



MISKOLCI EGYETEM
MŰSZAKI FÖLDTUDOMÁNYI KAR
NYERSANYAGELŐKÉSZÍTÉSI ÉS KÖRNYEZETI ELJÁRÁSTECHNIKAI INTÉZET



HULLADÉKOK DUGATTYÚS PRÉSSSEL TÖRTÉNŐ KOMPAKTÁLÁSÁNAK VIZSGÁLATA

Doktori (PhD) értekezés tézisei

Készítette:

Nagy Sándor

okl. előkészítéstechnikai mérnök

Tudományos témavezetők:

Prof. Dr. habil. Csőke Barnabás

egyetemi tanár

Dr. Faitli József

egyetemi docens

MIKOVINY SÁMUEL FÖLDTUDOMÁNYI DOKTORI ISKOLA

A doktori iskola vezetője: Dr. Lakatos István

egyetemi tanár, MTA levelező tagja

2012. július 9.

I. Az értekezés célja, tudományos előzményei

Számos iparágban előfordulnak olyan finom-diszperz anyagok, termékek amelyeket brikettálni kell, ugyanis a tömörített forma sok előnnyel rendelkezik a por formával szemben.

A kész brikettek egyik legfontosabb minőségi jellemzője a törési szilárdság, amelyet a brikett későbbi felhasználásnak megfelelően kell beállítani. Általában megfelelően szállíthatónak és adagolhatónak kell lennie briketteknek, felhasználásuk során azonban adott igénybevételre a legtöbb esetben szét kell esniük (pl.: tüztér, kohó, stb.). Az előállítás során fontos paraméter az alkalmazott préselési nyomás, kötőanyag tartalom és hőmérséklet, ezekre a berendezéseket méretezni kell. Nagyobb préselési nyomás esetén a berendezés alkatrészei nagyobb igénybevételnek vannak kitéve. A nagyobb mechanikai szilárdság és a hőálló berendezés kialakítás a beruházási költséget növeli.

Az agglomerálás során befektetett fajlagos munka ismerete és a préselési hőmérséklet kiemelt fontosságú, mivel a gyártás költségeivel szoros összefüggésben áll. A leírtaknak megfelelően az adott célra termelt brikettek gyártását úgy kell megvalósítani, hogy az igényelt brikettminőséget (szilárdság, morzsolódás, stb.) biztosítani tudjuk, legkisebb befektetett munkával, a legkisebb –brikettminőség szempontjából is megfelelő– préselési nyomáson, hőmérsékleten és kötőanyag tartalommal. A gyártás optimalizálásához elengedhetetlen a gyártási paraméterek brikettminőségre gyakorolt hatásának pontos ismerete. Jól modellezhető a különböző anyagok brikettálhatósága dugattyús présben. Az értekezés keretén belül különböző anyagi tulajdonságokkal bíró hulladékok, melléktermékek brikettálhatóságát vizsgálom.

E kérdéskör problémája, hogy a hulladékok igen sokfélék, és ezek ugyanazon halmazban fordulnak elő, vagyis a halmaz heterogén. Ezek figyelembe vételével történt a mintaanyagok kiválasztása, néhány esetben nagy segítség volt, hogy e munka ipari kutatási feladathoz, vagy projekthez kapcsolódott.

A szakirodalom feldolgozása alapján a következő fontosabb következtetést vontam le: A szakirodalom nem foglalkozik kellő mélységgel a különböző anyagi tulajdonságú (ásványos porok, szálás hulladékok), illetve heterogén összetételű hulladékok brikettálhatóságával, holott manapság egyre inkább előtérbe kerülnek az ásványi nyersanyagok mellett a heterogén hulladékok brikettálási kérdései. Nem leltem fel olyan szakirodalmat, mely kellő mélységgel foglalkozott volna hulladékok brikettálhatóságának gazdaságosságával, különös tekintettel a kötőanyaggal történő brikettálás két legjelentősebb tényezője (préselési nyomás, kötőanyag tartalom) vonatkozásában [1-7].

II. Tudományos munkám célkitűzései

Az általam végzett vizsgálatok, kutatások fő célkitűzései:

- olyan kísérleti brikettáló berendezés, és brikett minősítési eljárás kifejlesztése, mellyel eltérő paraméterek mellett nagyszámú kísérletsorozat elvégezhető, így téve lehetővé a fő paraméterek megbízható meghatározását,
- olyan paraméterek, függvények ($\rho^*(\mathbf{w})$, $\sigma_h(\mathbf{w})$) bevezetése, melyek különböző anyagi tulajdonságú hulladékok brikettálhatóságának jellemzését (leírását) és összehasonlítását teszik lehetővé,
- módszer kidolgozása a brikettálás műszaki paraméterektől függő gazdaságossági értékelésére.

