

ТЕХНОЛОГІЧНІ ПРОЦЕСИ

УДК 655.3.066.364

© Т. Ю. Киричок, к.т.н., доцент, О. В. Гуца, Є. Г. Сухіна,
магістрантки, НТУУ «КПІ», Київ, Україна

ВПЛИВ ФАРБ МЕТАЛОГРАФІЧНОГО ДРУКУ, ЇХ КОМПОЗИЦІЙНОГО СКЛАДУ НА ЕКСПЛУАТАЦІЙНІ ВЛАСТИВОСТІ БАНКНОТНИХ ВІДБИТКІВ

Проаналізовано та систематизовано інформацію стосовно закріплення фарбового шару під час металографічного друку. Визначено, що шляхом оптимізації технологічного процесу виготовлення та раціонального вибору матеріалів можливе збільшення зносостійкості банкнот за рахунок підвищення стійкості фарбового шару. Розроблено методичку експериментальних досліджень впливу фарб металографічного друку, їх композиційного складу на експлуатаційні властивості банкнотних відбитків.

Ключові слова: банкноти, металографічний друк, фарби, фарбовий шар, адгезія, хімічний вплив, композиційний склад фарб, зносостійкість банкнот, експлуатаційні властивості банкнот.

Постановка проблеми

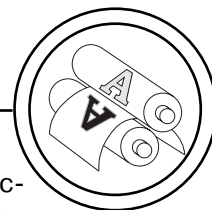
Важливим фактором зношення банкнот є хімічний вплив, під яким розуміється комплекс як хімічних процесів, що відбуваються з банкнотою в результаті впливу хімічних речовин, органічних та неорганічних, так і фотохімічних процесів. За умови недостатньої адгезії фарбового шару наслідком хімічного впливу також може бути відокремлення шару фарби металографічного друку з поверхні банкноти.

Адгезія фарби металографічного друку до поверхні паперу, подальше проникнення її в основу залежить від в'язкості фарби, пористості паперу, його вбирної здатності, виду та ступеню його проклеювання, а також від тиску та температури в друкарському контакті.

У зв'язку із потребою забезпечення достатньої зносостійкості фарбового шару металографічного друку на експериментальних видах паперу, здійснено комплексне дослідження банкнотних відбитків, що виготовлені на даних видах паперу і задруковані методом металографічного друку фарбами різного композиційного складу.

Мета роботи

Метою роботи є дослідження впливу фарб металографічного друку, їх композиційного складу на експлуатаційні властивості банкнотної продукції, виготовленої на різних типах паперу, та визначення найоптимальнішого варіанту поєднання фарба—субстрат з точки зору міцності закріплення фарбового шару за



умови перебування в умовах штучного зношування.

Результати проведених досліджень

У рамках проведення дослідження було виготовлено експериментальні зразки банкнот номіналом 10 грн., що виконані на наступних видах паперу:

а) експериментальний одношаровий папір 1 (експ. папір 1) з меламін-формальдегідним проклеюванням (МФ), стрічка занурена в масу паперу;

б) експериментальний одношаровий папір 2 (експ. папір 2) з безформальдегідним проклеюванням (БФ), стрічка занурена в масу паперу;

в) експериментальний двошаровий папір 3 (експ. папір 3) підвищеної зносостійкості стрічкою віконного типу.

Характеристики паперу наведено в табл. 1.

Важливим для технологічного процесу металографічного друку є те, що експериментальний папір 3 має суттєво нижчу (практично в 2 рази), ніж у експериментального паперу 1, поверхневу вбирність, що може погіршувати процес адгезії фарби металографічного друку до поверхні паперу. За щільністю та шорсткістю ці папери не мають суттєвих відмінностей.

Поліграфічне оформлення експериментальних зразків забезпечене металографічним друком з попереднім офсетним друком та без офсетного друку. Фарби металографічного методу друку, що були використані для задрукування зразків налічували шість різних рецептур виготовлення. Принциповою

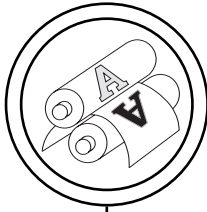
відмінністю фарб було те, що основою рецептур № 1–4 були речовини серії ST, для рецептур № 5, 6 основою були використані речовини серії SL, які і зумовлювали відмінності в реологічних властивостях отриманих фарб металографічного друку.

Фарби на основі речовин серії ST (в подальшому — фарби ST) мають меншу липкість та в'язкість, ніж фарби на основі речовин серії SL (в подальшому — фарби SL) (табл. 2), що, враховуючи низьку поверхневу вбирність експериментального паперу 3, може спричинити погане закріплення фарби на відбитку та відшарування її під час зношування [1].

Опис наявних експериментальних зразків наведено в табл. 3.

Для визначення впливу фарб металографічного друку, їх композиційного складу на експлуатаційні властивості банкнотних відбитків встановлено стійкість фарбового шару металографічного друку із застосуванням імітації зношування вказаних експериментальних зразків в імітаторі зношування з використанням методу сухого зношування для всіх груп зразків та методу волого зношування для зразків, задрукованих фарбами № 5 та № 6.

Для отримання кількісних показників за допомогою апаратного забезпечення було визначено масу, колірні характеристики, яскравість експериментальних зразків до та після погіршення в умовах штучного зношування, а також, враховуючи, що переважна більшість рецептур фарб включає пігмент з



Таблиця 1
Характеристики паперу, що використовувався в дослідженнях

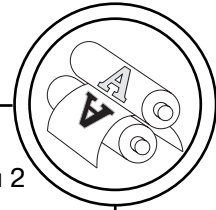
Показники якості	Види паперу		
	Експ. папір 1	Експ. папір 2	Експ. папір 3
Кількість шарів	Одношаровий	Одношаровий	Двошаровий
Проклеювання	МФ	БФ	БФ
Товщина мкм	106±2	109±2	111±1
Маса, г/м ²	85,8	82,8	91,8
Вологість, %	6,7	6,8	6,2
Лінійна деформація у поперечному напрямі, %	1,9	1,9	1,5
Поверхнева вбирність води, г/м ² (Кобб ₆₀)			
— верхній бік паперу	25,5±1,0	20,0–50,0	13,4±3
— сітковий бік паперу	31,5±4,0		14,2±2,5
pH водної витяжки	6,4	7,7	6,4
Шорсткість, мл/хв. верхній бік /сітковий бік	337/368	316/327	368/330
Непрозорість, %	91,1	91,5	91,0
Абсолютний опір роздиранню, мН	Маш. = 780	Маш. = 710	Маш. = 830; Попер. = 935
Подвійні згини	Маш. = 5397; Попер. = 3750	Маш. = 5402; Попер. = 2881	Маш. = 7500; Попер. = 4334
Руйнівне зусилля, Н	Маш. = 124; Попер. = 57	Маш. = 112 Попер. = 58	Маш. = 124 Попер. = 65
Відносне подовження, %	Маш. = 4,3 Попер. = 8,2	Маш. = 5,8 Попер. = 10,6	Маш. = – Попер. = 2,1
Вологоміцність, %	46,0	43,4	51,6
Зольність, %	2,5	2,7	3

магнітними властивостями, за допомогою флюксметра ISS 200 виміряно магнітний потік. Вимірювання яскравості та кольорних характеристик зразків L*, a*, b* проводились для лицьового боку банкнот.

