére, de bizony az eredmény még mindig csekély; még alig vannak a helyes úton, noha egész sora van az elektromos eljárásoknak, a melyeket a gyakorlatban alkalmaznak. Jelenleg még legjobban beválik a Hoepfner-féle eljárás, a mely czinkchloridot bont czinkre és chlórra. Az elektrolízissel készített czink igen tiszta és drágábban kel el, mint más czink. Az elektromos czinkkohászat már ezért is sokakat csalogat, de még inkább azért, mert az a módszer — a desztillálás —, a mellyel a czinket ma legáltalánosabban állítják elő, rettenetesen kezdetleges és annyi anyag elpocsékolásával jár, hogy a mai fejlett kohászati technika szégyenkezik miatta.

A czinknek mai kohászatában nem tudnak megküzdeni ennek a fémnek két nagyon káros tulajdonságával. Az egyik az, hogy a czinknek erős a chemiai vonzalma az oxigénhez, a miért igen nehezen, és csakis magas hőmérsékletben redukálható. A másik az, hogy azon a magas hőmérsékleten, a melyben redukálódik, el is gőzölög. A mint tehát e fém redukálódik, egyúttal elgőzölög, a miért kondenzálni kell; e mellett pedig sok fém vész kárba. Körülbelül 16%-ra rúghat a veszteség, de soha sem kevesebbre 10%-nál. Hozzá véve, hogy a szénfogyasztás a czink kiolvasztása közben több mint ötszöröse a kiolvasztott fém mennyiségének, a mai czinkkohászat alig birja meg a reá fordított költséget. Egy tonna czinkre Angolországban a kohászati költség 96 frt. Persze, hogy mindenképen meg akarnának szabadulni attól a módszertől, a mely ilyen kedvezőtlen eredménnyel jár és az összes reménységet az elektrochemiába vetették.

Míg azonban a sikeres elektromos czinkkiválasztás az érczekből még mindig várat magára, az elektromos czinkezés már erősen bevette magát az iparba és vascsöveket meg más tárgyakat ma már alig czinkeznek másképen, mint galvános úton.

Az *ólomkohászat* terén sem ért el az elektrochemia különösebb eredményeket. Igaz, hogy az igen egyszerű és eléggé tökéletes chemiai eljárás, a mellyel az ólmot előállítják, nem is nagyon sürgeti az elektrochemiai eljárást, mindazonáltal már az a körülmény, hogy az érczből a fém közvetetlenül volna megkapható, e téren is kivánatossá teszi az elektrolízist; de még más tekintetek is, mint a milyen pl. a fém kitünő tisztasága stb. Szabadalmazott elektrolízises ólomejtő eljárásoknak sincsenek hijjával, de mit ér a szabadalom, ha nem válik be.

Az *ónnal* sem szerencsésebbek. Használható elektrolízises módszer, a mellyel a fém egyenest érczéből volna kiválasztható, ma még nincs. De azért az ónkohászatban az elektrochemiának már is jutott igen fontos

This work is licensed under a Attribution-ShareAlike 3.0 Unported (CC BY-SA 3.0)

szerep. Segítségével mentik meg az ónozott vaspléh-hulladékok ónját. Az ónozott vaspléh-hulladékokkal sok ón vész kárba. Vannak ugyan chemiai eljárások, melyekkel az ilyen ónt igyekszenek megmenteni, de részint hosszadalmasak, részint más hibájok van. Az elektrolitikus eljárás sokkal czélszerübbnek bizonyult és ma nagyobbára vele dolgoznak.

