

УДК 655.34+004.42+655.531

**АНАЛІЗ ПРОЦЕСУ ДРУКУВАННЯ НУМЕРАЦІЇ
НА ВИСОКОЯКІСНИХ ОФСЕТНИХ ПАПЕРАХ,
ДЛЯ АКЦИДЕНТНОЇ ПРОДУКЦІЇ
З ЕЛЕМЕНТАМИ ЗАХИСТУ ІНФОРМАЦІЇ**

© С. О. Войтенко, УАД, Львів, Україна*

**Проведён анализ процесса печати нумерации
на высококачественных офсетных бумагах.**

**The analysis of process of the press of numbering
on a high-quality offset paper is made.**

Постановка проблеми

В стратегії управління якістю процесів і продукції важливим інструментом є статистичні методи (SPC — Statistical Process Control).

Теоретичним основам, на основі яких розвивалися методи SPC, присвячені праці [3, 6, 8, 11], їх прикладні основи представлені в монографіях і навчальних посібниках [1, 2, 4, 11, 13], а питання практичної реалізації застосування до технологічних друкарських процесів і оцінки якості відбитків розглянуті в публікаціях [1, 6—9, 12, 13].

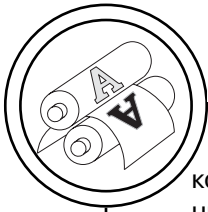
Основним поняттям SPC є «змінність», спричинена рядом найрізноманітніших причин присутніх в процесі. Ця змінність спричинена між іншим через: методи, матеріали, машини, через людей, організацію праці та використання вимірювальних пристроїв. При використанні знаряддя SPC можемо ідентифікувати і усунути ті причини, які призводять до проблем в процесі виробництва та неякісної продукції.

До основних засобів SPC зараховують: контрольні карти для моніторингу і оцінки продукції в процесі виробництва та допоміжні засоби для розв'язку різноманітних проблем якості, таких як гістограма, стратифікація, збірна карта невідповідності, діаграми: причино-результативна, діаграма Pareto і діаграма кореляції.

Особливої уваги заслуговують нормалізовані Контрольні Карти Шевхарта (Shewharta) за ISO 8258+AC1 [12], які використовують для контролю в процесі виробництва, зображенню на моніторі і спостережанню за властивостями виробу.

Літературні відомості та досвід поліграфічних підприємств України показують, що у виборі матеріалів, технологій та устаткування, на жаль, ще не використовують математико-статистичні методи оцінки якості в тому числі з використанням контрольних карт Shewharta. У зв'язку з тим виникає потреба в реальному використанні з допомогою

*Робота виконана під керівництвом Е. Т. Лазаренко, д.т.н., професора; Р. І. Мервінського, д.т.н., професора; С. Якуцевича, Dr-Inz.



ТЕХНОЛОГІЧНІ ПРОЦЕСИ

комп'ютерної техніки та відповідними програмами оцінки якості друківаної продукції за контрольними картами.

Мета роботи

Перевірити за допомогою методів SPC, чи параметр співпадання нумерації на відбитку відповідає вимогам, взявши під увагу результати дослідження впродовж одного місяця продукції.

Методика проведення дослідження

Процес нумерації відбитків на цінних паперах відбувається за технологією ink-jet. Це система при якій зображення формується шляхом нанесення на папір пофарбованої рідини (чорнила): чорного кольору, або пігментованої в один із кольорів СМУ, або додаткові до СМУ кольору: світлі Cyan і Magenta. При попаданні на папір ця рідина швидко всмоктується й висихає. У такий спосіб зображення залишається на папері. Друкуюча голівка являє собою матрицю сопел, через які чорнило подаються на папір.

Параметр, який контролюється було розміщення нумерації

відносно графічного елементу на високоякісних офсетних паперах. Для цього, з кожної виробничої зміни після друкування нумерації було вибрано по чотири відбитки. Потім в зазначеному місці на аркуші (рис. 1, а), проводились заміри відстані між нижнім кутом нумерації та графічним елементом (рис. 1, б).

