

## КОЛИВАННЯ ПИТОМИХ ТИСКІВ ПРИ ДРУКУВАННІ В ЗАЛЕЖНОСТІ ВІД ЗАПОВНЕННЯ ФОРМИ І ЖОРСТКОСТІ ДРУКАРСЬКОГО ПРЕСА

В опублікованій нами раніше роботі [10] наведені результати експериментального дослідження впливу заповнення друкарської форми на перепад питомого тиску при друкуванні. (Під заповненням друкарської форми слід розуміти відношення сумарної площі очка друкарських елементів в межах полоси контакту до всієї площі полоси контакту, яке позначається коефіцієнтом  $\alpha = \frac{F_e}{F_k}$ ). Тут ми продовжуємо почате дослідження шляхом поглиблення теорії з більш широкою експериментальною перевіркою.

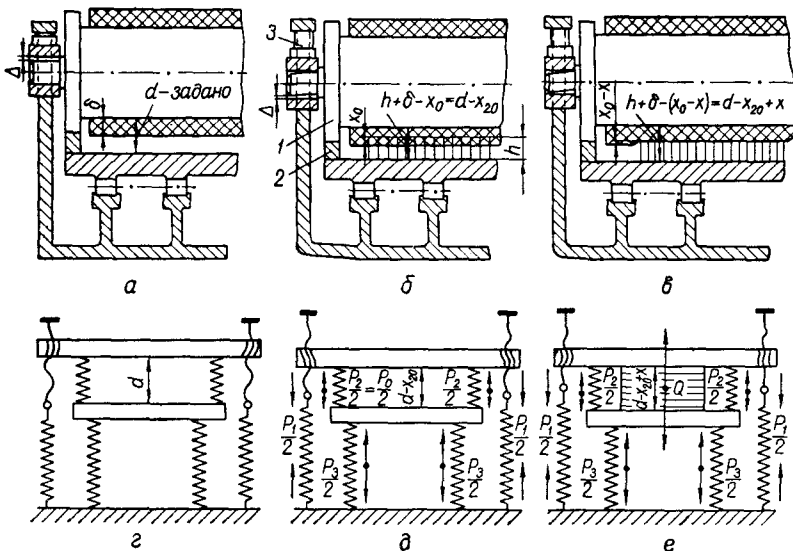


Рис. 1. Картина можливого деформаційного стану друкарського преса плоскодрукарської машини.

Розглянемо картину деформації ланок друкарського преса плоскодрукарської машини, прийнявши такі припущення:

а) сумарний тиск при друкуванні рівномірно навантажує опори циліндра і талера;

б) щільна між циліндром і талером в межах полоси контакту внаслідок пружних деформацій змінюється рівномірно при умові рівномірного заповнення форми по довжині контакту.

На рис. 1, а, б, в зображені схеми: а — ненапруженого стану друкарського преса; б — напруженого стану преса, що виникає внаслідок попереднього натягу між опорними кільцями 1 циліндра і ростовими

планками 2 на талері, одержуваного шляхом розклинення щілини між підшипником і стінкою машини (в нашому випадку за допомогою приладу 3);  $v$  — напруженого стану друкарського преса, створюваного внаслідок наявності попереднього натягу і сумарного тиску друкування.

На рис. 1, *г*, *д*, *е* показані відповідні замінні моделі друкарського преса. Тут деформації розтягу стінки, можливого її згину біля основи, а також деформації згину цапф циліндра представлені деформацією пружин розтягу  $P_1$ . Деформації стиску спорних кілець циліндра і ростових планок талера, а також згину консолі талера представлені відповідно деформацією пружин стиску  $P_2$ . Деформації стиску талера і його опор представлені деформацією пружин  $P_3$ .

Внаслідок утворення попереднього натягу номінальна щілина  $P$  між талером і циліндром зменшується на величину деформації пружини  $x_{20}$  і визначається величиною попереднього натягу  $P_0$ . Пружини  $P_1$  розтягнуться, а пружини  $P_3$  стиснуться. Збільшення деформації пружин  $P_1$  і  $P_3$  викликає однаковий наслідок — збільшення щілини між циліндром і талером. Тому надалі зручніше розглядати пружини  $P_1$  і  $P_3$  разом, замінивши їх приведеною пружиною  $P_{1-3}$ . Під дією попереднього натягу вона деформується на величину  $x_{1-30}$ .