III. Az elvégzett vizsgálatok leírása, kísérleti berendezések, alkalmazott kutatási és értékelési módszerek

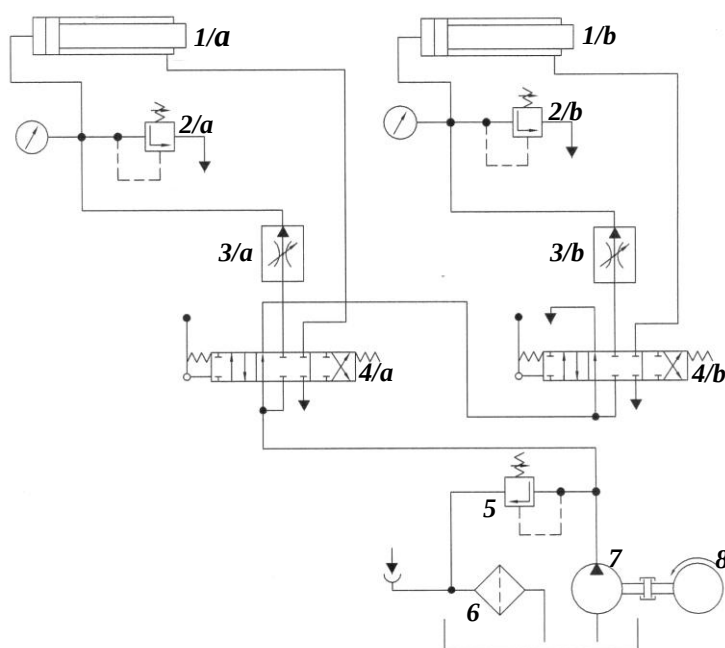
Az általam végzett kutatómunka a hazai és a nemzetközi szakirodalom tanulmányozását, az elvégzett kísérletekhez szükséges brikettálhatósági vizsgálati eszközök és módszerek kifejlesztését, laboratóriumi kísérleteket, a kapott eredmények kiértékelését, gazdaságossági vizsgálati módszer kidolgozását, valamint következtetések levonását foglalja magába.

A disszertációban foglalt tudományos eredményeim a Miskolci Egyetem Nyersanyagelőkészítési és Környezeti Eljárástechnikai Intézetében végzett szisztematikus laboratóriumi kísérleteken alapulnak.

A vizsgálataimba elsősorban a hiányterületekről, nevezetten hulladékok köréből vontam be anyagokat. Ennek megfelelően a vizsgálat a rideg ásványi anyagoktól kezdve a szálal, viszkoelasztikus anyagokon át ezek keverékeire kiterjedt. A vizsgálatok során 25 mm átmérőjű tablettákat készítettem, a tablettázás során változtattam a préselési nyomást, bizonyos esetekben a kötőanyag-, ill. nedvességtartalmat, valamint a préselési hőmérsékletet. A hőmérséklet vonatkozásában arra törekedtem, hogy normál hőmérsékleten el lehessen végezni a brikettálást, ezért hőmérséklet befolyását csak abban az esetben vizsgáltam, amikor nagyobb hőmérséklet alkalmazása elkerülhetetlen volt (szilárd települési hulladék). A készült tablettákat sűrűségük és törési szilárdságuk alapján minősítettem, meghatároztam a fajlagos tablettázási munkákat. Minden esetben meghatároztam a préselési nyomás és sűrűség, valamint préselési nyomás - húzó szilárdság közti összefüggéseket.

Kísérleti berendezés

A kísérleteket a Miskolci Egyetem Nyersanyagelőkészítési és Környezeti Eljárástechnikai Intézete által kifejlesztett, és legyártott hidraulikus brikettáló-berendezéssel (3.2 ábra) folytattam le. A hidraulikus kapcsolási rajz a 3.1 ábrán látható. A berendezés egy nyomáshatárolóval ellátott (5) hidraulikus tápegységről üzemel (3.1 ábra/8, 7, 6, 5).



