

Papíripar

2015. LIX. ÉVFOLYAM 1-2. SZÁM



A tartalomból:

**Spin átmeneti tulajdonságot mutató cellulóz alapú nanokompozit
Megváltozott négyzetmétertömegű hullámpapírlamezek összehasonlító vizsgálata
Felületaranyozáshoz használt réz- és szilikon nyomóforma
alkalmazhatóságának összehasonlító vizsgálata a Pénzjegynyomda Zrt.-ben
Csomagolástechnológus és Papíros Szakmai Nap
Papírpoharak: anyagok és technológiák
Dr. Szikla Zoltán Gábor Dénes díjas
A mikrokapszulás illatnyomtatás, mint marketing eszköz**

Főszerkesztő/Editor in Chief: Dr. habil. Horváth Csaba

Főszerkesztő helyettes/Deputy Editor in Chief: Tiefbrunner Anna

Műszaki szerkesztő/Technical Editor: Prokai Piroska

A szerkesztő bizottság tagjai/Editorial Board:

Farkas Csilla, Dr. habil. Horváth Csaba, Dr. Koltai László, Károlyiné Szabó Piroska, Dr. Orosz Katalin, Prokai Piroska, Szőke András, Tiefbrunner Anna

A tudományos bizottság elnöke/President of Scientific Board:

Dr. Koltai László

A tudományos bizottság tagjai/Scientific Board:

Ambrusné Dr. Somogyi Kornélia, Dr. Borbély Ákos, Dr. Borsa Judit, Dr. Csiszár Emília, Dr. Csóka Levente, Dr. Endrédy Ildikó, Dr. Gregász Tibor, Dr. Horváth Csaba, Dr. Koltai László, Dr. Szentgyörgyvölgyi Rozália, Dr. Szikla Zoltán, Dr. Takács Áron, Dr. Takács Péter, Tamásné Dr. Nyitrai E. Cecília

Kiadó/Publishing:

Papír- és Nyomdaipari Műszaki Egyesület

1135 Budapest Tahi utca 53-59.

www.pnyme.hu

Felelős kiadó: Fábián Endre elnök

TARTALOM

2 Beköszöntő

Horváth Csaba

3 Spin átmeneti tulajdonságot mutató cellulóz alapú nanokompozit

Nagy Veronika

9 Megváltozott négyzetmétertömegű hullámpapírlemezok összehasonlító vizsgálata

Bajnóczky Olivér Sándor

14 Felületaranyozáshoz használt réz és szilikon nyomóforma alkalmazhatóságának összehasonlító vizsgálata a Pénzjegynyomda Zrt.-ben

Berneczai Istvánné

19 Csomagolástechnológus és Papíros Szakmai Nap

Tiefbrunner Anna

22 Papírpoharak: anyagok és technológiák

Koltai László

26 Dr. Szikla Zoltán Gábor Dénes díjas

Horváth Csaba

28 A mikrokapszulás illatnyomtatás, mint marketing eszköz

Zsadányi Andrea

Papíripar

A PAPIR- ÉS NYOMDAIPARI MŰSZAKI EGYESÜLET ÉS AZ ÓBUDAI EGYETEM
MÉDIATECHNOLÓGIAI ÉS KÖNNYŰIPARI INTÉZET TUDOMÁNYOS FOLYÓIRATA

JOURNAL OF THE TECHNICAL ASSOCIATION OF THE PAPER AND PRINTING
INDUSTRY AND THE INSTITUTE OF MEDIA TECHNOLOGY, ÓBUDA UNIVERSITY

LIX. évfolyam, 1-2. szám, 2015.

KIADVÁNYAINK TELJES SZÖVEGÉT

AZ ORSZÁGOS SZÉCHENYI KÖNYVTÁR ELEKTRONIKUS PERIODIKA ARCHÍVUMA (EPA)

ARCHIVÁLJA ([HTTP://EPA.OSZK.HU/PAPIRIPAR](http://epa.oszk.hu/papiripar))

HU ISSN 0031 1448

CONTENT

2 Introduction

Csaba Horváth

3 Cellulose based nano-composite shown spin transition property

Veronika Nagy

9 Comparative test of corrugated boards with changed grammage

Olivér S. Bajnóczy

14 Comparative test of using copper and silicone printing plates for surface gilding at Hungarian Banknote Printing Company

Istvánné Berneczai

19 Professional Day for Paper and Packaging Technology

Anna Tiefbrunner

22 Paper cups

László Koltai

26 Dr. Zoltán Szikla received the prestigious Dennis Gabor award

Csaba Horváth

28 Fragrance printing with micro-capsule as marketing tool

Andrea Zsadányi



Beköszöntő

Kedves Olvasónk!

Színes, változatos szakmai összeállítást találnak ebben az összetett számunkban, amely még mindig az elmaradásaink felszámolásának – reményeink szerint lezáró – fejezete. Megteszünk mindent, hogy többet csúszás már ne jellemezze a munkánkat.

Lapunk e számában a tudományos és szakmai cikkek szerzői – többségében – ismét fiatalok. Széles spektrumú kutatásaikban, technológiai fejlesztéseikben a legkorszerűbb megoldások tükröződnek. Egy új, sokat ígérő generáció beérésének dokumentumait tanulmányozhatják az oldalainkon.

A fenti gondolatoknak ékes bizonyítéka volt az idei Csomagolástechnológus és Papíros Szakmai Nap magas színvonalú programja, amelyről részletes beszámolót közlünk.

Egy nagy formátumú életpálya részleteit is megismerhetik a Gábor Dénes Díjjal kitüntetett Dr. Szikla Zoltánnal készített interjúnkban.

Változatlanul abban a reményben folytatjuk a munkánkat, hogy nem hiába veszik a kezükbe a lapot, és a mostani számunk is hasznos olvasmánynak bizonyul majd.

Üdvözlettel:

Dr. habil. Horváth Csaba
főszerkesztő

Budapest, 2015. június

Spin átmeneti tulajdonságot mutató cellulóz alapú nanokompozit

Nagy Veronika¹, Lionel, Salmon², Molnár Gábor², Csóka Levente¹

¹ Nyugat-magyarországi Egyetem, Simonyi Károly Kar, Faalapú Termékek és Technológiák Intézet, 9400 Sopron

² Laboratoire de Chimie de Coordination, CNRS & Université de Toulouse (UPS, INPT), Toulouse, France

Keywords: cellulóz rost, spin crossover nanorészecskék, termofluoreszcencia, termokromizmus

Bevezetés

A papíripári-nanotechnológiai kutatások egyik középponti témája a cellulóz rostok funkcionálizálása. A cellulóz rost és módosulatai, nagyszámú szabad hidroxil- és karboxil csoportjaiknak köszönhetően kémiaiilag módosíthatók. Ezáltal ideális alapanyagai lehetnek különféle felületmódosításra irányuló technológiáknak (Cai és mtsai., 2009; Csóka és mtsai., 2012; Diez és mtsai., 2011; Drogat és mtsai., 2011; Pinto és mtsai., 2009; Shin és mtsai., 2007; Shin és mtsai., 2008; Son és mtsai., 2006; Zheng és mtsai., 2006), melyek során például fém komplex nanorészecskékkel funkcionalizált reszponzív (külső gerjesztő tényező hatására optikai választ adó) kompozit állítható elő (Nagy és mtsai., 2014).

A cellulóz fizikai és kémiai tulajdonságait figyelembe véve, megvan benne a lehetőség, hogy új kompozitok alapanyaga legyen (Wertz és mtsai., 2010). Emellett a természetben kialakuló biomakromolekulák növények által legnagyobb mennyiségben előállított fajtája, ezért számos ipari területen felhasználják. A felületén lévő kémiaiilag reakcióképes és nem reakcióképes területek térbeli és szerkezeti szerveződése befolyásolja a funkcionalizáló részecskék nano- és makroszkopikus adszorpció tulajdonságait. Például a rostok külső felületének és lumenjeinek ellenőrzött módosítását hajtották végre polielektrolit és oxid nanorészecskék váltakozó adszorpciójával (Chandak és mtsai., 2011; Lu és mtsai., 2007; Zheng és mtsai., 2006). Nanokompozit előállítására ad újabb lehetőséget a rostok falán lévő rések és a lumenek betöltése funkcionalizáló nanorészecskékkel (Mahouche-

Chergui és mtsai., 2013). A papír és rostipar számára új lehetőségeket biztosíthat az egyedi rostok módosítása, akár a klasszikus tulajdonságok tekintetében (pl.: szilárdság, porozitás, fehérség), vagy az új, „smart” funkciókban, mint az érzékelés, hamisítás elleni védelem vagy antimikrobiális összetevő. Jelen kísérletben a cellulóz hidroxil csoportjai kölcsönhatásba lépnek a vas(II) komplex Spin Crossover (SCO vagy spin átmenetes) nanorészecskékkel. Az így előállított termék különleges, specifikus optikai tulajdonsággal rendelkezik, mely a funkcionalizáló anyag szerkezetének függvénye. A $3d^4 - 3d^7$ átmeneti fémkomplexek Spin Crossover jelensége nagy spin (high spin – HS, paramágneses állapot, spin kvantumszám $S=2$) és kis spin (low spin – LS, diamágneses állapot, spin kvantumszám $S=0$) állapotok között, a molekuláris bistabilitás egyik leglátványosabb példája (Gütlich és mtsai., 1994). Ezt a két spin állapot között végbemenő váltást különböző külső tényezők hozhatják létre (pl.: hőmérséklet, nyomás, fény besugárzás), és jelentős változás következik be az anyag egyes fizikai tulajdonságait tekintve, mint a mágneses, elektromos, mechanikai és optikai viselkedés (Hribernik és mtsai., 2012). Manapság a figyelemre méltó fizikai tulajdonságuk és a potenciális felhasználási lehetőségük miatt nagy figyelmet kaptak a SCO nanorészecskék, más nanoméretű képződmények és azok szintézise (Shepherd és mtsai., 2013). A kompozit nem csak termokróm (hőközlés hatására színváltó) hanem termofluoreszcens (hőmérséklet hatására fluoreszcencia intenzitást váltó) tulajdonsággal is rendelkezhet, ha az SCO rendszerek lumineszcens módosítását hajthatjuk végre, mely során lumineszcens festék molekulák épülnek be az SCO polimerbe. Az itt olvasható munkában egy biopolimer/SCO kompozit előállítása és vizsgálá-

ta kerül bemutatásra, amely preformált vas(II) komplex adszorpciójával állítható elő a gyapoton képződő rövid szálokon, a linteren. A biokompozit optikai tulajdonságai pontosan meghatározható külső hatáshoz köthetők, hirtelen spin átmenetet mutat hiszterézis hurokkal, mely az SCO komplex nagy spinű frakciójának változását jellemzi a hőmérsékletváltozás függvényében. Az elkészült termék alkalmas lehet a termometriában, vagy hamisítás elleni védelemben.

Anyagok és módszerek

Alapanyagok

A kísérlet során előállított biokompozit mátrix anyaga fehérített linter cellulóz (Buckeye Technologies Inc.) volt. A $[\text{Fe}(\text{hptrz})_3](\text{OTs})_2$ nanorészecskék homogén közegben 4-heptil-1,2,4-triazol és vas(II)-tozilát felhasználásával készültek. A szintézishez szükséges oldószereket és reagenseket (Sigma Aldrich) előzetes tisztítás nélkül használtuk. A nanorészecskék homogén közegű előállítása során a méret kontrolálását PEG (poli(etilén-glikol)) biztosította (Gural'skiy és mtsai., 2012). A kutatásban felhasznált lumineszcens festék az akridin narancs volt.

A $[\text{Fe}(\text{hptrz})_3](\text{OTs})_2$ nanorészecskék szintéziséhez 3 különálló oldat készült:

- 1) vas(II)-tozilát-hexahidrát ($\text{Fe}(\text{II})\text{OTs}_2 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$) (15 mg, 0,03 mmol, 1 egység), aszkorbinsav (3 mg), poli(etilén-glikol) (PEG 3350, 200 mg) oldatban (2 ml H_2O)
- 2) heptil-triazol (hptrz) (30 mg, 0,09 mmol, 1 egység), poli(etilén-glikol) (PEG 3350, 200 mg) oldatban (2 ml H_2O , 0,3 ml EtOH)
- 3) akridin narancs (0,15 mg) oldatban (0,1 ml EtOH).

A festék (3) és a ligandum oldatának (2) összekeverését, az akridin narancssal módosított triazol ligandum és a vas(II) só polimer tartalmú vizes oldatának (1) összekeverése követte. A keverék zavarossá vált, majd 5-10 másodperc elteltével rózsaszín csapadék képződött. A csapadék elválasztása háromszori centrifugálással és mosással történt. A mosáshoz használt oldószert etanol és desztillált víz 1:1 arányú keveréke volt. PEG 3350-et használva 400 nm körüli anizotróp

részecskék alakultak ki. A homogén közegű szintézis nano mérettartományú részecskéket eredményezett, melyek a nagyobb részecskékhöz hasonlóan megtartják a bistabil tulajdonságukat (Shepherd és mtsai., 2013). A $[\text{Fe}(\text{hptrz})_3](\text{OTs})_2$ komplex lánc szerkezetű molekula. Vas(II)-(hptrz)₃ egységekből épül fel, melynek töltésemlegességét a OTs- ellenion biztosítja. A festék molekula a szintézis során integrálható a fémes központ koordinációs szférájába, és mint ligandum helyettesítő épül az egy dimenziós SCO polimer láncba (Quintero, 2012).

A nanokompozit előállításához a $[\text{Fe}(\text{hptrz})_3](\text{OTs})_2$ (30 mg 5 ml vízben) kolloid oldata készült ultrahangos kezeléssel aszkorbinsav jelenlétében (5pH). Az SCO nanorészecske tartalmú kolloid oldat és a cellulóz szuszpenzió (0,135 g rost 150 ml víz) elegyedését ultrahangos kezelés segítette elő. Az aszkorbinsav a vas(II)-triazol alapú komplex oxidációjának megakadályozására került a szuszpenzióba.

Módszerek

Elektron mikroszkópia: A nanorészecskékkel módosított és a kontrol cellulóz rostokról HITACHI S-3400N pásztázó elektron mikroszkóppal (scanning electron microscopy = SEM) készültek felvételek 17 keV gyorsító feszültséggel felhasználásával. A minták előkészítése Polaron gyártmányú SC7620 Sputter Coater-rel történt, mely nanométeres vastagságú arany bevonatot képzett a mintákon.

Spektroszkópia: a fluorofórral módosított nanorészecskéket tartalmazó kompozit minták vizsgálata szobahőmérsékleten Fluoromax-4 (Horiba) spektrofluoriméterrel történt. Fényforrása xenon lámpa volt. A szilárd halmazállapotú minták UV/VIS diffúz reflexiós spektrumai integráló gömbbel felszerelt Lambda-35 spektrofotométerrel (PerkinElmer Instruments) készültek.

