**УДК 655.326.1**

# ДОСЛІДЖЕННЯ ВПЛИВУ ДОБАВОК У ФЛЕКСОГРАФІЧНІ ДРУКАРСЬКІ ФАРБИ НА ЇХ ВЛАСТИВОСТІ НА ВІДБИТКАХ

Ю. А. Кукура, В. В. Кукура, Ю. М. Голик

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

*Досліджено у виробничих та лабораторних умовах вплив адгезійної, воскової та силіконової добавок у спирторозчинні флексографічної фарби на адгезійну стійкість фарбового шару, його стійкість до сухого та вологого стирання, до сухого та вологого зминання, до подряпин та вплив цих добавок на оптичні характеристики друкарських відбитків. На основі проведених досліджень зроблено практичні рекомендації щодо ефективного використання цих добавок у технологічних процесах флексографії.*

***Ключові слова:*** *флексографія, спирторозчинні фарби, адгезійна добавка, воскова добавка, друкарські відбитки, стійкість фарбового шару, оптична щільність.*

**Постановка проблеми.** На відміну від фарб офсетного друку, які постачають практично готовими до застосування, спирторозчинні фарби флексографічного друку потребують не тільки попередньої підготовки (доведення до робочої в'язкості), а й частого корегування властивостей з метою пришвидшити чи сповільнити їх висихання, змінити стійкісні характеристики шару фарби, тощо. Корегування властивостей інколи здійснюють безпосередньо у процесі друкування, реагуючи на певні виробничі проблеми. Але правильним підходом до цієї проблеми, який все частіше використовують провідні підприємства, є попередній аналіз і підбір тих чи інших добавок та їх концентрацій в лабораторних умовах. Це дає змогу суттєво економити час у процесі друкування тиражу та надає технологу готову базу знань для швидкого коригування властивостей фарбового шару.

**Останні дослідження та публікації.** Важливим чинником впливу на кінцеві характеристики відбитку флексографічного друку є компонентний склад друкарських фарб [1]. У проведених дослідженнях впливу на якість відбитків та реологічні властивості водорозчинних фарб плівкоутворювальних смол [2] та дослідженнях впливу на якість відбитків друкарсько-технічних властивостей спирторозчинних [3,4] та УФ-фарб [5] не акцентувалася увага на добавках у складі цих фарб. Тому аналіз наведених у статті результатів дозволить не тільки надати прямі практичні рекомендації щодо оптимального використання добавок у складі досліджуваних фарб, а й відкриває перспективи для глибшого та детальнішого аналізу процесу флексографічного друку із застосуванням інформаційних технологій.

**Мета статті** — встановити впив добавок IAM/EtAc, WA, S1 та S2 у спирторозчинні флексографічні друкарські фарби на їх експлуатаційні властивості на відбитках та визначити оптимальні концентрації цих добавок

**Виклад основного матеріалу дослідження.** Експериментальні дослідження виконували у виробничих умовах фірми ТОВ «Флексорес» та в лабораторіях Української академії друкарства. Для аналізу та тестування використовували фарбу для флексографічного друку Poliroto/RDB (SunChemical) та розчинник РФЛ на основі етанолу. Об'єктами досліджень були добавки у флексографічні друкарські фарби: адгезійна добавка IAM/EtAc, воскова добавка WA і силіконові добавки S1 та S2. Фарби доводили до робочої в'язкості 20 з додаванням розчинника, вимірювання в'язкості здійснювали за допомогою віскозиметра DIN 4 з діаметром сопла 4 мм.

Як основу для отримання тестових відбитків використовували перлисто-білий поліпропілен виробництва німецької компанії Treofan товщиною 35 мкм. Для отримання тестових відбитків використовували прободрукарський пристрій K Printing Proofer. Для вимірювання оптичних щільностей відбитків застосовували спектрофотометр SpectroEye (X-Rite).

Тестування адгезії фарбового шару до поверхні плівки здійснювали за допомогою скотч-тесту (TESA 4151). Умовну стійкість фарби на відбитку до подряпин визначали через здряпування фарбового шару тестових відбитків та подальшого візуального вивчення пошкоджень цих зразків. Для визначення глянцю відбитку використовували гляцметр Zehntner (Швейцарія). Визначення стійкості фарбового шару до тертя здійснювали на сучасному модельному пристрої Testometric (Великобританія), який дозволяє проводити миттєву обробку одержаних результатів завдяки з'єднанню з ПК та спеціальному програмному забезпеченню.

