

УДК 655.3.062.2:655.3.024

РОЗРАХУНОК ПЛОЩ НАКЛАДАННЯ ФАРБ РАСТРОВИХ КРАПОК КРУГЛОЇ ФОРМИ МЕТОДОМ ДРУКУ «ТОЧКА В ТОЧКУ»

О.Р. Казьмірович, А.С. Пушак, Р.В.Казьмірович

*Українська академія друкарства,
вул. Під Голоском, 19, Львів, 79020, Україна*

Одним з найбільш ефективних способів корекції муару й забезпечення якості кольоровідтворення є метод друку «точка в точку», який при підвищенні точності суміщення фарбовідбитків на офсетних аркушевих друкарських машинах та стрімкому розвитку комп'ютерних систем керування в недалекому майбутньому стає актуальним. У роботі визначено основні складові похибок суміщення та позиціонування на задану координату фарбовідбитків. Для оцінки впливу точності суміщення на якість відтворення фарбовідбитків при друці «точка в точку» запропоновано математичні моделі та алгоритми розрахунків площ накладання растрових крапок суміжних фарб круглої форми при заданих параметрах їх радіусів та координатах суміщення, а відтак, з використанням рівнянь Нюберга-Нейгебауера можливість перейти безпосередньо до розрахунку координат кольору окремих ділянок растрового відбитку. Наведено графік залежності площ спільного перетину кругів, від величини їх несуміщень, що дозволить визначити та уточнити допустимі межі допусків на точність суміщення для окремих видів поліграфічної продукції.

Ключові слова: *друк «точка в точку», муар, растрова крапка круглої форми, математична модель, алгоритм, лініатура растра, точність суміщення фарбовідбитків, аркушева офсетна друкарська машина.*

Постановка проблеми. Найбільш досконалою та перспективною технологією друку є друк «точка в точку» [1,2]. Сучасні тріадні фарби володіють порівняно високою прозорістю в зонах пропускання та високою поглинаючою здатністю в зонах поглинання, тому їх можна використовувати – при збереженні допуску на суміщення – для друку «точка в точку», тобто без повороту растрових систем. Дослідження показали [3], що при збереженні достатньо суворих вимог до суміщення віддруковані без повороту растрів кольорові зображення незначно відрізняються від відповідних зображень, одержаних звичайним способом з поворотом растрових систем. При друці «точка в точку» спостерігається більш чітке розділення особливо дрібних деталей зображення, краще виділення окремих кольорів.

Дотеперішнє вирішення проблеми забезпечення високої точності суміщення фарбовідбитків було практично недосяжним. Саме тому появилась доцільність повороту систем окремих фарб, оскільки при цьому на головних ділянках зображення (в кольорах та напівтонах) застосовані покривні фарби майже не перекривали одна одну. Разом з цим це дозволило збільшити допуск

на суміщення фарб. Однак, як показала практика, поворот растрових систем не може проводитись довільно. Справа у тому, що при будь-якій комбінації кутового розташування растрових систем на відбитках виникає не маючий відношення до відтворюваного зображення більш або менш помітний кольоровий взір, або муар.

Муар багатофарбового друку - паразитний рисунок, який виникає на відбитку в результаті інтерференційної взаємодії ґраток кольороподілених зображень, суміщених при друці [1]. Фактична помітність муару визначається його частотою та контрастом, які залежать від кольору, тону та характеру рисунка на тих чи інших ділянках зображення. Такі ділянки (як і кольорові зображення в цілому) відрізняються різною муарогенністю – можливістю виникнення муару тієї або іншої ступені помітності. При накладанні у найпростішому випадку двох растрових областей однієї на одну одержуємо нову растрову структуру, яка вміщує як сумарну, так різницеву складову вихідних растрових структур. Частота муару рівна різниці частот накладних структур. Період муару визначається взаємною орієнтацією растрових ґраток. Для двох лінійних растрів монотонні зміни періоду муару та його зображення повторюються через 180° , для точкових ортогональних та гексагональних, відповідно через 90° та 60° . Муар буває квадратним та розетковим.

Для корекції муару також використовується нерегулярне розташування друкованих та пробільних елементів.

