

POLIMER HULLADÉKOK PIROLÍZISÉVEL NYERT SZILÁRD MARADÉKOK TOVÁBBI HASZNOSÍTHATÓSÁGA

UTILIZATION OF SOLID RESIDUE FROM WASTE PYROLYSIS

Sója János¹, Fogarasi Zsolt Miklós², Miskolczi Norbert³

¹Pannon Egyetem, Mérnöki Kar, MOL Ásványolaj- és Széntechnológiai Intézeti Tanszék, Magyarország, 8200 Veszprém, Egyetem utca 10.; Telefon: +36-88-624-000P6170, e-mail: sojajanos@almos.uni-pannon.hu

²MOL LUB Kft., Magyarország, 2931 Almásfüzitő, Fő út 21.; Telefon: +36-70-776-0099, e-mail: zsfogarasi@mol.hu

³Pannon Egyetem, Mérnöki Kar, MOL Ásványolaj- és Széntechnológiai Intézeti Tanszék, Magyarország, 8200 Veszprém, Egyetem utca 10.; Telefon: +36-88-624-410, e-mail: mnorbert@almos.uni-pannon.hu

Abstract

With the chemical recycling of plastic waste (pyrolysis) we can obtain more valuable products. These products are suitable for generating energy or producing chemical raw materials. However the utilization of solid residue is still unsolved. In our experiment we pyrolysed municipal solid waste at 500 °C. We examined that if the obtained residue, treated with activation agent, or without treatment, is suitable for improving certain properties of base oil.

Keywords: *pyrolysis, polymer waste, char*

Összefoglalás

A műanyag hulladékok kémiai újrahasznosításával (pirolízissel) értékesebb termékek állíthatók elő, melyek alkalmasak energia vagy vegyipari alapanyagok előállítására. Azonban a keletkező kocszos maradék hasznosítása még nem megoldott. Kísérletünk során települési szilárd hulladékot pirolizáltunk 500 °C-on és azt vizsgáltuk, hogy az így előállított maradék kezelés nélkül, illetve aktíváló ágensekkel való kezelés után alkalmas-e egy alapolaj elegy bizonyos tulajdonságainak javítására.

Kulcsszavak: *pirolízis, polimer hulladék, szén*

1. Bevezetés

A hulladékokból történő energia előállítás napjaink egyik fontos kutatási területe. A hulladékokból pirolizissel értékesebb termékek állíthatók elő, mely során maradóként nagy széntartalmú kocsz is kelet-

kezik [1], A kocszos maradék további hasznosítása még nem megoldott.

Az aktív szén, mely napjaink egyik legelterjedtebb adszorbense hagyományos úton kőszénből állítják elő, ám környezetvédelmi és gazdasági megfontolásokról előtérbe került az alternatív alapanyagokból történő előállítás lehetősége is. Az egyik

ilyen lehetőség, a hulladék polimerek szilárd pirolízis termékeinek felületaktív anyagként történő alkalmazása [2-3].

Kísérleti munkánk célja annak vizsgálata volt, hogy a polimer hulladékok pirolízise során keletkező kocszos szilárd maradék alkalmas lehet-e egy kenőolaj célú alapolaj elegy bizonyos tulajdonságainak javítására.

2. Felhasznált anyagok

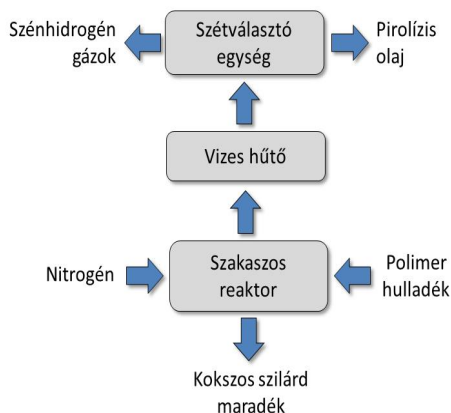
Alapanyagként települési szilárd hulladékot használtunk, mely főleg poliolefinet tartalmazott. Emellett pedig 11 % poli-vinil-kloridot és polietiléntereftalátot is.

3. Mérési módszer

Az alapanyagból két lépésben nyertünk aktivált szenet: először pirolizáltuk azt, majd a szilárd frakciót különböző módon aktiváltuk.

