

Я.І.Чехман

ВИЗНАЧАЛЬНІ ФАКТОРИ УСТАНОВКИ ЦИЛІНДРІВ ДРУКАРСЬКОГО АПАРАТА

Установка циліндрів друкарського апарата передбачає: вибір декеля певної товщини з відповідними деформаційними властивостями; закріплення декеля на циліндрі і попереднє натягнення його до потрібної величини; визначення необхідної деформації декеля при друкуванні з урахуванням його властивостей і характеру продукції; забезпечення необхідного співвідношення діаметрів циліндрів шляхом установки під форму і декель відповідних підкладок; регулювання передбаченими в машині механізмами міжцентрової відстані між циліндрами для забезпечення потрібної деформації декеля.

Проаналізуємо значення співвідношення діаметрів друкарського циліндра і його вплив на якість друку та стабільність процесу друкування. Розглянемо характерні явища в зоні друкарського контакту на прикладі двоциліндрового апарата, який в інших випадках є лише необхідною складовою структурою для побудови більш розгалужених систем.

На одному з циліндрів закріплена пружно-еластична оболонка (декель). Поверхня другого циліндра є жорсткою. Тому надалі один із циліндрів називатимемо жорстким, а другий — еластичним.

Процес переходу фарби з однієї поверхні на іншу відбувається під дією тиску. Створення тиску між циліндрами призводить до деформації декеля, внаслідок чого утворюється контактна смужка, що забезпечує фрикційний зв'язок між ними. Крім того, циліндри зв'язані між собою зубчастим приводом. Таким чином, у процесі друкування вони мають подвійний зв'язок. Інакше кажучи, якщо один із циліндрів розглядати як ведучий, то другий, ведений, приводиться в дію одночасно фрикційною і зубчастою передачами, що значно ускладнює явища в зоні контакту.

Розглянемо спочатку механіку контакту при наявності тільки фрикційного зв'язку. Ведений циліндр 2 (рис.1) обертається з швидкістю $\omega_2\phi$ під дією сил тертя, які створюються по смужці контакту шириною b . Передатне відношення фрикційної передачі можна виразити як

$$u_{\phi} = \frac{\omega_1}{\omega_2\phi} = \frac{\rho_2}{\rho_1} = \frac{a_w - \rho_1}{\rho_1}, \text{ звідки } \rho_1 = \frac{a_w}{u_{\phi} + 1}. \quad (1)$$

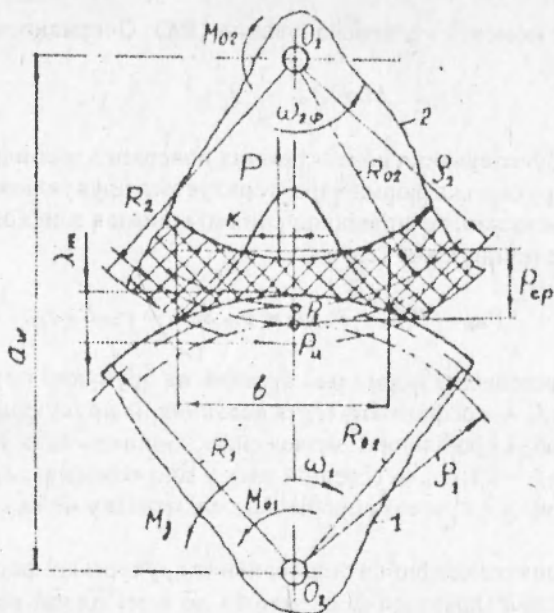


Рис. 1. Схема до визначення параметрів зони друкарського контакту.

Аналогічно

$$\rho_2 = a_w - \rho_1 = \frac{a_w}{u_2 + 1}.$$

У наведених залежностях ρ_1 і ρ_2 — радіуси центрід циліндрів з точкою дотику $P_{ц}$, по якій вони перекочуються без проковзування; $a_w = \bar{\kappa}_1 + R_2 - \lambda_m$ — міжцентрова відстань між циліндрами радіусів R_1 і R_2 ; λ_m — максимальна деформація декаля.

Приведений крутний момент, який необхідно прикласти до ведучого I циліндра

$$M_{цпр} = M_{д1} + PK + M_1 + M_2 \frac{\rho_1}{\rho_2} + PK \frac{\rho_1}{\rho_2} = M_1 + \frac{M_2}{u_2}, \quad (2)$$

де $M_1 = M_{01} + PK + M_1$ — момент від тертя в опорах (M_{01}), тертя перекочування (PK), що затрачується на обертання циліндра I та деякого зовнішнього моменту M_1 , наприклад, з боку накатних валиків фарбового і зволожувального апаратів; $M_2 = \frac{1}{u_2} (M_{02} + PK)$ — момент, який створюється з боку циліндра I через тертя ($P_{пр}$) у зоні контакту для проводу циліндра 2. Він складається з моменту тертя в

опорах (M_{02}) і моменту від перекочування (PK). Очевидно, якщо

$$M > P_{np} \cdot \rho, \quad (3)$$

то пройде пробуксовування контактуючих поверхонь циліндрів 1 і 2.

