

УДК 655.3.066.364

© Т. Ю. Киричок, д.т.н., професор, НТУУ «КПІ», Київ, Україна

МЕТОДОЛОГІЯ ВИЗНАЧЕННЯ ЗМЕНШЕННЯ ВИСОТИ ФАРБОВОГО РЕЛЬЄФУ ІНТАГЛІОДРУКУ ЧЕРЕЗ ЗНОШУВАННЯ

Із застосуванням розробленої методики оцінювання зміни висоти фарбового рельєфу інтагліодруку із використанням оптичної профілометрії визначено зменшення висоти фарбового рельєфу інтагліодруку після штучного зношування. Зменшення висоти фарбового рельєфу після зношування складає біля 30–50 % від висоти до зношування для всіх значень тиску в друкарському контакті інтагліодруку і незначно змінюється залежно від тиску. Більш суттєво впливають параметри основи — зменшення висоти фарбового рельєфу є значно меншим за умови застосування паперу, що має вищу стійкість до зношування, що може бути викликане особливостями формування фарбового рельєфу інтагліодруку.

Ключові слова: інтагліодрук, зношування, зносостійкість, банкнотний папір, оптична профілометрія, шорсткість паперу.

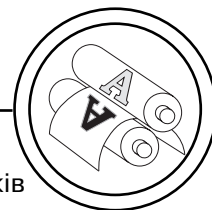
Постановка проблеми

Важливим наслідком механічного впливу на банкноти під час обігу є відшаровування фарбового шару внаслідок дії різних чинників, переважно — механічних. Серед основних можна виокремити сортувальне обладнання та, особливо, монети, з якими відбувається природний контакт типу тертя під час обігу. Насамперед, це стосується фарбового рельєфу інтагліодруку, пошкодження якого під час перебування в обігу можливе двома шляхами [1]:

— відшаровування фарбового шару із локальним його видаленням аж до паперової основи. Цей вид пошкоджень легко можна оцінити візуально і встановити багатьма методами (експертним оцінюванням, адгезійними

тестами, вимірюваннями сканованих зображень тощо). Спричиняються такі пошкодження недостатньою адгезією фарбового шару до паперу;

— зниження висоти фарбового рельєфу внаслідок втрати фарби без її відшарування з поверхні паперу. Цей вид пошкоджень оцінити візуально практично неможливо, особливо за незначних втрат фарби. Методом оцінювання може бути вимірювання змін магнітних властивостей відбитків, однак тут важко виокремити саме цей вид пошкоджень і диференціювати зміни магнітного потоку через зниження фарбового рельєфу та через відшаровування фарбового шару. Зниження висоти фарбового рельєфу супроводжує загальне зношування та



забруднення банкнот і проявляється на пізніх стадіях зношування.

Можливістю такої диференціації є відчутна зміна магнітного потоку за умови високих візуальних оцінок зразків. Іншим методом визначення змін рельєфу інтаглідруку є сканування поверхні за допомогою інтерференційного мікроскопа [2], однак, такі дослідження є достатньо трудомісткими та потребують застосування обладнання високої вартості. Оскільки наслідком зниження висоти фарбового шару є погіршення тактильності банкноти, то методом оцінки тут може бути тактильна дискримінація [3, 4], а також профілометрія [5], як контактна, так і оптична. Однак, застосування закріпленої в тримачі голки під час контактної профілометрії може призвести до механічного руйнування фарбового шару, забруднення голки та викривлення через це результатів вимірювання. Тому застосування оптичних профілометрів для визначення висоти фарбового шару інтаглідруку, як вбачається, є більш коректним.

Мета роботи

Метою дослідження було оцінювання зміни висоти фарбового рельєфу зразків банкнот із застосуванням оптичної профілометрії.

Результати проведених досліджень

Методика визначення зміни через зношування висоти фарбового рельєфу зразків банкнот

Розроблено методику та проведено оцінювання зміни висоти

фарбового рельєфу зразків банкнот із застосуванням оптичної профілометрії. Вимірювання мікрорельєфу здійснено за допомогою оптичного інтерференційного безконтактного профілометра «Мікрон-альфа» шляхом побудови 2D профілю (рис. 1) поверхні зразків на межі фарбового штриха в зонах контролю (портрет, знак для сліпих, напис «Банк України», рис. 2), а також незадрукованого банкнотного паперу.

