

УДК 655.3.022

## ТЕРМОГРАФІЧНИЙ АНАЛІЗ ФАРБОВОГО АПАРАТУ ВУЗЬКОРУЛОННОЇ ФЛЕКСОГРАФІЧНОЇ МАШИНИ

В. Б. Репета, Ю. А. Кукура, М. О. Місюра

*Українська академія друкарства,  
вул. Під Голоском, 19, Львів, 79020, Україна*

*Висвітлено результати безконтактного термографічного аналізу фарбового апарату флексографічної машини у процесі друкування етикеткової продукції УФ-фарбами. Встановлено нерівномірність розподілу температури вздовж анілоксового валика та друкарської форми, що створює коливання величини структурної в'язкості друкарських фарб.*

**Ключові слова:** флексографія, УФ-фарба, в'язкість, температура.

**Постановка проблеми.** Згідно з прогнозами аналітичних компаній AWA і Smithers Pira світові ринки самоклеючих етикеток та гнучкого пакування продовжують зростати, водночас прогнозується їх середньорічний приріст на 3,6 і 3,4 %, відповідно [1, 2]. Такі прогнози вказують на безперечні перспективи розвитку флексографії, зокрема й вузькорулонного флексографічного друку УФ-фарбами.

У флексографічних друкарських машинах застосовують фарбові апарати відкритого і закритого (камер-рачельного) типу. Незважаючи на те, що камер-рачельні апарати мають низку переваг, порівняно з відкритими, відкриті фарбові апарати, завдяки простоті конструкції, широко застосовуються під час друкування УФ-фарбами, адже такі фарби є більш стабільними, порівняно зі спиртовими і на водяній основі, оскільки у них немає летких розчинників, і вони тверднуть тільки під дією актинічного УФ-випромінювання. Ці апарати не передбачають застосування термостатуючих систем, а основна увага виробників зосереджена на розробці принципів їх швидкої заміни при переході на друкування наступного замовлення і забезпечення гнучкості виробництва. Отже, вивчення розподілу температури у відкритих фарбових апаратах та її вплив на в'язкість УФ-фарб є актуальним.

**Аналіз останніх досліджень та публікацій.** Якщо говорити про в'язкість друкарської фарби, то тільки за певної чи стандартної температури її значення набуває певного змісту. В'язкість друкарських фарб відіграє основну роль у їх розподілі та передачі на задруковуваний матеріал у процесі друкування. Відомі роботи, які стосуються досліджень в'язкості офсетних фарб при зміні температури (А. Дорош [3], Л. Варепо [4], Л. Казаровіцький [5]) і нагрівання еластичних фарбових валиків (Г. Толстой [6]). Проблеми з коливаннями в'язкості флексографічних фарб на водяній основі при зміні температури висвітлені у публікації [7]. Показник в'язкості друкарських фарб має основне значення у розподілі фарби та її передачі на задруковуваний матеріал у процесі флексографічного друку [8, 9]; його важливість ми

встановили у публікації [10], адже особливості фарбопередачі і формування стабільного шару фарби роблять флексографічну систему дуже чутливою до коливань в'язкості друкарської фарби.

У цій статті проведено аналіз розподілу температури у процесі друкування тиражу УФ-фарбами на флексографічній вузькорулонній друкарській машині як фактора, що визначає величину в'язкості УФ-фарб.

**Виклад основного матеріалу дослідження.** Дослідження проводили під час друкування етикетки на восьмифарбовій флексографічній машині лінійного типу Graficon Ilma MP340 з використанням УФ-фарб серії UVivid Flexo JD (Sericol) та УФ-адгезиву для холодного тиснення фольгою RVA16 (Sericol). Друкування виконували на самоклеючому напівглянцевому папері Ritrama (Італія) з використанням друкарських форм DuPont Cyrel товщиною 1,3 мм. Заміри проведені після задрукування 4 тис. метрів паперової стрічки.

