

МЕТОДИКА ГЕОМЕТРИЧНОГО РОЗРАХУНКУ БЕЗЦИЛІНДРОВОГО УДАРНОГО ФАЛЬЦАПАРАТА З ПЛАНЕТАРНИМ ПРИВОДОМ НОЖА

Такі апарати використовують для отримання другого поздовжнього, так званого журнального, згину в книжково-журнальних машинах. Фальцапарат складається з двох кінематично пов'язаних між собою механізмів: фальцювального ножа 1 (рис.1) і фальцювальних валиків 2. Точне фальцювання одержують завдяки рухові пружка ножа вздовж вертикальної лінії, використовуючи для цього планетарний зубчастий привод з передатним числом коліс 3 та 4 $i = 2$.

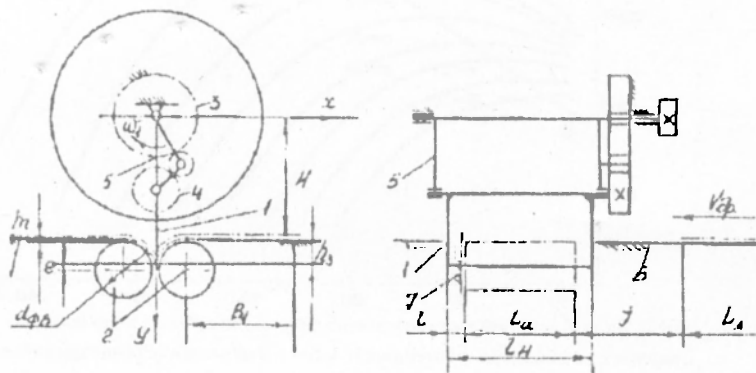


Рис. 1. Розрахункова схема.

Особливістю будови і роботи фальцапарата є те, що аркуші до нього подаються з швидкістю друкування $V_{др}$ після переважно одного поздовжнього (на воронці) та одного поперечного згинів. У зв'язку з тим довжина аркуша $L_a = 0,5 \cdot L_p$, де L_p — довжина відрубаного від стрічки аркуша. Оскільки $l + L_a = L_p$, то інтервал $l = 0,5 \cdot L_p$.

За час $T = L_p : V_{др}$ водило 5 повинне здійснити повний оберт, а наступний аркуш може бути поданий на стіл 6 лише після виведення зі стола попереднього аркуша фальцювальними валиками 2 та виходу із зони руху аркуша ножа 1. Оскільки для кожної машини довжина L_p є сталою, то й довжина L_n також постійна, тобто $L_n = L_a + 2l$, де $l = 20$ мм — встановлена досвідом величина.

Через відсутність методики при проектуванні механізму користуються здебільшого аналогічними розробками попередніх машин. При цьому встановлюють такі головні параметри: 1) довжину водила R_B ; 2) відстань від вала водила до осі фальцваликів ($2R_B + e$); 3) відстань осі фальцваликів від площини стола ($h_3 + e$); 4) діаметр фальцваликів; 5) передатне відношення між валом водила і фальцваликами.

Аналіз конструкцій ударних механізмів машин різних типів і форматів показує, що між довжиною відрубуваного аркуша та діаметром фальцваликів існує певне співвідношення $L_p : d_{FB} = C$, яке перебуває в діапазоні $C = 5,5 - 6,0$. Очевидно, що проєктанти намагаються забезпечити необхідну, з технологічної точки зору, жорсткість валиків шляхом надання їм відповідного діаметра. Таким чином, якщо прийняти $C = 5,75$, то орієнтовний діаметр фальцваликів $d_{FB}' = L_p : C$.