Результати вимірювань наведено на рис. 1–5 для зразків, що задруковані лише металографічним друком і на рис. 6–10 — для зразків, що

задруковані металографічним і офсетним методом друку.

За підсумками проведеного сухого зношування можна зробити висновок щодо зносостійкості всіх видів фарб на експериментальному папері 1 та експериментальному папері 2. Результати дослідження оптичних характеристик фарби SL (рецептура № 5 та № 6) дозволяють отримати на експе-



Таблиця 2

Реологічні властивості фарб (за температурою 40° С

Показники	№ рецептури фарби					
	1	2	3	4	5	6
Липкість, кДж	120	125	120	126	135	142
В'язкість, Па·с	6,5	6,9	6,8	7	7,5	7,8

№ рецептури	Друк	Папір		
		Експ. папір 1	Експ. папір 2	Експ. папір 3
№ 1	інтагліо	T1	—	D1
	офсет+інтагліо	To1	—	—
№ 2	інтагліо	—	—	D2
	офсет+інтагліо	—	—	—
№ 3	інтагліо	T3	C3	—
	офсет+інтагліо	To3	Co3	—
№ 4	інтагліо	T4	C4	D4
	офсет+інтагліо	To4	Co4	—
№ 5	інтагліо	T5	C5	D5
	офсет+інтагліо	—	Co5	Do5
№ 6	інтагліо	T6	C6	D6
	офсет+інтагліо	To6	Co6	Do6

риментальному папері 3 відбитки, зміна оптичних характеристик яких не перевищує відповідних змін для експериментального паперу 1. Після сухого зношування кращі показники оптичних характеристик мають зразки, віддруковані фарбою, що виготовлена за рецептурою № 5.

З урахуванням висновків, отриманих за підсумками сухого зношування, щодо найбільшої стійкості фарбового шару

зразків, віддрукованих з рецептурами № 5 та № 6, було додатково проведено імітацію зношування вказаних експериментальних зразків в імітаторі зношування з використанням методу вологого зношування відповідно до методик ЦДРТ БМД. Встановлено, що після вологого зношування дещо кращі показники оптичних характеристик мають зразки, віддруковані фарбою за рецептурою № 6. Показники зразків і рецептури

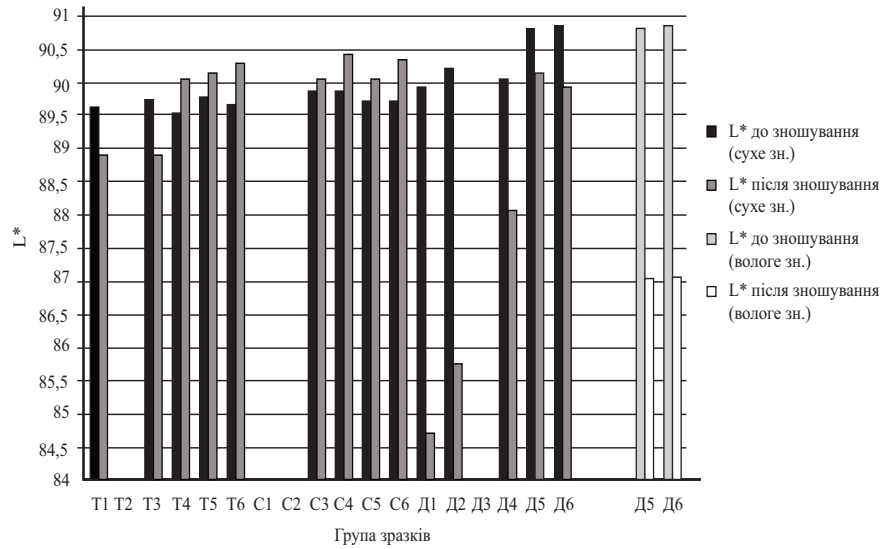
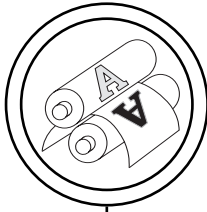


Рис. 1. Зміна світлоти зразків банкнот з металографічним друком внаслідок штучного зношування (сухого та вологого)

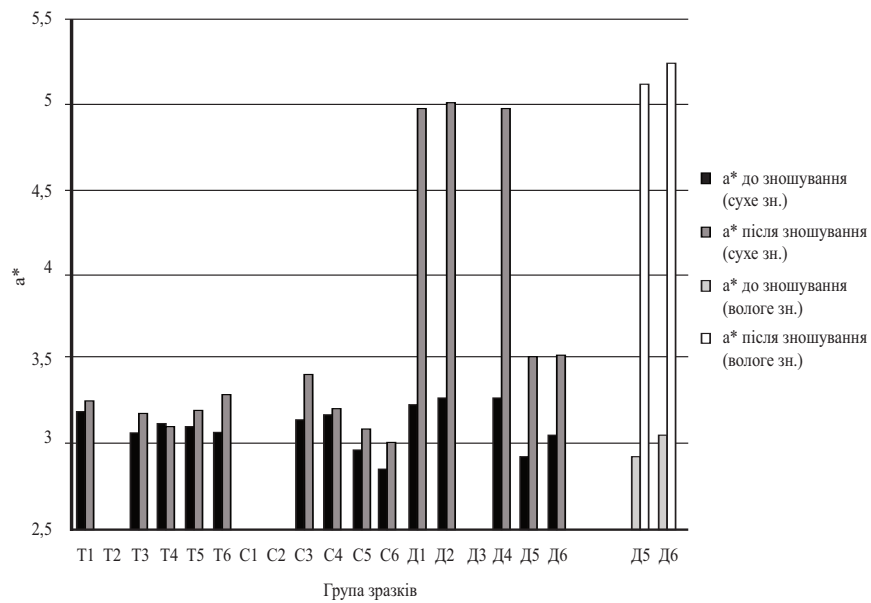


Рис. 2. Зміна координати a^* зразків банкнот з металографічним друком внаслідок штучного зношування (сухого та вологого)