Для термографічного аналізу використано тепловізор Testo 882 (Testo SE&Co). За отриманими термограмами (рис. 1) визначали температуру анілоксового валика і формного циліндра з встановленою друкарською формою у декількох точках: 1 — лівий край анілоксового валика чи формного циліндра, 2 — правий край анілоксового валика чи формного циліндра (50–80 мм від краю, в обох випадках), 3 — центр анілоксового валика або по краю друкарської форми у випадку, якщо вона не займає всю довжину формного циліндра. Заміри проводилися у секціях при нанесенні як УФ-фарб, так і УФ-адгезиву для холодного тиснення фольгою, що дало змогу встановити рівень температури та її розподіл, застосовуючи як гетерогенну, так і гомогенну системи.

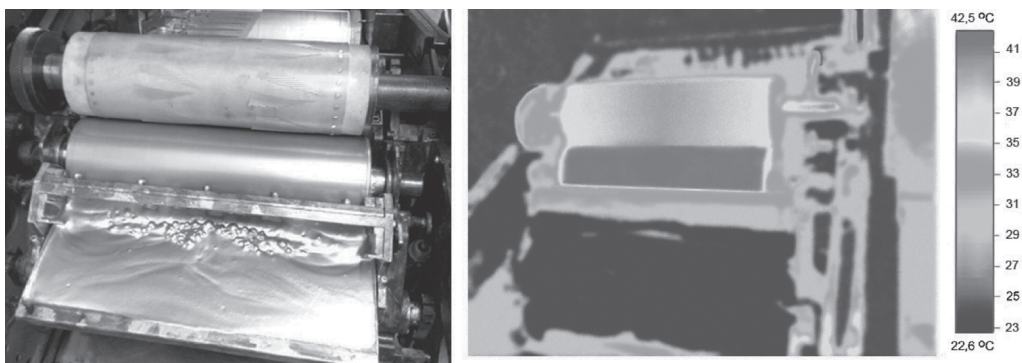


Рис. 1. Термографічний аналіз флексографічного апарату машини Graficon Ilma MP340

Для вимірювання структурної в'язкості флексографічних УФ-фарб і в'язкості УФ-адгезиву використовували ротаційний візкозиметр Brookfield RVT з ротором № 5.

Як видно з рис. 2, у всіх випадках спостерігається нерівномірний температурний розподіл як по поверхні анілоксового валика, так і формної пластини. У процесі друкування відбувається низка процесів, а саме: тертя між шарами фарби чи адгезиву, кавітаційні явища, тертя камер-ракельного ножа по поверхні анілоксового валика. Усі ці процеси призводять до збільшення температури системи нанесення

фарби чи адгезиву. При цьому, як видно з рисунку, найменше нагрівається фарбовий апарат з адгезиву для холодного тиснення фольгою, який є гомогенною рідиною і відрізняється від друкарських фарб меншою в'язкістю і відсутністю її аномалії. В інших випадках температура є набагато вища і зрозуміло, що основне значення має тип пігменту, його концентрація і, відповідно, в'язкість фарбової композиції.

