

OPTIMIZAREA PROCESULUI DE REALIZARE A FORMELOR DE TIPAR PENTRU TIPĂRIREA ÎN RELIEF

KAPUSI Áron

Facultatea: IMST, Specializarea: masterat TSP, Anul de studii: I, e-mail: kapusiaron@gmail.com

Conducător științific: Conf. dr. ing. **Emilia BĂLAN**

REZUMAT: Domeniul ales pentru prezenta cercetare este aplicarea reliefulurilor și a elementelor imprimate cu folio la cald în fluxul de producție a ambalajelor din carton duplex. Aceste operații constituie soluții moderne de înnobilare a suprafețelor ambalajelor. Au fost identificate trei variante fezabile pentru producerea contraformelor utilizate la imprimarea reliefului simultan cu aplicarea foliei la cald. Elementul comun al tuturor celor trei variante este utilizarea unei matrițe pentru realizarea contraformei, iar diferența majoră dintre acestea constă în felul în care se întărește materialul folosit pentru crearea contraformei. Materialele identificate sunt de tip fotopolimeri, tip epoxy și tip acrilice. Întreaga procedură de realizare a contraformelor din fotopolimeri a fost descrisă pas cu pas și documentată fotografic. S-au identificat acele etape din proces care depind în mod critic de un parametru și s-a abordat partea de calibrare a procesului. S-au stabilit posibile neconformități și cauzele probabile ale acestora. S-au formulat concluzii privind domeniul adecvat de utilizare a contraformelor din fotopolimeri.

CUVINTE CHEIE: tipărire în relief, contraformă, clișee, fotopolimeri, înnobilarea suprafețelor.

1. Introducere

În zilele noastre, ambalajul are rol dublu. Principalul rol este de a proteja produsul, dar totodată este și purtător de informații despre produs, prin grafică, text, elemente imprimate cu folio la cald, respectiv, prin elementele scoase în relief. Embosarea și utilizarea foliei pigmentate imprimate la cald sunt metode moderne de înnobilare a suprafeței foarte răspândite în domeniul industriei ambalajelor. În fabricarea ambalajelor din carton duplex, înnobilarea suprafețelor joacă un rol important deoarece transformă produsul cu un astfel de ambalaj într-unul din categoria premium.

Domeniul ales pentru prezenta cercetare este aplicarea reliefulurilor și a elementelor imprimate cu folio la cald în fluxul de producție a ambalajelor din carton duplex. Accentul va fi pus pe partea de pre-tipărire, pe fabricarea formelor de embosat și a clișeelor gravate în alamă. Originalitatea acestei cercetări constă în producerea și testarea diferitelor contraforme utilizate la embosare. Unul din scopurile urmărite este stabilirea celei mai eficiente tehnologii de realizare a contraformelor de imprimare a reliefului.

Dacă ne referim strict la elementele imprimate în relief, acestea pot fi aplicate și cu echipamente de ștanțare convenționale, dar aplicarea de folio presupune utilizarea unui echipament special, deoarece în afară de presiunea relativ mare necesară la imprimare mai este nevoie și de o temperatură de lucru foarte bine controlată, de ordinul a 110-160°C. Acest echipament este cunoscut sub numele de mașină de imprimat folio la cald. Pe piață există o diversitate foarte mare de astfel de echipamente, care diferă în funcție de formatul de lucru, gradul de automatizare, productivitate, sistem tehnologic etc.

Descrierea și clasificarea echipamentelor folosite pentru imprimarea reliefului și a foliei la cald a constituit subiectul unei alte lucrări [7]. Este de remarcat că din punctul de vedere al tehnologiei, diferența majoră dintre sistemele plan-plan și cele care au și cilindrii este dată de modul de aplicare a presiunii. La configurația plan-plan presiunea se aplică simultan pe toată suprafața colii, pe când la cilindrii există o derulare. Ambele sisteme au avantaje și dezavantaje, dar dezvoltarea tehnologică în producerea foliilor la cald din ultimul deceniu au diminuat semnificația acestor diferențe tehnologice [1, 2]. Predominant rămâne avantajul sistemului plan-plan prin simplitatea pregătirii clișeelor și, în special, a contraformelor cu relief. În această lucrare se pune accentul pe sistemul plan-plan.

