

MISKOLCI EGYETEM

MŰSZAKI ANYAGTUDOMÁNYI KAR

METALLURGIAI ÉS ÖNTÉSZETI INTÉZET

KÉMIAI METALLURGIAI ÉS FELÜLETTECHNIKAI INTÉZETI TANSZÉK



BEADANDÓ FELADAT
FÉMTARTALMÚ HULLADÉKOK FELDOLGOZÁSA
(MAKMÖT313M(L))

BESZÁMOLÓ A TANULMÁNYI KIRÁNDULÁSRÓL



Miskolc, 2014. 05. 26.

Bihari István Béla
Harangi Zoltán
Szabó Dávid
Szabó Péter
Tóth Gergely Bálint
Tóth Tibor Benjamin

TARTALOMJEGYZÉK

1. BEVEZETÉS	2
2. REGY METAL KFT.....	2
3. ALU-BLOCK IPARI KERESKEDELMI ÉS SZOLGÁLTATÓ KFT.....	5
4. SALKER KFT.....	6
4.1. SALKER KFT.- Veszélyes hulladéktároló	8
5. IRODALOMJEGYZÉK.....	10

1. BEVEZETÉS

2014. 05. 16-án tanulmányi kirándulásunk során meglátogattuk a Jobbágyiban lévő Regy Metal Kft-t, ahol ötvözött és ötvözetlen szilárd alumínium hulladékok, illetve acélhulladékok és a környezetvédelmi törvényeknek megfelelően hűtőgépek előkészítését, osztályozását végzik az értékes fémtartalom hasznosítása céljából.

A következő telephelyen az ALU-BLOCK Ipari Kereskedelmi és Szolgáltató Kft. és a Salker Kft. került bemutatásra. Előbbi alumínium-hulladékokból gyárt 7 kg-os fémtömböket öntödék számára, utóbbi pedig alumíniumtartalmú salakokból, szilárd fémhulladékokból készít elő további feldolgozásra alkalmas terméket.

Az üzemek tanulmányozása után a frissen épült – és jelenleg is feltöltés alatt lévő – modern, környezetvédelmi jogszabályoknak megfelelően épült veszélyes hulladék tárolót vettük szemügyre.

2. REGY METAL KFT.

A több tízezer m² alapterületű üzemben U alakban áramlik az anyag lépcsről lépcsőre. Először a beszállító járművet mérlegre állítják, majd lepakolás után is megméri a tömegét, így a leadott fémhulladék mennyisége megállapítható. A hulladék jellegétől függően különböző módszereket alkalmaznak az előkészítésben, feldolgozásban.

Ha vegyes szállítmány érkezik, akkor az 1. ábrán látható hulladék udvarba kerül ahol a válogatása részben kézzel történik a fizikai tulajdonságok (méret, fény, tömeg, alakíthatóság, pengés, stb.) alapján. A hulladékok előkészítése során szükséges a tisztítás és a nemfémes anyagok (szemét) eltávolítása is fontos lépés.



1. ábra Regy Metal-Kézi válogatású hulladék feldolgozó udvar.

Amennyiben nem tartalmaz vasat a darabos hulladék, örvényáramú szeparátorral (Eddy Current gyártmány) választják el a fémes anyagot a nemfémetől. A vastartalmú, darabos fémhulladékokat mágneses úton is szeparálják, a hulladék egyneműsége fontos munkakövetelmény a felvásárlók számára. Amennyiben a hulladék robosztus mérete megköveteli, ún. shreddező géppel végeznek aprítást. A 2. ábrán látható forgó kalapácsos aprítógép őrlő alkatrészei felrakó hegesztéssel vannak felületkezelve a nagy igénybevétel miatt. A kopó alkatrészek cseréje időről időre szükséges, ehhez kapcsolódóan külön érdekesség, hogy a piacon megvásárolható őrlő elemek árának töredékéért sikerült legyártani és beszerezni a kalapácsokat egy hazai öntödével összefogva. A működés során jelentős mennyiségű por keletkezik, melyet leválasztó rendszerrel gyűjtenek. A 4 mm alatti porfrakciót kevlár-rostára adják, így a szállóporból visszanyerik a fémtartalom egy részét. A fémdarabokat úgynevezett vizes asztalon tisztítják. A shreddező gépből megközelítőleg 4-12 mm méretű darabok jutnak ki, melyeket szintén szükséges tisztítani a vizes asztalon, de ezelőtt forgódobos szitára adják, így méret szerint is szétválasztják az anyagot. A már darabos fémtermék között gyakran előforduló szemetet az előbbieken említett örvényáramú szeparátorral választják el.



