FIATAL MŰSZAKIAK TUDOMÁNYOS ÜLÉSSZAKA XIX.

Kolozsvár, 2014. március 20–21.

KOMBINÁLT TERMIKUS KEZELÉSI TECHNOLOGIÁK KÖZÉP- ÉS KELET EURÓPAI ALKALMAZHATÓSÁGÁNAK VIZSGÁLATA

APPLICABILITY EXAMINATION OF COMBINED THERMIC TREATMENT PROCESSES IN CENTRAL AND EASTERN EUROPE

BODNÁR István

Miskolci Egyetem, Gépészmérnöki és Informatikai Kar, Energetikai és Vegyipari Gépészeti Intézet, Vegyipari Gépészeti Intézeti Tanszék; Cím: H-3515, Magyarország, Miskolc-Egyetemváros; Telefon / Fax: +36-46-565168, vegybod@uni-miskolc.hu

Abstract

This paper presents the combination possibility of the applied thermic treatment process in the waste management. The conventional incineration is the most popular thermic treatment process worldwide. The most applied incinerator is the grate and the rotary kiln, which can be transformed into a one-step combination (process integrated) technology. During the applicability examination we have to put emphasis on many factors such as economical, technological, energy efficient and environmental ones.

Keywords: combined thermic treatment process, waste management, life cycle assessment, energy efficiency analysis

Összefoglalás

A tanulmány a hulladékgazdálkodásban alkalmazott termikus kezelési technológiák kombinálásának lehetőségét mutatja be. Világszinten a hagyományos égetés a legelterjedtebb technológia hulladékok termikus kezelésére. A leggyakrabban forgódobos és rostélyos tüzelőberendezéseket alkalmaznak, amelyek a hőmérséklet és/vagy az oxidációs faktor változtatásával átalakíthatóak egylépcsős kombinációs technológiává. A megvalósíthatósági vizsgálat során számos tényező, így a gazdaságossági, a technológiai és energetikai, valamint a környezetvédelmi szempontokra nagy hangsúlyt kell fektetni.

Kulcsszavak: kombinált termikus kezelési technológia, hulladékgazdálkodás, életciklus-elemzés, energetikai hatékonyságvizsgálat

1. Bevezetés

Napjaink felgyorsult, rohanó világában a fogyasztási igények növekedése, a vásárlási szokások megváltozása és a környezetvédelem iránti elkötelezettség fokozódása, új technológiák bevezetését teszi szükségessé a hulladékgazdálkodásban. A termelési folyamatok mellett a csomagolóiparban keletkezik a legtöbb hulladék, amelyek legnagyobb része anyagában újrahasznosítható, vagy biológiai úton lebomló. Az újrahasznosítás szükséges, de nem elégséges feltétele a szelektív gyűjtés, ami nélkül a keverten begyűjtött hulladékok rendszerint hulladéklerakókba, vagy hulladékégetőkbe kerülnek. A biológiailag le nem bomló, valamint a veszélyes komponenseket tartalmazó hulladékok jelentősen terhelik a környezetet. Lerakók

esetében a talajba, a talajvizeken keresztül a folyó és állóvizekbe; hulladékégetőknél pedig a levegőbe történő kibocsátás a mérvadó. A hulladékok lerakásánál és égetésénél az integrált hulladékgazdálkodási piramis szerint egy szinttel kedvezőbb megoldás az energetikai célú hasznosítás, amely lehetővé teszi a hulladékban rejlő energiamennyiség hasznos hő- és/vagy villamos energia formájában történő kinyerését. Ennek köszönhetően csökkenthető a fosszilis energiahordozók használata és akár szén-dioxid megtakarítást is elérhetünk. A hulladék így új fogalmat kaphat, mint kimeríthetetlen alternatív energiaforrás.

