

УДК 655.326.1

ДОСЛІДЖЕННЯ ПРОЦЕСУ ОЧИЩЕННЯ АНІЛОКСОВИХ ВАЛІВ У ВИРОБНИЧИХ УМОВАХ

Т. Ю. Кукура, В. В. Кукура

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

У виробничих умовах за допомогою 3D-мікроскопа AniCAM та програмного забезпечення Anilox QC Application проведено аналіз поверхні анілоксових валів, які використовуються на підприємстві, ступеня їх забруднення у процесі експлуатації та ефективності їх очищення за допомогою хімічних засобів. У результаті проведених експериментальних досліджень анілоксів з різними технологічними характеристиками встановлено залежності ефективного об'єму комірки анілоксових валів від кількості змивань очищаючим засобом для валів різної лініатури та визначені оптимальні режими очищення валів. Встановлено ефективність використання засобів різних виробників для глибокого та регулярного очищення анілоксових валів. Загалом результати проведених експериментальних досліджень дали змогу розробити практичні рекомендації щодо підбору оптимальних режимів та матеріалів для процесу очищення анілоксів, що своєю чергою підвищить якість відбитків та ефективність технологічного процесу флексографічного друку.

Ключові слова: *флексографічний друк, анілоксовий вал, лініатура вала, об'єм комірки анілокса, хімічне очищення.*

Постановка проблеми. Ринок флексографічного друку, який відіграє ключову роль в технологічних процесах створення гнучких паковань, продовжує стрімко розвиватися. Згідно із прогнозом авторитетної компанії Smithers Pira «Майбутнє флексографічного друку до 2027 р.» (The Future of Flexographic Printing to 2027), глобальний попит на флексографію досягне \$172,2 млрд вже цього року при обсязі друку, що є еквівалентний 6,8 трлн аркушів А 4. Дослідники передбачають продовження тенденції переходу до коротких накладів та друкування змінних даних, що стимулюватиме подальший розвиток гібридних (флексо+струменеві друкарські модулі) конфігурацій, адаптацію автоматизації та фінішингу в лінію для покращення обігу замовлень. Зростання вимог до якості готової продукції та стабільності кольоровідтворення у процесі друкування підкреслює необхідність подальшого вдосконалення технологій виготовлення та експлуатації анілоксових валів [1].

Аналіз останніх досліджень та публікацій. Ключовим фактором дозування фарби у процесі флексографічного друку є анілоксовий валик. Забруднення його чарунок у процесі експлуатації може призвести до порушення коректності кольоровідтворення, проблем із перенесенням фарби і, зрештою, до друкування бракованої продукції [2].

Для очищення анілоксових валів використовуються різноманітні методи, які за принципом очищення можна розділити на ручне чи механічне очищення за допомогою спеціальних розчинів, піскоструменеве очищення, ультразвукове очищення, очищення за допомогою лазера [3, 4]. Удосконалення кожного з методів очищення супроводжується ґрунтовними науковими дослідженнями, наприклад, розроблення пристрою піскоструменевого очищення [5], використання технології ультразвуку в процесі очищення [6, 7], використання лазера та дослідження його налаштувань у процесах очищення анілоксів [8, 9]. Удосконалюються також вже розроблені технології та обладнання [10].

Важливим аспектом розробки та вдосконалення технологій очищення анілоксів є теоретичні дослідження, присвячені процесу фарбоперенесення у флексографії [11, 12]. У працях [13, 14] виокремлені фактори, які визначають якість очищення анілоксових валів флексографічних друкарських машин, та запропоновано ієрархічну схему цих факторів. На її основі розроблено модель ієрархії факторів.

Проводяться дослідження безпосередньо у виробничих умовах, де визначається вплив на процес забруднення анілоксів, їх технічних параметрів, типу друкарських фарб та умов експлуатації [15, 16], на основі моделювання процесу забруднення комірок анілоксового вала спрогнозовано ймовірний механізм його забруднення [17].

Отримані результати дають змогу розглядати управління якістю очищення анілоксових валів як підсистему загальної системи управління якістю на підприємстві, що дає змогу прогнозувати результати процесу флексографічного друку [18].