A termikus pirolízist egy 2 liter térfogatú reaktorban, inert (nitrogén) atmoszférában, légköri nyomáson és 500°C-on végeztük. A gázokból a pirolízisolajat egy vizes hűtőben 20°C-on lekondenzáltattuk, majd egy fázisszeparátorban választottuk el a gázoktól, melynek mennyiségét egy gázáramlásmérővel határoztuk meg. A termékösszetétel a következő volt: 3 % gáz, 9 % szilárd maradék és 88 % olaj. Az alkalmazott berendezést az **1. ábra** szemlélteti.

A kocszos maradék rendelkezett bizonyos fokú pórusos szerkezettel, melynek szorpciós tulajdonságait kémiai úton szeretnénk volna fokozni. Aktiváló ágensként nátrium-hidroxidot és foszforsavat választottunk. A művelet egyes paramétereit az **1. táblázat** tartalmazza. Az aktiválási folyamatot atmoszférikus nyomáson, vizes közegben, 100-110°C-os hőmérséklettartományban valósítottuk meg. Egy óra elteltével a szenet leszűrtük, desztillált vízzel többször átmostuk, majd a nedvességtartalmát szárítószekrényben 105 C-on eltávolítottuk.



1. ábra. A pirolízis berendezése

1. táblázat. Az aktiválás körülményei

Paraméter	Érték
Hőmérséklet	100-110 °C
Nyomás	1 atm
Aktiválási idő	1 óra
Alapanyag koncentráció	5 m/m%
Aktiváló ágens	
NaOH koncentráció	5; 10; 20; 30 m/m%
H ₃ PO ₄ koncentráció	10; 30; 50; 70 m/m%

Az így előállított szén hatását egy adott turbinaolaj-alapolaj elegy levegőelváló képességén keresztül vizsgáltuk. Ha ez az érték túl nagy, a hidraulikus rendszerben problémák adódhatnak. Másodsorban nagyon fontos a víztől való elválási hajlam, ugyanis annak jelenléte a rendszerben korróziót, mikroorganikus szennyeződést vagy habzást okozhat.

A levegőelváló képesség mértékegysége az a percben kifejezett idő, ami ahhoz szükséges, hogy az olajban diszpergálódott levegő az elfogadható mennyiségre (2 V/V%) csökkenjen. A mérést úgy végeztük, hogy 50 °C-ra melegítettük az olajat, majd 7 perccel keresztül ugyanilyen hőmérsékletű sűrített levegőt fúvattunk át rajta 0,2 bar túl-

nyomással. Az eltelt idő függvényében mértük a sűrűségét, aminek az időbeli változása a minta levegőtartalmára enged következtetni.

A víztől való elválási hajlam mérésének elve az, hogy 40 cm³ olajat és ugyanennyi vizet 54 °C-on, 5 percen keresztül 1500 r/perc fordulatszámú keverővel egy 100 cm³-es mérőhengerben elegyítünk, majd a fázisok elválási idejét regisztráljuk. A kialakult emulzióknak (mely ideális esetben nem stabil) a felbomlási idejét mértük, és miután az megtörtént, az elkülönült fázisok térfogatát feljegyeztük a következő módon: olaj:víz:emulzió/szétválási idő.

4. Mérési eredmények és értékelésük

A különböző módon kezelt szeneken szűrt kenőolajok 50°C-on mért levegőelváló képességét és 54°C-on mért víztől való elválási hajlamát mértük. Referenciaként a szüretlen alapolaj elegyre ezek az értékek sorrendben 7 perc és 40 cm³ : 40 cm³ : 0 cm³ / 5 perc voltak.

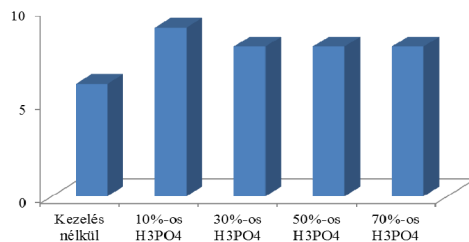
A hulladékokból előállított kezeletlen szénszármazzékkal derítést végeztünk a vizsgálandó olaj mintán, majd a különböző töménységű foszforsavas és nátrium-hidroxidos kezelésnek alávetett szenekkel is megszűrtük azt. A víztől való elválási hajlam értékeit a **2. táblázat** tartalmazza.