2. Leggyakrabban alkalmazott hulladékégető típusok

Világszinten a hagyományos égetéses technológia a legelterjedtebb megoldás hulladékok termikus kezelésére. A világszinten működő mintegy 2200 hulladékégető közül, a hagyományos égetéses technológia részesedése meghaladja a 95 %-ot, míg a maradék kevesebb, mint 5 %-on az új termikus kezelési technológiák, név szerint a pirolízis, a gázosítás és a plazmatechnológia, valamint ezek kombinációja osztozkodik. Közép- és Kelet Európában jellemzően csak hagyományos égetők üzemelnek. Önálló kialakítású alternatív technológiájú rendszerekkel csak kísérleti, vagy fél üzemi kialakításúakkal találkozhatunk. Az új technológiák legnagyobb előnye, hogy nem csak az energiatermelésre helyezik a hangsúlyt, hanem lehetővé teszik a feladott hulladék bizonyos kémiai összetevőinek a visszanyerését. A visszanyert fémek a kohászatban, a vegyi anyagok pedig a vegyipari és rokonipari ágazatokban alkalmazhatóak nyersanyagok kiváltására. A termikus kezelési technológiák kombinálhatók egymással, így lehetőség nyílik az üzemelő rendszerek viszonylagos kis anyagi ráfordítása mellett átalakítására, korszerűsítésre. Legegyszerűbb megoldás a hagyományos égetőkemencék (forgódobos kemence, rostélytüzelés, vagy fluidágyas megoldás) hőmérsékletének változtatása, és/vagy oxidációs faktorának csökkentése. Az alaptechnológia más technológiával történő integrálása jelentősen javíthatja az energetikai hatékonyságot, ami így gazdaságosabb üzemeltetést tesz lehetővé, és csökkenthető a környezetterhelés mértéke is. A 2008/98/EK hulladék keretirányelvben megfogalmazott hatékonysági kritérium alapján, csak akkor beszélhetünk energetikai célú hasznosításról, ha új égetőknél a 65 %-ot, meglévőknél pedig a 60 %-ot meghaladó az energetikai hatékonyság. Ezen értékek alatt csak a kevésbé preferált ártalmatlanításról beszélhetünk, főként ez teszi indokolttá az alaptechnológiák kombinálását. A Magyarországon működő 22 hulladékégető közül csak egy felel meg ennek a kritériumnak. Legkisebb anyagi ráfordítással a forgódobos égetőkemencék alakíthatóak át pirolízissel történő kombinációs technológiává. Az átalakítási költségek legnagyobb részét a szabályozási- és mérés technikai eszközök jelentik [1]. Magyarországon három égetőmű alkalmazza ezt a kombinációt, de az üzemeltetési módjuk miatt továbbra sem felelnek meg az energetikai hatékonyság-kritériumnak. Európában jelenleg 462 hulladékégető üzemel, ezek közül mindössze csak 32 alkalmaz valamilyen alternatív technológiát, és azok is főként Nyugat Európában találhatók [2]. Közép- és Kelet Európában továbbra is az ártalmatlanítást (égetést és lerakást) részesítik előnyben, de az új termikus kezelési technológiák kedvezőbb gazdasági és környezetvédelmi mutatóinak köszönhetően, a következő évtizedekben jelentős fejlesztések várhatók a hulladékok energetikai célú hasznosítása terén.

3. Kombinált termikus kezelési technológiák

A kombinált termikus kezelési technológiák két fő csoportba sorolhatók. Az első csoportba tartoznak az egylépcsős kombinációk, amelyek magukba foglalják az összes olyan kialakítást, ahol egyetlen berendezésben játszódik le a teljes folyamat (folyamatintegrált kombináció). Például a forgódobos kemencében a kemence belépő térrészen a pirolízis a kilépő térrészen az égés a jellemző folyamat. Ebbe a csoportba tartozik a faelgázosító kazán is, ahol az első