2. ábra Forgó kalapácsos aprítógép (a), ill. a teljes komplexum a hozzátartozó porleválasztó és adagoló egységekkel (b)

Az anyagminőség szerinti osztályozást a nehéz-szuszpenziós válogatósoron (ezt tévesen flotálásnak is nevezik) oldják meg, ahol sűrűség szerint választódik szét a fémhulladék, de rázóasztallal is rendelkezik a cég. Ez a lépés azért szükséges, mert az aprítandó fémhulladék nem egy helyről származik, nem lehet osztályozás nélkül megfelelő minőséget produkálni. Az alkalmazott szuszpenzió ferro-szilícium vízben diszpergálva. A technológia nyáron képes folyamatosan megbízhatóan működni, mert télen a fajsúly különbség megváltozik a hőmérsékletkülönbség miatt.

Ha a fémhulladék mérete nem megfelelő a shredderező gépre adáshoz, akkor a 3. ábrán látható, 2 db „mobilolló” áll rendelkezésre a feldaraboláshoz. Ezek a gépek kamionokból lettek átalakítva és 500, illetve 800 t vágóerőt képesek kifejteni.



3. ábra Mobilolló.

Amennyiben a fémhulladék geometriája megengedi, tömörítésre kerül sor, melyet hidraulikus présekkel, illetve bálázó géppel hajtanak végre.

Magyarország Európai Unió csatlakozása nyomán kötelezve van az elektrotechnikai hulladékok kezelésére is. Az irányelv érinti a céget is, az ide szállított hűtő- és fagyasztó gépek feldolgozása részben itt történik, ezt „első fázis”-nak nevezik. Itt csapolják le és gyűjtik a hűtőfolyadékot, és a fémes részeket eltávolítják az eszközökről. Jelenleg nincsen profitképes piaca a következő lépések megvalósításának, ezért folyamatosan, ahogy a 4. ábrán látható a volumen folyamatosan növekszik.



4. ábra Értékesítésre, utó feldolgozásra váró hűtők.

3. ALU-BLOCK IPARI KERESKEDELMI ÉS SZOLGÁLTATÓ KFT.

A cég többek között alumínium ötvözeteket készít öntödék számára. Az üzemben az 5. ábrán látható kemencéhez hasonló, három darab forgódobos kemence üzemel oxigén-égőkkel. Továbbá egy darab billenő illetve (melyet az üzemi zsargon aknás kemencének is nevez) kap egy billenő-forgódobos kemence kap helyet az üzemcsarnokban. Mindegyik kemencenyílás fölött elszívó harang található.



5. ábra Forgódobos billenő kemence, elszívóharanggal.

A kemencék üzemvitelében vannak eltérések, de hasonlóságok is. Mindegyik kemencében először sót olvasztanak, körülbelül 800 °C-on. A fémhulladék összetételétől függően választják a só típusát: Si mentes betéteknél NaCl-KCl alapú, különböző adalékokkal kevert sót, míg Si tartalmú betéteknél kősót (NaCl) alkalmaznak. A só olvadék több funkciót lát el: védi a rendszert az oxidációtól (sűrűsége kisebb, mint a fémhulladéké) és a hőveszteségektől. A fémen lévő oxidhártya eltávolítását segíti, mivel a só olvadék és a fémolvadék közötti határfelületi energia negatívabb, mint a fémolvadék/fémoxid fázisok közötti határfelületi energia. [1] Ez a folyamat és a folyamatos mozgás könnyíti a fémoxid-burokba zárt olvadék kiszabadulását. A munkahőmérsékleten a só olvadék gőznyomása nagyobb, mint a légköri nyomás, intenzíven párolog. A só megolvasztása után adagolják be a fémtartalmú hulladékot. Téli üzemvitel esetén fontos, hogy elővigyázatosan történjen az

