

Electron Beam

nowoczesna technologia w branży opakowań miękkich

EUROPRINT

Powstanie nowej generacji systemu suszenia w technologii EB (Electron Beam) otworzyło nowe możliwości w produkcji elastycznych opakowań w przemyśle poligraficznym. W technologii tej akcelerowane elektrony o niskiej energii wykorzystywane są w procesach suszenia farb w takich technikach druku, jak fleksografia czy offset.

Urządzenia suszące w technologii EB umożliwiają pełne zintegrowanie ich z maszyną drukującą nie zwiększając przy tym gabarytów maszyny. W porównaniu z innymi technikami suszenia, EB umożliwia szybkie prowadzenie druku przy niższym zużyciu prądu, dzięki czemu koszty druku ulegają obniżeniu.

Najważniejsze zalety tej technologii to: brak rozpuszczalników w farbie, wysoka jakość druku - w przypadku offsetu porównywalna z uzyskiwaną w technologii rotograviurowej, brak szkodliwych substancji migrujących do żywności, niskie zużycie energii elektrycznej, bardzo dobra drukowalność i wysoki kontrast kolorów oraz duża odporność farb na działanie czynników mechanicznych i chemicznych. Ponadto technologia Electron Beam może być stosowana do lakierowania i laminowania EB bezpośrednio na linii maszyny drukującej. W Polsce jedyną firmą od kilku lat z powodzeniem stosującą tę technologię jest drukarnia Euro Print Sp. z o.o.

Euro Print specjalizuje się w druku offsetowym rolowym opakowań miękkich wykorzystywanych m.in. w przemyśle spożywczym. Stawiając na stały rozwój, podejmuje ciągle nowe wyzwania m.in. wprowadzając innowacyjne rozwiązania technologiczne w realizowanych procesach produkcyjnych. Technologia, którą obecnie wdraża firma, oparta została na dwóch głównych procesach produkcyjnych. Pierwszy z nich to druk offsetowy farbami Electron Beam Curing for offset Printing (EB) na podłożu z papieru lub folii z tworzyw sztucznych. Drugi to proces laminacji klejami bezrozpuszczalnikowymi lub rozpuszczalnikowymi powierzchni zadrukowanych farbami EB z użyciem polipropylenowej wysokobarierowej i zgrzewalnej struktury Metallite™ UHB 28UBW-ES firmy ExxonMobil Chemical.

DRUK ELECTRON BEAM (EB)

Druk zewnętrzny odbywa się na papierze powlekany o dowolnej gramaturze, np. 50, 60 lub 70 g/m², możliwy jest druk wewnętrzny (rewersowy) na foliach BOPP, BOPET.

Maszyna drukująca Muller Martini model Alprinta 74V jest wyposażona w sześć agregatów offsetowych drukujących w technice mokro na mokro offsetowymi farbami Electron Beam. Ponadto istnieje możliwość wymiany części agregatu offsetowego na wkład pracujący w technologii fleksograficz-

nej z zastosowaniem farb fleksograficznych EB, czyli farb bezrozpuszczalnikowych. Dodatkowo jest wyposażona w dwa agregaty rotograviurowe z własnym systemem suszenia, które pozwalają na druk farbami rozpuszczalnikowymi, np. farbą białą kryjącą lub podkładową. W przypadku druku farbami offsetowymi EB utrwalać farbę następuje przy pomocy urządzenia EZCure firmy ESI (Energy Sciences, Inc).

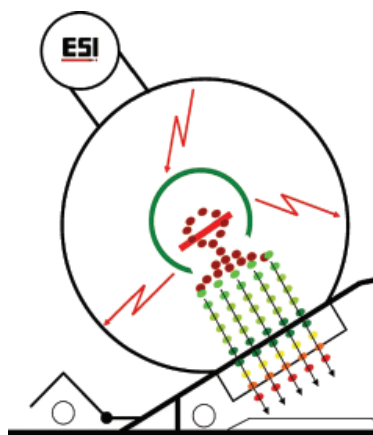
Farby EB nie zawierają trujących substancji lotnych i rozpuszczalników, np. fotoinicjatorów, które są składnikiem farb UV (ultrafiolet), spełniają tym samym najostrejsze normy ochrony środowiska. Farby EB nie powodują migracji lotnych związków organicznych - LZO (ang. Volatile Organic Compound - VOC) do produktu, gdyż nie wnikają

