

УДК 655.344

ПІДВИЩЕННЯ ТЕХНОЛОГІЧНОЇ ЕФЕКТИВНОСТІ ОФСЕТНИХ УФ-ФАРБ

Ю. А. Кукура, В. Б. Репета, В. В. Кукура

*Національний університет «Львівська політехніка»
Інститут поліграфії та медійних технологій,
вул. Під Голоском, 19, Львів, 79020, Україна*

Проведено експериментальне дослідження експлуатаційних властивостей фарб ультрафіолетового закріплення для плоского офсетного друку серій Ultraking Xcura та New, а також добавки для пришвидшення полімеризації фарб Ultraking Photoinitiator Paste XLM та добавок для зниження липкості УФ-фарб Ultraking Liquid Reducer і MGA Paste Reducer. Встановлено залежності впливу концентрації фотоініціюючої добавки на час закріплення УФ-фарб на відбитках. Встановлено залежності впливу концентрації добавок Ultraking Liquid Reducer та MGA Paste Reducer на умовну липкість УФ-фарб та їх в'язкість. Встановлено залежності впливу концентрації добавок для зниження липкості на час закріплення УФ-фарб на відбитках. Встановлено залежності впливу концентрації досліджуваних добавок на оптичну щільність УФ-фарб на відбитках та визначено, що їх введення до складу УФ-фарб мало впливає на оптичні характеристики відбитків. В цілому, за аналізом результатів проведених експериментальних досліджень встановлено оптимальні концентрації коригуючих добавок у фарби Ultraking Xcura та NewV.

Ключові слова: плоский офсетний друк, УФ-фарба, добавка, фотоініціатор, в'язкість, липкість, час полімеризації, оптична щільність.

Постановка проблеми. Очікується, що обсяг ринку друкарських фарб, які закріплюються за допомогою ультрафіолету (УФ-фарб), у 2025 році складе 1,75 млрд. доларів США і до 2030 року досягне 2,49 млрд. доларів США зі середньорічним темпом зростання (CAGR) 7,26% протягом прогнозованого періоду (2025-2030 рр.). Основним рушієм зростання використання цього типу фарб є використання енергоефективного світлодіодного обладнання та матеріалів, які знижують споживання енергії друкарськими машинами на 60-65%, одночасно усуваючи необхідність обслуговування ртутних ламп та викиди летких органічних сполук [1]. Однак ефективне використання фарб ультрафіолетового закріплення вимагає також постійного вдосконалення технологій їх використання, тому дослідження можливостей швидкого регулювання властивостей УФ-фарб офсетного друку за допомогою спеціальних добавок є актуальним завданням

Аналіз останніх досліджень та публікацій. Фарби ультрафіолетового закріплення знаходять щораз ширше застосування практично в усіх способах друку

завдяки своїм технологічним перевагам [2,3]. Швидкі темпи розвитку УФ-технологій викликають широке зацікавлення у науковців. Проводяться як дослідження процесів фотополімеризації [4-5], так і матеріалів для вдосконалення складу фарб, з метою надання їм спеціальних унікальних властивостей чи покращення їх друкарсько-технічних характеристик. Зокрема, розроблено UV-LED офсетну друкарську фарбу на основі кремнійорганічного модифікованого поліуретан-акрилату і кополімеру акрилату стиролу, яка характеризується підвищеною стійкістю фарбового шару [6]. Ще одним винаходом є розробка УФ офсетної друкарської фарби з прискореною швидкістю закріплення. Завдяки використанню суміші фотоініціаторів вдалося досягнути швидкості друкування 16000 відб/год [7]. Розробляються також фарби зі спеціальними оптичними характеристиками. Прикладом може бути УФ матова екологічно безпечна офсетна друкарська фарба на основі акрилової емульсії та поліефірно-акрилової смоли [8]. Подібними властивостями володіє розроблена LED-УФ-фарба, яка швидко закріплюється без виділення озону під низько енергетичними джерелами випромінювання та створює матовий ефект [9]. Важливі винаходи стосуються підвищення екологічної безпеки УФ-матеріалів та зниження їх енергоємності. Створені фарби УФ-закріплення, яка характеризується високою швидкістю закріплення з винятково низькою енергоємністю [10-11]. Розробляються УФ-фарби плоского офсетного друку для спеціальних застосувань, наприклад, для друкування по металевих основах [12], по поліетилентерефталатній плівці [13], шкіряних виробках [14]. Спеціально для друкування цінних паперів створено УФ-фарби світлодіодного закріплення [15-17]. Особлива увага приділяється дослідниками властивостям УФ-фарб [2,18] та їх взаємодії з різними поверхнями [19].