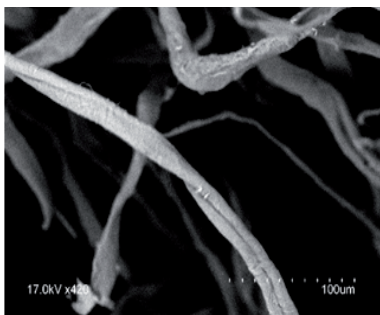
Optikai mikroszkópia: A fluorofór tartalmú nanokompozitokról változó hőmérsékleten fluoreszcencia mikroszkópiás képek készültek CCD kamerával (DU934N-BV, Andor Technology) felszerelt Olympus BX51 mikroszkóppal. A vizsgálathoz használt objektív 50×-es nagyítású Olympus

LMPLFLN-50x volt. A gerjesztési és a minta által emittált sugárzás szűrése 452 nm és 543 nm központú sávszűrővel történt. A minták színváltozását MOTIC SMZ-168 sztereomikroszkóppal, zöld spektrális tartományban (540 nm körül) vizsgáltuk. Ez elősegítette a minták színváltozásának értékelését a hőmérséklet függvényében. Az eszközhöz tartozó MOTICAM 1000 színes kamerával képsorozat készült. A változó hőmérsékletű vizsgálatok esetén a minták hőmérsékletének kontrollálását Linkam THMS600 folyékony nitrogén kriosztát (hőmérséklet tartomány -195°C -tól ∞) és zárt Linkam Peltier kriosztát (hőmérséklet tartomány -20°C -tól 120°C) biztosította $20\text{--}70^{\circ}\text{C}$ $2^{\circ}\text{C}/\text{min}$ felfűtési sebességgel.

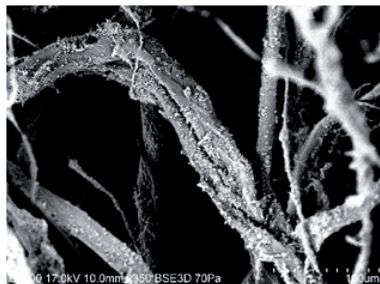
Eredmények és értékelésük

SEM

Az 1. és 2. ábrán a cellulózzal és az $[\text{Fe}(\text{hptrz})_3]\text{OTs}_2$ nanorészecskéket tartalmazó cellulóz lapról készült pásztázó elektronmikroszkópos felvételek láthatók. A funkcionáliszt és kontrol mintákról a felvételek BSE (backscattered electron = visszaszórt elektron) módban készültek. BSE módban a kép kontrasztja nagyban függ a mintában lévő összetevők atomjainak tömegétől. A kontrol mintával összehasonlítva (1. ábra/bal) a $[\text{Fe}(\text{hptrz})_3]\text{OTs}_2$ nanorészecskéket tartalmazó minta SEM képen (1. ábra/jobbs) nagyszámban láthatók nanoobjektumok, melyek fényesebbek a környezetüknél. Ez arra utal, hogy a mátrix anyagnál nehezebb atomokat tartalmaznak. A képek jól mutatják, hogy az $[\text{Fe}(\text{hptrz})_3]\text{OTs}_2$ nanorészecskék véletlenszerűen szóródtak szét a cellulóz rostok felületén.



1. ábra A nem módosított linter szálakról készült SEM felvételek



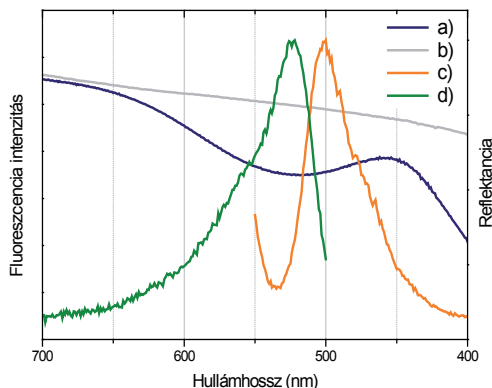
2. ábra A cellulóz alapú nanokompozitról készült SEM felvételek

A cellulóz rostok felületén nagy számban jelenlévő hidroxil- és karboxil csoportok, valamint a komplex molekulák fém ionjai ideális környezetet biztosítottak a $[\text{Fe}(\text{hptrz})_3]\text{OTs}_2$ nanorészecskék stabilizálásához. A hozzáférhető csoportok révén kialakuló nagy felületi energia (Missoum és mtsai., 2013) lehetővé tette a részlegesen pozitív nanorészecskék adszorbeálódását. Ily módon a $[\text{Fe}(\text{hptrz})_3]\text{OTs}_2$ nanorészecskék elektrosztatikus kölcsönhatás révén kapcsolódtak össze a cellulóz makromolekulákkal.

Reflexiók, emissziós és excitációs spektrum

A 3. ábra a cellulóz/ $[\text{Fe}(\text{hptrz})_3]\text{OTs}_2$ nanokompozit és a referencia cellulóz minták diffúz reflexiós spektrumát, ill. a fluoreszcens molekulákat tartalmazó minták emissziós és excitációs spektrumát mutatja látható spektrális tartományban. A tiszta cellulóznak (b) nincs abszorpciós spektruma 400 és 700 nm között. A nanokompozitot (a) széles, 540 nm központú abszorpciós sáv jellemzi. A vas(II)-triazol komplexek irodalmára hivatkozva (Roubeau, 2012) ezt az értéket biztonsággal köthetjük a komplex kis spin állapotának $^1\text{A}_1 \rightarrow ^1\text{T}_1$ ligandumtér átmenetéhez. Az abszorpciós sáv megjelenése (azaz a szárított mintalap halványlila színe) bizonyítja, hogy a vas(II) ion nem oxidálódott a minta elkészítése közben. Fontos még megjegyezni, hogy nem tapasztalható különbség a szobahőmérsékleten és a 95°C -on szárított minták abszorbianciája között. Ez az eredmény csak abban az esetben érhető el, ha az előállítás során megfelelő mennyiségű aszkorbinsav kerül a szuszpenzióba. Az összetevő hiányában a

[Fe(hptrz)₃]OTs₂ oxidációja hamar bekövetkezik, és a minta színe világos liláról sárgássá változik. Salmon és Quintero (Quintero és mtsai., 2012; Salmon és mtsai., 2010) kutatásaiban bemutatottak szerint, ha a szorosan illeszkedő lumnifór excitációs vagy emissziós hullámhossza szuperponálódik a komplex abszorpciós hullámhosszával a spin állapotok egyikében, akkor a fluoreszcencia intenzitás modulálható az anyag spin állapotával. Jelen kutatásban a [Fe(hptrz)₃]OTs₂ nanorészecskéket akridin narancs molekulákkal módosítottuk. A fluoreszcencia spektroszkópai vizsgálatok eredményein látható, hogy az akridin narancs emissziós spektruma (c) szoros átfedést mutat a kompozitban lévő komplex LS állapotának széles abszorpciós sávjával (a) 540 nm körül. Az excitációs spektrum (d) szintén részleges átfedést mutat az LS állapot abszorpciós sávjával egy bizonyos tartományon. Az akridin narancs lumineszcens excitációs és emissziós tulajdonsága változatlan maradt a cellulóz alapú nanokompozitban: az excitációs maximum 500 nm hullámhossznál, az emissziós maximum pedig 525 nm hullámhossznál figyelhető meg.

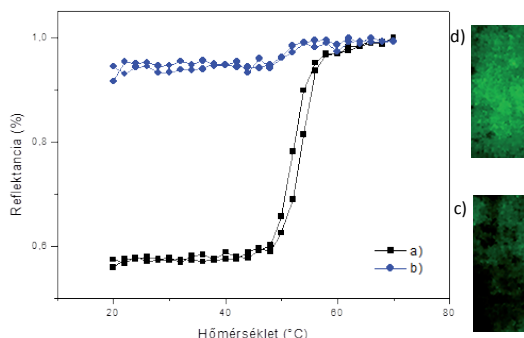


3. ábra A nanokompozit (a) és a kontroll cellulóz (b) diffúz reflexiós spektruma, és az akridin narancssal módosított nanorészecskéket tartalmazó kompozit emissziós (c) és excitációs (d) spektruma szobahőmérsékleten

Színváltozás

Melegítés hatására a [Fe(hptrz)₃]OTs₂ komplex kis spin - nagy spin átmenete reverzibilis halványodást eredményez látható spektrális tar-

ományban (Roubeau, 2012). A nanokompozit a hőmérsékletváltozás hatására 540 nm körül 20 és 70 °C között mérhető színváltozást mutat, a kontrollminta színére ez nincs hatással (4. ábra/b). A reflektancia részletes vizsgálatából (4. ábra/a) látható, hogy a folyamat teljes mértékben reverzibilis, és térben homogén, melegítéskor 54 °C hőmérsékleten, hűtéskor pedig, 51 °C hőmérsékleten hirtelen játszódik le a színváltás. A hirtelen változás és a termálhiszterézis hurok egyértelműen a spin átmenet folyamatához köthető a [Fe(hptrz)₃]OTs₂ tartalmú kompozitban.

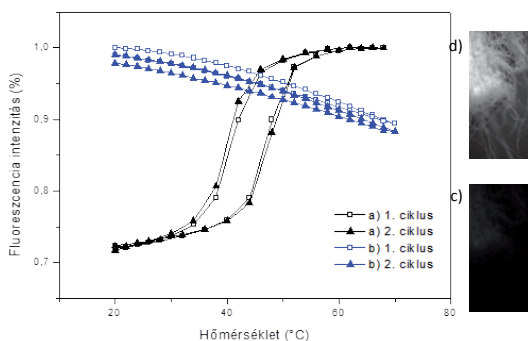


4. ábra A cellulóz/[Fe(hptrz)₃]OTs₂ nanokompozit (a) és a kontroll cellulóz (b) hőmérsékletfüggő optikai reflektanciája (540 nm) egy felfűtési és hűtési ciklusban, ill. a kompozitról készült LS (c) és HS állapothoz (d) tartozó sztereomikroszkóppal készült képek

Fluoreszcencia

Spin átmenetkor a lumineszcens festékekkel módosított SCO polimerek lumineszcencia intenzitása változik. A jelenséget a spin crossover által előidézett jelentős abszorbanca változás okozza. 543 nm hullámhossznál a nanokompozit fluoreszcencia intenzitása hőmérsékletváltozás hatására a [Fe(hptrz)₃]OTs₂ spin átmenetének termikus hiszterézis tulajdonságát mutatja. A fluoreszcencia intenzitás nagy spinű állapotban 27%-kal nagyobb (5. ábra/a), mint kis spinű állapotban. Az átmenet hőmérséklete melegítési módban 46 °C, míg hűtési módban 40 °C (5. ábra/a). Ez az érték eltér az optikai reflektancia vizsgálatnál tapasztaltaktól,

melynek legvalószínűbb magyarázata a minták különböző nedvességtartalma. Annál is inkább, mivel az SCO hőmérsékletet jelentősen befolyásolják a vegyületben lévő vízmolekulák (Gural'skiy és mtsai., 2012). Érdekes megjegyezni, hogy szemben a fluoreszcenciára jellemző általánosan megfigyelt termikus kioltódás jelenségével, amely a nem-sugárzó komponensek termikus populációjához köthető, a nanokompozit esetén az emisszió intenzitása a növekvő hőmérséklettel növekszik. Sőt, a kontroll kísérletben, mikor tisztán akridin narancs molekulát kötöttünk meg a linter rostokon (5. ábra/b) (hozzáadott SCO anyag nélkül) a fluoreszcencia intenzitás monoton csökkenését észleltünk a hőmérséklet növekedésével. Ezen felül érdekes megjegyezni, hogy ez utóbbi minta esetén megfigyelhető némi fotoelhalványodás, amelyet az SCO tartalmú mintánál (azonos körülmények között) nem tapasztaltunk.



5. ábra A nanokompozittal (a) és a csak akridin narancssal (b) módosított cellulóz hőmérséklet-függő fluoreszcencia intenzitás változása két egymást követő felfűtési és hűtési ciklusban.

A (c) és (d) képek a nanokompozit mintáról, fehér fény alatt készült felvételek 20 °C és 70 °C hőmérsékleten

Az akridin narancssal végzett lumineszcens módosítással a SCO vegyület, és így a belőle előállított kompozit termokróm tulajdonságát termofluoreszcenciává alakítottuk, mint ahogy ennek lehetőségét Salmon, és mtsai. (2010) is leírták.

Ezt az igazolja, hogy a komplex LS → HS spin állapot változása a lumineszcencia intenzitás növekedéséhez vezet 450 nm gerjesztési hullámhossznál és 550 nm kibocsátási hullámhossznál, amint Quintero is tapasztalta (2012). Míg a termokromizmust olyan helyeken alkalmazzák, ahol a cél az emberi szem számára látható változás érzékelése, addig a fluoreszcencia láthatatlan marad. Más részről ez utóbbi hasznos lehet optikai érzékelőknél és biztonsági alkalmazásoknál.

Összefoglalás

Sikeresen megvalósítottuk egy olyan cellulóz alapú nanokompozit laboratóriumi körülmények között történő előállítását, melyen a termofluoreszcenciának és a termokromizmusnak köszönhetően vizsgálható a spin crossover jelenség. Ez a SCO jelenséggel összekapcsolható különleges optikai viselkedés alkalmassá teheti a kompozitból előállított termékeket arra, hogy a hamisítás elleni védelem vagy a termometria területén alkalmazzák azokat. A kutatás jelentősége, hogy a leírt módszert felhasználva változatos kompozitok állíthatók elő az alkalmazási terület által megkövetelt tulajdonságokkal, hiszen mára a vas(II)-triazol alapú SCO vegyületek széles skálája létezik (Roubeau, 2012). Ezek az anyagok hasonló körülmények között előállítva (fém ligandum arány, oldószer) változatos optikai viselkedést mutatnak, különbözhetnek méretükben (nanorészecskék vagy mikrokristályos porok), tartalmazhatnak lumineszcens összetevőt. A tanulmányban leírt módszerrel és körülmények között létrehozott anyagokat a papírgyártásban alkalmazva különféle „smart” termékeket állíthatunk elő.

