



УДК 655.3.022.51

ДОСЛІДЖЕННЯ ВИКОРИСТАННЯ ПАПЕРІВ З МАКУЛАТУРИ У ВИГОТОВЛЕННІ КНИЖКОВОЇ ПРОДУКЦІЇ ОФСЕТНИМ ДРУКОМ*

© С. Якущевич, Dr.-Inz., Інститут поліграфії
Варшавської Політехніки, Варшава, Польща;
С. О. Войтенко, УАД, Львів, Україна

Проведено аналіз нових макулатурних паперів
для офсетного аркушевого друку.

**It is lead the analysis of new kinds recycling papers
for an offset sheet print.**

Постановка проблеми

Останнім часом на європейському паперовому ринку появились крейдовані і не крейдовані папери в повному екологічному циклі з макулатури. Для цього типу продукції використовуються спеціальні відібрані ґатунки макулатури.

Виробників цього типу паперів в Європі є тільки два, які в сумі виготовляють кільканадцять різних видів паперів (торгових марок). Вони нажаль дорожчі або порівняні в ціні до паперів без деревної маси (целюлозними). Ті самі виробники виготовляють також папери, до яких додаються до 50 % первинних волокон. Використання таких паперів дозволяє вирішити питання охорони навколишнього середовища, збереження «зеленого товариша» людства, який, в значній мірі, впливає на клімат земної кулі, зменшити витрати енергії, води, людського та машинного ресурсів та ін. [4, 5].

Мета роботи

Метою роботи було аналіз і порівняння друкарських властивос-

тей нових видів макулатурних паперів призначених для друкування книжок.

Методика дослідження

Для виготовлення відбитків призначених для дослідження була приготовлена спеціальна тестова форма (рис. 1), на якій знаходились вимірні поля: оптичної щільності, контрастності, trapping, приріст пункту і поля для візуальної оцінки якості відбитка [1—3, 6—10].

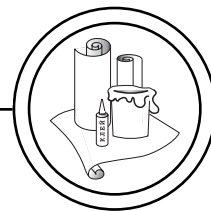
На тестовій формі, симетрично по обох сторонах аркуша, були розміщені *поля плашки* розміром 10x500 мм. Були розміщені в послідовності КСМУ на зміну з полями зі значенням покриття 75 %. Поля плашки служать для візуальної оцінки друкарської гладкості та для денситометричного контролю товщини фарби.

Поля для контролю прийняття фарбою фарби були розміщені на контрольній смужці, в послідовності (MRYGCBM) з полями плашки кольорів, з яких складаються:

Поле R (червоний) = magenta + yellow.

* Робота виконана під керівництвом д.т.н., професора, Лазаренко Е. Т.; д.т.н., професора, Мервінського Р. І.

ПОЛІГРАФІЧНІ МАТЕРІАЛИ



Поле G (зелений) = yellow + cyan.
Поле B (синьо-фіолетовий) = cyan + magenta,

і мають розмір 10×10 мм.

Передостаннє поле ряду квадратиків є полем з покриттям 100 % C + 100 % M + 100 % Y, а останнє поле ряду квадратиків є полем з покриттям 100 % K. метою розміщення цих двох полів біля себе є порівняння чорноти отриманої з фарб першорядових накладених на себе з чорнотою отриманою з чорної фарби.

На тестовій формі були розміщені *растрові шкали* для кольорів СМУК. Це поля розміром 7×7 мм. Кожне поле містить припорядкований певний коефіцієнт процентного покриття, а крок шкали становить 10 %. Мінімальний коефіцієнт процентного покриття становить 10 %, а максимальний 100 %.

