

avtor
Mojca Friškovec
Cetis, d. d.

Urška Bogataj
Valkarton, d. d.

TERMOKROMNE

TISKARSKE BARVE

LASTNOSTI IN MOŽNOSTI NJIHOVE UPORABE

Tiskarske barve se uporabljajo pri izdelavi najrazličnejših proizvodov (embalaža, vrednostne in komercialne tiskovine) in na raznovrstnih materialih (papir, plastika, kovina, porcelan, tekstil). Zaradi vse večje konkurence lahko tiskarskim izdelkom dodamo vrednost tudi s pomočjo tako imenovanih efektnih barv. Ne samo da so barve atraktivne, njihov učinek je lahko tudi varnosten, saj ga je zelo težko ponarediti. Efektnih barv je precej, v tem prispevku pa se bomo posvetili takšnim, katerih barva se spreminja glede na zunanje vplive.

Kromizem

Kromizem je proces, pri katerem zaradi delovanja zunanjega dražljaja pride do spremembe barve. Eden najpogostejših in tudi najbolj uporabljenih kromizmov je termokromizem, pri katerem vpliva na spremembo barve sprememba temperature. Poznamo tudi številne druge kromogene materiale, na primer fotokromne (spremembo barve sproži svetloba), elektrokromne (spremembo sproži električni naboj), piezokromne (spremembo sproži pritisk), biokromne (spremembo sproži biokemijska reakcija), halokromne (spremembo sproži pH). Vse našete vrste barv včasih imenujemo tudi inteligentne barve.

Termokromni sistemi

Poznamo različne termokromne sisteme. Termokromne barve so lahko reverzibilne (začasna barvna sprememba, pri ohlajanju ponovno obarvanje, barvna sprememba je lahko večkratna) ali ireverzibilne (barvna sprememba je en-

kratna in stalna). Reverzibilnih tiskarskih barv je na trgu več kot ireverzibilnih. Sistemi, ki so sprva obarvani in se s segrevanjem razbarvajo, so pogostejši kot tisti, ki so sprva neobarvani in se s segrevanjem obarvajo. Najpogostejša sistema v termokromnih tiskarskih barvah so tekoči kristali in levkobarvila.

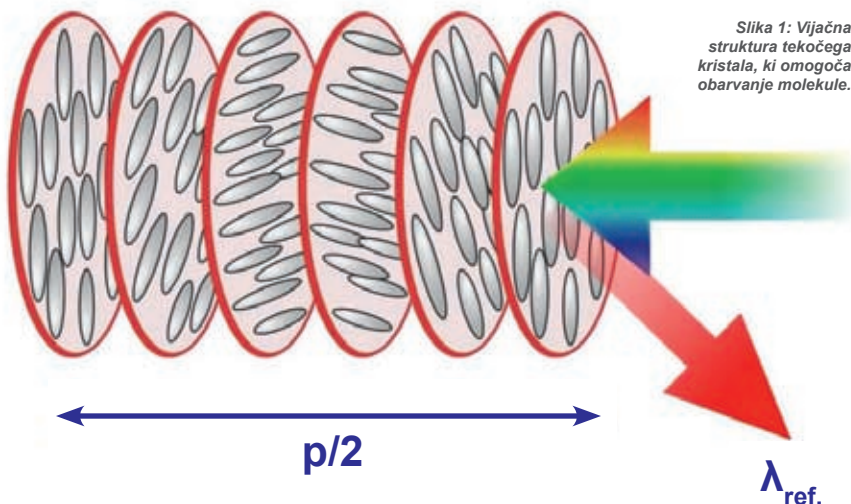
Tekoči kristali

Tekoči kristali so tekočine z lastnostmi kristalov. Zaradi svoje specifične vijačne strukture lahko zvezno spreminjajo barve s spreminjanjem temperature ali pa s smerjo opazovanja. Vijačna oblika molekule je povezana z usmerjenostjo delcev v molekuli oziroma z ureditvenim vektorjem (slika 1). Razdaljo, na kateri se ureditveni vektor zasuče za polni kot, imenujemo hod vijačnice ali perioda (p). Valovna dolžina odbite barve je enaka hodu vijačnice. Ker pa se s segrevanjem tekoči kristali termično raztezajo, se tudi