3.1 ábra. Kísérleti berendezés egyszerűsített hidraulikus kapcsolási rajza

Két hidraulikus dugattyú található rajta, a felső (1/a) – préselésre használt – 200 kN maximális erő kifejtésére képes. Az alsó (1/b) kizárólag a kész brikett kiemelésére szolgál. A dugattyúk útváltó szelepek segítségével mozgathatók (4/a és 4/b). A dugattyúba jutó olaj nyomását (így a tabletta felületére ható erőt) tetszőleges, előre beállított értéken le lehet határolni a nyomáshatárolókkal (2/a ill. 2/b). A dugattyúk sebességei a mennyiségállandósító szelepekkel (3/a és 3/b) állíthatók, a présdugattyú maximális sebessége 30 mm/s. A hüvely, biobrikettek és műanyag brikettek készítése érdekében fűthető, a hőmérséklet 20 és 140 °C között szabályozható.

Kutatómunkám érdekében a mérő berendezést az alábbi eszközökkel láttam el: inkrementális távolságmérő a dugattyú elmozdulásának mérésre, erőmérő a fellépő erők meghatározására, hüvely fűtését szabályozó rendszer, 25 mm átmérőjű tabletta előállítására alkalmas hüvely és dugattyú, valamint számítógépes adatrögzítő rendszer. Az berendezés megépítését és eszközökkel történő ellátását Antal Gábor irányításával az intézeti műhely végezte, a számítógépes adatgyűjtő szoftvert Dr. Faitli József készítette el.



Műszaki adatok	
$F_{\max}$	200 kN
$v_{\max}$	30 mm/s
Hőmérséklet tart.	20 - 140 °C
Tabletta átmérők	25 ill. 40 mm
Távolságmérés	Inkrementális
Adatfeldolgozás (erő, távolság)	PC, LabWindows

3.2 ábra. Hidraulikus brikett-prés

A mérés kezdetén meghatároztam a berendezés dugattyújának sebességét a mennyiséghatároló szelep különböző beállítási értékeknél (0...10 skála). Az egyes sebességi fokozatokban több próbapréseles is történt, melyek eredményeit a 3.1 táblázat mutatja.

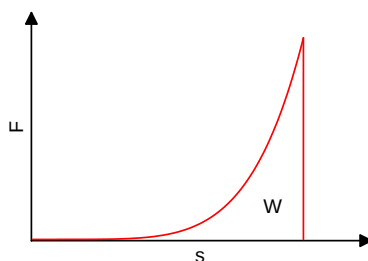
3.1 táblázat. Dugattyú mozgási-sebességének kiértékelése

	Berendezésen beállított értékek				
	2	4	6	8	10
Nyomás [MPa]	Sebesség [mm/s]				
100	5,63	12,81	20,15	28,08	34,76
150	5,84	11,69	19,9	27,28	36,57
200	5,54	12,4	19,41	28,4	32,85
250	5,88	12,47	20,19	28,74	33,74
Relatív szórás [%]	2,48	3,30	1,56	1,92	4,01
Átlagértékek [mm/s]	5,72	12,34	19,91	28,13	34,48

A táblázat első oszlopában látható, hogy a próbauzemben különböző nyomásokon dolgozott a dugattyú. A többi oszlopban a beállított értékekhez tartozó sebességértékek találhatók. Minden sebességadat több vizsgálat átlagából adódik. A különböző nyomásokon végzett, egy oszlopban található adatokból és azok relatív szórásából látható, hogy a nyomás nem befolyásolja számottevően a dugattyú mozgási-sebességét. Ezeket az eredményeket ezért az oszlopok alján átlagoltam.

Befektetett fajlagos préselési munka meghatározása

A brikettálás során mértem a dugattyú által megtett utat és a tablettára ható erő nagyságát. A számítógépes adatgyűjtő program másodpercenként 50 mérési pontot rögzít, e pontok segítségével vehető fel az erő – elmozdulás diagram (3.3 ábra).



3.3 ábra. Erő-elmozdulás diagram

A mérési pontokra minden tabletta esetében ötöd fokú polinom segéd függvényt illesztettem. Ezt a diagramot minden egyes tablettánál megrajoltam Graph v4.3 program segítségével. A függvény alatti terület a brikettáláshoz szükséges munkát (W) adja meg. A munka számítására is a Graph v4.3 programot használtam, úgy hogy integráltam a függvényt az s_0 és $s_{\max}$ között.

$$W = \int F ds = A \int p ds \text{ ahol,}$$

W a munka,

F az erő,

s az elmozdulás,

A a tabletta préselési irányra merőleges felülete.

