

УДК 655.39 + 681.625.923

ДОСЛІДЖЕННЯ ПАРАМЕТРІВ ДРУКУ НА ГНУЧКИХ ПАКОВАННЯХ УФ-ФАРБАМИ НИЗЬКОЇ МІГРАЦІЇ

М. С. Мартинюк, О. Д. Конюхов

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

З огляду на актуальність використання екологічних і безпечних матеріалів для друку здійснено дослідження особливостей флексографічного друку на гнучких пакуваннях УФ-фарбами низької міграції. Досліджувались гнучкі пакувальні матеріали і фарби низької міграції, які використовуються на місцевих підприємствах флексографічного друку. Для цього визначено оптимальні параметри анілоксових валів для друкування растрових та плашкових елементів. Параметри анілоксового вала для кожної фарби визначались через вимірювання оптичних щільностей відбитків із врахуванням характеру оригіналів, які відтворюються.

Проведені експериментальні дослідження показали високу якість відбитків флексографічного друку фарбами низької міграції на гнучких пакувальних матеріалах за умови дотримання встановлених технологічних режимів. Також рекомендовано лініатуру растрів і об'єм комірок анілоксових валів для кожної з тріади і окремих пантонів фарби, які забезпечують необхідну насиченість друкарських відбитків. Побудовано діаграму кольорового охоплення відбитків, отриманих фарбами низької міграції на різних плівкових матеріалах, згідно з якою відхилення кольору не перевищує допустимих.

Ключові слова: екологічні аспекти, флексографічний друк, фарби низької міграції.

Постановка проблеми. Сталий розвиток сьогодні є незмінним фактором, який визначає напрями розвитку пакувальної індустрії. З погляду економіки сталою розвинутою гнучкі пакування мають такі переваги: менша маса, ніж інші види пакувань, що економить ресурси під час виробництва і транспортування, мінімізуючи екологічний слід. Проте актуалізуються екологічні аспекти використання полімерних, які мають значний вплив на навколишнє середовище при утилізації, а також питання їх екологічності та безпечності.

Інтеграція України у світовий економічний простір потребує від виробників харчової продукції приділяти особливу увагу якості її пакування відповідно до міжнародних вимог і стандартів з використанням екологічно безпечних матеріалів, особлива увага до хімічних речовин, які мігрують з пакувальних матеріалів до харчових продуктів [1, 2].

Аналіз останніх досліджень та публікацій. Використання УФ-фарб має низку переваг з погляду технології та екологічних аспектів: швидке закріплення і

економія енергетичних ресурсів, особливо при використанні LED ламп [3], проте поряд із перевагами є також недоліки: видалення УФ-фарби під час переробки паперу все ще проблематичне; міграція залишків фотоініціаторів із фарбового шару до запакованого продукту [4].

Під час процесів затвердіння традиційних УФ-фарб фотоініціатори залишаються частково незмінними, що спричиняє високу ймовірність токсикологічного забруднення шляхом міграції фотоініціаторів або продуктів їх розпаду в запаковані продукти харчування, або просто через контакт шкіри із задрукованою поверхнею. Відомо, що фотоініціатори з молекулярною масою 200–350 можуть переходити на зворотну сторону задрукованої поверхні полімерного пакувального матеріалу, тоді як речовини з молекулярною масою більше ніж 500 мають низьку міграцію [5]. Потрібно також пам'ятати, що полімерні фотоініціатори мають вищу в'язкість і це є проблемою для створення УФ-флексфарб, які необхідно модифікувати добавками для досягнення консистенції, що дозволяє їх використання [5].

Відомі дослідження друку пакувань для харчової промисловості офсетними фарбами [6, 7], а також якості флексографічного друку [8]. Проте потребує додаткового вивчення впровадження речовин з низькою міграційною здатністю у технологію задруковування гнучких пакувань.

Мета статті — визначити особливості друку УФ-фарбами низької міграції та впливу параметрів флексографічного друку на якість відбитків на гнучких пакувальних матеріалах.

Виклад основного матеріалу дослідження. Досліджувались гнучкі пакувальні матеріали і фарби низької міграції, які використовуються на підприємствах флексографічного друку м. Львова: плівки PE біла 30 мкм і Silver 20 мкм, плівка PP 30 мкм; фарби тріадні SICURA Nutriflex Series виробництва компанії Siegwark [9].