На першому етапі досліджень визначали вплив адгезійної добавки IAM/EtAc на адгезійну стійкість відбитка. Тестували тріадні фарби Yellow, Magenta та Cyan. Як показали отримані результати (рис. 1), введення у фарбу адгезійної добавки суттєво підвищує адгезію фарбового шару до перлисто-білого поліпропілену. Найбільший вплив добавки спостерігається для фарби Cyan — введення вже 2 % добавки покращує стійкість фарбового шару до 5-ти балів (рис. 1). Щодо фарб Yellow та Magenta то оптимальним вмістом добавки, з огляду на адгезійну стійкість, є 4 % (рис. 1).

Введення адгезійної добавки позитивно відображається не тільки на адгезійній стійкості відбитків, але й на їхній стійкості до сухого та вологого стирання (таб. 1–2). Зокрема стійкість фарби Yellow до сухого стирання зростає під час введення добавки від 1 до 3 % з 1-го до 5-ти балів. Щодо фарби Magenta, то для досягнення 5-ти бальної стійкості потрібно ввести 5 % добавки, причому під час введенні 2–4 % добавки стійкість є приблизно на одному рівні. Це підтверджує відомий факт про нищі стійкісні характеристики фарб червоних відтінків (зокрема Magenta) порівняно з іншими фарбами. Це пов'язано з особливістю пігментного складу цих фарб. Введення у фарбу Cyan адгезійної добавки до 2 % практично не позначається на її стійкості до сухого стирання, але введення 5 % добавки змінює цю стійкість до 5-ти балів (табл. 1).

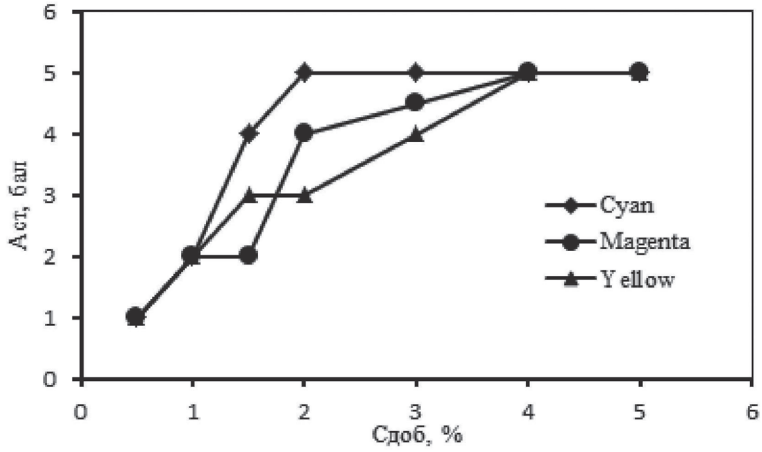


Рис. 1. Залежність адгезійної стійкості фарбового шару від кількості адгезійної добавки у фарбі

Таблиця 1

**Вплив кількості адгезійної добавки на стійкість до сухого стирання**

| Кількість адгезійної добавки, % | Стійкість до стирання, бали | | |
|---|---|---|---|
| | Cyan | Magenta | Yellow |
| 0,5 | 1 | 1 | 1 |
| 1 | 1 | 2 | 2 |
| 1,5 | 1 | 3 | 3 |
| 2 | 1 | 4 | 4 |
| 3 | 2 | 4 | 5 |
| 4 | 4 | 4 | 5 |
| 5 | 5 | 5 | 5 |

Результати отримані щодо стійкості фарбового шару до вологого стирання корелюють з попередніми результатами (табл. 2). Як і в попередньому випадку найвища стійкість відповідає фарбі Yellow і її одержують під час введення 3 % добавки. Фарбі Cyan максимальна стійкість відповідає 5 % добавки (табл. 2). Щодо фарби Magenta, то тест на вологе стирання показав, що навіть максимальне введення добавки (5 %) не підвищує стійкість фарби на відбитку вище 4 балів (табл. 2).

Відомо, що введення у фарбу різноманітних добавок може негативно позначитись на їхніх оптичних характеристиках. Навіть незначне відхилення оптичної щільності тієї чи іншої фарби тріади може призвести до спотворення зображення, а отже, браку. Тому проведено дослідження впливу кількості адгезійної добавки на оптичні характеристики тріадних фарб (рис. 2).

