УДК 621.01

Кошель С.О., канд. техн. наук, доцент
Київський національний університет технологій та дизайну
Кошель Г.В., канд. техн. наук, доцент
Відкритий міжнародний університет розвитку людини «Україна», a_koshel@ukr.net

ВИЗНАЧЕННЯ ЛІНІЙНИХ ШВИДКОСТЕЙ ТОЧОК ПЛОСКОГО МЕХАНІЗМУ ТРЕТЬОГО КЛАСУ З ДВОМА СТРУКТУРНИМИ ГРУПАМИ ЛАНОК

Дослідження структури [1, 2], кінематичний синтез [3], аналіз [4-6] та кінематичні

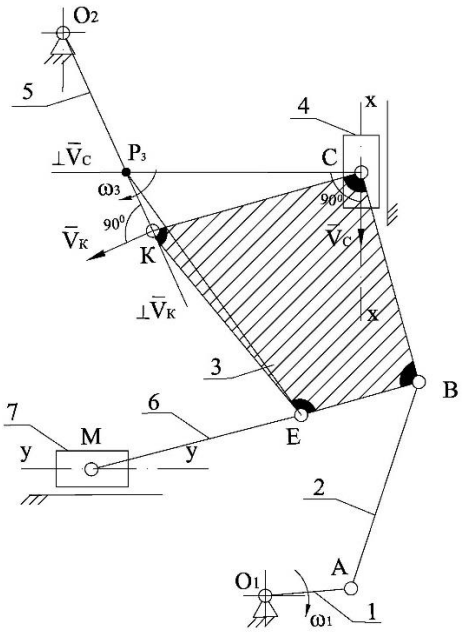

Рис.1 – Кінематична схема механізму

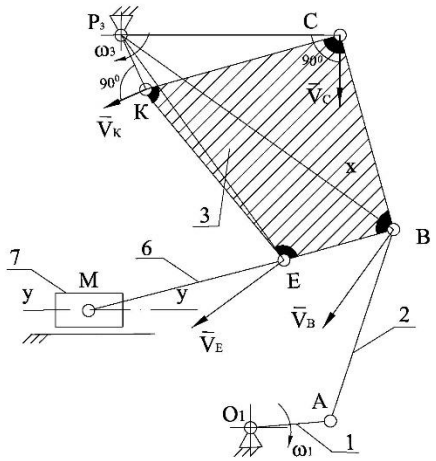

Рис.2 – Схема миттєво кінематично адекватного механізму

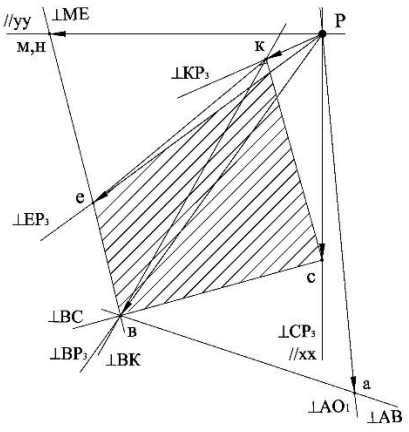

Рис.3 – План лінійних швидкостей точок механізму

дослідження [7, 8] складних плоских механічних систем залишаються актуальними для проведення удосконалення існуючих та проектування нових машин галузевого машинобудування.

На рис. 1 представлено кінематичну схему механізму третього класу, до складу якого надходить сім рухомих ланок та десять кінематичних пар п’ятого класу, що обумовлює в структурі механізму наявність однієї ведучої ланки (кривошип 1), до якої кінематично приєднується структурна група ланок третього класу третього порядку (ланки 2 - 5), а до неї група ланок другого класу другого порядку (ланки 6, 7).

