

ANALYSIS OF GLASS GRAPHICS IN PRINTING PROCESSES

DOROFTEI Marius-Marian

Facultatea: IIR, Specializarea: TSP, Anul de studii: I, e-mail: doroftei.mm@gmail.com

Conducător științific: Conf. dr. ing. **Nicoleta Elisabeta PASCU**

ABSTRACT: This paper identifies methods for applying graphics to flat or curved glass. This process is also analyzed both in terms of aesthetic factors - color quality and quality of graphics, as well as in terms of physical factors - adhesion to the glass surface, compositional diversity of glass. For this, identical samples of glass must be used on which a certain graphic must be printed, by all the printed methods identified, and at the end a comparison of the prints will be made in terms of the elements followed and it will be concluded which of the methods is more appropriate compared to the studied parameters. Subsequently, the parameters of interest in performing the comparative analysis will be established and the technical and graphic conditions for the execution of the tests will be defined.

CUVINTE CHEIE: sticlă, imprimare inkjet, serigrafie, sablare, gravare laser.

1. Introducere

Să facem un exercițiu de imaginație: vă puteți imagina viața modernă fără internet? Dar fără sticlă? V-ați pus vreodată întrebarea când și cum a apărut sticla? Există povești ce susțin că sticla ar fi fost inventată de către fenicienii cu peste 3500 de ani în urmă. Raportat la istorie sau nu, prelucrarea sticlei poate fi considerată o artă, chiar dacă vorbim de un geam, o vază sau orice alt obiect. Acest proces este complex, în continuă dezvoltare și vine la pachet cu noi provocări, una dintre acestea fiind aplicarea graficii pe sticlă, adăugându-se în acest fel o nouă funcționalitate, și anume aceea de a transmite o informație complexă și clar definită prin mesajul tipărit, cu rol estetic sau informativ. Din studierea bibliografiei se constată efortul constant al oamenilor pentru dezvoltarea și perfecționarea tehnicilor și materialelor pentru inscripționarea sticlei mergând în pas cu dezvoltarea industrială și evoluția firească a omenirii.

În această lucrare sunt identificate metodele de aplicare a graficii pe sticla de formă plană sau curbă. De asemenea, este analizat acest proces atât din punct de vedere al factorilor estetici - calitatea culorilor și calitatea graficii, precum și din punct de vedere al factorilor fizici - aderența la suprafața sticlei, diversitatea compozițională a sticlei. Pentru aceasta trebuie utilizate niște eșantioane identice de sticlă pe care trebuie să se imprime o anumită grafică, prin toate metodele de tipărit identificate, iar la sfârșit se va face o comparație a printurilor prin prisma elementelor urmărite și se va concluziona care dintre metode este mai adecvată raportat la parametrii studiați.

Metodele identificate ca pretabile pentru aplicarea graficii pe sticlă, sunt: imprimare inkjet pe suprafețe plane, serigrafie, tampografie, imprimare laser, sablare, aplicare folie autoadezivă.

2. Identificarea parametrilor analizați

Urmare a studierii direcțiilor de interes cu privire la analiza aplicării graficii pe sticlă s-au stabilit următorii parametri ce urmează a fi cercetați:

- factori cu impact asupra valorii estetice a tipăririi:
 - a) numărul culorilor ce pot fi tipărite,
 - b) claritatea tipăririi prin prisma rezoluției de imprimare;
- factori fizici cu impact asupra păstrării calității printului în timp:
 - a) aderența la suprafața sticlei,
 - b) tipuri de sticlă și caracteristicile acestora.

2.1. Numărul culorilor ca factor estetic

Culoarea joacă un rol important în stabilirea așteptărilor pentru un produs și comunicarea caracteristicilor sale cheie. Aceasta este al doilea element cel mai important care permite consumatorilor să identifice o marcă sau un produs. Conform [3] “mai multe studii au concluzionat că culoarea face parte din procesul de învățare socială datorită simbolismului semnificativ din cadrul culturii”.

În aplicația unei grafici pe sticlă culorile au un rol esențial. Pe lângă mesajul transmis, acestea au rolul de creștere a valorii estetice și funcționale, prin urmare a creșterii calității produsului tipărit. Numărul de culori tipărite depinde atât de limitările tehnologice, cât și de compoziția coloristică a graficii.

În ceea ce privește numărul culorilor la care se poate imprima, acesta este în funcție de metoda de tipar: se poate imprima cu 1 culoare (prin metoda sablării sau imprimare laser), cu 2 sau mai multe culori (prin metoda serigrafiei, tampografiei și aplicare folie) sau chiar policromie când vine vorba de imprimante plane de mari dimensiuni.