В подальшому визначена висота фарбового рельєфу R^{int} для зразків як різниця між найбільшою висотою нерівностей профілю для всіх n зон контролю задрукованих зразків R_{max}^{ink} і найбільшою висотою нерівностей профілю незадрукованого банкнотного паперу в машинному R_{max}^{MD} і поперечному R_{max}^{CD} напрямках [5]:

$$R^{int} = \frac{\sum_{i=1}^n R_{max}^{ink}}{n} - \frac{R_{max}^{MD} + R_{max}^{CD}}{2}.$$

Досліджено зразки до та після штучного вологого зношування за розробленою нами методикою [6].

Об'єктом досліджень були зразки, виконані на експериментальних видах банкнотного паперу Д і Дб (табл.) інтаглідруком на друкарській машині «Super-Orlof-Intaglio» зі швидкістю 8 тис. арк./год. за різних значень тиску в друкарському контакті. Тиск в друкарському контакті регулювався шляхом збільшення — зменшення відстані між друкарським та

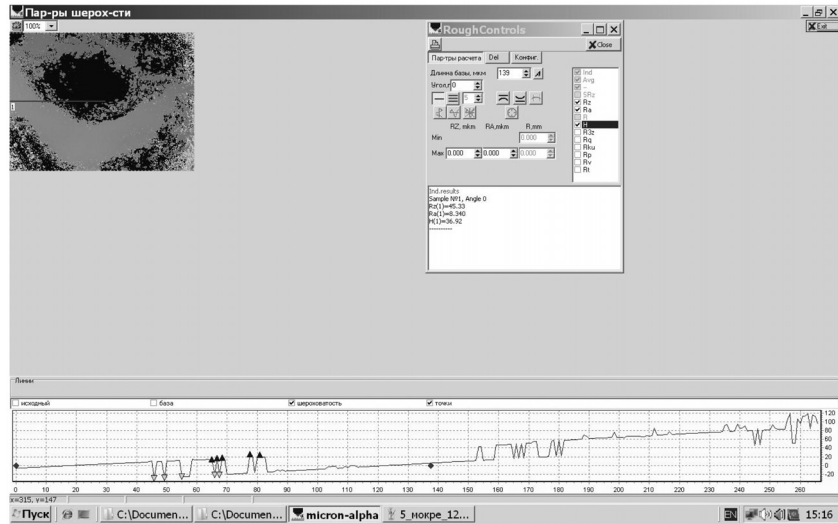
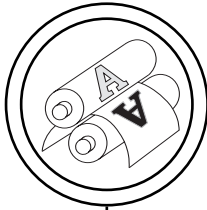


Рис. 1. Профілограма зразка банкноти після зношування

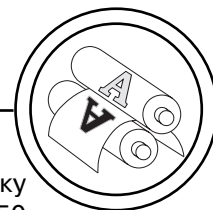


а



б

Рис. 2. Зразки банкнот до зношування (а) та після штучного зношування (б). Тут локалізація зон контролю: 1 — мітка біля захисної стрічки; 2 — портрет; 3 — мітка для сліпих; 4 — напис «Банк України»; 5 — зона водяного знаку



формним циліндром відносно оптимального значення (в подальшому позначено як «середній»), встановленого для друкування тиражної продукції. В подальшому тиск у друкарському контакті подано у відносних оцінках (без розмірності) і позначено як мінімальний, середній та максимальний. В попередніх дослідженнях [7] було встановлено, що банкнотний папір Д і Дб мають підвищену зносостійкість порівняно із тиражним папером, причому папір Дб є найбільш зносостійким.

Результати експериментальних досліджень змін через зношування висоти фарбового рельєфу зразків банкнот

Середня висота фарбового рельєфу становить 41,95–44,24 мкм для всіх зразків (рис. 3). Спостерігається незначне (до 2,5 мкм) збільшення його висоти зі збільшенням тиску в друкарському контакті. Зменшення висоти фарбового рельєфу після зношування

складає для всіх значень тиску на папері Д 20–22 мкм — біля 50 % від висоти до зношування — і незначно збільшується залежно від тиску. На папері Дб зменшення висоти фарбового рельєфу після зношування складає 14,7 мкм або біля 30 % за середнього тиску.

Таким чином, на руйнування фарбового шару під час штучного зношування зміни технологічних параметрів інтагліодруку не мають значного впливу. Більш суттєво впливають параметри основи — зменшення висоти фарбового рельєфу є значно меншим за умови застосування паперу, що має вищу стійкість до зношування, що може бути викликано особливостями формування фарбового рельєфу інтагліодруку.