A *nikkelkohászatban* szintén dolgoznak ugyan elektrolizissel, nikkelérczekből közvetetlenül is kapnak egy kevés nikkelt, de még nagyon kell javulniok az elektrochemiai módszereknek, hogy háttérbe szoríthassák a nikkelkiolvasztó eljárásokat, melyek különben maguk is egyre javulnak, tökéletesednek. A nikkelkohászat terén jelenleg kevésbbé foglalkoznak valami olyan tökéletesebb elektrochemiai módszer megállapításával, a mellyel az érczekből közvetetlenül lehessen a fémet kiválasztani, mint inkább más, szintén igen fontos problémával, azzal t. i., miként lehetne a kanadai nikkelérczből a rezet meg a nikkelt külön választani. Kanadában (Ottawa körül) ugyanis az utóbbi években igen gazdag nikkelércz-telepeket találtak, melyek úgy terjedelmökre, mint nikkelben való gazdagságra nézve az új-kaledoniai nikkelércz-telepeken is túltesznek. Igen ám, csakhogy rézércczel olyan szoros társaságban vannak, hogy belőle a nikkelt tisztán, réztől mentesen előállítani nem tudják. Kezdetben a kanadai érczből csakis a rezet olvasztották ki, a réznél becsesebb nikkelt, — nem birván vele — veszni hagyták. De a mikor a kereslet nikkelben erősen megnövekedett,* — részint azért, mert a nikkelnek magában meg ötvözeteiben kitünő hasznát veszik, részint pedig mert rájöttek, hogy néhány százalék (10 százalékig) nikkeltartalom a vas szilárdságát jelentékenyen fokozza — nagyon komolyan kezdtek foglalkozni a réznek és a nikkelnek különválasztásával. Úgy a hogy találtak is már módot reá, de megfelelőt még nem. Annyira már viszik az elektrolízissel, hogy a nikkelt a réznek legnagyobb mennyiségétől megszabadítják, de épen az utolsó részletben van a bökkenő.

Hagyjuk azokat a tereket, a melyeken az elektrochemia még csak próbálkozik, nagyobb eredményeket még el nem ért; hiszen szerétszámát sem ejthetnők mindannyinak. Lássunk inkább még néhány olyan iparágat, a melyekben az elektrochemia már egészen meghonosodott, valamint olyanokat, a melyek egyenesen az elektrochemia szülöttjei.

* Nem érdektelen néhány adattal világítni meg a nikkel régi és mai árát, valamint produkcióját. A mikor 1873-ban a németek nikkelpénzt kezdtek használni, 1 kg nikkelt 20—21 frttal fizettek. Az új-kaledoniai nikkelércz (garnierit) fölfedezése (1874) csakhamar erősen csökkentette a nikkel árát; már 1880-ban 4 frtért volt kilogrammja kapható, ma pedig, a mikor kanadai nikkel is kerül a piaczra, kilogrammjának ára mintegy 2 frt. Az új-kaledoniai nikkelbányák feltárása előtt az egész világ egy évi produkciója nikkelben vagy 400,000 kg volt; már 1880-ban 1.200,000 kg, 1884-ben 2.000,000, 1887-ben 3.000,000 kg. Azóta a termés Kanadával megszaporodván, az évi produkció ma mintegy 10.000,000 kg nikkel.

This work is licensed under a Attribution-ShareAlike 3.0 Unported (CC BY-SA 3.0)

Magnéziumot ma már kizárólag elektrolízissel készítenek, még pedig alapjában ama módszer szerint, melyet Bunsen még 1852-ben dolgozott ki, t. i. magnéziumchlorid szétbontása útján. Bunsen eredeti eljárása víztől mentes magnéziumchlorid szétbontására vonatkozott, de ebben az alakjában nem vált be. Igen jól bevált a szétbontás megolvasztott karnallitból, a stassfurti sótelep e nevezetes ásványából (víztartalmú káliummagnéziumchlorid). Ezt a sót chemiai úton annakelőtte is feldolgozták egyebek között magnéziumra is, de nem oly kiváló eredménnyel, mint az elektrolizissel, úgy hogy chemiai feldolgozását abba is hagyták. Melléktermékül chlórt és tiszta chlórkáliumot kapnak, a mi csökkenti a magnézium előállításának költségeit.

A *nátriumot* ma azon a módon állítják elő elektrolitikus úton, mint a hogyan Davy e század elején (1807) káliumot állított elő. Castner eljárása terjedt el leginkább. Megolvasztott nátriumhidroxidot bont el és belőle kapja a nátriumfémet. Anódnak vasat, katódnak rezet alkalmaz. Angolországnak van gyára, a melyben évenként 260 tonna nátriumot készítenek elektrolizissel Castner eljárása szerint. De vannak gyárak Németországban, a melyek Grabau eljárása szerint megolvasztott konyhasóból választják ki elektrolizissel a nátriumot. Egy ilyen gyár ezen a módon évenként 360 tonna nátriumot gyárt. A chemiai eljárások háttérbe szorulnak és ma már csakugyan kevés, tisztán chemiai úton produkált nátriumfém kerül a piaczra.