Procedeul de imprimare a reliefului este ilustrat în fig. 1.

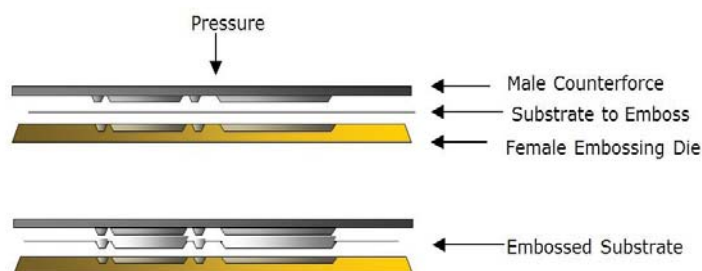


Fig. 1. Imprimarea reliefului [5, 6]

Procedeele de imprimare a foliei la cald este similar cu cel de embosare, dar suplimentar se transferă și pigmentul de pe folie la o anumită temperatură de lucru [6]:

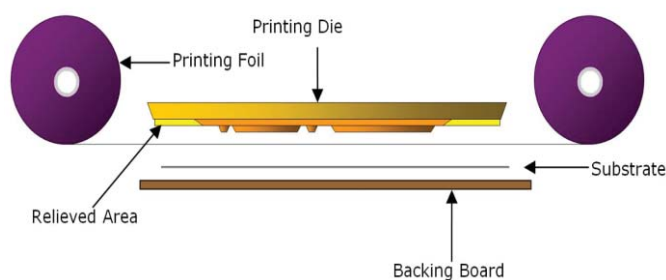


Fig. 2. Imprimarea foliei la cald [5]

Pentru succesul adevărat al operației de embosare sau de imprimare de folie la cald, în adevăratul sens al înnoibilării suprafeței, într-un flux de producție sunt importante echipamentele cu care unitatea respectivă de producție este dotată, tipul foliei achiziționată de la furnizorii de consumabile, și formele de imprimare (clișeele), respectiv, după caz, contraformele pentru clișee [2-4, 6].

Clișeele pot fi clasificate în funcție de tipul materialului din care sunt produse, tipul reliefului care se imprimă cu ele și tehnologia de realizare a lor.

Materialele folosite pentru fabricarea clișeelelor sunt magneziu, zinc, alamă sau bronz, respectiv cupru. Tipul materialului este în mare parte dependent și de tehnologia folosită pentru gravarea clișeelelor. Gravarea cu acizi se folosește la magneziu, iar în trecut s-a folosit și pentru zinc. În zilele noastre, odată cu avansul tehnologiei, s-a răspândit foarte mult gravarea prin așchiere pe echipamente CNC. În acest caz, materialele preferate sunt bronzul sau alama, care au proprietăți bune și la prelucrare, au și rezistența necesară la tiraj, dar sunt, în același timp, și bune conducătoare de căldură. Clișeele cu cele mai mari exigențe sunt produse prin gravare în alamă, pe echipamente de precizie extrem de mare. Un astfel de echipament CNC are o toleranță de repetabilitate a unei rute mai mică de un micron ($< 0,001$ mm).

În privința reliefului se deosebesc clișeele plane, cele cu multinivele, cele cu 3D de tip ondulate și cele cu 3D reale. Cu excepția celor plane, pentru toate celelalte sunt necesare și contraforme. Cu alți termeni, clișeul corespunde pentru așa numita matriță, iar contraforma pentru patriță.

Contraforma trebuie să aibă un relief generat din relieful clișeului, în negativ, cu includerea în calcul a grosimii cartonului și a factorului de compresie a acestuia. Contraformele sunt produse de obicei prin copierea unei matrițe. În privința materialului se poate folosi un material mai puțin rezistent, dedicat pentru lucrările cu tiraj relativ mic (de ordinul miilor), avantajul fiind costul redus al acestor soluții.

