

УДК 655.3.022 + 655.3.062

ОПТИМІЗАЦІЯ РОБОТИ ДРУКАРСЬКОЇ МАШИНИ PRINTMASTER GTO 52-2-P В УМОВАХ НДЦ «HEIDELBERG–УАД»

П. М. Ривак, І. В. Шаблій, В. В. Бернацек, М. Т. Лабецька, М. В. Лисович

Українська академія друкарства,
вул. Підголосько, 19, Львів, 79020, Україна

Розглянуто застосування новітньої методики оцінювання якості друкованих відбитків з використанням «функції бажаності» для формалізації комплексного показника оптимізації, що сприяє підвищенню конкурентоспроможності друкарні. На основі проведених експериментальних досліджень подано рекомендації щодо застосування стандартизованих типів паперу у технології аркушевого офсетного друку та оптимізовано роботу друкарської машини Heidelberg PRINTMASTER GTO 52-2-P в умовах НДЦ «Heidelberg–УАД».

Ключові слова: *офсетний друк, якість відбитків, показники контролю якості, «функція бажаності Харрінгтона», оптимізація роботи друкарської машини.*

Постановка проблеми. Фірма Heidelberg передала Українській академії друкарства поліграфічне обладнання для використання його в навчальних цілях у навчально-демонстраційному центрі «Heidelberg–УАД». Завданням НДЦ «Heidelberg–УАД» є демонстрація сучасного поліграфічного друкарського обладнання [1], технологій, матеріалів, нових наукових розробок і програмного забезпечення у процесі підготовки майбутніх спеціалістів поліграфічно-видавничої галузі та для видання навчально-методичної літератури від одного з лідерів поліграфічного машинобудування — фірми Heidelberg.

У наш час проблемі якості друкованого зображення надають щораз більше уваги. Це пов'язано з тим, що ринок поліграфії зростає, збільшується конкуренція в галузі. Інформованість замовників про те, яким має бути зображення, також підвищується, і пояснення, що проблеми з друком пов'язані з якістю підготовки файла, є непереконливими. Однак забезпечення потрібної якості у стислі строки не завжди можливе. Основними причинами неналежного виконання замовлення є низький рівень поліграфічної техніки, неправильний вибір технологічних параметрів друку, а також людський фактор.

Розв'язанням зазначеної проблеми може бути проведення квалілогічних досліджень друкованої продукції, що дасть змогу здійснити оптимізацію роботи друкарської машини в умовах реального часу, спрямовану на підвищення її продуктивності та забезпечення високої якості відтворення багатофарбової продукції, яка відповідає світовим стандартам.

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Проведений аналіз досліджень літературних джерел [2–5] та нормативних документів [6–8] підтвердив актуальність і необхідність оптимізації роботи друкарської машини, що сприятиме підвищенню якості друку, розширенню асортименту друкованої продукції та зниженню її собівартості завдяки зменшенню витрат від браку і простоїв обладнання. Загалом оптимізація технологічного процесу виготовлення дру-

кованої продукції зумовлює підвищення конкурентоспроможності друкарні як такої.

Мета статті — висвітлити результати проведених експериментальних досліджень якості відбитків, віддрукованих на офсетній аркушевій машині Printmaster GTO 52-2-P в умовах НДЦ «Heidelberg–УАД» із застосуванням структурованого підходу аналізу окремих елементів друкованого зображення, на основі якого скласти комплексний показник оцінки якості за узагальненим критерієм оптимізації на підставі функції бажаності Харрінгтона.

Виклад основного матеріалу дослідження. Об'єктом експериментальних досліджень було обрано технологічний процес друкування на аркушевій офсетній машині Heidelberg PrintMaster GTO 52-2-P, оскільки саме вона використовується для навчального процесу студентів у навчально-демонстраційному центрі.

Як засіб для оцінювання якості відбитків були створені шкали: тестова шкала з полями півтонів і тонів, яка побудована для СМУК-кольорів, як окремо для кожного кольору (10, 20, 30, 40, 50, 60, 70, 80, 90, 100 % насичення), так і при накладанні 100 % полів попарно та тріадно СМУ згідно з міжнародним стандартом ISO 12647, а також ряд шкал для контролю якості офсетного способу друку Ugra/Fogra Digital Print Scale Control, які включають елементи ковзання, розтискування, відтворення дрібних деталей, радіальної міри, поля півтонів, суміщення фарб, текстові елементи і т. д. Окрім того, було використано шкалу для визначення роздільної здатності та лініатури друкування, яка дає можливість контролювати відтворення багатофарбових зображень, кольори яких, для усунення муару, розміщені під відповідними кутами растру, незалежно від варіантів подавання і транспортування аркушів паперу, як вузькою, так і широкою сторонами [9].