Робоча в'язкість фарб для растрового друку — 17–20 с, для плашок — 20–22 с (за віскозиметром DIN 4). Важливим технологічним параметром для УФ-фарб є їх здатність до фотополімеризації, яка є одним з визначальних чинників, що впливають на швидкість друкування. Досліджувані фарби низької міграції закріплюються за 60–80 с на невсотуючих поверхнях, що відповідає сучасним вимогам флексографічного друку [10]. Для вимірювань якісних показників друкарських відбитків (оптична щільність, показники кольору) використовували денситометр спектрофотометр Vipspectra 2000/FAG.

Для друку досліджуваними УФ-фарбами низької міграції на плівкових пакувальних матеріалах визначено оптимальні параметри анілоксових валів для друкування растрових (СМҮК) та плашкових (Panton) елементів, а також праймера (табл. 1).

Як видно з табл. 1, зі збільшенням лініатури растра зменшується об'єм растрової комірки. Для фарб тріади вибрано анілоксовий вал із найбільшою лініатурою (400/4), для чорної фарби використовується вал з показниками 315/5, який забезпечує більшу оптичну щільність; для пантонних фарб використовуються анілоксові вали з лініатурою 120–160. Отже, параметри анілоксового вала визначають кількість фарби на відбитку, від чого залежить величина оптичної щільності фарбового шару.

Таблиця 1

Рекомендовані лініатури та об'єми комірок анілоксів валів

Фарба	Лініатура, лін/см	Об'єм комірок, см ³ /м ²
Cyan	400	4
Magenta	400	4
Yellow	400	4
Контур (Pro Black)	315	5
Біла	160	8
Panton 185	140	9
Panton 300	160	8
Panton 368	140	9
Panton 374	210	6,5
Panton 485	160	8
Panton 2768	120	10
Gold 873	160	8

Для визначення оптимальних параметрів анілоксів валів для кожної фарби вимірювались оптичні щільності відбитків, а також враховувався характер оригіналів, які відтворюються. Для тріадних фарб це растрові оригінали, для пантонів — штрихові і плашкові елементи, тому для їх відтворення можна брати вали з меншою лініатурою, що дасть більшу насиченість відбитків. З іншого боку, для відтворення дрібних растрових крапок потрібно обирати анілоксів вали з високою лініатурою 400, щоб вони не провалювались у чарунки.

Оптична щільність відбитків тріадних фарб для різної лініатури анілоксів валів наведена на діаграмі (рис. 1). Як і треба було сподіватися, найвищі показники оптичної щільності отримані після використання анілокса з лініатурою 160 лін/см: для фарби Cyan вони становили 1,81, а для фарби Magenta — 1,77.

Оскільки рекомендованими величинами оптичних щільностей для флексографічного друку є: Cyan — 1,3–1,45; Magenta — 1,3–1,45; Yellow — 1,1–1,2; Black — 1,5–1,65 [11], то, як показують отримані результати, всі тріадні кольори фарб Nutriflex серії LM задовольняють вимоги щодо оптичної щільності також при лініатурі растра 400: Cyan — 1,4; Magenta — 1,4; Yellow — 1,2. Найменші відмінності оптичної щільності плашок відповідають фарбі Cyan і Magenta, для Pro Black оптимальним є анілоксів вал з лініатурою 315, який забезпечує оптичну щільність 1,175 (рис. 1).

Отже, проведені експериментальні дослідження підтвердили ефективність застосування у технологічних процесах флексографічного друку фарб низької міграції, за умови використання встановлених режимів підготовки друкарської фарби, рекомендовано лініатуру растрів і об'єм комірок анілоксів валів для кожної з тріади і окремих пантонів фарби Nutriflex серії LM виробництва компанії Siegwark, які забезпечують необхідну насиченість друкарських відбитків.

