

Alappapírok minőségének meghatározása

TERMOANALITIKUS VIZSGÁLATI MÓDSZER ALKALMAZÁSÁVAL

Tóth Barnabás, Óbudai Egyetem, toth.barnabas@phd.uni-obuda.hu

Pánczél Zoltán PhD, egyetemi docens, Széchenyi István Egyetem, panczelz@sze.hu

BEVEZETÉS

Az iparban felhasznált – nagyrészt a hullámpapírlemez alkotóját képző – összetett kémiai rendszerű alappapír azonosítása, valamint minőségi szempontból való besorolása az iparban felhasznált gyártási folyamatok elengedhetetlen része. Az általánosan alkalmazott mechanikai vizsgálatok, mint például CCT, RCT, FCT, COBB, reszptő stb. vizsgálatok, empirikus úton mért statisztikai módszerekkel írják le a különbségeket, melyek nem nyújtanak egyértelmű és egzakt eredményeket.

A papír mint főként szerves összetevőket (pl. cellulóz, hemicellulóz, lignin stb.) tartalmazó anyag, alkalmas hőmérséklet-változáson alapuló termikus vizsgálatok elvégzésére. Az egyes alkotók különböző módon viselkednek felfűtésük során, mind fizikai, mind kémiai jellemzőikben, amely meghatározza a felhasználásuk során tapasztalt mechanikai és minőségi tulajdonságaikat.

TERMOANALITIKAI VIZSGÁLATI MÓDSZER ISMERTETÉSE

A vizsgálat során használt DSC (Differenciál Páasztázó Kolorimetria) berendezés a termikus analízis vizsgálati módszer egyik fajtája. A DSC a mintában történő fizikai és kémiai tulajdonságok változását méri, a hőmérséklet függvényében. A termikus analízis során egyrészt információt kaphatunk a minta tipikus átalakulásaihoz tartozó hőmérsékleteiről, másrészt a származtatott értékekből megtudható az átalakult anyag vagy átalakulásra hajlamos anyagok mennyisége.

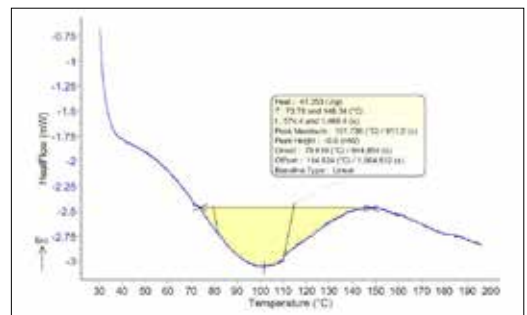
A módszer energiaváltozáson alapuló mérés adatainak rögzítésére alkalmas egy adott alkotó vagy anyag esetében. Ezzel a módszerrel meghatározható a vizsgált minta és a referencia tégl közötti hőáramkülönbség a felvett, illetve a felszabaduló hő hatása alapján, a hőmérséklet függvényében. A DSC-berendezésekben állandó

fűtési sebességet alkalmaznak, és a minta, valamint a referenciaanyag közötti hőáramlás differenciálhányadost a hőmérséklet differenciálhányadosaként jegyzik. A mért hőáramlási képlet a következő:

$$\frac{dH}{dt} = C_p \frac{dT}{dt} + f(T,t)$$

ahol a dH/dt DSC hőáramlási értékének értelmezése az idő függvényében
 C_p a minta hőkapacitása (minta-tömegre specifikus)
 dT/dt a felfűtés sebessége
 $f(T,t)$ hőáramlás értéke egy adott abszolút hőmérsékleten az idő függvényében.

A teszt során a minta termikus analízis görbéjének differenciálhányadosa rögzített, ahol a horizontális tengely a hőmérsékletet vagy időt mutatja, a függőleges tengely pedig a hőáramlást (az exoterm és endoterm változások alapján). Az 1. ábrán figyelhető meg az alappapír mérésének görbéje.