Вивчення конструкцій ножових фальцювальних машин і фальцапаратів ударного типу рулонних друкарських машин показує, що пружок ножа у нижньому положенні не доходить до лінії, яка з'єднує центри валиків, на $e = 5 - 7$ мм. Відстань від поверхні фальцваликів до робочої площини стола b визначається умовами сусідства та жорсткістю стола і становить $m = 8 - 10$ мм. Таким чином, глибину занурення пружка ножа поміж фальцвалики від поверхні стола можна визначити сумою $h_3 = m + r_{FB}' = (0,023 + 0,09 \cdot L_p)$ мм. Перший член цього рівняння навіть для найменшої довжини рубання $L_p = 420$ мм не перевищує 0,05 % від другого, а тому ним можна знехтувати і прийняти $h_3 = 0,09 \cdot L_p - C_2 \cdot L_p$, де $C_2 = 0,09$. Остаточний діаметр фальцваликів встановлюють з урахуванням швидкості руху їх поверхні, яка дещо перевищує швидкість друкування, а також забезпечують циклічну роботу валиків з фальцножем. Детальніше ці питання розглянуті нижче.

Висоту H розташування вала водила від площини стола та його радіус можна визначити, виходячи з таких міркувань. По-перше, зауважимо, що після двох попередніх згинів на стіл подається зошит обсягом не менше 8 сторінок товщиною приблизно 0,4 мм. При роботі з підбиранням товщина зошта може досягти 0,8 мм, і навіть у такому випадку цей розмір становить 2 % від h_3 для $L_p = 420$ мм. Для більших довжин рубання цей процент ще менший, а тому ним можна знехтувати і вважати, що на куті φ_0 (див. рис. 2) ніж торкається поверхні зошта, коли останній лежить у площині стола. У цей момент часу $H = y_{\max} - h_3 = 2R_B - C_2 \cdot L_p$.

З другого боку, висота H визначається і часом, необхідним для подачі наступного аркуша довжиною L_a (рис. 1) на стіл 6. Цей аркуш не може бути поданим на стіл доти, поки правий край фальцножа не

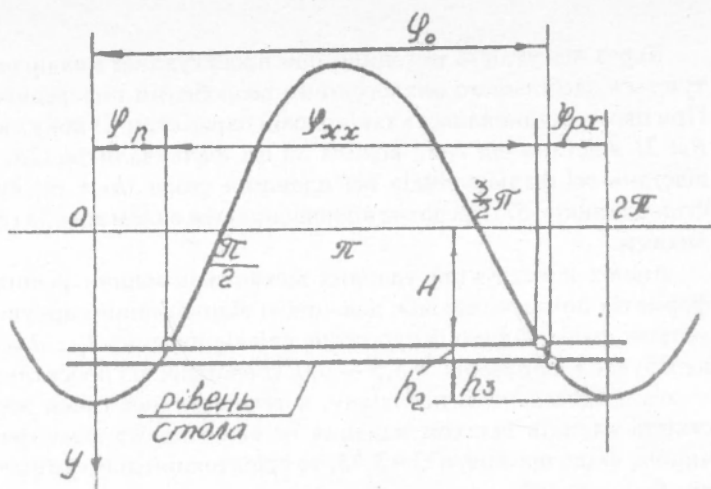


Рис. 2. Діаграма руху пружка леза фальцножа.

підніметься над столом, наприклад на $h_2 = 10$ мм (рис.2). Якщо позначити $H_4 = h_2 + h_3$, то висота $H = 2R_B - H_4$ (рис.3). З іншого боку, $R_B = H : 2 \cdot \cos \varphi$, а з урахуванням $\varphi_n = \varphi_{px}$

$$H = \frac{H_4}{\frac{1}{\cos \varphi_n} - 1} = \frac{10 + C_2 \cdot L_p}{\frac{1}{\cos \varphi_n} - 1}$$

Зіставляючи

$$2R_B - C_2 \cdot L_p = \frac{10 + C_2 \cdot L_p}{\frac{1}{\cos \varphi_n} - 1},$$

при $\varphi_n \approx \frac{\pi}{2}$ знайдемо

$$R_B = C_3 + C_4 \cdot L_p,$$

де $C_3 = 12,077$ і $C_4 = 0,1537$.