З усього вищесказаного можна зробити висновок, що УФ-технології в сучасній поліграфії є одними з найперспективніших і мають велике майбутнє.

Мета статті – встановлення закономірностей впливу добавок в УФ-фарби плоского офсетного друку на їх друкарсько-технологічні властивості та якість відбитків.

Виклад основного матеріалу дослідження. Експериментальні дослідження проводилися в науково-дослідній лабораторії медійних і ресурсоощадних поліграфічних технологій кафедри мультимедійних технологій ПІМТ НУ «Львівська політехніка». В експериментальній роботі використовувались тріадні фарби ультрафіолетового закріплення для плоского офсетного друку серій Ultraking Xcura (Flint Group) та NewV (Huber Group). Для пришвидшення полімеризації фарб використовували добавку Ultraking Photoinitiator Paste XLM (UPP XLM), для зниження липкості УФ-фарб – добавки Ultraking Liquid Reducer (ULR) та MGA Paste Reducer. Для виготовлення зразків та друкування використовували крейдований папір G-Print (Artic Paper), граматурою 130 г/м² та білизною 117 СІЕ. Задруковані зразки отримували на лабораторному прободрукарському пристрої IGT Testing System. Для закріплення (фотополімеризації) отриманих відбитків використовували лабораторний експонувальний пристрій. Визначення оптичної щільності отриманих тестових відбитків виконували на спектроденситометрі X-Rite SpectroEye.

Для визначення в'язкості УФ-фарб використовували ротаційний віскозиметр Брукфільда (Brookfield RVT), а для визначення умовної липкості - роликовий адгезіометр.

В сучасних умовах до якості друкованої продукції висуваються щораз вищі вимоги. Виконання цих вимог є неможливим без попереднього тестування друкарського процесу та матеріалів, які у ньому використовуються. При використанні УФ-фарб часто виникає необхідність пришвидшити їх закріплення (полімеризацію) на відбитках, особливо це важливо при задруковуванні невсотуючих поверхонь. Для цього використовують спеціальні добавки в фарби, такі як UPP XLM, де фотоініціатор вже попередньо частково розведений у мономері. Як показали отримані результати (рис. 1), збільшення концентрації фотоініціатора суттєво впливає на швидкість закріплення обох серій фарб. Для фарб серії NewV введення до їх складу 3% фотоініціатора зменшує час полімеризації на 27-30%. При використанні 3% добавки у фарби серії Xcura, час полімеризації зменшується на 25-29%. Експеримент показав, що фарби серії Xcura є більш високореактивними, порівняно з фарбами серії NewV – вони полімеризуються в середньому на 7-8 секунд швидше. Результати також показали, що чорні фарби (Black) повільніше полімеризуються.

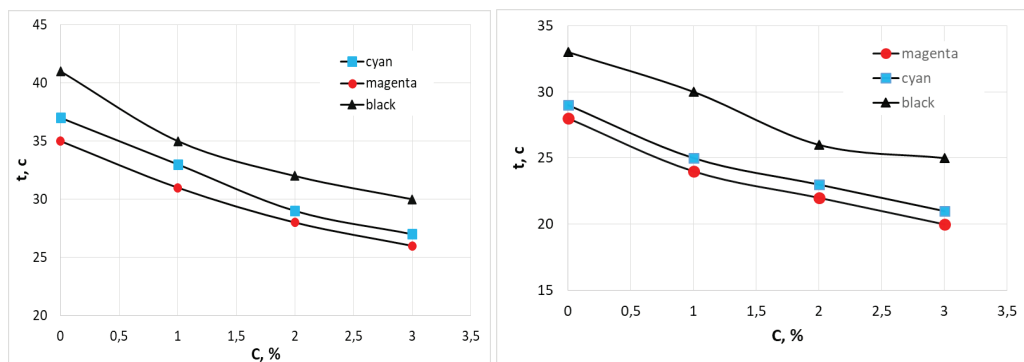


Рис. 1. Вплив концентрації фотоініціатора на час закріплення фарб NewV (ліворуч) та фарб Xcura (праворуч) на відбитку

Необхідною умовою отримання якісного відбитка є відповідні реологічні властивості друкарських фарб (липкість та в'язкість), для регулювання яких також використовують спеціальні добавки. Отримані результати (рис. 2) свідчать, що для обох досліджуваних серій фарб обидві добавки є досить ефективними. При використанні 3% добавки ULR умовна липкість фарб обох серії зменшується на 35-40%, а при використанні 5% добавки MGA – на 45-50%.