Az egyes tablettákon végzett munkát elosztva a tabletták tömegeivel megkapjuk a fajlagos munkát:

$$w = W / m_t \text{ [J/g] ahol}$$

w a fajlagos munka,

W egy tabletta elkészítéséhez szükséges munka,

m_t a tabletta tömege.

Tablettasűrűség meghatározása

A tabletták sűrűségével jól és egyszerűen jellemezhető a minőségük. A munkám során tolómérő segítségével meghatároztam a tabletták átmérőjét. A hüvely átmérője 25 mm, azonban bizonyos hulladéktípusoknál a préselés után tágulás léphet fel, ezért kellett meghatározni az átmérőt is. Tolómérőt használtam a tabletta magasság meghatározáshoz is. Minden esetben adott tömegű mintát mértem be a préseléshez a berendezésbe, azonban a préselés, tabletta eltávolítás során kis tömegveszteségek léptek fel, ezért minden elkészült tabletta tömegét meghatároztam. Ezekből az adatokból határoztam meg a tabletták sűrűségét az alábbi képlet alapján:

$$\rho_t = m / V = 4 m / (D^2 \pi h), \text{ ahol}$$

ρ_t a tabletta sűrűsége,

m a tabletta tömege,

V a tabletta térfogata,

D a tabletta átmérője,

h a tabletta magassága.

Közvetett húzószilárdság meghatározása

A tabletták szilárdságának megállapítására a közvetett húzó szilárdságot határoztam meg. A tablettákat két síklap közé élükre állítva, a Mechanikai Technológiai Tanszék MTS Systems Corporation által gyártott hidraulikus törőberendezésével történt a szilárdság meghatározása.

A berendezés rögzíti a vizsgálat során a törőpfa elmozdulását, és a fellépő erőt. Az értékpárokból felvehető a törés erő-elmozdulás függvénye. A vizsgálataim során, az értékpárokból a legnagyobb fellépő erőből számoltam a húzó szilárdságot. A húzó szilárdság a következő képlet szerint számítható [8, 9]:

$$\sigma_h = 2 F_{\max} / (\pi h D), \text{ ahol:}$$

σ_h : a tablettá húzó szilárdsága,

$F_{\max}$: a maximális erő a törés során.

A h ill. D meghatározásához az azonos paraméterekkel készült tabletták vastagságának átlagát, valamint az átlagos átmérőjét használtam.

A kutatási eredmények értékelése

A nyert adatokat táblázatokban, diagramokban dolgoztam fel, a kiértékelések sűrűség - préselési nyomás, húzószilárdság - préselési nyomás, valamint a sűrűség ill. húzószilárdság - befektetett fajlagos préselési munka diagramokkal történt. A kiértékeléshez továbbá az előkészítéstechnika (Johanson féle összefüggés), a matematikai statisztika és a korrelációs számítás ismert módszereit alkalmaztam: a mérési pontokra, az egyes folyamatok leírásához, különböző függvényeket illesztettem és feltüntettem a hozzájuk tartozó korrelációs együtthatókat és az abszolút vagy relatív hiba nagyságát.

IV. Tudományos eredmények, tézisek

Az értekezés új tudományos eredményei az alábbiakban foglalhatók össze:

1. TÉZIS. Rideg anyagok kötőanyaggal történő brikettálását vizsgálva megállapítottam, hogy a préselési nyomás növelésével bekövetkező $\rho=f(p)$ sűrűségváltozásra a Johanson-féle függvény jellemző, e kapcsolat gyakorlatilag függetlennek tekinthető a kötőanyag tartalomtól:

$$\rho = \frac{\rho_0}{p_0^{1/\kappa}} p^{1/\kappa} = c p^{1/\kappa}, \text{ ahol } \kappa \neq f(c_k),$$