anyagbevitel, mert a fémre könnyen lecsapódik a pára. Ha olvadék alá kerül a párás fémdarab, akkor az kisebb robbanást idéz elő, ami szétfröcskölí a nagyhőmérsékletű olvadékot. Tapasztalatok szerint ez előfordulhat az olvasztár szerszámaival is, ez kiküszöbölhető előmelegítéssel. A három darab hagyományos forgódobos kemence egyenként 3,5 t kapacitással bír. A szükséges só mennyiségét tapasztalati úton határozzák meg az adott ötvözet-típusra az anyagmérlegek elemzéséből. A só faktor (a fénoxid és a só tömegének hányada) ezeknél a kemencéknél 0,6-1 érték körül mozog ötvözettől és betétől függően. Az olvasztási periódus körülbelül 5 óráig tart (csapolástól-csapolásig terjedő időszak). A kemencékből időnként mintát vesznek és megállapítják, hogy eljött-e a csapolás ideje. A kemencék csapoló nyílása agyaggal van kitöltve, melyet minden adagnál betörnek, majd újra befalaznak. 1 t kapacitású üstbe csapolnak. Az olvadt fémet egy Angliából beszerzett és átalakított öntőműre adják, a folyamat során zárványtalanítják a fémet kerámiaszűrővel.

A billenő kemence fentebb említettektől abban különbözik, hogy a hő mérlege, energia kihasználása jobb, mint a forgódobos kemencéké, de viszont érzékenyebb a fémhulladék minőségére.

A billenő-forgó dobos kemence több ötletes megoldást testesít meg, ami gazdaságosabb működést eredményez. Nem szükségesek oxigén-égők, mint a forgódobos kemencéknél. Ez olcsóbb üzemvitelt tesz lehetővé, de ugyanakkor hosszabbak az adagidők is. 0,2-0,4 sófaktorral dolgozik, mert a kemence tér zárt (persze nem tökéletesen). Az égéstérben túlnyomást állítanak be, ezért a levegő sokkal kisebb mértékben jut be a rendszerbe. Tehát a reoxidáció lehetősége jóval kisebb, ezért nem szükséges annyi só bevitele ugyanolyan fémkihozatal eléréséhez, mint a hagyományos forgódobos kemencéknél. Ez bizonyos mértékben ellensúlyozza a levegő-égők okozta termelékenység-csökkenést, mert a kisebb mennyiségű só hamarabb olvad be.

4. SALKER KFT.

A cég többek között az ALU-BLOCK Ipari Kereskedelmi és Szolgáltató Kft. beszállítója. Ahogy az elnevezés is utal, salakfeldolgozással foglalkozik az üzem. Jelenleg a hazai salakok legnagyobb részét valamint számos európai alumínium öntőde salakját dolgozzák itt fel, de a beszállítók összetétele természetesen változhat az idővel.

A szekunder alumíniumgyártás során szükséges salaklehúzás során kerül fém a felzékbe, ezt az alább ismertetett módon szeparálják a nemfémes fázistól. A salaktárolóból egy 2,4 m³ térfogatú rosta-kanállal, homlok rakodógép segítségével adagolják az anyagot az

úgynevezett garatba. A garat egy falhoz építve található, melynek közelében erőteljes hangok jelzik a háttérben lévő rudas malmok működését. A garatból vibrációs adagoló segítségével egy serleges elevátor juttatja el a salakot a rudas malmokba. Három különböző méretű rudas malom működik a létesítményben, melyek közül az egyik az ország legnagyobb kapacitású eszköze, 5,5-6 t/h teljesítménnyel. Mind a három malom azonos felépítésű: egy speciális gumipáncéllal ellátott forgó acélhengerben Mn ötvöztetésű acélrudak végzik az őrlőmunkát. A rudak elhasználódását az jelzi, hogy a végeik kúpos formájúvá kopnak el. Érdekesség, hogy a magyar beszállítóktól rendelt gumibélés 4-5 hónapot bír ki, az Indiából (Svéd gyártótól) származó páncél pedig körülbelül 1-1,5 évet azonos terhelés mellett. Az őrlés során keletkező jelentős porfrakciót zsákos szűrővel választják le. A legnagyobb malomhoz egy VF1440 típusú zsákos porleválasztó tartozik. A felszabadult fémdarabokat a 6. ábrán megfigyelhető vibrációs osztályozó (szeparátor rosta) segítségével válogatják szét méret szerint 4 frakcióra. A termék geometriája lemezes, ez egyértelmű jelét adja annak, hogy rudas malomból származik.