Добавки, якими регулюють липкість друкарських фарб часто впливають і на їх в'язкість, бо ці характеристики фарб між собою тісно пов'язані. Результати експериментальних випробувань свідчать, що введення до складу досліджуваних фарб добавки ULR зменшує їх в'язкість. Для фарб серії NewV в'язкість зменшується від 26-27 до 21-23 Па·с (при введенні 3% добавки). Для фарб серії Xcura в'язкість

зменшується від 22-24 до 17-19 Па·с. Отже, добавка ULR зменшує одночасно і липкість, і в'язкість досліджуваних фарб УФ-закріплення (рис.3).

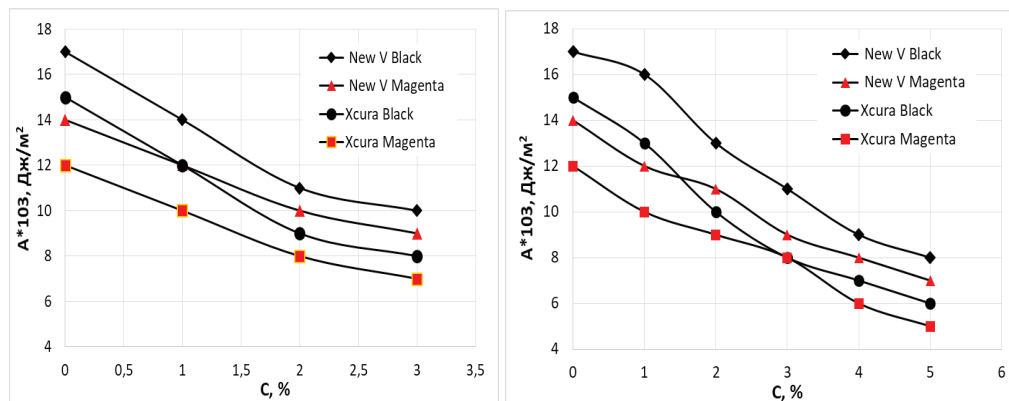


Рис. 2. Вплив на умовну липкість УФ-фарб концентрації добавки Ultraking Liquid Reducer (ліворуч) та MGA Paste Reducer (праворуч)

Щодо добавки MGA, то введення її до складу фарб (до 5%) практично не впливає на їх в'язкість – для фарби NewV Magenta в'язкість не змінюється взагалі, а для інших фарб зменшується на 1 Па·с, що є у межах похибки експерименту (рис.3). Таким чином, можемо твердити, що добавка MGA зменшує липкість УФ-фарб без зміни їх в'язкості.

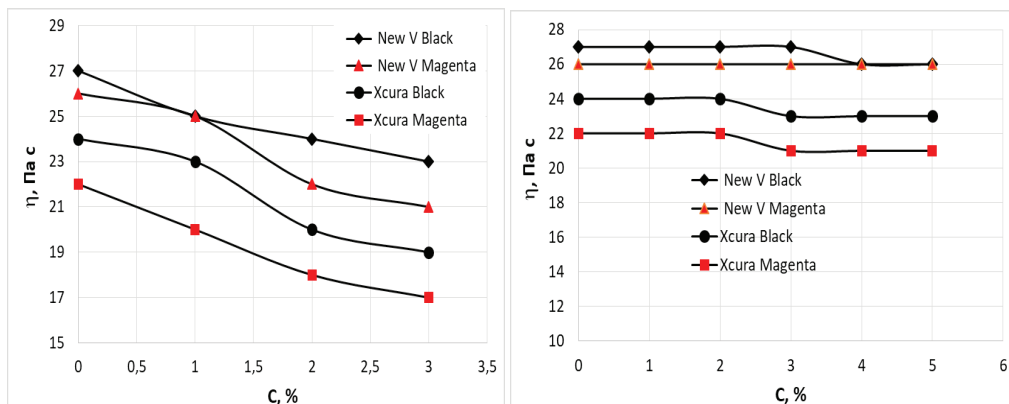


Рис. 3. Вплив на в'язкість УФ-фарб концентрації добавки Liquid Reducer (ліворуч) та MGA Paste Reducer (праворуч)