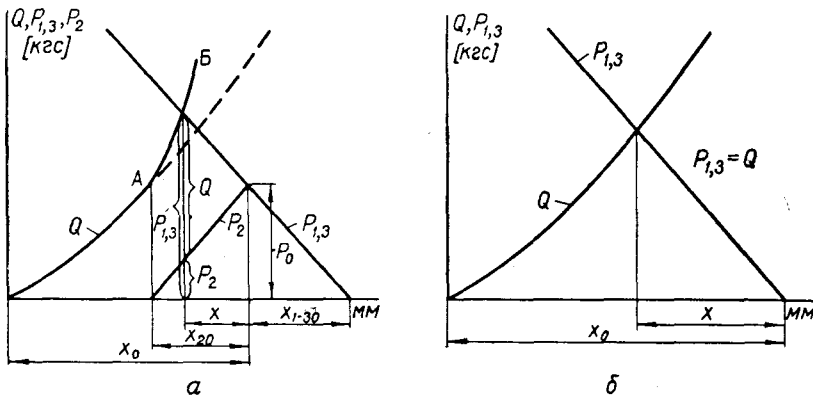


Рис. 2. Графіки деформацій напруженого стану друкарського преса.

В процесі друкування (рис. 1, *в* і *е*) додатково утворюється тиск  $Q$ , який приводить до деякого збільшення щілини на величину  $x$ , яка дорівнює  $d - x_{20} + x$ . З другого боку, деформація декеля  $x_0$ , що припускається, при наявності тільки попереднього натягу в системі преса (на рис. 1, *б* друкарська форма заштрихована вертикальними лініями) під дією сили  $Q$  також зменшиться на величину  $x$  (рис. 1, *в*). Різна величина сили  $Q$ , залежна від заповнення друкарської форми, викликає різну зміну фактичної деформації декеля, що приводить до різної величини питомого тиску.

Розглядаючи рівновагу напруженого стану системи преса в загальному вигляді (рис. 1, *е*), запишемо

$$P_1 = P_2 + Q = P_3. \quad (1)$$

На рис. 2, *а* залежність (1) представлена у вигляді графіків пружних деформацій, виражених у функції деформації  $x$ . Пряма  $P_{1-3}$  зображує зміну сили від деформації системи 1-3 друкарського преса  $P_{1-3} = f_1(x_1 + x_3)$ , пряма  $P_2$  — відповідно  $P_2 = f_2(x_2)$  і крива  $Q$  — зміну сумарного тиску від деформації декеля  $Q = f_3(x_0 - x)$ . Пунктирна крива сили  $Q$  проведена без складання з силою  $P_2$ , відрізок суцільної лінії  $AB$  — після їх складання.

Виразивши діючі в друкарському пресі сили через відповідні деформації, одержимо:

$$P_{1-3} = c_{1-3}(x_1 + x_3), \quad (2)$$

де  $c_{1-3} = \frac{P_{1-3}}{x_1 + x_3}$  — жорсткість системи 1-3;

$$P_2 = c_2 x_2, \quad (3)$$

де  $c_2 = \frac{P_2}{x_2}$  — жорсткість системи 2;

$$\begin{aligned} Q &= p_{\max} \cdot \psi \cdot L \cdot B \cdot \alpha = \sigma_{\max} (1 + \beta) \cdot \psi \cdot L \cdot 2 \sqrt{2R(x_0 - x)} \cdot \alpha = \\ &= \sqrt{\frac{m}{\delta} \frac{E'}{\delta} (x_0 - x)} \cdot (1 + \beta) \cdot \psi \cdot L \cdot 2 \sqrt{2R(x_0 - x)} \cdot \alpha = \\ &= \sqrt{\frac{m}{\delta} E'} \cdot (1 + \beta) \cdot \psi \cdot L \cdot 2 \sqrt{2R} \cdot (x_0 - x)^{\frac{m+2}{2m}} \cdot \alpha = K \cdot (x_0 - x)^{\frac{m+2}{2m}} \cdot \alpha. \end{aligned} \quad (4)$$