Pentru o fidelitate mai mare și o rezistență crescută la tiraj, contraformele sunt realizate pe un suport de placă de fibrotexitolit, cu relieful realizat într-un material de tip epoxy sau polimer. O categorie aparte este reprezentată de contraformele realizate din material polimerizat la lumina ultravioletă. Aceasta presupune utilizarea materialelor fotosensibile și a echipamentelor de expunere de o anumită specificație tehnică, compatibilă cu materialul fotosensibil utilizat.

2. Stadiul actual

Din punct de vedere tehnologic se întâlnesc două situații, care trebuie să fie abordate separat:

- în cazul în care se imprimă doar un relief de tip timbru sec, suportul de tipar intră în contact cu suprafața clișeului tip matriță și există contact pe o arie întinsă între clișeu și suportul de tipar;
- la imprimarea reliefului în operație simultană cu aplicarea foliei la cald trebuie evitată transferarea foliei în afara reliefului, și, ca urmare, nu trebuie să existe contact direct între clișeu și suportul de tipar decât pe aria elementelor imprimate cu folio.

În continuare, în cadrul acestei lucrări se vor face referiri la cele două situații prezentate anterior prin indicativele relief tip timbru sec și relief cu folio.

Relieful tip timbru sec poate fi asimilat cu realizarea clasică a reliefului. În varianta standard funcționează fără utilizarea căldurii, aplicarea generală fiind realizată prin includerea clișeelor pe ștanțele tipografice. Pentru hârtiile voluminoase funcționează chiar și fără utilizarea contraformelor.

Pentru reproducerea elementelor foarte fine este necesară încălzirea clișeelor. Acest lucru este posibil pe echipamentele de aplicat folio în locul echipamentelor de ștanțare.

Atât pentru imprimarea reliefului cu clișee încălzite, cât și pentru varianta neîncălzită a reliefului tip timbru sec, contraforma este reprezentată de însuși clișeul de imprimare (fig. 3).

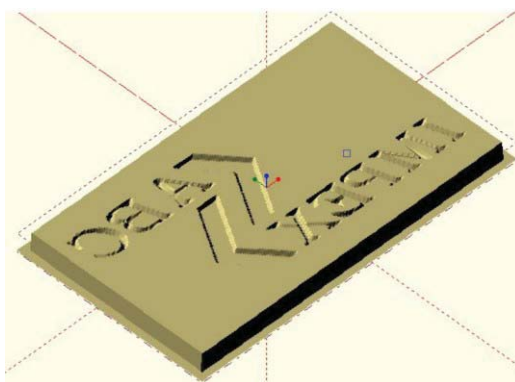


Fig. 3. Simulare clișeu de embosare tip timbru sec

În funcție de nevoia de rezistență la tiraj a formelor se poate opta pentru una din următoarele soluții:

- contraformă realizată pe mașină, din carton de legătorie. Se lipește cartonul de legătorie pe masa mașinii, se umezește puțin, după care se aplică o presiune în mod repetat de către clișeu. Lăsând cartonul să se usuce, poate fi folosit imediat pentru tiraje mici;
- contraformă realizată pe mașină, dintr-o pastă de relief. Se aplică pasta pe masa mașinii, se acoperă cu o peliculă de separare și se imprimă relieful în pastă cu o presiune adecvată. După întărirea parțială a pastei, se îndepărtează pelicula de separare și se îndepărtează excesul de pastă ieșită pe conturul clișeului. După întărirea completă a pastei și reglajul presiunii corespunzătoare se poate începe embosarea;
- pentru producțiile de serii mari sunt utilizate contraforme prefabricate din material plastic sau metalic (fig. 4), ele sunt poziționate cu ajutorul unui sistem de știfturi de poziționare și transpuse pe masa echipamentului cu ajutorul peliculei dublu adezive.