Felhasznált irodalom

- 1 Cai, J, Kimura, S, Wada, M & Kuga, S (2009). 'Nanoporous cellulose as metal nanoparticles support', *Biomacromolecules*, vol 10, pp. 87-94.
- 2 Chandak, P, Csóka, L & Grozdits, G (2011). 'Nanoscale Single and Multilayer Adsorption of Polyelectrolytes to Pulp Fibers', *Zagreb: Narodne Novine*.
- 3 Csóka, L, Bozanic, DK, Nagy, V, Dimitrijevic-Brankovic, S, Luyt, AS, Grozdits, G & Djokovic, V

- (2012). 'Viscoelastic properties and antimicrobial activity of cellulose fiber sheets impregnated with Ag nanoparticles', *Carbohydrate Polymer*, vol 90, pp. 1139–1146.
- 4 Diez, I, Eronen, P, Osterberg, M, Linder, MB, Ikkala, O & Ras, RHA (2011). 'Functionalization of nanofibrillated cellulose with silver nanoclusters: fluorescence and antibacterial', *Macromolecular Bioscience*, vol 11, pp. 1185-91.
- 5 Drogat, N, Granet, R, Sol, V, Memmi, A, Saad, N, Koerkamp, CK, Bressollier, P & Krausz, P (2011). 'Antimicrobial silver nanoparticles generated on cellulose nanocrystals', *Journal of Nanoparticle Research*, vol 13, pp. 1557-62.
- 6 Gural'skiy, IA, Quintero, C, Molnár, G, Fritsky, IO, Salmon, L & Bousseksou, A (2012). 'Synthesis of Spin-Crossover Nano- and Micro-objects in Homogeneous Media', *Chemistry Eur. J.*, vol 18, pp. 9946-9954.
- 7 Gütllich, P, Hauser, A & Spiering, H (1994). 'Thermal and Optical Switching of Iron(II) Complexes', *Angew.Chem. Int.Ed.*, vol 33, pp. 2024-2054.
- 8 Hribernik, S, Sfiligoj-Smole, M, Bele, M, Gyergyek, S, Jamnik, J & Stana-Kleinschek, K (2012). 'Synthesis of magnetic iron oxide particles: Development of an in situ coating procedure for fibrous materials', *Colloids and Surfaces A*, vol 400, pp. 58-66.
- 9 Lu, Z, Eadula, S, Zheng, Z, Xu, K, Grozdits, G & Lvov, Y (2007). 'Layer-by-layer nanoparticle coatings on lignocellulose wood microfibers', *Colloids and Surfaces A*, vol 292, pp. 56-62.
- 10 Mahouche-Chergui, S, Guerrouache, M, Carbonnier, B & Chehimi, MM (2013). 'Polymer-immobilized nanoparticles', *Colloids and Surfaces A*, vol 439, pp. 43-68.
- 11 Missoum, K, Belgacem, MN & Bras, J (2013). 'Nanofibrillated Cellulose Surface Modification: A Review', *Materials*, vol 5, pp. 1745-1766.
- 12 Nagy, V, Halász, K, Carayon, M-T, Gural'skiy, I, Tricard, S, Molnár, G, Bousseksou, A, Salmon, L & Csóka, L (2014). 'Cellulose fiber nanocomposites displaying spin-crossover properties', *Colloids and Surfaces A*, vol 456, pp. 35-40.
- 13 Pinto, RJB, Paula, AAP, Marques, CPN, Tito, T, Sara, D & Patrizia, S (2009). 'Antibacterial activity of nanocomposites of silver and bacterial or vegetable cellulosic fibers', *Acta Biomaterialia*, vol 5, pp. 2279-89.
- 14 Quintero, C. M., Gural'skiy, I. A., Salmon, L., Molnár, G., Bergaud, C., & Bousseksou, A. (2012). Soft lithographic patterning of spin crossover complexes. Part 1: fluorescent detection of the spin transition in single nano-objects. *J. Mater. Chem.*, vol 22, 3745-3751.
- 15 Roubeau, O 2012, 'Triazole-Based One-Dimensional Spin-Crossover Coordination Polymers', *Chemistry-A European Journal*, vol 48, pp. 15230-15244.
- 16 Salmon, L, Molnár, G, Zitouni, D, Quintero, C, Bergaud, C, Micheau, JC & Bousseksou, A 2010, 'A novel approach for fluorescent thermometry and thermal imaging purposes using spin crossover nanoparticles', *J. Mater. Chem.*, vol 20, pp. 5499-5503.
- 17 Shepherd, HJ, Molnár, G, Nicolazzi, W, Salmon, L & Bousseksou, A 2013, 'Spin Crossover at the Nanometer Scale', *Eur. J. Inorg. Chem.*, vol 2013, pp. 653-661.
- 18 Shin, Y, Bae, IT, Arey, BW & Exarhos, GJ 2007, 'Simple preparation and stabilization of nickel nanocrystals on cellulose nanocrystal', *Material Letters*, vol 61, pp. 3215-7.
- 19 Shin, Y, Bae, IT, Arey, BW & Exarhos, GJ (2008), 'Facile stabilization of gold-silver alloy nanoparticles on cellulose nanocrystal', *Journal of Physical Chemistry*, vol 112, pp. 4844-48.
- 20 Son, WK, Jouk, JH & Park, WH (2006), 'Antimicrobial cellulose acetate nanofibers containing silver nanoparticles', *Carbohydrate Polymers*, vol 65, pp. 430-4.
- 21 Wertz, J-L, Bédoué, O & Mercier, JP (2010), *Cellulose Science and Technology*, EPFL Press.
- 22 Zheng, Z, McDonald, J, Khillan, R, Su, J, Shutava, T, Grozdits, G & Lvov, Y (2006), 'Layer-by-layer Nanocoating of Lignocellulose Fibers for Enhanced Paper Properties', *Nanoscience and Nanotechnology*, vol 6, pp. 624-632.

Megváltozott négyzetmétertömegű hullámpapírlemezek összehasonlító vizsgálata

Bajnóczki Olivér Sándor¹, Koltai László²

¹ Könnyűipari mérnök BSc, Miskolci Egyetem Kerámia- és Polimermérnöki Intézet Anyagmérnök MSc hallgató

² Egyetemi docens, Óbudai Egyetem Könnyűipari és Médiatechnológiai intézet

Abstract

A hullámpapír termék gyártás és felhasználás mutatószámai a korábbi gazdasági válság ellenére is növekvő tendenciát mutatnak. Az innovációk és újítások elsősorban a könnyű- és nehéz lemezek területén tapasztalhatók, de hagyományosnak nevezett hullámpapírok esetében is tapasztalhatunk új irányokat. A csökkentett négyzetmétertömegű, azaz könnyített hullámpapírlemezek alkalmazhatóságát érdemes tudományos szempontból is vizsgálni. Munkánk során azonos hullámpapír könnyített lemezeket hasonlítottunk össze hagyományos párjaikkal. A minták összehasonlítását a négyzetmétertömeg, a vastagság, az ECT és a BST értékek mentén végeztük.

Keywords: BST, ECT, hullámpapírlemez, könnyített lemez, négyzetmétertömeg, vastagság.

1 Bevezetés

Általános trend az európai hullámpapír iparban, hogy a gyártók kevesebb féle alappapír- és hullámpapírkonstrukció kínálata törekednek, többek között az átlások számának csökkentése céljából. A hazai környezetvédelmi szabályozás az említett kínálatcsökkentés mellett, kínálati és keresleti oldalon egyaránt ösztönzi a konstrukciók tömegének csökkentését is. A gyártók és forgalmazók a könnyített lemezeket gyakran azonos felhasználásra ajánlják vevőiknek. [1][2] Vevői oldalon azonban az új termékek alkalmazása komoly odafigyelést igényel, mivel az új konstrukciók bizonyos tekintetben megfeleltethetők a korábban alkalmazottaknak, más tulajdonságaik azonban jelentősen eltérőek lehetnek.

Munkánk során ezt a jelenséget vizsgáltuk különböző négyzetmétertömegű, azonos hul-

lámprofilú minták alap- és mechanikai tulajdonságainak összehasonlításával.

2. Anyagok és módszerek

A laboratóriumi vizsgálatok során közel azonos anyagösszetételű, páronként közel azonos árfekvésű és a gyártók által azonos felhasználásra ajánlott B hullámpapír mintákkal dolgoztunk. A minták több különböző hazai gyártótól származtak. A különböző típusú lemezek eredeti és könnyített (alacsonyabb négyzetmétertömegű) változatait vizsgáltuk. A korábban használatos, nagyobb négyzetmétertömegű mintákat Origin, a könnyített mintákat Teszt néven szerepeltetjük páronként (1. táblázat), mivel nem célunk a magyarországi gyártók minősítése. A vizsgálatokat az Óbudai Egyetem Rejtő Sándor Könnyűipari és Környezetmérnöki Karának, papíripari anyag- és termékvizsgáló laboratóriumában végeztük.

1. táblázat A vizsgált lemezkonstrukciók és névleges négyzetmétertömegük

Minta	Névleges négyzetmétertömeg [g/m ²]
Teszt 1	430
Origin 1	450
Teszt 2	420
Origin 2	440
Teszt 3	510
Origin 3	520

A mérések alapjául a vonatkozó FEFCO szabványok szolgáltak. [3] A mintákat 24 órás klimatizá-

lás után vizsgáltuk. A hőmérséklet és a páratartalom értéke az ún. ipari klímának megfelelően $\varphi = 70\%$, $T = 23,0\text{ }^{\circ}\text{C}$. Minden mérést hat mintán végeztünk el, majd az eredményeket átlagoltuk és értékeltük.

A tömegméréseket WLC típusú, digitális gyorsmérlegen végeztük. A vastagságmérést Lorentzen & Wettre típusú, digitális, félautomata vastagságmérővel mértük. Az élnyomószilárdság (ECT) értékét, valamint a repesztőnyomás (BST) vizsgálatokat Lorentzen & Wettre típusú készülékeken végeztük.

3. Eredmények és értékelés

A laboratóriumi alap- és mechanikai vizsgálatok mérési eredményeit a táblázat tartalmazza (2. táblázat). A táblázatban szereplő átlagértékek alatt a mérési adatsorhoz tartozó szórásértékeket is feltüntettük zárójelben.

A négyzetmétertömeg mérési eredményei (1. ábra) – a névleges tömegadatoknak megfelelően – páronként eltérést mutatnak az Origin minták javára. Az 1 számjelű termékpár esetén ez 4,2%, a 2-es pár esetén 5%, a 3-as pár esetén pedig 1,4%.

Az ábrán (2. ábra) bemutatott vastagságmérés eredményei a 3-as minták kivételével, az Origin minták javára mutattak eltérést, hasonlóan a négyzetmétertömeg eredményekhez.

Mivel azonos hullámprofilú mintákat vizsgáltunk, nem vártunk érdemi eltérést a vastagságértékek között.

A hullámpapírlemez vastagsága elsősorban a hullámprofiltól függ, azonban tapasztalatok szerint, a fedőlapok eltérő vastagságából és a gyártási körülményekből adódóan igen nagy szórást mutathat.

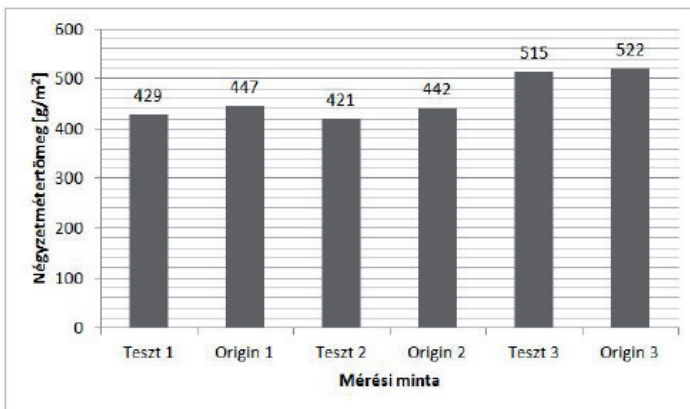
A lemezek élnyomószilárdság értéke a doboz teherbíró képességét és a rakatolhatóságát is jellemzi, így ez az egyik leggyakrabban alkalmazott mérési hullámtermékek jellemzésekor.

[4] [5]

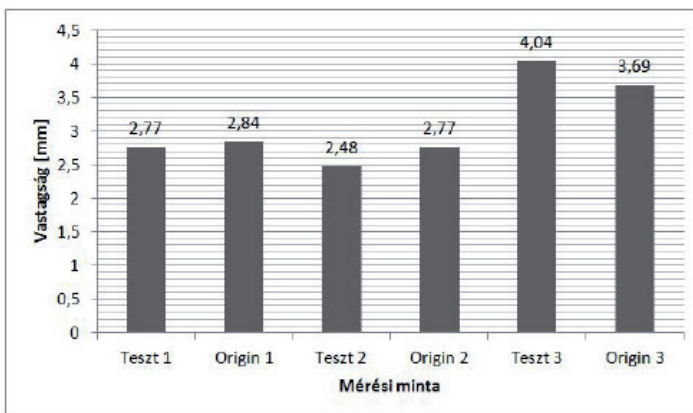
Mérési eredményeink (3. ábra) szerint a nagyobb négyzetmétertömegű 1-es Origin minta 32,6%-kal nagyobb ECT értéket mutatott az alacsonyabb négyzetmétertömegű párjához képest. A 2-es Origin minta 21,43%-kal „erősebb”, mint a Teszt minta. A 3-as Teszt minta azonban 9,1%-kal jobb eredményt mutatott könnyebb felépítése ellenére.

