

УДК 621.835

О.М. Полюдов, І.І. Рєгей

**СИНТЕЗ МЕХАНІЗМУ ПРИТИСКНОГО ВАЛИКА
ПРИСТРОЮ ДЛЯ ВИСІКАННЯ РОЗГОРТОК
КАРТОННИХ ПАКОВАНЬ БЕЗВИСТІЙНИМ
СПОСОБОМ**

Технологічний процес висікання розгорток паковань плоскими формами з картонної стрічки, що подається з рулону, передбачає формування компенсаційної петлі, яка з'являється під час робочого ходу рухомого тигля і зникає при його русі у зворотному напрямку. Утворення петлі пов'язане з необхідністю зупинки ділянки стрічки в момент висікання розгорток уздовж периметра та бігування ліній згину, що негативно впливає на якість їх виготовлення, результатом чого є зміщення контуру розгорток відносно задрукованого поля картонної стрічки через циклічну раптову її зупинку та розгін.

На підприємствах, де експлуатується висікальне устаткування такого типу, для уникнення браку свідомо знижують виробничу швидкість його роботи, що спричиняє зміщення графіка випуску розгорток і технологічного процесу виконання наступних операцій з виготовлення картонних паковань.

Для усунення негативних явищ, пов'язаних із формуванням компенсаційної петлі при висіканні картонних розгорток з рухомого матеріалу, що подається з рулону, запропоновано пристрій, який складається з багатогранної призми, на гранях котрої закріплено плоскі висікальні форми, та механізму притискного валика (рис.1).

Позитивним у використанні цього пристрою є відсутність потреби у формуванні компенсаційної петлі, що є обов'язковою

умовою роботи плоских висікальних пресів і причиною ряду негативних явищ, які впливають на якість виготовлення розгорток та умови експлуатації устаткування.

Для дослідження візьмемо такі позначення:

R – максимальна відстань від осі обертання багатогранної призми до поверхні висікальної форми;

r – радіус притискного валика;

φ_{Σ} – кут повороту грані призми;

b – довжина коромисла притискного валика.

1. *Визначення геометричних параметрів механізму притискного валика.* Згідно з позначеннями, мінімальна відстань від осі обертання призми до поверхні висікальної форми (рис.2)

$$R_{\min} = R \cdot \cos 0,5\varphi_{\Sigma}.$$

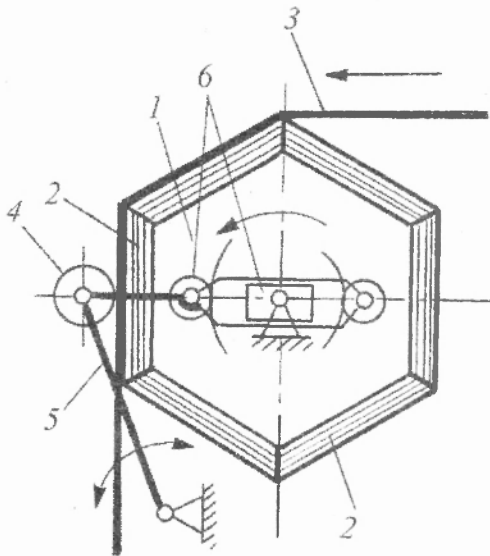


Рис.1. Схема пристрою для висікання розгорток картонних пакувань плоскими формами з рухомого матеріалу:
1 – багатогранна призма; 2 – висікальні форми; 3 – картонна стрічка; 4 – притискний валик; 5 – коромисло; 6 – механізм переміщення притискного валика

Відстань між крайніми положеннями коромисла

$$e = R - R \cdot \cos 0,5\varphi_{\Sigma} = R(1 - \cos 0,5\varphi_{\Sigma}).$$

Відстань між осями обертання багатогранної призми та хитання коромисла

$$d = \sqrt{h^2 + (R_{\min} + 0,5e + r)^2},$$

де $h = b \cdot \cos(\arcsin \frac{0,5e}{b})$.

2. *Визначення біжучих радіусів-векторів від осі обертання призми до центра валика.* Умовно поділимо кут повороту однієї грані призми на три періоди: перший і третій визначаються кутом φ_0 (рис.3), другий – $(\varphi_{\Sigma} - 2\varphi_0)$.

Розглянемо кожний з періодів окремо.