Висновки

1. Розроблена методика оцінювання зміни висоти фарбового рельєфу інтагліодруку із застосуванням оптичної профілометрії дозволила визначити зменшення висоти фарбового

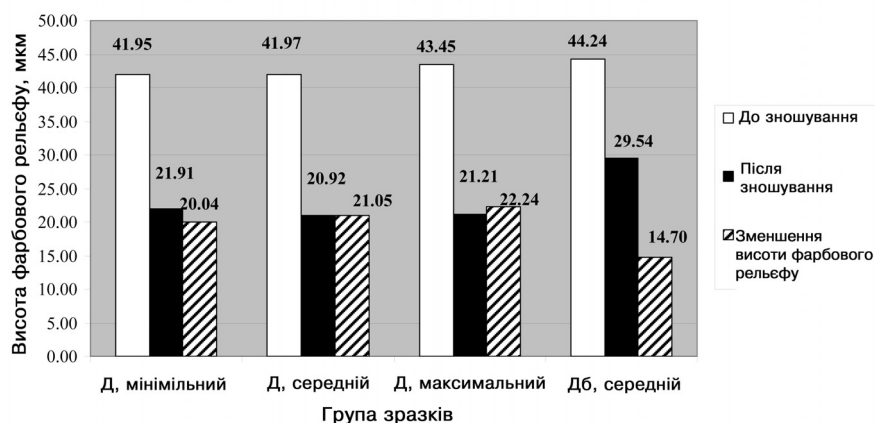
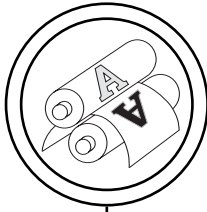


Рис. 3. Зміни висоти фарбового рельєфу інтагліодруку



Характеристики паперу, що використовувався в дослідженнях

Показники якості	Види паперу	
	Д	Дб
Товщина мкм	110±2	114±2
Маса, г/м ²	90,3	91,5
Вологість, %	6,1	6,2
Лінійна деформація, %, у поперечному напрямі	2	2,2
Поверхнева вбирність води, г/м ² (Кобб ₆₀)		
— верхній бік паперу	12,4±0,8	11,4±1
— сітковий бік паперу	19,5±3,0	18,5±3,6
pH водяної витяжки	6,9	6,5
Шорсткість, мл/хв. верхній бік /сітковий бік	377/360	428/379
Непрозорість, %	91,0	91,0
Абсолютний опір роздиранню, мН	Маш. = 840; Попер. = 980	Маш. = 875; Попер. = 960
Подвійні згини	Маш. = 7647; Попер. = 4338	Маш. = 7168; Попер. = 4342
Руйнівне зусилля, Н	Маш. = 131; Попер. = 69	Маш. = 127; Попер. = 66
Відносне подовження, %	Маш. = 5,2 Попер. = 9,9	Маш. = 5,6 Попер. = 9,4
Вологоміцність, %	50,4	50,4
Зольність, %	3	3

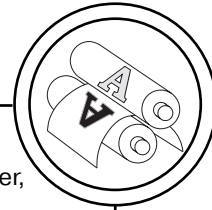
рельєфу після штучного зношування.

2. Зменшення висоти фарбового рельєфу після зношування

складає для всіх значень тиску біля 30–50 % від висоти до зношування і незначно збільшується залежно від тиску.

Список використаної літератури

1. Киричок Т. Ю. Зносостійкість банкотної продукції : монографія / Т. Ю. Киричок. — К. : НТУУ «КПІ», 2014. — 308 с.
2. Paesano G. New technologies in the intaglio workflow: towards digital systems and eco-friendly processes / G. Paesano, N. Mainieri // *Billetaria. International Review on Cash Management*. — April 2012. — Issue 11. — P. 20–21.
3. Киричок Т. Ю. Тактильна дискримінація паперових банкнот після лакування вододисперсним лаком / Т. Ю. Киричок, А. М. Мережинська, О. В. Гуца // *Зб. наук. праць «Технологія і техніка друкарства»*. — К., 2014. — № 1(43). — С. 13–20.
4. Summers I. R. Tactile discrimination of paper / Summers I. R., Irwin R. J. // *Biomedical Physics Group. Proceedings Haptex '05 — Workshop on Haptic*



and Tactile Perception of Deformable Objects. — 1 December 2005, Hannover, Germany. — P. 43–49.