2. táblázat A vizsgált lemezkonstrukciók mért tömege, vastagsága, élnyomószilárdsága és repesztőnyomása

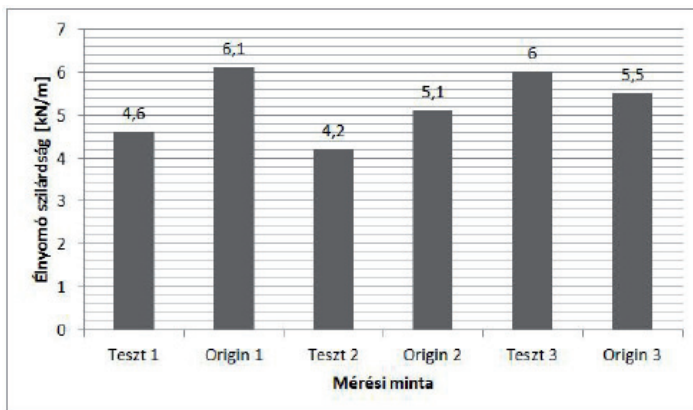
Minta	Négyzetmétertömeg [g/m ²]	Vastagság [mm]	ECT [kN/m]	BST [kPa]
Teszt 1	429 (2,4832)	2,77 (0)	4,6 (0,4750)	1256 (121,612)
Teszt 2	421 (3,3266)	2,48 (0,0557)	4,2 (0,2658)	1033 (66,5582)
Teszt 3	515 (2,1602)	4,04 (0,0122)	6,0 (0,4806)	1524 (102,4212)
Origin 1	447 (1,6021)	2,84 (0,0809)	6,1 (0,5636)	1334 (90,489)
Origin 2	442 (1,7203)	2,77 (0,0901)	5,1 (0,6712)	1197 (127,1326)
Origin 3	552 (3,2863)	3,69 (0,1112)	5,5 (0,5037)	1674 (96,8638)



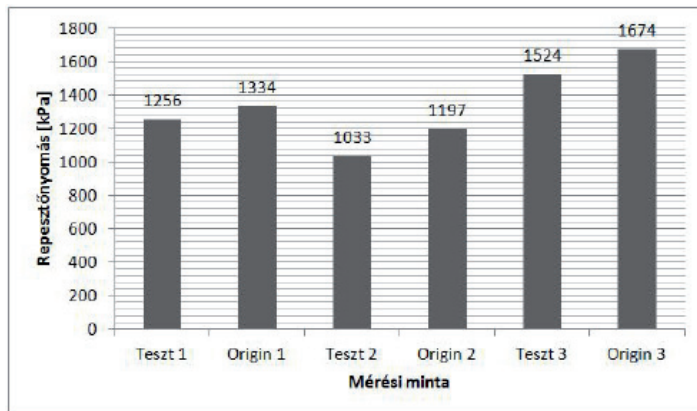
1. ábra A négyzetmértömeg mérés eredményei



2. ábra A vastagság mérés eredményei



3. ábra Az ényomószilárdság mérés eredményei



4. ábra A repesztőnyomás mérés eredményei

Megállapíthatjuk tehát, hogy a négyzetmétertömeg csökkentése, azonos alappapír-típus, de nem minden esetben azonos behordás esetén nem feltétlenül eredményezi az élnyomószilárdság csökkenését. Természetesen a pontosabb összefüggések meghatározásához a lemezek alappírjainak pontos anyagösszetételét és mechanikai jellemzőit is számításba kell venni. Ezen paramétereket azonban a vevők nem minden esetben ismerik.

A repesztőnyomással szembeni ellenállás fontos szerepet játszik a termékvédelem megvalósulásában. [6] Itt az 1-es Origin minta 6,21%-kal mutatott jobb eredményt, mint a teszt, a 2-es Origin 15,88%-kal, a 3-as pedig 9,84%-kal (4. ábra). A mérési eredményekből megállapítható, hogy a nagyobb négyzetmétertömeg a vizsgált mintapárokhoz egyértelműen nagyobb repesztőnyomást eredményezett.

Érdekes azonban a vizsgálati eredményeket statisztikai módszerekkel is elemezni, annak megállapítása érdekében, hogy a minták közötti eltérés szignifikáns-e.

Az eredmények szignifikancia vizsgálata kétmintás t-próbával történt az alábbi képlet szerint, normáloszlást feltételezve (az f-próbának minden eredmény megfelelt):

$$t = \frac{\bar{x} - \bar{y}}{\sqrt{(n-1)s_x^{*2} + (m-1)s_y^{*2}}} \cdot \sqrt{\frac{nm(n+m-2)}{n+m}}$$

Ahol,

$\bar{x}$: az egyik valószínűségi változó átlaga a mintájában,

$\bar{y}$: a másik valószínűségi változó átlaga a mintájában,

s_x^* : az egyik valószínűségi változó korrigált szórása,

s_y^* : a másik valószínűségi változó korrigált szórása,

n : az egyik minta elemszáma és

m : a másik minta elemszáma.

A kétmintás t-próba eredményeit $p=0,05$ -ös szignifikancia szint megválasztás mellett a 3. táblázat szemlélteti.

3. táblázat A kétmintás t-próba eredményei mintapáronként

Mintapár	Élnyomószilárdság	Repesztőnyomás
Teszt 1 – Origin 1	**	
Teszt 2 – Origin 2	**	**
Teszt 3 – Origin 3		**

**két mintában a valószínűségi változók átlagai szignifikánsan eltérnek egymástól.

Üresen hagyott cella - a kétmintás t-próba nem mutatott ki szignifikáns különbséget a két mintában a valószínűségi változók átlagai között.

A t-próba eredményeiből megállapíthatjuk, hogy az ECT vizsgálat szempontjából az 1-es mintapár azonosnak tekinthető, a BST vizsgálat esetén pedig a 3-as mintapár tekinthető azonosnak, így ezeknél a mintapároknál mért különbség elsősorban a kisszámú mérés eredménye.

4. Összegzés

A laboratóriumi vizsgálatok eredményeiből következik, hogy egy lemezkonstrukció kiválasztása esetén nem következtethetünk kizárólag annak tömegéből a kvalitatív tulajdonságaira, mert azok a tömeggel nem minden esetben mutatnak arányosságot.

A megváltozott összetételű, úgynevezett könnyített lemezek több szempontból is kiválthatják a nehezebb lemezeket, de alkalmazásuk kellő körültekintést igényel, és annak felmérését, hogy a gyártási, valamint felhasználási folyamatok szempontjából mely minőségi tulajdonságok játszanak döntő szerepet.

Fontos eredmény, hogy a konstrukció tömege nem minden esetben arányos annak teherviselő, vagy termékvédő képességével.

5. Irodalom

1. Szőke A. (2010): Vélemények a cellulóz- és papíripar helyzetéről. Papíripar
2. Borcsek P. (2011): Alacsony négyzetmétertömegű hullámpapírok jelentősége. Papíripar
3. FEFCO testing method no 1-7.
4. McKee, R. C.; Gander, Wachuta (1963): Compression strength formula for corrugated boxes". Paperboard Packaging 48 (8).
5. Urbanik, T. J. (July 1981): Effect of paperboard stress strain characteristics on strength of singlewall corrugated boxes. US Forest Products Laboratory Report. FPL 401.
6. Zsoldos B.: Hasznos ismeretek a hullámpapír-lemez (hpl) doboz felhasználók számára. (2004) Transpack

Iránytű a grafikus kommunikációhoz!

Óbudai Egyetem

Rejtő Sándor Könnyűipari és Környezetmérnöki Kar
Médiatechnológiai és Könnyűipari Intézet

Képzéseink:

Könnyűipari mérnök (alapképzés, BSc.)

• Nyomtatott média-, csomagolástervezés és technológia szakirány

Könnyűipari mérnök (mesterképzés, MSc.)

• Nyomdaipari és médiatechnológus szakirány

• Csomagolástechnológus szakirány

• Papírfeldolgozó szakirány

Anyagtudományok és Technológiák doktori képzés
(Ph.D.)

Mérnök továbbképzés

• Nyomtatott kommunikációs szakmérnök

• Csomagolástechnológus szakmérnök

Hogyan és mikor lehet jelentkezni?

• Az alapképzés minden tanévkezdéssel szeptemberben indul nappali és levelező szakon egyaránt.

A jelentkezési határidő: február 15. www.felvi.hu

• A mesterképzés kérészféléves és februárban indul.

A jelentkezési határidő: november 15. www.felvi.hu

• A doktori képzés félévenként indul, szeptemberben és februárban. www.atdi.uni-obuda.hu

• A szakmérnök képzések szeptemberben indulnak.

A képzési idő 3 szemeszter.

Jelentkezési határidő: június 30.

www.mti.rkk.uni-obuda.hu

Információ:

Dr. Horváth Csaba

e-mail: horvath.csaba@rkk.uni-obuda.hu

tel.: 06-1-666-5961

Mérnöki tudományok és kreativitás egy helyen!

Felületaranyozáshoz használt réz és szilikon nyomóforma alkalmazhatóságának összehasonlító vizsgálata a Pénzjegynyomda Zrt.-ben

Bernecezi Istvánné¹, Prokai Piroska²

¹ Pénzjegynyomda Zrt.

² Óbudai Egyetem Könyvúipari és Médiatechnológiai Intézet

Bevezetés

Napjaink marketig stratégiájának alapvető elvárása, hogy feltűnő, a többitől eltérő, egyedi termékeket alkossunk. Ennek egyik eszköze a felületnemesítési eljárás. A számos felületnemesítési eljárás közül napjainkban méltánytalanul kevés figyelmet fordítanak a felületaranyozásra, pedig díszít, információt közöl, és védelmet is nyújt a felületnek. Az aranyozási technológiánál egymásra erős befolyással van a nyomóforma anyaga, grafikája, az aranyozó fólia, az aranyozandó felület, a feladatot végző gép, a nyomtatási hőmérséklet, a prégezési idő és a nyomóerő. Az általános gyakorlat, hogy a nyomóforma anyaga valamilyen fémötvözet (réz), mely jól bírja a nyomást és a hőt. Ugyanakkor ahhoz, hogy megfelelő minőségű felületaranyozást végezzünk, szükséges a jelentős nyomóerő, aminek eredménye a hátoldali satíring felerősödése.

Felmerült a gondolata az olyan szilikonból készült nyomóforma alkalmazásának, amelyet felületaranyozáshoz készítettek.

Az alkalmazott aranyozó gépek bemutatása

A vizsgálatoknál a Pénzjegynyomda Zrt.-ben található 3 különböző típusú aranyozó gépen végeztük el az aranyozási próbákat. A próbát végző gépek közül kettő (a FOMM BU táblanyomó prés, és a Kugler automata gép BAIER aranyozó egysége) síkfelületről-síkfelületre, a STEUER PZ 82-3 fólianyomó gép pedig síkfelületről-hengeres felületre végzi az aranyozást.

A vizsgálat során eltérő hőfokbeállítással (92 °C – 195 °C), melyet az alapanyag és feladatot végző gép műszaki paraméterei határoztak meg, készítettük el az aranyozási mintákat a Pénzjegynyomda Zrt.-ben, 50% relatív légnedvességtartalom és 23 °C ± 2 üzemi hőmérséklet mellett.

A szilikon és réz nyomóforma összehasonlító vizsgálata

A réz nyomóformához egy 7 mm vastag alap réz ötvözetet használnak, melyet az elért kívánt tulajdonságoknak (keménység, számítható anyagtorzulás, alakíthatóság) megfelelően ötvöznek más anyagokkal.

Az aranyozáshoz használt réz nyomóforma egy rétegből, mechanikai marással készült (1. a ábra). A szilikon nyomóformát (1. b ábra) három, egymástól eltérő keménységű szilikon réteg alkotja. A szilikont a rézhez hasonlóan „szennyező” anyagokkal keverik annak érdekében, hogy megfelelő anyagtulajdonságot érjenek el. Ennek köszönhetően kiszámítható lesz az anyag torzulása. Az elkészített szilikon nyomóformát speciális ragasztással egy alumínium alapra erősítik, melyel alkalmassá válik az aranyozásra.



1. ábra Nyomóforma a) réz, b) szilikon

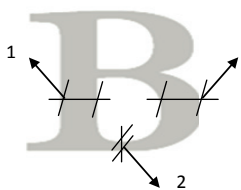
A vizsgált nyomóformák nyomóelemeinek méretbeli eltérése

A vizsgálatához készített nyomóformákat úgy állítottuk össze, hogy eltérő betűnagyságú szöveges és különböző vastagságú vonalas elemek is megtalálhatók legyenek rajta (2. ábra).

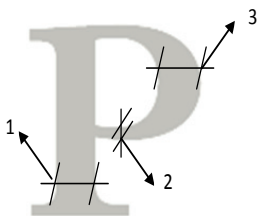


2. ábra A nyomóformán kiválasztott mérési pontok elhelyezkedése

A szöveges részek mérési pontjai a nyomóforma felületén a 3. és 4. ábrán láthatók.

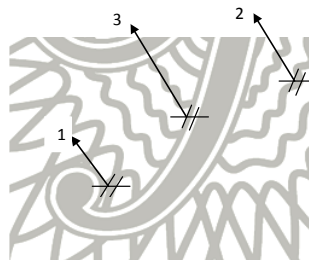


3. ábra A „B” betű, mint szöveges nyomóelem mérési pontjainak ábrázolása

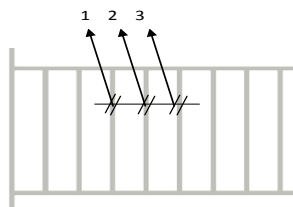


4. ábra A „P” betű, mint szöveges nyomóelem mérési pontjainak ábrázolása

A nyomóforma közepén helyezkednek el (5. és 6. ábra) a mérési pontok, melyek vékony vonalas grafikai elemek. A vékony vonalas elemeket, akárcsak a nyomtatásnál, az aranyozásnál is nehezebb jól, hibátlan minőségben elkészíteni.



5. ábra A címer, mint nyomóelem mérési pontjainak ábrázolása



6. ábra A rozetta, mint nyomóelem mérési pontjainak ábrázolása

A vizsgálati pontok kiválasztása az aranyozási próbák során fontos információval szolgál arról, hogy a nyomóformákkal készített aranyozott nyomatok mutatnak-e torzulást.

Eltérő beállítási paraméterekkel készített aranyozási minták vizuális összehasonlítása

Félaautomata aranyozó gépen készített aranyozási próbák

A réz és szilikon nyomóformák anyagösszetétele miatt a hő felvétele is eltérő, ezért különböző hőfok beállítással aranyoztunk.

A réznyomóformával 120 °C és 150 °C-on végeztünk aranyozási próbákat, a szilikon nyomóformával 150 °C és 195 °C-on.

A vizsgálatnál alkalmazott hőfok beállítást a réznyomóformánál gyakorlati tapasztalatok alapján határoztuk meg. Ezeken az alapanyagokon 120 °C alatti hőfok beállítással nem tudtunk értékelhető eredményt elérni. A szilikon nyomóformánál, mivel nem ált rendelkezésünkre

gyakorlati tapasztalati hőfok érték, a maximum hőfok (195 °C) beállítást alkalmaztuk, melyet az aranyozó gép műszaki paraméterei határoztak meg.

Az aranyozott minták értékeléséhez háromfokozatú skálát határoztunk meg (7. ábra).

1. nagymértékben hiányos, nem kivehető nyomatkép
2. kismértékű hiba, hiány vagy betömődés, de a nyomatkép kivehető
3. hibátlan nyomatkép, minőségileg megfelelő



7. ábra Az aranyozás minőségi fázisai

Az aranyozott minták értékelését a meghatározott kódok szerint osztályoztuk.

Mivel a szilikon nyomóformával történő aranyozáshoz nem volt gyakorlati tapasztalatunk a megfelelő hőfok alkalmazásához, alacsonyabb hőfokon (120 °C-on) próbákat végeztünk, aminek eredményeképpen kiválasztottuk a kezdő hőfok beállítást, 150 °C-ot, melynél már kivehető volt az aranyozott nyomatkép.

A szilikon nyomóformával az aranyozást 150 °C és 195 °C-on végeztük el, mind a hat kiválasztott alapanyagon.