Матеріалами для дослідження [8, 10] було обрано різновиди паперу згідно з міжнародним стандартом ISO 12647:2 2013 р., які мають найбільший попит серед друкарень Львова, а також широко використовуються для виготовлення друкарської продукції у навчально-демонстраційному центрі: крейдований глянцеваий (Vega Gloss) — 115 г/м², крейдований матовий (Vega Gloss) — 115 г/м², некрейдований білий (Amber Graphic) — 115 г/м², некрейдований жовтий (Munken pure) — 115 г/м² (див. табл. 1).

Vega Gloss (Китай) — білий (матовий, глянцеваий) крейдований папір з деревної маси, спеціально оброблений і придатний для високоякісного друку книг, брошур, рекламних матеріалів і каталогів з великою кількістю багатоколірних ілюстрацій. Vega Gloss має хороші експлуатаційні властивості: високу накладостійкість, придатність для лакування, ламінування та палітурних робіт.

Amber Graphic (Польща) — білий некрейдований офсетний папір без деревної маси, спеціально оброблений для високоякісного друку книг, брошур, рекламних матеріалів і каталогів.

Munken pure (Швеція) — папір жовтого кольору, який підходить для друку книжок, каталогів, елітної періодики, навчальної літератури високої яко-

сті, ексклюзивного рекламного матеріалу. Під час виготовлення Munken pure не використовують хлор і оптичні підбілювачі. Папір має оптимальне співвідношення довгих і коротких волокон целюлози, що забезпечує високу непрозорість і міцність, його використовують для всіх видів друку і післядрукарської обробки.

Таблиця 1

Технічні характеристики паперу

Параметри	Значення			
	Крейдований глянцевий	Крейдований матовий	Некрейдований білий	Некрейдований жовтий
Щільність (г/м ²)	115	115	115	115
Непрозорість (%)	91,5	91,5	96	94
Товщина (мм)	0,085	0,085	0,098	0,136
Білизна (CIE)	123	123	143	62
Яскравість (ISO 2470/D65%)	104	104	104	80
Шорсткість (ml./min)	160	160	160	150
Розширення друку	133–150 lpi	133–150 lpi	133–150 lpi	133–150 lpi

Запропонована методика охоплює кілька стадій, у результаті яких виробляється єдина концепція з розрахунком комплексного показника, що й описує рівень якості досліджуваного відбитка, а також процес друкування та тестоване обладнання. Для аналізу показників якості відбитків застосовували об'єктивні й суб'єктивні методи оцінювання якості, а також сучасні вимірювальні засоби. Як тестові об'єкти використовували стандартизовані тестові шкали різних відомих виробників з усіма перерахованими елементами якості друкованого зображення. Серед усього різноманіття параметрів, одиниць виміру та методів оцінювання якості друкованого зображення здійснили об'єднання роз'єднаних даних для їх порівняння, а також запропонували критерій узагальненого параметра оптимізації, розрахований за узагальнюючою функцією бажаності Харрінгтона [11].

На рис. 1, 2 подано діаграми одиничних функцій бажаності для показників якості відбитків на досліджуваних зразках паперу, віддрукованих на офсетній машині Heidelberg Printmaster GTO 52-2-P. Для зручності опису одиничну функцію бажаності (вісь X) умовно поділено на: відмінно (1,00–0,80); добре (0,80–0,63); задовільно (0,63–0,37); незадовільно (0,37–0,20); погано (0,20–0,00).