Метод друку «точка в точку» можливий за умови появи моделей додрукарських та друкарських машин в яких суміщення фарб буде здійснюватись комп'ютером та опрацьовуватиметься автоматично з точністю до точки лініатури растру [1]. Враховуючи стрімкий розвиток комп'ютерних систем керування та їх впровадження у поліграфічне виробництво розгляд та розвиток вказаного методу корекції муару можна вважати актуальним та своєчасним.

Метою роботи є розробка алгоритму та програми для розрахунку площ накладання фарб растрових крапок (елементів) круглої форми при друці «точка в точку» та дослідження залежності площ накладання фарб від величини їх несуміщення.

Виклад основного матеріалу. При друкуванні з растрових офсетних форм, де товщина шару фарби на відбитку є майже постійною величиною, різниця у кольорі окремих ділянок зображення на репродукції зумовлена зміною площі растрових елементів [3]. Ці елементи можуть знаходитись на деякій відстані один від одного, а також частково або повністю перекриватись. У результаті такого розміщення растрових елементів всіх трьох фарб проходить просторове зміщення їх відбитих випромінювань з утворенням різних кольорів (рис. 1).

При розрахунку координат кольору такого відбитку необхідно знати постійні значення координат кольору одинарних, бінарних й потрійних систем фарб та координати кольору паперу, а також значення площ несуміщених та суміщених растрових елементів кожної фарби.

Суміщення визначається як ступінь точності накладання фарб з послідовних друкарських форм. При поганому суміщенні погіршується передача особливостей багатоколірних елементів зображення та гострота їх контурів. Суміщення може бути прийнятним, якщо взаємне переміщення частин зображень нижче $\frac{1}{2}$ постійної растра. На рис. 2 наведено залежність допусків на точність суміщення фарб на відбитку від лініатури растра при офсетному друці. У трафаретному друці застосовується автотипний растр з лініатурою 30 lpi (12 lpc), у флексографії – 70 lpi (28 lpc), при яких точність суміщення фарб на відбитку повинна бути відповідно не більшою за 0,416 мм та 0,178 мм.

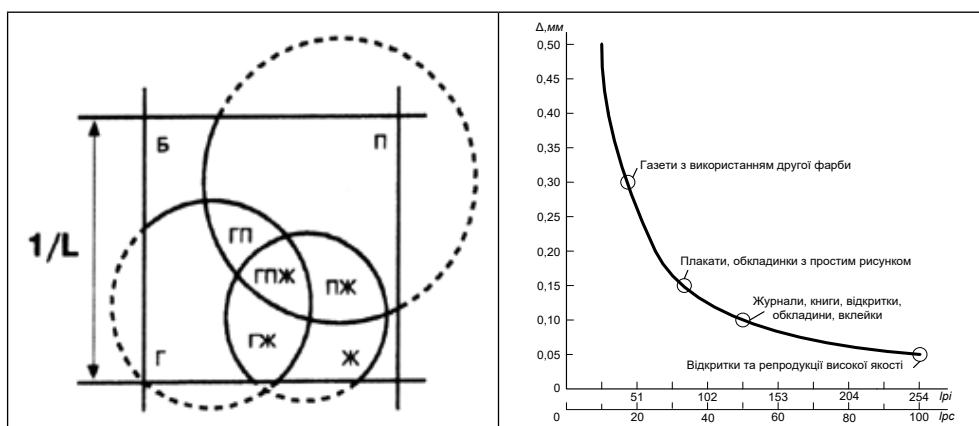


Рис. 1. Вісім базових кольорів триадного автотипного синтезу на одиничній площі відбитку

Рис. 2. Залежність допусків на точність суміщення фарб на відбитку від лініатури растра при офсетному друці

Похибка суміщення фарбовідбитків та позиціонування на задану координату аркуша є функцією незалежних величин

$$\Delta_{ДР.ПОЗ} = f(\Delta_M, \Delta_{ДР.М.}, \Delta_C),$$

де Δ_M – похибка виготовлення друкарських форм на стадії додрукарських процесів; $\Delta_{ДР.М.}$ – похибка налагодження механізмів друкарської машини та похибки, які пов'язані з властивостями паперу; Δ_C – похибка методу контролю та регулювання точності суміщення фарбовідбитків.