Кінематичний аналіз механізму проводимо з урахуванням того, що в структурі механізму є складна ланка 3, напрямок векторів швидкостей двох точок К та С якої є відомими за умови приєднання

цієї ланки до повзуна 4 та коромисла 5 ($\vec{V}_C // xx$, $\vec{V}_K \perp KO_2$). Визначаємо положення миттєвого центру швидкостей шатуна 3 (точка P_3), як точки перетину ліній, що проведені перпендикулярно до векторів швидкостей $\vec{V}_C$ та $\vec{V}_K$ з, відповідно, точок С та К. Тоді умовно механізм можна замінити миттєвим кінематично адекватним механізмом, кінематична схема якого представлена на рис. 2. Ведучою ланкою такого механізму вважаємо ланку 3 при умові, що вона робить миттєво обертальний рух навколо точки P_3. Обираємо довільно кутову швидкість ω_3 обертання цієї ланки навколо точки P_3 за величиною та напрямком та в довільному масштабі на плані лінійних швидкостей (рис. 3) відкладаємо вектори лінійних швидкостей точок С, К, В, Е ($\vec{V}_K \perp P_3K$, $\vec{V}_c \perp P_3C$, $\vec{V}_B \perp P_3B$, $\vec{V}_E \perp P_3E$) (рис. 2), з урахуванням того, що їх модулі є пропорційними їх відстаням до точки P_3.

Подальші кінематичні дослідження виконаємо в послідовності, згідно з якою до умовно іншої ведучої ланки 3 паралельно приєднані дві структурні групи ланок другого класу другого порядку: в точці В – група ланок 1, 2, в точці Е – 6, 7.

Складаємо системи векторних рівнянь належності точки А одночасно до шатуна 2 та кривошипа 1, а точки М – до, відповідно, шатуна 6 і повзуна 7:

$$\begin{cases} \vec{V}_M = \vec{V}_E + \vec{V}_{M;E} \\ \vec{V}_M = \vec{V}_M = \vec{V}_{Mcm} + \vec{V}_{M;Mcm} \end{cases} \qquad \begin{cases} \vec{V}_A = \vec{V}_B + \vec{V}_{A;B} \\ \vec{V}_A = \vec{V}_{O_1} + \vec{V}_{A;O_1} \end{cases} \tag{1}$$

де точка Мст належить до нерухомого стояка, тому $\vec{V}_{Mcm} = 0$, м/с.

Згідно з систем векторних рівнянь (1) визначаємо на плані лінійних швидкостей (рис. 3) вектори швидкостей точок М та А ($\vec{V}_M$ та $\vec{V}_A$). Величину швидкості точки А визначаємо як точки, що належить до дійсної ведучої ланки 1 механізму, розраховуємо дійсний масштаб плану швидкостей та обчислюємо модулі швидкостей точок механізму.

Список посилань

1. Yanga W., Ding H., Kecskeméthy A. Structural synthesis towards intelligent design of plane mechanisms: Current status and future research trend // Mechanism and Machine Theory, – 2022. P. 171 – 178.

2. Matsiuk I., Fedoskina O., Sokolov I. Substantiation of rational design parameters of a crusher with two movable jaws // Natsionalnyi Hirnychyi University. Naukovyi visnyk. – 2024. №5, P. 45 – 50.

3. Zawodniok, M., & Jezowski, J. Kinematic synthesis of planar four-bar mechanism with prescribed workspace by Bezier curve // Mechanism and Machine Theory. – 2020, P. 145 – 152.

4. Koshel S., Dvorzhak V., Koshel H., Zalyubovskii M., Panasiuk I. Analysis of the third class mechanism using the modeling method in the mathcad software environment // Naukovyi Visnyk Natsionalnoho Hirnychoho Universytetu. – 2024, №5, P. 51 – 58.

5. Diwan N. Kinematic analysis of a new designed eight-link riveter mechanism // International Journal of Advanced Research in Engineering and Technolog. – 2020, N 9, P. 380 – 368.

6. Koshel' S., Dvorzhak V., Koshel' G., Zalyubovskyi M. Kinematic Analysis of Complex Planar Mechanisms of Higher Classes // Int. Appl. Mech. – 2022, №1, P. 111 – 122.

7. Koshel S., Koshel G., Zalyubovskyi M., Koshel O. Determining the accelerations of points of a planar eight-link third-class mechanism using graph-analytical method // Odes'kyi Politechnichnyi Universytet, Pratsi. – 2024, №1, P. 16 – 22

8. Koshel S., Dvorzhak V., Koshel G., Zalyubovs'kyi M., Panasyuk I. Determination of point velocities in a third-class mechanism with three driving links using the graphical-analytical method // Naukovyi Visnyk Natsionalnoho Hirnychoho Universytetu. – 2025, № 2, P. 137 – 147