1. ábra. Alappapír DSC görbéje

Az inflexió pontból húzott érintő és az alapvonal meghosszabbításának metszéspontja mutatja meg azt a hőmérsékletet, amelynél a változás végbemegy. Az átalakulás a hőmérséklet-tartomány, csúcshőmérséklet, hőáramlás és hőmennyiség mérés utáni elemzésével fejezhető ki.

1. táblázat. A vizsgálat során mért papírok részletes leírása

Típus	Forrás	Összetétel
Kraftliner 135 g/m ² 200 g/m ² 300 g/m ²	Primer	Cellulóz-szulfát
Testliner 1 200 g/m ²	Szekunder	30% válogatott hulladék 70% cellulóz-szulfát
Testliner 2 170 g/m ² 200 g/m ²	Szekunder	35% válogatott hulladék 65% cellulóz-szulfát
Testliner 3 130 g/m ²	Szekunder	40% válogatott hulladék 60% cellulóz-szulfát
Wellenstoff 100 g/m ² 200 g/m ²	Szekunder	Vegyes papírhulladék

A MÉRÉS ÉS A VIZSGÁLAT

A mérésorozathoz négy különböző alappapír került felhasználásra, melyek gyártói specifikációval rendelkeztek. A papírok elnevezése utal az

2. táblázat. A mérések átlagos eredménye és szórása

Típus	[g/m ²]		T max [°C]	Hőáramlás [mW]	Hőmennyiség [J/g]	Tömeg [mg]
Kraftliner	135	Átlag	108,69	-3,79	70,88	8,51
		Szórás	11,51	1,55	44,44	2,35
Kraftliner	200	Átlag	110,14	-3,84	86,87	11,10
		Szórás	7,68	1,22	26,66	2,01
Kraftliner	300	Átlag	104,06	-3,81	68,40	8,82
		Szórás	10,23	0,98	49,37	4,13
Testliner 1	200	Átlag	102,70	-2,87	96,97	8,82
		Szórás	12,45	1,46	63,82	3,27
Testliner 2	170	Átlag	101,83	-2,92	62,38	8,42
		Szórás	8,69	1,09	36,27	4,73
Testliner 2	200	Átlag	102,81	-2,61	71,81	8,80
		Szórás	5,69	0,64	10,45	4,64
Testliner 3	130	Átlag	104,72	-2,41	51,81	8,06
		Szórás	9,42	0,55	31,35	3,42
Wellenstoff	150	Átlag	107,27	-2,51	50,82	10,30
		Szórás	11,32	0,63	25,97	5,46
Wellenstoff	100	Átlag	106,46	-2,10	59,63	11,46
		Szórás	3,91	0,75	28,01	1,13

alapanyag összetételükre, amelyet a papírgyártók és a gyártási folyamatuk határoz meg. A mérések különböző fajsúlyú papírokon lettek elvégezve:

1. A mérés a minták előkészítésével kezdődik, 5–15 mg tömegű alappapír minták kerültek elhelyezésre a 120 µl téglékben.
2. A Setaram típusú DSC berendezésben két tégl került elhelyezésre, egy referencia tégl és a mintával megtöltött tégl.
3. Egy szoftverben előre meghatározott paraméterek szerint kezdődött meg a mérés, melynek részei a következők:
 - a) Kezdeti szakasz, a kemence felfűtése szoba-hőmérsékletre 30 °C-ra és hőmérsékleten tartása 10 percig.
 - b) Felfűtési szakasz, a kemence további hevítése 200 °C-ra, 10K/perces felfűtési sebességgel.
 - c) A teljes folyamat alatt a berendezés rögzíti a hőmérséklet-különbségeket a referencia tégl és a vizsgált mintát tartalmazó tégl között.
4. Az eredmények vizsgálata a hőmérséklet és a hőáramlás összefüggései alapján.
5. A vizsgálatok reprodukciója öt ismétlést tartalmazott alappapíronként.