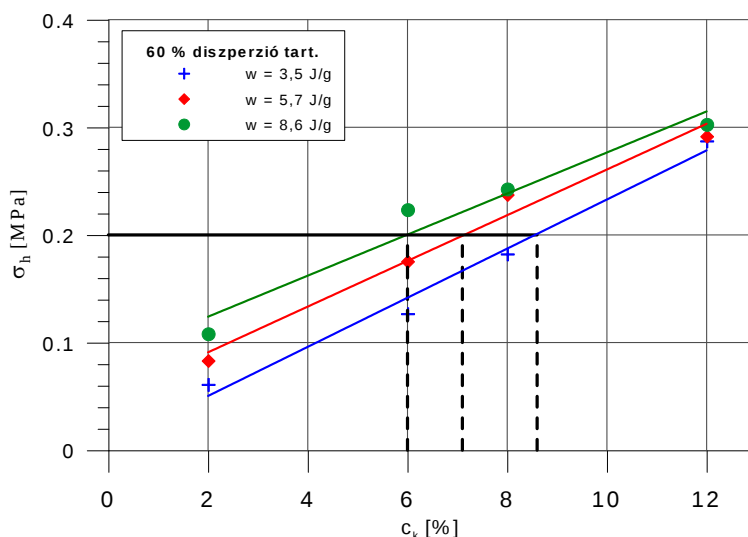
a szilícium karbid esetén $\kappa=23,24 \approx \text{konst.}$ Hasonlóan független a sűrűség munka közti összefüggés a kötőanyag tartalomtól:

$$\rho=f(w).$$

2. TÉZIS. A brikett sűrűség és munka összefüggéstől eltérően a brikett szilárdság a kötőanyag tartalomnak (c_k) és a befektetett fajlagos munkának (w) egyaránt függvénye:

$$\sigma_h=f(w, c_k).$$

Szilícium karbidra az alábbi összefüggések érvényesek:



$$\sigma_h=f(c_k, a, b) = a c_k + b,$$

ahol

$$a=f(w)=\alpha_1 w+\beta_1,$$

$$b=f(w)=\alpha_2 w+\beta_2,$$

amelyekben:

$$\alpha_1 = -7,3504 \cdot 10^{-4},$$

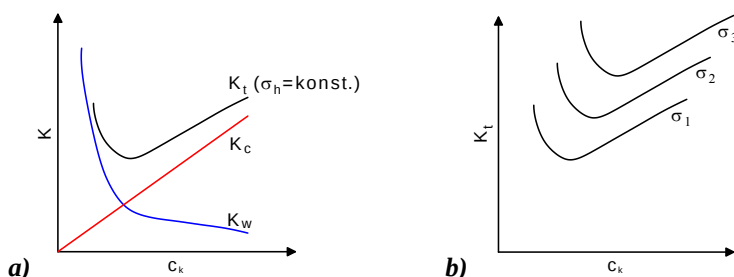
$$\beta_1 = 2,5401 \cdot 10^{-2},$$

$$\alpha_2 = 1,5751 \cdot 10^{-2},$$

$$\beta_2 = -4,7082 \cdot 10^{-2}.$$

4.1. ábra. Húzó szilárdság – kötőanyag tartalom függvénye

3. TÉZIS. A 2. tézis összefüggéseire támaszkodva a brikettminőség tudatos tervezésére eljárást dolgoztam ki. A fenti összefüggések szerint a gyártandó brikett kívánatos húzószilárdsága többféle módon elérhető, nevezetesen nagyobb munkával és kisebb kötőanyag felhasználással, és fordítva nagyobb kötőanyag felhasználással és kisebb befektetett munkával. Ezekből következik, hogy a fenti összefüggésekkel végzett szimulációval, valamint a szimulációs alappontokhoz a munka (energia) (K_w) és kötőanyag költség (K_c) megállapításával, ill. összegzésével ($K_t = K_c + K_w$, 4.2 ábra) a költségminimum helye, azaz a kívánatos brikettminőség optimális előállítási körülményei meghatározhatók az alábbiak szerint.



4.2. ábra. Költség függvények a kötőanyag koncentráció (c_k), a munka (w) ill. σ_h előírt brikettszilárdság függvényében

K költség,
 K_c a kötőanyag költsége,
 K_w a munka költsége és
 K_t a teljes költség.

4. TÉZIS. A brikettálási folyamat jellemzésére általánosan bármely anyag esetén jellemző összefüggéseket vezettem be, nevezetesen a ρ^* relatív sűrűség és a w munka, valamint a σ_h brikett szilárdság - munka függvénykapcsolatokat:

- $\rho^* = f(w)$,

$\rho^* = \rho/\rho_0$, ahol ρ_0 a $p_{\min}$ -hoz tartozó kezdeti sűrűség;

- $\sigma_h = f(w)$.

Az összefüggések lehetővé teszik a különböző anyagok brikettálhatóságának objektív értékelését és összevetését.