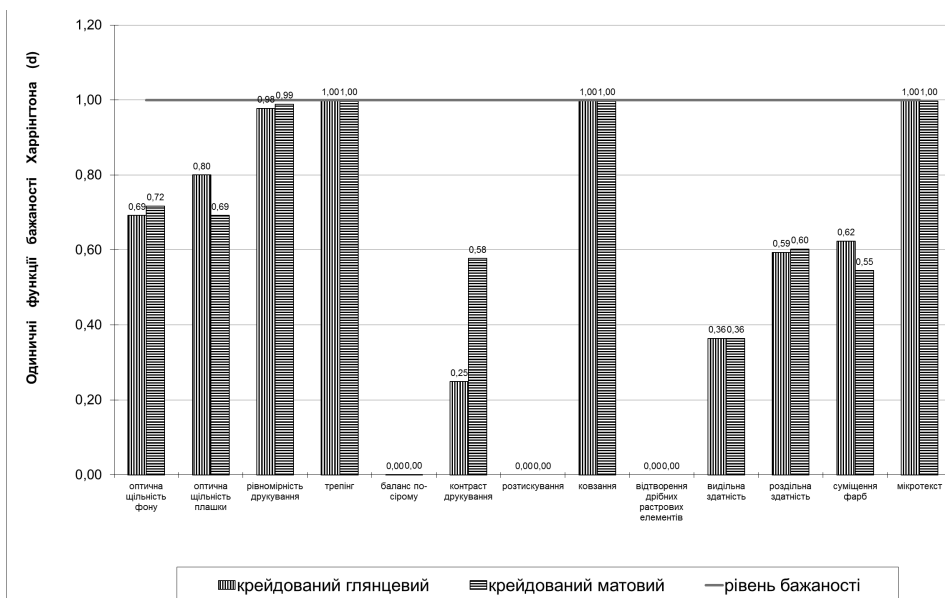


Рис. 1. Діаграми одиничних функцій бажаності для показників якості відбитків, віддрукованих на Printmaster GTO 52-2-P на крейдованому папері 115 г/м²

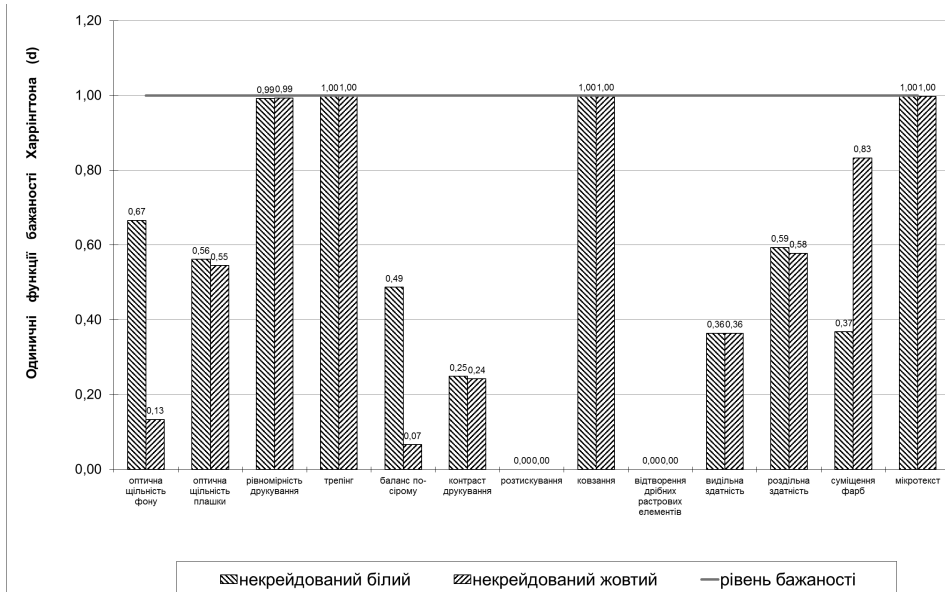


Рис. 2. Діаграми одиничних функцій бажаності для показників якості відбитків, віддрукованих на Printmaster GTO 52-2-P на некрейдованому папері 115 г/м²

Як бачимо з побудованих діаграм, одинична функція оптичної щільності фону, якого в ідеалі не мало б бути, наближається до бажаного значення на ділянці «добре» майже з однаковими показниками: крейдований гляцевий папір — 0,69; крейдований матовий папір — 0,72; некрейдований білий папір — 0,67.

Некрейдований жовтий папір із значенням — 0,13 в одиничній функції бажаності займає місце з показником «погано». Низький показник функції бажаності оптичної щільності фону для жовтого паперу зумовлений його пігментацією і, як наслідок, великим значенням оптичної щільності, яка майже в чотири рази перевищує значення для паперів з високим відсотком білизни.

Найкращий результат одиничної функції оптичної щільності плашки, на межі між «добре» і «відмінно», показав крейдований глянцеви́й папір — 0,80. Каландрування надає поверхні паперу гладкої структури, і тому при друкуванні на глянцевих паперах шар фарби є рівномірним. Верхній більший шар фарби залишається на гладкій поверхні паперу, утворюючи рівномірну поверхню, а менший всотується у структуру паперу. Тому при вимірюванні оптичної щільності плашки світловий промінь у гладкому шарі фарби менше розсіюється та більше поглинається, аніж відбивається. Добре відтворює плашку і крейдований матовий папір — 0,69. Із задовільною якістю плашка друкується на некрейдованому білому — 0,56 і жовтому папері — 0,55. У матових і некрейдованих паперах відбувається всотування фарби у структуру самого паперу, а отже, при вимірюванні оптичної щільності плашки простежуються явища заломлення, розсіювання світлового проміння, внаслідок чого знижується коефіцієнт поглинання. Крім того, низький показник білизни самого паперу частково знижує коефіцієнт поглинання.