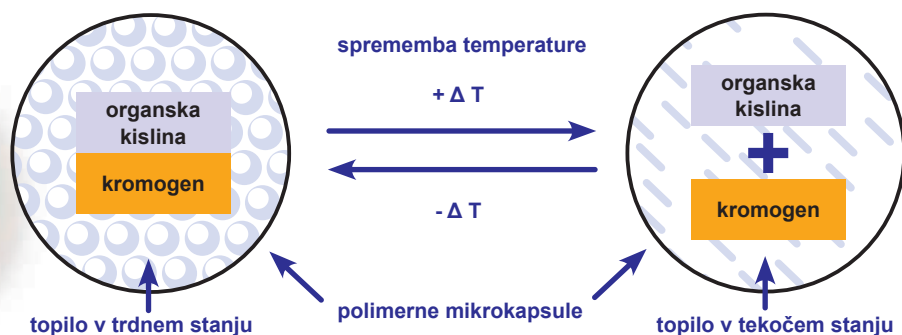
velikost periode oziroma hoda vijačnice poveča, posledično se spremeni vtis barve. Barve se s segrevanjem spreminjajo od rdeče prek zelene do modre in nasprotno z ohlajanjem.

Levkobarvila

Levkobarvila delujejo na osnovi posrednega termokromizma. Pravzaprav gre pri levkobarvilih za halokromizem – z naraščanjem temperature povzročimo pH-spremembo. Večina levkobarvil je sestavljena iz treh komponent; iz kromogena, ki daje barvni vtis, razvijalca, ki prispeva protone (omogoča, da kromogen razvije barvo, največkrat je to šibka kislina), in pa organskega topila, ki uravnava agregatno stanje. Sistem treh komponent je združen v mikrokapsulah (slika 2). Pri nizkih temperaturah je organsko topilo v trdnem agregatnem stanju, takrat sta kromogen in šibka kislina



Slika 1: Vijačna struktura tekočega kristala, ki omogoča obarvanje molekule.



Slika 2: Princip delovanja termokromizma pri levkobarvilih.

združena, zato je spojina obarvana. Ko pa temperatura narašča, topilo prehaja v tekoče stanje. Takrat se kromogen in šibka kislina razdružita in spojina se razbarva. Z ohlajanjem se topilo spet strdi, kromogen in šibka kislina se združita, spojina se znova obarva.

V preglednici 1 je podana primerjava med tekočimi kristali in levkobarvili.

Termokromne tiskarske barve

Termokromne tiskarske barve so se začele pojavljati v šestdesetih letih 20. stoletja. Na začetku je bilo delo z njimi zelo zapleteno, z uporabo mikroenkapsulacije pa se je njihova uporaba poenostavila in razširila. Največji komercialni uspeh so doživele v sedemdesetih in osemdesetih letih, ko so se na trgu pojavili tako

imenovani prstani razpoloženja (mood rings), skodelice, potiskane s termokromnimi barvami, in termokromne majice. Danes je njihova uporaba zelo razširjena, najdemo jih v obliki temperaturnih indikatorjev, na varnostnih tiskovinah, na pametni embalaži ter na komercialnih in promocijskih izdelkih.

Na trgu so na voljo že pripravljene termokromne tiskarske barve, termokromni prah in disperzije na različnih osnovah za pripravo tiskarskih barv in polimerna zrna

za uporabo v plastičnih materialih. Termokromne tiskarske barve so na voljo za vse tehnike tiska – ploski tisk, sitotisk, fleksotisk in globoki tisk. Barvna jakost tiskarske barve je zelo odvisna od tehnike tiska, kar je seveda pogojeno z debelino nanosa pri posamezni tehniki. Največjo barvno jakost dobimo pri sitotisku, najmanjšo pa pri ofsetnem tisku (slika 3). Če želimo s termokromnimi barvami dobiti pokrivni učinek, je najboljša izbira sitotisk, najmanj dvakratni nanos barve in uporaba temnega odtenka (najboljše črna barva). Ker so v termokromnih tiskarskih barvah mikrokapsule, so barve med tiskom občutljive za večje mehanske pritiske.

