

УДК 677.055.684.6

## КОМП'ЮТЕРНЕ ДОСЛІДЖЕННЯ ПЛОСКИХ МЕХАНІЗМІВ ЧЕТВЕРТОГО КЛАСУ

В. М. Дворжак, кандидат технічних наук, доцент  
*Київський національний університет технологій та дизайну*

Ключові слова: плоский механізм, механізм четвертого класу, кінематичне дослідження, комп'ютерне дослідження кінематики.

Удосконалення технологічних процесів сучасних виробництв легкої промисловості вимагає створення нового технологічного обладнання з функціонально-досконалыми механізмами, які б забезпечували відтворення складних траєкторій робочими органами з декількома зупинками та зворотними ходами впродовж циклу роботи [1]. Складність законів руху робочих органів зумовлює застосування в механізмах технологічних машин структурних груп з більшою кількістю ланок та більш високих класів. Тому механізми, до будови яких входять групи Ассура вищих класів, все частіше використовуються в сучасних машинах легкої промисловості [2].

Розглянемо застосування аналітичного методу кінематичного дослідження механізмів, описаного в роботі [3], стосовно комп'ютерного дослідження кінематики плоских механізмів 4-го класу (рисунки 1 [2]).

Усі позначення елементів кінематики, а також вирази функцій користувача та алгоритм розрахунку приймемо як в роботі [4]. Складаємо вектори координат стояків механізму та заданих векторів-ланок:

$$P_1 := (X_1 \ Y_1 \ Z_1)^T; \quad P_9 := (X_9 \ Y_9 \ Z_9)^T; \quad P_{10} := (X_{10} \ Y_{10} \ Z_{10})^T.$$

$$P_{1-2}(f_1) := \rho_z \left( (1 \ 0 \ 0)^T, f_{M1}(f_1), l_{1-2} \right); \quad P_2(f_1) := P_1 + P_{1-2}(f_1);$$

$$P_{9-2}(f_1) := P_2(f_1) - P_9; \quad P_{10-2}(f_1) := P_2(f_1) - P_{10}.$$

Задаємося початковими значеннями кутів:  $f_{2-4-0}, f_{3-6-0}, f_{4-8-0}, f_{7-8-0}$ .

Складаємо обчислювальний блок в Mathcad Given-Find:

$$\left( P_{9-2}(f_1)_X + l_{2-3} \cos(f_{2-4-3} + U_{4-2-3}) + l_{3-5} \cos(f_{3-6-0} + U_{6-3-5}) \right)^2 + \dots$$

$$+ \left( P_{9-2}(f_1)_Y + l_{2-3} \sin(f_{2-4-3} + U_{4-2-3}) + l_{3-5} \sin(f_{3-6-0} + U_{6-3-5}) \right)^2 = l_{5-9}^2;$$

$$\left( P_{9-2}(f_1)_X + l_{2-4} \cos(f_{2-4-0}) + l_{4-8} \cos(f_{4-8-0}) + \dots \right. \\ \left. + l_{6-8} \cos(f_{7-8-0} + U_{7-8-6}) - l_{3-6} \cos(f_{3-6-0}) + l_{3-5} \cos(f_{3-6-0} + U_{6-3-5}) \right)^2 + \dots$$

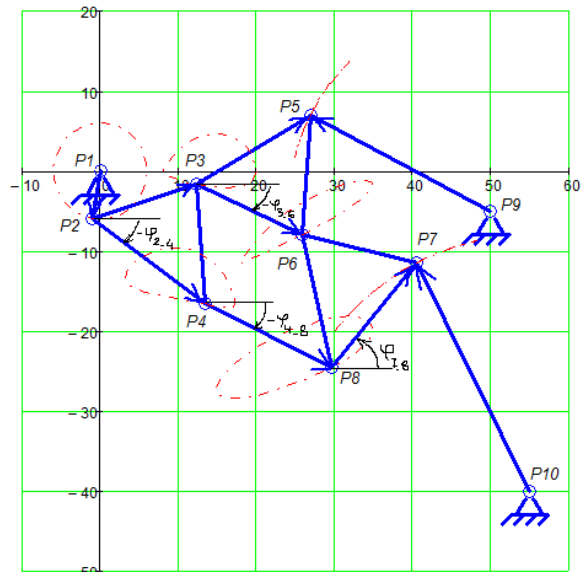


Рисунок 1 – Структурна схема механізму 4-го класу [2]