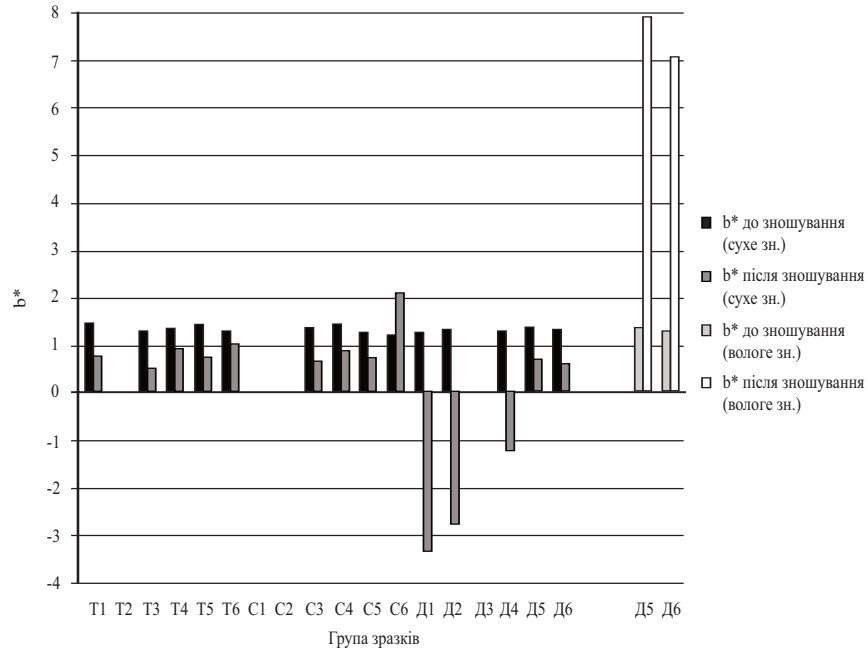
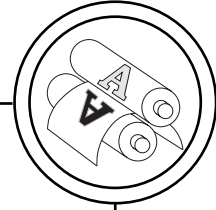


Рис. 3. Зміна координати b^* зразків банкнот з металографічним друком внаслідок штучного зношування (сухого та вологого)

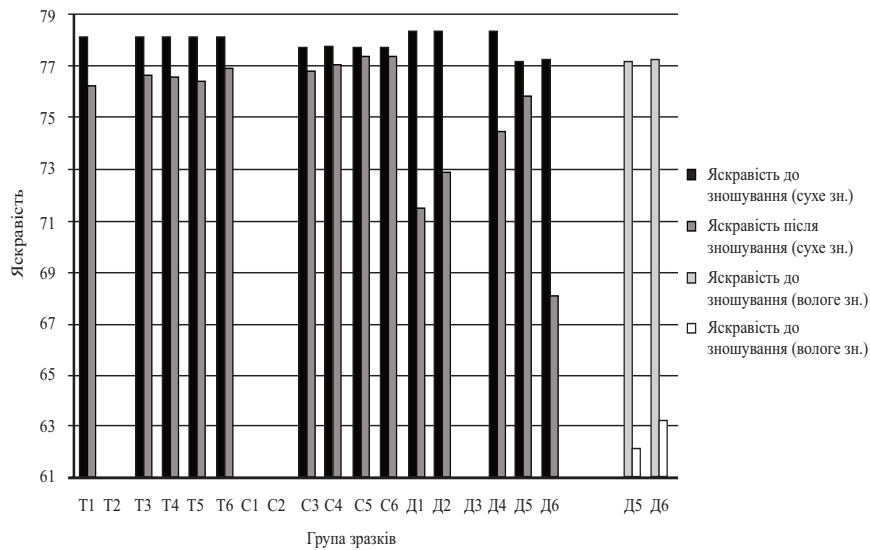


Рис. 4. Зміна яскравості за TAPPI 512 Brightness зразків банкнот з металографічним друком внаслідок штучного зношування (сухого та вологого)

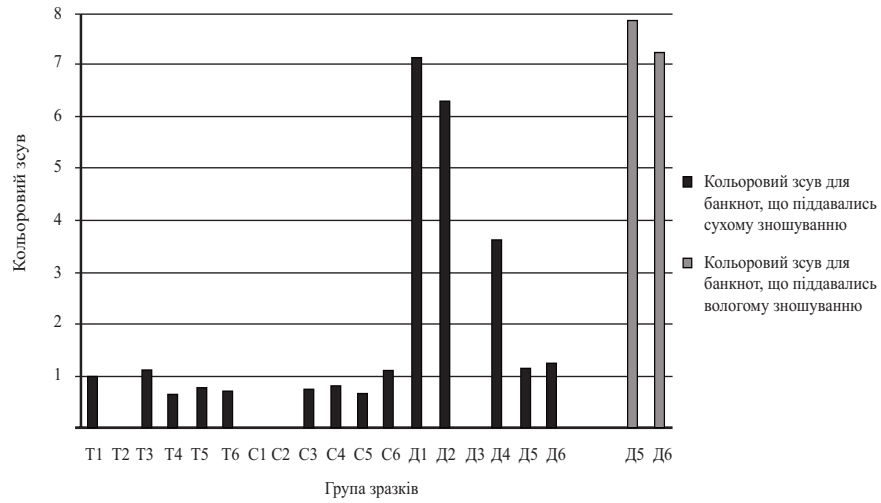
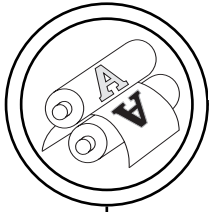


Рис. 5. Величина кольорового зсуву ΔE зразків банкнот з металографічним друком внаслідок штучного зношування