Мета статті — встановлення закономірностей впливу матеріалів та режимів очищення анілоксових валів на якість фарбоперенесення у флексографічному друці.

Виклад основного матеріалу дослідження. Базою експериментальних досліджень був цех флексографічного друку СП ТзОВ «Полі Пак» (м. Львів). У процесі досліджень використовувався комплект керамічних анілоксових валів з гексагональною формою комірки, різної лініатури (від 100 до 420 лін/см) та фарбоємності. Аналіз поверхні анілоксових валів та ступінь їх забруднення визначали за допомогою 3D-мікроскопа AniCAM та програмного забезпечення Anilox QC Application британської компанії Troika Systems (окрема подяка технологу компанії Imprimio Юрію Стащенко за сприяння у проведенні експерименту). Для очищення анілоксових валів використовували змивальні розчини Flexo Hard та Flexo Soft (3V Group) та Anilox Cleaner (Flexoclean).

У процесі експлуатації анілоксовий вал перебуває у постійному контакті із друкарською фарбою, оскільки фарби є швидковисихаючими, то відбувається поступове забруднення комірок анілокса частинками засохлої фарби, а також пилу чи мікрочастинками бруду із поверхні неякісного задрукуваного матеріалу. Це суттєво впливає на експлуатаційні параметри вала і, відповідно, на якість відбитка. Тому процесам очищення анілоксових валів на виробництвах флексографічного друку приділяється особлива увага.

Після проведення аналізу стану валів підприємства [19] стало можливим вивчення динаміки їх забруднення у процесі експлуатації та ефективності процесів очищення аналоксів.

У виробничих умовах було проведено дослідження ефективності глибокого очищення валів засобами різних виробників (рис. 1). Для оцінювання ефективності процесу очищення було проведено вимірювання параметрів забрудненого та вимитого анілокса і порівняння отриманих даних з вихідними характеристиками анілоксового вала. Для порівняння ефективності засобів для очищення анілокса половину вала очищали одним засобом, а другу — іншим. У процесі експерименту використовували засоби Recyl Cobra та Flexo Hard. Основним хімічним інгредієнтом цих засобів є похідні сірчаної кислоти.

Отримані результати (рис. 1) показали високу ефективність використання обох засобів для процесу очищення анілоксових валів різних лініатур — вже після першого змивання досягається майже 100 % очищення поверхні. Різниця в результатах між двома засобами є практично у межах похибки при проведенні експерименту.

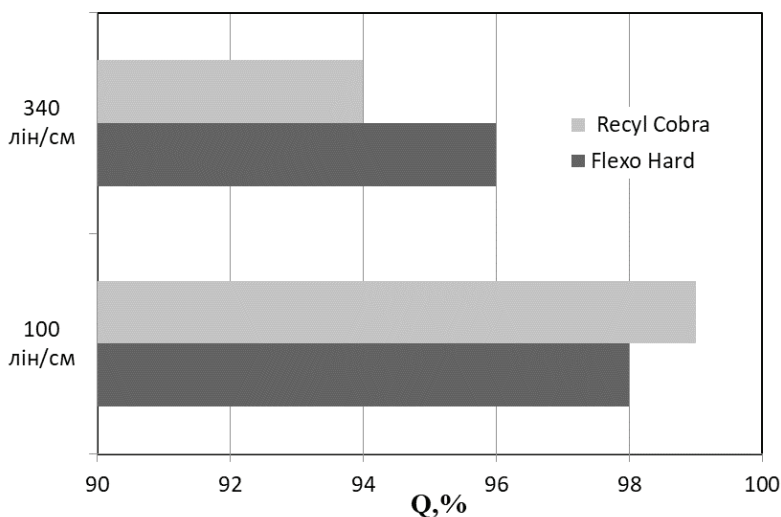


Рис. 1. Вплив типу змивального розчину для глибокої очистки на якість очищення поверхні анілоксових валів

Більш ґрунтовне дослідження процесу очищення анілоксових валів різної лініатури було здійснене з використанням засобу Flexo Hard для валів, які інтенсивно експлуатуються в умовах підприємства. За результатами вимірювань за допомогою мікроскопа AniCAM (рис. 2) були побудовані графіки залежностей (рис. 3).

