

АНАЛІЗ ПОВЕДІНКИ ВОДНО-ФАРБОВОЇ ЕМУЛЬСІЇ У ПРОЦЕСІ ПЛОСКОГО ОФСЕТНОГО ДРУКУ ЗІ ЗВОЛОЖЕННЯМ ДРУКАРСЬКИХ ФОРМ

© Б. Р. Кушлик, аспірант, НТУУ «КПІ», Київ, Україна

Показана модель поведення водно-красочної емульсії в процесі печаті плоским офсетним способом с применением специально разработанной тестовой шкалы.

The model of ink-water emulsion behavior in the offset printing process is shown using a specially developed test form.

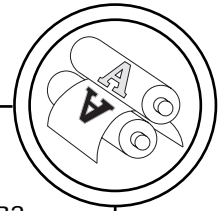
Постановка проблеми

Якщо комплексно розглянути якісні показники відбитка, то можливість впливати на них безпосередньо під час друку досягається за рахунок наявності у друкарському обладнанні інтегрованих систем контролю основних параметрів друкування. На даний час існує достатньо багато рішень від провідних світових виробників друкарського обладнання (MAN Roland, Heidelberg, KBA, Komori та ін). Основною особливістю цих систем є контроль параметрів у режимі реального часу. Для цього у друкарські секції вмонтовуються камери, здатні сканувати зображення на відбитку на предмет наявності на ньому дефектів та виводити відповідні сигнали оповіщення на пульт управління друкарською машиною а також відбраковувати окремі аркуші. Також усі вони характеризуються наявністю спеціалізованого вимірювального обладнання (спектрофотометр, денситометр, спектроденситометр) поєднаного із системами, що відповідають за подачу фарби та зволоження на друкарську форму [1–4].

Однак, при детальному розгляді та аналізі циклів роботи систем можна виявити певну тенденцію, що є однаковою для усіх. Розглянувши системи оперативного контролю якості відбитків було зроблено висновок про схожий алгоритм їхньої роботи, який представлений на рис. 1.

Фактично початком роботи є введення даних для друкування — незалежно чи автоматизованим шляхом через CIP3/CIP4 протокол чи вручну. Закінчення як такого — немає, кінцем роботи системи є момент зупинки друкарської машини після завершення друкування тиражу.

«Друк певної кількості відбитків» означає необхідну кожній окремо взятій системі кількість вимірювань на відбитку (якщо це автоматизована система) для визначення того, потрібно чи не треба виконувати коригування подачі фарби по друкувальних зонах. У випадку з настільними системами в аркушевих друкарських машинах певну кількість відбитків, що необхідно надрукувати до проведення чергового вимірювання визначає особисто друкар, тому тут можливі певні неточності.



У будь-якому випадку алгоритм роботи систем оперативного контролю якості відбитків має циклічний характер. Це також пояснюється нестабільністю процесу та наявністю постійних змін у ньому, що якраз визначається стохастичністю технологічного процесу. Отже, можна зробити висновок, що одноразово встановивши параметри друкування в межах рівня подачі фарби та зволожувального розчину на стабільній швидкості друкування ми будемо через деякий час спостерігати певні якісні зміни на відбитку, оскільки неможливо досягнути однакового ступеня стабільності водно-фарбової емульсії у кожній окремій точці на друкарській формі.

Мета роботи

Метою роботи є побудова моделі технологічного процесу, що дозволить провести комплексний аналіз різноплановості явища емульгування зволожувального розчину у фарбу, незалежно від величин регулювання зональної подачі фарби із застосуванням системи автоматизованого контролю.