Зауважимо, що встановлені таким чином довжина водила R_B та висота H є мінімально можливими і, з конструктивних міркувань, можуть бути збільшеними. До того ж довжину водила обирають, переважно, цілим числом.

При синтезі фальцпарата важливо перевірити розходження попереднього аркуша з наступним. До початку фальцювання на куті φ_{px} (рис.2) аркуш підходить до нерухомого упора 7 (рис.1) і деякий час, наприклад 5% від повного кута повороту водила, вистояє для вирівнювання за поперечним, а можливо й за поздовжнім згином. За цей час, а також за період фальцювання початковий інтервал $I = 0,5 \cdot L_p$ між двома сусідніми аркушами скорочується на певну величину Δ .

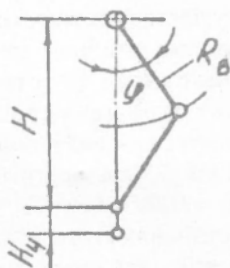


Рис. 3. Схема до визначення змінних положень пружка леза ножа.

Час, протягом якого аркуш подається ножем поміж фальцвалики, визначиться як

$$T_n = \varphi_{\text{вх}} : \omega_1, \text{ де } \omega_1 = \varphi : T, \varphi = 2\pi, \text{ тобто } T_n = \frac{\varphi_{\text{вх}} \cdot L_p}{2\pi \cdot V_{\text{др}}}.$$

Якщо припустити, що фальцвалики схоплюють аркуш безпосередньо у кінці фази $\varphi_{\text{вх}}$ і в цей момент аркуш огинає фальцвалики на куті $\pi : 4$, а валики обертаються з постійною швидкістю і до того ж швидкість їх поверхні дорівнює швидкості друкування, то час, протягом якого аркуш стягається зі стола, можна виразити як

$$T_{\Phi} = \frac{B_1}{V_{\text{др}}},$$

де B_1 — частина аркуша (див. рис. 1), яка у момент його захоплення фальцваликами лежить на столі. Розмір B_1 можна вирахувати, виходячи з максимальної ширини стрічки B_{max} , яка подається на фальцювальну воронку,

$$B_1 = \frac{B_{\text{max}}}{4} - B_2,$$

де $B_2 = \frac{\pi}{4} \cdot r_{\text{ФВ}} = C_5 \cdot L_p$, $C_5 = 0,068$, тобто

$$B_1 = \frac{B_{\text{max}}}{4} - 0,068 \cdot L_p.$$

Аналіз конструкцій існуючих фальцапаратів книжково-журнальних машин дозволив встановити, що в одинадцяти відомих випадках співвідношення між половиною максимальної ширини стрічки $0,5 \cdot B_{\text{max}}$ і довжиною рубання L_p становить від 1,221 до 1,335, складаючи в середньому

$$C_1 = \frac{0,5 \cdot B_{\text{max}}}{L_p} = 1,313.$$

Таким чином, на основі статистичних даних, $B_1 = 0,313 \cdot L_p = k_3 \cdot L_p$, де $k_3 = 0,313$, а час

$$T_{\Phi} = \frac{k_3 \cdot L_p}{V_{\text{др}}} = k_3 \cdot T.$$

Отже, за час виконання операцій: а) вистоювання аркуша з метою вирівнювання; б) подачі аркуша ножем у фальцвалики; в) безпосереднє фальцювання попереднього аркуша, — наступний пройде відстань

$$\begin{aligned} \Delta l &= 0,05 \cdot T \cdot V_{\text{др}} + T_{\Phi} \cdot V_{\text{др}} + T_n \cdot V_{\text{др}} = \\ &= T \cdot V_{\text{др}} (k_1 + k_2 + k_3) = L_p \cdot (k_1 + k_2 + k_3) = L_p \cdot k_4, \end{aligned}$$

де $k_1 = 0,05$, $k_2 = 0,125$, $k_3 = 0,313$, $k_1 + k_2 + k_3 = k_4 = 0,488$.