Az *alkáliáknak*, nevezetesen a *nátriumhidroxidnak* és a *káliumhidroxidnak*, úgyszintén velök kapcsolatban a *szódának*, a *chlórnak*, a *chlórmésznek* és a *chlórsavas káliumnak* (káliumchlorátnak) gyártása elektrolizissel foglalkoztatja ez idő szerint talán legnagyobb mértékben a gyakorlati elektrochemikusokat.

A *nátriumhidroxid* (nátronlúg) gyártása szorosan kapcsolatos a *szóda* gyártásával. Az utolsó 25 év alatt a szódagyártás egyszer már teljesen átalakult, most pedig másodszor van átalakulóban. A régi Le Blanc eljárást, a mellyel a hetvenes évek végeig úgyszólván kizárólag gyártottak szódát, ma már teljesen kiszorította a Hemming és Solvayféle ammoniák-szóda eljárás; ezt pedig készül kiszorítani az elektrolitikus eljárás, mely már is felvette vele a versenyt és alighanem csakhamar győzedelmeskedni fog rajta. Az ammoniák-szóda eljárásnak az a nagy hibája, hogy a szódával együtt melléktermékűl nem képződik sósav, illetőleg chlór, a minek pedig nagy az értéke, mert a fehérítésre szükséges chlórmész gyártására használható fel. Az elektrolitikus eljárás chlórt is szolgáltat, hiszen konyhasó-oldatot bont meg, a mi közben az anódon a chlór, a katódon a nátrium válik ki. A nátrium azzal a vízzel, a melyben a konyhasó oldva van, nátriumhidroxidot ad és hidrogén szabadul fel. A nátriumhidroxidot vagy konczentrálják és rudakba öntve,

This work is licensed under a Attribution-ShareAlike 3.0 Unported (CC BY-SA 3.0)

mint nátrium causticumot bocsátják kereskedésbe, vagy pedig széndioxidot vezetnek hozzá és szódává alakítják. A chlórt nagyobbára chlórmész gyártására használják fel, de egy keveset folyósítva is bocsátanak kereskedésbe, egy részét pedig a szabaddá vált hidrogénnel sósavvá egyesítik. Van gyár, a mely a hidrogént úgy értékesíti, hogy megsűríti és vaspalaczkokban helyezi forgalomba; különösen forrasztáshoz veszik.

Az elektromos bontás gyakorlati megvalósítása kezdetben sok nehézséggel járt. Különösen sok bajt okozott az anódok megválasztásán kivűl az eljárásnak olyasforma berendezése, hogy a bomlás termékei külön választassanak, valamint olyan anyagnak az alkalmazása a különválasztásra, a mely úgy a marólúg, mint a chlór hatásának ellenálljon. A sok próbálgatás, a többféle anyaggal való kisérletezés egész sorát eredményezte az ide vágó szabadalmaknak, de egyik sem vált be. Végre azután Castner és Kellner módszere küzdötte le az összes technikai nehézségeket és már gyárak rendezkedtek be az ő módszerök szerint. 1897-ben 10,000 tonna kiválóan tiszta nátrium causticum és több mint 20,000 tonna chlórmész került ki azokból a gyárakból. Ez persze elenyésző csekélység az összes produkczióhoz képest, de hát melyik újítás hódít egyszerre?

A *káliumhidroxidot* a stassfurti chlórkáliumból elektrolizissel már 1890. óta gyártják és pedig olyan tiszta minőségben, a milyent chemiai módszerrel alig lehet kapni.

Ugyancsak a chlórkáliumból gyártják oldatának elektrolizisével a *chlórsavas káliumot* (a káliumchlorátot). A chlórkálium-oldatot az árammal megbontják (anódnak iridium-platinát, katódnak vasat használva), a képződő káliumhidroxidnak és chlórnak egymásra hatásából káliumhipochlorit* keletkezik, ebből pedig a káliumchlorát. Legfőképen Svájczban és Svédországban honosodott meg a chlórsavas káliumnak elektrolitikus gyártása, mivel ez országokban sok víz áll rendelkezésre erős elektromos áram fejlesztésére. De hódít az eljárás másutt is, úgy hogy nem sok idő multán egészen hátra fogja szorítani a chlórsavas káliumnak tisztán chemiai úton való gyártását. Ez annál inkább remélhető, mert az elektrochemiai eljárással kiválóan tiszta termék az eredmény, a mely ment minden tisztátalanságtól, minden melléktermékt ő l.