Aktivacijska temperatura (T_{akt})

Ko govorimo o termokromnih tiskarskih barvah, je pomemben pojem aktivacijska temperatura; pri njej pride do spremembe barve. Za končno aplikacijo je zelo pomembna. Ponudniki termokromnih tiskarskih barv ponujajo največkrat tri tipična aktivacijska območja: nizko območje (~ 10 °C), območje telesne temperature (31 °C) in visoko območje (45 °C).



Naložba v vašo prihodnost

OPERACIJO DELNO FINANCIRA EVROPSKA UNIJA
Evropski socialni sklad

Preglednica 1: Primerjava lastnosti tekočih kristalov in levkobarvil.

TEKOČI KRISTALI	LEVKOBARVILA
Sestava in velikost kromogenih delcev (μm)	
mikrokapsule, 5–15	mikrokapsule, 2–10
Barvna sprememba	
neobarvani \leftrightarrow prehodi med mavričnimi barvami \leftrightarrow neobarvani; obarvani \leftrightarrow neobarvani, odbijajo svetlobo \rightarrow nujno črna podlaga	neobarvani \leftrightarrow obarvani, obarvani \leftrightarrow neobarvani, absorbirajo svetlobo \rightarrow nujno svetla podlaga
Barvni razpon [°C] in natančnost barvne spremembe	
-30–90; barvna sprememba 1–25 °C	25–65; barvna sprememba 3–10 °C 25:25
Delo z materialom, cena materiala	
zapleteno, dražji	enostavnejše, cenejši
Rok uporabe, negativni vplivi	
tri mesece–eno leto, visoke temperature, UV-sevanje, nekatere kemikalije in topila	

OFSETNI TISK

FLEKSOTISK

GLOBOKI TISK

SITOTISK

Barvni učinki

Zaradi lastnosti spreminjanja barve s temperaturo lahko dobimo dodatne barvne učinke z mešanjem termokromnih z drugimi tiskarskimi barvami. Skupaj lahko zmešamo termokromno in konvencionalno tiskarsko barvo (slika 4) ali pa dve termokromni barvi z različnimi aktivacijskima temperaturama (slika 5).



Slika 6: Etiketa na pločevinki: levo topla, desno primerno ohlajena.



Slika 9: Temperaturna varnostna nalepka.

Na trgu je precej proizvajalcev termokromnih barv oziroma termokromnih komponent. Izpostavili bi podjetja, kot so Sun Chemical, Coates screen, Chromatic technologies, Luminescence in Sicpo.

Praktična uporaba

Termokromne barve se vedno bolj široko uporabljajo tako v prehranski industriji kot za komercialne in vrednostne tiskovine. Aktivacijska temperatura teh tiskarskih barv igra pomembno vlogo, saj jo izberemo glede na namembnost uporabe izdelka. V nadaljevanju je prikazanih nekaj primerov uporabe termokromnih materialov.

Indikatorji temperature

Termokromne barve lahko s pridom izkoristimo na embalaži prodajane izdelka, saj je prav ta prva v stiku s kupcem in tako z njim tudi komunicira. Izbira aktivacijske temperature je odvisna od namena



Slika 7: Embalaža za pice: levo vroča vsebina, desno hladna vsebina.

aplikacije. Tipična primera sta uporaba termokromnih barv na etiketi na plastenkah ali pločevinkah (slika 6) (nizka aktivacijska temperatura) in na embalaži za pice (slika 7) (visoka aktivacijska temperatura).

Termokromne tiskarske barve lahko uporabimo tudi v termometrih. Termometri na osnovi tekočih kristalov (slika 8) so natančnejši kot tisti na osnovi lev-

kobarvil. Prav zato se zadnji uporabljajo kot varnostne nalepke, ki opozarjajo na visoko temperaturo izdelka (slika 9).

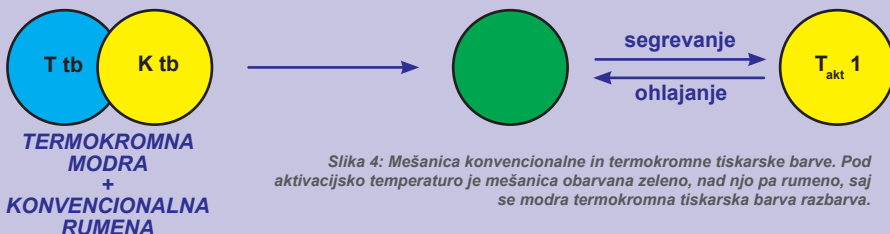
Poleg termokromnih tiskarskih barv se kot temperaturni kazalci uporabljajo tudi termokromna polimerna zrna v plastičnih materialih. Plastične žličke za hranjenje otrok (slika 10) in plastični kozarci (slika 11) so ena izmed uporabnejših aplikacij.