У формулі (4)

$p_{\max} = \sigma_{\max} (1 + \beta) = \sqrt{\frac{m}{\delta} E'} (x_0 - x) \cdot (1 + \beta)$  — максимальний питомий тиск при друкуванні ( $\text{кгс/см}^2$ );

$\sigma_{\max}$  — максимальна напруга стиску декеля, яка визначається з вихідної залежності  $\sigma_{\max}^m = E' \frac{x_0 - x}{\delta}$ ;

$m$  і  $E'$  — фізичні константи матеріалу декеля;

$x_0 - x$  — фактична деформація декеля, максимальна по ширині полоски контакту;

$\beta$  — коефіцієнт, що враховує порізаність елементів друкарської форми;

$\psi = \frac{\sigma_c}{\sigma_{\max}}$  — коефіцієнт усереднення ( $\psi = f(m)$ ), який визначається, наприклад, з роботи [2].

$L$  і  $B = 2 \sqrt{2R(x_0 - x)}$  — відповідно довжина і ширина полоси контакту;

$R$  — радіус друкарського циліндра;

$\alpha$  — коефіцієнт заповнення друкарської форми в межах полоси контакту;

$K = \sqrt{\frac{m}{\delta} E'} \cdot (1 + \beta) \cdot \psi \cdot L \cdot 2 \sqrt{2R}$  — для даного декеля можна вважати величиною сталою.

Заміняючи в залежності (1) сили їх значеннями, вираженими через деформації, запишемо

$$K \cdot (x_0 - x)^{\frac{m+2}{2m}} \alpha + c_2 (x_2 - x) = c_{1-3} (x_{1-3} + x) \quad (5)$$

або

$$K \cdot \alpha = \frac{c_{1-3} \cdot x_{1-3} + c_{1-3} \cdot x - c_2 \cdot x_2 + c_2 \cdot x}{(x_0 - x)^{\frac{m+2}{2m}}},$$

де  $c_{1-3} \cdot x_{1-3} = c_2 \cdot x_2 = P_0$ , тому їх значення скорочуються.

В кінцевому вигляді вираз (5) запишеться так:

$$\frac{x}{(x_0 - x)^{\frac{m+2}{2m}}} = \frac{K \cdot x}{c_{1-3} + c_2}. \quad (6)$$

Рівняння (6) — нелінійне з показником степеня, що практично змінюється від 1,5 до 7, і точному математичному розрахунку не піддається, але досить просто вирішується графоаналітичним методом.

Дослідимо передовсім зміну деформації декаля в залежності від заповнення друкарської форми ( $\alpha$ ) і жорсткості преса ( $c_{1-3}+c_2$ ). З цією метою приймемо конкретні значення, що відповідають умовам виконання експериментальної частини дослідження на двозворотній плоскодрукарській машині великого формату. Фізичні константи матеріалу декаля  $m=0,51$  і  $E'=86 \text{ кгс}^m/\text{см}^2m$ , його товщина  $\delta=1,7 \text{ мм}$ ,  $\beta=0,3$ , величина попереднього натягу  $P_0=3000 \text{ кгс}$ , радіус друкарського циліндра  $R=270 \text{ мм}$ , зміна жорсткості преса в межах  $c_{1-3}+c_2=(2\div 10) \times 10^4 \text{ кгс/мм}$ , коефіцієнт заповнення змінюється від 0 до 1.