$$\begin{aligned}
 & + \left( P_{9\_2}(f_1)_Y + l_{2\_4} \sin(f_{2\_4\_0}) + l_{4\_8} \sin(f_{4\_8\_0}) + \dots \right. \\
 & \left. + l_{6\_8} \sin(f_{7\_8\_0} + U_{7\_8\_6}) - l_{3\_6} \sin(f_{3\_6\_0}) + l_{3\_5} \sin(f_{3\_6\_0} + U_{6\_3\_5}) \right)^2 = l_{5\_9}^2; \\
 & (P_{10\_2}(f_1)_X + l_{2\_4} \cos(f_{2\_4\_0}) + l_{4\_8} \cos(f_{4\_8\_0}) + l_{7\_8} \cos(f_{7\_8\_0}))^2 + \dots \\
 & + (P_{10\_2}(f_1)_Y + l_{2\_4} \sin(f_{2\_4\_0}) + l_{4\_8} \sin(f_{4\_8\_0}) + l_{7\_8} \sin(f_{7\_8\_0}))^2 = l_{7\_10}^2; \\
 & \left( P_{10\_2}(f_1)_X + l_{2\_3} \cos(f_{2\_4\_0} + U_{4\_2\_3}) + l_{3\_6} \cos(f_{3\_6\_0}) - l_{6\_8} \cos(f_{7\_8\_0} + U_{7\_8\_6}) + \dots \right)^2 + \dots \\
 & \left. + l_{7\_8} \cos(f_{7\_8\_0}) \right)^2 + \dots \\
 & + \left( P_{10\_2}(f_1)_Y + l_{2\_3} \sin(f_{2\_4\_0} + U_{4\_2\_3}) + l_{3\_6} \sin(f_{3\_6\_0}) - l_{6\_8} \sin(f_{7\_8\_0} + U_{7\_8\_6}) + \dots \right)^2 \\
 & \left. + l_{7\_8} \sin(f_{7\_8\_0}) \right)^2 = l_{7\_10}^2; \\
 & (f_{2\_4}(f_1) \quad f_{3\_6}(f_1) \quad f_{4\_8}(f_1) \quad f_{7\_8}(f_1))^T := \text{Find}(f_{2\_4\_0}, f_{3\_6\_0}, f_{4\_8\_0}, f_{7\_8\_0}).
 \end{aligned}$$

Складаємо вектори-ланки та вектори координат характерних точок:

$$\begin{aligned}
 P_{2\_4}(f_1) &:= \rho_Z((1 \ 0 \ 0)^T, f_{2\_4}(f_1), l_{2\_4}), \quad P_4(f_1) := P_2(f_1) + P_{2\_4}(f_1), \\
 P_{2\_3}(f_1) &:= \rho_Z(P_{2\_4}(f_1), U_{4\_2\_3}, l_{2\_3}), \quad P_3(f_1) := P_2(f_1) + P_{2\_3}(f_1), \\
 P_{3\_6}(f_1) &:= \rho_Z((1 \ 0 \ 0)^T, f_{3\_6}(f_1), l_{3\_6}), \quad P_6(f_1) := P_3(f_1) + P_{3\_6}(f_1), \\
 P_{3\_5}(f_1) &:= \rho_Z(P_{3\_6}(f_1), U_{6\_3\_5}, l_{3\_5}), \quad P_5(f_1) := P_3(f_1) + P_{3\_5}(f_1), \\
 P_{4\_8}(f_1) &:= \rho_Z((1 \ 0 \ 0)^T, f_{4\_8}(f_1), l_{4\_8}), \quad P_8(f_1) := P_4(f_1) + P_{4\_8}(f_1), \\
 P_{8\_7}(f_1) &:= \rho_Z((1 \ 0 \ 0)^T, f_{7\_8}(f_1), l_{7\_8}), \quad P_7(f_1) := P_8(f_1) + P_{8\_7}(f_1), \\
 P_{9\_5}(f_1) &:= P_5(f_1) - P_9, \quad P_{10\_7}(f_1) := P_7(f_1) - P_{10}.
 \end{aligned}$$

Отримані залежності дозволяють провести комп'ютерне моделювання механізму 4-го класу та дослідити його кінематику в програмі Mathcad.

#### Список використаних джерел

1. Кошель С. О. Кінематичне дослідження плоских механізмів четвертого класу зі змінним за формою замкненим контуром та трьома складними ланками / С. О. Кошель, Г. В. Кошель // Вісник КНУТД. – 2016. – № 3. – С. 11-18.
2. Кошель С. О. Оптимізація кінематичного аналізу складних плоских механізмів за допомогою миттєвого центру прискорень / / С. О. Кошель, Г. В. Кошель // Комплексне забезпечення якості технологічних процесів та систем: VII Міжнародна науково-практична конференція. Чернігів, 24-27 квітня 2017 р. – Чернігів: ЧНТУ, 2017. – Т. 2. с. 144-146.
3. Левитский Н. И. Теория механизмов и машин / Н. И. Левитский – М. : Наука, Главн. ред. физ.-мат. лит.-ры, 1979. – 576 с.
4. Орловський Б. В. Схемотехнічне моделювання механізмів основов'язальних машин з трьома ступенями вільності зі структурними групами III класу IV порядку / Б. В. Орловський, В. М. Дворжак, І. В. Савченко // Вісник ХНУ. Технічні науки. – 2013. – № 3. – С. 174-181.