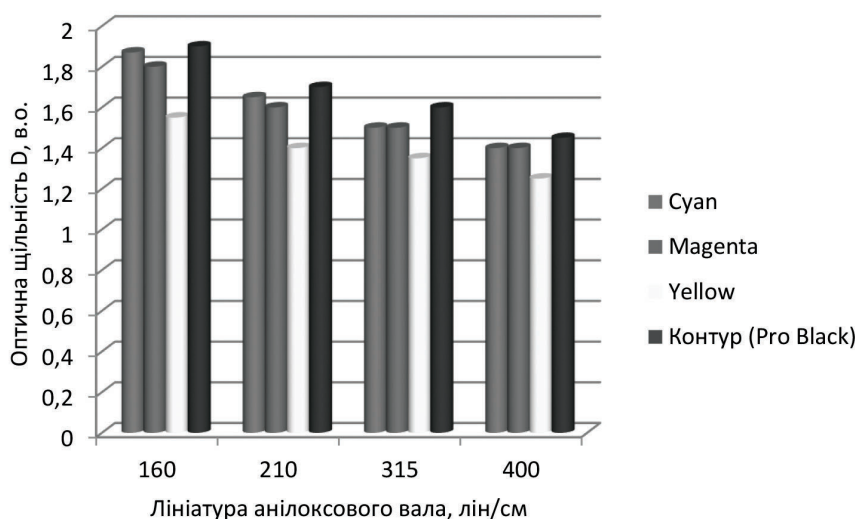


Рис. 1. Оптична щільність відбитків тріадних фарб для різної лінійатури анілоксових валів

Як видно з діаграми кольорового охоплення відбитків, задрукованих фарбами з низькою міграцією на різних плівкових матеріалах (рис. 2), відхилення кольору за dE2000 становить не більше ніж 5, що відповідає стандарту ISO 12647-6 [11].

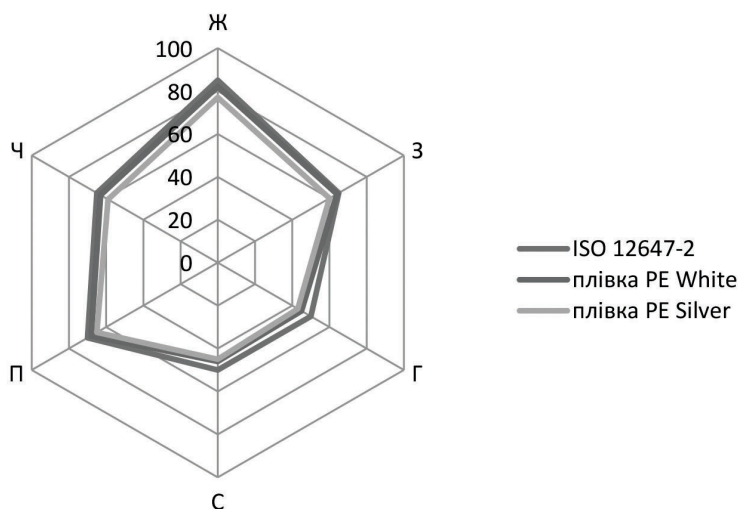


Рис. 2. Діаграма кольорового охоплення для фарб Nutriflex серії LM:

1 — номінальні значення; 2 — відбиток на ПЕ плівці (біла);

3 — відбиток на ПЕ плівці (срібна)

Отже, можна зробити висновок, що фарби низької міграції за дослідженими показниками оптична щільність, кольорове охоплення не відрізняються від фарб, у композиції яких використовуються низькомолекулярні сполуки.

Для порівняння міцності на стирання вододисперсійних і УФ-фарб, а також фарб з низькою міграцією відбитки досліджували на приладі ІМР. Усереднені значення міцності на стирання для 10 паралельних випробовувань наведені на рис. 3.

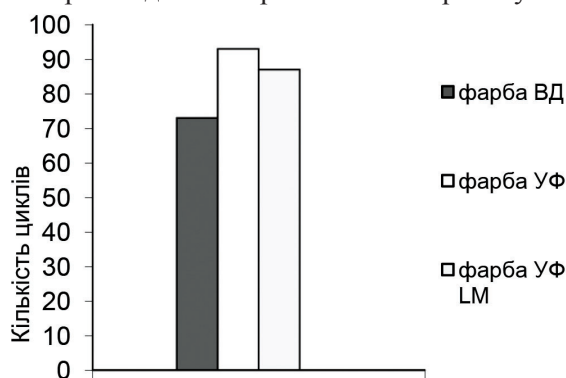


Рис. 3. Діаграма міцності на стирання відбитків, отриманих різними видами флексографічних фарб