Поля для дослідження *балансу сірості* були розміщені на контрольній стрічці, за полями для контролю прийняття фарбою фарби. Вони знаходяться по сусідству з

полями з покриттям 40 % і 80 % задрукованих чорною фарбою. Для отримання нейтральної сірості, яка відповідає полю 40 % використано поле з коефіцієнтом процентного покриття: C 28 % + M 21 % + Y 19 %. Для отримання нейтральної сірості, яка відповідає полю 80 %, використано поле з коефіцієнтом процентного покриття: C 75 % + M 62 % + Y 60 %.

На тестовій формі знаходяться негативні та позитивні *мікро-лінії* та *мікро-пункти*.

Вище растрових шкал знаходяться поля розміром 6×6 мм, які містять позитивні та негативні мікро-пункти. Позитивні мікро-пункти, це поля для кольорів СМУК з коефіцієнтом процентного покриття 1, 2, 3, 4 та 5 %. Вони служать для контролю можливості відтворення дрібних пунктів на досліджуваному папері. Негативні мікро-пункти знаходяться на полях з коефіцієнтом растрового покриття 95, 96, 97, 98 та 99 %. На цих полях досліджується можливість тональної різномірності в тем-

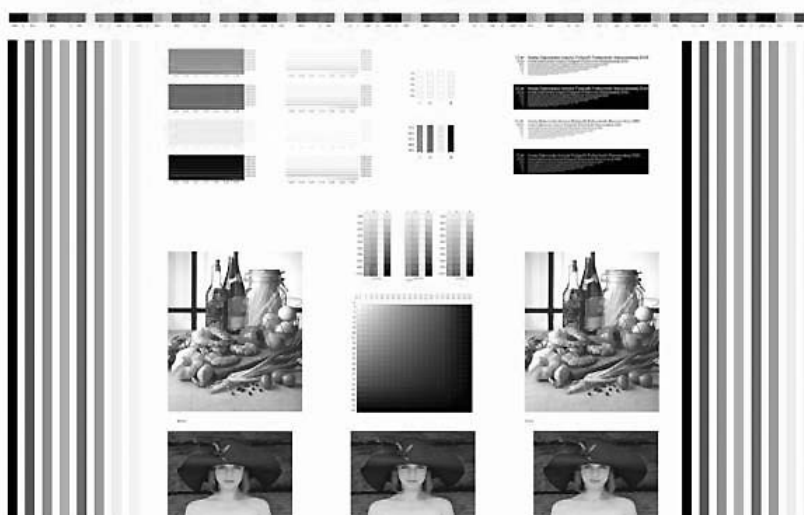
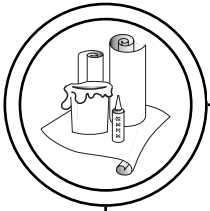


Рис. 1. Тестова форма



ПОЛІГРАФІЧНІ МАТЕРІАЛИ

Таблиця 1

Фізико-хімічні властивості досліджуваних паперів*

Властивості	Nr 1	Nr 2	Nr 3	Nr 4	T	Методика
Граматура, г/м ²	79,7	78,6	115	151	80,8	PN-ISO 536:1996
Товщина аркуша, μm	102	83,8	97,8	124	107	PN-EN 20534
Пухкість, см ³ /г	1,28	1,10	0,85	0,82	1,32	PN-EN 20534
Шорсткість Bendtsen, мл/хв.	206	93	15	7	242	PN-93/P-50169
Білизна, %	79,2	80,7	84,3	84,6	94,3	PN-76/P-50169
Непрозорість, %	96,9	97,3	98,2	99,2	90,2	PN-76/P-50169
Стойкість до розриву поверхні мет. IGT, м/с I стр.	1,12	0,61	0,71	0,73	1,45	PN-P/50169
II стр.	1,22	0,59	0,72	0,75	1,60	
Відносна вологість, %	6,2	4,9	4,1	4,1	5,7	PN-ISO 287
Лінійне відображення під впливом зміни вологості повітря, % MD видовження 32 → 75	+0,11	+0,10	+0,11	+0,11	+0,08	PN-85/P-50160
MD скручення 75 → 32	-0,08	-0,08	-0,08	-0,08	-0,08	
CD видовження 32 → 75	+0,35	+0,28	+0,23	+0,22	+0,30	
CD скручення 75 → 32	-0,31	-0,25	-0,19	-0,15	-0,25	
pH, pH	8,4	8,5	8,3	8,5	8,3	PN-84/P-50109
Крапчастість, шт/м ²	59	51	0	0	0	PN_85/P-50160
Абсорбція води wg Cobbb ₆₀ , г/м ² I стр.	N	N	N	N	24,0	PN-ISO 535:1996
II стр.	N	N	N	N	21,5	
Вміст золи, %	13,2	24,5	25,5	24,1	12	PN-ISO 2144:1996