За технологічними вимогами відстань між нижнім краєм нумерації та краєм графічного елементу має становити 3,2 мм з толерантністю $\pm 1,3$ мм [3–5].

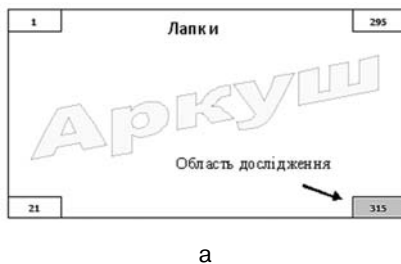
На протязі місяця було проведено по чотири виміри на кожній продукційній зміні.

Програма дослідження

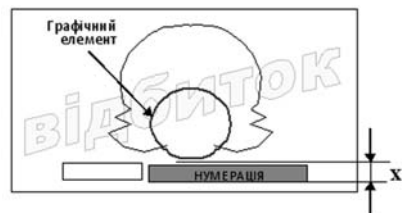
1. Побудова контрольних карт $\bar{X}-R$ — середнього значення і розкиду.
2. Оцінка показників здатності процесу.
3. Ідентифікація корегуючих дій.

Побудова контрольної карти для параметру співпадання нумерації

Прийнято, що аналізовані проби вимірів будуть чотириелементні (чотири виміри на протязі зміни). Були проведені розра-



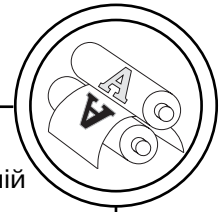
а



б

Рис. 1. Місце і спосіб виміру, а — вибрана область на відбитку, б — вимір відстані від нижнього кута нумерації і кута графічного елементу

ТЕХНОЛОГІЧНІ ПРОЦЕСИ



хунки з вимірами для визначення ліній карти $\bar{X}-R$ за вказаними формулами:

— визначення середньої \bar{X} та розкиду R для кожної проби за взірцем [1, 2, 7]:

$$\bar{X} = \frac{x_1 + x_2 + x_3 + x_4}{n}, \quad (1)$$

$$R = x_{\max} - x_{\min}, \quad (2)$$

де \bar{X} — середнє значення проби; R — розкид в пробі; x — значення одиничного елементу в пробі; n — кількість елементів в пробі; $x_{\max; \min}$ — найбільше і найменше значення в пробі;

— визначення середнього з процесу $\bar{\bar{X}}$ та середній розкид \bar{R} за взірцем:

$$\bar{\bar{X}} = \frac{\bar{X}_1 + \bar{X}_2 + \dots + \bar{X}_k}{k}, \quad (3)$$

$$\bar{R} = \frac{R_1 + R_2 + \dots + R_k}{k}, \quad (4)$$

де k — кількість проб;
— визначено середні лінії $\bar{\bar{X}}$ і розкиду R за формулами:

$$\left. \begin{aligned} LC &= \bar{\bar{X}} \\ GLK &= \bar{\bar{X}} + A_2 \cdot \bar{R} \\ DLK &= \bar{\bar{X}} - A_2 \cdot \bar{R} \end{aligned} \right\} \text{для ліній} \\ \text{середнього} \\ \text{значення (5)}$$

$$\left. \begin{aligned} LC &= \bar{R} \\ GLK &= D_4 \cdot \bar{R} \\ DLK &= D_3 \cdot \bar{R} \end{aligned} \right\} \text{для ліній} \\ \text{розкиду (6)}$$

де A_2 ; D_3 ; D_4 — числові коефіцієнти, які залежать від кількості проб, які служать для розрахунку контрольних ліній для меж $\pm 3s$ [12].