Mindazokban az iparágakban, melyekről eddig szó volt, az elektrochemiai folyamatoknak legismertebbje, az elekrolízis szerepelt. Vannak az elektrolízisen kivül más elektrochemiai folyamatok is, a melyeknek az iparban szintén van szerepök, sőt a melyek egészen új iparágakat teremtettek meg.

* Az elektrolízissel kapott hipochlórsavas sókat cellulóze, papiros, len, kender, gyapot stb. fehérítésére is használják, s e czélra külön is gyártják.

This work is licensed under a Attribution-ShareAlike 3.0 Unported (CC BY-SA 3.0)

Első sorban ott van az *elektromos áram hőhatása,* a mellyel bomlás, vegyülés, olvasztás, forrasztás és egyéb jelenség járhat. Legelső gyakorlati alkalmazását rendesen Siemens William-nek tulajdonítják, de tulajdonképen már 1849-ben Staite alkalmazta az elektromos áram hőhatását nehezen olvadó fémek megolvasztására, kisérleteiről azonban egészen megfeledkeztek. 1880-ban Siemens elektromos kemenczéje adta meg az indítékot arra, hogy az elektromos áram hőhatását iparilag kipróbálják és értékesítsék. A mikor azután a kilenczvenes évek elején Moissan bámulatos ügyességgel és szakértelemmel kezdett foglalkozni az elektromos kemenczével és igen egyszerű formáját megszerkesztette, minden képzeletet felülmuló eredményeket ért el vele; vizsgálatai nemcsak mint laboratóriumi kisérletek keltettek nagy feltünést, hanem beváltak a gyakorlatban is.

Az igazság érdekében meg kell említenünk, hogy a föntebb szóvá tett iparágak némelyikében az elektromos áram elektrolitikus hatásával a hőhatást kombinálják. Az áram hőhatásával végzik az olvasztást, azután a hő és az elektromos chemiai energia együttes hatásával végzik az alkatrészekre való bontást. Csakis az elektrochemiai folyamatoknak ilyetén együttes hatásával képesek (persze külön e czélra való elektromos kemenczékben) bizonyos oxidokat, szilikátokt és más vegyületeket redukálni. A két folyamat kombinálása természetesen nagy haladást jelentett. Úttörők voltak benne 1885-ben Cowles testvérek.

Azon iparágak közül, a melyekben az elektromos áram hőhatását értékesítik, illetőleg a melyekben vele eredményeket értek el, első helyen említjük a *foszfor-gyártást.* Szénnel és homokkal kevert foszfátot az elektromos kemenczében az áram hatásának tesznek ki. Heves reakczió közben foszforgőz válik szabaddá, a mit rézedényekben sűrítenek meg. Van gyár, a melyben ezzel az eljárással naponként 150 kg foszfort gyártanak.

Egészen új termékek, melyek az elektromos áram hőhatásának köszönhetők, a *karborundum* (szilicium-carbid) és a *calcium-carbid.* Mind a kettő már is nagy ipari jelentőségre vergődött és nagy iparelepek foglalkoznak gyártásukkal. 1897-ben több mint 700 tonna karborundumot és vagy 20,000 tonna calcium-carbidot gyártottak. A *karborundum* ma már széltében ismeretes kitünő csiszoló anyag, a *calcium-carbid* pedig az acetylen-világításnak anyaga és mint ilyennek belátthatatlan szerep juthat talán már a legközelebbi jövőben. Közlönyünkben több izben lévén szó e két nevezetes anyagról,* ismertetésöket e helyen mellőzhetjük.

Ha már az elektromos áram hőhatása, mint elektrochemiai folyamat következménye az ő ipari alkalmazásában szóba került, helyén való, hogy megemlékezzünk más gyakorlati hasznáról is.