one w głąb opakowania. Farba EB składająca się ze spoiwa, pigmentu i substancji pomocniczych, nie zasycha nawet w otwartym opakowaniu (puszce), a tym bardziej w kałamarzu farbowym maszyny przez okres nawet kilku miesięcy. Naniesiona na drukowany surowiec (papier, folię) jest w 100% natychmiast utwardzana w komorze wypełnionej czystym azotem – aby uniknąć zanieczyszczenia struktury druku - pod wpływem działania szybkich elektronów. Promieniowanie jonizujące powoduje zamierzone zmiany w fizycznych właściwościach utrwalonego materiału. Energia promieniowania wprowadza atomy i molekuly w stan, w którym wytwarzane są sieci i następuje polimeryzacja. Na **rysunku 1** przedstawiono zasadę działania systemu utrwalań farb w technologii EB.

Budowa urządzenia w dużym stopniu przypomina konstrukcję kineskopu telewizyjnego - głównym elementem jest komora próżniowa, w której umieszczone są wolframowe żarniki katodowe generujące silne strumienie wysokoenergetycznych elektronów. Strumień elektronów przechodzi przez specjalne metalowe okno i dociera do podłoża z farbą, po czym znajdujący się tuż za podłożem ekranowany kolektor „wyłapuje” rozprędkowany strumień elektronów.

Proces polimeryzacji farby EB, za pomocą wiązki elektronów daje wyższą wydajność procesu w stosunku do powszechnie stosowanych technik termicznych i chemicznych, m.in.: krótszy czas utrwalań, redukuje zużycia energii elektrycznej, nie wpływa na temperaturę otoczenia, pozwala dokładnie kontrolować proces utrwalań farby. Nie powoduje także wnikania farby w podłoże oraz nadaje jej wysoką połyskliwość, tworząc strukturę szklaną powierzchniowo. Ponadto farba staje się odporna na ścieranie i różnego rodzaju chemikalia, jest bezzapachowa, nie żółknie i nie emituje szkodliwych substancji do produktu. Proces utrwalań trwa kilka milisekund, a materiał nadaje się do natychmiastowej kolejnej obróbki, np. laminowania z innymi foliami.

Teoretycznie skomplikowana technologia Electron Beam znalazła zastosowanie w niektórych rozwiniętych państwach, np. w USA i Japonii, do druku folii z tworzyw sztucznych na opakowania. Zarówno w Polsce, jak



Rys. 1. Zasada działania utrwalań farb Electron Beam za pomocą wiązki elektronów

i w Europie technologia ta jest mało rozpowszechniona - może to wynikać z trudności technicznych zaimplementowania technologii pod potrzeby danej firmy i niedostatecznej wiedzy o zaletach jej stosowania.

Technologia EB wykorzystująca nowoczesny system suszenia w technice offsetowej, służąca do wytwarzania laminatów dwuwarstwowych na bazie druku offsetowego farbami EB z użyciem do laminacji struktury Metallyte™ UHB 28UBW-ES wytwarzanej przez ExxonMobil Chemical, została dopracowana w Polsce przez firmę Euro Print w wyniku przeprowadzenia wielu testów produkcyjnych i badań wytworzonych laminatów przy współpracy z przedstawicielami koncernu ExxonMobil Chemical.

LAMINOWANIE

Trzeba zaznaczyć, iż laminowanie surowców zadrukowanych farbami EB ze względu na ich „szklistą” powierzchnię oraz różny wpływ elektronów na papier lub folię nie jest proste. Zasadniczo druk EB powinien być laminowany w jednej linii w technologii EB, wówczas cały proces jest jednorodny i bezproblemowy. Klasyczny, dwusystemowy laminator umożliwi zarówno laminowanie bezrozpuszczalnikowe, jak i rozpuszczalnikowe (rozpuszczalnikiem jest octan etylu) i na bazie testów oraz doświadczenia dobrane lepszych rezultatów wytrzymałościowych i jakościowych wytwarzanych laminatów. Na podstawie testów stwierdzono, iż laminowanie bezrozpuszczalnikowe w niektórych przypadkach nie daje zadowalających efektów. Zastosowanie laminacji poliuretanowej rozpuszczalnikowej w efekcie finalnym może korzystnie wpływać na jakość produktu w połączeniach powierzchni zadrukowanych metodą EB, tj. papier, BOPP czy BOPET, ze strukturą Metallyte UHB 28UBW-ES.