kamrában a tűzifa/biomassza gázosítása, a másik kamrában pedig a gázosításból származó szintézisgáz elégetése történik. A második csoportba a két, vagy többlépcsős megoldások tartoznak, ami az alaptermőtechnológiák soros kapcsolását jelenti. A két lépcsős azt jelzi, hogy két önálló berendezésünk van, ahol az első lépcsőben keletkező végtermékek további kezelése történik meg egy másik lépcsőben – alaptermőtechnológiában –. Ez a technológiaintegrált kialakítás, ahol az első lépcső lehet a pirolízis, és az ott keletkező pirokoks egy másik berendezésben égetés útján kerülhet hasznosításra. Az eddigi kutatási eredmények alapján két lépcsőnél nagyobb kombináció kialakítása nem eredményez érdemi javulást egyetlen vizsgálati kategória szerint sem, ezért azok alkalmazása csak elvi lehetőség. A kétlépcsős technológiák beruházási és üzemeltetési költségei rendszerint nagyobbak, mint az egylépcsősöké, mert két önálló berendezésre van szükség, amelyeknek van segédáram és energia igénye, amelyek fajlagos értékei nagyobbak az egylépcsős kombinációnál tapasztaltaknál. Gyakran előfordul, hogy a meglévő technológia nem alkalmas, vagy csak jelentős anyagi ráfordítás mellett alakítható át folyamatintegrált, azaz egylépcsős kombinációs technológiává. Például egy égetésre kialakított kazánt soha nem fogunk tudni átalakítani úgy, hogy plazma-technológiával egy lépcsőben kombinálható legyen. Ekkor a nagy beruházási költség ellenére a környezetterhelés csökkentése és/vagy az energetikai hatékonyság növelése érdekében célszerű a kétlépcsős megoldást alkalmazni.

4. Szempontok és tényezők a megvalósíthatósági vizsgálat során

Azonos hulladéktípus és/vagy kémiai összetétel esetén számos szempontot és tényezőt szükséges megvizsgálni, mert ezek határozzák meg egyértelműen az egyes technológiák és kombinációk alkalmazhatóságát. Az életciklus-elemzésből származó környezetvédelmi hatáskategóriák mellett szükséges értelmezni a technológiai és energetikai átalakítás hatékonyságát jellemző paramétereket is. A legfontosabb vizsgálati tényezőket és szempontokat az 1. táblázat tartalmazza [3].

1. táblázat. Megvalósíthatósági vizsgálat szempontjai és tényezői

Környezetvédelmi hatáskategóriák	Technológiai és energetikai hatékonyságparaméterek	Gazdasági és gazdaságossági mutatók
Hamu tulajdonságai	Üzemi hőmérséklet és nyomás	Fajlagos beruházási költségek (hulladék kapacitás és villamos teljesítmény alapján)
Létesítmény lakó-környezettől való távolsága	Oxidációs faktor	
	Segédáramok összetétele	
Globális felmelegedéshez való hozzájárulás	Keletkező végtermékek összetétele	Fajlagos üzemeltetési költségek (hulladék kapacitás és villamos teljesítmény alap)
	Hulladék tömegcsökkenés	
Ózonréteg elvékonyodás	Fajlagos füstgázkibocsátás	Megtérülési idő
Savasodást okozó hatás	Tömegcsökkenési sebesség	
Eutrofizációs potenciál	Erőgép és körfolyamat típusa	Karbantartási költségek
Fosszilis energiahordozó és erőforrás felhasználás	Nettó villamos, hő és eredő hatások	Villamos energia előállítási költsége
Fotokémiai ózonképződés	Villamosenergia-termelési mutató	Humán erőforrás költségei
Emberi szervezetre gyakorolt toxikus hatás	Fajlagos hő, villamos és eredő energia kihozatal	Különböző típusú segédgázok költségvonzata
Édesvízi, tengervízi és földi ökotoxicitás	Fajlagos hő, villamos és eredő energiasűrűség növekedés	Kapacitás kihasználhatóság és hatékonyságnövelés költségei