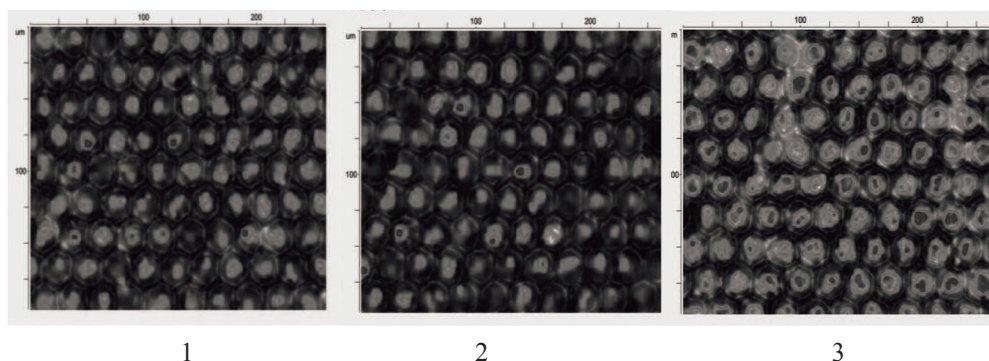


Рис. 2. Результати вимірювань за допомогою 3D-мікроскопа AniCAM характеристик забрудненого анілоксівого вала лініатурою 400 лін/см (1), вала після одного змивання (2) та після двох змивань (3)

Для високолініатурних анілоксів одне змивання дає змогу очистити комірки вала приблизно на 50–60 %, для анілоксів середньої лініатури — на 70–75 %, а для валів лініатурою 100–120 лін/см — на 90–95 %. Таким чином, при змиванні сильно забруднених анілоксів високої лініатури необхідно мінімум 2 змивання, для анілоксів середньої лініатури 1–2 змивання, а для низьколініатурних анілоксів використання засобу для очищення Flexo Hard дає змогу якісно очистити поверхню вала за одне змивання.

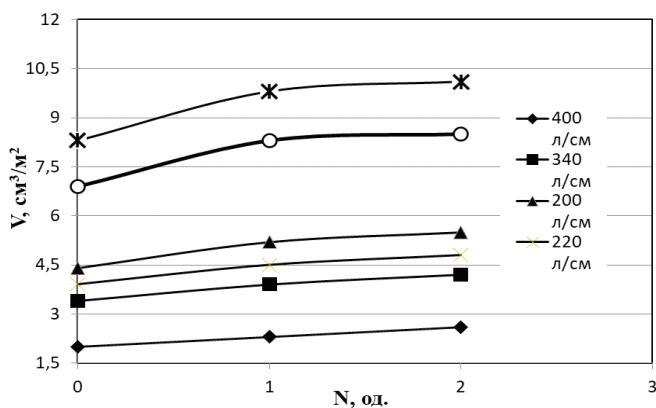


Рис. 3. Залежність фарбоємності анілоксівих валів від кількості змивань мийним засобом Flexo Hard

Окрім глибокого очищення, анілоксіві вали потребують також регулярного очищення у процесі переходу з тиражу на тираж чи після закінчення тиражу. Для цього використовуються так звані засоби для регулярного догляду за анілоксівими валами. У проведеному дослідженні використовувались засоби для регулярного догляду за анілоксівими валами Flexo Soft, Anilox Cleaner та розчинник етилацетат. Результати експерименту (рис. 4) свідчать, що найефективнішим засобом

є Anilox Cleaner, його застосування дає змогу очистити як високолінійні, так і «плашкові» вали за одне змивання практично на 100 %. Непогані результати показав також і засіб Flexo Soft, однак у випадку очищення високолінійних анілоксів необхідно або збільшити час очищення, або його ретельність, щоб досягти потрібної якості поверхні за одне змивання. При застосуванні етилацетату потрібного результату важко досягти, навіть якщо змивши вал двічі чи тричі, тому однозначно для цієї операції рекомендуємо засіб Anilox Cleaner.

