

# **Hasznosítható hulladékok komplex jellemzése**

**Nagyolvasztói salak**

**Készítette: Vaszita Emese**

**2012**

## Nagyolvasztói salak

A nagyolvasztói salak a nyersvasgyártás mellékterméke. A nagyolvasztó, egy metallurgiai kohó, amelyben fémeket nyernek ki fémérceikből. A vasgyártás alapanyaga a vasérc, míg segédanyagai a koksz (redukálóanyag, ötvöző anyag, tüzelőanyag), az oxigénben dúsított levegő (biztosítja az égés magas hőmérsékletét) és a mészkő (salakképző anyag). A vasgyártás során a nagyolvasztóműbe táplált vasércet (hematit:  $\text{Fe}_2\text{O}_3$ , magnetit:  $\text{Fe}_3\text{O}_4$ ) a koksz elégetéséből keletkezett hő megolvasztja. A nagyolvasztóban két lényeges kémiai folyamat játszódik le: 1. a felső részében a vas közvetett redukciója történik, a koksz égéséből származó alulról áramló CO hatására. 2. az alsó részben történik a vas közvetlen redukciója az izzó koksz (szén) hatására, melynek eredményeként keletkezik a nyersvas olvadék:  $2 \text{Fe}_2\text{O}_3 + 3 \text{C} = 4 \text{Fe} + 3 \text{CO}_2$ . A nyersvasgyártás során keletkező termékek: a folyékony nyersvas, a folyékony salak és a kohógáz. A folyamat végén eltávolítják a felszínen úszó salakot. A megolvasztott nyersvasat nyersvas üstbe csapolva szállítják az acélműbe. A hűtési feltételektől függően a nagyolvasztósalak megszilárdulása a következő formákban történhet: a) darabos nagyolvasztósalak (kohókő), mely szabad levegőn hűtött tömör, nagy szilárdságú salak. b) porózus habsalak, mely kevés víz hozzáadásával, lassan hűtve képződik, darabos, sötét színű, tömör és nagy szilárdságú. Ezt törik és 0–7 mm, 7–15 mm, 15–30 mm-es frakciókra osztályozzák c) finomszemcsés homoksalak (granulált salak) erős vízszugárban gyorsan és intenzíven hűtött salak. Kemény, világos színű, 0–5 mm szemcsenagyságú, jó vízfelvevő képességű.

A kohósalak a nagykohóba adagolt karbonátos kőzetből, a vasérc meddőjében lévő szilikátokból, alumínátokból és magából a vasérc oxidjaiból képződik az olvasztási hőenergia hatására. A folyékony kohósalakból előállítható salaktípusok tulajdonságait a folyékony salak megszilárdulásának, lehülésének módja határozza meg. A hűtés sebessége módosítja a salak szilárdságát, tömörségét, fizikai jellemzőit, kristályos és üvegfázis-tartalmát.

A nagyolvasztói kohósalak összetételében, tulajdonságaiban hasonlít a bazalthoz: kalcium-, alumínium-, magnézium-szilikát, a kalcium-oxid lekötésére elegendő egyéb komponenssel. Mivel a természetes kőzethez hasonló alkotóelemekből és ásványokból áll bekerülhet a talaj szeretlen strukturális alkotóelemeibe, beépülhet oxidokba, hidroxidokba és agyagásványokba, a víz, a levegő, a többi talajösszetevő, valamint a biológiai rendszer hatására. Ilyen értelemben nem veszélyes, a környezetre káros hatásokat nem gyakorol, de ahhoz, hogy talajként viselkedjen hosszabb időt igénylő mállási folyamatokon kell keresztülmennie.

A nagyolvasztósalak kémiaiilag a leghomogénebb a vaskohászati salakok közül.