Розрахунок контрольних ліній за формулами 5 і 6:

Дані: $\bar{\bar{X}} = 2,02$ $\bar{R} = 0,77$

Для проби $n = 4$ коефіцієнти приймають значення (7):

$D_4 = 2,28$

$D_3 = 0$

$A_2 = 0,73$

$LC = 2,10$

$GLK = 2,02 +$

$+ 0,73 \cdot 0,77 = 2,58$

$DLK = 2,02 -$

$- 0,73 \cdot 0,77 = 1,46$

лінії \bar{X}

$LC = 0,77$

$GLK = 2,28 \cdot$

$\cdot 0,77 = 1,76$

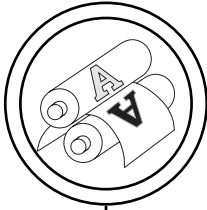
$DLK = 0 \cdot 0,77 = 0$

лінії R

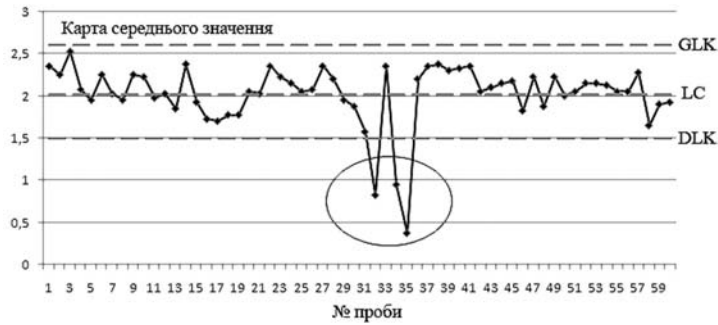
Результати вимірів (середні значення з проб) разом з контрольними лініями були нанесені на контрольну карту $\bar{X}-R$ (рис. 2).

Як виникає з аналізу контрольної карти (рис. 2), з'являються «сигнали» на карті середнього значення \bar{X} , а саме пункти поза контрольними лініями, які вказують на певне розрегулювання процесу нумерації.

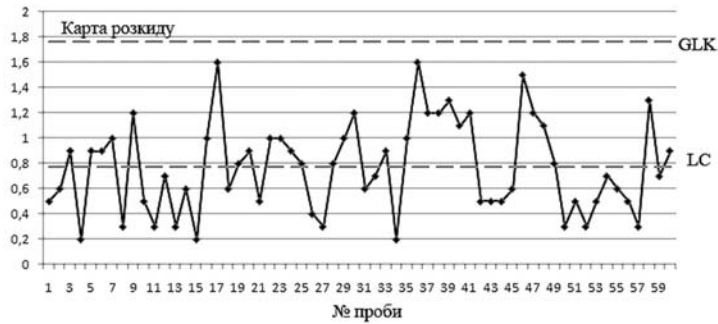
Після аналізу проміжку часу, коли саме появилися ці сигнали встановлено, що в цей час була аварія кліматизації у виробничому цеху. Внаслідок цієї аварії виникли проблеми пов'язані з відсутністю вимірної стабільності паперу та електризації аркуша. Тому машина часто зупинялася і відбувалось додаткове регулювання. Партії відбитків з цього часу були піддані 100 %-ному контролю і браковані відбитки



ТЕХНОЛОГІЧНІ ПРОЦЕСИ



а



б

Рис. 2. Співпадання нумерації ink-jet на відбитках: а — графік зміни середніх значень; б — графік зміни розкидів в пробах

замінені якісними. Після усунення причин аварії та запуску налагодженої системи кліматизації також ліквідовано причини появи сигналів.

При будові контрольних карт такий процес потрібно стабілізувати, ліквідуючи пункти, які виходять за контрольні лінії, тому значення \bar{X} і \bar{R} заново перераховуються за формулами 3 і 4 [12].

