

Nano-technológiás nyomathordozók vizsgálatai

Szentgyörgyvölgyi Rozália, dr. Koltai László

BEVEZETŐ

A nano-technológia olyan technológiák gyűjtőfogalma, melyek végtermékének jellemző méretei az egy és száz nanométeres mérettartományban helyezkednek el. Az alkalmazott tudományban és technika széles területét fedi le, olyan tudományágakkal együttműködve, mint a kolloid-kémia, a félvezető-fizika vagy a szupramolekuláris-kémia. A vegyiparban, a gyógyszergyártásban, az építőiparban és a gazdaság legkülönbözőbb területein alkalmazzák a nano-technológiai kutatások eredményeit, melyek egészen új lehetőségeket nyitnak az ipar előtt. 2000-ben Bill Clinton, az USA elnöke elindította a „Nemzeti nano-technológiai programot” és a világ ekkor figyelt fel komolyabban a nano-technológiára. Ekkorra ugyanis tudatosult a politikusokban is, hogy a nano-technológia alkalmazása komoly eséllyel gazdasági húzóágazattá válhat. Az alapkutatások olyan alapismereteket halmoztak fel, amely alapján biztonsággal megállapítható, hogy a nano-szerkezetek, a mobiltelefonokhoz és a számítástechnikához hasonlóan, nagymértékben alakítják majd át mindennapi életünket [1].

A NANO-TECHNOLÓGIA

Hagyományosan a nano-technológia fogalmában a nano a kis méretekre utal, amelynek nagysága a méter milliárdrésze, míg a technológia alatt az anyagok tulajdonságainak megváltoztatását, speciális tulajdonságokkal rendelkező termékek gyártását értjük [2]. Az integrált áramkörök előállításánál használt fotolitográfiai eljárásoknál például, amikor elérik az alkalmazhatóságuk határait, akkor a továbbiakban a hagyományostól eltérő eljárásokat szükséges alkalmazni, ahol az alkotórészek kialakítása atomi méretekben és pontossággal megy végbe. A nano-technológia alapjait a nano-szerkezetek alkotják, melyek fizikai, kémiai és elektronikai jellemzői nagyban befolyásolják a technológia lehetőségeit. A nano-

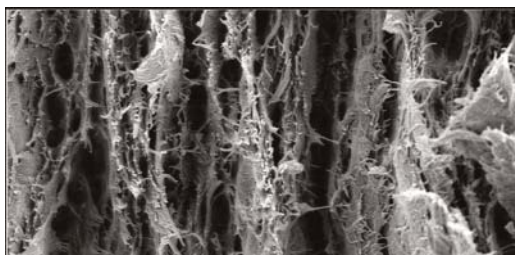
szerkezetek olyan anyagokból épülnek fel, melyek mechanikai, optikai, elektronikai stb. tulajdonságaikat atomi méretű szerkezetük határozza meg. Ilyen szerkezetek lehetnek például a nano-csövek. A szén nano-csövek olyan anyag-szerkezetek, melyek fontos mechanikai és elektromos tulajdonságokkal rendelkeznek.

A NANO-TECHNOLÓGIA ALKALMAZÁSA A PAPÍR- ÉS NYOMDAIPARBAN

A nano-technológia egyre inkább terjedőben van a papír-, a csomagolóanyag- és a nyomdaiparban is. Alkalmazásukra például szolgálnak a különböző speciális tulajdonságú felületi rétegek kialakítása, a nano-méretű festékrészecskék felhasználása a festéksugaras nyomtatók festékeiben, elektromos áram vezető tulajdonságokkal rendelkező nyomatok létrehozására kidolgozott speciális nyomdafestékek kialakítása vagy a papír szilárdságának növelése a rostok közötti kötések szabályozásával.

PAPÍR NYOMATHORDOZÓK

Rostanyagból készült nano-fibrillákból olyan tulajdonságokkal rendelkező papír készíthető, melynek szakítási és tépési szilárdsága az öntöttvashoz hasonló nagyságrendű, keménysége pedig olyan, mint a csonté. Ilyen tulajdonságokkal rendelkező papírtermék új piaci lehetőségeket nyitna a nyomdaipar számára.



1. ábra. Cellulózból előállított nano-fibrillák

A nano-fibrillák vékony cellulózrostok, melyek vastagsága fajtától függetlenül 5 és 10 nanométer között van, hossza néhány mikrométer (1. ábra).