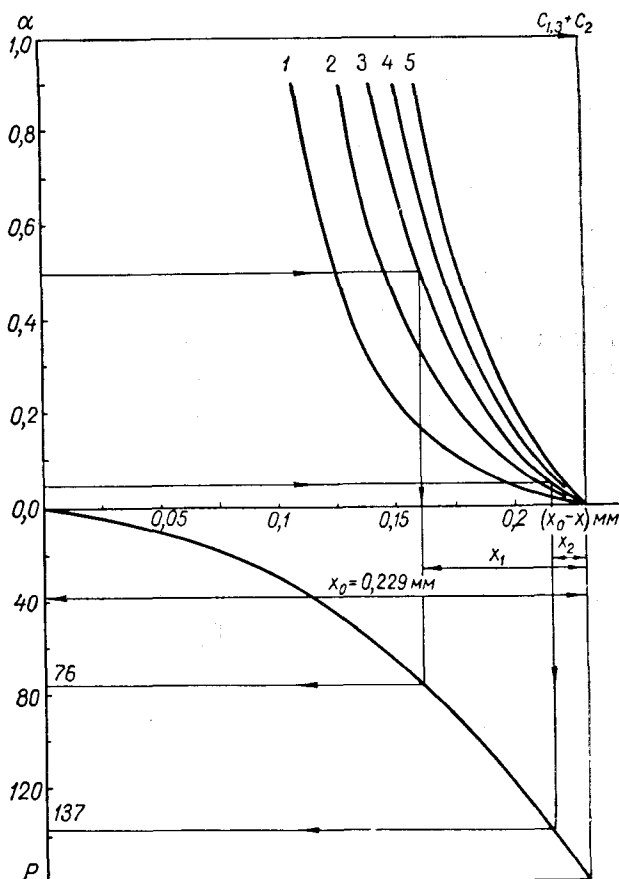


Рис. 3. Вплив жорсткості друкарського преса на перепад питомих тисків при друкуванні з форм змінної заповненості.

1 —  $c_1+c_2=0,2 \cdot 10^5$ ; 2 —  $c_1+c_2=0,4 \cdot 10^5$ ; 3 —  $c_1+c_2=0,6 \cdot 10^5$ ;  
4 —  $c_1+c_2=0,8 \cdot 10^5$ ; 5 —  $c_1+c_2=1 \cdot 10^5$  (в  $\text{кгс/мм}$ ).

За формулою (6) підраховані значення для прийнятих величин і на їх основі побудовані графіки (рис. 3), які зображують зміну деформації декаля  $x_0 - x$  в залежності від коефіцієнта заповнення  $\alpha$  при різних значеннях жорсткості друкарського преса ( $c_{1-3}+c_2$ ), а також зміну максимального питомого тиску  $P_{\text{max}}$ , як функцію деформації декаля  $P_{\text{max}} = f(x_0 - x)$ .

Аналізуючи ці графіки, а також рівняння (6), відзначаємо:

1. Зміна заповнення друкарської форми приводить, внаслідок податливості системи друкарського преса, до створення різного питомого тиску на друкарські елементи. Так, наприклад, при жорсткості друкар-

ського преса  $c_{1-3} + c_2 = 6 \cdot 10^4$  кгс/мм, що приблизно відповідає жорсткості преса двозворотної плоскодрукарської машини ДПП ( $6,2 \cdot 10^4$  кгс/мм), зменшення заповнення друкарської форми з  $\alpha = 0,5$  до  $\alpha = 0,05$  викликає збільшення деформації декеля на величину  $x_1 - x_2 = 0,05$  мм і питомого тиску з  $76$  кгс/см<sup>2</sup> до  $137$  кгс/см<sup>2</sup>. Практично такий інтервал заповнення форми майже завжди має місце при друкуванні із змішаних текстових та ілюстраційних друкарських форм.

2. Зменшення жорсткості друкарського преса збільшує перепад питомого тиску при друкуванні. Так, при жорсткості  $c_{1-3} + c_2 = 2 \cdot 10^4$  кгс/мм і такій же, що й в попередньому прикладі, зміні заповнення форми  $\alpha$  має місце збільшення деформації вже не на  $0,05$  мм, а на  $0,07$  мм, що ще в значнішій мірі збільшує перепад питомих тисків.

3. Наявність попереднього натягу, як випливає з формули (6), де це відображено одним доданком  $c_2$  знаменника правої частини, рівно-сильна збільшенню жорсткості преса і зменшує перепад питомих тисків при друкуванні з перемінної по заповненості друкарської форми. Досить вказати, що відсутність попереднього натягу в машині ДПП ( $c_2 = 0$ , рис. 2, б) рівноцінна зменшенню жорсткості друкарського преса в 2,5 раза. Разом з тим абсолютна величина попереднього натягу на перепад питомих тисків не впливає (6), хіба що він зникає при найбільш заповненій формі.