Увага: N — без результату, вода просочується на другу сторону.

них ділянках зображення, приблизних ступенем покриття до поля з повним покриттям.

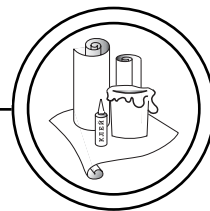
Мікро-лінії містять наступні ширини: 0,5; 0,3; 0,2; 0,1; 0,07; 0,05 та

0,02 мм. Служать для контролю можливості відтворення тонких ліній.

Поза можливістю відтворення растрового зображення, незвично важливим є виразне і контрастне

*№ 1, № 2 — не крейдовані папери; № 3, № 4 — крейдовані папери; T — порівняльний папір Tauro.

ПОЛІГРАФІЧНІ МАТЕРІАЛИ



відтворення штрихових елементів, таких як напр. текст. Для контролю цього параметру служать текстові поля, які містять *текст в негативі та позитиві*, в наступних розмірах кегелю: 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 10 та 12 пунктів. Текст виконано в двох шрифтах: ArieI — одноелементний без шерифів та Times New Roman — двоелементний з шерифами.

На тестовій формі була розміщена *ілюстрація*: однокольорова чорна багатотональна в двох лініатурах растру: 60 та 70 лін/см та ілюстрація багатокольорова в трьох лініатурах растру: 50, 60 та 70 лін/см. Ці ілюстрації служать для зорової оцінки змін кольорів в окремих ділянках зображення на відбитку виконаному на конкретному папері (особливо в світах та тінях), в залежності від лініатури растру.

На друкарській формі було розміщено зображення, яке складається з квадратиків розміром 6×6 мм. Ці поля служать для візуального порівняння отримання чорноти, за допомогою трьох тріадних фарб: С (cyan), М (magenta), Y (yellow). Кожному полю призначено значення растрового покриття.

Приготування друкарської форми виконано при використанні сис-

теми файлів singa station, які надані фірмою Heidelberg. Офсетні пластини були експоновані на термічних позитивних пластинах Elektra Excel HRO фірми Kodak Polychrome товщиною 0,3 мм. Час експонування пластини на експонуючому апараті TOPSETTER 102 автоматично встановлюється через калібрацію устаткування в залежності від кондиції діодів експонуючого лазера.

Проявлення було безпосередньо після експонування, завдяки використанню системи типу on-line, в якому експонуючий апарат поєднаний з проявляючим апаратом спеціальним мостом, який дозволяє зберегти найкращі параметри процесу.

Друкування відбувалося на шестикольоровій друкарській машині KBA Rapida 104 з максимальним форматом відбитка 720×1020 мм.

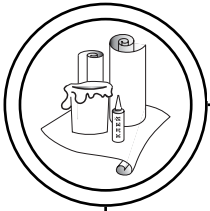
Для дослідження використано два не крейдованих паперів і два крейдовані папери, а як порівняльний папір використано високоякісний офсетний папір Tauro (Dito) виготовлений у M-real Hallein (табл. 1).