Таблиця 2

**Вплив кількості адгезійної добавки на стійкість до вологого стирання**

| Кількість адгезійної добавки, % | Стійкість до стирання, бали | | |
|---|---|---|---|
| | Cyan | Magenta | Yellow |
| 0,5 | 0 | 0 | 2 |
| 1 | 0 | 0 | 2 |
| 1,5 | 1 | 1 | 3 |
| 2 | 3 | 1 | 4 |
| 3 | 4 | 3 | 5 |
| 4 | 4 | 4 | 5 |
| 5 | 5 | 4 | 5 |

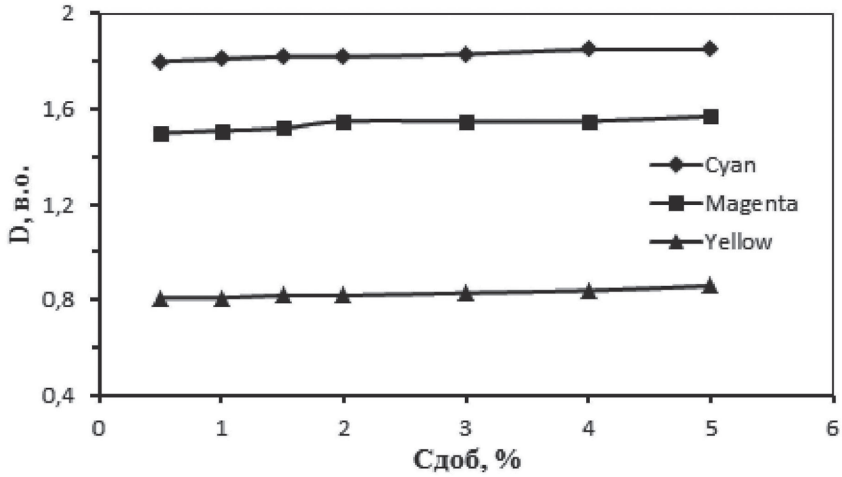


Рис. 2. Залежність оптичної щільності фарби на відбитку від кількості адгезійної добавки у фарбі

Для усіх фарб спостерігаємо незначні зміни оптичних щільностей. Для фарби Yellow — від 0,81 до 0,86, для фарби Magenta — від 1,5 до 1,57 і для фарби Cyan — від 0,8 до 0,85. Максимальні відхилення, як бачимо, відповідають фарбі Magenta. Але таке пропорційне збільшення оптичної щільності зазвичай не позначається на загальних колористичних характеристиках відбитку і у разі потреби легко регулюється під час процесу друкування за допомогою розчинника. Загалом можемо твердити, що введення адгезійної добавки до 5 % суттєво не впливає на оптичні характеристики фарби на відбитку.

На другому етапі досліджень проведено аналіз впливу воскової добавки (WA) на характеристики фарби на відбитку. Додавання воскової добавки не тільки покращує еластичність фарбової плівки та її стійкість до подряпин, а й підвищує глянець фарбового шару. Для фарби Cyan вже невелика кількість добавки при-

зводить до підвищення стійкості до подряпин, а 4 % добавки підвищують її до максимального рівня (табл. 3). Щодо фарби Magenta, то суттєві зміни стійкості спостерігаємо під час введення добавки більше 3 %. Оптимальна кількість добавки для фарб Yellow та Magenta — 5 %.

Таблиця 3

**Вплив кількості воскової добавки до стійкості до подряпин**

| Кількість воскової добавки, % | Оцінка, бали | | |
|---|---|---|---|
| | Cyan | Magenta | Yellow |
| 0 | 2 | 2 | 2 |
| 1 | 2 | 2 | 2 |
| 2 | 3 | 2 | 3 |
| 3 | 4 | 3 | 4 |
| 4 | 5 | 4 | 4 |
| 5 | 5 | 5 | 5 |

У технологічних процесах флексографічного друку воскова добавка має своє застосування також коли необхідне підвищення стійкості відбитка до сухого та вологого зминання. Під час дослідження стійкості до сухого зминання спостерігаємо пропорційне зростання стійкості з введенням у фарбу добавки. Нищою стійкістю характеризуються лише відбитки отримані фарбою Magenta — при 5 % введеної добавки стійкість становить 4 бали. Щодо стійкості до волого зминання, то максимальне значення відповідає фарбі Yellow, а для фарб Magenta та Cyan при 5 % добавки стійкість підвищується тільки до 4 балів.

Цілком очевидно, що незалежно від природи, добавки впливають на оптичні характеристики відбитків, тому як і в попередніх експериментах, проведено дослідження впливу кількості воскової добавки на оптичну щільність відбитків. Збільшення кількості добавки для усіх фарб, приблизно пропорційно підвищує їхню оптичну щільність на відбитках на 0,03–0,04 одиниці. Прогнозуємо, що такі зміни суттєво не відображається на оптичних характеристиках відбитка.