A szilikon nyomóformával készített aranyozások minőségét a már korábban ismertetett hármas skálájú kódolás alapján értékeltük.

BAIER aranyozó egységgel készített aranyozási próbák

A réz nyomóformával a gyakorlati tapasztalatok alapján meghatározott 92 °C-on, valamint a félautomata aranyozóval történő összehasonlíthatóság miatt 150 °C-on is elvégeztük a minták aranyozását.

A szilikon nyomóformával 150 °C és 195 °C-on is végeztünk aranyozási próbákat.

A kiválasztott hőfokon 0,01 s és 0,10 s prégelési idővel aranyoztunk. Az aranyozott minták értékelését az előzőekben meghatározott kódolással végeztük el.

Az aranyozás vizuális vizsgálatát a kiválasztott hat különböző alapanyagon elvégeztük szilikon nyomóformával is.

STEUER PZ 82-3 fólianyomó gépen készített aranyozási próbák

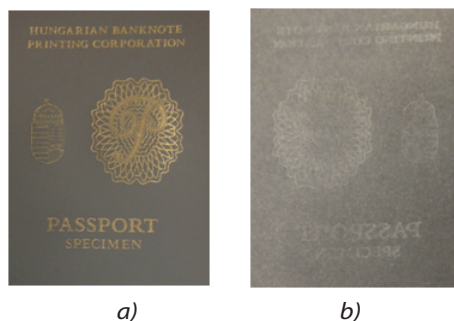
STEUER PZ 82-3 fólianyomó gép működési elvében eltér az előző két (félautomata és BAIER) aranyozó géptől, mivel síkfelületről hengeres felületre végzi az aranyozást.

Az ellennyomó henger anyaga acél. A gép réz nyomóformával történő aranyozáshoz használt üzemi hőmérséklete 170 °C, így ezzel a hőfok beállítással kezdtük meg az aranyozási próbákat, 1400 ív/óra sebesség mellett.

A maximum hőmérséklet beállítást a gép műszaki paraméterei határozták meg, ami 200 °C.

Miután ez a gép a réz nyomóformával is magasabb hőfokon végez aranyozást, így mindkét hőfokon készítettünk mintákat.

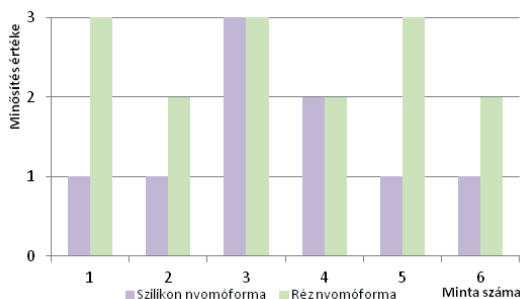
A nyomathordozók aranyozásának minőségi vizsgálatát az előzőekben leírt kódolás szerint értékeltük (8. ábra).



8. ábra Aranyozott nyomathordozón látható erős hátoldali satírun g a) előoldal, b) hátoldal

Azokon a nyomathordozókon, amelyeknek a felülete erősen struktúrált, nagy felületi érdességgel rendelkezik, a nyomóerő növelésével jobb nyomatminőséget tudtunk elérni, de ennek a következménye az volt, hogy a hátoldalon erős satírun g jelent meg.

A szilikon nyomóformával is elvégeztük az aranyozási próbákat mind a 6 kiválasztott mintán, 170 °C, és 200 °C-on 1400 ív/óra sebesség mellett. Az aranyozás minőségi értékelését az előzőekben meghatározott módon végeztük. Ezeknél a nyomathordozóknál a magasabb hőmérsékleten (200 °C) sem lett jobb a nyomtat képe. Az értékelés eredményét oszlopdiagramon ábrázoltuk (9. ábra).



9. ábra Az aranyozott minták minőségi besorolása

A minőségi besorolás összegzett eredménye alapján elmondható, hogy a réz nyomóformával készült aranyozás az 1., 2., 5., 6. (bélyegpapír, matt műnyomó, Grabiol PTL, Grabiol PTB) minták esetében jobbak a szilikon nyomóformával készült mintáknál.

A 4. számú (Grabiol Permi 06) mintánál minőségileg ugyanolyan kategóriát értünk el mindkét nyomóforma használatánál.

A 3-as minta (Grabolit Extra nyomathordozó) esetében kaptunk minőségileg megfelelő aranyozást, mind a réz mind a szilikon nyomóformával, ezért ezt a mintát választottuk a nyomatok vonaltorzulásának visszaméréséhez.

A nyomatképen a Starrett AV 350+ 3D Multi Sensor 3D video mikroszkópos vizsgálathoz választott mérőpontok megegyeznek a nyomóformák vizsgálatánál mért pontokkal.

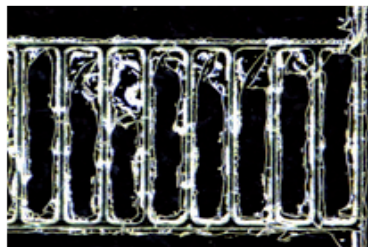
A nyomóformán mért vonalvastagság értéke az aranyozás közben a hő és nyomás hatására a nyomatképen megnő.

A réz nyomóformával készült nyomatoknál a nyomóformán mért vonalvastagsági értékekhez legjobban közelítő vonalvastagságot a BAIER aranyozó egységgel 92 °C-on, valamint

a STAUER PZ 82-3 fólianyomógépnél 170 °C-on mértük.

A STAUER PZ 82-3 aranyozó gép, alaphőmérséklete 170 °C. A nyomóformához legjobban közelítő vonalvastagsági értékeket („B” betű 2-es mérési pontján) ezen a hőfokon mértük. A visszamérések eredményeként a legszélesebb vonalvastagságot mindhárom aranyozó gép esetében a legmagasabb prézelési hőmérsékleten (150 °C, illetve 200 °C-on) mértük. Ez arra mutat, hogy a magas hőfoknál nagy a hőátadás, emiatt szélesebben tapad fel a fólia a nyomathordozóra. A megvastagodott vonalak betömődéshez vezetnek, ezért a vékony vonalak „egybeolvadnak”.

Starrett 3D video mikroszkóppal M/5 (83x nagyítás) nagyításban készült képen jól látható (10. ábra), hogy a 92 °C-on készült nyomtat, vékony éles kontúrokkal rendelkezik, míg a 150 °C-on ugyanezek a vonalak erőteljesen megvastagodtak.



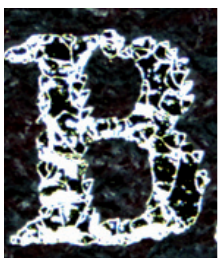
10. a. ábra BAIER aranyozó 92 °C-on készült nyomtat 3D-s mikroszkóppal készített felvétele



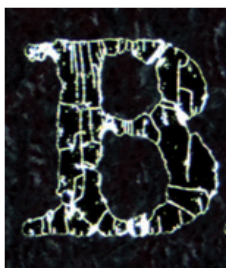
10. b. ábra BAIER aranyozó 150 °C-on készült nyomtat 3D-s mikroszkóppal készített felvétele

A szilikon nyomóformával készült mintáknál is elvégeztük a vonaltorzulás mikroszkóppal történő mérését. A szilikon nyomóforma rugalmasabb a réznél, ezért a nyomóerőt kisebb

mértékben lehet növelni a megfelelő aranyozáshoz, ugyanakkor nagyobb prégelési hő igényel, mely látható a mért értékekből is. Alacsonyabb hőfok alkalmazásakor a szilikon forma nem tudott a fóliatapadáshoz elegendő hő átadni, így a nyomóerő növelésével lehetett elérni a kívánt eredményt. A forma rugalmassága miatt, a nyomóerő növelésével szélesebbek lettek a vonalak (nagyobb vonalvastagsági értékeket mértünk). Az összehasonlításánál megfigyelhető, hogy amíg a „P” betű 1-es mérési pontjánál a rézformához képest a nyomaton csak 0,05 mm eltérést mértünk, addig a szilikon formához képest 0,50 mm volt a mért eltérés, ami nagyságrendileg nagyobb vonalvastagsági eltérést jelent. A 3D video mikroszkóppal készített képeken megfigyelhető továbbá az is, hogy alacsony (92 °C) hőfokon a szilikon nyomóformával készített aranyozásnál a vonalak szélei „kevésbé határozottak”, jobban felveszik a nyomathordozó felületi mintázatát. Az aranyozáshoz használt aranyozási hőfok növelésével a vonalak szélei egyre határozottabbá váltak, de nem jelentkezett betömődés, úgy mint a réz nyomóformánál (11. a és b ábra).



11. a ábra BAIER aranyozó 150 °C-on készült nyomat 3D-s mikroszkóppal készített felvétele



11. b ábra. BAIER aranyozó 195 °C-on készült nyomat 3D-s mikroszkóppal készített felvétele

A szilikon nyomóformával magasabb (195 °C) hőfokon készített aranyozásnál is megfigyelhető, hogy a fólia egyre simább lesz, a réz nyomóformával készített nyomatok esetében tapasztalt módon.

Összefoglalás

Az aranyozási próbák során három különböző típusú – a FOMM BU félautomata aranyozó és a BAIER aranyozóegység, a Stauer PZ 82-3 – fólianyomó gépet alkalmaztuk a minták aranyozásához.

A réz nyomóformával elvégzett aranyozási próba mindhárom gépen azt mutatta, hogy már alacsonyabb hőfoknál is minőségileg jó nyomat készíthető, de nagyobb nyomóerő szükséges. A szilikon nyomóformával végzett aranyozási próbákat magasabb hőfokon végeztük, mert a szilikon hőátadása a fólia felé rosszabb a réznél. Az aranyozási próbák eredménye, hogy a hat minta közül négy esetében a réz nyomóformával tudtunk szebb nyomatot elérni, a 3. és 4. minta esetében mindkét formával jó eredményt értünk el. A réz nyomóformánál minden esetben tapasztaltuk a hátoldali dombornyomatot, ezzel szemben a szilikon nyomóformánál ez nem jelentkezett.

Figyelemmel kísértük a nyomatokon a vonaltorzulásokat. A réz nyomóformával készült nyomatokon, magasabb hőfokon végzett aranyozásnál a vonalak megvastagodtak, mert a nagy hőtől szélesebb részen tapadt fel a fólia. A szilikon nyomóformánál minél kisebb hőfokon aranyoztunk, annál nagyobb vonalvastagságot mértünk, helyenként akár 0,50 mm-rel nagyobb a nyomóformán mérthez képest. A vonalvastagodás közvetve kapcsolódik a hőfokhoz, mivel az aranyozás a hő és a nyomóerő optimális beállításán múlik.

Mivel a szilikon egy rugalmas forma, a megnövelt nyomóerő miatt torzul, így megvastagodott nyomatképet eredményez.

A vizsgálat folytatásaként javasoljuk többféle aranyozó fólia használatát a kiválasztott nyomathordozók aranyozásához, valamint olyan aranyozó gépek bevonását a vizsgálatba, melyeken a prégelési hőfok 195 °C fölé emelhető.

Csomagolóstechnológus és Papíros Szakmai Nap

Tiefbrunner Anna

A hagyományoknak megfelelően a Médiatechnológiai és Könnyűipari Intézet és a Papír- és Nyomdai-pari Műszaki Egyesület idén is megrendezte a két iparág aktuális kérdéseit felvető konferenciát. A 17. CS+P Szakmai Műhelynek az Óbudai Egyetem Rejtő Sándor Könnyűipari Kar tanácssterme adott otthont május 19-én.



A konferencia Dr. habil. Kisfaludy Márta dékán köszöntőjével kezdődött, majd Dr. habil. Horváth Csaba, az intézet vezetője beszélt a szakmai felsőoktatás helyzetéről, a képzés versenyképessége érdekében tervezett változásokról. A szakmai műhely munkáját az egyesület Papíripari Szakosztályának képviseletében Szőke András vezette, aki rövid beszámolót tartott az európai papírgyártás, illetve hazai papíralapú csomagolóanyag felhasználás helyzetéről és várható alakulásáról.



Michael Scherzinger, az ADJUVO Kft. képviseletében a csomagoláson keresztül az élelmiszerekbe jutó „migráns” anyagok veszélyéről beszélt „Nyomdafestékek új fényben” címmel. A műanyag

csomagolóanyagok tekintetében már körültekintő szabályozások léptek életbe, de a csomagolóanyagok más komponensei, mint például a nyomdafestékek sokszor nincsenek pontosan körülhatárolva, részletesen megadva. Az új Német Csomagolási Festék Rendelet terv kapcsán elmondta, hogy a szabályozás nem csak a német csomagolóanyaggyárakat érinti, hanem minden olyan termékre kiterjed, mely az élelmiszercsomagoló-anyaggal érintkezik és Németországban piaci értékesítésre kerül. A Német Kockázattértékelő Intézet (BfR) átfogó tanulmánya segítette a törvényalkotást, mely egyértelműen szabályozza, hogy a nyomdafestékekben milyen anyagokat használhatnak fel.



Keresztes János „Papíripari Kutató Intézet a Zöld Egyetemen” címmel a Nyugat-magyarországi Egyetem Simonyi Károly Műszaki, Faanyagtudományi és Művészeti Kar Papíripari Kutató Intézetének tevékenységét mutatta be. Az intézet legfontosabb papíripari kutatási területei közé tartozik az új alapanyag források keresése, a rosttartalmú hulladékok tovább-feldolgozása, új nanotechnológias módosítási eljárások kidolgozása vagy a nanokristályos cellulóz előállítás és többcélú felhasználása.

Igen érdekes területre kalauzolt el Gyenge Éva „Minta a palackban” című előadása. Az O-I Manufacturing Magyarország Üvegipari Kft. képviselője elmondta, hogy a több mint 50 éves múlttal rendelkező Orosházi Öblösüveggyár tulajdonosa 2010-ben szabadalmaztatta a belső mintázatú palackjait. A technológiát elsőként egy söröspalack

nyakán alkalmazták Amerikában. Az innováció hatására a sör értékesítése egy év alatt jelentős mértékben megnövekedett.



Az elmúlt év végén készült el az orosházi gyárban az elegáns formájú, 750 ml-es, menetes szájú, belső mintázattal ellátott fehér színű Bordolose Nobile palack. Az üveg különleges tulajdonságainak köszönhetően a gyártási eljárás során nem készül két teljesen egyforma palack, a késztermék minden tekintetben egyedi. A palack külső felülete szinte teljesen sima, tehát a minta nem akadályozza a címkézést. A minta a folyadékkal töltött palackban alig láthatóan fénytörésként jelenik meg, és a folyadék kiöntésével válik teljesen láthatóvá.