Аналіз попередніх досліджень

У роботах [5, 6] було проведено детальний аналіз аспектів, що стосуються теоретичних основ розгляду одиничного друкувального елемента з точки зору теорії поля. Зокрема, на практиці неможливо отримати ідеально однакові значення подачі

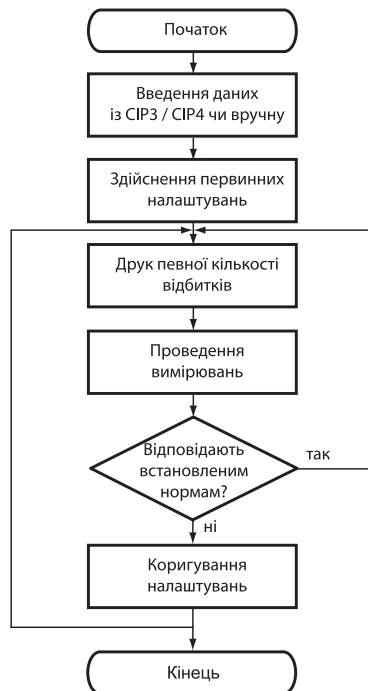
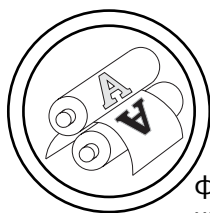


Рис. 1. Узагальнений алгоритм роботи систем автоматизованого контролю параметрів відбитків



фарби та зволожувального розчину по друкарських зонах тому, що фарба подається зонально, де у кожній зоні відкриття фарбового ножа характеризує певну кількість фарби, що подається у фарбовий апарат відповідно до кількості друкувальних елементів у цій зоні на друкарській формі; зволожувальний розчин при цьому подається суцільним накатом, і його практично неможливо при існуючих системах подачі зволоження дозувати по кожній зоні окремо.

Результати проведеного дослідження

Доцільно провести тест із навмисним симулюванням вищезазначеного ефекту, причому, щоби він був явно вираженим. Для цих цілей жодна із наявних (запатентованих чи наявних у продажу) на сьогоднішній день тестових шкал не підходить. Отже, було розроблено відповідну контрольну шкалу, для якої виконувались певні вимоги (рис. 2):

1. Кількість зон для аналізу повинна відповідати кількості

можливих зон регулювання подачі фарби у друкарській секції друкарської машини.

2. Для досягнення перед друкуванням тесту обов'язково правильних величин полос контакту валиків розкочувально-накочувальної групи фарбового апарату та зволожувального апарату необхідно, щоб зображення на тестовій шкалі було симетричним відносно центральної осі як у вертикальному перерізі, так і у горизонтальному.

3. Для можливості апаратного контролю певних стандартних величин необхідна наявність відповідних полів, що дадуть змогу оцінити якість відтвореного зображення згідно із міжнародним стандартом друку ISO 12647-2.

4. Одночасно можливим є контроль лише однієї друкарської секції, тому тестове зображення повинно бути виконаним у одну фарбу.

Експериментальні дослідження проводились за описаною нижче методикою. Послідовність усіх дій, що варто виконати для симулювання ефекту різно-

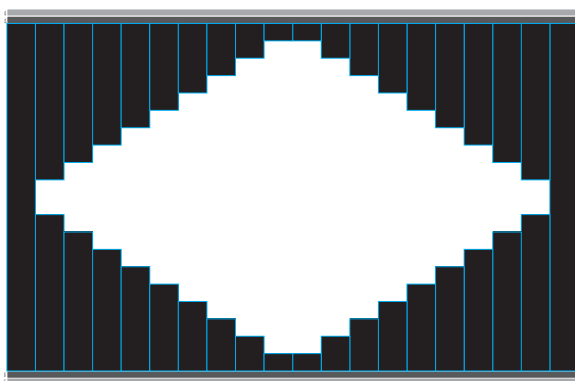
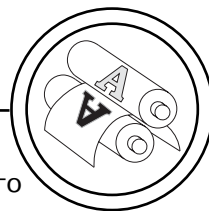


Рис. 2. Розроблена тестова шкала



планового емульгування зволожувального розчину у друкарську фарбу, подаються нижче:

1. Відкоригувати файл із тестовим зображенням так, щоб виконувалась умова: кількість зон для регулювання друкарської фарби — це і є кількість контрольних полів. Під контрольним полем мається на увазі вертикальна полоса, яка містить у собі певну кількість друкувальних елементів та певну кількість пробільних. При цьому кількість друкувальних елементів має змінюватись від майже 100 % до практично 0 % від краю друкарської форми до середини, а кількість пробільних елементів повинна зростати від практично 0 % з краю до практично 100 % у центрі. Таким чином вдасться симулювати різну кількість друкарської фарби та зволожувального розчину, що подаватиметься на друкарських елемент.