În figura 1 este prezentată diagrama Munsell care se utilizează pentru înțelegerea diversității culorilor ce ne înconjoară.

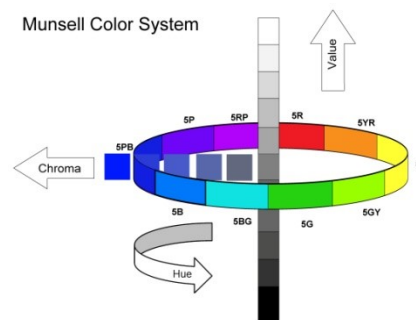


Fig. 1. Diagrama Munsell

2.2. Claritatea tipăririi prin prisma rezoluției de imprimare

Există situații în care o imagine sau un desen poate părea plăcută, dar atunci când se va imprima se dovedește a nu fi de cea mai bună calitate în ceea ce privește vizibilitatea pixelilor mari din imagine. Putem spune atunci că rezoluția nu a fost suficient de bună, de mare. Dar ce este rezoluția?

Rezoluția (dpi - puncte pe inch) este numărul de puncte dintr-o anumită unitate de zonă (cel mai adesea un inch). În prezent, există mai multe moduri de a afișa o imagine: imprimată pe un suport sau prezentată pe un suport digital (cum ar fi: monitoare, tablete și smartphone-uri). Într-un fel sau altul, toate sunt caracterizate prin densitatea de ieșire a „imaginii”, numită rezoluție măsurată, cum ar fi *puncte pe inch* (dpi) sau *pixeli pe inch* (IPP). De regulă, conform tradiției consacrate, folosim puncte pe inch, caracterizând rezoluția de imprimare, iar atunci când folosim PPI, vorbim despre o imagine de pe un afișaj digital.

După cum sugerează și numele, parametrul DPI descrie câte puncte din imagine se potrivesc într-un inch liniar. Prin urmare, cu cât DPI este mai mare, cu atât mai multe detalii pot fi afișate în imagine (fig. 2). Avantajul rezoluțiilor mai mari este, desigur, puncte de densitate mai mici. Ceea ce înseamnă că vor putea fi tipărite mai multe detalii și linii mai fine, curbe mai clare și mai contrastante, semitonuri de culoare sau umbre uniforme.



Fig. 2. Exemplificarea împărțirii punctelor per inch la o rezoluție de 20 dpi în comparație cu rezoluția de 10 dpi

Deși există o mare varietate de tipuri diferite de fișiere grafice, în realitate toate sunt combinate în doar două tipuri de grafică computerizată: un bitmap (sau un raster) și un vector.

Când vine vorba de rezoluția imaginii, aceasta este dependentă de dispozitivul cu care a fost creată, spre exemplu o cameră digitală, un scanner, un computer. Crescând sau micșorând dimensiunea unei imagini raster este afectată densitatea de puncte sau dpi. Întinderea imaginii reduce dpi, iar compresia face dimensiunea imaginii mai mică și dpi mai mare.

Prin urmare, modificarea numărului de puncte pe inch poate schimba dramatic calitatea generală a imaginii.

Graficele vectoriale (sau mai precis, desenele vectoriale), pe de altă parte, nu sunt tablouri de puncte marcate matematic. Fiecare linie, curbă sau figură este creată folosind mii, uneori milioane de instrucțiuni ale calculatorului. Desenele vectoriale sunt editate și create în editori grafici precum Adobe Illustrator, Corel Draw. În figura 3 este prezentată o grafică vectorială mărită pentru a se putea observa detaliile acesteia.



Fig. 3. Grafice vectoriale

Comportamentul vectorilor este total diferit atunci când se măresc sau se micșorează. Ei pur și simplu se autoscalează singuri - în rezoluția dispozitivului pe care sunt redade și nu în rezoluția dispozitivului pe care au fost creați pentru prima dată.

Cu alte cuvinte, imaginea vectorială va fi afișată optim pe orice dispozitiv de afișare, fie el tipărit sau digital. În figura 4 se prezintă efectul măririi celor două tipuri de grafică.



Fig. 4. Efectele scalării imaginilor bitmap și vector

Din punct de vedere al imprimării, regula generală este următoarea: cu cât sunt mai multe puncte pe inch, cu atât calitatea imaginii este mai mare, iar viteza de imprimare mai mică.