Відомо, що введення добавок до складу УФ-фарб може позначатися на їх полімеризаційній здатності (швидкості закріплення). Тому було проведено експериментальне дослідження та встановлено вплив концентрації добавок ULR та MGA на час полімеризації фарбового шару на відбитках. В обох випадках введення до складу фарби добавок приводить до збільшення часу полімеризації фарбового шару. При використанні 3% добавки ULR час полімеризації фарб серії NewV

зростає на 10-12 секунд, а фарб серії Xcura – на 9-10 секунд. При використанні 5% добавки MGA час полімеризації фарб серії NewV зростає на 5-6 секунд, а фарб серії Xcura – на 4-5 секунд. Таким чином, добавка ULR більш негативно позначається на полімеризаційній здатності УФ-фарб, що необхідно обов'язково враховувати при використанні її у технологічному процесі плоского офсетного друку.

Під час друкування необхідно постійно контролювати оптичні показники фарб на відбитках, особливо, коли до складу фарби вводяться ті чи інші добавки. В лабораторних умовах було проведено дослідження впливу коригуючих добавок ULR та MGA на оптичну щільність відбитків. Результати показали, що введення 3% добавки ULR до складу фарб NewV та Xcura зменшує їх оптичні щільності на відбитку на 0,06-0,08 в.о. Введення 5% добавки MGA зменшує оптичні щільності досліджуваних фарб всього на 0,04-0,05 в.о. Отже, можемо твердити, що введення досліджуваних добавок до складу УФ-фарб мало впливає на їх оптичні характеристики на відбитках.

Висновки. В результаті проведених експериментальних досліджень властивостей УФ-фарб для плоского офсетного друку та відбитків, отриманих з використанням цих фарб встановлено залежності впливу концентрації фотоініціюючої добавки Ultraking Photoinitiator Paste XLM на час закріплення УФ-фарб на відбитках та визначено, що введення до їх складу 3% фотоініціатора зменшує час полімеризації фарб серії NewV на 27-30%, фарб серії Xcura – на 25-29%. Встановлено залежності впливу концентрації добавок Ultraking Liquid Reducer та MGA Paste Reducer на умовну липкість УФ-фарб та визначено, що при використанні 3% добавки Ultraking Liquid Reducer умовна липкість фарб обох серій зменшується на 35-40%, а при використанні 5% добавки MGA Paste Reducer – на 45-50%. Встановлено залежності впливу концентрації добавок Ultraking Liquid Reducer та MGA Paste Reducer на в'язкість УФ-фарб та визначено, що добавка Ultraking Liquid Reducer зменшує одночасно і липкість і в'язкість досліджуваних фарб, а добавка MGA Paste Reducer зменшує липкість УФ-фарб без зміни їх в'язкості. Встановлено залежності впливу концентрації добавок Ultraking Liquid Reducer та MGA Paste Reducer на час закріплення УФ-фарб на відбитках. Встановлено залежності впливу концентрації досліджуваних добавок на оптичну щільність УФ-фарб на відбитках та визначено, що їх введення до складу УФ-фарб мало впливає на оптичні характеристики відбитків.

В цілому, за аналізом результатів проведених експериментальних досліджень встановлено оптимальні концентрації коригуючих добавок у фарби Ultraking Xcura та NewV.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. UV Cured Printing Inks Market Size & Share Analysis - Growth Trends and Forecast (2025-2030). URL: <https://www.mordorintelligence.com/industry-reports/uv-cured-printing-inks-market> (дата звернення 10.10.2025).
2. Osman Şimşeker Offset printing results analysis of different based inks in cardboard packaging production. *Polish Journal of Chemical Technology*, 2021. №23(2). P. 88-93.
3. Офсетний УФ-друк – що це? URL: <https://vikprint.com.ua/ofsetnaja-uf-pechat-cto-jeto-2/> (дата звернення 10.10.2025).