A víztől való elválási hajlam ugyan megfelelő volt, azonban a szétválási idő minden esetben többszöröse lett a szüretlen alapolajénak, azaz romlott a referenciához képest.

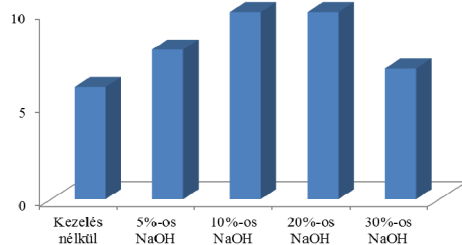
A **2. ábra** az 50 °C-on mért levegőelváló képesség változását mutatja a foszforsavval kezelt szűrőközegek esetében a vegyszer koncentrációjának függvényében, míg a **3. ábra** ugyanezt mutatja a nátrium-hidroxiddal kezelt esetekben.

2. táblázat. A víztől való elválási hajlam

Minta	Víztől való elválási hajlam	Minta	Víztől való elválási hajlam
Alapolaj elegy	40-40-0/5	Alapolaj elegy	40-40-0/5
Kezeletlen szénszármazzék	40-39-1/20	Kezeletlen szénszármazzék	40-39-1/20
10%-os H ₃ PO ₄	41-38-1/50	5%-os NaOH	41-36-3/30
30%-os H ₃ PO ₄	43-37-0/40	10%-os NaOH	42-38-0/30
50%-os H ₃ PO ₄	40-40-0/20	20%-os NaOH	40-37-3/30
70%-os H ₃ PO ₄	39-37-4/20	30%-os NaOH	42-38-0/30



2. ábra. Az 50 °C-on mért levegőelváló képesség változása a szűrőközeg függvényében foszforsavas kezelés esetén (az alapolajra ez az érték 7 perc)



3. ábra. Az 50 °C-on mért levegőelváló képesség változása a szűrőközeg függvényében nátrium-hidroxidos kezelés esetén (az alapolajra ez az érték 7 perc)

Az eredmények alapján kijelenthető, hogy a hulladék műanyagból előállított szilárd maradékok rendelkeztek bizonyos mértékű porozitással a vegyszeres kezelések előtt, ugyanis az a minta levegőelválo képességet csökkentette az alapolajhoz képest. A pórusos szerkezet valószínűleg a pirolízis során a mátrixból kiszakadó molekula fragmentumok mozgása révén jött létre.

A foszforsavas kezelés hatására minden esetben megnőtt a levegőelválo képesség, azaz romlott az olaj ezen jellemzője. Ennek az a magyarázata, hogy az enyhébb körülmények között stabil pórusos szerkezet a savas kezelés hatására megváltozott. Hasonló hatást értünk el a másik kezeléssel is. Az 5 és 10 %-os nátrium-hidroxid oldatok rontották a levegőelválo képességet, azonban tovább növelve a lúg koncentrációját elkezdett csökkenni annak értéke. 30 % NaOH koncentrációnál már a referencia értéket produkálta a minta.

Szakirodalmi hivatkozások

- [1] Hajdary, J., et al.: *Pyrolysis of automobile shredder residue in a laboratory scale screw type reactor*. Journal of Environmental Chemical Engineering, 4, 2016, 965–972.
- [2] Kartel, M.T. et al.: *Preparation of porous carbons by chemical activation of polyethylene terephthalate*. Carbon, 44 (5), 2006, 1019-1022.
- [3] Hayashi, Y. et al.: *Preparation and characterization of high-specific-surface-area activated carbons from K₂CO₃-treated waste polyurethane*. Journal of Colloid and Interface Science, 281 (2), 2005, 437-443.

Köszönetnyilvánítás

A szerzők köszönetüket fejezik ki a Nemzeti Kutatási és Innovációs Hivatal, Magyar-indiai (KTIA-DST) K+F+I együttműködési program (TÉT_13_DST) keretében nyújtott támogatásért (TÉT_13_DST-1-2014-0003).