Іншою важливою характеристикою, на яку впливає воскова добавка, є глянець відбитку. Величина глянцю фарби залежить не тільки від її виду, але й від типу основи і товщини фарбового шару, тому під час визначення глянцю завжди враховуються обидва ці параметри. Як бачимо (рис. 3), введення воскової добавки змінює глянець для фарб Magenta та Cyan від — 53,55 до 60,62 %. Для фарби Yellow ця зміна не така суттєва (50 – 54 %). Ці дослідження показали можливість корегування глянцю введенням воскової добавки. Ці зміни також треба враховувати коли ми вводимо воскову добавку для інших технологічних потреб (наприклад, для підвищення стійкості до подряпин).

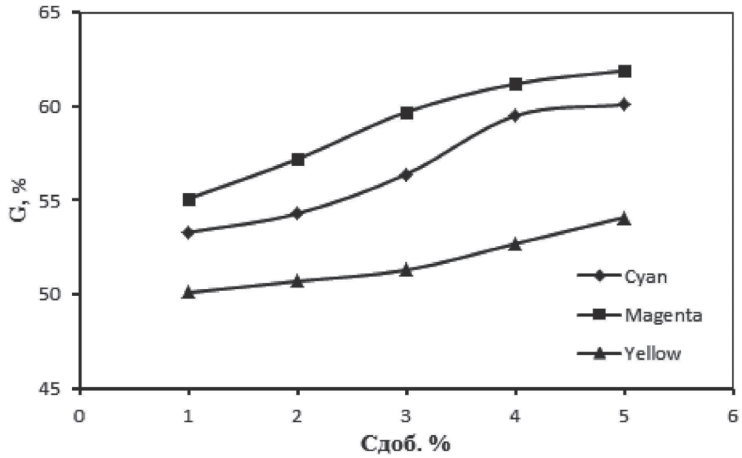


Рис. 3. Залежність глянцю фарби на відбитку від кількості воскової добавки у фарбі

Ще одною добавкою, яку широко використовують в технології флексографічного друку, є силіконова добавка. Проведене дослідження впливу добавки S1 на стійкість шару фарби Magenta до тертя (рис. 4) підтвердило суттєвий вплив цієї добавки на зменшення відносного коефіцієнту тертя. Але введення цієї добавки понад 5 % може спричинити певне порушення стабільності фарбової системи, а також вплинути на оптичні параметри відбитка. Для порівняння проведено пробне тестування силіконової добавки іншого типу (S2). Дослідження альтернативної добавки (S2) показало її вищу ефективність — середній відносний коефіцієнт тертя під час використання 3 % цієї добавки становить 0,203, а використовуючи добавку S1, він становить 0,214. Такий результат вказує на перспективність використання добавки S2 (після подальших експериментальних досліджень) у технологічних процесах флексографічного друку.

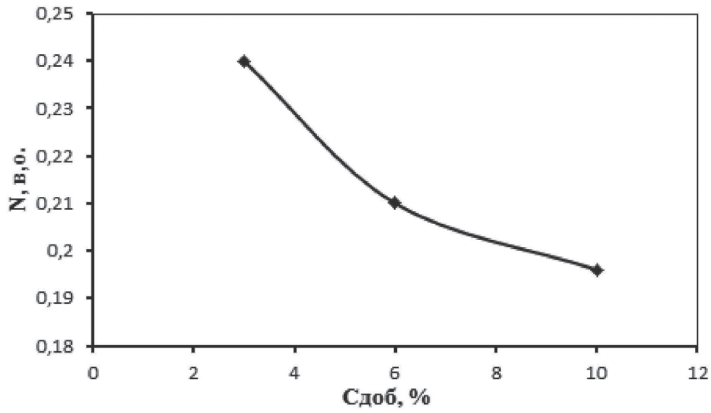


Рис. 4. Залежність відносного коефіцієнту тертя від кількості силіконової добавки у фарбі

**Висновки.** У результаті проведених досліджень встановлено оптимальні кількості адгезійної добавки IAM/EtAc, введення якої у тріадні фарби Poliroto/RDB (SunChemical) суттєво покращує адгезійну стійкість відбитка та підвищує стійкість відбитків до сухого та вологого стирання.

Встановлено оптимальні кількості воскової добавки, введення якої у досліджувані фарби підвищує стійкість фарбового шару до подряпин, сухого та вологого зминання, а також глянець відбитка.

Встановлено, що введення у фарби Poliroto/RDB адгезійної та воскової добавок в кількості до 5 % не суттєво впливає на оптичну щільність відбитка.