Klej jednoskładnikowy, poliuretanowy, bezrozpuszczalnikowy polimeryzuje się pod wpływem wilgoci znajdującej się w powietrzu pod warunkiem utrzymania odpowiedniej temperatury. Tak więc, aby uzyskać odpowiednią jakość i powtarzalność wyrobu, niezbędne jest zastosowanie systemu nawilżania w obrębie strefy maszyny laminującej oraz

specjalnej komory klimatyzacyjnej, w której laminat będzie leżał i polimeryzował. Komora ma również istotne znaczenie, jeśli używamy klejów dwuskładnikowych bezrozpuszczalnikowych.

Bez komory klimatyzowanej polimeryzacja trwa 5-7 dni i jest trudna do kontrolowania. W komorze w stabilnych warunkach przez 2-3 dni materiały laminowane klejami bezrozpuszczalnikowymi stają się w krótszym czasie bezpieczne w kontakcie z żywnością i mogą być bez obaw przekazane klientowi do pakowania. Istotne znaczenie ma również rodzaj klejów (nisko- lub wysokotemperaturowe) i sposób ich aplikacji, np. na stronę zadrukowaną lub niezadrukowaną.

PRZEWAGI KONKURENCYJNE nowego laminatu

Wytwarzane laminaty dwuwarstwowe, tj. zadrukowany papier/28UBW-ES z możliwością położenie dodatkowo na papier folii BOPP, BOPET lub lakieru, zadrukowany BOPET/28UBW-ES czy zadrukowany BOPP/28UBW-ES, są w stanie konkurować z materiałami standardowo używanymi do produkcji opakowań miękkich, np. papierem/LDPE/PVDC, papierem/LDPE/AL7/LDPE oraz uszlachetnionymi przez laminowanie z BOPET oraz BOPP.

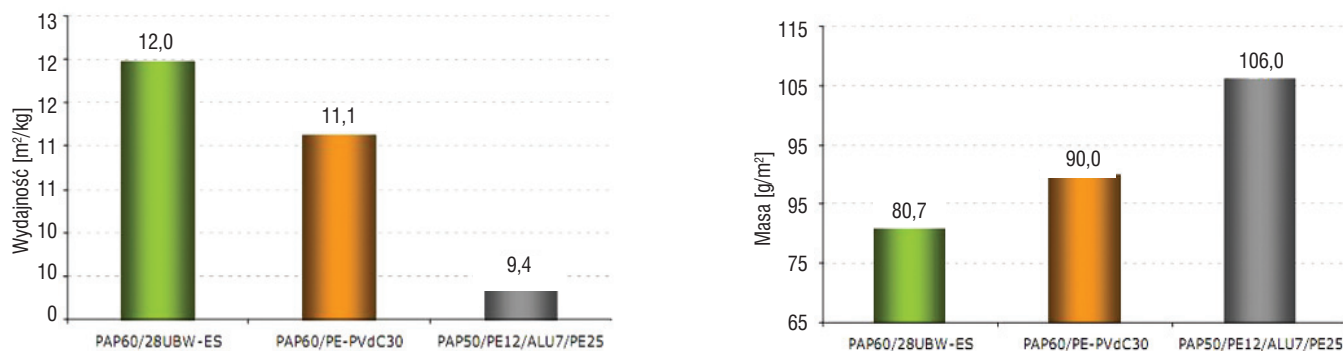
Nowoczesne laminaty oparte na strukturze 28UBW-ES mogą być używane do wytwarzania płaskich saszetek lub torebek zgrzewanych trój- i czterostronnie, preferowane do szybkich maszyn pakująco-zgrzewających, np. pozioma typu flowpack i linearna oraz karuzela. Możliwe jest również pakowanie na maszynach pionowych. Znajdują zastosowanie w wielu gałęziach przemysłu spożywczego, m.in. do pakowania ziół, mieszanek przypraw w proszku i przypraw w płynie (np. ziela angielskiego, pieprzu, papryki, chili, imbiru, sosów), deserów (np. kisieli, budyni, galaretek, proszków do pieczenia, cukru waniliowego, sody oczyszczonej, bakalii). Można produkować z nich opakowania produktów typu instant, zup, sosów, dodatków do gotowania, cappuccino, kawy rozpuszczalnej, również „kawy 3 w 1”, kopert na herbatki pakowane osobno, a także opakowania do słodczy, np. batonów (w tym czekoladowych), wafli, ciastek.