Аналіз точності виготовлення друкарських форм при електронному монтажі показує, що на сьогодні вона є достатньо високою, (у системах СТР Suprasetter A52/A74 повторюваність складає ± 0.005 мм) і похибкою якої практично можна нехтувати. Тому першочерговою умовою переходу до методу друку «точка в точку» є підвищення точності суміщення фарбовідбитків, що забезпечує максимальне перекриття фарб при різних, формах та параметрах растрових елементів.

Для того щоби визначити, яка форма точки найбільше підходить, необхідно знати, яке устаткування встановлено в друкарні, де буде виконуватися друк. Форма растрової точки не тільки важлива при використанні низькочастотних лінійтур $10 \div 30$ lpi, але й впливає на візуальне сприйняття навіть при застосуванні стандартних лінійтур.

Стандарт ISO 12647 для звичайного способу друку в яких растрові ґратки повернені одна відносно іншої на певний кут регламентує лише три форми крапки: круглу, еліптичну та квадратну [4]. Саме для зазначених форм растрового елемента розроблені і можуть застосовуватись стандартні кольорові профілі. Використання нестандартних форм растрових крапок (фактично нестандартних растрів) вимагає побудови або індивідуального колірної профілю, або щонайменше компенсаційних градаційних кривих. Причому для кожного виду паперу необхідний свій профіль або компенсаційна крива.

На рис. 3 наведено схеми розташування суміжних растрових крапок круглої форми при друці «точка в точку».

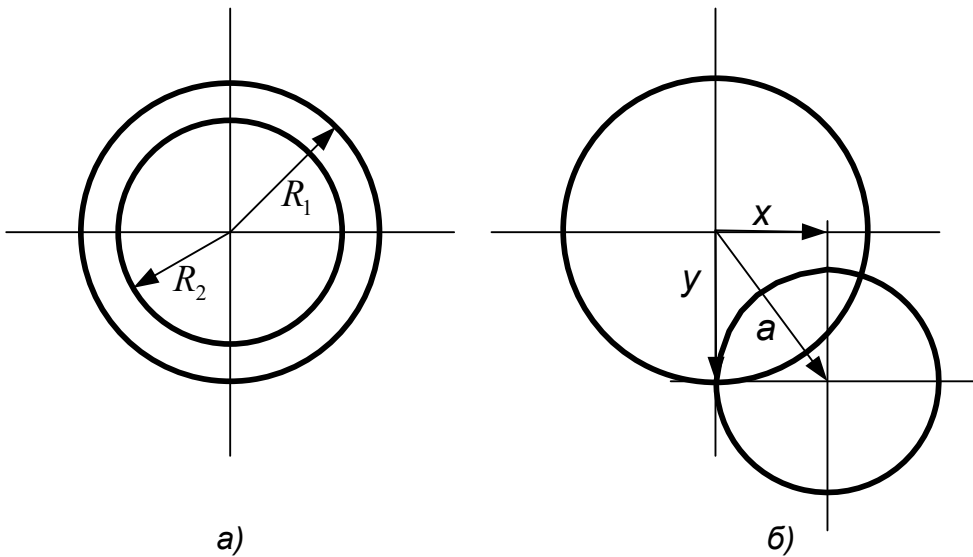


Рис. 3. Схема розташування суміжних растрових крапок круглої форми при друці «точка в точку»: а) – точка в точку; б) – зміщена

Алгоритм розрахунку площ накладання фарб в залежності від величини несуміщення фарб за окремими координатами x , y для суміжних растрових крапок круглої форми при друці «точка в точку» наведено на рис. 4.

На рис. 5. наведено залежність площ спільного перетину кругів з радіусами, R_1 та R_2 від величини їх суміщення по вісі x ($y=0$). Значення площ спільного перетину визначались за допомогою розробленої програми, в якій у якості вихідних параметрів задаються значення величин радіусів та координати зміщеного круга. Програма автоматично вираховує площі накладання кругів та на екрані видає загальне відображення зміщених растрових крапок.

