

П.М. Ривак, І.В. Шаблій
Українська академія друкарства

НОВИЙ СПОСІБ ПОЗИЦІЮВАННЯ АРКУШІВ ПАПЕРУ НА НАКЛАДНОМУ СТОЛІ У МАШИНАХ АРКУШЕВОГО ДРУКУ

В роботі викладено спосіб позиціювання аркушів паперу на накладному столі у машинах аркушевого друку та представлено математичне моделювання розрахунку параметрів позиціювання.

In work the method of positioning of leaves of paper is laid out on the superimposed table in the machines of sheet seal and the mathematical design of calculation of parameters of positioning is represented.

Постановка проблеми

Одним із важливих технологічних показників є точність суміщення фарб на відбитковій під час друкування у декілька прогонів. Вирішальну роль при цьому відіграє система подавання, транспортування й вирівнювання положення аркуша в друкарській машині, особливості її конструкції. Робоча швидкість високопродуктивного друкарського обладнання часто суттєво менша декларованої, що зумовлено незбалансованістю основних вузлів. Завдяки постійному проведенню конструкторських робіт, спрямованих на вдосконалення вузлів друкарських машин відповідно до сучасних тенденцій розвитку техніки, провідні фірми пропонують на світовому ринку нові машини, здатні забезпечити виконання найрізноманітніших поліграфічних замовлень. Зокрема модернізація папероживильної системи сприяє підвищенню якості друку, розширенню асортименту друкованої продукції та зниженню її собівартості, скорочуючи втрати від браку і простоїв обладнання. Проте не завжди якість друкованої продукції задовільняє читача. Тому ведуться інтенсивні пошуки щодо підвищення якості продукції з новітніх наукових досягнень. Мета роботи полягала у розробці та апробації нового способу позиціювання аркушів паперу на накладному столі у машинах аркушевого друку.

Аналіз результатів попередніх досліджень і публікацій

Поліграфічні технології друкування перебувають у постійному розвитку. Саме завдяки зусиллям таких відомих вчених, як Козаровицький Л.А., Попрядухін П.А., Лапагухін В.С., Яхнін Є.Д., Ребіндер П.А., Толлсанаар Д., Ернст П., Фецько Ж., Воут А., Зеттлмайер А., Уолкер В., Рупп Е., Тюрін А.А., Чехман Я.І., Тір К.В., Хведчин Ю.Й., Бєлазьоров Е.К. отримали інтенсивний розвиток технології друкування. Вивчення їх наукового доробку дозволило виявити певні фундаментальні закономірності в технології друкарських процесів та чітко визначити напрямки подальших досліджень [1-5].

Проведений аналіз наукових та патентних джерел в галузі друкарських процесів, зокрема пов'язаних з роботою друкарських машин засвідчив, що продуктивність роботи аркушевих ротаційних машин обмежується можливостями папероживильної системи та не достатньою гнучкістю позиціювання аркуша на накладному столі. [6, 7].

Постановка завдання

В основу нашого винаходу поставлено завдання створення гнучкого способу позиціонування аркушів паперу на накладному столі, що реалізується з незначними витратами, надає ідеальні умови руху аркуша і забезпечує задовільну точність його позиціонування.

Спосіб позиціонування аркушів паперу на накладному столі папероживильної системи полягає в реєструванні цифровою камерою зображення положення вірного кута аркуша паперу на накладному столі [8]. Після цього інформація передається на мікропроцесорний контролер, де опрацьовуються вхідні параметри позиціонування: швидкість руху аркуша паперу по накладному столі та відстаней від переднього краю аркуша до передніх лівого і правого упорів; від бічного краю — до бічної лінійки-упору. В мікропроцесорному контролері згідно з математичною моделлю проводиться розрахунок вихідних параметрів позиціонування: загальний час на виконання операції, швидкостей дотягування аркуша до передніх лівого і правого упорів та до бічної лінійки-упору, крім цього формуються вихідні сигнали переміщення осі незалежних крокових двигунів виконавчого пристрою. Кінцевим етапом є оцінювання 3D інформації шляхом співпадання координат вірного кута аркуша паперу з запрограмованими координатами передніх упорів і бічної лінійки-упору в цифровій камері та контроль операції позиціонування згідно діючих нормативних стандартів [9].

Математичне моделювання розрахунку параметрів позиціонування аркушів паперу

Швидкість транспортування аркуша 1 по накладному столі 2 рівна швидкості руху транспортера 3. При підході аркуша до передніх упорів 4 і 5 вакуумний поріг 6 гальмує його рух до повної зупинки. В результаті цього аркуш не доходить до упорів.