Jedną z rozważanych w Euro Print opcji jest wytwarzanie niezadrukowanego laminatu papieru z 28UBW-ES, który może być zadrukowany w osobnym procesie po stronie papieru. Stwarza to szansę jego dystrybucji do małych drukarni fleksograficznych, które nie są w stanie podjąć się samodzielnego jego wytwarzania jako alternatywy do kupowanego materiału: papier/PVDC (Diofan) lub papier z aluminium i polietylenem.

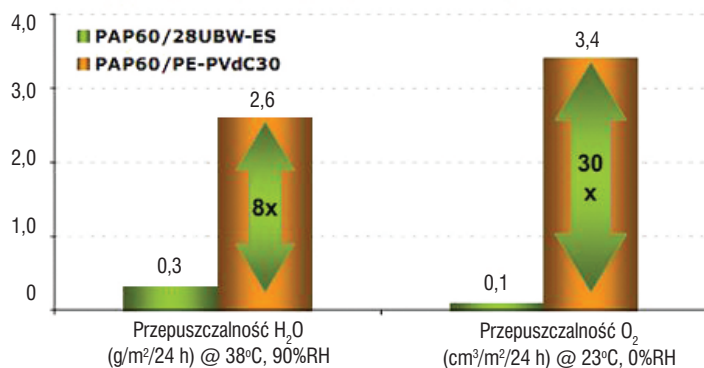
Zastosowanie uproszczonej i lekkiej struktury dwuwarstwowej, np. papier powlekany 50 lub 60 g/m² + Metallyte UHB 28UBW-ES (o gramaturze 20,7 g/m²) do produkcji opakowań z folii giętkich (opakowania miękkie), pozwala na zastąpienie wielowarstwowego materiału o składzie: papier powlekany/LDPE/AL7mikr./LDPE o sumarycznej gramaturze 106 g/m² czy papier powlekany/LDPE/PVDC o sumarycznej gramaturze 90 g/m². Niezależne badania wykonane przez Katedrę Ekologii Produktów Wydziału Towaroznawstwa Uniwersytetu Ekonomicznego w Poznaniu wykazały, iż wprowadzenie nowych opakowań wytworzonych z laminatów dwuwarstwowych przynosi średnio ok. 17 t/rok oszczędności materiału (czyli jednej pełnej ciężarówce opakowań mniej rocznie, w stosunku do dominującej na rynku technologii trzywarstwowej z udziałem PVDC), przy założeniu rocznego zużycia na poziomie 350 t. Natomiast w przypadku laminatów czterowarstwowych PAP50/PE12/ALU7/PE25 i gramaturze papieru 60 g/m² w nowym laminacie różnica ta wynosi ponad 80 t, czyli ponad cztery pełne ciężarówce opakowań rocznie mniej.

Porównując wydajność laminatów dwuwarstwowych z udziałem Metallyte 28UBW-ES z trójwarstwowymi można stwierdzić, iż opakowanie jest o 5% lżejsze - 100 tys. m² laminatu to oszczędność 0,5 t opakowań. Bariera opakowania na parę wodną jest ok. 8 razy większa, a bariera na tlen - ok. 30 razy większa, znacząco lepsza jest bariera na zapach i aromaty. W pakowaniu zastępowany jest uciążliwy dla środowiska PVDC (diofan). Warstwa zgrzewalna (ES) struktury Metallyte jest biała i czysta, co poprawia estetykę opakowania.

Opakowanie z laminatu dwuwarstwowego jest o 24% lżejsze niż z czterowarstwowego, 100 tys. m² laminatu to oszczędność 2,5 t



Rys. 2. Porównanie wydajności i masy typowych struktur barierowych używanych w pakowaniu produktów suchych



Rys. 3. Porównanie właściwości barierowych laminatów używanych w pakowaniu produktów suchych

opakowań. Poprawia się funkcjonalność opakowania przez wzrost odporności na przebiecie (susze w zupach i sosach) oraz na zgięcie. Z opakowania eliminuje się siedmiomikronową folię aluminiową.