2.3. Aderența la suprafața sticlei

Aderența sau altfel spus, adeziunea mecanică, este fenomenul prin care se exercită forțele de atracție, între corpurile ajunse în contact, la nivelul moleculelor și atomilor de la suprafața de contact. Adeziunea se va mări dacă cele două corpuri intră în contact prin intermediul unei pelicule de lichid, această creștere datorându-se forței de tensiune superficială. În situația în care lichidul dintre straturi se întărește asistăm la fenomenul de lipire, iar aderența va crește semnificativ.

În situația particulară în care are loc contactul între un corp solid și un lichid, aderența se face la nivel microscopic între moleculele solidului și lichidului. În sens opus acționează forța de coeziune, diferența între cele două forțe determinând comportamentul lichidului în contact cu corpul solid. Intensitatea forței de aderare depinde și de compoziția chimică a suprafețelor, de gradul de rugozitate al suprafeței și de temperatura la momentul contactului.

În consecință dacă forța de atracție F_a este mai mare decât forța de coeziune F_c se produce fenomenul de aderență, așa cum este reprezentat grafic în figura 5. Se constată că:

- a) $F_c > F_a$
- b) $F_a > F_c$

Dacă în cazul imprimării ofset, suprafața imprimată este absorbantă, cerneala intrând în structura acesteia, în cazul imprimării pe sticlă ne confruntăm cu o situație specială. Pentru ca aderența vopselii (cernelii) să fie bună, se pot folosi promotori de aderență pentru sticlă, ca strat intermediar sau pot fi incluse în compoziție substanțe cu rol de adeziune.

O metodă simplă dar eficientă pentru testarea aderenței la zgârieturi este testerul la aderență prin zgârieturi Cross-Hatch MLSADT 502-4 pus la dispoziție de Multi Lab Romania. Acest instrument are un domeniu de măsurare în funcție de grosimea stratului și de duritatea acestuia (tabel 1).

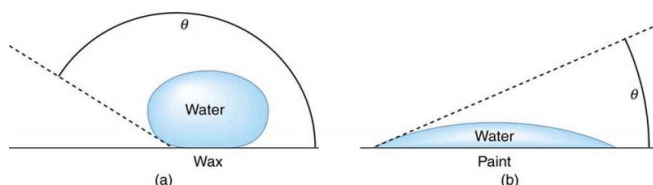


Fig. 5. Aderența lichidelor la suprafețe

Tabelul 1. Caracteristicile instrumentului de măsurare

Model	MLSADT 502-4
Domeniu de măsurare pentru învelișuri strate dure	60~120 μm
Domeniu de măsurare pentru învelișuri strate fine	0~120 μm
Numărul pătratelor	100
Conformația lamelor	11 lame, distanța între ele 2 mm

În figura 6 este reprezentat instrumentul de testare Cross-Hatch MLSADT 502-4. Acest instrument pentru testare, la tăierea încrucișată și testarea cu bandă adezivă întrunește condițiile ISO 2409 - Determination of colour (ASTM scale). Instrumentul este ideal pentru testarea învelișurilor subțiri aplicate pe suprafețe plane. Există 3 tipuri de spațiere a dinților, în concordanță cu grosimea stratului de vopsea aplicat. Metoda constă în trasarea unui caroiaj pe suprafața materialului imprimat, zgâriere executată pe 2 direcții perpendiculare și perierea suprafeței cu o perie pentru a simula stresul mecanic. După aceea se aplică o banda adezivă specială peste această grilă și se lasă un timp suficient pentru ca adezivul benzii să intre aderența maximă (30 min pentru a face priza completă). Când aderența este maximă se execută o smulgere bruscă. Verificarea se poate face cu ochiul liber sau cu dispozitivele optice de măsurare, constatându-se câte caroiaje s-au desprins. Suprafața astfel tratată se inspectează cu lupa și se evaluează cu ajutorul unui tabel. În figura 7 este prezentat rezultatul unei testări unde se văd zonele deprinse prin smulgere.



Fig. 6. Instrument de testare MLSADT 502-4

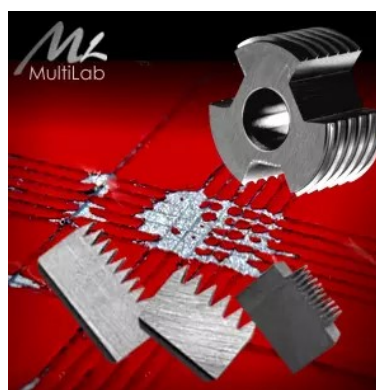


Fig. 7. Rezultatul testului

3. Tipuri de sticlă și caracteristicile acestora

Plinius Minor, scriitor roman ce a trăit în primul secol după Hristos, a creat un mit conform căruia prima formă de sticlă a fost descoperită de navigatorii fenicienii care au făcut foc pe o plajă având alături câțiva bulgări de sodă. Întâmplarea a fost infirmată de oamenii de știință care au spus că în acele condiții nu se putea ajunge la un astfel de rezultat. Totuși a fost demonstrat faptul că forme de sticlă au fost descoperite pe anumite plaje din Florida și California și au fost atribuite fenomenelor naturale (fulgerelor), care la contact cu solul (nisipul) au eliberat forțe energetice uriașe ce au putut duce la topirea siliciului.