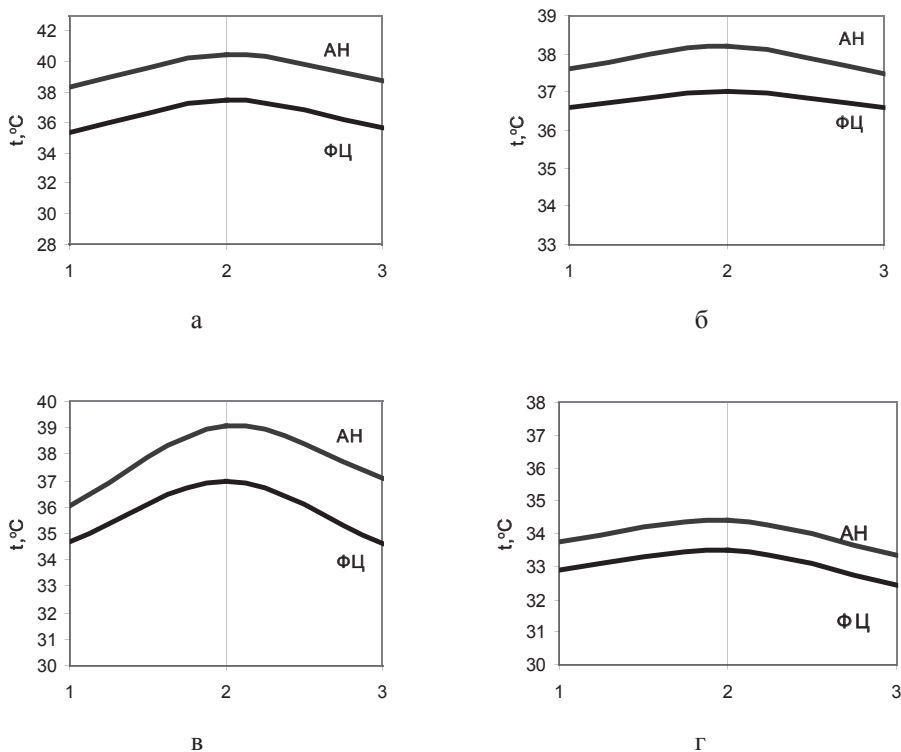


Рис. 2. Розподіл температури на анілоксовому (АН) та формному циліндрах (ФЦ):  
 а — при нанесенні УФ-фарби UVivid Yellow; б — при нанесенні фарби УФ-фарби UVivid Cyan; в — при нанесенні УФ-фарби UVivid Pantone 485;  
 г — при нанесенні УФ-адгезиву RVA16

У випадку з секціями нанесення фарби UVivid Pantone 485 (рис. 2, в) спостерігається несиметричний розподіл температури, що вказує на неправильне налагодження системи подачі фарби, а саме — нерівномірність притиску ракеельного ножа до анілоксового валика. Якщо у центрі анілоксового валика температура становить  $39,1\text{ }^\circ\text{C}$ , то з країв —  $36,4$  і  $37\text{ }^\circ\text{C}$ .

Як було сказано вище, нагрівання елементів системи подачі фарби (адгезиву) призводить до змін у величині в'язкості рідин, тому ми провели дослідження впливу температури на в'язкість друкарських фарб і адгезиву (рис. 3). Залежність в'язкості від температури описується експоненціальними рівняннями [11], відповідно

у нашому дослідженні для апроксимації отриманих результатів вибрана експоненціальна функція, точність апроксимації становила 0,9–0,99.

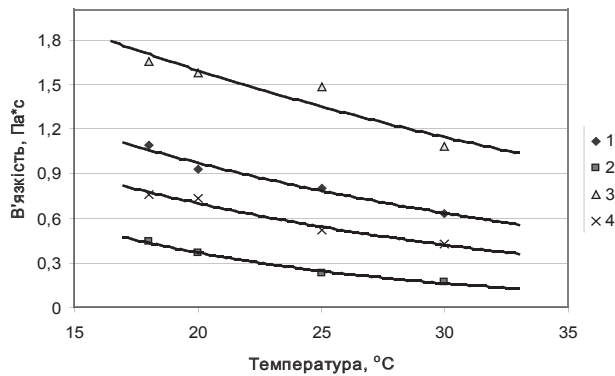


Рис. 3. Залежність в'язкості від температури для: 1 — УФ-фарби UVivid Pantone 485; 2 — УФ-адгезива RVA16; 3 — УФ-фарби UVivid Yellow; 4 — УФ-фарби UVivid Cyan

З рис. 3 видно, що найбільшу в'язкість мають фарби UVivid Pantone 485 і UVivid Yellow, найменшу — UVivid Cyan і адгезив RVA16. Зміна в'язкості для досліджуваних рідин є однотипною, при цьому УФ-адгезив і УФ-фарби, які характеризуються низькою в'язкістю відрізняються малим діапазоном її зміни, на відміну від УФ-фарби UVivid Yellow. Аналіз величин в'язкості рідин і температури нагрівання елементів систем їх подачі у процесі друкування встановив таку закономірність: під час нанесення в'язких УФ-фарб UVivid Yellow і UVivid Pantone 485 спостерігається набагато більше нагрівання анілоксового валика і друкарської форми, встановленої на формному циліндрі та більша нерівномірність розподілу температури, порівняно з менш в'язкими фарбою чи адгезивом. Так, у випадку з фарбами UVivid Yellow і UVivid Pantone 485 різниця між максимальною і мінімальною температурою становить 2,2 і 3,1 °C, відповідно. Різниця у розподілі температури для фарби UVivid Cyan і адгезиву — 0,7 і 1,0 °C.