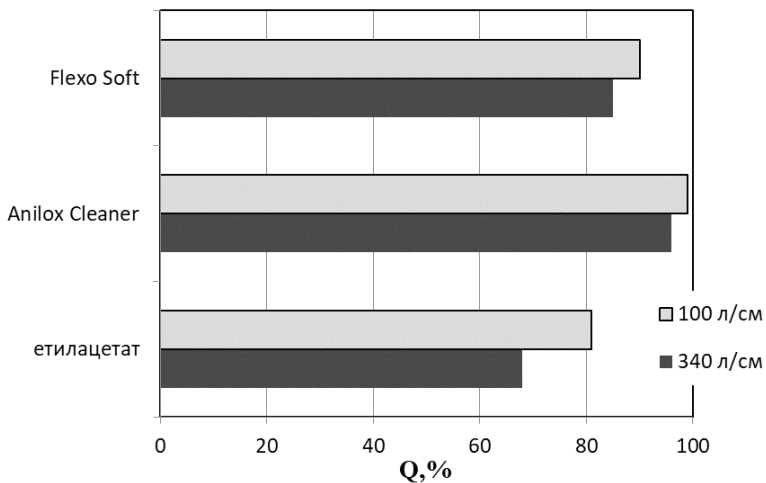


Рис. 4. Вплив типу засобу для регулярного очищення на якість очищення поверхні анілоксів валів

Висновки. У результаті проведених експериментальних досліджень анілоксів валів з різними технологічними характеристиками встановлено залежності ефективного об'єму комірки анілоксів валів від кількості змивань очищаючим засобом для валів різної лінійності та визначені оптимальні режими очищення валів. Встановлено ефективність використання засобів різних виробників для глибокого та регулярного очищення анілоксів валів.

Результати проведених експериментальних досліджень дали змогу розробити практичні рекомендації щодо підбору ефективних режимів та матеріалів для процесу очищення анілоксів.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Smithers: Ринок флексодруку зростає до 2027 р. до \$188,9 млрд. URL: <https://printus.com.ua/article/read/5420> (дата звернення: 03.02.2024).
2. Shapiro F. Cleaning Anilox Rollers. URL: <https://www.ideals.illinois.edu/items/111722> (дата звернення: 03.02.2024).
3. Cołóś K. 5 methods of anilox rolls cleaning – advantages and disadvantages. URL: <https://www.printsystems.pl/en/2016/11/29/5-methods-of-anilox-rolls-cleaning/> (дата звернення: 03.02.2024).

4. Scrubbing the cells. URL: <https://www.flexotechmag.com/key-articles/24074/scrubbing-the-cells/> (дата звернення: 01.02.2024).
5. Full-automatic dry powder anilox roller cleaning machine : пат. КНР: CN102247957A ; заявл. 24.06.2011 ; опубл. 23.11.2011.7 с.
6. Ultrasonic cleaning machine for anilox roller : пат. КНР: CN202388945U ; заявл. 15.01.2012 ; опубл. 22.08.2012. 9 с.
7. A kind of anilox roll cleaning cleaning slot structure : пат. КНР: CN106739491A ; заявл. 13.12.2016 ; опубл. 31.05.2017. 6 с.
8. Anilox roller cleaning machine by laser and procedure for auto-adjusting the laser focal point to the diameter of the anilox roller : пат. США: B41F 35/04, US10682847B2 ; заявл. 13.12.2018 ; опубл. 16.06.2020. 13 с.
9. Cleaning system of anilox and cylindrical surfaces by laser : пат. Іспанія : B41F 35/04, ES2390039B1 ; заявл. 11.06.2012 ; опубл. 20.09.2013. 20 с.
10. Anilox roller cleaning device of flexographic printing machine : пат. КНР: CN211075145U ; заявл. 31.10.2019 ; опубл. 24.07.2020. 11 с.
11. Луцків М., Степень К. Моделювання перенесення фарби з флексографічної форми на задруковуваний матеріал. *Поліграфія і видавнича справа*. 2008. № 2 (48). С. 141–152.
12. Благодір О. Л., Величко О. М. Моделювання фарбоперенесення системами з анілоксовими валиками в зоні анілоксовий валик–друкарська форма для флексографічного друку. *Квалілогія книги*. 2015. № 2. С. 111–117.
13. Сеньківський В. М., Кохан В. Ф., Мельников О. В., Лазаренко О. В. Ієрархія факторів, що визначають якість очищення анілоксових валів флексографічних друкарських машин. *Поліграфія і видавнича справа*. 2012. № 1 (57). С. 95–101.
14. Сеньківський В. М., Кохан В. Ф., Мельников О. В. Модель факторів, що визначають якість очищення анілоксових валів флексографічних друкарських машин. *Поліграфія і видавнича справа*. 2012. № 2 (58). С. 99–109.
15. Savickas A., Stonkus R., Jurkonis E., Iljin I. Assessment of the condition of anilox rollers. *Coatings*. 2021. № 11. С. 1301.
16. Savickas A., Stonkus R., Jurkonis E. Investigation of anilox roller cell clogging. *Journal of graphic engineering and design*. 2020. № 11. С. 61–67.
17. Хмільярчук О. І., Шубко Ю. С. Моделювання процесу забруднення комірок анілоксового валу. *Технологія і техніка друкарства*. 2016. Вип. 1 (51). С. 41–46.
18. Кохан В. Ф., Мельников О. В., Кукура Ю. А. Управління якістю очищення анілоксових валів флексографічних друкарських машин. *Наукові записки [Української академії друкарства]*. 2012. № 2. С. 157–162.
19. Кукура Т. Ю. Дослідження впливу характеристик анілоксових валів на якісні показники відбитків флексографічного друку. *Поліграфія і видавнича справа*. 2023. № 1 (85). С. 145–154.