Оскільки друкарська форма характеризується друкуючими і пробільними елементами, то співвідношення між ними в зоні контакту 1 визначають величину сили тертя:

$$P_{np} = P_g f_1 + P_{np} f_2 = p_{cp} S_g f_1 + p_{cp} S_{np} f_2, \quad (4)$$

де P_g і P_{np} — відповідно нормальні зусилля на друкуючі і пробільні елементи; f_1 і f_2 — коефіцієнти тертя ковзання на друкуючих, покритих фарбою, і пробільних, зволжених, ділянках (для високого способу друку $f_2 = 0$); p_{cp} — середній тиск у зоні контакту; S_g і S_{np} — фактична площа друкуючих і пробільних елементів у межах смужки контакту.

Вводячи поняття коефіцієнта заповнення друкарської форми α як відношення площі друкуючих елементів до всієї площі контакту, включаючи і пробільні, запишемо

$$\alpha = \frac{S_g}{bl} = \frac{bl - S_{np}}{bl} = 1 - \frac{S_{np}}{bl},$$

звідки $S_g = bl\alpha$ і $S_{np} = (1 - \alpha) bl$. (5)

Підставляючи в (4) отримані значення S_g і S_{np} , матимемо

$$P_{np} = p_{cp} bl (f_1 \alpha + f_2 (1 - \alpha)) = P \cdot f_{np}, \quad (6)$$

де $P = p_{cp} bl$ — технологічне навантаження в зоні контакту; $f_{np} = f_1 + (1 - \alpha) f_2$ — приведений коефіцієнт тертя ковзання в зоні контакту. З (6) випливає: сила тертя залежить від характеру форми, яка визначається коефіцієнтом заповнення α . Очевидно, f_{np} носить лінійний характер і набуде мінімального значення при $\alpha = 1$ ($f_{np} = f_1$), тобто при друкуванні суцільного фону, оскільки контакт відбуватиметься через шар фарби. Виконані на кафедрі поліграфічних машин експерименти свідчать, що при $p_m = 1$ МПа для офсетної форми і гуми $f_2 \approx 0,1 - 0,3$ (при наявності фарби) і $f_2 \approx 1,3 - 1,7$ (при відсутності фарби).

Важливою характеристикою фрикційної пари є передатне відношення. Як свідчать експерименти, воно залежить від багатьох змінних параметрів, найважливішими серед яких є: структура та деформаційні властивості декеля, величина деформації, фрикційні властивості контактуючих поверхонь циліндрів, частота обертання

Так, наприклад, при пористій структурі декеля зі збільшенням деформації його ведений циліндр обертається швидше. При суцільній структурі декеля (гума, поліуретан) — навпаки: зі збільшенням деформації ведений еластичний циліндр обертається повільніше. Це пояснюється зменшенням щільності в зоні контакту, через яку повинен пройти певний об'єм нестикуваного декеля. При цьому напруження в матеріалі (як нормальні, так і дотичні) та відносне ковзання по ширині смужки контакту істотно відрізняться. Напевно, декелі машин високого і офсетного друку за структурою займають проміжне положення, і передатне відношення з їх участю може змінюватись у широких інтервалах, що має практичний інтерес.

А тепер розглянемо друкарську пару, яка, крім фрикційного зв'язку, пов'язана зубчатою передачею, тобто має двоякий привід. Початкові кола зубчастих коліс радіусами R_{01} і R_{02} (рис.1) дотикаються в полюсі зачеплення p_0 , положення якого не змінюється при регулюванні міжцентрової відстані a_w . Очевидно, полюси p_0 і p_4 не співпадають (можуть співпадати тільки в окремому випадку) і рухаються з різною швидкістю, що спричиняє деформацію декеля в тангенційному напрямку.

Відносна швидкість точок p_0 і p_4

$$V_b = V_{p_0} - V_{p_4} = \omega_1 (R_{01} - \rho_1) = \omega_1 \left(\frac{a_w}{u_3 + 1} - \frac{a_w}{u_\phi + 1} \right), \quad (7)$$

де $R_{01} = \frac{a_w}{u_3 + 1}$ і $u_3 = \frac{R_{02}}{R_{01}}$.