Zun Sándor, a Mucius Scaevola Kft. tulajdonosa „Gyógyszercsomagolások grafikai tervezési folyamata” címmel tartott előadásában a tervezés lépéseit ismertette kihangsúlyozva azt, hogy mennyire fontos a jól ütemezett és pontos munka. A gyógyszercsomagolás egy minden részletre kiterjedően szabályozott terület, ezért szigorú elvárásoknak kell megfelelni. Ugyanakkor jellemző az is, hogy több száz termék tartozik egyetlen termékcsaládhoz, hatáserősség és kiserelési mennyiség szempontjából akár 5-8 változata lehet ugyanannak a terméknek és több tucat nyelvi variáció

készül bármelyik készítményhez. Az arculat kialakításakor nehezíti a tervezők munkáját a szöveges információk nagy mennyisége. A csomagolás grafikai tervezésének szempontjából a gyógyszeriparnak további sajátosságai is vannak: „dinamikus” arculati kézikönyvet használ, extra pontos ellenőrzéseket kell végezni (jól kombinálva a számítógépes és a manuális ellenőrzési lehetőségeket) és csak sürgős munkák vannak, így a folyamat irányítását szigorúan kell venni. Előadását néhány megdöbbentő adattal zárta, statisztikailag igazolva egy jó rendszer működését.



Kerekes Pál a Magyar Fémcsomagolók Nonprofit Kft. képviseletében beszélt. „A fém örökké újrahasznosítható” című előadásában végigvezetett a konzervdobozok „feltalálásának” előzményein, kialakulásuk feltételein. Ismertette a fém csomagolóanyagok besorolását, majd részletesen bemutatta az élelmiszeriparban használt dobozokat. Kiemelten foglalkozott a fém újrafelhasználásának környezetre gyakorolt pozitív hatásával. Az előadás végén megismerhettünk néhány olyan újdonságot, amelyek szélesíthetik a fémek csomagolási felhasználásának területét.



Dr. Farkas Andrea, a Codex Értékpapírnyomda Zrt. igazgatója az öntapadós címkével szemben tá-

masztott sokoldalú követelményekről beszélt „Extended CODEX Label, a sokoldalú címke” címen. Elmondta, hogy az öntapadós címkék jelentős részénél ma is az egyik fő cél a más termékektől való megkülönböztetés, s így módon a vásárlók figyelmének felkeltése, ennél azonban ma már lényegesen többet kell tudnia egy címkének. Az olvashatóságon és a figyelemfelkeltésen kívül lényeges szempont a logisztikai költségek csökkentése, azaz a költséghatékonyság növelése, a többnyelvűség, a reklám és marketing célok megvalósítása, valamint a termékhamisítás elleni védelem is.

Joggal tehető fel a kérdést, hogy megfelelhet-e egy címke ezeknek az elvárásoknak, elérhet-e ilyen sok információ egyetlen címkén. Erre a kérdésre ad választ és kínál innovatív megoldást a CODEX Zrt. az ECL®-lel, azaz az Extended CODEX Label-lel. Az ECL® olyan öntapadós alapú, lapozható vagy kihajtható címkészerkezet, amely a hagyományos címkéhez képest megsokszorozza a címke információhordozó felületét, miközben nem foglal el a terméken nagyobb helyet.



Dr. Böröcz Péter „A valós fizikai igénybevételek felmérésének jelentősége a logisztikában a gazdaságos csomagolástervezéshez” című előadásában a csomagolástervezés műszaki céljait és a védelem költségeinek optimalizálását elemezte.

A Széchenyi István Egyetem oktatója beszélt a védelem tervezéséről, amihez alapvető a várható igénybevételek megismerése és ezek feltérképezéséhez objektív adatok szükségesek. Az új trendek a gyakorlat, azaz a próbaszállítások, a laboratóriumi vizsgálatok és a ténylegesen felvett körülmények egységes figyelembevétele felé mutatnak.

A program befejező előadását „Felületaranyozáshoz használt réz és szilikon nyomóforma alkalmazhatóságának összehasonlító vizsgálata a Pénzjegynyomda Zrt-ben” címmel Berneczei Istvánné tartotta.



Elmondta, hogy a termékek megjelenésében egyre újabb elvárásoknak kell megfelelni, az okmányok és a bélyegek esetében is fontossá válik a minél simább felületű hátoldal, a minőségileg hibátlan aranyozott előoldal kivitelezése mellett.

Az aranyozási technológiánál egymásra erős befolyással van a nyomóforma anyaga, grafikája, az aranyozófólia, az aranyozandó felület, a feladatot végző gép, a nyomtatási hőmérséklet, a prégelési idő és a nyomóerő. Az általános gyakorlat az, hogy a nyomóforma anyaga valamilyen fémötvözet (réz), mely jól bírja a nyomást és a hőt. Ugyanakkor ahhoz, hogy megfelelő minőségű felületaranyozást végezzünk, szükséges a jelentős nyomóerő, aminek eredménye a hátoldali satírlung felerősödése.

A termékek minőségének javítása érdekében, előre meghatározott szempontok alapján kiválasztott alapanyagok esetében vizsgálatokat és összehasonlításokat végeztek a réz, és a szilikon nyomóforma használhatóságának lehetőségeiről.

A vizsgálatok eredményeiből levonható következtetések alapján, a szilikon nyomóforma alkalmazhatóságának lehetőségeiről kapott információkat a gyakorlatban felhasználták a Pénzjegynyomda Zrt. által készített biztonsági termékeknél is.

Az ebédet követően a szakmai program az Óbudai Egyetem Rejtő Sándor Könnyűipari Karának oktatói, hallgatói és az iparból érkezett szakemberek kötetlen beszélgetésével zárult.

Papírpoharak: anyagok és technológiák

Koltai László

Papírpoharakkal leggyakrabban gyorséttermekben vagy mozikban találkozhatunk hideg vagy meleg italok vásárlásakor, de mint élelmiszeripari csomagolóeszköz is egyre nagyobb szerepet kap, hiszen praktikus, könnyű, jól nyomtatható csomagolóeszköz. A külföldi élelmiszerboltok polcain már számos példát láthatunk fagylaltok, joghurt és más savanyú tejkészítmények papírpoharas kiszere-
lésére. Mivel a vendéglátóiparban elsősorban for-
galmas helyeken alkalmazzák, reklámhordozó
szerepe jelentős értéket képvisel (1. ábra).

Papírpoharakat a közelmúltig csak főként a tőlünk nyugatra fekvő országokban gyártottak a nagy élelmiszeripari csomagolóeszköz-gyártó vállalatok, de napjainkra a hazai gyártás is igen jelentős, és növekvő teljesítményt mutat.



1. ábra Papírpoharak

A papírpoharak alkalmazási területei

A papírpoharak elterjedését főleg a nagy gyors-
éttermen láncok terjeszkedése segítette elő, több
más élelmiszeripari csomagolással együtt, de
napjainkra alkalmazási területük nemcsak erre az
iparágra korlátozódik. A papírpoharak széles kör-

ben elterjedt élelmiszer-csomagolási alkalmazása
akár a játékiparban használt csomagolóeszközök
is lehetnek. A gyorséttermekben nemcsak visz-
közusan folyós italok (üditő, kávé, tea... stb.) for-
galmasítására alkalmazzák őket, hanem pépes ál-
lagú, (shake, joghurt, fagylalt... stb.) és szilárd
halmazállapotú termékek (csokoládé, pattogatott
kukorica... stb.) csomagolására is. Mivel élelmiszeri-
pari csomagolásról beszélünk, fontos, hogy az
erre a területre vonatkozó élelmiszerbiztonsági
előírásoknak és jogszabályoknak megfeleljen a ter-
mék. A korszerű gyártástechnológia lehetővé teszi
azt, hogy a poharak palástját és a fogófül felületét
– mint élelmiszerbarát nyomathordozót – minőségi
nyomtatású, egyedi grafikával lássák el, élelmiszer-
barát festékanyag segítségével.

A papírpoharak elterjedését az is elősegíthette,
hogy alapanyaga környezeti szempontból ked-
vezőbb megítélésű, mint a korábban egyedu-
ralkodó polisztirolból vagy polipropilénből gyártott
műanyag poharaké.

Az alapanyaguk fontos tulajdonsága továbbá a
nyomtathatóságuk, így a pohár palástját különböző
attraktív és figyelemfelkeltő grafikával lehet ellátni.
Ennek a tulajdonságnak a felismerése és a rek-
lámfelület kihasználása hatalmas előnyt biztosít a
műanyag poharakkal szemben.

A poharak palástja hasznos kommunikációs felület
promóciós funkciója szintén jelentős, mivel ter-
mékleírások közlésére vagy gyakrabban arculatki-
akításra használják.

A fontosabb gyártók és forgalmazók Európában

Európában régóta több, nagyobb élelmiszeripari
csomagolást gyártó cég foglalkozik papírpohár
készítéssel és forgalmazással. Elsősorban a Német-
országban, Olaszországban és Angliában működő
üzemek szolgálják ki a többi európai ország papír-
pohár szükségletét. Csak a közelmúltban jelentek
meg a közép-kelet-európai térségben a hasonló
profilú vállalkozások. A jelentősebb cégek Ma-
gyarországon és Horvátországban találhatók. A
fontosabb külföldi gyártók között érdemes megem-

líteni a finn Huhtamaki lengyelországi leányvállalatát a Polarcupot, Svédországban LDG Pack AB-t, Olaszországban a Seda Group-ot, Németországban a Papstar Vertriebsgesellschaft GmbH & Co. KG-t, Angliában a Solo Cup Europe-ot.

A papírpoharak gyártása során alkalmazott nyomtatási technológiák

Papírpoharat leggyakrabban kétféle gyártástechnológiával állítanak elő. A nagyobb termelékenységet biztosító technológia jellemzője, hogy a pohár palástját flexó technológiával nyomtatják és a gyártás tekercses papírból történik. A másik ismert technológiánál a nyomtatás ívben történik, és ofszet nyomtatást alkalmaznak. A flexó nyomtatás nagyobb termelékenységet biztosít és valamivel olcsóbb, de ennek a technológiának az előnyei csak nagyobb darabszámú megrendelés esetén érvényesülnek. Ebben az esetben a nyomtatás minősége rosszabb, mint az ofszet nyomtatással készült poharaké. Az ofszet technológiával történő nyomtatás esetén kisebb a termelékenység, de kis piacon ez a technológia is gazdaságos, és jobb nyomtatminőséget lehet elérni.

Európában a gyártók általában a nagy kapacitású technológiákat alkalmazzák, ezzel a technológiával a legkevesebb példányszám 50.000-100.000 db pohár, amit még megéri legyártani. A hazai piac figyelembevételével Magyarországon a kisebb termelékenységű technológia is megfelelőnek bizonyul. Hazánkban a megrendelések nagysága inkább az alacsonyabb darabszámú megrendelések felé tolódik. Nem ritkák az egy-kétezer darabos megrendelések, amiket – egyedi grafikájú poharakról lévén szó – csak ezzel a technológiával gazdaságos előállítani. Az alacsonyabb termelékenység és magas munkaerő igénye ellenére ez a technológia a közepesen magas (kb. 2-500.000 db) példányszámú megrendelések esetén is versenyképes.

Papírpoharak méretkövetelményei

A poharak igen bő választékban, változatos alakban és űrtartalommal készülnek. A papírpoharakat elsősorban az űrtartalmuk jellemzi, az űrtartalom mellett más méretjellemző is van, ezek a magasság, alsó átmérő és a felső átmérő. A leggyakrabban forgalmazott poharak a 2, 3, 4, 5, 7,5 dl-es és

az 1l-es űrmértékűek. A papírpohár gyártó gépeken különböző típusú, űrtartalmú poharak gyártásához különböző méretű géprészeket, gépegységeket kell kicserélni. Adott méretű gépegységekkel csak adott méretű, formájú poharat lehet gyártani. A méretek közötti átállítás és a gép újbóli beállítása hosszabb időt vesz igénybe. A hátrányt az okozza, hogy minden pohártípushoz más gépegységeket kell használni. Az ilyen gépek előnye viszont az, hogy széles méretskálát lehet kialakítani velük. A papírpoharak űrtartalmát a gyártók az SI rendszerben használt módon ml-ben adják meg, de találkozhatunk az angolszász mértékegységekben használt inch-ben (oz) megadott egységekkel is (1. táblázat).

1. táblázat Papírpohár űrmértékek

Angolszász egység (inch, oz)	SI mértékegység (ml)
4	100
7	175
9	250
12	300
16	400
22	500
32	800

Papírpoharak alapanyagai

A papírpoharakat leggyakrabban kétféle speciális kartonból készíthetik. Az alapanyag lehet egyoldalon, illetve kétoldalon polietilén réteggel társított, elsődleges rostanyagból készült karton.

A polietilén réteget a papír gyártása során viszik fel fátolszerűen, olvasztott állapotban, 300 °C körüli hőmérsékleten.

A pohárgyártáshoz használt kartonok 160-300 g/m² négyzetméter-tömegűek lehetnek.

A polietilén réteg rendkívül fontos, mert így nagymértékben lecsökken a papír nedvességfelszívó képessége, és alkalmassá válik arra, hogy folyadékokat tároljanak benne. A polietilén rétegnek a gyártás során is igen fontos szerepe van, mert a pohár kialakításához, a palást rögzítéséhez nem kell külön ragasztóanyagot használni, mivel a polietilén rétegekkel hegesztik össze az illesztésnél a poharakat.

Az egyoldalon polietilénezett kartonokat elsősorban a meleg italokhoz (tea, kávé, forró csokoládé), míg a kétoldalon polietilénezett kartonokat főleg a hideg italokhoz használják. A hideg italoknál fontos, hogy mind a két oldalon legyen polietilén réteg, mert a hideg hatására a pohár külső felületén kondenzálódhat, lecsapódhat a levegő nedvessége, és ez a karton szerkezetének változásával, végső soron a mechanikai paraméterek gyengülésével jár.

Többrétegű, ún. volumenizált, hajlított dobozkarton

Az egyik leggyakoribb alapanyag a mázolt felületű, kétoldalon polietilénnel bevont, kékesen fehér karton, félfényes felső és „manila színű” hátoldalal. Négyzetmétertömege 200-240 g/m² között változik. Volumenizált, azaz 7%-kal nagyobb térfogatú tonnánként a hagyományos dobozkartonokhoz képest. Magas szilárdsági tulajdonságai különösen alkalmassá teszik gépi dobozgyártásra. Rostösszetétele szerint elsődleges rostból készült papíripari termék, főleg rosszabb minőségű mechanikai rostokból álló középső réteggel és fehérített cellulózból álló alsó és felső rétegekkel. Különleges gyártástechnológiájának köszönhetően a termék megfelel az íz és aromazáró szabvány előírásainak. A feldolgozás során számos előnyös tulajdonsága ismert: ofszet nyomtatással nyomtatható, hajtogatható, domborítható, formalakkozható és hegeszthető. Fontos továbbá, hogy az összes PCB szennyező anyag tartalma a határérték: 2 mg/kg papír alatt van.