Після коректури отримано:

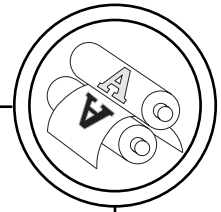
$\bar{X} = 2,09$ мм $\bar{R} = 0,78$ мм;
— виправлено центральну лінію LC і контрольні лінії DLK та GLK використовуючи формули 5 та 6.

$$\left. \begin{aligned} LC &= 2,09 \\ GLK &= 2,09 + \\ &+ 0,73 \cdot 0,78 = 2,66 \\ DLK &= 2,09 - \\ &- 0,73 \cdot 0,78 = 1,52 \end{aligned} \right\} \text{ для } \bar{X}$$

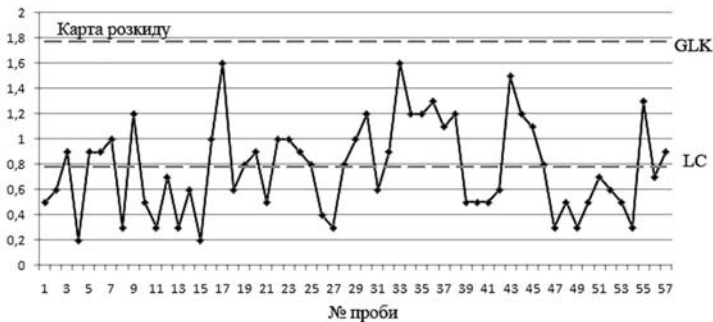
$$\left. \begin{aligned} LC &= 0,78 \\ GLK &= 2,28 \cdot \\ &\cdot 0,78 = 1,78 \\ DLK &= 0 \cdot 0,78 = 0 \end{aligned} \right\} \text{ для } R$$

Потім результати вимірів разом з виправленими контрольними лініями повторно нанесено на контрольну карту $\bar{X}-R$ (рис. 3).

ТЕХНОЛОГІЧНІ ПРОЦЕСИ



а



б

Рис. 3. Контрольна карта для співпадання нумерації ink-jet на офсетних відбитках: а — графік змін середніх значень; б — графік змін розкидів в пробах після коректури

Для кращого відображення функціонування цього параметру під час продукції, на контрольну карту нанесено також червоні лінії (GLK та DLK), які перериваються і визначають границю толерантності. Легко можна побачити, що на графіку середніх значень вони знаходяться доволу нижньої границі толерантності.

Щоб перевірити в якому ступені процес співпадання нумерації виконує вимоги, потрібно приступити до оцінки показників здатності.

Оцінка показників здатності параметрів співпадання нумерації

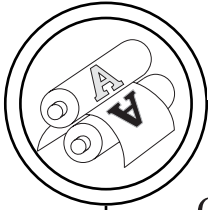
Оцінка здатності параметрів співпадання проведена при використанні відповідних показників:

— коефіцієнт здатності процесу (потенційна здатність):

$$C_p = \frac{GWT - DWT}{6 \cdot s}, \quad (7)$$

— коефіцієнт здатності (усереднена здатність):

$$C_{pk} = \frac{\bar{X} - DWT}{3 \cdot s} \quad (C_{pk} \text{ — нижнє}) \quad (8)$$



ТЕХНОЛОГІЧНІ ПРОЦЕСИ

$$C_{pk} = \frac{GWT - \bar{X}}{3 \cdot s} \quad (C_{pk} \text{ — верхнє}) \quad (9)$$

$C_{pk} = \min\{C_{pk} \text{ — нижнє}; C_{pk} \text{ — верхнє}\}$

s — стандартне відхилення з середніх розкидів всередині проб розраховали за формулою:

$$s = \frac{\bar{R}}{d_2} \quad (10)$$

Визначення стандартного відхилення за формулою 10 для $n = 4$ [12]:

— коефіцієнт d_2 для проби $n = 4$ приймає значення 2,059 (7).

$$s = \frac{\bar{R}}{d_2} = \frac{0,78}{2,059} = 0,38;$$

— визначено коефіцієнт C_p для визначення міри потенційної здатності за формулою 7.