Imprimarea reliefului cu folio se mai numește și operație combinată, iar pentru clișeul utilizat este consacrat termenul din engleză “combi-die”. Prin stratul de adeziv la cald existent pe dosul foliei metalice, pigmentul se transferă pe suportul de tipar în toate punctele unde există transfer de căldură și presiune. Astfel, doar pe elementele grafice poate exista contact direct și presiune, în restul suprafeței clișeul de imprimare trebuie să fie adâncit pentru evitarea transferului de folio. Suplimentar adâncirii ariilor pasive, pe elementele grafice se realizează relieful dorit (fig. 5).

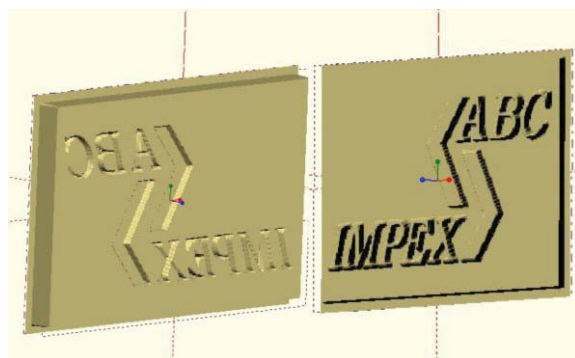


Fig. 4. Simulare set de clișeu metalic gravat



Fig. 5. Clișeu cu relief pentru folio

Prin comparație directă cu imprimarea timbrului sec se pot remarca următoarele aspecte foarte importante:

- pentru imprimarea timbrului sec, în majoritatea cazurilor, este suficient să aplicăm o deformare plastică doar pe conturul elementelor grafice, câtă vreme la imprimarea reliefului cu folio este nevoie de prezența unei presiuni uniforme pe toată suprafața reliefului în așa fel încât transferul de folio să se producă uniform în toate punctele reliefului;
- la imprimarea reliefului cu folio nevoia de fidelitate a formei reliefului pe contraformă este foarte mare;
- gradul de compresibilitate a cartonului este un factor important și trebuie luat în calcul la proiectare;
- contraforma nu poate fi creată prin utilizarea directă a clișeului, este nevoie de realizarea unei matrițe dedicate pentru producerea contraformei.

Așa cum rezultă și din listarea de mai sus a tehnicilor și aspectelor imprimării reliefului, succesul realizării unui relief cu folio de calitate premium depinde în mare măsură de calitatea contraformei utilizate. Tocmai de aceea, în prezenta lucrare, s-au analizat și studiat posibilitățile moderne de realizare a contraformelor de mare precizie și fiabilitate, la un cost optim.

3. Sisteme de contraforme pentru clișee de imprimare a foliei cu relief

În prezenta lucrare, o atenție deosebită este acordată tehnicilor și posibilităților de realizare a sistemelor de clișee din metale, prin gravare mecanică, cu sisteme de gravare avansate bazate pe tehnologii cu comenzi numerice. Gravarea chimică și sistemele folosite pentru producția etichetelor de hârtie nu face obiectul prezentei lucrări. Tehnicile sunt privite prin prisma producției de ambalaje din carton duplex.

Sistemele de contraforme se pot clasifica după tipul materialului utilizat pentru asigurarea întăririi reliefului în:

- a) contraforme realizate din material de tip fotopolimer;
- b) contraforme realizate din material de tip epoxy;
- c) contraforme realizate din material de tip acrilic.

Toate cele trei categorii sunt funcționale. După parcurgerea și studierea proceselor de realizare vor fi scoate un evidență avantajele și dezavantajele fiecăreia.

În vederea obținerii unor rezultate și concluzii obiective și concludente s-a ales folosirea aceleași matrițe pentru studierea fiecăruia dintre sistemele studiate. S-a proiectat și s-a realizat o matriță cu logo-ul societății ABC-Impex SRL a cărei dotare este utilizată pentru studiul de caz prezentat (fig. 6).

Există un mediu de software dedicat pentru proiectarea reliefului, pentru simulările 3D și pentru generarea informațiilor CAM. Licența de software este protejată cu cheie hardware (dongle).