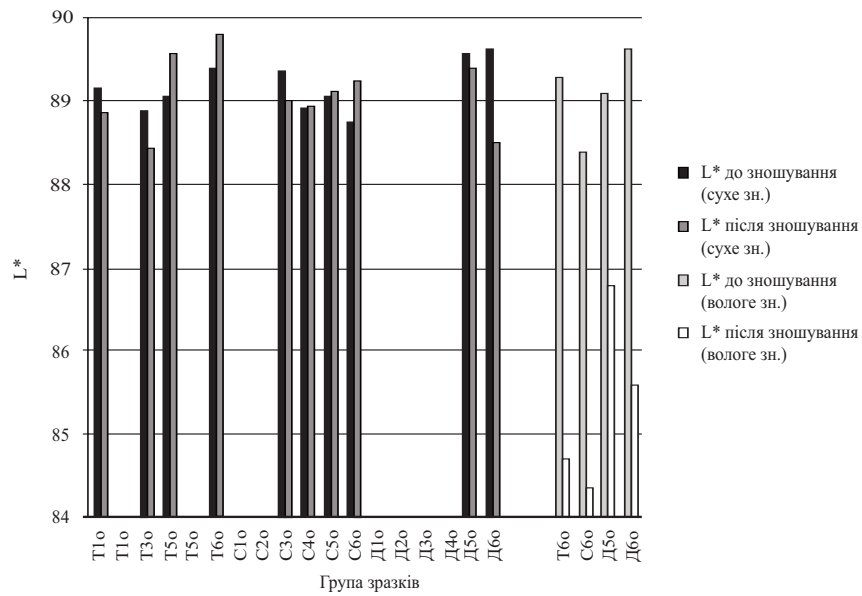


Рис. 6. Зміна світлоти зразків банкнот з металографічним та офсетним друком внаслідок штучного зношування (сухого та вологого)

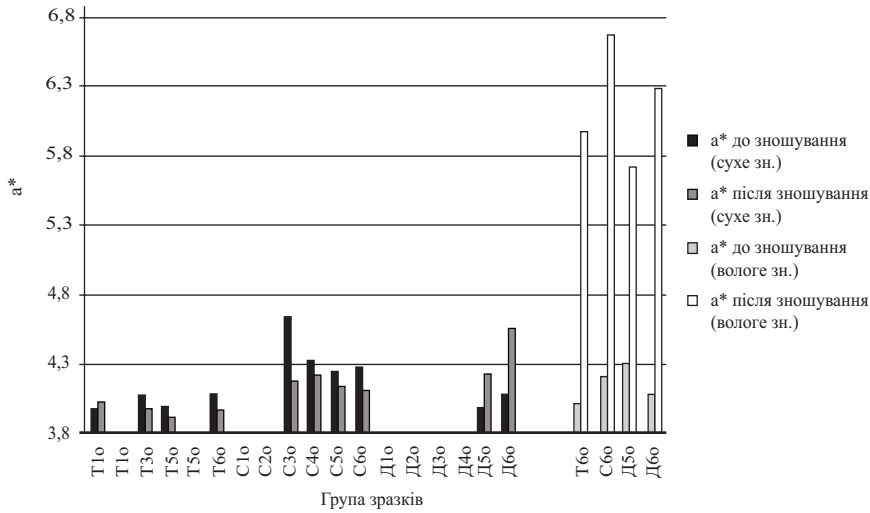
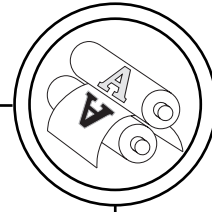


Рис. 7. Зміна координати a^* зразків банкнот з металографічним та офсетним друком внаслідок штучного зношування (сухого та вологого)

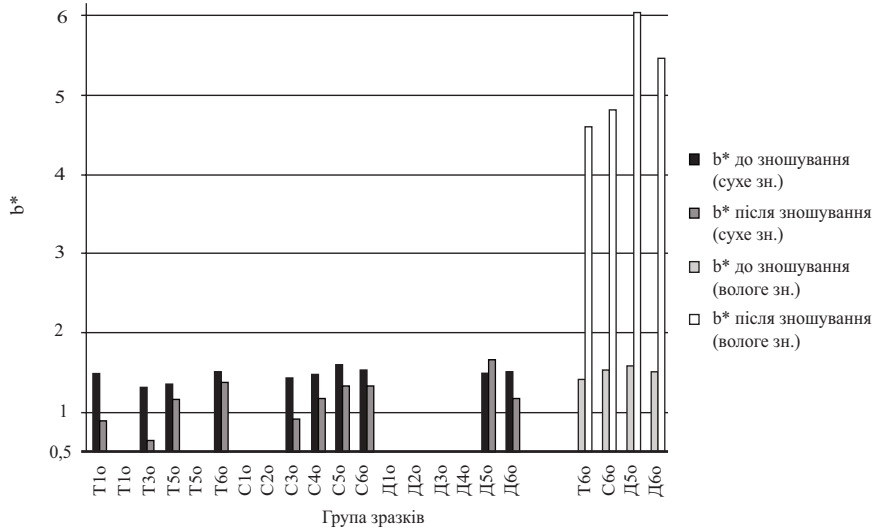


Рис. 8. Зміна координати b^* зразків банкнот з металографічним та офсетним друком внаслідок штучного зношування (сухого та вологого)

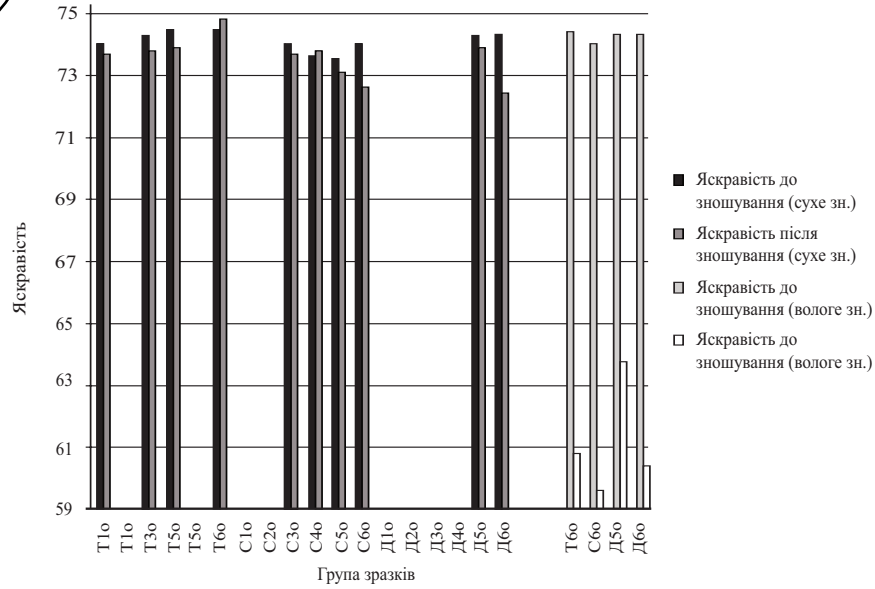
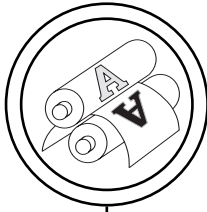