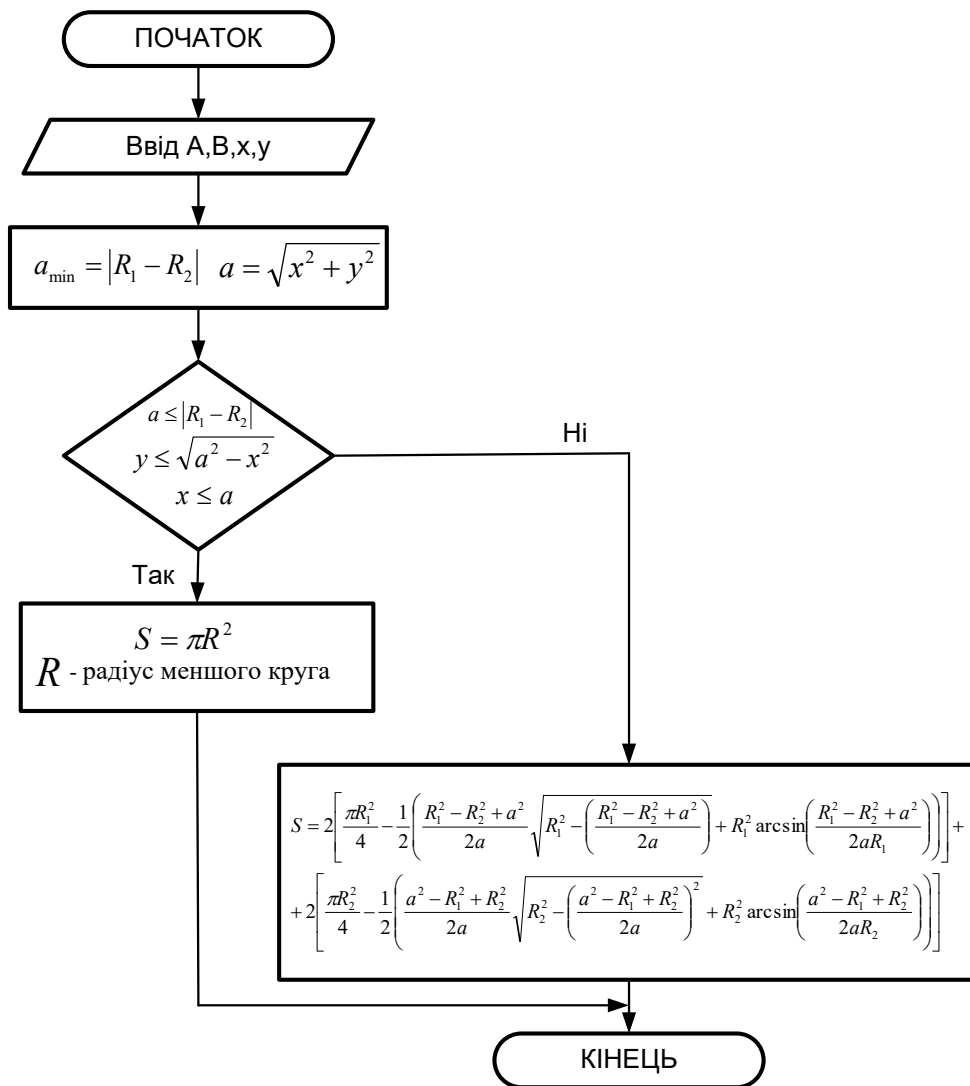


Рис. 4. Алгоритм розрахунку площ накладання фарб в залежності від величини несуміщення фарб для растрових крапок круглої форми при друці «точка в точку»

Якщо друкарський процес забезпечує одержання на відбитках–плашках задане значення координат кольору, то можна перейти безпосередньо до розрахунку координат кольору окремих ділянок растрового відбитку, використовуючи рівняння Ньюберга-Нейгебауера [3].

Для вибору форми точок необхідний певний вихідний критерій, за яким можна вирішити яку форму вибрати – круглу, квадратну, чи іншу. Є три основні критерії вибору форми растрового елемента: візуальне сприйняття растрованого зображення; стабільність друку; форма градаційних кривих відтворення.