5. Kyrychok T. Badanie szorstkosci powierzchni papierow ze znakami wodnymi = The Investigation of Roughness for Paper with Watermarks / T. Kyrychok, T. Klymenko, N. Malkush // Przegland papierniczy. — 2012. — N 7. — P. 414–417.

6. Kyrychok Tetiana. Banknote Paper Deterioration Factors : Circulation Simulator Method / Tetiana Kyrychok, Anatolii Shevchuk, Victor Nesterenko, Petro Kyrychok // BioResources. — 2014. — Vol. 9(1). — P. 710–724.

7. Kyrychok T. J. Badania odpornosci na zuzycie papieru banknotowego = Testing of Banknote Paper Wear and Tear / T. J. Kyrychok, P. O. Kyrychok, S. F. Havenko, V. M. Nesterenko // Przegland papierniczy. — 2013. — N 12. — P. 653–656.

References

1. Kyrychok T. Iu. Znosostiikist banknotnoi produktsii : monohrafiia / T. Iu. Kyrychok. — K. : NTUU «KPI», 2014. — 308 s.

2. Paesano G. New technologies in the intaglio workflow: towards digital systems and eco-friendly processes / G. Paesano, N. Mainieri // Billetaria. International Review on Cash Management. — April 2012. — Issue 11. — P. 20–21.

3. Kyrychok T. Iu. Taktylna dyskryminatsiia paperovykh banknot pislia lakuvannia vododispersnym lakom / T. Iu. Kyrychok, A. M. Merezhyńska, O. V. Hushcha // Zb. nauk. prats «Tekhnolohiia i tekhnika druzarstva». — K., 2014. — № 1(43). — S. 13–20.

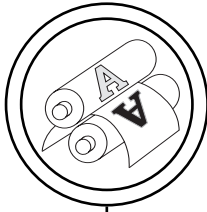
4. Summers I. R. Tactile discrimination of paper / Summers I. R., Irwin R. J. // Biomedical Physics Group. Proceedings Haptex '05 — Workshop on Haptic and Tactile Perception of Deformable Objects. — 1 December 2005, Hannover, Germany. — P. 43–49.

5. Kyrychok T. Badanie szorstkosci powierzchni papierow ze znakami wodnymi = The Investigation of Roughness for Paper with Watermarks / T. Kyrychok, T. Klymenko, N. Malkush // Przegland papierniczy. — 2012. — N 7. — P. 414–417.

6. Kyrychok Tetiana. Banknote Paper Deterioration Factors : Circulation Simulator Method / Tetiana Kyrychok, Anatolii Shevchuk, Victor Nesterenko, Petro Kyrychok // BioResources. — 2014. — Vol. 9(1). — P. 710–724.

7. Kyrychok T. J. Badania odpornosci na zuzycie papieru banknotowego = Testing of Banknote Paper Wear and Tear / T. J. Kyrychok, P. O. Kyrychok, S. F. Havenko, V. M. Nesterenko // Przegland papierniczy. — 2013. — N 12. — P. 653–656.

С применением разработанной методики оценки изменения высоты красочного рельефа интаглиопечати с использованием оптической профилометрии определено уменьшение высоты красочного рельефа интаглиопечати после искусственного износа. Уменьшение высоты красочного рельефа после износа составляет около 30–50 % от высоты до износа для всех значений давления в печатном контакте интаглиопечати и незначительно изменяется в зависимости от давления. Более существенно влияют



ТЕХНОЛОГІЧНІ ПРОЦЕСИ

параметры основания — уменьшение высоты красочного рельефа значительно меньше при условии применения бумаги, имеющей высокую устойчивость к износу, что может быть вызвано особенностями формирования красочного рельефа интаглиопечати.

Ключевые слова: интаглиопечать, износ, износостойкость, банкнотная бумага, оптическая профилометрия, шероховатость бумаги.

The developed methodology for assessing the change in intaglio printing ink relief height using optical profilometry was applied to define reduction in the height of the intaglio printing ink relief height after artificial deterioration. The ink relief height reducing after deterioration is about 30–50 % of the height before wear for every values of printing nip pressure. It changes slightly depending on the pressure. The parameters of substrate affects more — the ink relief height reducing after deterioration is substantially less for more durable banknote paper which may be due to the features of intaglio printing ink relief forming.

Keywords: intaglio printing, deterioration, durability, banknote paper, optical profilometry, roughness of the paper.

Рецензент — О. І. Лотоцька, к.т.н.,
доцент, НТУУ «КПІ»

Надійшла до редакції 25.12.14