Рис. 9. Зміна яскравості за TAPPI 512 Brightness зразків банкнот з металографічним та офсетним друком внаслідок штучного зношування (сухого та волого)

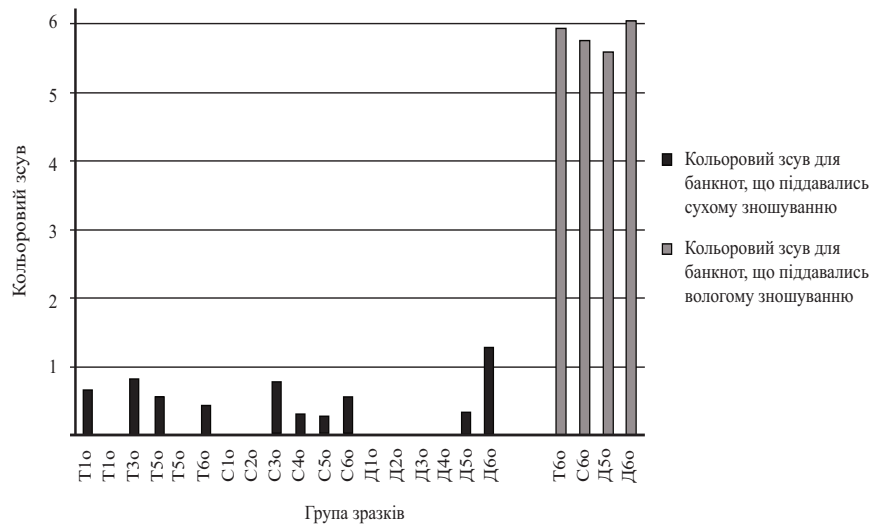
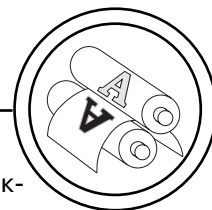


Рис. 10. Величина кольорового зсуву ΔE зразків банкнот з металографічним та офсетним друком внаслідок штучного зношування (сухого та волого)



№ 5, і рецептури № 6 є не гіршими за показники зразків відповідних рецептур на експериментальному папері 1 та експериментальну папері 2.

На рис. 11, 12 відображені діаграми зміни магнітних властивостей (магнітного потоку) зразків банкнот, що є результатом штучного сухого та вологого зношування.

Зміни магнітного потоку після проведеного зношування дозволяють непрямим методом оцінити кількість фарби, що відшарувалася через зношування. Ці вимірювання також показують, що фарби SL на експериментальному папері 3 дозволяють отримати відбитки, зміни магнітних властивостей котрих перебувають в межах, характерних для експериментального паперу 1. При цьому, якщо після сухого зношування менші зміни у зразків за рецептурою № 5, то після вологого зношування — у зразків за рецептурою № 6.

Зношування банкнот також призводить до візуальних змін. Таким чином, була розроблена методика для візуального оцінювання стійкості фарбового шару металографічного друку.

Оцінювання здійснювалось шістьма експертами, поділених на три групи по два експерти в кожній. Експерти формували узгоджену оцінку зразків.

Оцінювання здійснювалось за таким алгоритмом.

1. Відбір зі зношених банкнот 5 банкнот — еталонів відповідно до якості (5 клас — найвища якість, 1 клас — найнижча). Еталони формуються тільки із банкнот досліджуваної вибірки.

2. Розподіл зношених банкнот вибірки на класи якості шляхом порівняння з еталонами.

3. Фіксація оцінок a_{ij}^{lms} банкнот в матриці оцінювання $A^{lms} \equiv [a_{ij}^{lms}]$, $i = \overline{1, k}$, $j = \overline{1, p}$, $l = \overline{1, r}$, $m = \overline{1, q}$, $s = \overline{1, t}$, де i — порядковий номер паперу, $i = 3$ (1 — тиражний, 2 — серійний, 3 — Diamond), j — порядковий номер фарби, $j = 6$ (від 1 до 6), l — номер зразка певної групи (за папером і фарбою) в групі якості, m — порядковий номер експерта, s — порядковий номер вибірки. Оцінка 5 — 5 клас якості, оцінка 1 — 1 клас якості.

4. Отримання матриці середньої оцінки груп зразків в межах вибірок за кожним експертом:

$$A^{ms} \equiv [a_{ij}^{ms}], i = \overline{1, k}, j = \overline{1, p}, m = \overline{1, q}, s = \overline{1, t}, \text{ де } a_{ij}^{ms} = \frac{1}{l} \sum_l a_{ij}^{lms}.$$

5. Отримання матриці середньої оцінки груп зразків в межах вибірок за всіма експертами:

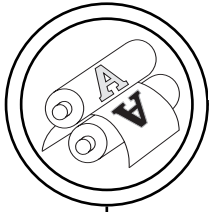
$$A^s \equiv [a_{ij}^s], i = \overline{1, k}, j = \overline{1, p}, s = \overline{1, t},$$

$$\text{де } a_{ij}^s = \frac{1}{m} \sum_m a_{ij}^{ms}.$$

6. Отримання комплексної оцінки груп зразків за всіма вибірками та експертами:

$$i = \overline{1, k}, j = \overline{1, p}, \text{ де } \bar{a}_{ij} = \frac{1}{s} \sum_s a_{ij}^s.$$