Як видно з результатів випробовування, фарби низької міграції забезпечують практично таку саму стійкість на стирання, як і стандартні УФ-фарби, проте для повного уникнення переходу складників фарб на руки споживачів варто виконувати захисне лакування чи ламінування. Оскільки лак не дає достатнього захисту від стирання відбитка, замість лакування виконують ламінування, в результаті чого отримуємо міжшаровий друк. Це особливо актуально для харчових пакувань, оскільки це убезпечує від переходу фарбового шару на продукт. Проте потрібно пам'ятати про те, що навіть абсолютний захист від стирання фарби не убезпечує від міграції низькомолекулярних сполук, тому в кожному випадку використання фарб з низькою міграцією необхідне для друкування пакувань, які контактують з продуктами харчування.

Висновки. Здійснено підбір оптимальних параметрів анілоксового вала для фарб низької міграції, а також деяких пантонів і праймера. Дослідження якісних показників відбитків на гнучких пакувальних матеріалах показали, що фарби низької міграції відповідають чинним стандартам відтворення кольору, а відхилення кольору становить не більше ніж 5. Отже, УФ-фарби низької міграції забезпечують необхідну якість друку за показниками: оптична щільність, кольорове охоплення і стійкість до стирання та можуть бути рекомендовані як більш безпечні для виготовлення пакувань харчової продукції порівняно з фарбами, в композиції яких використовуються низькомолекулярні сполуки.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Food contact materials. URL: <https://www.efsa.europa.eu/en/topics/topic/food-contact-materials>.
2. EuPIA Guideline on Printing Inks applied to Food Contact Materials. April 2020. URL: https://www.eupia.org/fileadmin/Documents/Food_contact_material/2020-12-22_EuPIA_Guideline_on_Printing_Inks_applied_to_Food_Contact_Materials.pdf.

3. LED Curing: The Future Is Now. URL: <https://www.flexography.org/industry-news/led-curing-the-future-is-now-2/>.
4. EuPIA Suitability List of Photoinitiators and Photosynergists for Food Contact Materials – October 2020. URL: https://www.eupia.org/fileadmin/FilesAndTradExtx_edm/EuPIA_Suitability_List_of_Photoinitiators_and_Photosynergists_for_FCM_October_2020.pdf.
5. Küng R. Polymeric Photoinitiators: UV Inks and Coatings for Food Packaging. URL: <https://www.radtech.org/magazinearchives/Publications/RadTechReport/win-2011/Polymeric%20Photoinitiators-%20UV%20Inks%20and%20Coatings%20for%20Food%20Packaging.pdf>.
6. Аналіз впливу задрукованих офсетними фарбами пакувальних матеріалів на екологічність продуктів харчування / Гавенко С. Ф., Мартинюк М. С., Коротка В. О., Огірко М. О. Квалілогія книги. 2017. №2(32). С.5-11.
7. Дослідження градаційних характеристик під час друкування пакувань для харчової промисловості / Гавенко С. Ф., Бернацек В. В., Лабєцька М. Т., Ривак П. М. Квалілогія книги. 2019. № 2 (36). С. 58–66.
8. Кукура Т. Ю. Дослідження впливу характеристик анілоксових валів на якісні показники відбитків флексографічного друку. Поліграфія і видавнича справа. 2023. № 1 (85). С. 145–154.
9. SICURA Nutriflex Series. URL: <https://www.siegwerk.com/en/inks-coatings/printing-inks/colorseriesdetail/sicura-nutriflex-series.html>.
10. Flexographic Image Reproduction Specifications & Tolerances. URL: <https://www.flexography.org/wp-content/uploads/2014/11/FFTA-FIRST-5.0-Design-Guide.pdf>.
11. Graphic Technology—Process Control for the Production of Half-tone Colour Separations, Proofs and Production Prints—Part 6: Flexographic Printing; ISO 12647-6: 2012. URL: <https://www.iso.org/obp/ui/#iso:std:iso:12647:-6:ed-2:v1:en>.

