

УДК 621.01

## **ВИЗНАЧЕННЯ ЛІНІЙНИХ ШВИДКОСТЕЙ ТОЧОК МЕХАНІЗМУ ТРЕТЬОГО КЛАСУ З ОДНІЄЮ СКЛАДНОЮ ЛАНКОЮ**

**Кошель С.О., к.т.н, доц.,**

Київський національний університет технологій та дизайну, м. Київ

**Кошель Г.В., к.т.н, доц.,**

Відкритий міжнародний університет розвитку людини «Україна», м. Київ

Дослідження існуючих та проектування нових машин індустрії моди вимагає проведення всебічного аналізу структурних груп ланок, з яких такі механізми складаються. Складні за геометрією траєкторії робочих точок, нерівномірні закони руху робочих органів технологічного обладнання вимагає від розробників машин в їх структурі використовувати структурні групи ланок третього та вище класів. Аналіз таких складних груп ланок можливий за умов використання спеціальних методів дослідження (для структурних груп ланок третього класу розроблено способи «помилкових положень» та «особливих точок» [1]), що в кінцевому рахунку дозволяють виконати аналіз але за рахунок точності їх проведення.

Дослідження, що пов'язані з розробкою послідовності дій проведення аналізу складних механізмів з структурними групами ланок третього та вище класів, які б урахували їх структуру [2, 3] є актуальними та необхідними для наповнення наукових баз даних, щоб в майбутньому вирішити актуальну інженерну задачу автоматизації процесу проектування механізмів [4], які базуються на структурних закономірностях їх будови [5] та прогнозують стратегію подальших досліджень, наприклад, кінематичних – [6, 7].

Мета роботи полягає в тому, щоб для складного восьмиланкового механізму розробити оптимальну послідовність дій для проведення структурного аналізу та виконати його кінематичне дослідження в графоаналітичний спосіб (метод побудови планів швидкостей).

Розглянемо механізм третього класу з однією складною ланкою, кінематична схема якого наведена на рис. 1. Механізм утворений нерухомою та іншими рухомими ланками (ланки 1, 5 рухаються обертально, ланки 4, 7 – поступально, ланки 2, 3, 6 – плоско паралельно).

Структурною особливістю механізму є наявність складної ланки 3, в структурі якого є чотири елементи кінематичних пар В, Е, С, К, якими вона одночасно приєднується до двох шатунів 2, 6 та до повзуна 4 і коромисла 5, які в свою чергу утворюють кінематичні пари Д та  $O_2$  з корпусом механізму.

Ведучою ланкою механізму є кривошип 1, до якого послідовно приєднані дві структурні групи ланок третього класу (ланки 2 – 5) та другого класу (ланки 6, 7). Звертаємо увагу на те, що напрямки векторів швидкостей двох точок С та К шатуна 3 ми знаємо: вектор швидкості точки С є паралельним до напрямної  $xx$ , а вектор швидкості точки К є перпендикулярним до  $KO_2$ , за умови їх належності, відповідно, до повзуна 4 та коромисла 5. Визначаємо положення миттєвого центру швидкостей шатуна 3, як точку  $P_3$  перетину перпендикулярів побудованих до напрямків векторів швидкостей, відповідно, з точок С та К на кінематичній схемі.

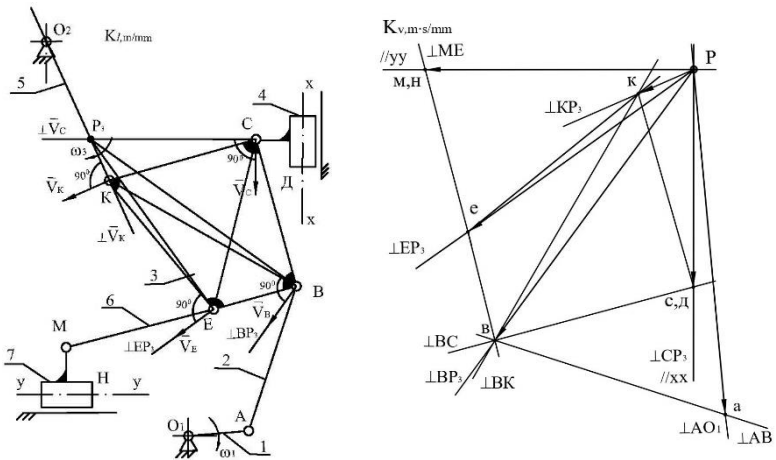


Рис. 1. Кінематична схема та план швидкостей механізму третього класу з однією складною ланкою