Перший період. Центр валика переміщується з точки O_3 у точку O_5 . Початковий радіус-вектор $\rho_{II} = R + r$. У кінці періоду при повороті призми на кут φ_0 радіус вектор

$$\rho_0 = \sqrt{R^2 + r^2 - 2R \cdot r \cdot \cos(\vartheta + 90^\circ)}. \quad (1)$$

На куті повороту призми першого періоду початковий кут визначається залежністю

$$\varphi_0 = \arccos \frac{\rho_0^2 + R^2 - r^2}{2\rho_0 \cdot R}, \quad (2)$$

а біжучий радіус-вектор

$$\rho_1 = R \cdot \cos \varphi_1 + \sqrt{R^2 \cdot \cos^2 \varphi_1 - R^2 + r^2}. \quad (3)$$

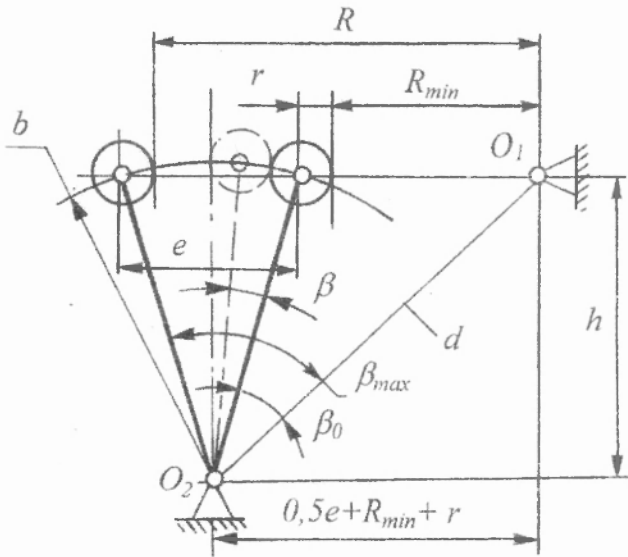


Рис.2. Схема для розрахунку параметрів механізму притисного валика

Другий період. Центр валика переміщується з точки O_5 у точку O_7 . Використовуючи залежність

$$\rho_2 \cdot \cos(0,5\varphi_\Sigma - \varphi_2 - \varphi_0) = R_{min} + r,$$

визначаємо біжучий радіус-вектор:

$$\rho_2 = \frac{R_{min} + r}{\cos(0,5\varphi_\Sigma - \varphi_2 - \varphi_0)}. \quad (4)$$

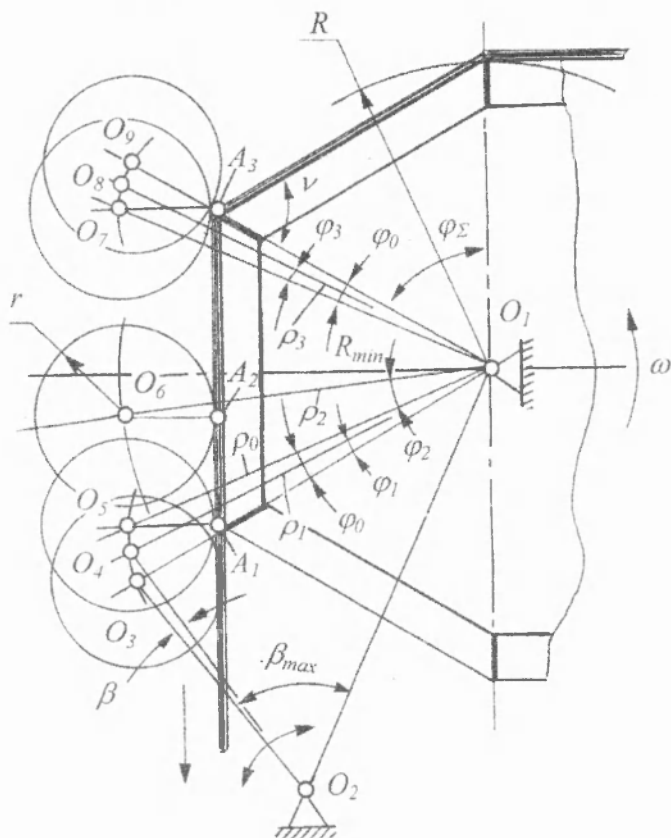


Рис. 3. Схема для визначення радіусів-векторів притисного валика

Третій період. Протягом цього періоду центр валика переміщується з точки O_7 у точку O_9 . З трикутника $O_8A_3O_1$ радіус притисного валика визначається залежністю

$$r^2 = \rho_3^2 + R^2 - 2\rho_3 \cdot R \cdot \cos(\varphi_0 - \varphi_3),$$

звідки знаходимо радіус-вектор

$$\rho_3 = R \cdot \cos(\varphi_0 - \varphi_3) + \sqrt{R^2 \cdot \cos^2(\varphi_0 - \varphi_3) - R^2 + r^2}. \quad (5)$$

3. *Визначення кутових переміщень коромисла.* Мінімальне та максимальне відхилення коромисла визначаються залежностями

$$\beta_0 = \arccos \frac{b^2 + d^2 - (R_{\min} + r)^2}{2 \cdot b \cdot d},$$

$$\beta_{\max} = \arccos \frac{b^2 + d^2 - (R + r)^2}{2 \cdot b \cdot d}.$$

Для знаходження кута відхилення коромисла доцільно скористатися виразом

$$\rho_i = \sqrt{b^2 + d^2 - 2b \cdot d \cdot \cos(\beta_0 + \beta)},$$

звідки

$$\beta = \arccos \frac{b^2 + d^2 - \rho_i^2}{2b \cdot d} - \beta_0, \quad (6)$$

де $\rho_i, (\rho_1, \rho_2, \rho_3)$ – радіус-вектор на кожному із зазначених періодів.