Отримано комплексну оцінку за всіма видами паперу та фарб



ТЕХНОЛОГІЧНІ ПРОЦЕСИ

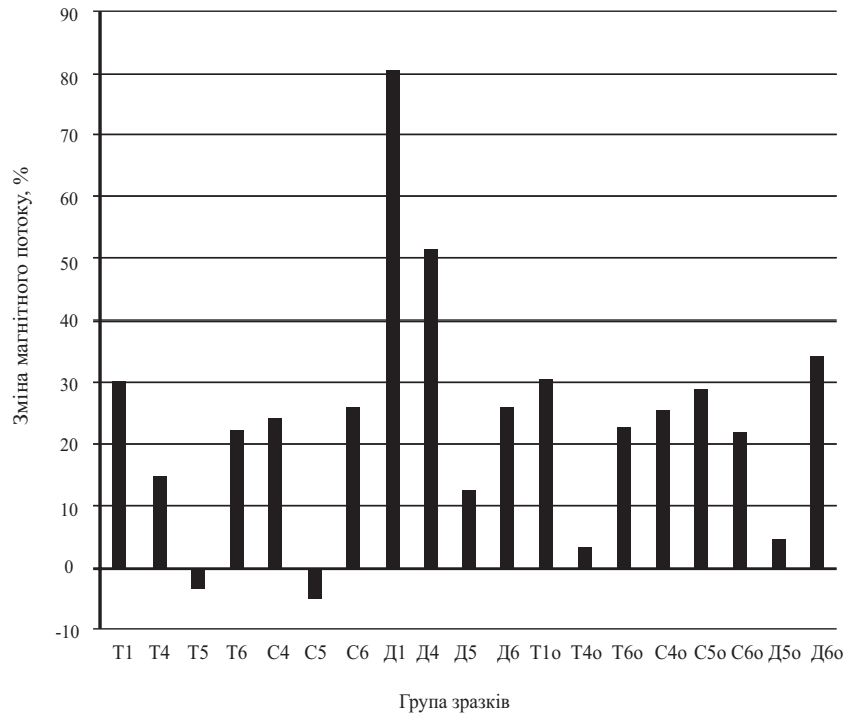


Рис. 11. Зміна магнітних властивостей зразків банкнот внаслідок сухого штучного зношування

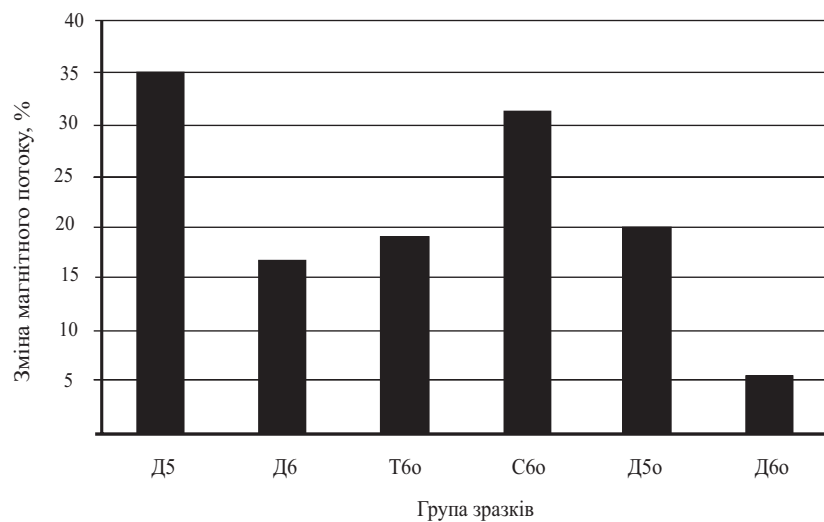
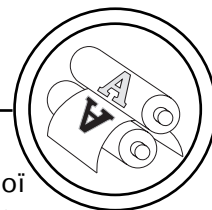


Рис. 12. Зміна магнітних властивостей зразків банкнот внаслідок вологого штучного зношування



для сухого та вологого зношування. Результати візуального оцінювання стійкості фарбового шару наведено в табл. 4.

Візуальна оцінка стійкості фарбового шару дозволила зробити висновок про значно більшу стійкість фарб SL, особливо рецептури № 5 як для зразків без офсетного друку, так і для зразків з офсетним друком для сухого та вологого зношування.

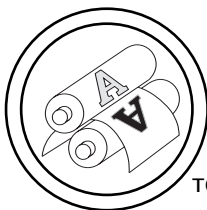
Для визначення якісної оцінки стійкості фарбового шару було проведено ряд тестів: тест на хімічну стійкість відбитків, адгезійний тест, пральний тест, тест на зминання (crumplingtest).

Проведення *тесту на хімічну стійкість відбитків здійснювалося наступним чином.*

Відбиток фарби занурювали в реактив чи розчин на 30 хв. (лише в ацетон — на 5 хв.) при

Таблиця 4
Візуальна оцінка стійкості фарбового шару зразків банкнот із нанесеним металографічним друком та металографічним і офсетним друком

Група зразків	Вид зношування	Зразки банкнот із нанесеним металографічним друком	Зразки банкнот із нанесеним металографічним та офсетним друком
T1	Сухе	4,59	3,17
T2			
T3		4,27	2,81
T4		4,64	3,36
T5		4,54	
T6		4,32	4,13
C1			
C2			
C3		4,24	2,77
C4		4,55	2,92
C5		4,41	3,92
C6		4,33	4,18
D1			
D2		1,70	
D3			
D4		2,14	
D5		3,83	3,82
D6		3,51	2,02
D5	Вологе	4,35	4,85
D6		1,9	2,05



ТЕХНОЛОГІЧНІ ПРОЦЕСИ

температурі 25 °С, а в 0,5 %-ий розчин прального порошку — при 90 °С.

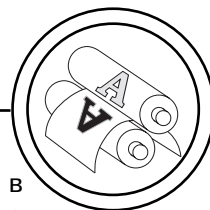
Після витримки в реактиві/розчині протягом заданого часу одержаний мокрий відбиток був викладений на скло фарбою догори, накритий фільтрувальним папером та склом і витриманий до повного висихання.

Стійкість до дії агресивних середовищ визначалася за зміною кольору відбитку на фільтрувальному папері, а також кольору фарбового відбитку. Візуальна оцінка здійснювалася за алгоритмом, описаним вище, при денному світлі та світлі Cool White.

Фарба вважається стійкою до дії агресивного середовища,

Таблиця 5
Результати тесту на хімічну стійкість зразків, віддрукованих металографічним друком

Речовина	Етанол C ₂ H ₅ OH	Етилацетат	Уайт-спирт	Ацетон C ₂ H ₃ COCH ₃	Сірчана кислота (2 %)	Гідроксид натрію NaOH (2 %)	Пральний порошок (0,5 %)	Загальна хімічна стійкість. Середня оцінка
T1	4,5	4,5	5	4,5	4	4	4,5	4,43
T3	5	5	5	5	5	5	5	5
T4	5	5	5	5	5	5	5	5
T5	5	5	5	5	5	4,5	4,5	4,86
T6	5	5	5	5	5	4,5	4	4,79
C1	5	5	5	5	5	5	5	5
C3	5	5	5	5	5	5	5	5
C4	5	5	5	5	5	5	5	5
C5	5	5	5	5	5	5	5	5
C6	5	5	5	5	5	5	5	5
D1	4,5	4,5	4,5	4,5	2	3	4,5	3,93
D2	4,5	4	4	4,5	3,5	3	3	3,79
D4	5	5	4	4,5	3	3	4	4,07
D5	5	5	5	5	5	4	5	4,86
D6	4,5	4,5	5	5	4,5	4	4,5	4,57



якщо після випробування відбиток не змінив кольору, та не забарвився фільтрувальний папір.