Розглянемо операцію позиціонування аркуша паперу по передньому та бічному лівому краях на накладному столі (рис. 1), яка реалізується шляхом його дотягування кулями 7 до упорів по коротчій траєкторії. При цьому швидкість дотягування аркуша визначається як $V = \sqrt{V_x^2 + V_y^2}$ (1), де

V_x — швидкість руху аркуша до бічного упору;

V_y — швидкість руху аркуша до передніх упорів.

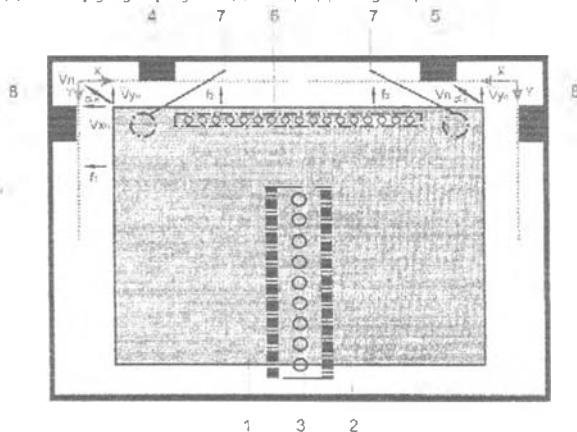


Рис. 1. Схема позиціонування аркуша паперу по передньому та бічному лівому краях на накладному столі.

При контакті аркуша 1 паперу з поверхнею накладного столу 2 на нього діє сила його ваги і сила тертя ковзання. Рух аркуша можна описати такими формулами:

$$\begin{cases} m\dot{V}_x = -f_1 mg \\ m\dot{V}_y = -f_2 mg \end{cases} \Rightarrow \begin{cases} \dot{V}_x = -f_1 g \\ \dot{V}_y = -f_2 g \end{cases} \Rightarrow \begin{cases} \frac{dV_x}{dt} = -f_1 g \\ \frac{dV_y}{dt} = -f_2 g \end{cases} \Rightarrow \begin{cases} dV_x = -f_1 g dt \\ dV_y = -f_2 g dt \end{cases} \Rightarrow \begin{cases} V_x = -f_1 g t + C_1 \\ V_y = -f_2 g t + C_2 \end{cases}$$

де m — маса аркуша паперу;
 f_1 — коефіцієнт тертя в напрямку X;
 f_2, f_3 — коефіцієнт тертя в напрямку Y;
 g — прискорення вільного падіння.

При $t=0$ рівняння приводиться до вигляду:

$$\begin{cases} V_x = V_0 x \\ V_y = V_0 y \end{cases} \Rightarrow \begin{cases} V_x = -f_1 g t + V_0 x \\ V_y = -f_2 g t + V_0 y \end{cases}$$

Визначимо, щоб $\begin{cases} V_x = 0 & x = x_a \\ V_y = 0 & \text{при } y = y_e, \text{ де} \\ V_y = 0 & y = y_r \end{cases}$

x_a — відстань від бічного краю аркуша до бічного упору;
 y_e — відстань від переднього краю аркуша до переднього лівого упору;
 y_r — відстань від переднього краю аркуша до переднього правого упору.

Отримуємо: $\dot{V}_x = \frac{dV_x}{dt} \cdot \frac{dx}{dx} = V_x \frac{dV_x}{dx}$. Оскільки

$$\dot{V}_x = -f_1 g \Rightarrow V_x \frac{dV_x}{dx} = -f_1 g; \quad V_x dV_x = -f_1 g dx \Rightarrow \int V_x dV_x = -f_1 g \int dx. \text{ Проінтегрувавши цей вираз, отримуємо: } \frac{V_x^2}{2} = -f_1 g x + C_1 \quad (2).$$

Отже, при $x=0$;

$$V_x = V_0 x \quad (3), \quad x = x_0; \quad V_x = 0 \quad (4).$$

Підставляємо (3) \rightarrow (2), отримуємо:

$$\frac{V_0 x^2}{2} = -f_1 g \cdot 0 + C_1. \text{ Звідси } C_1 = \frac{V_0 x^2}{2} \quad (5).$$

Підставляємо (5) \rightarrow (2). При цьому

$$\text{рівняння приводиться до вигляду: } \frac{V_x^2}{2} = -f_1 g x + \frac{V_0 x^2}{2} \quad (6).$$

Його розв'язком

$$\text{буде: } V_x = \sqrt{V_0 x^2 - f_1 g x} \quad (7).$$

Підставляємо (4) \rightarrow (6), отримуємо:

$$\frac{0^2}{2} = -f_1 g x_a + \frac{V_0 x_a^2}{2}. \text{ Звідси } \frac{V_0 x_a^2}{2} = f_1 g x_a. \text{ Швидкість руху аркуша до бічного упору } \delta \text{ описується формулою: } V_0 x_a = \sqrt{2 f_1 g x_a} \quad (8).$$