Sticlele se definesc ca “solide amorfe, necristaline, adesea transparente, care au aplicații practice, tehnologice și decorative diverse” [4].

Variațiile calitative au apărut din antichitate, începând cu egiptenii care au produs prima dată sticla de culoare brună, continuând cu romanii care au perfecționat-o prin intermediul cuptoarelor mai performante. În epoca modernă, cei ce au avut un impact deosebit au fost englezii care au adăugat pe lângă latura estetică a sticlei și latura funcțională.

Execuția acesteia se face în topitorii prin amestecul nisipului, sodei și calcarului. Cea mai cunoscută variantă, și cea mai veche dintre ele este „sticla de siliciu”, având la bază constituentul primar al nisipului - dioxid de siliciu. “Dintre multele tipuri de sticlă existente, sticla de geam este cea mai cunoscută. Aceasta este fabricată din circa 75% SiO_2 , Na_2O obținut prin descompunerea Na_2CO_3 , CaO , precum și alți câțiva aditivi minori” [4].

Sticla colorată (fig. 8) a apărut prin adăugarea în topitură a unor oxizi metalici (de Fe, Co, Cr, Cu etc.), care formează silicații colorați. De exemplu, pentru sticla roșie se adugă oxid de cupru, pentru sticla galbenă - sulfat de cadmiu, pentru sticla albastră - oxid de cobalt, iar pentru sticla verde - oxid de crom.



Fig. 8. Aspecte privind elemente de culoare a sticlei

Proprietățile fizice ale sticlei sunt:

a. densitatea - este de $2,5 \text{ kg/m}^2$, ceea ce înseamnă o masă de 2,5 kg cu 1 mm grosime pentru sticla plană;

b. rezistența la compresiune - este foarte ridicată, respectiv 1000 N/mm^2 , ceea ce înseamnă că pentru a sparge un cub de sticlă de 1 cm este necesară o încărcătură de 10 tone;

c. rezistența la îndoire - o suprafață de sticlă supusă flexării are o față de compresie și una de extensie; rezistența de rupere la îndoire este de ordinul a 40 MPa pentru o sticlă obișnuită, 120-200 MPa pentru o sticlă întărită; aceasta depinde de grosime, finisarea marginilor și tipul de tăiere;

d. elasticitatea - sticla este un material perfect elastic, nu prezintă niciodată deformări permanente; ea este în același timp fragilă (supusă unei îndoiri încrucișate se sparge fără a prezenta fisuri prealabile).

Astăzi sticla se folosește peste tot. Întâlnim sticla ca element de înfrumusețare, cercei, podoabe, cristale ... dar mai ales ca funcționalitate, ambalaje de sticlă în industria alimentară sau pentru ferestre în industria construcțiilor, industrii care nu s-ar fi putut dezvolta în absența sticlei. Această interacțiune dintre industrii a dus la consolidarea rolului sticlei în epoca modernă. Astfel au apărut diferite tipuri de sticlă.

3.1. Sticla securizată

Sticla securizată este sticla procesată termic cu durabilitate mecanică și termică. Sticla este încălzită, atingând temperaturi de până la 600 °C și apoi este rapid (pentru securizare completă) sau încet (pentru amplificarea termică) răcită. În ambele cazuri, un control strict al procesului de răcire este solicitat. Acest proces supune suprafața de sticlă sub o forță de compresie permanentă, oferind sticlei caracteristici speciale, precum rezistența la șocuri mecanice (fig. 9) sau termice, de exemplu de 5 ori mai ridicate (tratate termic) sau de 2 ori mai puternice (amplificate termic), în comparație cu sticla convențională. Acest proces protejează sticla de spargere provocată de diferențele mari de temperatură ce se produc la nivelul suprafeței sale (ca de exemplu cele provocate de lipsa umbririi).