4. Ribas-Massonis A., Cicujano M., Duran J., Besalú E., Poater, A. Free-Radical Photopolymerization for Curing Products for Refinish. *Coatings Market Polymers*. 2022. №14. P. 2856.
5. Balcerak A., Kabatc-Borcz J., Czech Z., Bartkowiak M. Latest Advances in Highly Efficient Dye-Based Photoinitiating Systems for Radical Polymerization. *Polymers*. 2023. №15(5). P. 1148.
6. Stain-resistant UV-led offset printing ink and preparation method thereof: пат. КНР: CN113045929; заявл. 20.03.2021; опубл. 29.06.2021. 11 с.
7. Fast-curing UV offset printing ink and fast-curing printing method of UV offset printing ink: пат. КНР: CN112680021; заявл. 22.12.2020; опубл. 20.04.2021. 8 с.
8. UV matte environment-friendly offset printing ink and preparation method thereof: пат. КНР: CN111040507; заявл. 27.12.2019; опубл. 21.04.2020. 10 с.
9. LED-UV offset printing matte ink and preparation method thereof: пат. КНР: CN109135413; заявл. 06.07.2018; опубл. 04.01.2019. 11 с.
10. Low-energy UV cured offset printing ink as well as preparation method and application thereof: пат. КНР: CN108912814; заявл. 13.08.2018; опубл. 30.11.2018. 9 с.
11. Environmentally friendly UV offset printing ink and preparation method of environmental-ly friendly UV offset printing ink: пат. КНР: CN107502046; заявл. 23.10.2017; опубл. 04.08.2020. 8 с.
12. UV/LED offset tin printing ink and preparation method thereof: пат. КНР: CN108299943; заявл. 31.12.2017; опубл. 20.07.2018. 10 с.
13. High-adhesion UV offset printing ink for PET film and preparation method of high-adhesion UV offset printing ink: пат. КНР: CN112778830; заявл. 23.02.2021; опубл. 11.05.2021. 8 с.
14. Weather-resistant UV offset printing ink for cosmetic package printing and preparation method of weather-resistant UV offset printing ink: пат. КНР: CN112778830; заявл. 31.12.2017; опубл. 29.05.2018. 11 с.
15. Marcel Zambrzyckia, Kamila Leśniewska-Matysc, Monika Binkowskad, Krzysztof Skupieña, Klaudia Twardosza, Michał Kukielskic, Aleksandra Pantoł-Boczońc, Anna Kozłowskac, Magdalena Romaniecc, Anna Stępieña. Study on the composition of inks for UV-curable printing. *Smart Materials for Opto-Electronic Applications. Proc. of SPIE*. 2025. Vol. 13528.
16. LED-UV curing offset printing ink: пат. КНР: CN112898817; заявл. 25.03.2021; опубл. 04.06.2021. 9 с.
17. UV-led Radically Curable Offset Printing Inks and Printing Process: пат. США: 2023/0054945 A1; заявл. 17.06.2022; опубл. 23.02.2024. 23 с.
18. Amit Kumar, Sonam Verma. Comparative flow properties analysis of offset conventional inks and radiation curable inks *International Journal of Advanced Research and Multidisciplinary Trends (IJARMT)*. 2025. Vol.2. P. 666-674.
19. Vukoje M., Kul'car R., Itri'c Ivanda K., Bota, J., Cigula, T. Improvement in Thermochromic Offset Print UV Stability by Applying PCL Nanocomposite Coatings. *Polymers*. 2022. №14. P.1484.

REFERENCES

1. UV Cured Printing Inks Market Size & Share Analysis - Growth Trends and Forecast (2025-2030). URL: <https://www.mordorintelligence.com/industry-reports/uv-cured-printing-inks-market> (data zvernennia 10.10.2025).