Fig. 6. Gravarea matriței

În urma operațiilor de finisaj s-a obținut matrița propriu-zisă care poate fi utilizată pentru producția și multiplicarea contraformelor (fig. 7).



Fig. 7. Matriță

Pentru producțiile de serie, încă din faza de proiectare trebuie să fie implementat un sistem de știfturi și găuri de poziționare cu ajutorul căruia se asigură potrivirea dintre părțile tată – mamă – matriță – contraformă.

4. Sistem de contraforme realizate din material fotopolimer

Principiul de întărire a materialului fotopolimeric este bazat pe reacția chimică de polimerizare a moleculelor de tip foto-monomeri, în prezența moleculelor de fotoinițiatori, la acțiunea radiației de lumină, de obicei la lumina ultravioletă (UV).

Realizarea unei contraforme de relief presupune existența unui suport de care se va lipi relieful întărit. Succesiunea operațiilor este următoarea: se pune materialul fotosensibil pe matriță, se întinde uniform pe suprafața acesteia, se îndepărtează eventualele bule de aer formate, se acoperă cu materialul de suport și se expune la radiația de lumină care va produce reacția de polimerizare.

Succesul acestor operații este condiționat de câteva detalii importante, cum sunt:

- materialul fotosensibil întins pe suprafața matriței trebuie să rămână neperturbat până când se produce polimerizarea și se întărește. Această condiție poate fi asigurată dacă radiația de lumină vine din partea suportului de relief și materialul acestui suport este transparent la lungimea de undă a luminii folosite pentru expunere;
- după producerea polimerizării, materialul întărit al reliefului trebuie să fie separat de matriță în așa fel încât să nu compromită suprafața și structura reliefului. Pentru aceasta, suprafața matriței trebuie tratată înaintea aplicării materialului fotosensibil cu un strat, care favorizează separarea formei. Tehnic, există posibilitatea folosirii mai multor tipuri de substanțe pentru separare (în engleză „release material”), dar dacă aceasta este în formă fluidă sau de pastă, se poate amesteca cu materialul fotosensibil și poate compromite aderența acesteia la stratul de suport. Este de preferat să se folosească o substanță, care după aplicarea ei pe suprafață se usucă și nu se mai amestecă cu materialul fotosensibil;
- după producerea polimerizării, materialul întărit trebuie să aibă o aderență foarte mare la stratul de suport, deoarece influențează în mod direct rezistența contraformei la tiraj. Pentru asigurarea unei aderențe potrivite, suprafața suportului de relief se tratează cu o substanță numită „primer”;
- în timpul presării și întinderii materialului fotosensibil între suprafața matriței și a suportului de relief, excesul de material va ieși la margini. Acest exces de material scurs, poate afecta echipamentele folosite (de presare și de expunere) după întărire. Complicațiile pot fi evitate prin folosirea unor folii transparente de protecție care protejează contactul direct dintre excesul de material scurs și componentele echipamentelor.

Etapele realizării unei contraforme din fotopolimer sunt următoarele:

- echipamentul de expunere cu lumină UV trebuie preîncălzit o perioadă de timp de cca. 20 min; se protejează suprafața mesei de vidare-expunere cu un strat de folie de protecție transparentă (fig. 8);
- se pregătește suportul de relief din materialul transparent (fig. 9);



Fig. 8. Folie de protecție



Fig. 9. Suport de relief transparent

- se poziționează matrița pe folia de protecție;
- se aplică substanța de separare pe suprafața matriței, aplicând cu grijă inclusiv pe părțile laterale și se așteaptă până când se usucă (fig. 10);
- se toarnă materialul fotosensibil pe suprafața matriței (fig. 11); cu ajutorul unei suflante de aer se îndepărtează eventualele bule de aer formate;
- se așează suportul de relief peste materialul fotosensibil (fig. 12);
- se acoperă totul cu folia de protecție;
- se pune peste această structură folia elastică de vidare și se pornește vidarea (fig. 13);