Слід обов'язково додати контрольну шкалу спеціалізовану конкретно для наявної у друкарській машині системи автоматизованого контролю параметрів відбитка.

2. Пересвідчитись, що друкарська форма є лінеалізованою, налаштування СТР-пристрою виконані правильним чином, після чого виготовити друкарську форму.

3. Перевірити налаштування зволожувального розчину: він повинен бути свіжим, однак дещо припрацьованим до тієї міри, коли у ньому показники рН та електропровідності стабілізуються.

4. Перевірити налаштування полос контакту у розкочувально-накочувальній групі як фар-

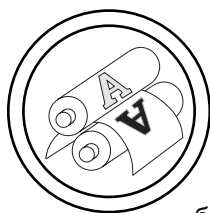
бового так і зволожувального апарату. Якщо є необхідність — виконати коригування полос контакту відповідно до вимог заводу-виробника друкарського обладнання.

5. Встановити друкарську форму у друкарську секцію (виходячи із практичного досвіду набутого протягом поколінь тестувань у плоскому офсетному друці найкраще видно усі недоліки на блакитній фарбі).

6. Налаштувати рівні подачі зволоження та фарби таким чином як це вказано далі. Всі фарбові ножі повинні бути відкритими однаково на величину 1/8 від максимально можливого відкритого значення. Налаштування оборотів дукторного валика фарбового апарату — також 1/8 від максимально можливого значення. Налаштування оборотів дукторного валика зволожувального апарату — 1/8 від максимального значення.

7. Почати процес друку. Існує велика ймовірність появи затягування пробільних елементів фарбою на перших кількох відбитках. Однак, слід дещо почекати, чи буде цей ефект продовжувати з'являтися на кожному наступному відбитку після 15-го чи ні. Якщо після 15-го відбитку ефект затягування продовжуватиме мати місце — слід збільшити обороти дукторного валика зволожувальної групи на 1 % і так далі, поки явище затягування не перестане бути наявним.

8. Після отримання відбитку, на якому буде відсутнім явище затягування пробільних елементів друкарської фарбою необхідно встановити лічильник на 50 та віддрукувати 50 відбитків.



9. Після віддрукування 50 відбитків — передати їх на аналіз для проведення вимірювань. 51-й відбиток необхідно надати для системи автоматизованого контролю якості параметрів відбитка для проведення вимірювання за контрольною шкалою. Після зчитування автоматичним сканером даних із шкали система виконає певні коригування зональної подачі друкарської фарби, які слід прийняти. Продовжити друк до моменту досягнення фарбового профілю, який налаштувала система автоматизованого контролю. Для цього достатньою буде кількість у 50 відбитків, однак, щоб впевнитись напевне рекомендовано збільшити цю цифру вдвічі.

10. Після віддрукування 100 відбитків витягнути контрольний аркуш та надати можливість системі автоматизованого контролю здійснити вимірювання. Після проведення вимірювання система знову зробить певні коригування зональної подачі друкарської фарби, які слід прийняти. Віддрукувати 100 відбитків для досягнення фарбового про-

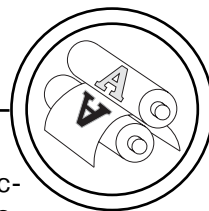
філю, що вказаний системою автоматичного контролю якісних параметрів відбитка.

11. Продовжити виконання попередньо вказаного кроку до тих пір, поки не буде досягнуто допустимих стандартом ISO 12647-2 значень. Після досягнення допустимих значень — припинити друк, а відбитки передати для вимірювань та статистичної обробки.