A Mondi Business Paper papírgyárban egy új papírtípust fejlesztettek ki, melyet a Paper-world 2007 nemzetközi rendezvényén, Frankfurtban mutattak be. Az új „Neox” fantázianévű papírtípus különlegessége, hogy először alkalmaztak nano-hibrid technológiát papír előállításához. A Neox szabványos A4-es papír, melynek mindkét oldalán huszonöttrillió nano-részecske van. Az új technológia révén sima, homogén nano-szerkezetű papírfelületet kapnak, amely ötvözi a mázolt papír sima és fényes felületét a minőségi mázolatlan papír nagy fehérségével és merevségével [3].

NANO-TECHNOLÓGIA A NYOMDAFESTÉKEK ÖSSZETÉTELÉBEN

A pigment-előállítás technológiájának fejlődésével gyarapodott a pigmentek és az általuk készített nyomdafestékek választéka. A nano-technológia megjelenésével számos különféle, új tulajdonságokkal rendelkező nyomdafesték jelent meg a piacon. Ilyenek például a színezék- és pigmentnélküli színes nano-festékek, az optikai kommunikációs célokra is alkalmas nano-lakkok és elektronikus festékek. A nano-technológiával előállított festékekkel nyomathordozók széles skálájára nyomtatható. Matt és sima felületen a gyöngyházhatás intenzívebb, a nyomathordozó nagy opacitása is előny. További előnye, hogy a továbbfeldolgozási eljárások sem jelentenek problémát.

A DuPont cég egyik licence az „ecologycoating”, olyan viszkózus szilárd anyag, melynek minden egyes molekulája része a festékrétegnek, elmentetben a hagyományos festékekkel, ahol alig 20-30% a festékréteg, a többi oldószer, amely elpárolog. Ez az úgynevezett nano-festék ultra-

ibolya sugárzás hatására három másodperc alatt képes megkötni, amellyel idő és hely takarítható meg. Illékony szerves anyagokat nem tartalmaz, így nem szennyezi a levegőt. Kisebb problémákat, például irritációt okozhat.

Az elektromos festék, közismertebb nevén „e-ink” olyan festék, amely digitális kijelzőn, vagyis az e-papír felületén jeleníti meg a kívánt információkat. Olyan elektromos töltésű pigmentrészecskékből áll, melyek mikrokapszulák alakjában olajban úsznak. Mára már az ezen az elven alapuló kijelzők betűképe elfogadható minőségű. [4].

VIZSGÁLATI MÓDSZER

A kutatási munka során nano-technológiával készített nyomathordozók tulajdonságait hasonlítottuk össze hagyományos mázolt papír nyomathordozókkal. Mondi Neox (nano) és UPM Digi Finesse gloss digitális nyomtatáshoz ajánlott papírok fizikai és mechanikai (vastagság, egyenletesség, szakítószilárdság, tépőszilárdság, hamutartalom, felületi szívókapesség) és nyomtathatósági tulajdonságait vizsgáltuk [5]. A vizsgálatokhoz felhasznált papírok jellemzőit az alábbi táblázatban foglaltuk össze.

A papír nyomathordozókon az alábbi vizsgálatokat végeztük el:

- ◆ szakítószilárdság,
- ◆ tépőszilárdság,
- ◆ hamutartalom,
- ◆ felületi szívókapesség,
- ◆ mikroszkópos vizsgálatok.

Nyomatok vizuális vizsgálatai:

- ◆ fotók vizsgálata,
- ◆ árnyalatterjedelem vizsgálata,
- ◆ szöveges elemek vizsgálata,
- ◆ vonalas elemek vizsgálata,
- ◆ papírok hajlítási vizsgálata.

Felhasznált papír nyomathordozók

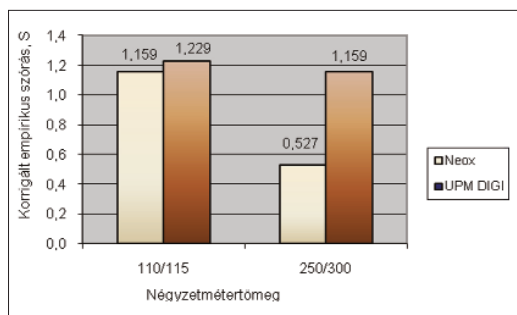
Név	Típus	Forgalmazó	Négyzetmétertömeg, g/m ²
Neox 110	mázolt, nano-hibrid	Budapest Papír Kft.	110
UPM DIGI 115	mázolt, félfényes	Papyrus Hungária Zrt.	115
Neox 250	mázolt, nano-hibrid	Budapest Papír Kft.	250
UPM DIGI 300	mázolt, félfényes	Papyrus Hungária Zrt.	300

VIZSGÁLATI EREDMÉNYEK

Papír nyomathordozók fizikai és mechanikai tulajdonságai

Vastagság vizsgálata

A papír vastagsága a papír felső és szitaoldali felületei között mért távolság. A vizsgálatot Lorentzen and Wettre vastagságmérő készülékkel végeztük. A vizsgálati eredmények alapján elmondható, hogy a Neox papíroknál kapott vastagságértékekből számolt korrigált tapasztalati szórásérték nagyobb, mint a vele összehasonlított UPM DIGI papíroké (2. ábra).