5. TÉZIS. A fa papír illetve ezek keverékének szobahőmérsékleten, kötőanyag nélkül különböző nyomással végzett brikettálási kísérletei alapján megállapítottam, hogy ezen anyagok brikettálási folyamata is jellemezhető a Johanson féle, valamint a relatív sűrűség munka összefüggésekkel, amelyek szerint a lejátszódó folyamatok (térfogatcsökkenés) gyakorlatilag hasonlóak: $\kappa = 5,14 \dots 5,87 \approx \text{konst.}$, átlagban $\kappa_{\text{átl}} = 5,54$. A brikett szilárdságra vonatkozóan megállapítható, hogy a tiszta papír szilárdsága nagyobb, mint a keverékek szilárdsága.

6. TÉZIS. A rendkívül inhomogén szilárd települési hulladékból kinyert másodtüzelőanyag, amelynek fő komponensei műanyagok, papír, fa, textil, gumi, 100...140 °C hőmérséklet tartományban, kötőanyag nélkül különböző nyomással (100...250 MPa) végzett brikettálási kísérletei alapján megállapítottam, hogy a vizsgált jellemzőkre vonatkozó függvénykapcsolatok ($\rho^*=f(w)$ és $\sigma_h=f(w)$) nagy szórást mutatnak, összefüggéssel gyakorlatilag csak tendenciaként egy függvényzárral írhatók le. Ezek alapján az alábbi tendenciák állapíthatók meg:

- az alapjelenség (térfogatváltozás) Johanson féle összefüggésnek megfelelő;
- ezen anyag brikettálásához minimálisan 120 °C és 100 MPa szükséges;
- a hőmérséklettel, valamint a nyomás ill. munka növelésével a brikettszilárdság szignifikánsan nő.

7. TÉZIS: A komposztált szennyvíziszap szobahőmérsékleten, különböző nedvesség tartalom mellett ($c_{viz}=2,3...29$ %), kötőanyag nélkül 100...250 MPa nyomástartományban végzett brikettálási kísérletei alapján megállapítottam, hogy a folyamatra szintén érvényes a Johanson összefüggés, azonban a kompresszibilitási tényező a nedvességtartalom függvénye: $\rho=f(c_{viz})$ ill. $\kappa=f(c_{viz})$, $\kappa=5,61...31,99$. A brikett szilárdság szintén függ a nedvességtartalomtól:

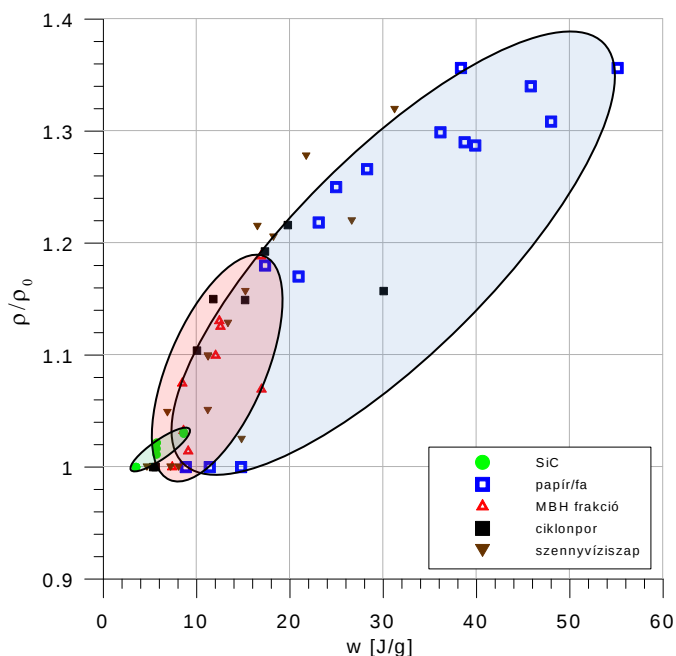
$$\sigma_h=f(c_{viz}),$$

és a vizsgált minta esetében a nedvességtartalom legkedvezőbb értéke 8,7 %. A >29 % nedvességtartalom mellett a komposztált szennyvíziszap nem brikettálható.

8. TÉZIS:

Megállapítottam, hogy valamennyi vizsgált hulladék brikettálhatóságára jellemző a Johanson féle összefüggés, és a bevezetett relatív brikettsűrűség és munka, valamint brikett húzószilárdság és munka összefüggések alkalmasak a különböző anyagok brikettálhatóságának összevetésére.