Насправді критеріїв більше, наприклад відтворення тонких напівтонових ліній з різним нахилом, тексту і т. і. Дослідження показують [4], що відтворення дрібних елементів зображення об'єктивно залежать тільки від суміщення фарб при друці, а іншими параметрами можна нехтувати, оскільки їх вплив при цифровому раструванні суттєво менш значимий. Звичайно, форма точки, лініатура та інші параметри растрування також впливають на відтворення дрібних деталей, але, по-перше, на порядок менші, чим суміщення фарб, а по-друге, сучасні цифрові методи растрування у більшості випадків дозволяють точно обрисовувати геометричні границі як крупних, так й дрібних деталей зображення.

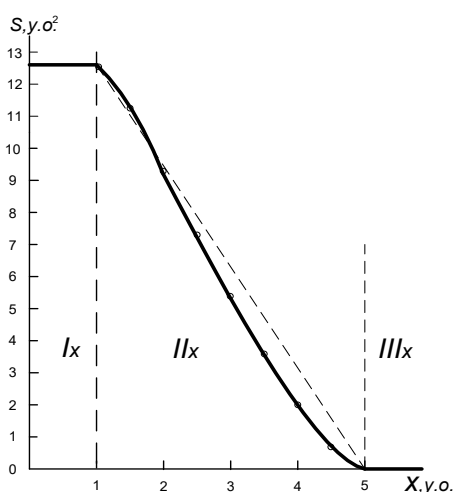


Рис. 5. Залежність площі спільного перетину кіл з радіусами $R_1 = 3\text{ у.о.}$, $R_2 = 2\text{ у.о.}$, від величини їх несуміщення по вісі x : I_x – область повного накладання площ кіл; II_x – область часткового перетину площ кіл; III_x – область відсутності перетину площ кіл

Растрові елементи круглої форми найчастіше використовують при відтворенні чорно-білих фотографічних ілюстрацій, сюжетів, що вміщують зображення побутових предметів [4]. Найстабільніше друкуються растри із растровими елементами, які мають невеликі значення периметра. До таких відносяться растри із круглою крапкою, оскільки кругла точка має найменший периметр при максимальній площі.

В технологічному плані кругла точка є ідеальним варіантом, але при звичайному способі друку в певний момент при збільшенні площі растрового елемента відбувається злиття суміжних растрових крапок. Розмір растрових крапок стає таким, що своїми сторонами крапки починають дотикатись одна одну. Цей момент називається точкою злиття або точкою дотику. У точці дотику відбувається зміна градієнта приросту тону, а у випадку із елементами круглої форми в точці дотику він змінює знак, тобто приріст тону починає зменшуватися. Зазначимо, що при збільшенні площі растрового елемента приріст тону (розтискування) спочатку зростає, а після досягнення точки злиття починає спадати. Крива при-

росту тону визначає градаційну передачу процесу тоновідтворення і є одним із стандартизовуваних параметрів друкарського процесу. Окрім цього, в точці дотику виникає градаційний стрибок. Для елемента круглої форми стрибок найсильніший, оскільки злиття крапок відбувається одночасно з чотирьох сторін [4].

На сьогодні на сучасних аркушевих офсетних друкарських машинах [5], якість друку за розмірними параметрами здійснюється шляхом контролю точності суміщення окремих фарб відносно віддрукованої першої (базової) фарби. У цей же час не контролюються безпосередньо координати позиціонування фарбовідбитків на аркушах. Для усунення цього недоліку авторами розроблено математичні моделі для нового способу контролю точності суміщення та позиціонування фарбовідбитків на аркушах [6].

Висновки. Для оцінки впливу точності суміщення на якість відтворення фарбовідбитків у роботі запропоновано математичні моделі та алгоритми розрахунків площ накладання суміжних фарб круглої форми растрових крапок при заданих їх параметрах, а відтак, з використанням рівнянь Ньюберга-Нейгебауера можливість переходу безпосередньо до розрахунку координат кольору окремих ділянок растрового відбитку. Це дозволить визначити та уточнити допустимі межі допусків на точність суміщення для окремих видів поліграфічної продукції в залежності від лініатури растра, способів друку (на багатофарбових чи однофарбових друкарських офсетних машинах), точності друку за окремими секціями друкарської машини при методі друку «точка в точку».