Для друку обрано умови малої друкарні з оперативного виготовлення малотиражної продукції на базі друкарської машини Komori Enthroner 529, оснащеної системою підготовки та подачі зволоження Technotrans AlphaD. Також друкарня оснащена СТР-пристроєм Screen Plate Rite 4300 S із проявним процесором FLH-Z. Друк здійснювався з друкарської форми виготовленої з пластини Fujifilm Brillia LH-PJE. Вимірювання на друкарській формі проводились електронним дотметром Techkon у зоні кожного із ключів друкарської форми. Перед початком друкування тиражу протягом шести годин проводились вимірювання стану зволожуваль-

Параметри зволожувального розчину в динаміці протягом шести годин перед початком друкування тестового тиражу

Показник	За 6 год.	За 5 год.	За 4 год.	За 3 год.	За 2 год.	За 1 год.	Перед друком
Концентрація йонів гідрогену, рН	5,15	5,23	5,18	5,2	5,24	5,19	5,2
Електропровідність розчину, мкСм	1600	1571	1589	1564	1540	1528	1530
Температура, °С	7,9	7,5	7,6	8,5	7,8	8	7,5



ного розчину із періодичністю 1 раз на годину. Дані вимірювань основних параметрів зволожувального розчину наведено нижче у табл. Прилад для вимірювання параметрів зволожувального розчину: РМ-2000.

Із наведених вище показників стану зволожувального розчину, можна зробити висновок, що його показники перед початком друкуванням тестового накладу були оптимальними.

Для друку тестового накладу було обрано глянцеви́й папір марки Веларт масою 150 г/м² та фарбу VanSon Quickson Fresh. Оскільки розроблена тестова шкала передбачає друкування у одну друкарську фарбу, було обрано другу секцію друкарської машини Komori Enthronе 529 із блакитною фарбою у ній.

При проведенні вимірювань отриманих відбитків із застосуванням приладу Gretag Macbeth Spectro Eye (спектрофотометр оптичний) було використано наступні контрольні значення. Для вимірювання контрольних величин зсуву кольорового тону при вимірюванні на чорній основі використовували такі значення режимів вимірювання: фільтр — відсутній; еталон білого кольору — за абсолютним значенням білого; кут спостереження — 2°; джерело освітлення — D50. Для вимірювання контрольних величин оптичної густини та розтискування за контрольними полями 40 та 80 % використовувались такі значення режимів вимірювання: фільтр — поляризаційний; еталон білого кольору — за білим полем використовуваного паперу; кут спостереження — 2°; джерело освітлення — D50.

Оскільки прилад Gretag Macbeth Spectro Eye передбачає наявність режиму вимірювання «за середнім значенням із серії вимірювань», для значного зменшення статистичної похибки було обрано саме такий режим вимірювання із числом вимірювань, що дорівнює п'яти, при якому прилад проводить у одному і тому ж положенні на контрольному полі серію вимірювань, після чого математично їх усереднює за значенням середнього арифметичного.

Вимірювання першої частини тестового накладу (див. пункти 1–8 методики) проводились починаючи з п'ятого відбитка у двох місцях на контрольних полях тестової форми: знизу та зверху. Для зручності споглядання динаміки дані вимірювань подано з кроком через чотири відбитки на п'ятий.

На поданих вище рисунках 3 та 4 для ключів № 3 та № 20 на тестовій шкалі спостерігається різнопланова поведінка показників. На рис. 3. оптична густина залишається помірно стабільною від початку до кінця, однак на рис. 4 існує тенденція до її зниження. Відповідно залежна від оптичної густини величина зсуву кольорового тону на рис. 3 також залишається помірно стабільною, хоча видимі значні коливання викликані в першу чергу відмінністю значень нижньої та верхньої частин тестової шкали. На рис. 4 відповідно через зниження оптичної густини та її віддалення від нормованого значення спричинило зростання зсуву кольорового тону. При аналізі розтискування залежно від оптичної густини