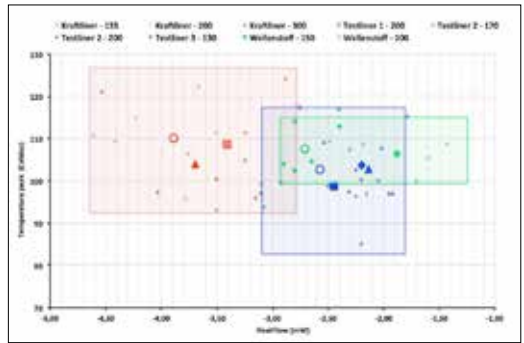
A mérésekből kapott eredmények megmutatják a hőáramlásmértéket és a hozzá tartozó hőmérsékletcsúcsot. Ez lehetőséget adott, hogy egyértelműen megkülönböztethető legyen a különböző alappapírok karakterisztikája.

AZ EREDMÉNYEK ELEMZÉSE

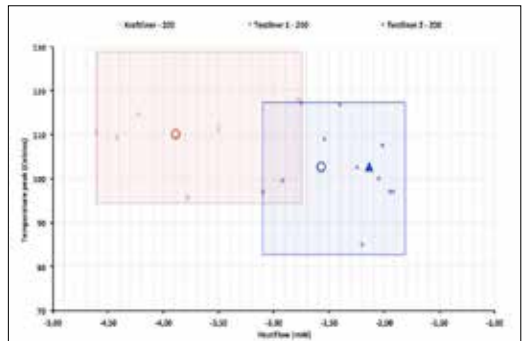
A mért értékek összefoglaló táblázata (2. táblázat) az átlagértékeket és a mérési eredmények szórását mutatja. A Kraftliner típusú alappapírok esetében az átlagos csúcshőmérséklet 104–110 °C, átlagos hőáramlási sebessége (–3,30) és (–4,00) mW között volt. Nem található szignifikáns különbség a papíripari anyag fajsúlyától függően. A Testliner típusú alappapírok esetében az átlagos csúcshőmérséklet 98–104 °C, átlagos hőáramlása (–2,20) és (–2,60) mW között volt. A Wellenstoff minták esetében az átlagos csúcshőmérséklet 104–108 °C, átlagos hőáramlása (–1,80) és (2,70) mW között volt.

A 3. ábrán látható az összes eredmény az egyes mért alappapírtípusokhoz. A piros mező megmutatja a Kraftliner alappapír eredményeit, a kék a Testliner és a zöld az alacsony minőségű (Wellenstoff) alappapírt. A mért zónák elnevezése rendre: Kraftliner-zóna, Testliner-zóna és Wellenstoff-zóna. Az egyes zónákon belüli kiemelt pontok egy adott papírhoz tartozó mérési sorozat átlagértékét mutatják meg, és ábrázolják a szórásukat. A mérési eredmények alapján nyilvánvaló, hogy minden papírtípushoz egyértelműen szétválasztható érték előállítható. A Kraftliner alappapírok magas primer cellulóz-összetétele következtében éles határvonal figyelhető meg a Kraftliner és más papírtípusok között. Ugyanakkor a Testliner és a Wellenstoff mérési eredményei jelentős átfedést mutatnak, feltehetően mind minőségük, mind összetételük miatt.

A vizsgálatban az azonos négyzetmétertömegű, de különböző típusú papírok kerültek összehasonlításra (3. ábra). A Kraftliner 200 és a Testliner I. és II. 200 papírok azonos fajsúly esetén mért értékeik gyakori különbözőséget mutattak. Ez azt jelenti, hogy a teszteredmények alapján egyértelműen definiálható minden egyes anyag. Ugyanakkor megállapítható, hogy a mérések elégtelen száma jelentősen akadályozná a papírminőség egyértelmű meghatározását. Természetesen ebben az esetben kiegészítő mechanikai tesztek is alkalmazhatók a pontosabb eredmé-



2. ábra. A különböző minták DSC méréseinek eredménye



3. ábra. A 200 g/m² fajsúlyú papírok DSC méréseinek eredménye

nyek eléréséhez. A magas szórás és az eredmények átfedése az újrahasznosításból (alacsony primer cellulóz tartalmú papírok) származó papírok mérésénél megfigyelhető. A különböző gyártók adalékai okozhatják a jelenséget. Itt kell említeni, hogy a minták alacsony fajsúlya miatt a kivágott minta több ilyen adalékanyagot tartalmazhat, ami jelentősen befolyásolja az eredmények szórását.