Аналогічно

$$\dot{V}_y = \frac{dV_y}{dt} \cdot \frac{dy}{dy} = V_y \frac{dV_y}{dy}.$$

Оскільки

$$\dot{V}_y = -f_2 g \Rightarrow V_y \frac{dV_y}{dy} = -f_2 g; \quad V_y dV_y = -f_2 g dy \Rightarrow \int V_y dV_y = -f_2 g \int dy.$$

Проінтегрувавши цей вираз, отримуємо: $\frac{V_y^2}{2} = -f_2 g y + C_2$ (9). Отже, при $y=0$;

$$V_y = V_0 y \text{ (10), } y=y_n; \quad V_y = 0 \text{ (11), } y=y_n; \quad V_y = 0 \text{ (12).}$$

Підставляємо (10) \rightarrow (9), отримуємо: $\frac{V_0 y^2}{2} = -f_2 g \cdot 0 + C_2$. Звідси $C_2 = \frac{V_0 y^2}{2}$ (13). Підставляємо (13) \rightarrow

$$(9). \text{ При цьому рівняння приводиться до вигляду: } \frac{V_y^2}{2} = -f_2 g y + \frac{V_0^2}{2} \text{ (14). Його}$$

розв'язком буде: $V_y = \sqrt{V_0 y^2 - 2 f_2 g y}$ (15). Підставляємо (11) \rightarrow (14), отримуюмо:

$$\frac{0^2}{2} = -f_2 g y_e + \frac{V_0 y^2}{2}. \text{ Звідси } \frac{V_0 y^2}{2} = f_2 g y_e. \text{ Швидкість руху аркуша до}$$

переднього лівого упору 4 описується формулою: $V_0 y_e = \sqrt{2 f_2 g y_e}$ (16).

$$\text{Підставляємо (12) } \rightarrow (14), \text{ отримуємо: } \frac{0^2}{2} = f_3 g y_i + \frac{V_0 y^2}{2}. \text{ Звідси}$$

$\frac{V_0 y^2}{2} = f_3 g y_i$. Швидкість руху аркуша до переднього правого упору 5 описується формулою:

$$V_0 y_i = \sqrt{2 f_3 g y_i} \text{ (17).}$$

Виходячи з (1), під час позиціонування аркуша по передньому і бічному лівому краях, швидкість дотягування по коротшій траєкторії описується формулами:

$$V_E = \sqrt{V_0 x_d^2 + V_0 y_e^2} \text{ (18), } V_I = \sqrt{V_0 x_d^2 + V_0 y_i^2} \text{ (19).}$$

Підставляємо (8) і (16) \rightarrow (18) та (8) і (17) \rightarrow (19) отримуємо рівняння, розв'язком якого буде:

$$V_E = \sqrt{2 f_1 g x_d + 2 f_2 g y_e} = \sqrt{2 g (f_1 x_d + f_2 y_e)} \text{ (20),}$$

$$V_I = \sqrt{2 f_1 g x_d + 2 f_3 g y_i} = \sqrt{2 g (f_1 x_d + f_3 y_i)} \text{ (21).}$$

Ліва і права сторони аркуша одночасно дотягуються до упорів по коротшій траєкторії зі швидкостями V_n і напрямлені під кутами, відповідно, α_n і α_n :

$$\operatorname{tg} \alpha_e = \frac{V_0 y_e}{V_0 x_d} = \frac{\sqrt{2 f_2 g y_e}}{\sqrt{2 f_1 g x_d}} = \frac{\sqrt{f_2 y_e}}{\sqrt{f_1 x_d}} \text{ (22),}$$

$$\operatorname{tg} \alpha_i = \frac{V_0 y_i}{V_0 x_d} = \frac{\sqrt{2 f_3 g y_i}}{\sqrt{2 f_1 g x_d}} = \frac{\sqrt{f_3 y_i}}{\sqrt{f_1 x_d}} \text{ (23).}$$

Виходячи з викладеного, кутові швидкості куль 1 (рис. 2 а), які розташовані на накладному столі з лівої і правої сторін, і виконують функцію транс-

портування аркуша, описуються формулами: $R\omega_1 = Vx_a$, звідки $\omega_1 = \frac{Vx_a}{R}$ та

$R\omega_2 = Vy_e$, звідси $\omega_2 = \frac{Vy_e}{R}$, де

ω_1 — швидкість обертання кулі в напрямку X;

ω_2 — швидкість обертання кулі в напрямку Y;

R — радіус кулі.