A nyomtatáshoz használt festék

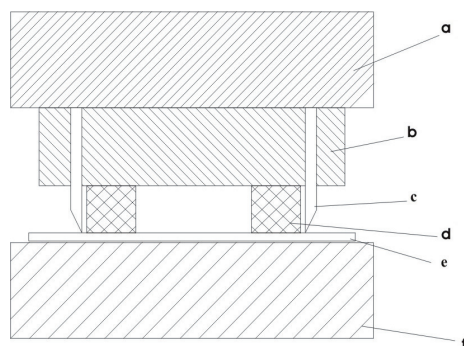
A palást nyomtatásához speciálisan erre a területre kifejlesztett nyomdafestékeket használnak. Összetételük szerint szerves és szervetlen pigmenteket, gyantát, növényi és ásványi olajat vagy szilikonolajat tartalmaznak. Az élelmiszeripari csomagoláshoz használt festék lényeges követelményei között szerepel, hogy gyors és szagmentes száradást biztosítson, jó fedőképességű legyen, és megfelelő legyen a vízállósága.

A pohár gyártása során alkalmazott legfontosabb műveletek

Az első fázis a papírpohár készítésekor a kartonok nyomtatása. A kinyomott íveket ezután stancolni

kell, melynek során megtörténik a poharak palástjainak kivágása. Ezután kezdődik a poharak gyártása. A poharak palástjait behelyezik a papírpohár gyártó gép adagoló művébe, majd elindítják a gyártást, a már beállított gépen. A folyamat során először a pohár palástja készül el, ezzel párhuzamosan megtörténik a pohár aljának kivágása, majd a két rész összeillesztése. Ezután a palást és fenékrész összehegesztésére kerül sor. A végső lépés a pohár szájának peremezése. Az egyes technológiai lépések részletesen az alábbiak.

Késes vágásnál a kés alátétre vág. Az alátét lehet acél, fa, prespán papírlemez, vagy műanyag. Kimetszés síkágyas kimetsző szerszámmal vagy kimetsző hengerpárral történik. A síkágyas gépek (tengelysajtó, gyorsajtó) kimetsző szerszámainak készítésére rétegelt, ragasztott falemezt alkalmaznak, melynek vastagsága 16-19 mm között változik, a vágandó anyag vastagságától függően. E ragasztott falemezbe rögzítik a vágó, élbetörő, és perforáló késeket (2. ábra). A szerszám egyszerű elkészítése, a késpengék gyors cserelhetősége a kimetszési eljárás elterjedésének kedvezett.



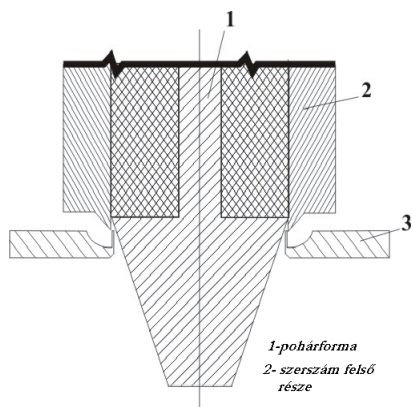
a./ a gép nyomólapja
b./ a szerszám alaplapja
c./ szalagkés
d./ kidobó
e./ vágandó anyag
f./ alátét

2. ábra Kimetszés

Hajlításnak nevezzük azt a műveletet, amely során az anyagot egy egyenes vonal mentén megtörjük, a törésvonal mentén síkjától eltérítjük és ezzel tartós alakváltoztatást hozunk létre. Ilyen a poharak palástjának kialakítása is. A hajlításnál döntő minőségi követelmény, hogy a hajlítás úgy történ-

jen, hogy ne legyenek hajlítási élek, repedések. Az anyagjellemzők közül az anyag vastagsága befolyásolja elsősorban a hajlíthatóságot. Vastagabb anyagokat előkészítő művelettel kell hajlíthatóvá tenni. A kombinált, bevont papíralapú anyagok kifejlődésével egyidejűleg fejlődtek ki a hegesztési technikák. A papírfeldolgozó termékek előállítása során a hegesztést még ritkán alkalmazzák, de a csomagolóipar már jelentős mértékben alkalmazza a csomagolt áruk lezárására. A hegesztést teflonozott, fűthető hegesztőlecekkel végzik. A teflon, bevonat vagy borítás formájában akadályozza meg a hegesztőfejhez való ragadást. A hegesztés hőfoka, a hegesztendő anyagtól függően 120-180 °C között beállítható és automatikusan szabályozható. A hegesztési varrat minősége a hegesztési hőmérséklettől, nyomástól és az időtartamtól függ. Hegesztéssel érhető el az anyagok összeerősítési módjai közül a legjobb folyadék és gázzáró tulajdonság.

Azt a műveletet, amelynek segítségével a papírcső végét kis ívben visszahajlítják, görbítésnek vagy peremezésnek nevezzük (3. ábra). Ezt az alakítási műveletet hengerdoboz gyártásánál használják azzal a céllal, hogy a méretre vágott papírcső vége lezárható legyen. A peremezés az anyag nagymértékű maradó deformációjával jár együtt.



3. ábra Peremezés

A perem a szerszám formájától függően lehet félig visszahajtott, vagy teljesen visszahajtott. A nagymértékű alakítás miatt sok esetben fűtött szer-

számot alkalmaznak, növelik a formálás idejét, és segédanyagokkal javítják a csúszási tulajdonságokat. Megfelelő peremet akkor lehet kialakítani, ha a palástanyag nedvességtartalma viszonylag magas, szakító és repesztő szilárdsága jó, a prészszer szám és a palást belső felülete közötti súrlódási viszonyok kedvezőek, és a palást tengelyirányú szilárdsága megfelelő, vagyis ellenáll a peremezés során meglehetősen nagy tengelyirányú nyomóerőnek. Ha a pohár meleg italok kiszolgálására készül, akkor ajánlott a poharat egy fülel ellátni, hogy az átmelegedett oldalfal ellenére is megfogható legyen. A folyamat során általában kézzel helyezik a fűlőgéphez a poharat és a fület, majd a gép összehegeszti azokat. A papírpohár füléhez olyan kartont kell alkalmazni, ami csak egyoldalon van polietilén-nel bevonva, mert a kétoldalon bevont kartonnál a fűtőtest közvetlenül érintkezik a polietilén réteggel, és az rátapad.

A poharak minőségének ellenőrzése leggyakrabban szemrevételezés alapján történik. A gépkezelő a gyártás folyamán a már kész poharakból véletlenszerűen kiválaszt párat, amit megvizsgál. Fontos, hogy a palást hosszirányú illesztése pontos legyen. A pohár alja és a palást illeszkedésének olyannak kell lennie, hogy a palást aljából a visszahajtott rész ne lógjon rá a papírpohár fenekére. A pohár száján a perem keresztmetszetének egész kört kell képeznie, és figyelni kell arra, hogy ne tépődjön be a perem.

A gyártás során vizsgálják a poharak hegesztésének minőségét is. Ennek során a poharat a hegesztések mentén szétbontják, az összehegesztett papírétegeket szétválasztják, és a szétválasztás után a hegesztés helyét megvizsgálják. Akkor jó a hegesztés, ha teljes keresztmetszetben egyenletes a papír feltépődése. Ezt a pohár palástján a hosszanti, és a pohár alján lévő hegesztésnél is vizsgálják.

Egy másik módszer, hogy vizet töltenek a pohárba, és így vizsgálják meg a hegesztések minőségét. Ha átengedi a hegesztés a vizet, akkor nem felel meg, ha nem engedi át, akkor megfelel a hegesztés.

A poharak csomagolása során a gépből kiszedett és már ellenőrzött poharakat, tisztaságuk és higiénikusságuk megóvása érdekében azonnal polietilén tömlőbe rakják, majd HLP-dobozba csomagolják.

Dr. Szikla Zoltán Gábor Dénes díjas!

Horváth Csaba



A 2014. december 18-án, a Parlamentben átadott magas presztízsű kitüntetés egy kiemelkedő életmű elismerése.

Az előző számunkban röviden már írtunk erről és Dr. Szikla Zoltán tudósi és mérnöki pályájáról is.

Miután ő egy életvidám és színes egyéniség, sokunknak jó barátja és ismerőse, egy interjú keretében igyekeztünk többet megtudni az életének azon oldalairól, ami eddig kevésbé kapott nyilvánosságot, és amit közismert szerénysége eltakart.

Mérnökként és tudósként kaptad a díjat. Minek érzed magad?

Talán inkább mérnöknek, mivel az igazi örömet számomra az alkotás jelenti. De mindig erős vágy élt (él) bennem a bennünket körülvevő világ megismerésére és sokat tettem azért, hogy a szakmámat és az azt befolyásoló, körülvevő területeket jól elsajátítsam. Emellett a tudást önmagában is értékesnek tartom, feltéve, ha azt másokkal is megosztják.

Keveset tudunk a „tudós életeredről”, ami inkább Finnországhoz kötődik. Mesélnél róla?

Bár a tiszteletet és vágyakozást a tudás iránt gyerekkoromtól az egyetem végéig sokaknak – legfőképpen apámnak és a Helsinki Műszaki Egyetem papírtechnológia professzorának, Niilo Rytinek – köszönhetem, mégis szinte véletlenül sodródtam a kutatás közelébe. Az egyetem elvégzése után az iparba kerültem és 8 éves ipari karrier után elsősorban azért bújtam (kezdeti szándék szerint 1 évre) finnországi kutatói köpenybe, hogy egy szörnyű családi tragédia okozta megrázkódtatásból kigyógyuljak. Az eredetileg 1 évre tervezett finnországi tartózkodásból 8 év lett, amiből ötöt a Finn Papíripari Kutatóintézetben (Keskuslaboratorio) és hármát a Jaakko Pöyry-nél töltöttem. A Keskus laboratoriumba azért mentem, hogy közreműködjek a nedves

préselés szimulációjához szükséges kutatási eszköz megépítésében, de egy év után arra kértek, hogy maradjak és vegyem át a nedves préselés kutatási projekt vezetését, ami abban az időben az intézet talán legfontosabb és legköltségesebb projektje volt. A finn papír-, papírgép- és filcgyártó cégek összefogtak azért, hogy az USA-beli Beloit cég akkor piacra dobott papucsprés konstrukciójának lehetőségeit megismerjék és választ kapjanak arra a kérdésre, hogy célszerű-e nekik is belevágniuk az igen csak költségesnek ígérkező fejlesztésbe. A Beloit fejlesztése elsősorban empirikus volt és az új berendezés működését nem támasztották alá megfelelő tudományos magyarázatok. Az igény a felmerült kérdések megválaszolására nyilvánvaló volt, és a projektet olyan érdeklődés és megbecsülés övezte, hogy nemhogy elvállaltam annak vezetését, hanem a következő 4 évre belebújtam a nedves papírlapba és azt vizsgáltam, hogy miként áramlik benne a víz a préselés során, és hogyan alakul eközben a papír szerkezete. A projekt végére olyan ismertséget szereztem, hogy az akkoriban 4.000 főt foglalkoztató Pöyry tervező és tanácsadó cég a vezérgazgató egyik közvetlen beosztottjaként – alelnöki címmel – a papírgyártás technológia ismereteinek fejlesztésére szerződöttetett.

Az érthető, hogy a kihívás vitt ki Finnországba 1983-ban. De mi hozott haza a tudományos karriered csúcsán, 9 év múlva?

Finnország és Magyarország nem csak földrajzilag, hanem sok más tekintetben is távol van egymástól, és nem könnyű eldönteni, hogy valaki itt vagy ott élje az életét. Egy ilyen döntést az ember a családjával együtt hoz meg, és a szakmai, karrier szempontok csak egy részét alkotják azoknak a tényezőknek, amik a döntést meghatározzák. Nem bántam meg, hogy hazajöttünk, a „legjobb otthon” mondást magamra is érvényesnek tartom.

Te mit tekintesz a legnagyobb szakmai (mérnöki) sikerednek?

A munkám alapvető céljának mindig a fejlődést tekinttem és úgy gondolom, hogy ezt jellemzően

sikerült is megvalósítanom. Voltak olyan periódusai az életemnek, amikor az irányításom alatt lévő papírgépek vagy gyárak száma csökkent, de a termelés volumene és értéke szinte mindig nőtt és a pozícióm relatíve erősödött. A dunaújvárosi papírgyártó komplexum (Dunacell, Dunafin és Hamburger Hungária) fennmaradása és fejlődése persze nemzetközi összehasonlításban is kiemelkedő és majdhogynem egyedülálló. Ha végigmegyünk a papírgyártás prosperitását meghatározó tényezőkön, gyorsan megállapítható, hogy többségük (piac, nyersanyag, energia) tekintetében a dunaújvárosi vállalkozások versenyhátrányban vannak. Mégis fenn tudtak maradni, sőt a Hamburger Hungária kifejezetten fejlődik és versenytársai rovására is növekszik. Büszke vagyok rá és kollégáimnak, főnökeimnek hálás, hogy ennek a fejlődésnek egyik motorja lehettem.

Mit vélsz a legjelentősebb tudományos eredményednek?

Nemzetközi mércével is mérhető, valós tudományos munkásságom a papír nedves préseléséhez köthető. A kutatási eredményeinket jól ismerő professzorok szerint nekünk sikerült a legpontosabban leírni a nedves préselés alapmechanizmusait, az esemény törvényszerűségeit, a lefolyását meghatározó tényezők szerepét és a préselésnek a papírra gyakorolt hatását. Olyan laboratóriumi prés szimulátort építettünk, amivel a papírgépen uralkodó viszonyokat jól lehetett utánózni és annak lényeges paramétereit egymástól függetlenül, a valóságot felőlelő tartományban lehetett változtatni. Igen nagy mennyiségű és körülményeiben jól definiált kísérletet végeztünk el, így olyan megbízható információt tudtunk produkálni, ami konkrét fogódzót jelentett a papírgép és filcgyártók, de a papírgépet üzemeltetők fejlesztéseihez is.

A korodról nem beszélünk, jó pár évet le is tagadhat sz. Legendás a munkabírádod. A tenisz elég ehhez?

Az én esetemben a fizikai mozgás szükségszerű része a mindennapoknak, ugyanolyan fontosságú mint az evés, alvás, olvasás, szellemi munka stb. A tenisz a legélvezetesebb mozgásformák, játékok egyike, amit rendkívüli módon szeretek, és rendszeres művelése nélkül biztosan sokkal szegényebb volnék.

A családod hogy viseli ezt a lassulni nem akaró munkatempót?

