

АНАЛІТИЧНА МЕХАНІКА СЕМИЛАНКОВИХ КУЛАЧКОВО-ВАЖІЛЬНИХ МЕХАНІЗМІВ

У поліграфічних машинах широко застосовуються семиланкові плоскі кулачково-важільні механізми (7КВМ), які складаються з трьох контурів: триланкового кулачкового механізму з коромисловим штовхачем; чотириланкового шарнірного механізму; коромислово-повзунного механізму.

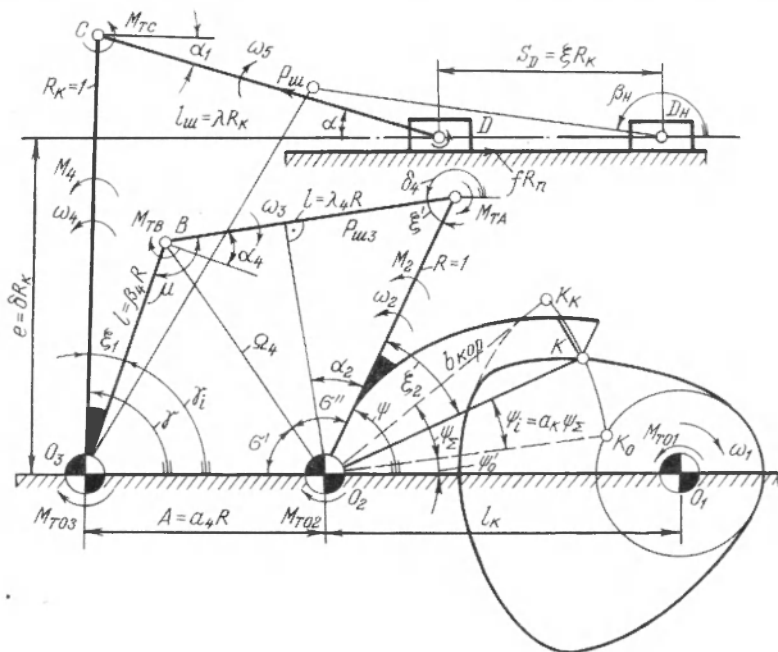
Розрахункова схема комбінованого механізму зображена на рисунку.

У цій статті наведені узагальнені функціональні залежності, які необхідні для розрахунку механізмів такого класу. При цьому вважаємо заданими геометричні параметри: чотириланкового шарнірного механізму (4ШВМ) $\lambda = \frac{l}{R}$, $\beta = \frac{b}{R}$, $\alpha = \frac{O_2O_3}{R}$, де R , b , l , O_2O_3 — відповідно радіуси ведучої та веденої ланок 4ШВМ, довжина

шатуна та величина базовідстані; коромислово-повзунного механізму (КПМ) $\lambda_K = \frac{l_m}{R_K}$, $\delta = \frac{e}{R_K}$, де R_K , l_m , e — відповідно радіус коромисла, довжина шатуна та величина дезаксіала КПМ; закон руху коромисла кулачкового механізму (a_K , b_K , c_K [4]).

При розрахунку відлік кутів провадиться від однієї бази для всіх механізмів 7КВМ.

Кінематичні та кінетостатичні параметри 7КВМ визначаються з урахуванням розчленування нерівномірного руху коромисла ку-



Розрахункова схема механізму.

лачкового механізму на переносний з постійною кутовою швидкістю, яка дорівнює дійсній миттєвій швидкості (ω_2) при відсутності кутових прискорень ($\epsilon_2=0$), і відносний з кутовим прискоренням (ϵ_2) при відсутності кутової швидкості ($\omega_2=0$) (за Н. Є. Жуковським).

Аналітичні залежності семиланкового кулачково-важільного механізму запишуться в такому вигляді.

Лінійна швидкість повзуна

$$V_D = V_{Di} \omega_{42i} b_K \psi_2 T^{-1} R_K, \quad (1)$$

де $V_{Di} = \sin(\gamma - \beta_m) \cos^{-1} \beta_m$; $\omega_{42i} = \sin(\delta - \psi) \beta^{-1} \sin^{-1} \mu$; $b_K = f'(\kappa)$ — інваріанти швидкості для коромислово-повзунного, чотириланкового шарнірного та кулачкового механізмів, значення яких

визначаються для відповідних положень ведучих ланок 4ШВМ $\psi = \psi_{II} + a_K \psi_{\Sigma}$, для КПМ $\gamma = \gamma_{II} + \gamma_I$,

$$\text{де } \gamma_I = \pi + \arcsin \frac{\sin(\psi_{II} + a_K \psi_{\Sigma})}{\Omega} - \arcsin \frac{\lambda^2 - \beta^2 + \Omega^2}{2\lambda\Omega} - \\ - \arcsin \frac{\lambda^2 + \beta^2 - \Omega^2}{2\beta\lambda}; \quad \Omega = \sqrt{a^2 + 2a \cos a_K \psi_{\Sigma} + 1},$$

або беруться з таблиць у роботах [2, 3].