Porównując masę i wydajność (rysunek 2) typowych struktur barierowych używanych w pakowaniu produktów suchych można wyciągnąć wnioski:

- spośród typowych laminatów barierowych nowy, dwuwarstwowy laminat PAP60g/28UBW-ES jest o 11% lżejszy niż PAP/PE-PVDC o gramaturze 90 g/m² oraz o 24% lżejszy niż PAP/PE/ALU/PE o gramaturze 106 g/m²,
- lżejsze opakowanie oznaczają więcej opakowań z 1 kg laminatu: o 8% więcej niż PAP/PE-PVDC o gramaturze 90 g/m² oraz o 17% więcej niż PAP/PE/ALU/PE o gramaturze 106 g/m². Lżejsze opakowanie to również mniej odpadu.

Laminat dwuwarstwowy PAP60g/28UBW-ES w porównaniu z laminatem trójwarstwowym PAP60/PE-PVDC ma bardzo dobrą zgrzewalność oraz lepszą odporność na załamania i przebiecie niż folia aluminiowa, bardzo wysoką barierowość, jest błyszcząca i biała w środku oraz metalizowana na zewnątrz. Typowe parametry zaprezentowano na rysunku 3: przepuszczalność wody - 0,3 g/m²/24 h (38°C-90%RH), przepuszczalność tlenu - 0,1 cm³/m²/24 h (23°C-0%RH), siła zgrzewu - 1,5 g/25 mm.

Tabela. Porównanie ilości odpadów, wielkości emisji gazów cieplarnianych i zużycia energii

Komponent analizy cyklu życia	Laminaty trójwarstwowe z użyciem 7 μ folii aluminiowej	Laminaty dwuwarstwowe z użyciem 28UBW-ES	Różnica
Masa [kg/1000 m ²]	46,4	20,7	25,7
Energia ze źródeł kopalnych [GJ/1000 m ²]	5,7	2,2	3,5
Energia ze źródeł niekopalnych [GJ/1000 m ²]	1,1	0,2	0,9
Odpady stałe – proces [kg/1000 m ²]	60,0	1,4	58,6
Odpady stałe – paliwo [kg/1000 m ²]	84,3	9,9	74,4
Emisja gazów cieplarnianych – proces [kg/1000 m ²]	45,3	7,5	37,8
Emisja gazów cieplarnianych – paliwo [kg/1000 m ²]	292,0	88,3	203,7

NOWE LAMINATY przyjazne dla środowiska

Opakowania z polipropylenowych, wysokobarierowych struktur z warstwą zgrzewalną Metallite™ UHB 28UBW-ES są znacznie lżejsze, mniejsze jest też zużycie surowców służących do ich wyprodukowania w porównaniu z folią aluminiową (analiza cyklu życia). Firma, która zmieni specyfikację swoich opakowań z aluminium przy założonym zużyciu 350 t/rok, ma szansę na zmniejszenie emisji gazów cieplarnianych o blisko 800 t/rok. Jest to ilość, jaką wytworzyłyby 277 nowoczesnych samochodów kompaktowych zakładając, że roczny przebieg jednego samochodu wynosi 20 tys. km.

Jak wynika z raportu usługi badawczej dotyczącej aspektów środowiskowych, różnice w ilości odpadów, wielkości emisji gazów cieplarnianych i zużycia energii pomiędzy opakowaniami dwuwarstwowymi i trójwarstwowymi są bardzo duże na korzyść opakowań dwuwarstwowymi. Szczegółowe dane przedstawiono w tabeli.

PODSUMOWANIE:

Można stwierdzić, iż wprowadzany na rynek polski produkt ma mniej warstw, opakowania z niego wyprodukowane są lżejsze i cieńsze, uzyskuje się więcej metrów laminatu z 1 kg, ma większą wytrzymałość (podatność na załamania); lepsze zabezpieczenie zapachów i aromatów. Produkcja opakowania jest uproszczona ze względu na jeden proces laminacji. Możliwe jest osiągnięcie lepszej wydajności na szybkich maszynach pakujących.

Laminaty dwuwarstwowe z użyciem struktury Metallite UHB 28UBW-ES mają certyfikat dopuszczający do bezpośredniego kontaktu z żywnością oraz spełniają kryteria dyrektyw europejskich.