REFERENCES

1. Smithers: Rynok fleksodruku zroste do 2027 r. do \$188,9 mlrd. Retrieved from <https://printus.com.ua/article/read/5420> (data zvernennia: 03.02.2024) (in Ukrainian).
2. Shapiro F. Cleaning Anilox Rollers. Retrieved from <https://www.ideals.illinois.edu/items/111722> (data zvernennia: 03.02.2024) (in English).

3. Cołoś, K. 5 methods of anilox rolls cleaning – advantages and disadvantages. Retrieved from <https://www.printsystems.pl/en/2016/11/29/5-methods-of-anilox-rolls-cleaning/> (data zvernennia: 03.02.2024) (in English).
4. Scrubbing the cells. Retrieved from <https://www.flexotechmag.com/key-articles/24074/scrubbing-the-cells/> (data zvernennia: 01.02.2024) (in English).
5. Full-automatic dry powder anilox roller cleaning machine : pat. KNR: CN102247957A ; zaiavl. 24.06.2011 ; opubl. 23.11.2011.7 s. (in English).
6. Ultrasonic cleaning machine for anilox roller : pat. KNR: CN202388945U ; zaiavl. 15.01.2012 ; opubl. 22.08.2012. 9 s. (in English).
7. A kind of anilox roll cleaning cleaning slot structure : pat. KNR: CN106739491A ; zaiavl. 13.12.2016 ; opubl. 31.05.2017. 6 s. (in English).
8. Anilox roller cleaning machine by laser and procedure for auto-adjusting the laser focal point to the diameter of the anilox roller : pat. SShA: B41F 35/04, US10682847B2 ; zaiavl. 13.12.2018 ; opubl. 16.06.2020. 13 s. (in English).
9. Cleaning system of anilox and cylindrical surfaces by laser : pat. Ispaniia : B41F 35/04, ES2390039B1 ; zaiavl. 11.06.2012 ; opubl. 20.09.2013. 20 s. (in English).
10. Anilox roller cleaning device of flexographic printing machine : pat. KNR: CN211075145U ; zaiavl. 31.10.2019 ; opubl. 24.07.2020. 11 s. (in English).
11. Luts'kiv, M., & C'tempen, K. (2008). Modeliuvannia perenesennia farby z fleksohrafichnoi formy na zadrukovuvanyi material: Polihrafiia i vydavnycha sprava, 2 (48), 141–152 (in Ukrainian).
12. B'lahodir, O. L., & Velychko, O. M. (2015). Modeliuvannia farboperenesennia systemamy z aniloksovyomy valykamy v zoni aniloksovyi valyk–drukarska forma dlia fleksohrafichnoho d'ruku: Kvalilohiia knyhy, 2, 111–117 (in Ukrainian).
13. Senkivskiy, V. M., Kokhan, V. F., Melnykov, O. V., & Lazarenko, O. V. (2012). Hierarkhiia faktoriv, shcho vyznachaiut yakist ochyshchennia aniloksovykh valiv fleksohrafichnykh drukarskykh mashyn: Polihrafiia i vydavnycha sprava, 1 (57), 95–101 (in Ukrainian).
14. Senkivskiy, V. M., Kokhan, V. F., & Melnykov, O. V. (2012). Model faktoriv, shcho vyznachaiut yakist ochyshchennia aniloksovykh valiv fleksohrafichnykh drukarskykh mashyn: Polihrafiia i vydavnycha sprava, 2 (58), 99–109 (in Ukrainian).
15. Savickas, A., Stonkus, R., Jurkonis, E., & Iljin, I. (2021). Assessment of the condition of anilox rollers: Coatings, 11, 1301 (in English).
16. Savickas, A., Stonkus, R., & Jurkonis, E. (2020). Investigation of anilox roller cell clogging: Journal of graphic engineering and design, 11, 61–67 (in English).
17. Khmiliarchuk, O. I., & Shubko, Yu. S. (2016). Modeliuvannia protsesu zabrudnennia komirok aniloksovoho valu: Tekhnolohiia i tekhnika drukarstva, 1 (51), 41–46 (in Ukrainian).
18. Kokhan, V. F., Melnykov, O. V., & Kukura, Yu. A. (2012). Upravlinnia yakistiu ochyshchennia aniloksovykh valiv fleksohrafichnykh drukarskykh mashyn: Naukovi zapysky [Ukrainskoi akademii drukarstva], 2, 157–162 (in Ukrainian).
19. Kukura, T. Yu. (2023). Doslidzhennia vplyvu kharakterystyk aniloksovykh valiv na yakisni pokaznyky vidbytkiv fleksohrafichnoho d'ruku: Polihrafiia i vydavnycha sprava, 1 (85), 145–154 (in Ukrainian).