4. *Визначення кутової швидкості коромисла.* Кутову швидкість коромисла визначаємо диференціюванням його кутового переміщення:

$$\omega_2 = \frac{d\beta}{dt} = \frac{d\beta}{d\varphi} \cdot \frac{d\varphi}{dt} = \omega_{2i} \cdot \omega_1,$$

де ω_{2i} – інваріант кутової швидкості коромисла; ω_1 – кутова швидкість багатогранної призми.

Продиференціювавши (6), отримаємо

$$\omega_{2i} = \frac{2\rho_i \cdot \frac{d\rho_i}{d\varphi}}{b \cdot d \cdot \sqrt{4 - \frac{(b^2 + d^2 - \rho_i^2)^2}{b^2 \cdot d^2}}}. \quad (7)$$

5. *Визначення кутового пришвидження коромисла.* Кутове інваріантне пришвидження коромисла отримаємо диференціюванням (7):

$$\varepsilon_{2i} = \frac{d^2\beta}{d\varphi^2} = \frac{2}{b \cdot d \cdot \sqrt{4 - \frac{(b^2 + d^2 - \rho_i^2)^2}{b^2 \cdot d^2}}} \times$$

$$\times \left\{ \left(\frac{d\rho_i}{d\varphi} \right)^2 + \rho_i \cdot \frac{d^2\rho_i}{d\varphi^2} - \frac{2 \cdot \rho_i^2 \cdot \left(\frac{d\rho_i}{d\varphi} \right)^2 \cdot (b^2 + d^2 - \rho_i^2)}{b^2 \cdot d^2 \left[4 - \frac{(b^2 + d^2 - \rho_i^2)^2}{b^2 \cdot d^2} \right]} \right\}. \quad (8)$$

У залежності (7) і (8) входять похідні $\frac{d\rho_i}{d\varphi}$ і $\frac{d^2\rho_i}{d\varphi^2}$, які

потрібно визначити для кожного з трьох періодів.

На першому періоді

$$\frac{d\rho_1}{d\varphi} = -R \cdot \sin\varphi_1 - \frac{R^2 \cdot \sin 2\varphi_1}{2 \cdot \sqrt{R^2 \cdot \cos^2\varphi_1 - R^2 + r^2}}, \quad (9)$$

$$\frac{d^2\rho_1}{d\varphi^2} = -R \cdot \cos\varphi_1 - \frac{R^2}{\sqrt{R^2 \cdot \cos^2\varphi_1 - R^2 + r^2}} \times$$

$$\times \left[\cos 2\varphi_1 + \frac{R^2 \cdot \sin^2 2\varphi_1}{4(R^2 \cdot \cos^2\varphi_1 - R^2 + r^2)} \right]. \quad (10)$$

На другому періоді

$$\frac{d\rho_2}{d\varphi} = (R_{min} + r) \cdot \operatorname{tg}(-0,5\varphi_{\Sigma} + \varphi_0 + \varphi_2), \quad (11)$$

$$\frac{d^2\rho_2}{d\varphi^2} = \frac{R_{min} + r}{\cos(-0,5\varphi_{\Sigma} + \varphi_0 + \varphi_2)} [2 \cdot \operatorname{tg}^2(-0,5\varphi_{\Sigma} + \varphi_0 + \varphi_2) + 1] \quad (12)$$

На третьому періоді

$$\frac{d\rho_3}{d\varphi} = R \cdot \sin(\varphi_0 - \varphi_3) + \frac{R^2 \cdot \sin 2(\varphi_0 - \varphi_3)}{2\sqrt{R^2 \cdot \cos^2(\varphi_0 - \varphi_3) - R^2 + r^2}}, \quad (13)$$

$$\frac{d^2\rho_3}{d\varphi^2} = -R \cdot \cos(\varphi_0 - \varphi_3) - \frac{R^2}{\sqrt{R^2 \cdot \cos^2(\varphi_0 - \varphi_3) - R^2 + r^2}} \times \quad (14)$$

$$\times \left[\cos 2(\varphi_0 - \varphi_3) + \frac{R^2 \cdot \sin^2 2(\varphi_0 - \varphi_3)}{4 \cdot [R^2 \cdot \cos^2(\varphi_0 - \varphi_3) - R^2 + r^2]} \right].$$

За результатами досліджень встановлено, що в пристрої для висікання розгорток паковань обкочування притискним валиком плоскої висікальної форми характеризується трьома періодами. Для кожного з них наведено залежності, які дають можливість синтезувати геометричні і кінематичні параметри механізму пристрою для обґрунтування рекомендацій з проектування необхідної конструкції пристрою та забезпечення оптимальних умов його експлуатації.