Швидкість руху роликів 2 крокового двигуна 3 (рис. 2.б), які приводять в рух кулі 1 виконавчого механізму, описуються формулами: $\frac{\omega_1}{\omega_2} = \frac{R_2}{R_1}$, отже

$$V = R_1\omega_1 = R_2\omega_2,$$

де

ω_1 — швидкість обертання ролика;

ω_2 — швидкість обертання кулі;

R_1 — радіус ролика;

R_2 — радіус кулі.

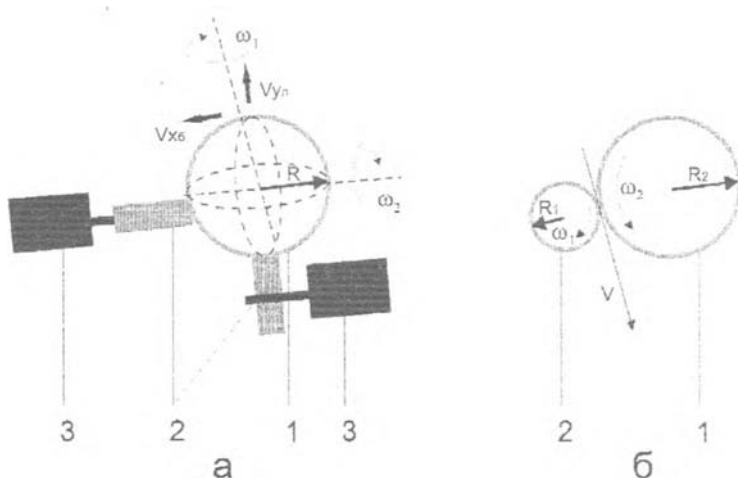


Рис. 2. Схема виконавчого пристрою позиціонування паперу на накладному столі:

а) напрямки кутових швидкостей руху транспортувальної кулі;

б) напрямки кутових швидкостей руху кулі і ролика крокового двигуна.

Операція позиціонування аркуша паперу по передньому та бічному правому краюх на накладному столі буде відбуватися аналогічно вище описаній математичній моделі [10].

Висновки

Винайдено гнучкий спосіб позиціонування аркушів паперу на накладному столі, що реалізується з незначними витратами і забезпечує задовільну точність позиціонування.

Створено математичну модель розрахунку параметрів позиціонування аркушів паперу на накладному столі, що описує ідеальні умови руху аркуша;

Основною перевагою такого способу над існуючими є підвищення продуктивності роботи друкарської машини із забезпеченням точності позиціонування аркушів паперу в межах діючих нормативних стандартів.

1. *Технология печатных процессов* / [И.В. Ромейков, Н.Д. Бирюкова, Ю.А. Муратов, А.Н. Ефремова / Под ред. А.Н. Раскина]. — М.: Книга, 1989. — 432 с.
2. *Тюрин А.А. Печатные машины-автоматы.* — М.: Книга, 1980. — 416 с.
3. *Друкарське устаткування: Підручник* / Я.І. Чехман, В.Т. Сенькусь, В.П. Дідич, В.О. Босак. — Львів: УАД, 2005. — 468 с.
4. *Печатные системы фирмы „Heidelberg“: Листовые офсетные печатные машины: Учеб. пособие* / Л.Ф. Зирзак, Л.Л. Леймонт, Ю.Н. Самарин, В.И. Штоляков. — М.: Изд-во МГУП, 1998. — 236 с.
5. *Шаблій І.В. Технологія друкарських процесів.* — Львів: Оріяна-Нова, 2003. — 208 с.
6. *Способи доступу:* www.ukrpatent.org, www.fjps.ru, www.ep.espacenet.com, www.uspto.gov. Офіційні сайти патентних відомств УКРПАТЕНТУ, РОСПАТЕНТУ, ЄВРОПАТЕНТУ, ПАТЕНТИ USA.
7. *Verfahren zum Steuern eines Betriebsvorganges ab einer drucktechnischen Maschine: Заявка 102005007993* Германия, МПК7 В 41 F 33/00. Heidelberg Druckmaschinen AG, Muller Tobias. № 102005007993.8; Заявл. 22.02.2005; Оpubл. 06.10.2005. Нем.
8. *Пат. №44701. Спосіб позиціонування аркушів паперу на накладному столі у машинах аркушевого друку:* Ривак П.М., Репета В.Б. Заявл. 14.05.2009; Оpubл. 12.10.2009. Бюл №19, 2009. Укр.
9. *ISO 12647-2:2004 „Graphic technology — Process control for the production of half-tone colour separations, proof and production prints — Part 2: Offset lithographic processes“.* — Спосіб доступу: www.reproductor.ru.