Умовно обираємо ведучою ланкою механізму шатун 3, що миттєво обертається навколо точки  $P_3$  в напрямку, наприклад, за напрямком руху годинникової стрілки. Задаємось довільним масштабом та будуємо на плані швидкостей вектори швидкостей точок В, Е, С, К, довжини яких є пропорційними величинами їх відстаней до точки  $P_3$ .

Складаємо системи векторних рівнянь для точок А та М: в рівняннях для визначення вектору швидкості точки А за полюс обираємо точки В та  $O_1$ , а для вектора точки М – точки Е та Н. Розв’язуємо системи векторних рівнянь та визначаємо на плані швидкостей положення точок «а», та «м».

Робимо перевірку обрання правильного напрямку обертання складної ланки 3 навколо миттєвого центру обертання  $P_3$ , для чого визначаємо напрямку кутової швидкості ланки 1: згідно з вектором швидкості точки А напрямку кутової швидкості ланки 1 збігається з напрямком дійсної кутової

швидкості кривошипу 1, що підтверджує правильно обрану за напрямком кутову швидкість ланки 3. У разі не збігання напрямку кутової швидкості ланки 1 з дійсним напрямком кутової швидкості кривошипу 1 побудову плану швидкостей необхідно було б повторити за умови зміни напрямку обертання ланки 3 навколо точки  $P_3$  на протилежний до попередньо обраного.

Визначаємо дійсну величину масштабу плану швидкостей та робимо розрахунок всіх необхідних кінематичних параметрів механізму третього класу з однією складною ланкою.

- [1]. Булгаков В.М., Черниш О.М., Адамчук М.Г., Березовий М.Г., Яременко В.В. (2019). Теорія механізмів та машин - підручник // Центр Учбової літератури, 068. ISBN: 978-611-01-2134-5.
- [2]. Joldasbekov S., Ibraev S., Zhauyt A., Nurmagambetova A., Imanbaeva N. Modular synthesis of plane lever six-link mechanism of high class. Middle-East // J. of Sci. Research. – 2014 – 21, N 12, P.2339 – 2345.
- [3]. Y Q Li, Y Zhang, L J Zhang. A new method for type synthesis of 2R1T and 2T1R 3-DOF redundant actuated parallel mechanisms with closed loop units // Chinese Journal of Mechanical Engineering. – 2020 – p. 33-78.
- [4]. Reich Y, Shai O The interdisciplinary engineering knowledge genome // Res Eng Design. – 2012. 23(3):251 – 264, DOI 10.1007/s00163-012-0129-x
- [5]. Wohlhart K Position analysis of normal quadrilateral Assur groups // Mechanism and Machine Theory. – 2010 45(9):1367 – 1384, DOI 10.1016/j.mechmachtheory.2010.03.002
- [6]. Cheng, Z., & Li, Q. Kinematic analysis of a 4-SSSS compliant mechanism for large-deflection motion // Mechanism and Machine Theory. – 2021 – 164 c.
- [7]. Zawodniok, M., & Jezowski, J. Kinematic synthesis of planar four-bar mechanism with prescribed workspace by Bézier curve // Mechanism and Machine Theory. – 2020 – 152 c

## **DETERMINATION OF PLANAR MECHANISMS WITH HELP OF GRAPHIC-ANALYTICAL METHOD**

*Research and design of new machinery for the fashion industry require comprehensive analysis of the structural groups of links comprising such mechanisms. The complexity of trajectory geometries of working points, uneven motion laws of working elements of technological equipment necessitates machine developers to utilize structural groups of links of the third and higher classes in their structures. Analyzing such complex groups of links is possible by employing special research methods, ultimately allowing analysis but at the expense of the accuracy of their execution. The aim of the study is to develop an optimal sequence of actions for conducting structural analysis and to perform its kinematic investigation in a graph-analytical manner using the method of velocity plan construction for a complex eight-link mechanism.*