Оскільки до початку фальцювання інтервал I між аркушами складав $I = 0,5 \cdot L_p$, то стає очевидним, що при розглянутих вище умовах наступний аркуш майже наздоганяє попередній і інтервал між ними скорочується до $I' = I - \Delta l = 0,12 \cdot L_p$, а це у діапазоні довжин рубання $L_p = 420-610$ мм не перевищує $I' = 5-7$ мм. При такому

малому інтервалі навіть невеликі перекоси аркушів можуть спричинити набігання наступного аркуша на попередній і наступне забивання фальцпарата.

З цих міркувань інтервал між аркушами доцільно збільшити. Для цього частоту обертання фальцваликів потрібно підвищити до певного значення, яке визначається не лише збільшенням інтервалу між аркушами, але й необхідністю синхронізувати валики з фальцножем.

Остання потреба мотивується експлуатаційними міркуваннями: на тій частині поверхні фальцваликів, що обтискує утворюваний згин, роблять спеціальні вставні, термічно оброблені сегменти, решта поверхні виготовляється із звичайної конструкційної сталі.

Отже, за повний хід ножа фальцвалики повинні здійснювати або один, або два, або три і т.д. оберти. Встановити потрібну кількість обертів можна таким шляхом: по-перше, визначити частоту обертання фальцваликів при їх роботі на швидкості друкування

$$n_{\text{фв}} = \frac{\omega_{\text{фв}}}{2\pi} = \frac{V_{\text{др}}}{2\pi \cdot R_{\text{фв}}} = \frac{C}{\pi \cdot T} \text{ 1/с ,}$$

по-друге, визначити частоту обертання водила

$$n_{\text{в}} - n_1 = \frac{\omega_{\text{в}}}{2\pi} = \frac{\omega_1}{2\pi} - \frac{1}{T} \text{ 1/с .}$$

Зіставивши $n_{\text{фв}}$ та n_1 , легко знайти $n_{\text{фв}} = 1,83 n_1$, тобто за один оберт вала водила фальцювальні валики мають робити 1,83 оберта.

Але така швидкість фальцювання, рівна швидкості друкування, не забезпечує потрібного інтервалу між зошитами. З цього співвідношення випливає також висновок про те, що мінімальне передатне відношення між фальцваликами та валом водила, виражене цілим числом, має бути $u = 2,0$. Щоб оцінити вплив швидкості обертання фальцваликів на розмір інтервалу між аркушами, досить встановити зміну коефіцієнта k_4 при фіксованих значеннях передатного відношення u . Оскільки час фальцювання

$$T_{\text{ф}} = \frac{B_1}{V_{\text{фз}}} \text{ а } B_1 = k_3 \cdot L_p, \quad V_{\text{фв}} = 0,5 \cdot d_{\text{фв}} \cdot \omega_{\text{фв}} = \frac{\pi}{C} \cdot \frac{L_p}{T} \cdot u ,$$

$$\text{то } T_{\text{ф}} = \frac{1}{u} \cdot T \cdot \frac{k_3 \cdot C}{\pi} \text{ і } \frac{T_{\text{ф}}}{T} = \frac{1}{u} \cdot \frac{k_3 \cdot C}{\pi} = k_3' .$$

Завдяки тому, що $k_4 = k_1 + k_2 + k_3'$, а $k_1 = 0,05$ і $k_2 = 0,125$ с величинами сталими,

$$k_4 = 0,175 + \frac{1}{u} \cdot \frac{k_3 \cdot C}{\pi} .$$

Характер зміни функції $k_4 = f(u)$ зображено на рис.4. З нього видно, що значення коефіцієнта k_4 реальні при $u = 2, 3, 4, 5$ і т.д. і становлять, відповідно, $k_{42} = 0,46$, $k_{43} = 0,37$, $k_{44} = 0,32$, $k_{45} = 0,29$.