Одинична функція рівномірності друкування на всіх досліджуваних паперах відмінна і становить, відповідно, для крейдованого білого — 0,98, крейдованого матового — 0,99, некрейдованого білого — 0,99, некрейдованого жовтого — 0,99. Рівномірність друку є кращою, ніж спроможна розрізнити людина, і практично вагомої різниці між еталонними і вимірювальними значеннями немає. Отриманий результат свідчить про стабільне подавання фарби у процесі друкування.

Значення одиничних функцій бажаності трепінгу на всіх досліджуваних паперах відмінні і становлять — 1, відповідають стандартизованим значенням трепінгу, які обчислені за формулою Пруссела (за даними компанії X-Rite). Отримані результати свідчать про стабільне подавання фарби під час друкування та рівномірність її розподілу по всій площі відбитків, оптимальну концентрацію зволожувального розчину, правильно підібране офсетне полотно та налаштування тиску при друкуванні.

Одинична функція колірного балансу (баланс «по сірому») є незадовільною для крейдованих паперів, як глянцевого, так і матового, та некрейдованого жовтого паперу. Задовільний результат отриманий для некрейдованого білого паперу — 0,49. Відмінність кольору контрольного поля від сірого спричинено відхиленням від норм показників розтискування.

Задовільний контраст друкування спостерігається на крейдованому матовому папері, де значення одиничної функції дорівнює 0,58. Практики стверджують, що при максимально допустимому значенні контрасту досягається оптимальне співвідношення накату фарби і величини розтискування. Ці вели-

чини тісно пов'язані між собою. Розтискування растрових елементів призводить до зменшення пробільних ділянок, внаслідок чого знижується контраст при друкуванні.

Всі інші досліджувані взірці практично з однаковими результатами одиничних функцій (0,25, 0,25, 0,24) потрапляють в незадовільний діапазон. Отримані результати свідчать про втрату градацій в тінях растрового зображення на крейдованому глянцевому і некрейдованому паперах, що пояснюється збільшенням накату фарби, внаслідок чого контраст на світлих ділянках зростає, в напівтінях — стабілізується, а в темних ділянках — спадає.

Крім того, суттєвий вплив на зниження контрасту має нестабільна емульсія зволожувального розчину. Надлишкове зволоження фарби призводить до зменшення її в'язкості в кліматичних умовах дільниці, збільшення часу її висихання та затягування фарбою пробільних елементів у темних ділянках.

Візуальний контроль шкали для ковзання показав відсутність муару — ідентичного зображення, яке утворюється накладанням двох періодичних структур з лінійним або кутовим зміщенням. Функції бажаності для всіх паперів показали відмінний результат — 1,00. Кола шкали відтворювалися з однаковою товщиною штрихів і пробілів, відсутнє проковзування та затягування пробілів.

Водночас одиничні функції бажаності відтворення дрібних растрових елементів показують поганий результат — 0,001. Очевидно, в нашому випадку необхідно звернути увагу на додрукарський процес — можливо, порушені режими експонування пластин. Також на відтворення дрібних растрових елементів суттєво впливає процес растрування — перетворення цифрового зображення тональної шкали в растрову та умови неперервного управління розміром растрових елементів для регулювання їх відносної площі.

Наведені вище причини впливають і на видільну здатність, яка на діаграмах одиничних функцій показала результат для всіх видів паперу — 0,36, що перебуває на межі допустимих значень.

Кращими показниками відзначились одиничні функції роздільної здатності: 0,60 — для крейдованого матового паперу; 0,59 — для крейдованого глянцевого і некрейдованого білого паперу; 0,58 — для некрейдованого жовтого паперу. Як бачимо, всі показники перебувають на межі задовільних і добрих значень.

Відмінний показник одиничної функції суміщення фарб показав некрейдований жовтий папір — 0,86, добрий — 0,62 — крейдований глянцево-матовий, і задовільними показниками характеризуються крейдований матовий — 0,55 та некрейдований білий — 0,37. Як бачимо, всі числові значення перебувають у межах максимально допустимого відхилення між центрами хрестів-міток двох будь-яких фарб, тобто не перевищують 0,12 мм.