Комплексний позиційний інваріант швидкості веденої ланки 7КРМ

$$b_{K6} = \psi_{\Sigma} \xi^{-1} V_{Di} \omega_{42i} b_K, \quad (2)$$

де $\xi = s_{DiK} - s_{DiII}$ — відносний лінійний розмах повзуна;

$$s_{Di} = (1 + \lambda_K) \cos \gamma_0 + \lambda_K \cos \beta_{III} - \cos \gamma -$$

інваріант переміщень повзуна. З врахуванням (2) формула (1) набуває вигляду

$$V_D = b_{K6} S_{\Sigma} T^{-1}. \quad (3)$$

Комплексний позиційний інваріант прискорень веденої ланки 7КВМ

$$c_{K6} = \frac{db_{K6}}{dK} = \psi_{\Sigma}^2 \xi^{-1} [b_K^2 \omega_{42i}^2 W_{Di} + V_{Di} (b_K^2 \epsilon_{42i} + \psi_{\Sigma}^{-1} c_K \omega_{42i})], \quad (4)$$

де

$$W_{Di} = \cos(\gamma - \beta_{III}) \cos^{-1} \beta_{III} - \lambda^{-1} \cos^2 \gamma \cos^{-3} \beta_{III}; \\ \epsilon_{42i} = \frac{\beta \omega_{42i}^2 \cos \mu - \lambda \omega_{32i}^2 - \cos(\beta - \psi)}{\beta \sin \mu}; \quad c_K = f''(\kappa) -$$

інваріанти прискорень коромислово-повзунного, чотириланкового шарнірного та кулачкового механізмів.

Лінійне прискорення повзуна 7КВМ

$$W_D = c_{K6} S_{\Sigma} T^{-2}. \quad (5)$$

Поточне переміщення повзуна

$$s_D = s_{Di} R_K. \quad (6)$$

Кут тиску в КПМ

$$\beta_{III} = \arcsin \frac{\sin \gamma - \delta_K}{\lambda_K}. \quad (7)$$

Кутова швидкість шатуна КПМ

$$\omega_{54i} = \omega_{54i} \omega_{12i} b_K \psi_{\Sigma} T^{-1}. \quad (8)$$

Кутове прискорення шатуна КПМ

$$\epsilon_{54i} = \epsilon_{54i} \omega_{42i}^2 b_K^2 \psi_{\Sigma}^2 T^{-2}. \quad (9)$$

Значення ω_{54i} і ϵ_{54i} визначаються за формулами з роботи [4]. Момент сил інерції, зведених до коромисла кулачкового механізму

$$M_{III} = c_K \cdot I_{зв} \psi_{\Sigma} T^{-2}, \quad (10)$$

де $I_{зв}$ — момент інерції мас, зведених до коромисла.

Кінетична потужність

$$N = d_K J_{зв} \psi_{\Sigma}^2 T^{-3}, \quad (11)$$

де $d_K = b_K c_K$ — позиційний інваріант кінетичної потужності.

У деяких випадках необхідно визначити силу інерції, яка виникає на веденій ланці (повзуні)

$$P_{iD} = c_{K6} m_{зв} S_{\Sigma} T^{-2}, \quad (12)$$

де $m_{зв}$ — маса, зведена до повзуна.

Кінетична потужність для цього ж випадку

$$N_D = d_{K6} m_{зв} S_{\Sigma}^2 T^{-3}, \quad (13)$$

$$\text{де } d_{K6} = \psi_{\Sigma}^3 \xi^{-2} [W_{Di} \omega_{42i}^2 b_K^2 + V_{Di} (\varepsilon_{42i} \cdot b_K^2 + \psi_{\Sigma}^{-1} \omega_{42i} c_K)] V_{Di} \omega_{42i} b_K - \quad (14)$$

комплексний позиційний інваріант кінетичної потужності.

Крутний момент на ведучому валі

$$M_{v1} = \frac{\rho_{K6} + c_{K6}}{\varphi_y \eta_{\Sigma}} b_{K6} \frac{m_{зв} S_{\Sigma}^2}{T}, \quad (15)$$

де ρ_{K6} — число Пютона [4]; φ_{Σ} — фазовий кут кулачка; $\eta_{\Sigma} = \eta_1 \cdot \eta_2 \cdot \eta_3$, де η_1, η_2, η_3 — відповідно коефіцієнт корисної дії кулачкового, чотириланкового шарнірного та коромислово-повзунного механізмів, які визначаються згідно з [4].

Комплексні інваріанти відображають якісний характер руху ланок механізму. За період циклу однозначних переміщень позиційні інваріанти змінюються за відповідними законами і у визначених фазах циклу досягають максимальних значень, оцінюваних константами: для швидкостей — $|b_{K6}|_{\max} = B_6$, для прискорень — $|c_{K6}|_{\max} = C_6$, для кінетичної потужності — $|d_{K6}|_{\max} = D_6$.

Абсолютні максимальні значення кінематичних та кінетичних параметрів 7КВМ визначаються множенням констант піків цих величин на відповідні масштаби переходу [4].

Одержані функціональні залежності становлять основу для побудови алгоритму розрахунку 7КВМ на ЕОМ.

ЛІТЕРАТУРА

1. Бойко А. В., Гловацький А. С. Функціональні залежності п'ятиланкових кулачково-важільних механізмів. — «Поліграфія та видавнича справа», 1972, № 8.
2. Бойко А. В. Параметричні дослідження коромислово-повзунних механізмів з застосуванням ЕОМ. — «Поліграфія та видавнича справа», 1974, № 10.
3. Гловацький А. С. Вопросы оптимизации синтеза кулачково-рычажных механизмов. Автореф. канд. дис., Львов, 1968.
4. Тир К. В. Механика полиграфических автоматов. М., «Книга», 1965.

V. F. BELAY, A. V. BOYKO, A. S. GLAVATSKY, A. I. PETRUK

ANALYTICAL MECHANICS OF SEVEN-LINKED CAM-LEVER MECHANISMS

Summary

The article sets forth the methods of kinetic and kineticstatic analytical calculation of cam-lever seven-linked mechanism, containing cam, 4 — linked lever — hinged and shaft — crawling mechanism.