8.1. A vizsgált különböző anyagi tulajdonságú hulladékok esetén a kapott $\rho/\rho_0 - w$ értékpárokat ábrázolva, a különböző vizsgált hulladékok jól elkülöníthető tartományokban helyezkednek el.

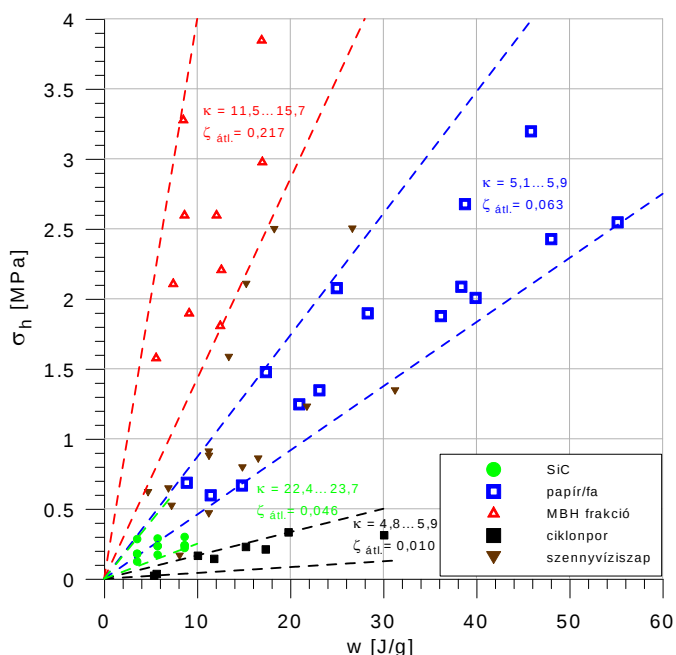


4.3. ábra. Relatív sűrűségek a befektetett préselési munka függvényében

8.2. Ugyanezen anyagok vizsgálata során kapott σ_h - w értékpárokat pontfelhőként ábrázolva, az anyagok az origóból kiinduló egyenesekkel csoportosíthatók jól (4.4 ábra). Bevezetem a húzószilárdság préselési munka arányát:

$$\zeta = (\sigma_h / w),$$

amely a tartomány határoló egyenesek iránytangense és jellemző a különböző anyag típusokra. Az arány kifejezi az egységnyi fajlagos munkával elérhető húzószilárdság értéket, minél nagyobb, annál nagyobb szilárdságú brikett gyártható azonos befektetett munkával adott körülmények (c_k , T , stb.) közt.



4.4 ábra. Húzószilárdság a befektetett préselési munka függvényében, és a tartományokra jellemző κ és átlagos ζ értékek

V. Az értekezés eredményeinek hasznosítási lehetőségei

Hasznosítási lehetőségek vonatkozásában a használt kísérleti berendezés, és a tabletták értékelésének módszere alkalmas különböző hulladékok optimális préselési paramétereinek behatárolására, ugyanis nagyszámú kísérlet végezhető el különböző paraméterek mellett, kis mintaanyag szükséglettel. A vizsgálat során meghatározott kedvezőbb paraméterek mellett szükséges csak üzemi-félüzemi kísérletek elvégzése, mely jelentősen csökkenti a vizsgálatok mintaigényét, és költségét.

A kötőanyag brikettelés gazdaságossági vizsgálatára bevezetett módszer lehetővé teszi a brikettgyártás költségének csökkentését, a brikettálás lehető legkisebb üzemköltségen történő elvégzését.

A szilárd települési hulladékok és a komposztált szennyvíziszappal végzett kísérletek eredményei az anyagok üzemi brikettálás konkrét tervezésekor felhasználhatók.

A bevezetett összefüggések:

$$\begin{aligned}\rho^* &= f(w), \\ \sigma_h &= f(w), \\ \zeta &= (\sigma_h/w),\end{aligned}$$

ugyanazon anyagnál, ill. különböző anyagoknál, különböző körülmények között történő brikettálhatóság és a brikettálás eredményének megbízható értékelését és összevetését teszik lehetővé.