В проведених дослідженнях були використанні *тріадні фарби* серії World Series (табл. 2), виготовленні Sun Chemical на основі рослинних

Таблиця 2

Технічні параметри фарби WORLD SERIES

Колір	Символ	Світлостійкість	Покриття	Стойкість до алкілів	Стойкість до алко-голю	Стойкість до нітро
yellow	G9901 WS26	5	транспарентна	+	+	+
magenta	P9902 WS27	5	транспарентна	-	+	+
cyan	B9903 WS25	8	транспарентна	+	+	+
black	B9904 WS46-DA	8	криюча	+	-	-



ПОЛІГРАФІЧНІ МАТЕРІАЛИ

олій, що рекомендуються для друкування на багатосекційних машинах, в цьому восьмикольорових та десятикольорових, які часто використовуються для виготовлення книжок.

Приготування тестових паперів для друкування відбулося за допомогою попередньої акліматизації та нарізка аркушів до формату A1 + 630x880 мм. Для проведення дослідження використано 1000 аркушів кожного типу паперу.

Перед початком друкування було проведено підготування машини, через налаштування її окремих елементів, з метою гарантування можливо найкращих умов проходження процесу. В самонакладі були вкладені тестові аркуші та 500 аркушів макулатурного паперу, з метою отримання рівноваги фарба—вода та відповідних оптичних густин.

Процес друкування відбувався зі швидкістю 9500 аркушів на годину. Кожен з тестових паперів друкувався окремо.

Процес друкування відбувався при використанні алкогольного зволожуючого розчину Technotrans. Зволожуючий розчин з рН 5,3 %, містив 8 % ізопропілового спирту.

Друкування проводилося у виробничих умовах, при температурі повітря 21 °С та відносній вологості повітря на рівні 51 %.

З метою отримання запроєктованих раніше оптичної густини та контрасту (табл. 3—4) для дослідження у вимірах по мокрому було використано денситометр FAG VIP-DENS 450.

Наступні денситометричні виміри були виконанні після остаточного затвердження шару фарби на відбитках (по сухому) при використанні денситометру фірми Gretag Macbeth D 19C. Перед початком вимірів було проведено відповідну калібрацію денситометра на калібраційній пластині, на якій були відповідні значення: С — 1,55; М — 1,48; Y — 1,53; К — 1,79.

За роботою [2, 3, 6] параметри, які впливають на якість відбитків є *відносна контрастність* та *trapping*. Вони визначається за допомогою оптичної щільності поля плашки та значення інтегральної оптичної щільності отриманої на полі з процентним покриттям 75 %. Відносна контрастність визначається за формулою [7]:

$$K_w = \frac{D_a - D_r}{D_a} \times 100\%,$$

де, K_w — відносна контрастність; D_a — оптична густина плаш-

Таблиця 3
Значення оптичних густин
за стандартами ISO 12647-2

Колір фарби	Оптична густина крейдованих паперів	Оптична густина не крейдованих паперів
black	1,85 ± 0,04	1,25 ± 0,04
cyan	1,55 ± 0,04	1,00 ± 0,04
magenta	1,50 ± 0,04	0,95 ± 0,04
yellow	1,45 ± 0,04	0,95 ± 0,04

Таблиця 4
Значення приросту пункту
за стандартами ISO 12647-2

Коефіцієнт процентного покриття	Приріст пункту крейдованих паперів	Приріст пункту не крейдованих паперів
40 %	19 ± 4	22 ± 4
80 %	13 ± 3	14 ± 3