Використано фільтрувальний папір (ГОСТ 12026-76), скляні пластинки товщиною 2–5 мм, 120×90 мм (ГОСТ 11-78).

За підсумками тесту визначено, що жодна з рецептур фарб на будь-якому виді паперу не утворює відбитків на фільтрувальному папері. Також не відбувалося відшаровування фарбового шару відбитків. Однак, на частині відбитків мала місце певна зміна колірності порівняно зі зразками, що не зазнавали хімічного впливу. Результати візуальної оцінки зразків наведено в табл. 5. Оцінка експертів є однаковою для обох режимів освітлення (денне світло та Cool White).

Для експериментального паперу найкращі показники стійкості фарбового шару до хімічних впливів мають фарби SL обох рецептур (№ 5 дещо вищі показники).

Адгезійний тест, що полягає у визначенні стійкості фарбового шару до відривання липкої стрічки, був проведений для всіх зразків у зоні портрету шляхом наклеювання липкої стрічки до поверхні зразка, витримці зразків 15 хв. та подальшого відшаровування липкої стрічки з постійним зусиллям.

Бальне оцінювання поверхні зразка на предмет збереження фарбового шару (шкала 1–5) та бальне оцінювання поверхні липкої стрічки на предмет переходу фарбового шару (шкала 1–5) здійснене за методикою візуального оцінювання, описаною вище. Результати ад-

гезійного тесту наведено в табл. 4. Для проведення даного тесту використовувалися незношені зразки.

Візуальна оцінка стійкості фарбового шару після адгезійного тесту, а також по поверхні липкої стрічки показало значно більшу стійкість фарб SL, особливо рецептури № 5 як для зразків без офсетного друку, так і з офсетним друком.

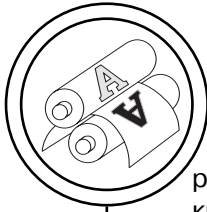
Пральний тест є стандартним для оцінки стійкості фарби металографічного друку [2–4].

Пральний тест виконано для зразків, віддрукованих тільки металографічним друком, шляхом прання при температурі 90 °С протягом 120 хв. Для проведення даного тесту використовувалися незношені зразки.

Бальне оцінювання поверхні зразка на предмет збереження фарбового шару (шкала 1–5) також здійснене за методикою візуального оцінювання, описаною вище. Результати прального тесту висвітлені в табл. 5.

Візуальна оцінка стійкості фарбового шару після прального тесту показало значно більшу стійкість фарб SL, дещо кращу у рецептури № 5. Однак, загалом пральний тест показав недостатню стійкість переважної більшості рецептур на експериментальних паперах 1 та 2.

Тест на зминання (crumplingtest), що полягає у визначенні стійкості фарбового шару внаслідок багаторазового зминання, є стандартним тестом для дослідження стійкості фарбового шару металографічного друку. Виконується шляхом багаторазових циклів зминання-



розправлення зразків з певною кратністю. В наших дослідженнях здійснено 16 циклів змінання — розправлення. В подальшому здійснене бальне оцінювання поверхні зразків на предмет збереження фарбового шару (шкала 1–5) за методикою візуального оцінювання, описаною вище. Результати тесту наведено в табл. 3, 4. Використовувалися незношені зразки, виконані на експериментальному папері 3. Найкращі показники стійкості фарбового шару до змінання мають фарби SL обох рецептур (№ 5 має вищі показники).

У таблицях 6 та 7 представлено узагальнені результати тестів для всіх груп зразків.

Висновки

Для визначення впливу фарб металографічного друку, їх композиційного складу на експлуатаційні властивості банкнотних відбитків встановлено стійкість фарбового шару металографічного друку із застосуванням імітації зношування вказаних експериментальних зразків в імітаторі зношування з використанням методу сухого та вологого зношування, а також проведено низку тестів (визначено оптичні властивості — зміни яскравості та колірного відхилення, магнітних властивостей, проведено адгезійний, пральний тест, тест на змінання).

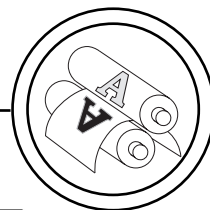
Список використаної літератури

1. Козаровицкий Л. А. Бумага и краска в процессе печатания / Л. А. Козаровицкий. — М. : Книга, 1965. — 368 с.
2. Пат. 006833395 Канада, МПКС09D 11/10; C08L 67/08; C08K 5/16; C08K 5/17. Intaglioprinting inks having improved dispersibility and chemical resistance / Rygas, Ted P.; заявник і патентовласник Canadian Bank Note Company, Limited; заявл. 5.10.2001; опублік. 21.12.2004.

Важливим для технологічного процесу металографічного друку є те, що експериментальний папір 3, котрий має високу зносостійкість, водночас має суттєво нижчу (практично в 2 рази), ніж у експериментальних паперів 1 та 2, поверхневу вбирність, що може погіршувати процеси адгезії фарби металографічного друку до поверхні паперу.

Проведені дослідження виявили, що використання для металографічного друку на експериментальному папері 1 та експериментальному папері 2 фарб як серії ST, та і фарб серії SL дозволяє отримати відбитки, що мають високу зносостійкість в умовах сухого та вологого штучного зношування. Тому за умови використання експериментального паперу 1 або 2 можуть успішно застосовуватися обидві серії фарб.

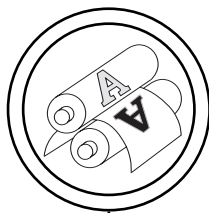
3. Всі проведені тести дозволили зробити висновок, що тільки фарби SL (рецептура № 5 та № 6) дозволяють отримати на експериментальному папері 3 відбитки, що мають високу зносостійкість в умовах сухого та вологого штучного зношування. Тому для друку на експериментальному папері 3 можуть бути рекомендовані для використання тільки фарби серії SL.