Необхідна величина попереднього натягу, якщо задано максимальний сумарний тиск  $Q_{\max}$  і відома жорсткість друкарського преса  $c_{1-3}$  і  $c_2$ , легко визначається з графіків на рис. 2, а:

$$Q_{\max} = c_1 (x_{1-30} + x_{20}) = c_1 \left( \frac{P_0}{c_{1-3}} + \frac{P_0}{c_2} \right) = P_0 \left( 1 + \frac{c_{1-3}}{c_2} \right),$$

звідки

$$P_0 = \frac{Q_{\max}}{1 + \frac{c_{1-3}}{c_2}}.$$

Як показує розрахунок, максимальний тиск при друкуванні із змішаних форм на двозворотних машинах формату  $84 \times 108$  см, можна прийняти рівним  $Q_{\max} = 5000$  кгс. Тоді необхідний попередній натяг для машини ДПП

$$P_0 = \frac{5000}{1 + \frac{2,6 \cdot 10^4}{3,6 \cdot 10^4}} = 2900 \text{ кгс.}$$

Величина попереднього натягу для забезпечення контакту між опорними кільцями циліндра і ростовими планками талера на двозворотних плоскодрукарських машинах ПД-2 та ПД-3 повинна бути дещо більшою, тому що в цих машинах більша жорсткість внаслідок усунення консолей талера (крайні опори талера розміщуються під ростовими планками).

Наведені теоретичні залежності перевірялись експериментально на двозворотній плоскодрукарській машині ДПП, яка встановлена в друкарській лабораторії УПІ ім. Ів. Федорова.

При дослідженні були складені експериментальні форми з каліброваних по росту лінійок. Використання такої форми, що складалась з різної кількості окремих рівномірно розташованих чотири- або двопунктових лінійок, дозволило легко міняти заповненість форми і розраховувати питомі тиски.

Лінійки розміщувались по ходу талера і їх кількість відповідала такому заповненню форми: 0,05; 0,071; 0,09; 0,122; 0,162; 0,244; 0,322 та 0,484. Питомий тиск визначався відповідним розрахунком (4) з сумарного тиску при друкуванні, який легко знаходився при відомих реакціях на підшипники циліндра і поточному натязі.

У відповідності з програмою дослідження для кожної із вказаних експериментальних форм вимірювались реакції на підшипники друкарського циліндра і поточний натяг між опорними кільцями циліндра і планками талера при варіюемому попередньому натязі і різному складі чотирьох зразків декелів. Додатково була проведена оцінка жорсткості елементів друкарського преса, що було необхідним для зіставлення результатів теоретичного підрахунку і експерименту.

Визначення сумарного навантаження на опори друкарського циліндра і регулювання попереднього натягу здійснювались з допомогою спеціальних гідравлічних приладів<sup>1</sup>, які встановлені над підшипниками