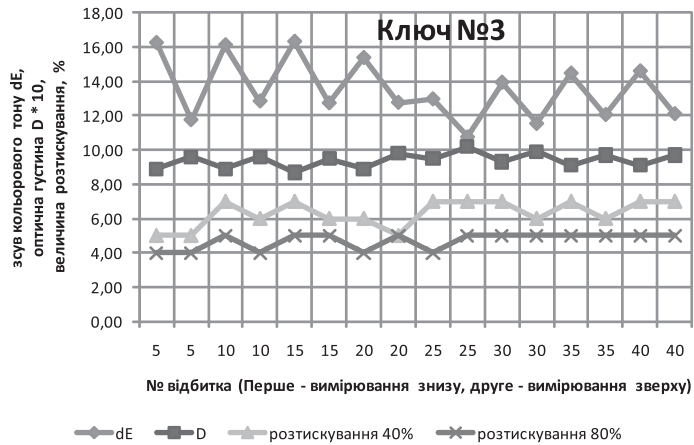
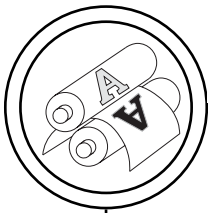


Рис. 3. Динаміка зміни зсуву кольорового тону, оптичної густини та розтискування у 40 та 80 % полях для зони фарбового ключа № 3

можна зробити висновок, що у цьому випадку розтискування в цілому дещо зросло протягом 40 відбитків у зоні ключа № 3 при відносно стабільній оптичній густині та дещо спало при явному зниженні оптичної густини у зоні ключа № 20.

При аналізі зони дії ключа № 9 (рис. 5) можна помітити, що при достатньо стабільній оптичній густині як у нижній так у верхній частині контрольного зображення характерним є значне зростання розтискування. Оскільки на розтискування значною

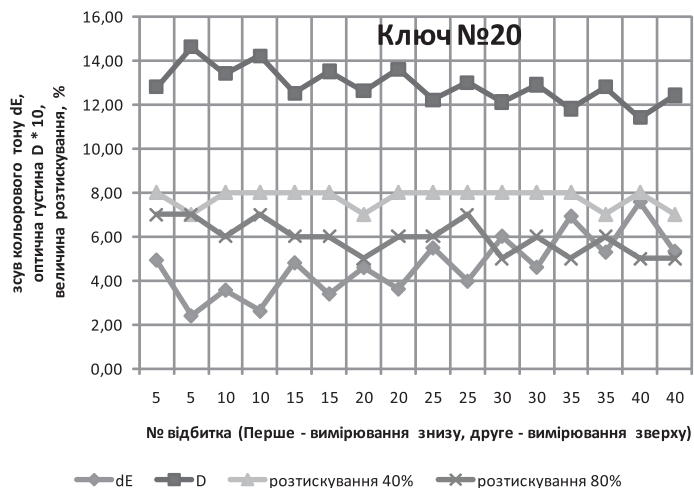


Рис. 4. Динаміка зміни зсуву кольорового тону, оптичної густини та розтискування у 40 та 80 % полях для зони фарбового ключа № 20

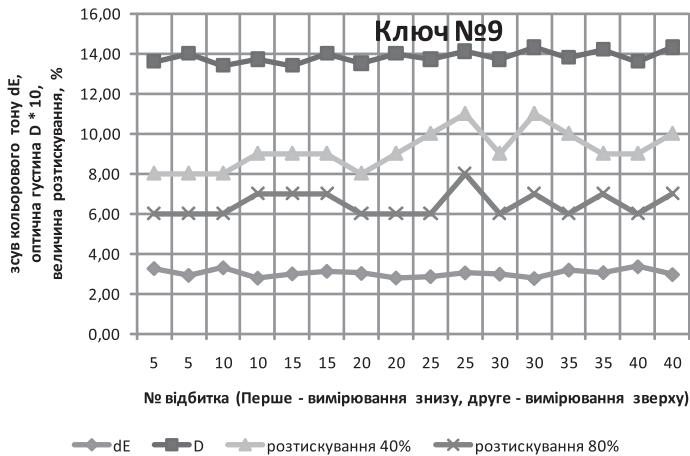
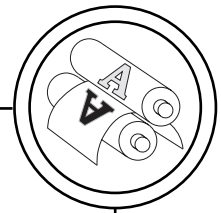