Таблиця 6

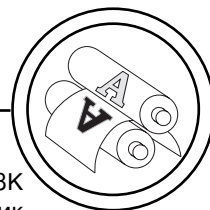
Зведена таблиця результатів тестів зразків, віддрукованих металографічним друком

Зразок	Оптичні характеристики				Візуальна оцінка.			Зміна магнітного потоку, %	Адгезійний тест	Пральний тест	Тест на зминання	Тест на хімічну стійкість
	Зміна яскравості		ΔE	Сухе зношування	Вологе зношування	Вологе зношування						
	Сухе знош.	Вологе знош.										
Найкраща оцінка	0	0		5	5		0	5	5	5	5	5
T1	1,91	—	1,00	4,59	—	—	30,15	5	2,4	—	—	4,43
T2	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
T3	1,49	—	1,14	4,27	—	—	—	5	2	—	—	5
T4	1,53	—	0,66	4,64	—	—	14,47	5	4,2	—	—	5
T5	1,67	—	0,79	4,54	—	—	-3,9	5	3,8	—	—	4,86
T6	1,18	—	0,72	4,32	—	—	22,08	5	4,6	—	—	4,79
C1	-	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	5
C2	-	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
C3	0,96	—	0,77	4,24	—	—	—	5	2,6	—	—	5
C4	0,76	—	0,81	4,55	—	—	24,19	5	3,2	—	—	5
C5	0,37	—	0,66	4,41	—	—	-5,41	5	3,4	—	—	5
C6	0,37	—	1,10	4,33	—	—	25,9	5	4,6	—	—	5
Д1	5,78	—	7,14	1,7	—	—	80,46	2,6	1,8	2,33	—	3,93
Д2	4,37	—	6,30	1,9	—	—	—	1,8	2,2	1,67	—	3,79
Д3	-	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
Д4	0,94	—	3,63	2,14	—	—	51,53	2,2	2,4	1,33	—	4,07
Д5	1,35	15,00	1,15	3,83	4,35	—	12,53	5	5	5	—	4,86
Д6	9,20	14,02	1,25	3,51	1,9	—	26,03	4,2	4,8	4	—	4,57



Таблиця 7
Зведена таблиця результатів тестів зразків, віддрукованих офсетним та металографічним друком

Зразок	Оптичні характеристики				Візуальна оцінка.		Зміна магнітного потоку, %			Адгезійний тест
	Зміна яскравості		ΔE	Сухе зношування	Вологе зношування	Сухе зношування	Вологе зношування	%		
	Сухе зношування	Вологе зношування						Сухе зношування	Вологе зношування	
Найкраща оцінка	0	0		5	5	0	0	0	5	
To1	0,29	—	0,66	3,17	—	30,45	—	—	3,8	
To3	0,50	—	0,82	2,81	—	-	—	—	2	
To4	0,52	—	0,56	3,36	—	3,08	—	—	2,4	
To6	-0,43	13,56	0,46	4,13	4,32	22,61	19,15	—	5	
Co3	0,40	—	0,78	2,77	—	—	—	—	2,8	
Co4	-0,15	—	0,32	2,92	—	25,37	—	—	2	
Co5	0,43	—	0,3	3,92	—	28,81	—	—	5	
Co6	1,38	14,41	0,56	4,18	4,42	21,93	31,28	—	5	
Do5	0,45	10,57	0,59	3,82	—	4,44	20,19	—	5	
Do6	1,93	13,96	0,76	2,02	2,47	34,19	5,54	—	3,4	



3. Пат. 8540813 США, МПК C09D 11/10; C08L 67/08; C08K 5/16; C08K 5/17. Intaglio printing ink comprising dendrimers / Grosset, Ann et al.; заявник і патентовласник Sicpa Holding SA, Prilly (CH); заявл. 23.06.2009; опублік. 24.09.2013. Fernando Leon, Andreas Walter.

4. Пат. 006833395 Канада, МПК C09D 11/10; C08L 67/08; C08K 5/16; C08K 5/17. Intaglio printing inks having improved dispersibility and chemical resistance / Rygas, Ted P.; заявник і патентовласник Canadian Bank Note Company, Limited; заявл. 5.10.2001; опублік. 21.12.2004.

References

1. Kozarovickij L. A. Bumaga i kraska v processe pechatanija / L. A. Kozarovickij. — M. : Kniga, 1965. — 368 s.

2. Пат. 006833395 Канада, МПК C09D 11/10; C08L 67/08; C08K 5/16; C08K 5/17. Intaglioprinting inks having improved dispersibility and chemical resistance / Rygas, Ted P.; zaiavnyk i patentovlasnyk Canadian Bank Note Company, Limited; zaiavl. 5.10.2001; opublik. 21.12.2004.

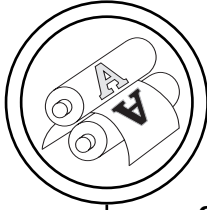
3. Пат. 8540813 SShA, МПК C09D 11/10; C08L 67/08; C08K 5/16; C08K 5/17. Intaglio printing ink comprising dendrimers / Grosset, Ann et al.; zaiavnyk i patentovlasnyk Sicpa Holding SA, Prilly (CH); zaiavl. 23.06.2009; opublik. 24.09.2013. Fernando Leon, Andreas Walter.

4. Пат. 006833395 Канада, МПК C09D 11/10; C08L 67/08; C08K 5/16; C08K 5/17. Intaglio printing inks having improved dispersibility and chemical resistance / Rygas, Ted P.; zaiavnyk i patentovlasnyk Canadian Bank Note Company, Limited; zaiavl. 5.10.2001; opublik. 21.12.2004.

Проведено исследование влияния красок металлографической печати, их композиционного состава на эксплуатационные свойства банкнотной продукции. Для проведения экспериментальных исследований было применено технологию сухого и влажного искусственного износа, целью использования которой было форсированное ухудшение характеристик банкнотных образцов, а также ряд тестов с целью изучения адгезии красок металлографической печати разных рецептур к поверхности экспериментальных бумаг. Результаты исследования показали оптимальный вариант сочетания краска—субстрат с точки зрения прочности закрепления красочного слоя.

Ключевые слова: банкноты, металлографическая печать, краски, красочный слой, адгезия, химическое влияние, композиционный состав краски, износостойкость банкнот, эксплуатационные свойства банкнот.

It was carried out the investigation of influence of intaglio printing inks on the operational properties of banknotes. For experimental researches the technology of dry and wet simulating deterioration was applied. The purpose of the technology was to accelerate degradation of banknote samples.



It was also carried out a series of tests to study the adhesion of intaglio printing inks with different compositions to the different surfaces of the experimental papers. The results of investigation showed the optimal variant of ink—substrate combination in terms of fixing strength of the ink layer.

Keywords: banknotes, metallographic printing, inks, ink layer, adhesion, chemical influence, ink composition, banknotes wearing, operational properties of notes.

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

Надійшла до редакції 02.04.14