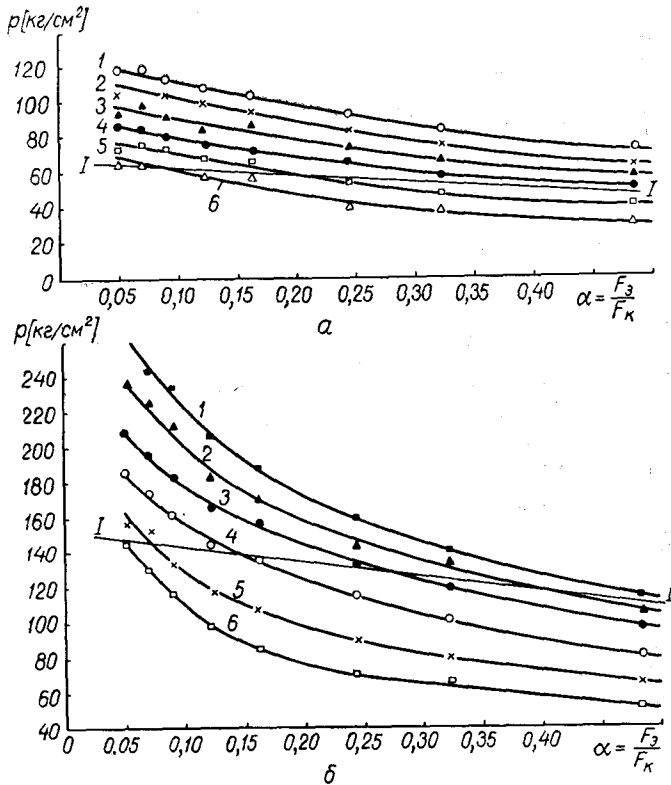


Рис. 4. Результати експериментального дослідження впливу заповнення форми на величину питомих тисків в процесі друкування, при різному попередньому натягові.

1 —  $P_0=3000$  кгс; 2 —  $P_0=2500$  кгс; 3 —  $P_0=2000$  кгс; 4 —  $P_0=1500$  кгс;  
5 —  $P_0=1000$  кгс; 6 —  $P_0=500$  кгс.

друкарського циліндра. Величина створюваного попереднього натягу в усіх серіях експериментів змінювалась в межах 0—3000 кгс через кожні 500 кгс. В процесі друкування при прокочуванні циліндра по формі поточний натяг значно скорочувався порівняно з попереднім, а при малих величинах і зовсім зникав. Величина його реєструвалась при допомозі дротяних датчиків, наклеєних в різних місцях на ростові планки, і відповідної тензовиміральної апаратури (електронного підсилювача і шлейфового осцилографа МПО-2).

<sup>1</sup> Описання конструкції цих приладів і методика їх використання наведені в статті одного з авторів «Стабілізація процесу друку на двообертовій плоскодрукарській машині», Обмін передовим досвідом по процесах друку і шляхах їх удосконалення, вип. II, вид. НТТ поліграфії та видавництва, М., 1963.

Типові результати експериментального дослідження залежності питомого тиску при друкуванні від заповнення друкарської форми представлені у вигляді графіків з застосуванням декаля товщиною  $\delta = 1,67$  мм і фізичними константами  $m = 0,69$  і  $E' = 128$  кгс<sup>m</sup>/см<sup>2m</sup>, знайденими після приборки (рис. 4, а) та з декелем товщиною  $\delta = 1,70$  мм і фізичними константами  $m = 0,51$  і  $E' = 86$  кгс<sup>m</sup>/см<sup>2m</sup> (рис. 4, б). По осі абсцис відкладені значення коефіцієнта заповнення друкарської форми, по осі ординат — значення питомих тисків. Зверху над кривими позначені величини попереднього натягу, створюваного до початку проведення записів. Лініями I—I відокремлена знизу область питомих тисків, в межах якої попередньо створений натяг між опорними кільцями циліндра і ростовими планками талера в процесі друкування зникає.

При проведенні експериментального дослідження товщина декаля приймалася такою, щоб при найбільш заповненій експериментальній формі ( $\alpha \approx 0,5$ ) і створюваному мінімальному попередньому натязі ( $P_0 = 500$  кгс) одержати достатньо насичений фарбою відбиток. При дальшому підвищенні попереднього натягу включно до  $P_0 = 3000$  кгс для порівнянності результатів товщина декаля не змінювалась. При такій умові, природно, питомі тиски навіть при найбільш заповненій формі були більшими необхідних (це видно із графіків на рис. 4, а і б). Проте характерна закономірність впливу заповнення форми проявлялась при різних діапазонах тиску. Так, наприклад, при  $P_0 = 500$  кгс (натяг не зникає тільки при двох найменше заповнених формах — 0,05 і 0,07) зменшення заповнення з 0,5 до 0,05 привело до збільшення максимального питомого тиску з 30 кгс/см<sup>2</sup> до 68 кгс/см<sup>2</sup>, тобто в 2,27 раза (рис. 4, а). При такій же зміні заповнення форми, але при  $P_0 = 3000$  кгс (натяг не зникає ні при одній із форм), питомий тиск збільшився з 72 кгс/см<sup>2</sup> до 119 кгс/см<sup>2</sup>, або в 1,65 раза.

