

ВИЗНАЧЕННЯ КОЕФІЦІЕНТІВ ТЕРТЯ ПАПЕРУ ПО ФОТОПОЛІМЕРНІЙ ДРУКАРСЬКІЙ ФОРМІ

Сили тертя між папером і формою, що виникають в зоні друкарського контакту, впливають на спрацювання друкарської форми та значення тангенціальної сили. Оцінка тангенціальних сил стає важливою у зв'язку з застосуванням фотополімерних друкарських форм (ФДФ) та їх магнітного кріплення у друкарській машині. Точна оцінка сил, що діють на форму, необхідна для створення надійних магнітних засобів кріплення ФДФ.

З цією метою експериментально визначали коефіцієнти тертя ковзання f різних типів паперу по ФДФ «Целлофот-2». Вибрано шість типів паперу, що відрізняються один від одного складом та мікрогеометрією поверхні. Чотири друкарські елементи експериментальної ФДФ сумарною площею 1 см^2 мали вигляд кругів, рознесених по кутах квадрата зі стороною 6 см. З одного боку, це забезпечило стійкість тягарів, що створювали навантаження на контактуючі поверхні, а з іншого — дало змогу звести до мінімуму вплив крайового ефекту та можливих макронерівностей паперу. Щоб виділити в експерименті лише явища, пов'язані з деформацією паперу, декель був відсутній.

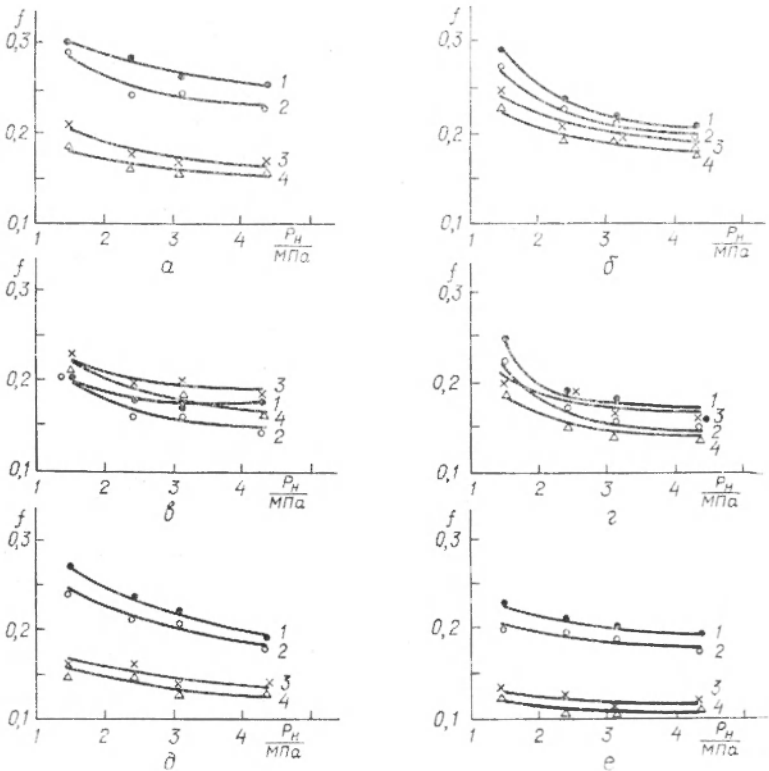
Силу тертя вимірювали динамометром оригінальної конструкції з попередньо протарованою плоскою пружиною, деформації якої фіксували індикатором годинникового типу.

Тиск у зоні контакту задавали в межах $1,4 \dots 4,4 \text{ МПа}$, що відповідає технологічним умовам друкування з ФДФ. Швидкість руху форми по паперу становила $0,005 \pm 0,001 \text{ м/с}$. Це дорівнює швидкості відносного ковзання (при оптимальній настройці друкарської пари) для машин, що працюють на швидкості 4450 цикл./год [5; 6]. Для даного діапазону тиску коефіцієнт f незначно залежить від швидкості ковзання [4]. Тому одержані значення коефіцієнтів тертя можна з достатньою для практики точністю вважати справедливими для умов друкування зі швидкістю до $20\,000 \text{ цикл./год.}$, тобто для листових і рулонних книжково-журнальних машин.