doi: 10.32403/1998-6912-2024-1-68-153-160

RESEARCH OF THE ANILOX ROLLER CLEANING PROCESS IN MANUFACTURING CONDITIONS

T. Yu. Kukura, V. V. Kukura

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

The basis of experimental research is the flexographic printing workshop of JV Poly Pak LLC (Lviv). In the process of research, a set of ceramic anilox rollers with a hexagonal cell shape, different lineatures and ink capacity is used. The analysis of the anilox roller surface and their contamination degree is determined using AniCAM 3D microscope and Anilox QC Application software of the British company "Troika Systems". Flexo Hard and Flexo Soft (3V Group) and Anilox Cleaner (Flexoclean) washing solutions are used to clean anilox rollers. To assess the efficiency of the roller cleaning process, the parameters of the contaminated and washed anilox roller are measured and the data obtained are compared with the initial characteristics of the anilox roller.

As a result of experimental studies of anilox rollers with different technological characteristics, the dependency of the efficient volume of the anilox roller cell on the number of washes with a cleaning agent for rollers of different lineatures is determined, and the optimal modes of the roller cleaning are determined. The efficiency of the use of agents from different manufacturers for deep and regular cleaning of anilox rollers is established and it is determined that when using Flexo Hard agent for high lineature anilox rollers, one wash cleans the roller cells by approximately 50-60%, for anilox rollers of medium lineature – by 70-75%, and for rollers with the lineature 100-120 lin/cm – by 90-95%. Thus, when washing heavily contaminated anilox rollers with a high lineature, at least 2 rinses are necessary, for anilox rollers with an average lineature, 1-2 rinses are needed, and for low lineature anilox rollers, using Flexo Hard cleaning agent allows one to qualitatively clean the roller surface in one wash.

In general, the results of the experimental studies make it possible to develop practical recommendations for the selection of optimal modes and materials for the anilox cleaning process, which, in turn, will increase the imprint quality and the efficiency of the flexographic printing technological process.

Keywords: *flexographic printing method, anilox roller, roller lineature, anilox cell volume, chemical cleaning.*

Стаття надійшла до редакції 21.02.2024.

Received 21.02.2024.