Wytwarzanie laminatów z powierzchnią surowca zadrukowanego farbami EB utrwalanymi za pomocą promieniowania jonizującego jest procesem bardzo złożonym. Jednak technologia EB ma niewątpliwie wiele zalet w porównaniu z dotychczas znanymi i stosowanymi technologiami drukowania. Wysoka jakość druku offsetowego EB przewyższa w większości przypadków druk fleksograficzny, jest porównywalna z rotograwiurą. Jednak znacznie tańsza i szybsza jest przygotowalnia, bez kosztów i konieczności wykonania polimerów do fleksografii oraz cylindrów do rotograwiury, co ma istotne znaczenie przy druku mniejszych zamówień i częstotliwości ewentualnych zmian w grafice i tekstach opakowania.

Jarosław Selech – Instytut Maszyn Roboczych i Pojazdów Samochodowych Politechniki Poznańskiej, Mirosław Prokop – Euro Print Sp. z o. o.

LITERATURA:

- [1] Barnes K.A., Sinclair C.R., Watson D.H.: 2007. Chemical Migration and Food Contact Materials. Woodhead Publishing Limited. Cambridge.
- [2] Bohdan M.: 2007. Wpływ opakowań na bezpieczeństwo żywności. Przemysł Spożywczy 2, 24-27.
- [3] EB Curable Flexographic Inks for Flexible Packaging, TAPPI, PLACE Conference Proceedings, Indianapolis, 2004.
- [4] Electron Beam Curable Laminating Adhesives, TAPPI, PLACE Conference Proceedings, San Diego, USA 2001.
- [5] Gould M.: 2010. Electron Beam-Curing Laminating Adhesives. Adhesives & Sealants Industry 8, p 25-28.
- [6] <http://www.ebeam.com/press-room/news/default.cfm?id=49>
- [7] Jochimiak K.: 2011. Raport z realizacji usługi badawczo-rozwojowej pt. Analiza cyklu życia opakowań wielowarstwowych. Akademia Ekonomiczna, Poznań.
- [8] Kasprzak J.: 2011. Raport z realizacji usługi badawczej optymalizacji szczegółowej środowiskowej, w ramach projektu „Budowa i wdrożenie proinnowacyjnych usług optymalizacji dla MŚP opartych na zintegrowanym systemie eksperckim”, Umowa nr 01/PRO/S1/06/2011, Poznań.
- [9] Kosmacz-Chodorowska A., Hejduk A., Świątek J.: 2011. System wspomagania doboru opakowań – współpraca uczestników łańcucha dostaw. Opakowanie 5, s. 46-48.
- [10] Laeuppi U.V., Rangwalla I.: 2005. Application of Modern EB-Processors in the Packaging Industry. RadTech Europe, Szwajcaria.
- [11] Laeuppi U.V., Rangwalla I.: 2005. Economic Advantages of In-line Printing, Coating and Laminating Using Low Voltage EB Equipment, Tappi Euro PLACE, Wiedeń, Austria.
- [12] Larsen H.F., Hansen M.S., Hauschild M.: 2009. Life cycle assessment of offset printed matter with EDIP97 how important are emissions of chemicals? Journal of Cleaner Production 17, p. 115-128.
- [13] Leo D., Yam K., Piergiorgio L.: 2008. Food Packaging Science and Technology. CRC Press. Boca Raton - New York.
- [14] Lisińska-Kuśnierz M.: 2011. Zapewnienie bezpieczeństwa opakowań oraz zapakowanych produktów. Opakowanie 4, s. 5-9.
- [15] Łapaj M.: 2011. Potencjalny ekologiczny impact folii opakowaniowych firmy Cykorina S.A. Folie wysokobarierowe Metallite™, ExxonMobil, Chemical, Luksemburg.
- [16] Materiały uzyskane z przedsiębiorstwa EURO PRINT Sp. z o.o.
- [17] Opracowania własne na podstawie „Industry Guideline for the Compliance of Paper & Board Materials and Articles for Food Contact”, wyd. 1, marzec 2010.
- [18] Ossberger M.: 2009. Migration from Food Contact Materials [w:] The Wiley Encyclopaedia of Packaging Technology, ed. K. Yam. 3rd ed., J. Wiley and Sons. New York.
- [19] Rangwalla I.: 2009. EB Technology For Fast, Safe Curing of Inks PackAge 2009, New Delhi, India.
- [20] Sanders R.: 2008. Benefits of Energy Curing, Adhesives & Sealants Industry, Energy Sciences.