Зміна температури та її нерівномірний розподіл викликають коливання у в'язкості фарб чи адгезиву і, відповідно, різницю у їх дозуванні в процесі друкування та оздоблення. Своєю чергою порушення у дозуванні можуть призвести до коливань оптичної щільності фарбових шарів та кількості адгезиву по площині відбитка.

**Висновки.** У результаті проведених експериментальних досліджень встановлено нерівномірне збільшення температури як на поверхні анілоксового валика, так і формного циліндра. При цьому зростання температури та нерівномірність її розподілу для в'язкіших УФ-фарб UVivid Yellow і UVivid Pantone 485 є більшою, порівняно з фарбою Cyan чи адгезивом RVA16. Адгезив, який є гомогенною рідиною, не викликає надмірного нагрівання елементів системи його подачі, що вказує на значний вплив у процесі фарбопередачі структурної в'язкості гетерогенних систем (УФ-фарб), яка є результатом міжпігментної взаємодії та взаємодії в'язучого

з пігментами. Нерівномірність нагрівання елементів систем подачі друкарських фарб і, як наслідок, зміна у в'язкості фарби може призвести до порушення її дозування та коливань оптичної щільності фарбових шарів по площині відбитка.

Отже, проведений термографічний аналіз дає змогу вивчити поведінку друкарської фарби у технологічному процесі флексографічного УФ-друку і отримати результати для прогнозування змін чи порушень у її передачі.

### СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. AWA unveils new PS label market report. URL: [https://www.labelandnarrowweb.com/contents/view\\_breaking-news/2017-09-01/awa-unveils-new-ps-label-market-report/51911](https://www.labelandnarrowweb.com/contents/view_breaking-news/2017-09-01/awa-unveils-new-ps-label-market-report/51911).
2. The Future of Global Flexible Packaging. URL: <https://www.smitherspira.com/resources/2015/september/insight-four-key-trends-driving-flexible-packaging>.
3. Дорош А. К., Гуцол О. О. Реологічні властивості фарб. Дослідження залежності в'язкості друкарських фарб від робочої температури фарбової секції друкарських машин. *Технологія і техніка друкарства*. 2007. № 1–2. С. 122–130.
4. Варепо Л., Бражников А. Оценка отклонений температуры увлажняющего раствора в системе увлажнения офсетной печатной машины. *Омский научный вестник*. 2016. № 1. С. 5–8.
5. Козаровицкий Л. А. Бумага и краска в процессе печатания. Москва : Книга, 1965. 368 с.
6. Толстой Г. Д. Экспериментальное исследование нагрева эластичных валиков красочных аппаратов. *Научные записки*. 1961. № 14. С. 24–48.
7. The Effect of Ink Temperature. On Solvent Losses and Print Quality. URL: [https://www.epa.gov/sites/production/files/2014-01/documents/gravure\\_effect\\_ink\\_temperature.pdf](https://www.epa.gov/sites/production/files/2014-01/documents/gravure_effect_ink_temperature.pdf).
8. Флексографские краски в печатном процессе. *Мир этикетки*. 2002. № 8. URL: <http://labelworld.ru/article.aspx?id=12813&iid=315>.
9. R. Olsson, L. Yang, J. van Stam, M. Lestelius. Effects of elevated temperature on flexographic printing. Conference: Advances in Printing and Medio Technology. September. 2007. Pp. 1–5.
10. Definition of Quality Criteria of the Technological process of Narrow Web UV-Printing / Gurgal N., Repeta V., Senkivsky V., Shybanov V. *Journal of Graphic Engineering and Design*. 2013. Vol. 4. № 2.
11. Фукс Г. И. Вязкость и пластичность нефтепродуктов. Москва : Институт компьютерных исследований, 2003. 328 с.

### REFERENCES

1. AWA unveils new PS label market report. Retrived from [https://www.labelandnarrowweb.com/contents/view\\_breaking-news/2017-09-01/awa-unveils-new-ps-label-market-report/51911](https://www.labelandnarrowweb.com/contents/view_breaking-news/2017-09-01/awa-unveils-new-ps-label-market-report/51911) (in English).
2. The Future of Global Flexible Packaging. Retrived from <https://www.smitherspira.com/resources/2015/september/insight-four-key-trends-driving-flexible-packaging> (in English).
3. Dorosh, A. K., & Hutsol, O. O. (2007). Reolohichni vlastyvosti farb. Doslidzhennia zalezhnosti v'iazkosti drukarskykh farb vid robochoi temperatury farbovoi sektsii drukarskykh mashyn: Tekhnolohiia i tekhnika drukarstva, 1–2, 122–130 (in Ukrainian).