REFERENCES

1. Food contact materials. Retrieved from <https://www.efsa.europa.eu/en/topics/topic/food-contact-materials> (in English).
2. EuPIA Guideline on Printing Inks applied to Food Contact Materials. April 2020. Retrieved from https://www.eupia.org/fileadmin/Documents/Food_contact_material/2020-12-22_EuPIA_Guideline_on_Printing_Inks_applied_to_Food_Contact_Materials.pdf (in English).
3. LED Curing: The Future Is Now. Retrieved from <https://www.flexography.org/industry-news/led-curing-the-future-is-now-2/> (in English).
4. EuPIA Suitability List of Photoinitiators and Photosynergists for Food Contact Materials – October 2020. Retrieved from https://www.eupia.org/fileadmin/FilesAndTradExtx_edm/EuPIA_Suitability_List_of_Photoinitiators_and_Photosynergists_for_FCM_October_2020.pdf (in English).
5. Küng, R. Polymeric Photoinitiators: UV Inks and Coatings for Food Packaging. Retrieved from <https://www.radtech.org/magazinearchives/Publications/RadTechReport/win-2011/Polymeric%20Photoinitiators-%20UV%20Inks%20and%20Coatings%20for%20Food%20Packaging.pdf> (in English).
6. Havenko, S. F., Martyniuk, M. S., Korotka, V. O., & Ohirko, M. O. (2017). Analiz vplyvu zadrukovanykh ofsetnymy farbamy pakuvalnykh materialiv na ekolohichnist produktiv kharчування: Kvalilohiia knyhy, 2 (32), 5–11 (in Ukrainian).

7. Havenko, S. F., Bernatsek, V. V., Labetska, M. T., & Ryvak, P. M. (2019). Doslidzhennia hradatsiinykh kharakterystyk pid chas drukuvannia pakovan dlia kharchovoi promyslovosti: Kvalilohiia knyhy, 2 (36), 58–66 (in Ukrainian).
8. Kukura, T. Yu. (2023). Doslidzhennia vplyvu kharakterystyk aniloksovykh valiv na yakisni pokaznyky vidbytkiv fleksohrafichnoho druku: Polihrafiia i vydavnycha sprava, 1 (85), 145–154 (in Ukrainian).
9. SICURA Nutriflex Series. Retrieved from <https://www.siegwerk.com/en/inks-coatings/printing-inks/colorseriesdetail/sicura-nutriflex-series.html> (in English).
10. Flexographic Image Reproduction Specifications & Tolerances. Retrieved from <https://www.flexography.org/wp-content/uploads/2014/11/FFTA-FIRST-5.0-Design-Guide.pdf> (in English).
11. Graphic Technology—Process Control for the Production of Half-tone Colour Separations, Proofs and Production Prints—Part 6: Flexographic Printing; ISO 12647-6: 2012. Retrieved from <https://www.iso.org/obp/ui/#iso:std:iso:12647:-6:ed-2:v1:en> (in English).

doi: 10.32403/2411-3611-2023-2-44-68-74

RESEARCH OF PRINTING PARAMETERS ON FLEXIBLE PACKAGING USING LOW MIGRATION UV INKS

M. S. Martyniuk, O. D. Koniukhov

*Ukrainian Academy of Printing,
19, Pid Holoskom St., Lviv, 79020, Ukraine
m_mart@meta.ua*

Taking into account the actuality of using ecological and safe materials for printing, a study of the peculiarities of flexographic printing technique on flexible packaging with low migration UV inks is carried out. Flexible packaging materials and low-migration inks used at local flexographic printing enterprises are studied. For this purpose, the optimal parameters of anilox rollers for printing raster and ink elements are determined. The parameters of the anilox roller for each ink are determined by measuring the optical densities of the imprints, taking into account the nature of the originals being reproduced.

The conducted experimental research shows the high quality of flexographic printing imprints with low-migration inks on flexible packaging materials, if the technological regimes are followed. In addition, the ruler of the rasters and the volume of the cells of the anilox rollers for each of the triads and individual pantones inks are recommended, which ensure the necessary saturation of imprints. A graph of color coverage of imprints obtained with low migration inks on various film materials is constructed, according to which the color deviation does not exceed the permissible limits.

Keywords: *ecological aspects, flexographic printing technique, low migration inks.*

Стаття надійшла до редакції 21.08.2023.

Received 21.08.2023.