* »A gyémánt vetélytársa«. Term. tud. Közl. XXVI. k. — »A karborundum ipari alkalmazása«. Term. tud. Közl. XXIX. k. — »Az acetylen-világításról«. Term. tud. Közl. XXIX. k.

This work is licensed under a Attribution-ShareAlike 3.0 Unported (CC BY-SA 3.0)

Az elektromos áram hőhatása technikailag mindenütt értékesíthető, a hol a fémek megmunkálására melegre van szükség. Az elektromos áram hőtermő ereje, azaz melegének foka, az áram erősségétől és feszültségétől függ. Minél nagyobb az áram erőssége és feszültsége, annál magasabb hőfokot bír produkálni. Mivel pedig az áramnak ez a két tényezője a legpontosabban, a legminimálisabb határig szabályozható, természetes, hogy az alkalmazandó hőfok hatalmában van annak, a ki az árammal dolgozik. Hiszen ha mást sem csinál, mint hogy hosszabb vagy rövidebb, vékonyabb vagy vastagabb dróton vezeti az áramot, már is szabályozza hatását.

Fémek megolvasztására, összeforrasztására kiválóan alkalmas az elektromos áram. Hogy is ne, a mikor az elektromos kemenczében 4000°-ra vitték már a hevítést. Igen nehezen olvadófémeket, mint chrómot, mangánt, wolframt olvasztanak meg könnyűséggel az elektromos árammal, holott eddig csak szénnel fertőzött por alakjában gyártották. Különböző fontos ötvözetek gyártása is sikerül az elektromos kemenczében. Igy az aluminiumbronz, a ferroaluminium, a cupromangán, a cuprosilicium stb.

Különösen a fémek összeforrasztásának a lehetősége kecsegtet, mert az eddigi eljárásokkal tudvalevőleg csak nagyon kevés fém forrasztható; a rúdvason kivül az öntött vas csak bizonyos körülmények között, az aczél nagy nehezen és csakis különös, a réz csupán apró darabokban és nem egy könnyen, a platina lágy állapotában elég könnyen összeforr ugyan, de technikailag alig számít. Az elektromos árammal nemcsak minden vas forrasztható, hanem egyéb fémek és ötvözetek is, nevezetesen a réz, a bronz, az aluminium, az ezüst, a sárgaréz, az arany, az ólom, a nikkel, a mangán, a bizmut. Megpróbálták az aranyat platinára, a vasat aczélra, a sárgarezet vasra, a rezet vasra, a bronzot vasra, a rezet sárgarézre forrasztani és minden próba sikerült. Az elektromos forrasztásnak megvan az a jó oldala is, hogy nem kell hozzá semmiféle forrasztó szer. Hiszen az elektrochemiai folyamat közben, a mellyel az áram hőtermő ereje jár, a képzelhető legkitünőbb redukáló anyag, a hidrogén szabadul fel. Az olyasforma technikai megvalósítás, a mely minden kivánalmat kielégítene, igaz, hogy még várat magára, de a technikának mostani haladása közben nem késhet sok.

Nemcsak fémek megolvasztása és összeforrasztása tekintetében válhatik nagy jelentőségűvé az elektromos áram hőhatása, hanem edzésök szempontjából is. A fém edzését ma tudvalevőleg úgy végzik, hogy a fémet izzítják és vízben vagy olajban hirtelen lehűtik. Elektromos edzéskor mást sem kell tenni, mint az áramot megszüntetni és a vízben levő fém hirtelen lehűl, edződik. A fém egyazon helyen marad és a hőfok, a melyen az edzésnek történnie kell, pontosan szabályozható. Végeztek ezen a módon edzéseket a felszínen tetszés szerinti vékonyságban,

This work is licensed under a Attribution-ShareAlike 3.0 Unported (CC BY-SA 3.0)

a nélkül, hogy az illető fém molekuláris szerkezetében változás történt volna. Technikai szempontból ez igen nagy fontosságú eredmény. Akárhány esetben szükséges valamely fémdarab egy kis részének az edzése, annak a résznek például, a mely legerősebben van kopásnak kitéve, de az edzésnek nem szabad az egész darab szilárdságának a rovására megesnie.