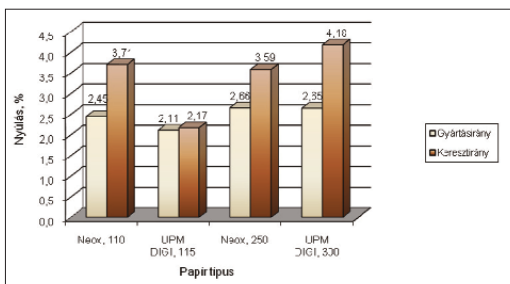
2. ábra. Nyomathordozók vastagságának szórásértékei

Szakítószilárdság meghatározása

A szakítószilárdság meghatározott méretű papírsík elszakításához szükséges húzóerő. A próbadarab az egyik végén rögzítve befogott, míg a másik végén növekvő húzóerőnek van kitéve, melynek hatására elszakad. A vizsgálat elvégzéséhez FRANK szakítógépet alkalmaztunk. A kis négyzetmétertömegű Neox papírok gyártás- és keresztirányban is nagyobb nyúlásértéket mutattak, mint a velük összehasonlított UPM DIGI papírok. Nagy négyzetmétertömegű Neox és UPM DIGI papíroknál keresztirányban nagyobb nyúlási értékeket tapasztaltunk, míg gyártásirányban közel azonosat (UPM DIGI: 2,65%, Neox: 2,66%) (3. ábra).

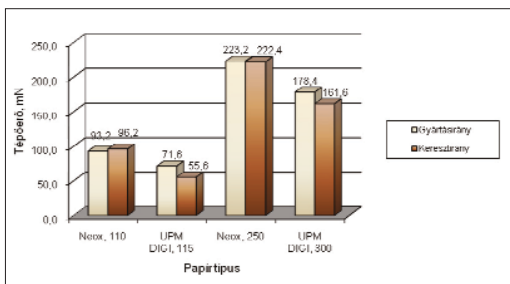
Tépőszilárdság

A papír beszakításához szükséges erőt beszakító erőnek, míg a továbbszakításhoz szükséges erőt tépőerőnek nevezzük. A beszakító erő mindig nagyobb a tépőerőnél. A tépőerő méréséhez az Elmendorf-féle tépőszilárdság-mérő készüléket használtuk. A vizsgálatok során számolt értékek alapján a Neox papírok eltépéséhez átlagban



3. ábra. Papír nyomathordozók nyúlásértékei

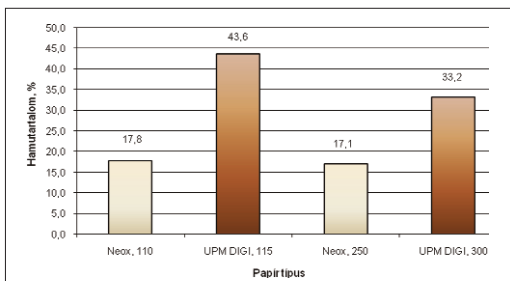
16%-kal nagyobb tépőerőre volt szükség, mint a UPM DIGI papíroknál, gyártás- és keresztirányban is (4. ábra).



4. ábra. Papír nyomathordozók tépőerőértékei

Hamutartalom

Meghatározott tömegű papír elégetése 573 °K hőmérsékleten és izzítása után visszamaradó részét nevezzük hamutartalomnak. A papírok ásványi eredetű töltőanyagokat is tartalmaznak. A rostanyagban található hamut leszámítva, a hamutartalom a papír töltőanyag-mennyiségét mutatja meg. A vizsgálatához izzító téglékeket, digitális analitikai mérleget, izzítókemencét és eszikkátort használtunk. A hamutartalom a papírok töltőanyagában és a felületi mázrétegében található, elszénésítés után visszamaradó szervesetlen anyag.