6. ábra A mechanikusan feldolgozott salakok méretszerinti osztályozása

A betét minősége dönti el, hogy melyik malomba adagolják. A nagy volumenű, viszonylag rossz kihozatalú adó salakokat a nagy befogadóképességű berendezésre adják, a kisebb volumenű, vastartalmú betéteket pedig a kisebb malmokban dolgozzák fel. A legkisebb őrlő berendezés 1967-ben állt üzembe Ausztriában, majd 1992-ben telepítették a jelenlegi helyére, és azóta sem kellett a rudak és a gumipáncél cseréjén kívül jelentős javítást eszközölni rajta.

Előfordulhat, hogy a salakban lévő fémtartalom erősen inhomogén, ezért próbát olvasztanak az üzemben az adott munkaanyagból. Erre a célra egy elektromos fűtésű kemence áll rendelkezésre. Az elektromos kemence 5 kg-os kapacitással rendelkezik és 20 perc működés után megtörténhet a mintavétel.

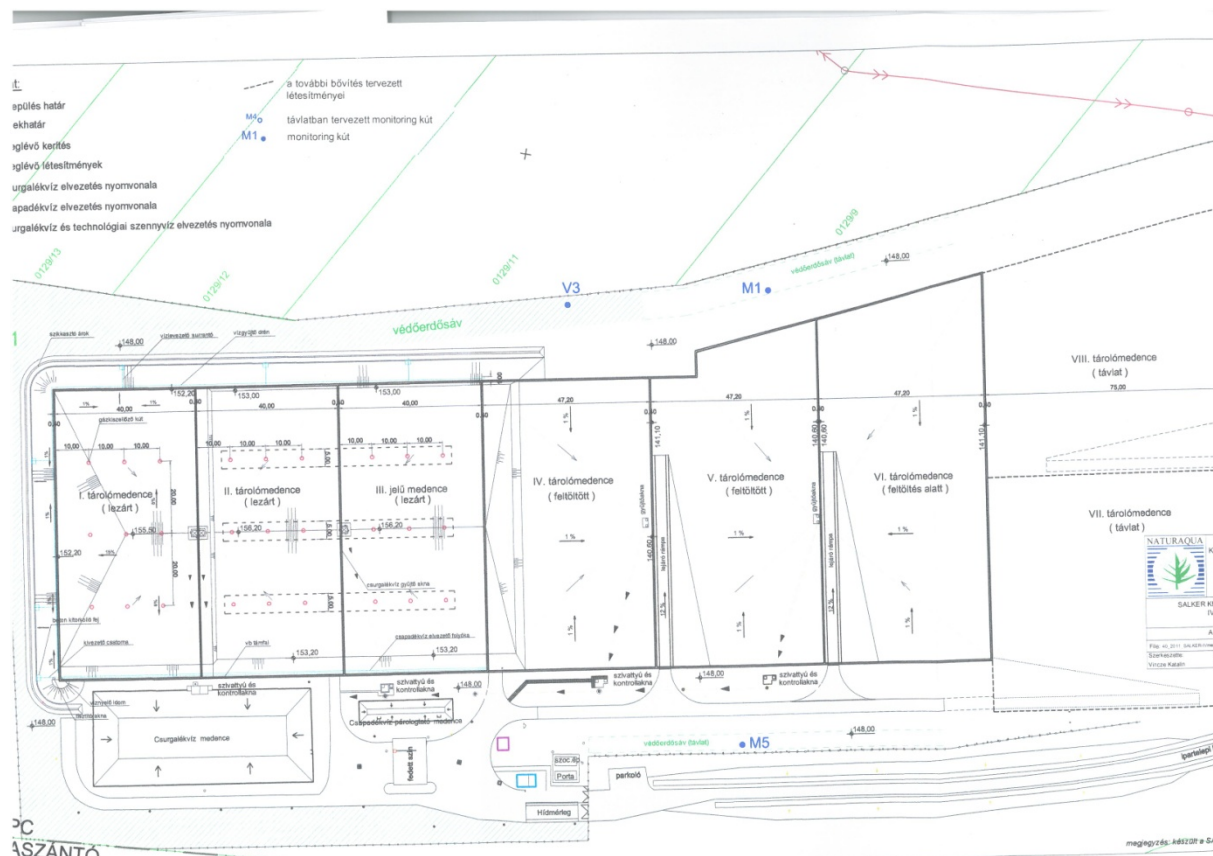
4.1. SALKER KFT.- VESZÉLYES HULLADÉKTÁROLÓ

Az apci kommunális hulladéklerakó közelében létesített veszélyes hulladéklerakó (7. ábra) vasbeton támfalakkal határolt lerakó-medencéből áll, 3 db, egyenként 33.000 m³, valamint 1 db 38.000 m³, 1 db 40.800 m³, 1db 47.600 m³ térfogatú medencéből áll valamint kivitelezés alatt van egy összesen 146000 m³ anyag befogadására képes új lerakó kazetta (8.ábra). A falak és az aljzat vízzáró kialakításúak, de belső szigeteléssel is el vannak látva. A falakon és az aljzaton (geofizikai monitoring) folyadék-érzékelő cellák is vannak, melyek elektrokémiai elven működnek, folyamatos monitoringot biztosítva.

A tárolóba bejutott víz külön kezelőmedencében kerül ártalmatlanításra. A lerakó középpontja mélyebben fekszik, mint a falak szintje, így terelik a vizet egy külső, mélyebb helyen lévő aknába, ahonnan a párologtató medencébe kerül. A medence végleges állapotban lezáró szigetelést kap, amire termőföld feltöltés kerül. A telepet négysoros védőfásítás veszi körül.



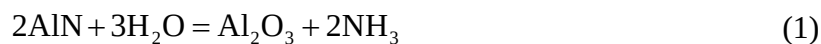