4. Varepo, L., & Brazhnikov, A. (2016). Otcenka otklonenii temperatury uvlazhniaiushchego rastvora v sisteme uvlazhneniia ofsetnoi pechatnoi mashiny: Omskii nauchnyi vesnik, 1, 5–8 (in Russian).
  5. Kozarovitckii, L. A. (1965). Bumaga i kraska v protsesse pechataniia. Moskva : Kniga (in Russian).
  6. Tolstoi, G. D. (1961). Eksperimentalnoe issledovanie nagreva elastichnykh valikov krasochnykh apparatov: Naukovi zapiski [Ukrainskoi akademii drukarstva], 14, 24–48 (in Russian).
  7. The Effect of Ink Temperature. On Solvent Losses and Print Quality. Retrived from [https://www.epa.gov/sites/production/files/2014-01/documents/gravure\\_effect\\_ink\\_temperature.pdf](https://www.epa.gov/sites/production/files/2014-01/documents/gravure_effect_ink_temperature.pdf) (in English).
  8. Fleksografskie kraski v pechatnom protsesse. (2002): Mir etiketki, 8. Retrived from <http://labelworld.ru/article.aspx?id=12813&iid=315> (in Russian).
  9. Olsson, R., Yang, L., J. van Stam, & Lestelius, M. (2007). Effects of elevated temperature on flexographic printing. Conference: Advances in Printing and Medio Technology, 1–5 (in English).
  10. Gurgal, N., Repeta, V., Senkivsky, V., & Shybanov, V. (2013). Definition of Quality Criteria of the Technological process of Narrow Web UV-Printing: Journal of Graphic Engineering and Design, 4, 2 (in English).
  11. Fuks, G. I. (2003). Viazkost i plastichnost nefteproduktov. Moskva : Institut kompiuternykh issledovanii (in Russian).
- doi: 10.32403/0554-4866-2018-1-75-68-74

### **THERMOGRAPHIC ANALYSIS OF INKING DEVICE OF NARROW WEB FLEXOGRAPHIC PRESS**

V. B. Repeta, Yu. A. Kukura, O. M. Misiura

*Ukrainian Academy of Printing,  
19, Pid Holoskom St., Lviv, 79020, Ukraine  
vreneta@gmail.com*

*The article presents the results of contactless thermographic analysis of the inking device of the flexographic press in the process of the label printing with UV-inks. The uneven distribution of the temperature along the anilox roller and the printing plate has been established, which in its turn creates the fluctuations in the value of the structural viscosity of printing inks.*

*The thermographic analysis has been carried out during the printing of label products on the eight-color linear flexographic press Graficon Ilma MP340 using UV inks of UVivid Flexo JD series (Sericol) and Cold Foil UV Adhesive RVA16 (Sericol). The thermal imager of the brand Testo 882 has been used in the study.*

*As a result of experimental studies, the unevenness of the temperature distribution along the surface of the anilox roller and the printing plate has been revealed.*

*It has been established that the temperature difference between the center of the cylinder and its edge is on average 2–3 °C. In its turn, they also influence the fluctuation*

*of the structural viscosity of printing inks. It has also been established that the temperature of the cylinder heating depends on the type of printing ink. The conducted laboratory studies on the rotary viscometer Brookfield RVT have allowed determining the dependency of the viscosity of the studied printing inks on the temperature.*

*It has been discovered that the adhesive, which is a homogeneous liquid, does not cause excessive heating of elements of inking system, indicating significant influence in the process of ink transfer of the structural viscosity of heterogeneous systems (UV inks), which is the result of pigment interaction and interaction of the binding agent with pigments.*

*The results of experimental studies carried out in specific production conditions have made it possible to present practical recommendations for ensuring the stability of the process of flexographic printing with UV inks.*

**Keywords:** *flexography, inking device, UV-inks, viscosity, temperature.*

*Стаття надійшла до редакції 26.01.2018.*

*Received 26.01.2018.*