В експерименті визначали коефіцієнти тертя спокою f_s (в початковий момент руху) і ковзання f_k для випадку сухого тертя

та при наявності фарби на ФДФ. Фарбу наносили на форму в прободрукарському верстаті «ФАГ-Контрол 525». Товщина фарбового шару 2 мкм, тип фарби для кожного з паперів вибирали згідно з технологічними інструкціями [3].

Зафіксовані значення f є середніми арифметичними з семи замірів. Мінімальну кількість замірів визначали за стандартною методикою [2], прийнявши надійність результатів 0,95 при 2%-ній відносній похибці. Одержані результати показано на рисунку.



Залежність коефіцієнтів тертя різних типів паперу по ФДФ від тиску:
 а — друкарський папір № 1 марки А; б — друкарський папір № 2 марки А;
 в — друкарський папір № 3 марки Б; г — газетний папір; д — крейдяний папір марки ДВ;
 е — крейдяний папір підвищеної гладкості (Франція). 1 — тертя спокою, без фарбою; 2 — тертя ковзання, без фарбою; 3 — тертя спокою, з фарбою; 4 — тертя ковзання, з фарбою.

Для всіх досліджуваних випадків $f_c > f_n$, що властиве для будь-яких пар тертя [1]. Ця різниця перебуває в межах 4...20%. В основному при наявності фарби вона менша, а при сухому терті більша. Надалі для спрощення все сказане про залежність f від умов тертя буде стосуватись як f_c , так і f_n .

Залежність f від тиску для всіх паперів однотипна. Зі зростанням P_n значення f падає, причому криві $f = \varphi(P_n)$ мають

експоненціальний характер. Це пояснюється поступовим згладжуванням нерівностей паперу, що створюють опір його рухові відносно ФДФ. Для високогладкого крейдяного паперу назване явище характерне найменше (рисунок, *e*).

Особливий інтерес становить залежність f від типу паперу. Розглянемо її для умов тертя без фарби (криві 1, 2). Помітно, що значення f вищі для паперу зі значним вмістом наповнювача — друкарського № 1 марки А та крейдяних. Поверхня більш «м'яких» паперів (друкарського № 3 та газетного) створює менший опір рухові ФДФ.

Так само тісно пов'язане з властивостями паперу значення f при наявності фарби на ФДФ. Основним фактором, що впливає на тертя, слід вважати взаємодію фарби з папером до та під час прикладання тиску. У крейдяного паперу більша частина фарби довгий час залишається на його поверхні, тому вона виконує роль мастила, значно знижуючи f (рисунок, *d, e*). Така ж картина спостерігається для друкарського паперу № 1, щільна структура якого також не сприяє швидкому проникненню фарби в середину аркуша (рисунок, *a*). В інших паперів більша частина фарби дуже швидко вбирається розвинутими порами. Рештки ж її, що залишаються на поверхні, можуть створювати навіть гальмівний ефект. Це пояснюється реологічними властивостями тонких шарів в'язких рідин, у яких напруги зсуву можуть досягати значних величин [7]. Тому в таких випадках (і особливо в зоні високого тиску) значення f при наявності фарби близькі або перевищують f для сухого тертя (рисунок, *b, в, z*).

Тісний зв'язок f з властивостями друкарського паперу дає змогу прогнозувати значення коефіцієнтів тертя ФДФ також по інших типах паперу.

Список літератури: 1. Крагельский И. В., Виноградова И. Э. Коэффициенты трения. — 2-е изд., перераб. и доп. — М.: Машгиз, 1962. — 220 с. 2. Мальцев П. М., Емельянова Н. А. Основы научных исследований. — К.: Вища шк., 1982. — 192 с. 3. Процессы высокой печати. Технологические инструкции. — М.: Книга, 1982. — 408 с. 4. Розум О. Ф. Исследование физико-механических и физико-химических свойств фотополимерных печатных форм: Автореф. дис. ... канд. техн. наук. — М., 1972. — 24 с. 5. Тюрин К. В. Механические явления, сопровождающие цикл печатного контакта в плоскочечатных машинах. — Сб. тр. УНИИПП, 1954, вып. 3, с. 37—78. 6. Тюрин А. А. Скольжение в зоне печатного контакта. — В кн.: Науч. тр. Моск. полигр. ин-та, 1956, вып. 4, с. 94—102. 7. Яхно О. М., Дубовицкий В. Ф. Основы реологии полимеров. — К.: Вища шк., 1976. — 186 с.

The results of research of the friction coefficient value between paper and photopolymer printing forms depending on the conditions of friction are represented. Received data may be used for evaluating dynamic effects in the area of printing contact.