Мікротекст, зображення тексту кеглем 1 п, відтворюється на всіх досліджуваних взірцях паперу, що забезпечило відмінні показники якості для одиничних функцій бажаності Харрінгтона з показником — 1,00.

Висновки. На підставі вказаних вище одиничних показників якості були складені комплексні показники якості друкованих відбитків, які формують оцінку конкурентоспроможності шляхом уведення кількісних показників якості процесу друкування на офсетній машині Heidelberg Printmaster GTO 52-2-P.

Найкращі друкарські властивості має крейдований матовий папір з комплексним показником конкурентоспроможності друкарні — 0,87. Не значно гірші параметри з показником 0,86 мають крейдований глянцевиий і некрейдований білий папір. Найменше для багатофарбового друку підходить некрейдований жовтий папір 0,85.

Проведений аналіз експериментальних досліджень за новітньою методикою оцінювання якості друкованих відбитків з використанням функції бажаності дав можливість формалізувати комплексний показник оптимізації, що сприяє підвищенню конкурентоспроможності друкарні в умовах НДЦ «Heidelberg–УАД».

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Офіційний сайт кафедри технології друкованих видань і паковань УАД [Електронний ресурс]. — Режим доступу : <http://uad-tdvp.lviv.ua/heidelberg.html>.
2. Крылов А. Контроль качества в строгом режиме [Электронный ресурс] / А. Крылов // Компьюарт. — 2009. — №9. — Режим доступа: <http://www.compuart.ru/article.aspx?id=20792&iid=948>.
3. Величко О. М. Опрацювання інформаційного потоку взаємодією елементів друкарського контакту : [моногр.] / О. М. Величко. — К. : Видавничо-поліграфічний центр «Київський університет», 2005. — 264 с.
4. Воржева О. В. Комплексний показник якості друкарського відбитка / О. В. Воржева // Квалілогія книги. — 1998. — С. 94.
5. Гавенко С. Ф. Оптимизация контроля квалиметрических показателей печатной продукции в процессе производства / С. Ф. Гавенко // Надежность и контроль качества. — М., 1998. — № 4. — С. 30–38.
6. Система контроля плотности красок. Руководство по эксплуатации [Электронный ресурс]. — США, 2002. — Режим доступа : <http://www.compuart.ru/article.aspx?id=20792&iid=948>.
7. Стандартизация многокрасочной печати [Электронный ресурс] / [б/а] // Publish. — 2012. — №10, 12. — Режим доступа : [www.publish.ru/articles/201303_20013000; www.publish.ru/articles/201311_20013157](http://www.publish.ru/articles/201303_20013000;www.publish.ru/articles/201311_20013157).
8. Graphic technology – Process control for the production of half-tone colour separations, proof and production prints. Part 2: Offset lithographic processes: ISO 12647-2: 2013. — [Чинний від 2005–01–01]. — Режим доступу : www.reproducer.ru.
9. Пат. 104837, Україна. Шкала контролю якості друкування на цифрових машинах та пристроях / П. М. Ривак, І. В. Шаблій, В. Б. Репета. — Заявл. 11.11.2013 ; опубл. 11.03.2014, Бюл. № 5.
10. Секерин В. Д. Выбор материала с помощью функции Харрингтона (функция желательности) : методические указания / В. Д. Секерин [и др.] — М. : МГУИЭ, 2005.
11. Оцінювання якості друкованих відбитків з використанням «функції бажаності» для формалізації комплексного показника конкурентоздатності друкарні / [П. М. Ривак, І. В. Шаблій, В. Б. Репета, Р. В. Рибка] // Квалілогія книги. — 2014. — №2 (26). — С. 3–9.

**WORK OPTIMIZATION OF PRINTING PRESS
PRINTMASTERGTO52-2-P IN SRC «HEIDELBERG-UAD»**

P. M. Ryvak, I.V. Shabliy, V.V. Bernatsek, M. T. Labetska, M. V. Lysovych

*Ukrainian Academy of Printing,
19, Pidholosko St., Lviv, 79020, Ukraine*

The article reviews the application of the newest method of quality evaluation of printing imprints with the use of «function of desirability» for formalization of complex optimization index which increases the competitiveness of a printing plant. Recommendations have been given on the basis of the conducted experimental researches as to the application of the standardized types of paper in technology of sheet offset printing and the work of the printing-press Heidelberg PRINTMASTERGTO52-2-P in SRC «Heidelberg-UAD» has been optimized.

Keywords: *offset printing, quality of imprints, indexes of quality control, «function of desirability of Harrington», work optimization of a printing press.*

Стаття надійшла до редакції 28.04.2015.