Рис. 5. Динаміка зміни зсуву кольорового тону, оптичної густини та розтискування у 40 та 80 % полях для зони фарбового ключа № 9

мірою впливає липкість фарби, а також оскільки липкість фарби залежить наскільки багато проникло у неї зволожувального розчину, то можна зробити висновок, що у даній зоні (характер даного явища почав спостерігатися ще у попередній зоні дії ключа № 8) набагато більш активно проникає надлишок зволо-

жувального розчину у друкарську фарбу, що сконцентрована на досить малій ділянці. Співвідношення друкарських та пробільних елементів у цій зоні приблизно дорівнює 2 до 5.

Подібний характер поведінки основних контрольних параметрів спостерігається і для ще однієї зони із співвідношенням

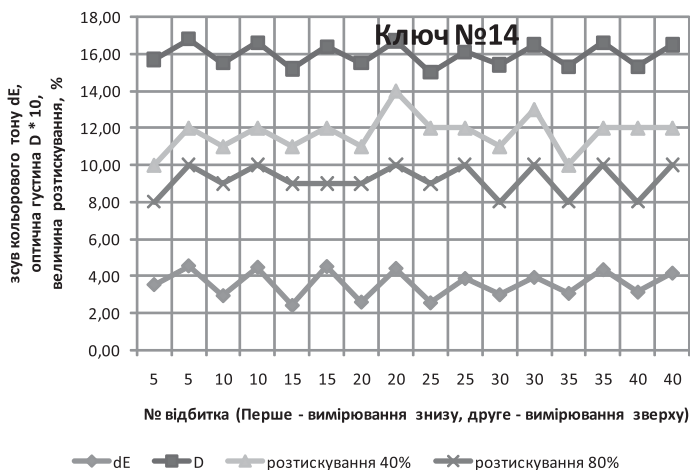


Рис. 6. Динаміка зміни зсуву кольорового тону, оптичної густини та розтискування у 40 та 80 % полях для зони фарбового ключа № 14

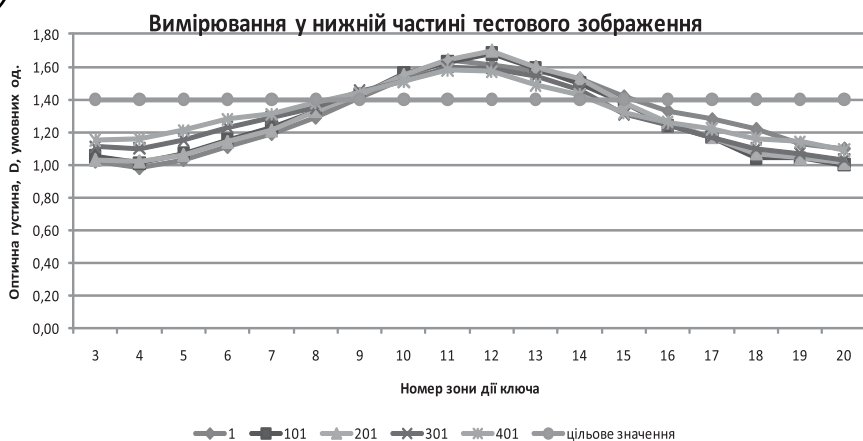
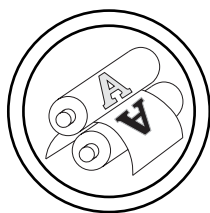


Рис. 7. Динаміка зміни оптичної густини протягом друку тестового накладу. Вимірювання у нижній частині тестового зображення

друкарських та пробільних елементів як два до п'яти: для зони дії ключа № 14 (рис. 6). Однак, на відміну від зони дії ключа № 9 тут динаміка зміни також носить хаотичний характер, зокрема спостерігається суттєва відмінність між показниками у нижній та верхній частині контрольного зображення, яке є симетричним відносно горизонтальної та вертикальної осей. Ця відмінність

по оптичній густині, наприклад досягає у межах одного відбитка 0,11–0,13 одиниць, що є недопустимим. Відповідним чином коливається і значення зсуву кольорового тону, незважаючи на той факт, що загалом усі значення відмінності кольорового тону від еталонного протягом усього накладу підходять під критерій не більше п'яти одиниць.