Összetétele: CaO: 36-43%; szabad CaO: 0%;  $\text{SiO}_2$ : 36-39%;  $\text{Al}_2\text{O}_3$ : 8-12%; MgO: 4-12%; Fe(összes): <0,5%; Mn(összes): <0,5;  $\text{Na}_2\text{O}$ : <0,5;  $\text{K}_2\text{O}$ : <0,5%; S: 1,2-1,6%. Nem tartalmaz szabad oxidokat, hanem keverékkristályokat az alábbi szilikátokból:  $2\text{CaO}\cdot\text{Al}_2\text{O}_3\cdot\text{SiO}_2$  (gehlenit),  $2\text{CaO}\cdot\text{MgO}\cdot 2\text{SiO}_2$  (ackermanit),  $3\text{CaO}\cdot\text{MgO}\cdot 2\text{SiO}_2$ . A vasgyártás során alkalmazott salakképző anyagok (mészkő, dolomit) radioaktív elemtartalmának köszönhetően a nagyolvasztói, valamint az acélműi salak egyaránt tartalmazhat radioaktív elemeket (U, Th,

K), melyeknek koncentrációját a salak hasznosítása előtt meg kell határozni (Salagean et al, 1999; Das et al, 2007).

Az acélműi salak térfogattömege az alábbiak szerint változik a hűtési feltételek függvényében  
a) Granulált salak:  $1-1,3 \text{ g/cm}^3$ ; b) Habosított salak:  $1-1,3 \text{ g/cm}^3$ ; c) Kohókő:  $1,2-1,6 \text{ g/cm}^3$ ;  
A granulált kohósalak ún. latens hidraulikus tulajdonságokkal rendelkezik. Ez azt jelenti, hogy önmagában vízzel nem reagál, de ha lúggal aktiválják, akkor hidratálódik, azaz egyfajta kötőanyagga alakul és erősíti, segíti a cementkötést.

### **Az acélműi salak hasznosítása**

Az acélműi salak több ipari területen is hasznosítható. A granulált salak jól alkalmazható szigetelő-, valamint töltőanyagként, ház- és útépitéshez,  $\text{SiO}_2$  forrásként betonba (Halit Yazıcı, 2008), örölve cement kiegészítő anyagként (Halit Yazıcı et al, 2008). A habosított salak kiválóan alkalmazható házépitéshez, salaktéglablokk gyártására, szigetelő és töltőanyagként, szennyvíztisztításban szűrőként (porozitása miatt) foszfát eltávolításra vizes oldatból (Lu et al. (2008), tengeri üledék remediálására (Tamiji Yamamoto et al, 2010). A kohókő kiválóan alkalmas útépitéshez töltésanyagnak, az alapréteg, a kötőréteg és a kopóréteg kialakításánál. Jól ellenáll a terhelésnek és csillapítja a mechanikai rezgéseket.

### **Az acélműi salak talajra hasznosítása**

Mivel a természetes közethez hasonló alkotóelemekből és ásványokból áll bekerülhet a talaj szeretlen strukturális alkotóelemeibe, helyettesítheti azokat, beépülhet oxidokban, hidroxidokba és agyagásványokba, a víz, a levegő, a többi talajösszetevő, valamint a biológiai rendszer hatására. A porózus habsalak hatékonyan visszatartja a szerves szennyezőanyagokat (Tamiji Yamamoto, 2010), ezért alkalmas lehet szennyezett talaj javítására. Az ipari salakok hasznosításával foglalkozó amerikai szervezet, a National Slag Association (2012) szerint, mezőgazdasági tápanyagpótló adalékanyagként is hasznosítják az acélműi salakot.

Együttesen más adalékanyagokkal (pernye, cement) hatékonyan bizonyult duzzadó agyagos talaj erősítésére (Al-Rawas, 2002). Sharma és Sivapullaiyah (2012) pernye vagy mész helyett használtak granulált salakot duzzadó agyagos talaj erősítésére. Jó vízfelvevő képességének,  $\text{SiO}_2$  tartalmának és puzzolán aktivitásának köszönhetően alkalmas ingoványos talajok fizikai stabilizálására (Kavak et al, 2011; Al-Rawas, 2002; Rakshya Shrestha, 2008). Az acélműi salak hasznosítható kémiai stabilizálásra is, szerves (Yamamoto és Asaoka, 2010) és szeretlen (Ed Barth, 2007) szennyezőanyagok megkötésére. Mivel a porózus habsalak megköti a foszfort vizes oldatból (Lu et al.2008) geotechnikai elembe, résfalba is beilleszthető.