Fig. 10. Aplicare substanță de separare



Fig. 11. Turnarea materialului fotosensibil



Fig. 12. Aplicarea suportului de relief

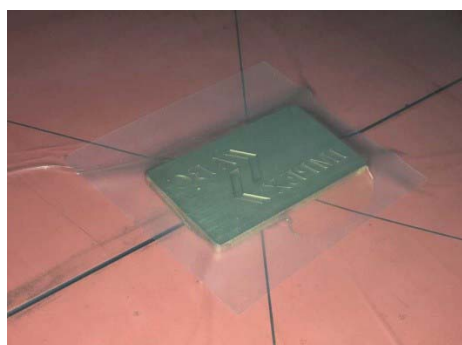


Fig. 13. Presarea prin vidare în timpul expunerii cu lumină UV

- după formarea vidului și după o ultimă inspecție vizuală se pornește expunerea cu lumina ultravioletă (UV cu spectrul tip A);
- după terminarea expunerii se lasă structura să se răcească;
- se separă straturile și se curăță de excesul de material scurs și întărit (fig. 14);
- se taie conturul formei pentru a obține formatul final.

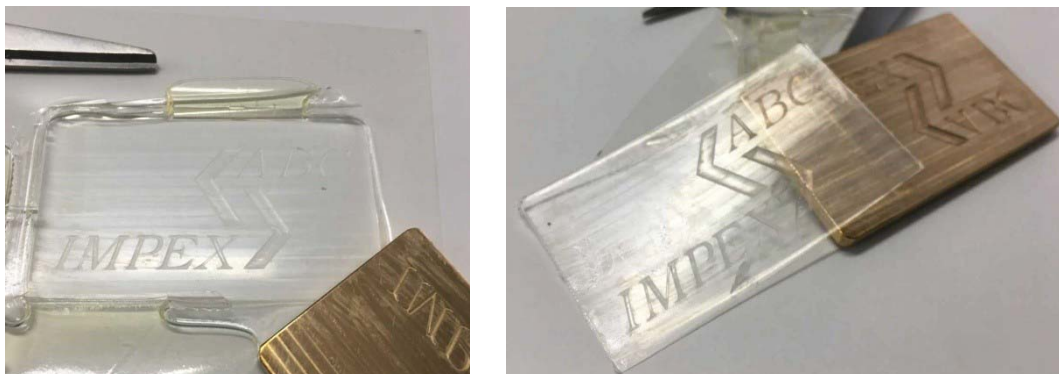


Fig. 14. Separarea de matriță

Cantitatea de energie absorbită din radiația UV pentru fotopolimerizarea materialului este o variabilă importantă în procedul descris anterior. De aceea, se impune o calibrare a expunerii la lumina UV în vederea obținerii condițiilor optime.

O expunere insuficientă va lăsa la nivel molecular un anumit număr de monomeri nepolimerizați, ducând la o duritate scăzută a materialului, la o suprafață de relief lipicioasă și, nu în ultimul rând, la un miros specific remanent al materialului.

O supraexpunere a materialului de fotopolimer va produce un rezultat fragil, casant.

Metodele cele mai simple pentru verificarea gradului de polimerizare a materialului sunt testele cu proba de acetonă (fig. 15) și proba de aderență a prafului de talc (fig. 16).



Fig. 15. Grad de polimerizare insuficient – test acetonă



Fig. 16. Grad de polimerizare insuficient – test cu praf de talc

O picătură de acetonă se lasă trei secunde pe suprafața materialului și după aceea este ștersă dur, cu o cârpă din bumbac. Dacă nu atacă suprafața înseamnă că polimerizarea s-a produs integral.

Suprafața materialului polimerizat se presară cu praf de talc. Dacă prin scuturare nu rămân urme semnificative de praf pe suprafață, înseamnă că polimerizarea s-a produs în întregime.

În cadrul acestui studiu s-au produs diferite contraforme cu timpii de expunere de 4, 6, 8, 10 și 12 min și după testele de polimerizare s-a ajuns la concluzia că expunerea de 10 min reprezintă varianta optimă pentru sistemul dat. Bineînțeles, acest timp de expunere determinat depinde de îmbătrânirea tuburilor fluorescente și de aceea calibrarea lor trebuie repetată periodic.