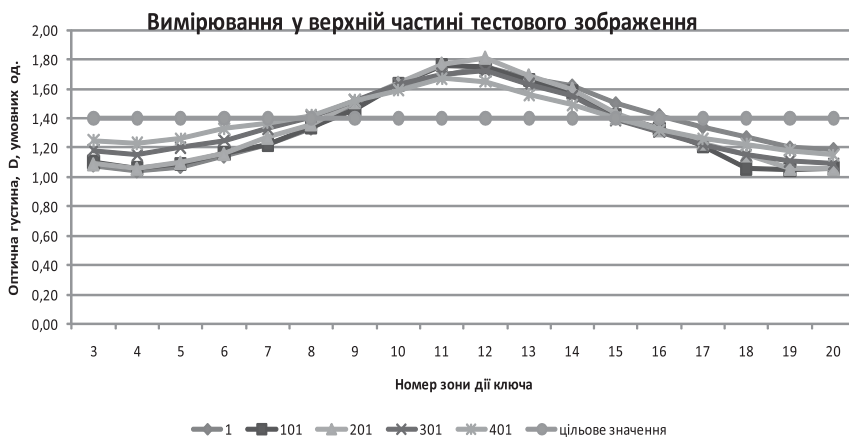


Рис. 8. Динаміка зміни оптичної густини протягом друку тестового накладу. Вимірювання у верхній частині тестового зображення

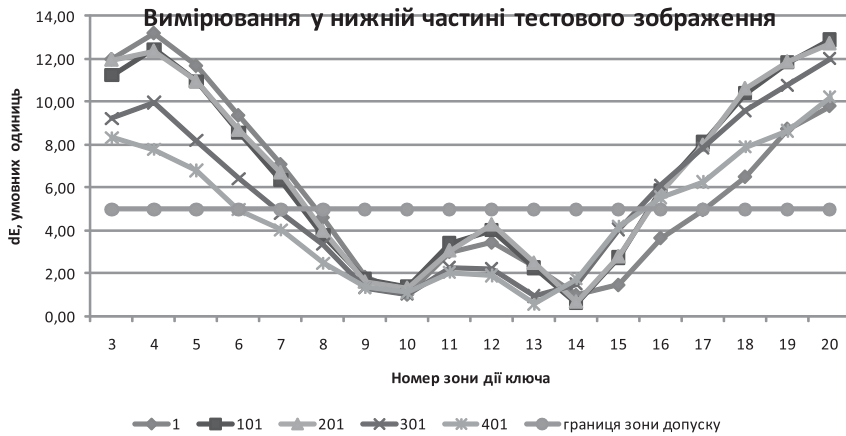
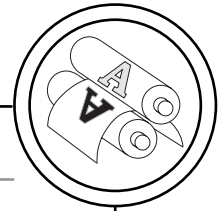


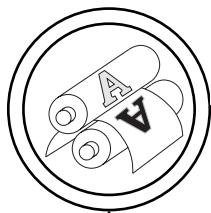
Рис. 9. Динаміка зміни значення зсуву кольорового тону протягом друку тестового накладу. Вимірювання у нижній частині тестового зображення

На рис. 7–10 представлено розподіл оптичних густин та значення зсуву кольорового тону по всій ширину відбитка в динаміці від першого і далі через кожні 100 відбитків, коли проводились вимірювання другої частини тестового друку (див. пункти 9–11 методики) та на основі їх здійснювались коригування подачі фарби системою автоматизованого контролю.

Для значень виміряної оптичної густини характерна її відмінність при здійсненні вимірювання у нижній та верхній частині тестового зображення. При цьому, за чотири ітерації системи автоматизованого контролю не вдалось стабілізувати показники на рівні встановленого значення 1,4 із допуском $\pm 0,05$ умовних одиниць.