Még van egy elektrochemiai folyamat, egészen más természetű, mint a már említettek, a melynek az iparban ugyancsak hasznát veszik. Nagy feszültségű áramnak lassú kisülésével gyárilag *ozont* készítenek oxigénből, hogy vele kiváltképen viaszkot fehérítsenek, olajat színtelenítsenek, sűrítsenek, de szolgál az sok más czélra is.

Még folytathatnók az elektrochemia mai szerepének vázolását különösen a szerves chemia terén. Még elég iparág van (így a jodoform-, festék-, czukorgyártás stb.), a melyben az elektrochemia már is szerepre vergődött. De vagy azok az iparágak nem eléggé jelentősek, vagy pedig az elektrochemiának szerepe bennök ez idő szerint még alárendelt. Beérjük a felsorolt iparágakkal. Világosan szólnak azok arról a nagy szerepről, a melyet az elektrochemia már is elfoglalt és a mely szerep terjedelemben alighanem egyre tágulni, jelentőségben pedig egyre növekedni fog. Ha az a körülmény, hogy akárhány esetben régi, kitünően működő, nagy költséggel berendezett chemiai eljárásokkal kell a versenyt felvennie, nehezíti, hátráltatja is térfoglalását, az csak azért van, mert az elektromos áram előállítása ma még nem elég olcsó. A mint majd olcsón jutnak elektromos áramhoz, az útból elhárul minden technikai akadály és az elektrochemia minden téren fel fogja vehetni a versenyt a tisztán chemiai eljárásokkal.

Egyelőre még a kőszén produkálta elektromosságtól is sokat várhatunk. Megéri az még a költségek redukálását, az áram olcsulását, kiváltképen ott, a hol a nyers termék a kőszénbányák közelében található és a gyári terméket nem kell messzire szállítani. A vízi erő kihasználása már is olcsóbbá teszi az áramot; napról napra erős a haladás e téren. A hol nagy vízerő áll rendelkezésre, oda egyre építik az elektrotechnikai telepeket és ha sok víz mindamellett még kihasználatlan, sorra kerül majd mindannyi, a mely elegendő mennyiségű energiát szolgáltathat. Hát még, ha sikerül a hőenergiának közvetetlen átalakítása elektromossággá, a mely problémán már is erősen dolgoznak, — mennyit fog az majd lendíteni az áram olcsóságán, vele együtt az elektrochemia térfoglalásán!

SZTERÉNYI HUGÓ.

This work is licensed under a Attribution-ShareAlike 3.0 Unported (CC BY-SA 3.0)

Creative Commons

Creative Commons License Deed

Nevezd meg! - Így add tovább! 3.0 Unported (CC BY-SA 3.0)

Ez a Legal Code (Jogi változat, vagyis a teljes licenc) szövegének közérthető nyelven megfogalmazott kivonata.
Figyelmeztetés

A következőket teheted a művel:

szabadon másolhatod, terjesztheted, bemutathatod és előadhatod a művet

származékos műveket (feldolgozásokat) hozhatsz létre

kereskedelmi célra is felhasználhatod a művet

Az alábbi feltételekkel:

Nevezd meg! — A szerző vagy a jogosult által meghatározott módon fel kell tüntetned a műhöz kapcsolódó információkat (pl. a szerző nevét vagy álnevét, a Mű címét).

Így add tovább! — Ha megváltoztatod, átalakítod, feldolgozod ezt a művet, az így létrejött alkotást csak a jelenlegivel megegyező licenc alatt terjesztheted.

Az alábbiak figyelembevételével:

Elengedés — A szerzői jogok tulajdonosának engedélyével bármelyik fenti feltételtől eltérhetsz.

Közkincs — Where the work or any of its elements is in the public domain under applicable law, that status is in no way affected by the license.

Más jogok — A következő jogokat a licenc semmiben nem befolyásolja:
- Your fair dealing or fair use rights, or other applicable copyright exceptions and limitations;
- A szerző személyhez fűződő jogai
- Más személyeknek a művet vagy a mű használatát érintő jogai, mint például a személyiségi jogok vagy az adatvédelmi jogok.

- **Jelzés** — Bármilyen felhasználás vagy terjesztés esetén egyértelműen jelezned kell mások felé ezen mű licencfeltételeit.