VI. Irodalom

- [1] H. Schubert: Aufbereitung fester mineralischer Rohstoffe, VEB Deutscher Verlag für Grundstoffindustrie, Leipzig 1984
- [2] Csőke B.: Előkészítéstechnika, Intézeti jegyzet
- [3] N. Chevanan: Bulk density and compaction behavior of knife mill chopped switchgrass, wheat straw, and corn stover. *Bioresource Technology* 101 (2010) 207–214
- [4] Phani Adapaa, Lope Tabila, Greg Schoenau: Compaction characteristics of barley, canola, oat and wheat straw. *Biosystems Engineering* 104 (2009) p335-344.
- [5] Jorn M. Sonnergaard: Quantification of the compactibility of pharmaceutical powders. *European Journal of Pharmaceutics and Biopharmaceutics* 63 (2006) p270-227.
- [6] S. Mani: Evaluation of compaction equations applied to four biomass species. *Canadian Biosystems Engineering Volume* 46 (2004) p3.55-3.61.
- [7] Sudhagar Mani: Effects of compressive force, particle size and moisture content on mechanical properties of biomass pellets from grasses. *Biomass and Bioenergy* 30 (2006) p648-654.
- [8] J. T. Fell: Determination of Tablet Strength by the Diametral-Compression Test. *Journal of Pharmaceutical Sciences*, VI. 59, No. 5, May 1970, p.688-691.
- [9] Somosvári Zsolt: Geomechanika, ISSN: J 14-1625, Tankönyvkiadó, Budapest 1989.

VII. Az értekezés témakörében készült publikációk jegyzéke

1. Faitli, J., Csőke, B., Nagy, S.: Dry agglomeration of hazardous waste incineration plant fly ash, MicroCAD 2005, International Scientific Conference Miskolc, 10-11 March 2005. (Publ.: University of Miskolc, ISBN 963 661 646 9ö , ISBN 946 661 647 7), p25-30
2. Nagy, S.: Hulladék biomassza aprítása/Comminution of waste biomass material, BIOhulladék/BIOwaste 3-4/2008, p37-44
3. Nagy, S.: Biomassza agglomerálási lehetőségei/Agglomeration opportunities of biomass, BIOhulladék/BIOwaste 1-2/2009, p15-20
4. Nagy, S.: Agglomeration processes of fine powders used in metallurgy. ESCC 2009, 12th European Symposium on Comminution and Classification, Espoo (Finland), 15-18 September 2009 (Publ.: CD Proceeding 7B-2)
5. Faitli J., Gombkötő I., Mucsi G., Nagy S.: Mechanikai Eljárástechnikai Kutatások az Intézetünkben. A Miskolci Egyetem Közleménye, A sorozat, Bányászat, 79. kötet (2010) Miskolc, Egyetemi Kiadó, HU ISSN 1417-5398
6. Bokányi L., Takács J., Varga T., Mádainé Üveges V., Nagy S., Paulovics J.: Kutató-fejlesztő munka a bioeljárástechnika és reakciótechnika területén. A Miskolci Egyetem Közleménye, A sorozat, Bányászat, 79. kötet (2010) Miskolc, Egyetemi Kiadó, HU ISSN 1417-5398
7. Nagy, S.: Agglomeration of biomass and other wastes. Proceeding of the 1st Knowbridge Conference on Renewables, Miskolc September 27-28, 2010 (Publ.: University of Miskolc, ISBN: 978-963-661-944-2)
8. Nagy, S., Ferencz, K.: Tüzelőanyag előállítása a polgárdi pelletáló üzemben/Fuel production in the pellet plant located in Polgárdi, BIOhulladék/BIOwaste 2-3/2010, p18-22
9. Nagy, S., Agatics, R., Csőke, B.: MBH technológia és másodtüzelőanyag előkészítő rendszer a Felső-Bácskai Hulladékgazdálkodási Kft-nél/MBT technology and secondary fuel preparation system at the Felső-Bácska Waste Management Ltd., BIOhulladék/BIOwaste 1/2011, p 9-12
10. Nagy S., Mádainé Üveges V., Ladányi R., Gulyás Á.: MBH technológiával kapcsolatos vizsgálatok az AVE Miskolc Kft. Hejőpapi I. telepén / Experiments with MBT technology at the Hejőpapi I. Plant of AVE Miskolc Ltd., BIOhulladék/BIOwaste 2/2011, p 25-30
11. Szűcs I., Nagy G., Palotás Á., Csőke B., Nagy S., Boros É.: Biomassza és szilárd települési hulladék alapú másod tüzelőanyag kifejlesztésének időszerűsége / Timeliness of developing a biomass and solid residential waste based additionak fuel. Anyagmérnöki Tudományok, Miskolc, 36/1 kötet, (2011)