Відповідно відносне переміщення

$$s_b = V_b t = a_w \left(\frac{1}{u_3 + 1} - \frac{1}{u_\phi + 1} \right) \varphi_1. \quad (8)$$

Якщо позначити співвідношення $\frac{u_\phi}{u_3} = Z$, то залежність (8) набуде вигляду:

$$s_b = \left(\frac{1}{u_3 + 1} - \frac{1}{Z u_3 + 1} \right) a_w \varphi_1. \quad (9)$$

Таким чином, залежність (9) свідчить про те, що відносна тангенційна деформація декеля $s_b = f(Z, \varphi_1)$. Гранічна величина цієї тангенційної деформації залежатиме від сили тертя (P_{mp}) у зоні контакту, яка утримуватиме контактуючі поверхні від зміщення. З другого боку, при одній і тій же силі тертя граничні деформації будуть відмінними для різних декелів.

На рис.2 зображені взаємопов'язані залежності, що впливають на величину s_b . Вправо від нульової точки по осі абсцис відкладено коефіцієнт заповнення форми α , вверх по ординаті — граничні сили тертя (пропорційні f_{wp}), при яких спостерігається зсув поверхонь

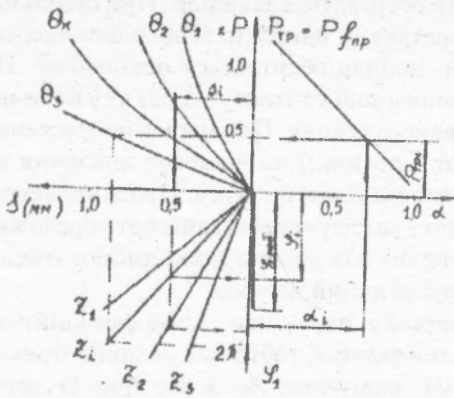


Рис. 2. Номограма для визначення умов пробуксовування контактуючих циліндрів.

контактуючих циліндрів. Вліво по осі абсцис відкладена тангенційна деформація s_θ , яка залежить від структури матеріалу і деформаційних властивостей декеля, зокрема кутової жорсткості θ натягнутого на циліндр декеля. Вниз по ординаті відкладені кути повороту ведучого циліндра φ_1 . Тут же позначено робочий кут $\varphi_{1\text{роб}}$, який відповідає періодові друкування (в аркушевих машинах $\varphi_{1\text{роб}} = \frac{3}{2}\pi$, а в рулонних він становить майже 2π).

Якщо друкування здійснюється з форм з коефіцієнтом заповнення α_i , то внаслідок $Z \neq 1$ під впливом тангенційної деформації виникатиме потенційна сила тертя, гранична величина якої $P_{\text{трл}}$. Ця сила для декеля з кутовою жорсткістю θ викличе граничну тангенційну його деформацію s_i , котра буде реалізована для певного співвідношення $Z_i = \frac{u_{\varphi i}}{u_s}$ при повороті циліндра на кут φ_i . При подальшому збільшенні кута φ_1 , враховуючи стрибкоподібну природу тертя і пульсуючий характер сили від зубчастих передач, відбудеться пробуксовування контактуючих поверхонь циліндрів, і на офсетному циліндрі zdeформуються растрові точки, а на відбитку в межах зони контакту утвориться поперечна смуга. Через такий же кут з'явиться друга смуга, третя і т.д., однаково віддалені між собою. Мабуть, таке пробуксовування не настане (φ_1 вийде за межі $\varphi_{1\text{роб}}$), якщо при цьому ж θ_k співвідношення буде наближатися до 1, наприклад, при Z_2 (зображено пунктирними прямими), або при цьому ж Z_k , коли матимемо декель з характеристикою θ_s .

Отже, для покращання умов контакту бажано мати декелі з якомога більшою тангенційною податливістю і найближче до одиниці співвідношення $Z = \frac{u_\varphi}{u_s}$. З розглянутого також випливає, що найчутливішою до смугування є друкарська форма з максимальним заповненням друкуючими елементами. Граничним є друкування суцільного фону ($\alpha = 1$), коли зона контакту розділена суцільним

шаром фарби. Викладені міркування підтверджуються практикою експлуатації, наприклад, офсетних машин.

Насамкінець слід зауважити, що наведені залежності кількісно змінюватимуться під впливом властивостей фарби, деформаційних характеристик декеля, його товщини й, можливо, інших факторів. Для оптимального керування процесом необхідні широкі експериментальні дослідження по розробці обґрунтованих рекомендацій, оскільки теоретичним шляхом їх створити неможливо.

1. Балабан О.Т. Исследование механики печатного контакта машин офсетной глубокой печати: Автореф. канд. дис. К., 1974. 2. Дідич В.П. Вплив основних факторів на умови контакту в друкарському апараті офсетної машини // Поліграфія і видавнича справа, 1974, №10. С. 128-151. 3. Тюрин А.А. Печатные машины-автоматы. М., 1980. 4. Чехман Я.И. Печатные аппараты (основы теории). К., 1989. 5. Чехман Я.И., Кравчук И.Н. Одна из причин полошения в офсетной печати // Полиграфические машины-автоматы. Омск, 1990.

Стаття надійшла до редколегії 25.01.95.