

АНАЛІЗ ВПЛИВУ СИЛ, ЩО ВИНИКАЮТЬ ПРИ ТРАНСПОРТУВАННІ ГАЗЕТИ ВІД ФАЛЬЦЮВАЛЬНОГО ПРИСТРОЮ ДО ВИКЛАДУВАЧА

Розглянемо схему входу газети Г (див. рисунок) в кишеню викладувача 1 на прикладі приймально-вивідного пристрою газетного агрегата Р₀-170. В точці А газета звільняється від дії транспортера Тр і в напрямку осі Х подається прямолінійно в кишеню викладувача до дотику фальцем дна (точка В). На цій ділянці на газету діють такі сили: вага G, опір повітряного середовища F_c та інерційні сили від маси газети.

Для оцінки впливу повітряного середовища на умови транспортування екземпляра введемо допущення, що газета являє собою жорстку тонку пластину, і запишемо рівняння її руху у вигляді

$$\sum F_x = m \cdot \frac{\partial V_x}{\partial t}.$$

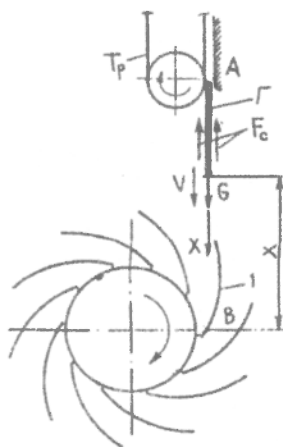
Оскільки перераховані сили і напрям руху газети паралельні осі Х, то з урахуванням $G = S n m_1 g$, $F_c = C_F S \rho_0 \frac{V^2}{2}$, рівняння (1) можна представити як

$$G - F_c = m \cdot \frac{\partial V}{\partial t},$$

або

$$S n m_1 g - C_F S \rho_0 \frac{V^2}{2} = S n m_1 \frac{\partial V}{\partial t},$$

де S – площа сфальцьованої газети; n – кількість листів газети; m₁ – маса квадратного метра паперової стрічки; g – прискорення вільного падіння; C_F – середній по довжині газети коефіцієнт опору повітря; ρ₀ – густина повітря; V – швидкість транспортування газети. Коефіцієнт C_F рекомендується визначити формулою



Розрахункова схема входу газети в кишеню викладувача.

$$C_F = 1,328 / \sqrt{\frac{Vl}{\nu}},$$

де l – довжина сфальцьованої газети; ν – в'язкість повітря*.

Поділимо рівняння (2) на $S n m_1$ і, вводячи заміну $b = \frac{C_F \rho_0}{2 n m_1}$, отримаємо

$$g - b V^2 = \frac{\partial V}{\partial t}.$$

Розділивши змінні та проінтегрувавши ліву і праву частини рівняння, запишемо його розв'язок

$$\frac{1}{2\sqrt{g}b} \ln \frac{\sqrt{\frac{g}{b}} + V}{\sqrt{\frac{g}{b}} - V} \bigg|_{V_A}^{V_B} = t \bigg|_{t_0}^t.$$

З урахуванням границь інтегрування ($t_0 = 0$) швидкість газети в момент дотику фальцем дна кишені виразиться

$$V_B = \frac{a_3(a_1 e^{a_2 t} - 1)}{a_1(e^{a_2 t} + 1)}, \quad (4)$$

де $\frac{\sqrt{\frac{g}{b}} + V_A}{\sqrt{\frac{g}{b}} - V_A} = a_1$; $2\sqrt{g}b = a_2$; $\sqrt{\frac{g}{b}} = a_3$.

Оскільки в рівняння (4) входить невідома величина t (час транспортування газети на ділянці X), то $V_B = \frac{\partial x}{\partial t}$, або

$$dx = \frac{a_3(a_1 e^{a_2 t} - 1)}{a_1 e^{a_2 t} + 1} dt. \quad (5)$$

Запишемо рівняння (5) у вигляді

$$dx = \left(a_3 + \frac{-2a_3}{a_1 e^{a_2 t} + 1} \right) dt, \quad (6)$$

а проінтегруємо ліву і праву частини. В результаті отримаємо

$$x \bigg|_{x_0}^x = a_3 t \bigg|_{t_0}^t - 2a_3 \left(t - \frac{1}{a_2} \ln(1 + a_1 e^{a_2 t}) \right) \bigg|_{t_0}^t.$$

Враховуючи границі інтегрування ($x_0 = 0$, $t_0 = 0$) і використанні раніше заміни, отримаємо розв'язок у вигляді

* Смыслов В. В. Гидравлика и аэродинамика. К., 1979.

$$e^{\frac{x+a_3t}{2a_3/a_2}} = \frac{1+a_1e^{a_2t}}{1+a_1}. \quad (7)$$

Для розв'язку трансцендентного рівняння (7) числовим методом прийняті фіксовані значення швидкості газети V_A в діапазоні від 5 до 20 м/с, визначені для цих значень (стосовно агрегата Р₀-170) час переміщення газети на розглянутій ділянці і швидкість поперечного фальця газети в момент її контакту з дном кишні викладувача:

V_A , м/с	t , с	V_B , м/с
5	0,0395	5,372
10	0,0202	10,194
15	0,01349	15,012
20	0,01018	19,94

Як видно з наведених даних, в діапазоні швидкостей $V_A = 15-20$ м/с проходить перерозподіл впливу сил ваги газети і опору повітря, яке виражається у гальмуванні швидкості екземпляра (див. останній рядок). Якщо взяти до уваги, що швидкість друкування $V_A = 10$ м/с стала експлуатаційною у вітчизняних друкарнях, $V_A = 15$ м/с уже досягнута в кращих зарубіжних моделях рулонних друкарських машин, а $V_A = 20$ м/с є, безперечно, перспективною на найближчі десятиліття, то очевидно, що для проектування такого швидкісного обладнання необхідно враховувати вплив середовища на транспортування екземплярів.

Стаття надійшла до редколегії 20.02.92.