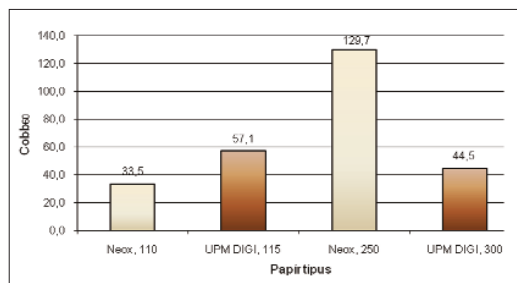


5. ábra. Nyomathordozók hamutartalma

A hamutartalom-értékek alapján elmondható, hogy a UPM DIGI papíroknak átlagban 54%-kal nagyobb a hamutartalmuk, mint a Neox papíroknak. A kapott eredmények alapján feltételezhető, hogy a Neox papírok nano-technológiával előállított mázbevonata nem vagy alig tartalmaz ásványi és növényi eredetű töltőanyagot (5. ábra).

Felületi szívóképesség

A papír felületének vízzel vagy más folyadékkal történő érintkezése tömeggyarapodással jár. Megfelelő technológiával szabályozható a folyadékfelszívó képesség. A papírok klimatizált tömegére vonatkoztatott, százalékban kifejezett tömeggyarapodását nevezzük vízfelvívő képességnek. A felület által felvett víz mennyiségéből a papír enyvtartalmára következtethetünk. A vizsgálat során a víz csak a papír felszínével érintkezik. A papírok felületi szívóképességét Cobb-féle készülékkel határoztuk meg (6. ábra).



6. ábra. Nyomathordozók Cobb60 értékei

Mikroszkópos vizsgálatok

A vizsgálatok elvégzéséhez BIM-312T típusú sztereomikroszkópot használtunk. A berendezéssel a papír nyomathordozókat alkotó rostok alakját, morfológiai jegyeit, a fibrillálódás mértékét, továbbá a nyomatok felületét vizsgáltuk. A készülék egy 1,3 MP-es felbontóképességű CMOS digitális kamerából és változó nagyítású objektívsorból áll, melyhez képfeldolgozó szoftver is tartozik. A minta megvilágítása objektíven keresztül vagy külső segédmegvilágítással történhet. A kapott színes digitális felvételek nagyítási adatait az objektív, valamint a monitor felbontóképessége határozzák meg.

Elsőként a papírok felületét, a mázrétegek közötti szabad szemmel nem látható különbségeket vizsgáltuk. Sztereomikroszkóppal négyszeres nagyítás mellett felvételeket készítettünk a különböző technológiai eljárással készült papírokról.

A Neox papíroknál nagyon vékony mázréteget találtunk, a papírt alkotó cellulózrostok átlátszódnak, továbbá apró légbuborékok is felfedezhetőek rajta. A UPM DIGI papírok mázrétege vastagabb és egyenletesebb, mint a Neox papíroké. A vizsgálatok következő szakaszában a kis négyzetmétertömegű Neox és UPM papírokról metszeti felvételeket készítettünk. A kísérlet előtt a próbadarabokat 2%-os töménységű jóddal áztattuk körülbelül 10 percig. Az áztatott, kész mintadarabokat ezután kiemeltük az oldatból, és szűrőpapír segítségével eltávolítottuk róluk a víztöbbletet. A próbadarabokat a mikroszkóp négyszeres nagyítása alatt vizsgáltuk. A Neox és UPM DIGI papírokról készült felvételeket összehasonlítva, a Neox papírok metszetén nagyobb mértékű elszíneződést tapasztaltunk. A sötétebb elszíneződés lehetséges oka, hogy a vizsgált papírok összetételükben több keményítőt tartalmaznak. A keményítőtartalomról a papírenyvezettség fokára lehet következtetni. A kísérletből megállapíthatjuk, hogy a kis négyzetmétertömeg esetében a Neox papírok több enyvet tartalmaznak, mint a UPM DIGI papírok.

NYOMATOK VIZUÁLIS VIZSGÁLATA

Papír nyomathordozók vizuális vizsgálataihoz tesztábrát terveztünk, amit Océ CS-173 típusú multifunkcionális színes lézernyomtatóval nyomtattunk 10-10 példányban.

A nyomatok vizuális ellenőrzése során a tesztábrára egyes elemein megfigyelhető minőségi különbségekre, illetve a papírok felületi tulajdonságai által okozott eltérésekre összpontosítottunk. A tesztábrákat szabad szemmel, stimmelőasztalon és sztereomikroszkóppal is megvizsgáltuk.