2. Osman Şimşeker (2021). Offset printing results analysis of different based inks in cardboard packaging production: *Polish Journal of Chemical Technology*, 23(2), 88-93.
3. Ofsetnyi UV-druk – shcho tse? URL: [https://vikprint.com.ua/ofsetnaja-uf-pechat-hto-jeto-2/\(data+zvernennia+10.10.2025\)](https://vikprint.com.ua/ofsetnaja-uf-pechat-hto-jeto-2/(data+zvernennia+10.10.2025)).
4. Ribas-Massonis, A., Cicujano, M., Duran, J., Besalú, E., Poater, A. (2022). Free-Radical Photopolymerization for Curing Products for Refinish: *Coatings Market Polymers*, 14. 2856.
5. Balcerak, A., Kabatc-Borcz, J., Czech, Z., Bartkowiak, M. (2023). Latest Advances in Highly Efficient Dye-Based Photoinitiating Systems for Radical Polymerization: *Polymers*, 15(5), 1148.
6. Stain-resistant UV-led offset printing ink and preparation method thereof. (2021). Patent PRC, CN113045929.
7. Fast-curing UV offset printing ink and fast-curing printing method of UV offset printing ink. (2021). Patent PRC, CN112680021.
8. UV matte environment-friendly offset printing ink and preparation method thereof. (2020). Patent PRC, CN111040507.
9. LED-UV offset printing matte ink and preparation method thereof. (2019). Patent PRC, CN109135413.
10. Low-energy UV cured offset printing ink as well as preparation method and application thereof. (2018). Patent PRC, CN108912814.
11. Environmentally friendly UV offset printing ink and preparation method of environmentally friendly UV offset printing ink. (2020). Patent PRC, CN107502046.
12. UV/LED offset tin printing ink and preparation method thereof. (2018). Patent PRC, CN108299943.
13. High-adhesion UV offset printing ink for PET film and preparation method of high-adhesion UV offset printing ink. (2021). Patent PRC, CN112778830.
14. Weather-resistant UV offset printing ink for cosmetic package printing and preparation method of weather-resistant UV offset printing ink. (2018). Patent PRC, CN112778830.
15. Marcel Zambrzyckia, Kamila Leśniewska-Matyse, Monika Binkowskad, Krzysztof Skupieña, Klaudia Twardosza, Michał Kukielskic, Aleksandra Pantoł-Boczońc, Anna Kozłowskac, Magdalena Romaniect, Anna Stępieña. (2025). Study on the composition of inks for UV-curable printing: *Smart Materials for Opto-Electronic Applications. Proc. of SPIE*. 13528.
16. LED-UV curing offset printing ink. (2021). Patent PRC, CN112898817.
17. UV-led Radically Curable Offset Printing Inks and Printing Process. (2024). Patent USA: 2023/0054945.
18. Amit Kumar, Sonam Verma. (2025). Somparative flow properties analysis of offset conventional inks and radiation curable inks: *International Journal of Advanced Research and Multidisciplinary Trends (IJARMT)*. 2. 666-674.
19. Vukoje M., Kul'car R., Itri'c Ivanda K., Bota, J., Cigula, T. (2022). Improvement in Thermochromic Offset Print UV Stability by Applying PCL Nanocomposite Coatings: *Polymers*. 14. 1484.

IMPROVING THE TECHNOLOGICAL EFFICIENCY OF OFFSET UV INKS

Yu. A. Kukura, V. B. Repeta, V. V. Kukura

*Lviv Polytechnic National University
Institute of Printing Art and Media Technologies,
19, Pid Holoskom, St., Lviv, 79020, Ukraine
Yurii.A.Kukura@lpnu.ua*

Ultraking Xcura (Flint Group) and NewV (Huber Group) UV curing inks for offset printing were used in the experimental work. The additive Ultraking Photoinitiator Paste XLM was used to accelerate the polymerization of the inks, the additives Ultraking Liquid Reducer (ULR) and MGA Paste Reducer (MGA) were used to reduce the stickiness of the inks. The printed samples were obtained using an IGT Testing System laboratory proofing device. A laboratory exposure device was used for photopolymerization of the obtained impressions. The optical density of the test prints was determined using an X-Rite SpectroEye spectrodensitometer. A Brookfield RVT rotational viscometer was used to determine the viscosity of UV inks, and a roller adhesion tester was used to determine their conditional stickiness.

As a result of experimental studies of the properties of UV inks for flat offset printing and prints obtained using these inks, the dependence of the effect of the concentration of the photoinitiating additive Ultraking Photoinitiator Paste XLM on the curing time of UV inks on prints was established. It has been determined that adding 3% photoinitiator to their composition reduces the polymerization time of NewV series inks by 27-30% and Xcura series inks by 25-29%. The dependence of the influence of the concentration of ULR and MGA additives on the conditional tackiness of UV inks has been established, and it has been determined that when using a 3% ULR additive, the conditional stickiness of inks of both series decreases by 35-40%, and when using a 5% MGA additive, it decreases by 45-50%. The dependence of the influence of ULR and MGA additives concentration on the viscosity of UV inks has been established. It was determined that the ULR additive reduces both the stickiness and viscosity of the tested inks, while the MGA additive reduces the stickiness of UV inks without changing their viscosity. The dependence of the influence of the concentration of ULR and MGA additives on the setting time of UV inks on prints has been established. The dependence of the influence of the concentration of the studied additives on the optical density of UV inks on prints was established, and it was determined that their introduction into the composition of UV inks has minor impact on the optical characteristics of prints.

Overall, based on the analysis of the results of experimental studies, the optimal concentrations of corrective additives in Ultraking Xcura and NewV inks have been established.

Keywords: *offset printing, UV ink, additive, photoinitiator, viscosity, stickiness, polymerization time, optical density.*

Стаття надійшла до редакції 03.10.2025.

Received 03.10.2025.