ПОЛІГРАФІЧНІ МАТЕРІАЛИ

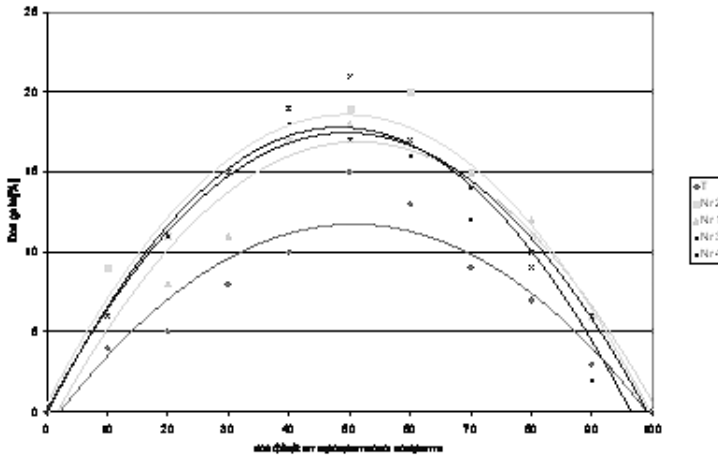
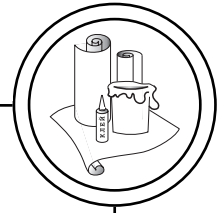


Рис. 2. Приріст растрового елементу для різних паперів з лініатурою 60 ліній/см (YELLOW)

ки; D_r — інтегральна оптична густина поля 75 %.

Прийняття фарбою фарби (Trapping) являється величиною, яка характеризує зміну перенесення фарби та виражається в процентах і описаний формулою Preucil'a [7]:

$$T = \frac{D_{1+2} - D_1}{D_2} \times 100\%$$

де, D_{1+2} — сумарна оптична густина двох фарб; D_1 — оптична гу-

стина першої фарби; D_2 — оптична густина другої фарби.

Результати досліджень

Як видно з рис. 2 на крейдованих паперах отримано значно нижчий приріст растрового елементу ніж на офсетному папері Tauro. Найнижчі значення приросту растрового елементу отримано на папері № 3. З не крейдованих паперів з нижчим значенням приросту растрового елементу оказався папір Т.

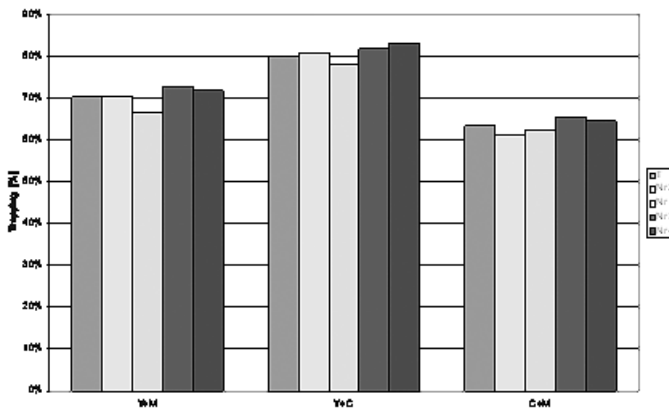
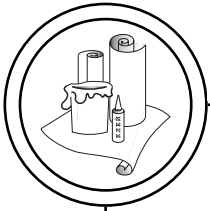


Рис. 3. Trapping для різних паперів



ПОЛІГРАФІЧНІ МАТЕРІАЛИ

Найнижчі значення Trapping (рис. 3) отримано на папері № 1, а найвище на папері № 3. Найвищий Trapping отримано для зеленого кольору (Y+C) та коливався в границях 78÷83 %. Найнижче значення Trapping отримано кольору, який складається з M+C і знаходився він в границях 61÷66 %.

Найбільшу відносну контрастність отримано на відбитку надрукованому на папері позначеному № 4. Значення, які отримані на друкарських відбитках на не крейдованих паперах знаходяться в межах 24÷39 %, а на крейдованих паперах 32÷47 %.

Контроль балансу сірості показав наступне. Порівнюючи поле з процентним покриттям 40 % з полем, яке відповідає цьому полю, яке складається з C 28 % + M 21 % + Y 19 %, було зауважено, що найближчий колір сірості отримано на папері № 1. Для поля з покриттям 80 % і поля, яке відповідає полю 80 %, яке складається з C 75 % + M 62 % + Y 60 %, найбільше відтворення отримано на папері № 3.