Az energetikai hatékonyság maximalizálására való törekvés számos gazdaságossági kérdést vet fel, amelyek megválaszolása költséghaszon-elemzést tesz szükségessé, ezért optimalizálá-

si módszereket kell alkalmazni. Ekkor a maximális energetikai hatékonyság minimális költség melletti elérése a cél [4]. A tervezési folyamat során célszerű mindezen szempontokat érvényesíteni. Mivel egyes paraméterek egymásra gyakorolt hatása fordított arányosságot mutat, ezért ki kell választani a számunkra legfontosabbnak vélt tényezőket és az ésszerűség határain belül meghozni a végleges döntést. A gazdaságos üzemeltetés érdekében lehetőség nyílik több alaptermőlógiából származó végtermék egyszerre történő utókezelésére egyetlen berendezésben. Ekkor figyelembe kell venni a technológiák tervezett élettartamát, az addig eltelt üzemi éveket, valamint össze kell hangolni a karbantartási, és a tervezett üzemszüneti, leállási időket. E feltételek együttes meglétével lehet biztosítani, hogy az alaptermőlógikák a leghatékonyabban tudjanak együttműködni. A hatékonyságjavítás másik módszere, amikor az alaptermőlógikából származó végtermékeket olyan arányban keverjük egymással, hogy a második lépcsőt jelentő berendezésnél minimális fajlagos segédáram igény jelentkezzen.

5. Következtetések és célkitűzések

A hatékony nyersanyag és energiahordozó felhasználás érdekében a hulladékgyazdálkodás jelentős változásokon esett át az utóbbi évtizedekben. Az ártalmatlanítás helyett az anyagában történő, és az energetikai célú hasznosítás került előtérbe. A Közép- és Kelet Európában található hulladékégetők közül alig néhány felel meg az EU-s irányelveknek és az energetikai hatékonyság-kritériumnak, ezért szükségessé vált fejlesztésük. A hagyományos égető berendezések pirolízissel, vagy gázosítással történő folyamatintegrált kombinálása kis anyagi ráfordítás mellett gazdaságosabb üzemeltetést tesznek lehetővé, mind emellé kedvezőbb energetikai hatékonyság és kisebb környezetterhelés társul. Az oxidációs faktor és a segédáramok helyes megválasztásával akár 30 %-kal is csökkenthető a kibocsátott füstgáz mennyisége, így jelentős költségmegtakarítás érhető el az üzemeltetés során. Kapcsoltan történő energiatermelés esetén az előállított hasznos hő- és villamos energia értékesítéséből származik plusz bevétel, amely így csökkentheti a technológiák megtérülési idejét. Jövőbeli célom e technológiák értékelése a felvázolt vizsgálati szempontok figyelembevételével és értékelése a kidolgozásra került háromszögmodell segítségével.

6. Köszönetnyilvánítás

A kutatás a TÁMOP 4.2.4.A/2-11/1-2012-0001 azonosító számú *Nemzeti Kiválóság Program – Hazai hallgatói, illetve kutatói személyi támogatást biztosító rendszer kidolgozása és működtetése konvergencia program* című kiemelt projekt keretében zajlott. A projekt az Európai Unió támogatásával, az Európai Szociális Alap társfinanszírozásával valósul meg.

Irodalom

- [1] Zhu, Y., Chai, X., Li H., Zhao, Y., Wei, Y.: *Combination of combustion with pyrolysis for studying the stabilization process of sludge in landfill*. Thermochimica Acta. 464, 2007. pp. 59-64.
- [2] Szuhi, A.: *Új termikus technológiák és hagyományos hulladékégetők*. Kiadta a Környezetvédelmi- és Vízügyi Minisztérium, 2011.
- [3] Bodnár, I.: *Termikus kezelési technológiák vizsgálata háromszögmodell segítségével*. Multidiszciplináris Tudományok. ME kiadványa. 3. kötet. 2013. 1-2. sz. pp. 203-214.
- [4] Hatzilyberis, K. S.: *Design of an indirect heat rotary kiln gasifier*. Fuel Processing Technology. 92, 2011. pp. 2429–2454