Для оцінки можливості збільшення інтервалу між примірниками під час фальцювання збудовано графік зміни функції $I' = I - \Delta, = f(u)$ для різних використовуваних сьогодні довжин ру-

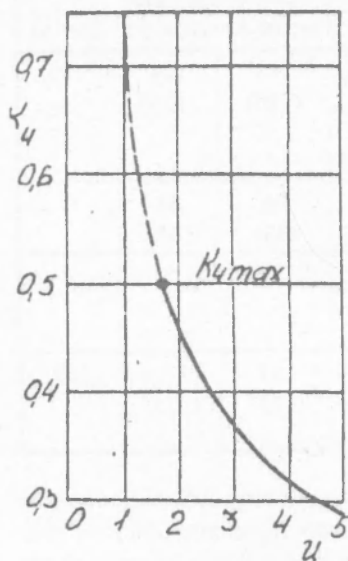


Рис. 4. Зміна коефіцієнта K_4 залежно від передатного відношення u .

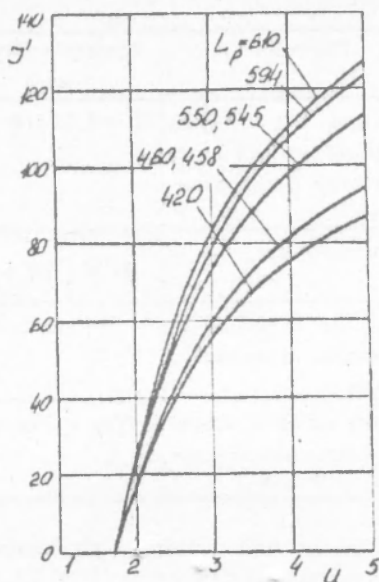


Рис. 5. Зміна величини інтервалу I' між аркушами залежно від передатного відношення u для різних значень довжин рубок.

бання L_p (рис. 5). Легко дійти висновку, що збільшити інтервал I' можна, збільшивши частоту обертання фальцваликів. Разом з тим слід пам'ятати, що надмірне прискорення аркуша під час передачі у фальцвалики може спричинити його пошкодження і навіть руйнування. Ці фактори очевидно враховуються проєктантами: у всіх відомих конструкціях передатне відношення $u - 2$.

На базі наведених вище міркувань розроблено методику розрахунку геометрії безциліндрового ударного фальцпарата з планетарним приводом фальцножа:

Параметр	Розрахункова формула	Результат		
		2ПОК-84	ПОК-75	ДВР-62
Глибина заходження ножа поміж фальцвалики, мм	$h_3 = 0,09 \cdot L_p$	49 (45)	42 (45)	38
Діаметр фальцваликів, мм	$d_{фв} = L_p : C$	95 (80)	80 (80)	73

Продовження таблиці

Параметр	Розрахункова формула	Результат		
		2ПОК-84	ПОК-75	ДВР-62
Відстань від центра водила до пружка ножа на початку фальцювання, мм	$H = 2,39 (10 + h_3)$	143 (130)	124 (130)	115
Довжина водила, мм	$R_B = \frac{1}{2} (H + h_3)$	96 (85)	83 (85)	77
Передатне відношення між фальцваликами і водилом	u	2	2	2
Відстань від вала водила до осі фальцваликів, мм (при $e = 5$ мм)	$H_{ФВ} - 2R_B + e$	197 (175)	171 (175)	159

На основі цієї методики розраховано параметри фальцапаратів діючих машин 2ПОК-84 та ПОК-75, а також проєктованої ДВР-62. У дужках наведено фактичні значення параметрів. Для машин 2ПОК-84, ПОК-75 та ДВР-62 довжина відрубуючого аркуша L_p становить, відповідно, 546, 458 та 420 мм, коефіцієнт C : 6,825, 5,725 і 5,75.

Стаття надійшла до редколегії 25.01.94.