Які-небудь зміни в наданні якогось з кольорів змінять відтінок цих

полів, які повинні бути натурально сірі. Зауважено, що на не крейдованих паперах поле, яке відповідає полю 80 % впадає у відтінок magent. Найбільше відхилення у відтінку кольору отримано на папері T.

Найкраще відтворення негативних мікро-ліній отримано на папері № 3. На жодному з досліджуваних паперів для всіх кольорів не була відтворена негативна лінія товщиною 0,02 мм. Негативна лінія 0,05 мм не була відтворена для жовтого кольору.

На жодному з досліджуваних паперів не були відтворенні пункти з процентним покриттям 1 %. Найгірше відтворення позитивних мікро-пунктів отримано для жовтої фарби, тільки для 5 % растрового покриття. Найкраще відтворення отримали позитивні мікро-пункти на досліджуваному папері T.

Серед досліджуваних паперів найкраще відтворення негативних пунктів отримано на крейдованих паперах. На всіх полях досліджуваних паперів жовтий колір відтворився як плашка. Найкраще відтворення отримано для чорного кольору. Найгірше відтворилися негативні мікро-пункти на папері № 1.

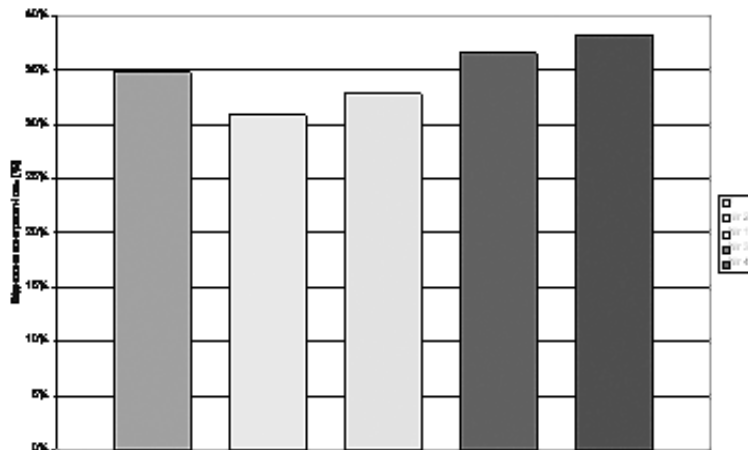
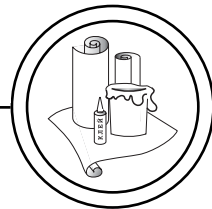


Рис. 4. Відносна контрастність для досліджуваних паперів (YELLOW)



Набагато краще відтворення тексту було на крейдованих паперах. На не крейдованих паперах № 1 та Т були нечитабельні двох пунктові тексти. На паперах № 3 та № 4 з близької відстані без проблем можна прочитати позитивний та негативний одноелементний текст без засічок шрифту Arial розміром 2 пункти.

Шість незалежних експертів вибрали чорно-білі та кольорові ілюстрації, які їм найбільш та найменш сподобалися, причому за найкраще чорно-біле зображення визначено ілюстрацію з лініатурою 60 л/см на папері позначеному № 3, а за найкраще на папері № 2 з лініатурою 70 л/см. Серед багатокольорових ілюстрацій найкращими були: на крейдованому папері — ілюстрація з лініатурою 60 л/см на папері позначеному № 4, а на не крейдованому — з лініатурою 50 л/см на папері № 1. За найгіршу ілюстрацію визначено багатокольорову ілюстрацію на папері Т з лініатурою 70 л/см.

Висновки

Аналіз результатів з проведених досліджень дозволив оцінити та порівняти друкарські властивості досліджуваних паперів. Досліджувалися чотири макулатурні папери: № 1, № 2, № 3, № 4, а також офсетний папір Т без деревної маси.