ÖSSZEGZÉS

- ◆ A termoanalitikai mérések alapján a következő eredmények vonhatók le:
- ◆ A papír minőségének meghatározásához – a mechanikai tulajdonságokat mérő ismert vizsgálatok mellett – termoanalitikai módszer is hozzáadható.
- ◆ A termoanalitikai tesztek pontos eredményeket adhatnak magas primer cellulóz tartalmú, illetve alacsony primer cellulóz tartalmú papírok különbségeiről. Ennek alapján a papír-

minőség meghatározása a Kraft vagy attól elterő papírok között lehetséges ezzel a módszerrel.

- ◆ A bemutatott vizsgálati módszer csak a szekunder nyersanyagból készült papírok papírminőségének megítéléséből adhat pontatlan értékelést.

FELHASZNÁLT IRODALOM

Robertson, G. L., 1993. „Paper and paper-based packaging materials.” Food packaging, principles and practice. New York: *Marcel Dekker Inc.*, pp 72–144.

Mark, Richard E., and Jens Borch. „Handbook of physical testing of paper.” Vol. 1. *CRC Press*, 2001.

Caulfield, Daniel F., and D. E. Gunderson., 1988. „Paper testing and strength characteristics.” *1988 Paper Preservation Symposium*, Capital Hilton, Washington, DC, October 19–21. TAPPI Press

Holmberg, M., Winqvist, F., Lundström, I., Gardner, J. W., & Hines, E. L., 1995. Identification of paper quality using a hybrid electronic nose. *Sensors and Actuators B: Chemical*, Vol 27(1), pp. 246–249.

Böröcz, P. and P. Földesi, 2008. „The Application of the Game Theory onto the Analysis of the Decision Theory of Logistic Packagings.” *Acta Technica Jaurinensis* Vol1.2 pp. 259–268.

Mojzes, Á. and P. Böröcz., 2015. „Decision Support Model to Select Cushioning Material for Dynamics Hazards During Transportation.” *Acta Technica Jaurinensis* Vol 8.2 pp. 188–200.

Haines, Peter J., 2012. „Thermal methods of analysis: principles, applications and problems.” Springer Science & Business Media.

ARANYKÖPÉSEK

Teszár Jenő

Most újra ifjúnak érzem magam, mert a flexóval most újraélhetem azt, amit az ofszet fejlődésénél a hetvenes, nyolcvanas években...

Feljegyezte Pesti Sándor



A nyomdák az Agfa Graphics megoldásait választják

Az Agfa Graphics már hosszú ideje a nyomdaipar kedvelt beszállítója, legyen szó kis családi nyomdáról vagy multinacionális cégről. Alapvető filozófiánk olyan fenntartható, könnyen használható megoldások létrehozása, melyek segítségével nem csak a nyomtatás minősége lesz magasabb, hanem a termelékenység és jövedelmezőség is nő. Integrált nyomdai munkafolyamat szoftvereket, CtP rendszereket, fómakészítő és géptermi anyagokat kínálunk Partnereinknek. Rendszereink használatához átfogó konzultációs támogatást biztosítunk.

Megértettük a nyomdák igényeit, ezért a nyomdák minket választanak.

www.agfagraphics.com

AGFA 

STAY AHEAD. WITH AGFA GRAPHICS.

Agfa NV Magyarországi Fióktelepe
1074 Budapest, Dohány utca 12-14.
+36 23 801 172
istvan.banfalvi@agfa.com, tuende.kollar@agfa.com