Fig. 9. Efectele impactului mecanic asupra sticlei securizate

Este important ca sticla expusă la radiațiile solare extinse să aibă un grad ridicat de absorbție a energiei. Mai mult decât atât, în caz de spargere, sticla securizată se destramă în particule mici și rotunde, eliminând riscul ca părțile ascuțite să provoace alte probleme (precum sticla convențională).

3.2. Sticla reflectorizantă

Sticla reflectorizantă respinge o cantitate însemnată de radiații solare, reducând semnificativ pătrunderea sa în interior. Este o alegere bună pentru zone caracterizate de lumină solară puternică, asigurând condiții cu temperaturi agreabile, mai ales vara, prevenind încălzirea excesivă datorată radiației solare intense. Totuși, probabil, există riscul de a cauza reflexii neplăcute, în mediul înconjurător.



Fig. 10. Sticla reflectorizantă

3.3. Sticla rezistentă la foc

Sticla rezistentă la foc se deosebește de celelalte tipuri de sticlă prin rezistența sa contra focului sau, în alte cuvinte, contra temperaturilor foarte ridicate.

Depinzând de utilizarea sa, poate fi geam simplu sau dublu, cu separator pentru o izolare termică mai eficientă.



Fig. 11. Sticlă cu protecție la foc

Sticla folosită în acest caz este întotdeauna sticla laminată, însemnând că încorporează forma unui sandviș, cu pelicule expansive speciale, ce se vor expanda după ce vor atinge anumite temperaturi, pentru a oferi o rezistență la foc mai crescută. Depinzând de timpul necesar întârzierii pătrunderii focului în încăpere, se poate alege sticla cea mai potrivită ce asigură protecție pentru 30, 60, 90 sau 120 minute.

4. Studiu de caz. Alegerea eșantionului de sticlă și a graficii

În vederea realizării studiului de caz s-a ales ca eșantion un segment de sticlă normală, plană, cu dimensiunile de 300×300 mm și o grosime de 4 mm. Suprafața sticlei este lucioasă, cu un grad de transparență de 99 %. Eșantionul este prezentat în figura 12. A fost aleasă această variantă deoarece este pretabilă tuturor metodelor de inscripționare menționate anterior.



Fig. 12. Eșantion de sticlă

Ținând seama de valoarea densității sticlei, de 2500 kg/m^3 , se constată că eșantionul va avea o greutate de 900 grame. Rezistența la compresiune a eșantionului este de 1000 N/mm^2 , iar rezistența la îndoire a eșantionului este de 40 MPa.

În ceea ce privește designul grafic ales, s-a propus imprimarea unui model grafic vectorial în 3 culori, reprezentativ pentru unitatea noastră de învățământ, și anume sigla facultății de Inginerie Industrială și Robotică, din cadrul Universității Politehnica din București (fig. 13).



Fig. 13. Designul grafic propus pentru imprimare

4. Concluzii

În etapele parcurse din cadrul cercetării până în acest moment au fost stabilite condițiile în care se va studia problematica aplicării graficii pe sticlă. Au fost stabilite metodele de aplicare și parametrii urmăriți pentru studiul comparativ. Totodată s-a ales suportul pe care se va face studiul, cât și designul grafic ales pentru a fi reprodus.

Din punct de vedere al parametrilor urmăriți se prevede posibilitatea ca în studiile viitoare să se adauge noi factori de interes, care să ajute în realizarea procesului de analiză comparativă.

5. Bibliografie

- [1] H. Kipphan, *Handbook of Print Media*, Springer-Verlag Berlin Heidelberg New York, 2001.
- [2] V. Nastas, *Metodele de tipar raportate la tehnicile gravurii*, in IV International Symposium CTM, Chisinau, 2017.
- [3] Wikipedia, Simbolismul culorilor, https://en.wikipedia.org/wiki/Color_symbolism, accessed 05.05.2021.
- [4] Wikipedia, Sticla, <https://ro.wikipedia.org/wiki/Sticl%C4%83>, accessed 10.05.2021.
- [5] A. Marco, *Direct printable rigid substrate for inkjet printing*, US Patent, United States, 2017.
- [6] E. C. Hirschman, *Role-Based Models of Advertising Creation and Production*, Journal of Advertising, 2013.
- [7] G. Muñoz, C. Francisco, *Aplicación de inspección óptica para la detección de defectos de tampografía*, 2017, <http://mexculture.citedi.mx/handle/123456789/946>, accessed 10.01.2021.
- [8] R. Forrester, *History of Printing - From Gutenberg to the Laser Printer*, https://papers.ssrn.com/sol3/papers.cfm?abstract_id=3512249, accessed 20.01.2021.