Дані: DWT = 1,9 GWT = 4,5

$$\bar{R} = 0,78 \quad s = 0,38$$

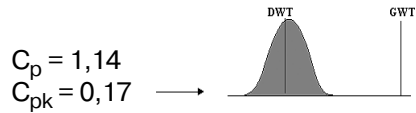
$$C_p = \frac{GWT - DWT}{6 \cdot s} = \frac{4,5 - 1,9}{6 \cdot 0,38} = 1,14;$$

— визначено коефіцієнти C_{pk} — нижні і верхні за формулами 8 та 9.

$$C_{pk} = \frac{\bar{X} - DWT}{3 \cdot s} = \frac{2,09 - 1,9}{3 \cdot 0,38} = 0,17 \quad (\text{нижні})$$

$$C_{pk} = \frac{GWT - \bar{X}}{3 \cdot s} = \frac{4,5 - 2,09}{3 \cdot 0,38} = 2,14 \quad (\text{верхні})$$

Висновки

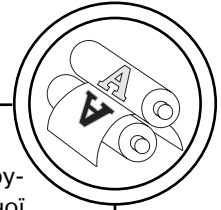


З обрахунків виникає, що здатність C_p показує малий розкид результатів. Однак C_{pk} сигналізує, що біля 41 % ширини розкладу результатів виміру знаходиться нижче нижньої границі толерантності, що відображається також на рис. 2. Без сумніву в процесі друкування цінних паперів, нумерація буде заходити на графічні елементи, що зменшить читабельність деяких цифр нумерації.

Щоб ліквідувати ризик появи невідповідностей, потрібно розкид цього параметру вирівняти до середини в межах толеранції. Для цього потрібно змінити положення нерухокої головки, яка нумерує.

1. Гавенко С. Ф., Мельников О. В. Оцінка якості поліграфічної продукції / Під ред. Е. Лазаренко. — Львів: Афіша, 2000. — 120 с. 2. Гавенко С. Ф., Корнілов І., Ничка В. Систематичний аналіз і методи керування якістю книжкової продукції. — Ужгород: Карпати, 1996. — 78 с. 3. Каплец Р. Г. Практическое введение в управление качеством. — М.: Стандарты, 1978. — 226 с. 4. Лихачев В. В. Основы управления качеством печатной продукции. — М.: МГУП, 1999. — 88 с. 5. Лазаренко Е. Т., Маїк В. З., Шевчук А. В., Жидецький С. В. Захист друкованої продукції. — Львів: УАД, 2007. — 104 с. 6. Войтенко С., Канагін В. Дослідження впливу паперів на якість відбитків аркушевого офсетного друку // Тези доповідей восьмої міжнародної науково-технічної конференції студентів і аспірантів «Друкарство молоде». — Київ: КПІ, 2008. — № 8. — С. 40—41. 7. С. Войтенко, І. Назар, О. Баранова.

ТЕХНОЛОГІЧНІ ПРОЦЕСИ



Використання контрольних карт Shewharta для оцінки стабільності друкарського процесу та якості відбитків // Доповіді шостої науково-технічної конференції студентів і аспірантів «Друкарство молоде». — Київ. — 2006. — С. 67—70. 8. Якуцевич С., Лазаренко Е. Т., Войтенко С. О. Оцінка стабільності офсетного аркушевого друку та якості відбитків за контрольними картами Шевхарта // Технологія і техніка друкарства. — 2006. — № 1—2. — С. 64—77. 9. Якуцевич С., Мервинский Р. Управление качеством в полиграфии статистическими методами // Технологія і техніка друкарства. — 2005. — № 2. — С. 16—26. 10. Якуцевич С., Лазаренко Е., Назар І., Микитів Н., Петрик П. Якість друкованої продукції: показники оцінки // Кваліологія книги. — Львів: УАД, 2005. — № 8. — С. 5—13. 11. Якуцевич С., Собчик В., Янковська Г., Войтенко С., Микитів Н. Об'єктивізація оцінок якості друку упаковок // Палітра друку. — 2005. — № 6. — С. 42—46. 12. ISO 8258+AC1:1996 «Контрольні карти Shewharta». 13. Мердюк Дж. Контрольные карты. — М.: Финансы и статистика, 1986. — 152 с.

Рецензент — Е. Т. Лазаренко, д.т.н.,
професор, УАД

Надійшла до редакції 26.11.08