În continuare sunt prezentate unele neconformități posibile și cauzele acestora [5]:

- exfolierea reliefului de pe suport (fig. 17). În majoritatea cazurilor cauza este:
 - prezența impurităților pe suprafața suportului de relief;
 - amprente lăsate de operator;
 - bule de aer rămase în compoziția materialului întărit;
 - folosirea unui material fotosensibil expirat sau expus prealabil la lumină;
 - cantitate insuficientă de material fotosensibil folosit sau strat prea subțire;
 - substanța de separare aplicată pe matriță nu era uscată;
 - dacă în timpul expunerii s-a mișcat sau a alunecat suportul de relief;
 - o temperatură neadecvată în timpul expunerii cu lumina UV;
 - temperatură mult prea ridicată în timpul utilizării contraformei (peste 150°C) etc.

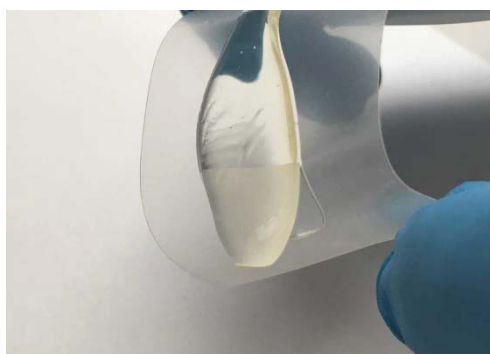


Fig. 17. Exfoliere de pe suport

- formarea bulelor de aer în material (fig. 18). În majoritatea cazurilor cauza este:
 - temperatura de lucru cu materialul fotosensibil este prea joasă;
 - mod incorect de turnare a materialului fotosensibil;
 - mod incorect de aplicare a suportului de relief peste materialul turnat;
 - neutilizarea suflantei de aer pentru înlăturarea bulelor;
 - diferență mare de temperatură între matriță și materialul fotosensibil folosit etc.



Fig. 18. Formarea bulelor de aer

5. Concluzii

Sistemul de contraforme bazat pe materialul de fotopolimer este un sistem fezabil pentru imprimarea reliefului simultan cu aplicarea foliei la cald.

Producerea acestor contraforme poate fi implementată cu ușurință în tipografiile care produc ambalaje din carton, singurul echipament necesar fiind unitatea de expunere cu lumina UV. În aproximativ 30 min pot fi produse contraformele dacă sunt disponibile consumabilele și matrița.

Contraformele din fotopolimer reprezintă o soluție optimă pentru lucrările de înnobilare a suprafeței prin embosare și imprimare de folio pe cartoane, unde tirajele sunt ca ordin de mărime între câteva mii și până la o sută de mii de exemplare.

Printre dezavantaje amintim termenul de valabilitate destul de limitat al materialului fotosensibil (cca. 3 luni), duritatea nu foarte mare a materialului întărit și rezistența limitată la temperaturi mai ridicate.

6. Bibliografie

- [1] *** 2017 - Top 5 Hot Foil Stamping Manufacturers/Players in North America, Europe, Asia-Pacific, South America, Middle East and Africa - Market. Biz (Powered by Prudour Pvt. Ltd.)
- [2] *** DRUPA 2016 – materiale promoționale
- [3] *** BOBST, Autoplatine SP – Production methods – Embossing, ID 050054 2252 0102, ediția 2004
- [4] *** BOBST, Autoplatine SP – Converting tools and production, ID 050007 3452 0104, ediția 2004
- [5] *** MetsaBoard Boardtalk – Troubleshooting in Paperboard Converting, ediția 2013
- [6] Kipphan H., (2001), *Handbook of Print Media - Technologies and Production Methods*, Springer-Verlag Berlin, Heidelberg, ISBN 3-540-67326-1.
- [7] Kapusi Á., (2018), Raport de cercetare, semestru I.