Рис. 10. Динаміка зміни значення зсуву кольорового тону протягом друку тестового накладу. Вимірювання у верхній частині тестового зображення



Графік динамічної зміни оптичної густини по кожній із зон дії ключів №№ 3–20 при вимірюванні у нижній частині відбитка представлений на рис. 7. На рис. 8 представлений графік динамічної зміни оптичної густини по кожній із зон дії ключів №№ 3–20 при вимірюванні у верхній частині відбитка.

При проведенні вимірювання значення зсуву кольорового тону було помічено характерну відмінність не лише по ширині відбитка, що безумовно пояснюється відмінністю оптичних густин та різницею у накаті друкарської фарби, а і по висоті у зоні дії одного фарбового ножа. Найбільшу відмінність значень можна було спостерігати у місцях, де змінювався плашковий друкувальний елемент пробільним, який згодом знову змінювався на плашковий друкувальний (рис. 9, 10).

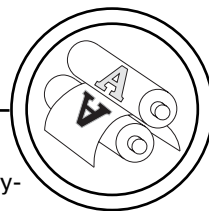
Висновки

1. При розподілі друкувальних елементів із пробільними по зоні дії ключа у співвідношенні два до одного при заданих у тестовому режимі оборотах дукторних валиків як зволожен-

ня так і фарби спостерігалась відносна стабільність показників. При зменшенні кількості друкувальних елементів та відповідному зростанні площі пробільних (співвідношення пробільних до друкувальних як п'ять до двох) спостерігалось збільшення розтискування при відносній стабільності оптичної густини. При зовсім малій кількості друкувальних елементів прогнозовано зростали усі основні показники. У випадку ситуації, коли на тестовій формі по друкувальній зоні була значна кількість друкувальних елементів і дуже мала кількість пробільних показники з лівої та правої сторони відрізнялись.

2. Коли система автоматизованого контролю робить рух «збільшити подачу фарби» — зміна відбувається значно швидше, ніж коли виконується рух «зменшити подачу фарби». Окрім того, відсутність можливості впливати на зональну подачу зволожувального розчину зумовлює необхідність жорсткого контролю за його станом: важливим є дозування усіх складників у строго необхідній пропорції, важливою є наявність додаткових факторів, що стабілізують поверхневий натяг.

1. Резнік В. Знания в массы! / В. Резнік // PrintPlus. — 2009. — № 6.
2. Иванова А. Е. Идентификация автоматизированных процессов полиграфического производства : автореф. дис. на соискание ученой степени канд. техн. наук / А. Е. Иванова. — Москва. — 2006.
3. Мурабак М. Ю. Автоматизированная система управления региональным сервисным обслуживанием полиграфического оборудования : автореф. дис. на соискание ученой степени канд. техн. наук / М. Ю. Мурабак. — Москва. — 2008.
4. Велич-



ко О. М. Опрацювання інформаційного потоку взаємодії елементів друкарського контакту / О. М. Величко. — К. : Київський університет. — 2005. — 262 с. 5. Б. Кушлик. Математичний опис точки друкувального елементу у друкарському контакті офсетного друку / Б. Кушлик // Технологія і техніка друкарства. — 2010. — № 4(30). — Заголовок з екрану. Режим доступу : <http://druk.kpi.ua/content/matematichnii-opis-tochki-drukuvalnogo-elementu-u-drukarskomu-kontakt%D1%96-ofsetnogo-druku>. 6. В. Kushlyk. Ink-water emulsion behaviour in the offset printing according to the field theory / В. Kushlyk // Матеріали 4-ї міжнародної наукової конференції «Printing Future Days 2011». — 7–10 листопада 2011 р. — Університет Технологій м. Хемнітц, Німеччина. — С. 45–51.

Рецензент — О. В. Зоренко,
к.т.н., доцент, НТУУ «КПІ»

Надійшла до редакції 20.12.11