Összefoglalva a vizuális vizsgálatokat, elmondható, hogy a különböző típusú papírokra jó minőségű nyomatok készültek. A fotókat tekintve minőségben és részletgazdagságban nincs szemmel látható különbség. Az árnyaltos skálánál szabad szemmel az összes lépcső megkülönböztethető, mikroszkóppal vizsgálva a Neox papíron a 80%-os kitöltési arányú mezőkön a rácspontok összemosódását tapasztaltuk. A negatív szöveges elemeken a legkisebb 4 pontos betűnél sem tapasztaltunk becsukódást, egyik papírtípusnál sem. A nyomatokon a legvékonyabb vonalak is jól láthatóak. A nagy négyzetmétertömegű papírokon a vonalas elemeknél tonerátadási problémákat tapasztaltunk.

KÖVETKEZTETÉSEK, MEGÁLLAPÍTÁSOK

A vizsgálatok eredményeit összefoglalva megállapítottuk, hogy a Neox papírok vastagsága egyenetlenebb, mint a vele összehasonlított hagyományos UPM DIGI mindkét oldalon mázolt, famentes és optikailag fehéritett nyomathordozó vastagsága. A mechanikai vizsgálatok azt mutatták, hogy a Neox papírok nagyobb szakítószilárdsággal rendelkeznek, és nagyobb tépőerő hatására szakadnak el, mint a UPM DIGI papírok. A hamutartalom vizsgálata alapján feltételezhető, hogy a Neox papírok mázrétege minimális ásványi és növényi eredetű töltőanyagot tartalmaz, ellentétben a hagyományos UPM DIGI papírokkal. A tesztnyomatok vizuális vizsgálata során szabad szemmel tapasztalható különbségeket nem találtunk. A papír nyomathordozók és nyomatok sztereomikroszkóppal történő vizsgálata során jelentős eltérést a papírok mázfelületén és a nyomtatott minták hajlítás hatására történő megtörésénél tapasztaltunk.

Summary

Nanotechnology is used more and more in the paper, packaging material and printing industry as well. Examples include the formation of different surface layers with special features, the use of nano sized ink particles in the ink of inkjet printers, the creation of special printing inks that have been developed to make prints that conduct electrical current or the increase of paper strength by controlling the bonds between paper filaments.

The features of print carriers prepared by nanotechnology during research were compared with traditional coated paper print carriers. The mechanical features (thickness-uniformity, tensile strength, tearing strength, ash content, surface absorbing features) and the printability fea-

tures (tonal range, tone value increase) of Mondi Neox (nano) and UPM Digi Finesse gloss papers recommended for digital printing were tested. By summarizing the results of the investigation we established that print carriers manufactured using nanotechnology had a larger tensile strength and a higher tearing force is required to break them than UPM DIGI papers. It can be assumed by examining the ash content that the coat layer of Neox papers contains a minimal amount of filler of mineral and vegetable origin. By examining the papers and the prints under stereomicroscope significant deviation was found on the surface of the coat and at the ruptures of the printed sample.

Irodalom

- [1] TANIGUCHI, N.: On the Basic Concept of 'Nano-Technology'. In: Proceedings of the international conference on production engineering. Tokyo, Part II, Japan Society of Precision Engineering, 1974. Tokyo: JSPE. pp. 18-23.
- [2] PENNIMAN, J. at. al: Alkaline papermaking nanotechnology: the ideal digital imaging and printing surface. Online Exclusives, September 2004. Available from <http://www.tappi.org> Accessed: 2010.03.30.
- [3] KARDOS, GY.: Hírek a papíriparból. Nyomdavidvilág, Vol. XIV., No. 2. PrintConsult Kft., Budapest, 2008. pp. 32-33.
- [4] ENDRÉDY, I. at. al.: Az e-papír és -festék a jövőben. Nyomdavidvilág, Vol. XII. No. 4. PrintConsult Kft., Budapest, 2006. pp. 10-11.
- [5] KOLTAI, L: Papíripari rostanyagok felületi jellegének meghatározása II. – Vizsgálati módszerek és eredmények. Papíripar, LIII. Évf. 3. sz. 2009. pp. 43-48. ISSN 1785-8860

A Magyar Grafika 2010-es megjelenéseiben közreműködő kivitelezők:
Veszprémi Nyomda Zrt., Druck-Ker Nyomda Kft., Prospektus Nyomda Kft.,
Offset és Játékkártya Nyomda Zrt., Typonova Kft., Color Pack Nyomda Nyrt.,
Folkem Kft., Dürer Nyomda Kft., STI Petőfi Nyomda Kft.,
Stanctechnik Kft., Prime Rate Kft.

Köszönjük a remek együttműködést!