Дослідження підтвердили ефективність застосування силіконових добавок S1 і S2 для зменшення коефіцієнту тертя фарбового шару та встановлено оптимальні кількості цих добавок.

Загалом проведені експериментальні дослідження підтверджують ефективність використання усіх досліджуваних добавок у фарби в технологічних процесах флексографічного друку.

## СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Флексографские краски: комплексный похо. Киев : УФТА, 2000. 160 с.
2. Степанець А. І., Хохлова Р. А. Вплив pH і концентрації розчинів смоли естеру стиромаля на реологічні властивості флексографічних. Технологія і техніка друкарства. 2010. № 2. С. 115–119.
3. Козик А. М. Повышение качества изображения и методы влияния на цветовую гамму в процессе флексографской печати. Технологія і техніка друкарства. 2008. № 3–4. С. 54–62.
4. Кукура В. В., Кукура Ю. А., Місюра М. О. Дослідження властивостей спирторозчинних фарб флексографічного друку. Поліграфія і видавнича справа. 2016. № 2. С. 130–135.
5. Репета В. Б., Кукура В. В., Місюра М. О. Контроль стабільності друкарського процесу на вузькорулонній УФ-флексографічній машині. Поліграфія і видавнича справа. 2017. № 1. С. 63–69.

## REFERENCES

1. Fleksografskie kraski: kompleksnyi pokho. (2000). Kiev : UFTA (in Russian).
2. Stepanets, A. I., & Khokhlova, R. A. (2010). Vplyv rN i kontsentratsii rozchyniv smoly esteru styromalia na reolohichni vlastyvosti fleksohrafichnykh: Tekhnolohiia i tekhnika drukarstva, 2, 115–119 (in Ukrainian).
3. Kozik, A. M. (2008). Povyshenie kachestva izobrazheniia i metody vliianiia na tcvetovuiu gammu v protcesse fleksografskoi pechati: Tekhnologiia i tekhnika drukarstva, 3–4, 54–62 (in Russian).
4. Kukura, V. V., Kukura, Yu. A., & Misiura, M. O. (2016). Doslidzhennia vlastyvostei spyrtorozchynnykh farb fleksohrafichnoho druku: Polihrafiia i vydavnycha sprava, 2, 130–135 (in Ukrainian).
5. Repeta, V. B., Kukura, V. V., & Misiura, M. O. (2017). Kontrol stabilnosti drukarskoho protsesu na vuzkorulonnii UF-fleksohrafichnii mashyni: Polihrafiia i vydavnycha sprava, 1, 63–69 (in Ukrainian).

doi: 10.32403/1998-6912-2018-1-56-53-60

# RESEARCH OF EFFECTS OF ADDITIVES IN FLEXOGRAPHIC PRINTING INKS ON THEIR PROPERTIES IN IMPRINTS

Yu. A. Kukura, V. V. Kukura, Yu. M. Holyk

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

*The influence of adhesive, wax and silicone additives in alcohol-soluble flexographic inks on the adhesion resistance of the ink layer, its resistance to dry and wet abrasion, to dry and wet squeezing, to scratches has been researched as well as the effects of these additives on the optical characteristics of printing imprints in the production and laboratory conditions.*

*As a result of the research, the optimum amounts of adhesive additives IAM / EtAc have been established, the introduction of which in the triadic inks of Poliroto/ RDB (SunChemical) significantly improves the adhesion resistance of the imprint and increases the resistance of the imprints to dry and wet abrasion. The optimum amount of wax additive has been set, the introduction of which in the researched inks increases the resistance of the ink layer to scratches, dry and wet squeezing, and it also improves the gloss of the imprint. It has been established that the introduction of adhesive and wax additives into Polyroto/RDB inks does not significantly affect the optical density of the imprint – up to 5%. The research confirms the effectiveness of the application of silicone additives S1 and S2 to reduce the coefficient of friction of the ink layer and the optimal amounts of these additives have been set.*

*The obtained results allow to predict the influence of various additives in alcohol soluble flexographic inks on the printing technical and optical characteristics of the imprints, and, consequently, on the quality of finished products. These results can serve as a basis for a deeper analysis of the indicators of flexographic printing quality using the information technology.*

*The results of the experimental studies have made it possible to make real practical recommendations for optimizing the amount of additives in flexographic inks in accordance with the requirements of the technological process.*

***Keywords:*** *flexography, alcohol-soluble inks, adhesive additive, wax additive, imprints, resistance of the ink layer, optical density.*

*Стаття надійшла до редакції 26.03.2018.*
*Received 26.03.2018.*