1. Досліджувані відбитки відрізняються від себе якістю. Причиною цього є поверхнева структура паперу. Різниця полягає на розбіжності у відтворенні окремих елементів друкарської форми. На початку важко було однозначно оцінити, який відбиток був якісно відображений. Фактом є те, що кожен з досліджуваних паперів мав добрі друкарські властивості і не прояв-

ляв проблем в процесі друкування. Однак після глибокого аналізу, було оцінено, що найкращі результати показав папір № 4, власне цей папір мав ведучі друкарські властивості.

2. Під час друкування прийнято значення оптичної густини за нормами ISO 12647-2, які були перевірені в кожному досліджуваному папері. Найкращим папером з точки зору отримання відповідної оптичної густини був папір позначений № 3.

3. Найбільшу відповідність до закладених стандартів ISO з точки зору приросту растрового елемента на полях з процентним покриттям 40 та 80 % отримано на папері позначеному № 4.

4. Найбільше значення trapping отримано на не крейдованому папері № 1.

5. Папером на якому отримано найбільшу відносну контрастність був папір позначений № 4.

6. Мікро-лінії та мікро-пункти найкраще відобразились на крейдованих паперах № 3 та № 4.

7. Найкраще відображення текстів отримано на крейдованих паперах позначених № 3 та № 4.

8. Візуальна оцінка зображення на відбитках показала, що на не крейдованих паперах № 1, та Т краще зображення є з лініатурою 50 л/см, а на крейдованих (№ 3, № 4) з лініатурою 60 л/см.

9. Приємніші в огляданні та читанні були макулатурні папери, які мають легко жовтуватий відтінок, це папери № 1, № 2, № 3, № 4.

Підсумовуючи потрібно ствердити, що порівнюючи ряд друкарських властивостей аналізованих паперів найкращі властивості отримав крейдований макулатурний папір позначений № 4.



ПОЛІГРАФІЧНІ МАТЕРІАЛИ

1. Величко О. М. Опрацювання інформаційного потоку взаємодією елементів друкарського контакту: Монографія. — К.: Видавничо-поліграфічний центр «Київський університет», 2005. — 264 с.
2. Войтенко С. Офсетний аркушевий друк: якість відбитків // Міжнародна науково-практична конференція студентів, магістрантів і аспірантів «Квалілогія Книги». — 2006. — С. 59—61.
3. Гавенко С. Ф., Мельников О. В. Оцінка якості поліграфічної продукції / Під ред. Е. Лазаренко. — Львів: Афіша, 2000. — 120 с.
4. Кузовенко В., Будник К. Новая жизнь макулатуры. — 2006. — № 8(74).
5. Сивакова О. Макулатурные этюды // Бумага и жизнь. — 2005. — № 6.
6. Стефанов С. Оценка печати оттисков. — М.: Репроцентр М., 2003. — 38 с.
7. Якуцевич С., Лазаренко Е., Назар І., Микитів Н., Петрик П. Якість друкованої продукції: показники оцінки // Квалілогія книги. — Львів: УАД, 2005. — № 8 — С. 5—13.
8. Якуцевич С., Собчик В., Янковська Г., Войтенко С., Микитів Н. Об'єктивізація оцінок якості друку упаковок // Палітра друку. — 2005 — № 6 — С. 42—46.
9. Якуцевич С., Мервинский Р. Управление качеством в полиграфии статистическими методами // Технологія і техніка друкарства. — 2005. — № 2.
10. Якуцевич С., Войтенко С. Технологічні фактори якості офсетної продукції та параметри її оцінки: анкетування думок фахівців // Міжнародна науково-практична конференція студентів, магістрантів і аспірантів «Квалілогія Книги». — 2007. — № 1(11) — С. 57—63.

Рецензент — О. М. Величко, д.т.н., доцент, с.н.с., НТУУ «КПІ»

Надійшла до редакції 06.12.07