Аналогічний перепад питомого тиску при такому ж інтервалі заповнення форми одержано з використанням другого згаданого вище декаля. Так, при  $P_0 = 500$  кгс питомий тиск збільшився в 2,9 раза, а при  $P_0 = 3000$  кгс — в 2,4 раза.

Слід підкреслити, що малі попередні натяги в процесі друкування звичайно зникають і перепад питомого тиску значно більший, ніж у випадку, коли попередні натяги не зникають при друкуванні.

На підставі викладеного можна зробити висновки.

Зміна заповнення друкарської форми викликає коливання питомого тиску при друкуванні внаслідок податливості ланок друкарського преса. Найбільш характерна перемінна заповненість для змішаних друкарських форм, через що приправка таких форм найбільш трудомістка. З цієї ж причини завжди спостерігається збільшення питомого тиску на краях полос при накочуванні і зкочуванні з них циліндра.

Істотний вплив на перепад питомого тиску має жорсткість друкарського преса. З метою скорочення цього перепаду бажано збільшити жорсткість. Так, наприклад, розміщення опор талера під ростовими планками в машинах ПД-2 і ПД-3 замість консолей на раніше випущених машинах значно збільшує жорсткість друкарського преса цих машин при умові створення попереднього натягу.

Наявність попереднього натягу між опорними кільцями циліндра і ростовими планками талера значно зменшує коливання питомого тиску при змінній заповненості форми. Величина попереднього натягу повинна бути достатньою для забезпечення контакту кілець і ростових планок при найбільш заповненій друкарській формі. Для вітчизняних двозворотних машин формату 84×108 см типу ПД максимальний попередній натяг повинен бути рівним приблизно 3000 кгс (по 1500 кгс на кожен ростову планку) при зміні заповнення форми в межах  $\alpha = 0 \div 0,5$ . Наявність попереднього натягу зменшує, але не виключає перепаду пи-

тогомо тиску при друкуванні. Наприклад, при зменшенні заповнення друкарської форми з 0,5 до 0,05, при різних попередніх натягах, питомі тиски, одержані при експериментальному дослідженні з різними декалями на машині ДПП, збільшувались в 1,6—3,0 раза.

#### ЛІТЕРАТУРА

1. К. В. Тир. Дробление печати и его устранение. Сб. трудов УНИИПП, вып. 3, Киев, 1954.
2. К. В. Тир, Б. Л. Лозовой. Оценка суммарной нагрузки на печатный цилиндр. Научные записки УПИ, т. XIV, Львов, 1961.
3. А. А. Тюрин. Печатные машины. «Книга», М., 1966.
4. К. И. Финакин. Исследование параметров печатного аппарата ролевых ротационных машин высокой печати. Труды НИИПМ (печатные машины), вып. 19, М., 1962.
5. К. И. Финакин. Конструкция и жесткость цилиндров печатного аппарата ролевых ротационных машин высокой печати. Труды НИИПМ, вып. 19, М., 1962.
6. Предварительное напряжение в плоско-печатных машинах. Сб. переводов, 76—77, НИИПМ, М., 1958.
7. H. Wolf. Untersuchungen über das elastische Vorhalten von Druckwerken. „Papier und Druck“ (Druck u. Reprod.), 1965, S. 145—152.
8. Я. И. Чехман. Определение физических характеристик упруго-пластических материалов при сжатии. Научные записки УПИ, т. XII, Львов, 1958.
9. Я. И. Чехман. Исследование воздушных амортизаторов талера двухоборотной плоскопечатной машины ДПП. Автореферат кандидатской диссертации, Львов, 1963.
10. Я. И. Чехман, Н. А. Прядко, В. И. Ющик. Особенности механики печатного контакта при наличии предварительного натяга в системе звеньев печатного аппарата. «Полиграфия и издательское дело», № 1, Львов, 1964.

*M. PRYADKO, Ja. CHEKMAN, V. JUSHTCHUK*

#### THE ELASTIC INTERACTION OF PRINTING PRESS LINKS WITH THE REGARD FOR PRINTING FORMS FILLING

##### Summary

The influence of the printing form characteristics printing apparatus stiffness and of preliminary tension upon the values of specific pressures in the printing process, is considered.

---