S stališča varnosti potrošnikov so zelo zanimivi indikatorji svežine, ki so odvisni tako od temperature kot tudi od časa. Nekateri delujejo po načelu termokromizma. Aktivirajo se z UV-svetlobo, ki povzroči polimerizacijo. Indikatorji svežine barvo ireverzibilno spreminjajo v odvisnosti od temperature in časa (slika 12).

Komerčni tisk

Pogosta uporaba termokromnih barv je tudi pri promocijskih nagradnih igrah, pri katerih je način barvne spremembe povezan z izdelkom ali pa njegovim delovanjem. Sporočilo oziroma vrednost nagrade je skrita pod slojem termokromne tiskarske barve, ki jo je treba s segrevanjem razbarvati.

TISKARSKA BARVA



Slika 4: Mešanica konvencionalne in termokromne tiskarske barve. Pod aktivacijsko temperaturo je mešanica obarvana zeleno, nad njo pa rumeno, saj se modra termokromna tiskarska barva razbarva.

TISKARSKA BARVA



Slika 5: Mešanica termokromne rumene in modre tiskarske barve. Mešanica je pod obema aktivacijskima temperaturama obarvana zeleno, nad Takt 1 je obarvana modro, nad Takt 2 je razbarvana.

Slika 8: Termometer na osnovi tekočih kristalov.

Slika 10:
Plastična žlička.Slika 11:
Plastični kozarci.Slika 13:
Dekorativen tisk
na skodelice.

Najbolj znana aplikacija termokromnih tiskarskih barv je dekorativni tisk na skodelicah (slika 13). Tam imajo termokromne barve prekrivno funkcijo, zakrivajo sporočilo ali sliko, ob prisotnosti vroče tekočine pa se razbarvajo in razkrijejo spodaj ležeče sporočilo.

Varnostne tiskovine

Pri protiponarejevalnih aplikacijah in za zaščito pristnosti tiskovin se po navadi uporabljajo termokromne tiskarske barve z aktivacijskimi temperaturami, podobnimi, kot jih ima človeško telo, to je približno od 27 do 32 °C. To omogoča avtentifikacijo dokumentov s pomočjo toplote roke (slika 14) ali pa s toploto, ki nastane z drgnjenjem s prstom. Zaradi tega ni potrebe po sofisticirani opremi, saj lahko takšne tiskarske barve enostavno in hitro preverimo. Termokromne tiskarske barve omogočajo prvo stopnjo zaščite in se uporabljajo za različne izdelke manjše vrednosti, kot so različne plastične kartice, čeki, znamke, razne vstopnice, lotolišči in aplikacije za varovanje blagovnih znamk, embalaža za zdravila.

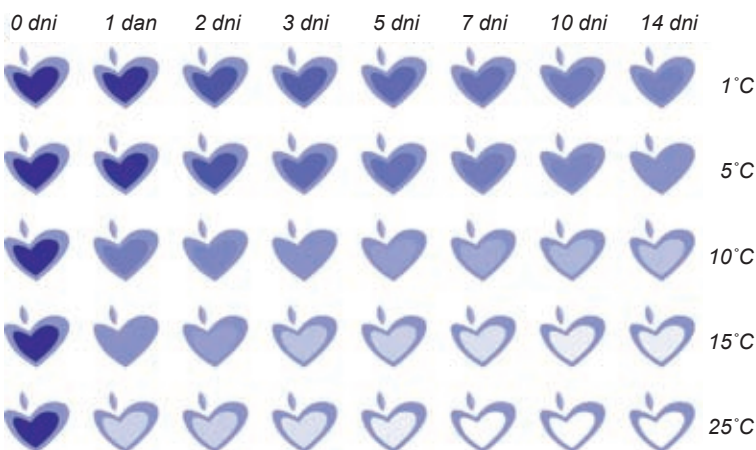
Povzetek

Termokromizem nam ponuja veliko različnih možnosti uporabe, saj jih lahko uporabljamo tako za komercialne namene kot tudi za varnostne aplikacije in tisk z dodano vrednostjo. Prihodnost uporabe termokromnih tiskarskih barv je

predvsem v različnih pokazateljih temperature in svežine, ki varujejo potrošnika. Cena teh barv je precej višja od klasičnih tiskarskih barv, kar trenutno omejuje njihovo pogostejšo praktično uporabo.