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Широков А.Д. Допечатная подготовка для типофсета. К.: 2011. – 50 с.
2. Казьмірович О.Р., Казьмірович Р.В. Друк «точка в точку» як ефективний спосіб корекції муару в аркушевих офсетних друкарських машинах. VII Міжнародна науково-технічна конференція «Друкотехн-2018». Інформаційні технології друкарства: алгоритми, сигнали, системи. Львів: 2018. С. 121–123.
3. Раскин А.Н., Ромейков И.В., Бирюкова Н.Д., Муратова Ю.А., Ефремова А.Н. Технология печатных процессов. М.: Книга, 1989. – 432 с.
4. Щёголев И. О растровом выборе. КомпьюАрт, №3, 2010.
5. Киппхан Г. Энциклопедия по печатным средствам информации. Технологии и способы производства. – М. : МГУП, 2003. – 1280 с.
6. Казьмірович Р.В., Казьмірович О.Р. Розробка математичних моделей для нового способу контролю точності суміщення та позиціонування фарбовідбитків на аркушах. Технологічні комплекси. Науковий журнал, 2014. № 1 (9). С. 47-51.

REFERENCES

1. Shyrovkov A.D. (2011). Dopechatnaya podhotovka dlya typoofseta. K.: 2011 – 50 s. (in Russian)
2. Kazmirovych O.R., Kazmirovych R.V. (2018). Druk «tochka v tochku» yak efektyvnyy sposib korekciji muaru v arkushevych ofsetnykh drukarskykh mashynakh. VII Mizhnarodna naukovo-tekhnichna konferentsiya «Drukotekhn-2018» Informaciyni tekhnolohiyi drukarstva: alhorytmy, syhnyaly, systemy. Lviv: 2018. S. 121–123. (in Ukrainian)

3. Raskin A.N., Romeykov I.V., Biryukova N.D., Muratova Yu.A., Yefremova A.N. (1989). Tekhnolohiya pechatnykh protsessov. M.: Kniha, 1989. - 432 s. (in Russian)
4. Shchegolev I. (2010). O rastrovom vybore. KompyuArt, №3, 2010. (in Russian)
5. Kipphan H. (2003). Handbook of print media : technologies and production methods - M: MGUP, 2003. – 1280 s. (in Russian)
6. Kazmirovych R.V, Kazmirovych O.R. (2014). The development of mathematical models for a new way of combining accuracy control and positioning of imprints on to a page. Technological complexes. Scientific journal, № 1 (9). p. 47-51. (in Ukrainian)

DOI 10.32403/2411-9210-2019-1-41-57-64

**CALCULATION OF OVERLAPPING AREAS
OF INKS OF CIRCULAR HALFTONE DOTS
BY THE PRINTING METHOD «A POINT TO A POINT»**

O.R. Kazmirovych, A.S. Pushak, R.V. Kazmirovych

*Ukrainian Academy of Printing, 19, Pid Holoskom St., Lviv, 79020, Ukraine
kazmoleh@gmail.com*

One of the most effective ways to correct moire and maintain color reproduction is to make point-to-point printing, which with improvement in the accuracy of color register of imprints on sheet-fed offset press and the rapid development of computer control systems in the near future becomes actual.

The main components of errors of register and positioning on a given coordinate of imprints have been determined.

For impact assessment of precision color register on the quality of imprints by point-to-point printing, we suggest mathematical models and algorithms for calculating areas of neighboring inks of circular forms of halftone dot with given dimensions of their radius and coordinates combine, therefore, using the Nyberg-Neigebauer equations, we proceed directly to the calculation of the color coordinates of individual sections of the raster imprint.

The graph of the areas of overlay of circles from the value of their inregister has been offered, which will allow to determine the exact tolerances for the accuracy of the combine of the imprints for certain types of printing products.

Keywords: *printing point to point, moire, halftone dot of circular form, mathematical model, algorithm, screen frequency, accuracy of color register of imprints, sheet-fed offset press.*

Стаття надійшла до редакції 12.02.2019

Received 12.02.2019