Megszokták. A mi családjunkban kialakult egy munkamegosztás, egymás feladatait fontosnak tartjuk, tiszteljük és próbál mindenki a saját szerepében jót alkotni.

Hogy látod a papír és a papírbázisú kommunikáció jövőjét?

A papír, mint csomagolási vagy mint háztartáshigiéniai termék jól tartja magát és használata az általános jóléttel arányosan növekszik. Kommunikáció hordozóként a szerepe „megbicsaklott”, amiben mi „papírosok” is hibásak vagyunk, nem voltunk eléggé éberek és hagytuk, hogy olyan alaptalan és igaztalan bélyegeket (pl. hogy a környezetre káros) is rásüssenek, amik a pozíció vesztesét erősítették. Ettől függetlenül tény az, hogy az internet, együtt a képernyős megjelenítéssel, a papíralapú nyomtatásnál alkalmasabb bizonyos információk megjelenítésére, tárolására. A papíralapú kommunikációnak azért vannak előnyei is, és úgy gondolom, hogy belátható időn belül nem fog eltűnni az életünkéből. A folyamatos fejlesztésen (divatos szóval innováción) túl komoly figyelmet kell fordítani a papír valós szerepének és hatásainak a megismertetésére.

Mit tanácsolsz az általad is oktattott új nemzedéknek?

Próbáljanak eljutni egy olyan fokra, ahol a szakmájuk szépségeit és mélységeit már látják. Ilyen szépségei és mélységei minden szakmának, gépmesternek, adminisztrátornak, mérnöknek, kutatónak stb. vannak.

Úgy gondolom, hogy az említett fokra az ember akkor jut el, amikor már a szakmája iránt alázattal viseltetik, elfogadja, hogy sokat kell még tanulnia, tapasztalnia a „tökéletességhez”. Keressék a problémákat, de ne azért, hogy azokra rámutassanak, hanem azért, hogy azokat megoldják és ne nyugodjanak addig, míg meg nem oldották.

Milyen terveid vannak még?

A legfontosabb tervem a dunaújvárosi erőmű sikeres felépítése és üzembevétele.

A mikrokapszulás illatnyomtatás, mint marketing eszköz

Zsadányi Andrea

Óbudai Egyetem, RKK, Médiatechnológiai Intézet

A mikrokapszulák egy vagy több polimerből felépülő, 0,5-2000 μm átmérőjű szabályos alakzatok, amelyeket áteresztő bevonattal látnak el. Két részből állnak, egy falból és egy magból. E két összetevőjük egymástól jól elkülöníthető. A mikrokapszula előállításánál lehetőség van folyamatos, porózus vagy nem porózus struktúra kialakítására is. A rendszer alkalmas mind szilárd, gáz és folyékony halmazállapotú anyagok bezárására. A technológiát, kedvező tulajdonságainak köszönhetően egyre szélesebb körben alkalmazzák az iparban. Esetünkben a kozmetikai ipar kap főszerepet. A különböző magazinokban megjelenő illatozó oldalakat, a parfümök tesztsíkjaikat mikrokapszulás módszerrel állítják elő. A kapszulák fizikai hatásra – például dörzsölés hő – felbomlanak és az illatanyag ez által érezhetővé válik (1. ábra).

A megtervezett és kivitelezett csomagolás az innovációt és az emberi kíváncsiságot alapul véve bemutat egy interaktív illatozó megoldást, amely egy úgynevezett mikrokapszulás réteggel hívja fel a vevők figyelmét a termék kipróbálására. Ahhoz, hogy a kozmetikumok közül a legmegfelelőbbet kiválaszthassuk, azt vizsgáltuk: melyek azok a termékek, amelyek esetében előnyt jelenthet ez az innovatív csomagolás. Azért is döntöttünk az arckrém mellett, mert egy arc-krém illatának kipróbálására kevésbé van lehetőség a boltokban, nagyobb üzletekben, mint például egy parfüm esetében. A mikrokapszulás rétegnek köszönhetően kipróbálhatja és helyben eldöntheti a vásárló, hogy men-

nyire nyerte el tetszését az illat, illetve mennyire nem az ő stílusa. A termék két különböző csomagolásban kerülhet a kereskedelembe: csak kartondobozba van helyezve a té-gely, illetve kaphat egy kiegészítő BOPP burkolatot is. Ennek feladata az, hogy védje a doboz felületét és originál zárást biztosítson. A fólián a doboz tetejéről áthajolva az első oldalra egy címke található, amely a különleges mikrokapszulás réteggel van ellátva.

A másik esetben maga a grafika nyomtatott az illatozó réteggel és a címke a doboz tetejére került. A fogyasztók figyelmét a kipróbálására a címkén elhelyezett szöveg hívja fel. A munka célja egy olyan technika megvalósítása volt, amelynek köszönhetően be lehet vezetni egy új marketingeszközt az arckréme eladásánál. A felületen különböző vizsgálatokat végeztünk, hogy a csomagolás igénybevételekkel szembeni ellenálló képességét teszteljük. Az elvégzett feladatokat három nagyobb csoportba oszthatjuk, amelyek a következők:

1. vizuális tervezés:

- doboz tervezése,
- márka kialakítása, logóval való ellátása,
- grafikai elemek elhelyezése a dobozon,
- esztétikai elemzés;

2. mechanikai vizsgálatok:

- dörzsállóság,
- időjárásállóság;



1. ábra Mikrokapszulák

3. egyéb feladatok:

- árkalkuláció,
- mikroszkópos vizsgálat.

A tervek megvalósítását a legelső fázistól, a vázlatoktól kezdtük. A tervezés során több forma is szóba jött. Végig gondoltuk a különböző alakú dobozokkal járó előnyöket és hátrányokat. Figyelembe vettük, hogy a doboz formája is hatással tud lenni a vevő véleményére. Különböző alakú dobozok más és más hatást érnek el. Szem előtt tartottuk, hogy a termékeket az elosztási láncon keresztül milyen módon szállítják, és azokat hogyan rakodják.

A doboz megtervezésének lépései műszaki rajzok segítségével kerültek bemutatásra, melyeket különböző vektorgrafikus programokkal valósítottuk meg. Nagy szerepet játszott a megvalósítás során a Photoshop, a CorelDRAW és az Illustrator. Lényeges, hogy az alkalmazott programok vektorgrafikusak legyenek. A grafika megvalósításánál odafigyeltünk arra, hogy a felhasznált grafika jó minőségű legyen és más körülmények között, például fekete-fehérben, kicsinyítve, stb. se veszítsen megjelenésből.

A kötelezően feltüntetett információkat jól olvasható, látható felületen helyeztük el, ügyelve arra, hogy a BOPP fóliával való becsomagolás és az illatos címke elhelyezése után is minden fontos részlet jól látszódjon a dobozon (2. ábra).



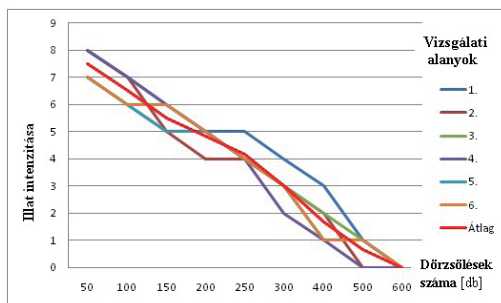
2. ábra A doboz két különböző címke megoldással

Az elkészült csomagoláson ellenőrzésképpen vizsgálatokat végeztünk, ennek során részben az esztétikai, részben a csomagolás funkcionális tulajdonságaira, áruvédelmi megfelelőségére voltunk kíváncsiak. Megvizsgáltuk, hogy milyen mechanikai igénybevételekkel találkozhat a termék a fogyasztóig eljutva az elosztási láncon keresztül.

Arra kerestük a választ, hogy az igénybevételek során mennyi ideig tartja meg illatozó tulajdonságát a kapszulás felület. Mivel a termékeket nem hermetikusan szállítják, ezért számos igénybevétel-lel találkozunk útjuk során.

A dörzssállóság vizsgálata során arra voltunk kíváncsiak, hogy mennyi idő az, ami alatt a nyomaton szinte az összes mikrokapszula felbomlik, azaz mennyire ellenálló a mintánk. A vizsgálatot dörzsgép segítségével több próbanyomaton végeztük. A tesztet más anyagokon is elvégeztük és megfigyeltük az összes lehetséges anyagkombinációt, amivel találkozhat a címke, és különböző mechanikai igénybevételek alakulhatnak ki közöttük. Az intenzitást 1-től 10-ig terjedő skálán pontozták a megkérdezettek, majd kiszámoltuk átlagukat. A dörzsölés erőssége minden nyomat esetében azonos volt.

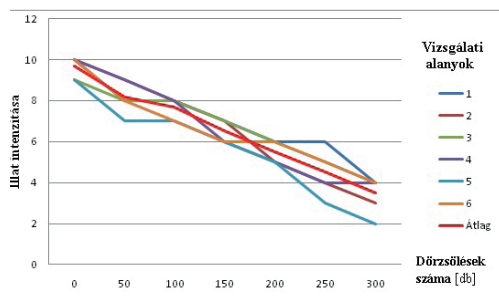
Szóba jöhet elsőként az emberi kéz, hiszen a minta arra szolgál, hogy megdörzsöljék, és ezáltal kipróbálják a termék illatát. A minták vizsgálata során arra voltunk kíváncsiak, hogy adott dörzsölés szám esetében, 24 órás párolgatás után a címke újabb dörzsölés hatására illatozik-e még, illetve ha igen, milyen mértékben (3. ábra).



3. ábra Dörzssállóság emberi igénybevételre

Ezután a doboz anyagát, amely 350 g/m^2 tömegű mázolt karton és az illatkapszulás címke közötti dörzsölést vizsgáltuk meg. Ezzel a réteggel abban az esetben valósulhat meg igénybevétel, ha az illatminta címkét közvetlenül a dobozra ragasztanánk fel és a szállítás, rakodás, pakolás során összeérnének. Több különböző megoldás is létezik, ide sorolható a zsugorfóliázás is. A minták dörzsölése során ugyanazt vizsgáltuk, mint az előző esetében, csak különböző anyagok között. A doboz alapanyagát

dörzsöltük az illatkapszulával ellátott címkével. Végül a tesztet elvégeztük BOPP fóliával is, arra az esetre, ha be van burkolva a doboz fóliaréteggel. Ez esetben is lehet elválasztófal a fóliás rétegek egymással való találkozásának megakadályozására. A kopásállósági vizsgálatot Taber Abraser 5135 típusú kopásállóság vizsgáló berendezés segítségével végeztük. A koptató vizsgálat során meghatározható a vizsgált felület mechanikai ellenállóképessége. A vizsgálat csiszoló felülettel történik. Az állandó nyomóerő az általunk kiválasztott ellensúlyok segítségével szabályozható. Esetünkben az ellensúly 100, illetve 500 g, a csiszoló felület $6,5 \times 6,5 \text{ cm}^2$ BOPP fólia volt. Az első esetben az ellensúly tömege körülbelül megegyezik egy doboz tömegével, míg az 500 g 5 doboztömegével egymáson. A szállítás, rakodás során ez fontos tényező lehet. A vizsgálatokat 50-es léptekkel növeltük (4. ábra).



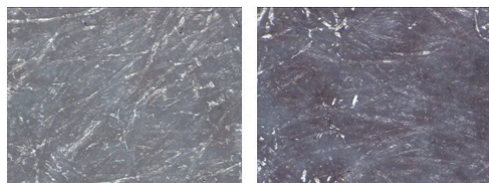
4. ábra BOPP fólia és a címke dörzsölése egymáshoz 100 g-os ellensúly esetében

Mindezekre elvégeztük a próbákat, majd grafikonban összegeztük az eredményeket. A koordinátákra a dörzsölések számát és az illatminták intenzitását írtuk, majd összehasonlítottuk a különböző alapanyagok közötti dörzsölési eredményeket.

A következő vizsgálat során arra kerestük a választ, hogy vajon mennyire bírja a mikrokapszula a nagyon hideget, illetve a nagyon meleget, azaz, hogyan reagál az illatkapszula a szélsőségekre. Ebben az esetben fontos volt szem előtt tartani az arckrém tulajdonságait és csak azok figyelembevételével vizsgálni a különböző hőmérsékletekkel szembeni ellenállóságot. A vizsgálatokat Discovery 110 típusú klímakamra segítségével végeztük el. A vizsgálatot 22°C -ról indítottuk, majd óránként 5°C -kal csök-

kentettük a hőmérsékletet. A relatív páratartalom 60% volt. A grafikonok tanulmányozása után kimondható, hogy a mikrokapszulás nyomat a 100 g ellensúlyos BOPP és címke dörzsölése során maradt meg a legjobban.

A dobozon feltüntetett címke méretei és a lakk árának ismeretében kiszámoltuk egy dobozra a járulékos költséget. Egy 5 cm átmérőjű kör, azaz $19,635 \text{ cm}^2$ területű címkét vettünk alapul. Az egyszerűség kedvéért ezt 20 cm^2 -nek vettük, ami $0,002 \text{ m}^2$. A festékgigény (most lakkigény) $1,5 \text{ g/m}^2$. Egy címkére így $0,003 \text{ g}$ lakk kell. A lakk ára körülbelül 200 EUR/címke, ami 0,18 Ft címkéként. A termék kategóriát figyelembe véve ez nem jelent túlzott költségnövekedést. Az eltérő dörzsölésszámú mintákat mikroszkóp segítségével is megvizsgáltuk (5. ábra). A különbség nem feltűnő, leginkább a papír rostjainak épsége között lehet észrevenni különbséget. Ez azt bizonyítja, hogy a nagyobb dörzsölésszám során a papír felülete nagyobb mértékben sérült.



5. ábra 500 és 1400 dörzsölés utáni minta mikroszkópi képe

Az innovációnak köszönhetően mindig lesznek újabb, fejlettebb megoldások. Az illatkapszulázás területén is folynak kutatások különböző fejlesztési lehetőségek céljából. A réteget domborhatású lakkal fedik be, amely élethű hatást eredményez a nyomatnak. A nyomatok lakkozásával az egyik fő célunk a minta ellenállóságának növelése, valamint a vizuális megjelenés javítása. Ezt a hatást különböző típusú lakkok alkalmazásával érhetjük el. Létezik már fényes, selyemfényes, vagy matt lakk, illetve ezek kombinációja. Ezeket a mintánk teljes felületére vagy esetleg kisebb részekre is igénybe vehetjük. A lakkozás különlegessége, hogy míg a hagyományos nyomógépeken történő in-line és off-line lakkozás rétege mindössze $1\text{--}20 \mu\text{m}$, addig ebben az esetben eléri a $100 \mu\text{m}$ lakkréteg vastagságot szinte teljesen valódi nyomatérzetet adva a felületnek.