Literatura:

1. PERIYASAMY, S., KHANNA, G. Thermochromic colors in textiles [dostopno na daljavo]. *Fibre2fashion*, 2009 [citirano 28. 1. 2009]. Dostopno na svetovnem spletu:
2. <<http://www.fibre2fashion.com/industry-article/9/804/thermochromic-colors-in-textiles1.asp>>.
3. SEEBOTH, A., LÖTZSCH, D. Thermochromic Phenomena in Polymers. Shrewsbury : Smithers Rapra, 2008, 98 str.
4. RIJAVEC, T. Barvno aktivne tekstilije – kromizem ali reverzibilno spreminjanje barve, *Tekstilec*, 2005, Letn. 48, št. 1/3 (2005), str. 7-20
5. WILLIAMS, C. H. Colour change inks. *Paper & print*, december 2003, str. 22
6. VILFAN, M., MUŠEVIČ, I. Tekoči kristali. Ljubljana : DMFA - založništvo, 2002, 117 str.
7. Principles of thermochromism [dostopno na daljavo]. *Chromazone*, 2005, spremenjeno 26. 9. 2008 [citirano 16. 2. 2009]. Dostopno na svetovnem spletu: <<http://www.chromazone.co.uk/Thermochromism.htm>>.
8. MC LOONE, C. Hot or not? Thermochromic inks make smart packages smarter by communicating temperature. [dostopno na daljavo]. *Package printing*, 1. 4. 2007. Dostopno na svetovnem spletu: <http://www.packageprinting.com/article/smart-packaging-thermochromic-inks-53226_1.html>.
9. MIODOWNNIK, M. The time for thermochromics. *Materials today*, november 2008, letnik 11, številka 11, str. 6.
10. Thermochromic Ink [dostopno na daljavo]. *Chromatic Technologies Inc.* [citirano 2. 3. 2009]. Dostopno na svetovnem spletu: <<http://www.ctiinks.com/>>.
11. Gem'innov [dostopno na daljavo]. [citirano 16. 2. 2009]. Dostopno na svetovnem spletu: <<http://www.geminnov.com/geminnov/cms/114/products.dhtml>>.
12. B+H Colourchange LTD [dostopno na daljavo]. obnovljeno 12. 1. 2009 [citirano 20. 12. 2008]. Dostopno na svetovnem spletu: <<http://www.colourchange.com>>.
13. How OnVu™ works. [dostopno na daljavo]. *OnVu*, 2008 [citirano 5. 2. 2009]. Dostopno na svetovnem spletu: <http://www.onvu.com/_en/how.asp>.
14. LEGOOD, P., CLARKE, A. Smart and Active Packaging to Reduce Food Waste [dostopno na daljavo]. *Materials KTN*, 7. 11. 2006 [citirano 28. 2. 2009]. Dostopno na svetovnem spletu: <http://amf.globalwatchonline.com/epicentric_portal/binary/com.epicentric.contentmanagement.servlet.Content-DeliveryServlet/AMF/smartmat/Smartandactivepackagingtoreducefoodwaste.pdf>.
15. LCR Hallcrest [dostopno na daljavo]. [citirano 29. 12. 2009]. Dostopno na svetovnem spletu: <<http://www.hallcrest.com/>>.
16. ADAMS, L. C. Fraud In Other Words [dostopno na daljavo]. Larry C. Adams, 1993, obnovljeno 21. 2. 2005 [citirano 22. 2. 2009]. Dostopno na svetovnem spletu:
17. <http://www.larry-adams.com/200501_article.htm>.



Slika 12: Indikator svežine.

Slika 14:
Zaščitni tisk s
termokromnimi
tiskarskimi
barvami.