### **Hasznosítással összefüggő kockázatok**

Ahol a különböző eljárások végtermékeként keletkezett salakokat (nagyolvasztói salak és acélműi salak) vegyesen rakták le, és a későbbiekben fel akarják dolgozni, mert szemre a salaktípusok egymástól nem különböztethető meg, a duzzadás mértékét meg kell vizsgálni. A vasgyártás során alkalmazott salakképző anyagok (mész, dolomit) radioaktív elemtartalmának köszönhetően a nagyolvasztói, valamint az acélműi salak egyaránt

tartalmazhat radioaktív elemeket (U, Th, K), melyeknek koncentrációját a salak hasznosítása előtt meg kell határozni (Salagean, 1999; Das, 2007)

### **Irodalmi hivatkozások**

Al-Rawas, A. A., Taha, R., Nelson, J. D., Al-Shab, T. B., and Al-Siyabi, H., (2002) A Comparative Evaluation of Various Additives Used in the Stabilization of Expansive Soils, *Geotechnical Testing* 25(2), 199–209

Anil Kumar Sharma and P. V. Sivapullaiah (2012) Improvement of Strength of Expansive Soil with Waste Granulated Blast Furnace Slag, *Geo-congress 2012*. March 25-29, 2012, Oakland, California, *Geotechnical Special Publication No. 225 " State of Art and Practice in Geotechnical Engineering"*, Proceedings CD ISBN: 9780784412121, 3920-3929

B. Das, S. Prakash, P.S.R. Reddy, V.N. Misra (2007) An overview of utilization of slag and sludge from steel industries, *Resources, conservation and recycling* 50(1), 40–57.

Ed Barth; Bruce Sass; Sandip Chattopadhyay (2007) Evaluation of Blast Furnace Slag as a Means of Reducing Metal Availability in a Contaminated Sediment for Beneficial Use Purposes, *Soil and Sediment Contamination: An International Journal* 16(3) p. 281-300, DOI: 10.1080/15320380701285683

Halit Yazıcı; Hüseyin Yiğiter; Anıl Ş. Karabulut; Bülent Baradan (2008) Utilization of fly ash and ground granulated blastfurnace slag as an alternative silica source in reactive powder concrete, *Fuel*, 8 (12), 2401–2407;

Kavak, Aydın; Bilgen, Gamze; Capar, Omer Faruk (2011) Using Ground Granulated Blast Furnace Slag with Seawater as Soil Additives in Lime-Clay Stabilization, *Journal of ASTM International*, Volume 8, Issue 7 DOI: 10.1520/JAI103648;

Lu et al. (2008) Mechanisms of phosphate removal from aqueous solution by blast furnace slag and steel furnace slag, *J Zhejiang Univ Sci A* 2008 9(1):125-132, ISSN 1862-1775

M.N. Salagean, A.I. Pantelica, I.I. Georgescu, M.I. Muntean (1999) Neutron activation analysis of some building materials, *Czech. J. Phys.* 49 (S1) 355–358 (1999),

National Slag Association. Blast Furnace Slag as an Agricultural Liming Material, MF 185-5 [http://www.nationalslag.org/archive/legacy/nsa\\_1855\\_bf\\_slag\\_as\\_agricultural\\_liming\\_material.pdf](http://www.nationalslag.org/archive/legacy/nsa_1855_bf_slag_as_agricultural_liming_material.pdf) Accessed May 30, 2012

Rakshya Shrestha (2008) Soil Mixing: A Study on ‘Brusselian Sand’ Mixed with Slag Cement Binder, Master Dissertation, University of Ghent, University of Brussle <http://phylares.vub.ac.be/Thesissen/2008%20Rakshya%20Shrestha.pdf> Accessed 30. May 2012

Tamiji Yamamoto, Satoshi Asaoka (2010) Blast furnace slag can effectively remediate coastal marine sediments affected by organic enrichment, *Marine Pollution Bulletin*, 60 (4), 573–578