7. ábra Az építés alatt lévő legújabb hulladéktároló parcella



8. ábra Helyszínrajz

Erre a helyre kerül a malmokból származó salak, karbonszál-erősítéses zsákokban (ún. BIG-BAG zsákok). A finom por állagú anyag elsősorban a respiabilis hatása miatt ártalmas. A laikus embernek azonban először a salakból fejlődő ammónia szag okozhat kellemetlenséget. A környezetvédelmi határérték 40 ppm NH_3 nagyságrendben van, az eddig mért legintenzívebb gázfejlődés is mélyen ezalatt az érték alatt mozog, tehát ebből a szempontból is egyértelműen biztonságos a működés. Az érdekesség inkább abban áll, hogy hogyan keletkezik ammónia egy salakfeldolgozó üzemből.

Az 1 reakcióegyenlet írja le az ammóniafejlődés folyamatát.



Ha megvizsgáljuk a reakció standard szabadentalpia-változását, azt is megfigyelhetjük, hogy alacsonyabb hőmérsékleten inkább valószínű termodinamikailag a folyamat. Az 1. táblázat bemutatja a fontosabb reakciókat, melyek a hulladék átalakulása során játszódhatnak le.

1. táblázat Az alumínium-oxid képződésének normál szabadentalpia-változásai különböző körülmények esetén. [2]

Reakció	$\Delta G_{600\text{ }^{\circ}\text{C}}^{\circ}$, kJ/mol Al_2O_3	$\Delta G_{800\text{ }^{\circ}\text{C}}^{\circ}$, kJ/mol Al_2O_3
$2\text{Al} + 3/2\text{O}_2 = \text{Al}_2\text{O}_3$	-1402	-1336
$2\text{Al} + 3\text{H}_2\text{O} = \text{Al}_2\text{O}_3 + 3\text{H}_2$	-804	-771
$2\text{Al} + 3\text{CO}_2 = \text{Al}_2\text{O}_3 + 3\text{CO}$	-782	-768
$2\text{AlN} + 3\text{H}_2\text{O} = \text{Al}_2\text{O}_3 + 2\text{NH}_3$	-257	-224
$\text{Al}_4\text{C}_3 + 6\text{H}_2\text{O} = 2\text{Al}_2\text{O}_3 + 3\text{CH}_4$	-709	-652

5. IRODALOMJEGYZÉK

- [1] Gergely B. Toth, Zoltan Harangi, Tibor Kulcsar, Tamas Kekesi: Metal content of drosses arising from the melting of aluminium alloy scrap. 27th MicroCAD International Scientific Conference, 2013.
- [2] Dr. Kékesi Tamás: Az Al-salakok képződése és jellemzői - üzemi és laboratóriumi vizsgálatok, előadásrészlet.