

УДК 621.01

С.О. КОШЕЛЬ, Г.В. КОШЕЛЬ

Київський національний університет технологій та дизайну

**ВИЗНАЧЕННЯ ШВИДКОСТЕЙ ТОЧОК ПЛОСКОГО МЕХАНІЗМУ З
СТРУКТУРНИМИ ГРУПАМИ ТРЕТЬОГО КЛАСУ ГРАФІЧНИМ СПОСОБОМ**

Запропоновано графічний спосіб визначення швидкостей точок механізму третього класу, який ураховує властивість механізму змінювати клас за рахунок обрання умовно іншого початкового механізму. Спосіб графічного аналізу дозволяє спростити графічні побудови та зробити їх більш точними.

Ключові слова: група Асура, механізм, план, вектор швидкості.

Об'єкти та методи дослідження

Об'єктом є дослідження швидкостей точок базисної ланки механізму третього класу графічним способом, що базується на властивості механізму змінювати клас за рахунок умовної зміни початкового механізму. Задача розв'язана з використанням основних положень кінематичного дослідження механізмів графоаналітичним способом курсу теорії механізмів і машин.

Постановка завдання

Метою роботи є спрощення визначення швидкостей точок базисної ланки механізму третього класу графічним способом.

Результати та їх обговорення

Сучасні швидкісні технологічні машини легкої промисловості базуються на механізмах вищих класів, що обумовлено необхідністю виконання складних за траєкторією рухів робочих органів для забезпечення виконання технологічного процесу. Проектування та дослідження таких механізмів вимагає проведення структурного та кінематичного аналізу. Одним з можливих методів кінематичного аналізу механізмів вищого класу є графічний.

Головним недоліком графічних методів дослідження механізмів, в порівнянні з аналітичними, вважається недостатня точність результатів дослідження, яка пов'язана з необхідністю виконувати певні графічні побудови. Серед переваг графічних методів аналізу механізмів наводять відносну простоту та наочність отриманих результатів, що так само пов'язано з необхідністю графічного відображення результатів дослідження.

В сучасних умовах розвитку комп'ютерної техніки дослідники майже не обмежені в можливості використання програм, що дозволяють робити графічні побудови з будь-якою наперед заданою точністю, тому недоліки графічних способів дослідження по відношенню до аналогічних аналітичних можна вважати умовними, а перевагою таких методів є в першу чергу простота цих досліджень та можливість їх спрощення за рахунок можливих додаткових графічних побудов, які встановлюють взаємозв'язок між кінематичними та структурними параметрами механізму. Особливо це стосується механізмів вищих класів, до складу яких надходять структурні групи з кількістю ланок чотири та більше. Аналітичне кінематичне дослідження таких механізмів виконують методом замкнених векторних контурів [1, 2], що дозволяє скласти систему тригонометричних рівнянь, які диференціюють за узагальненою координатою. Розв'язати систему таких рівнянь можна за допомогою наближених математичних методів. Зауважимо, що розв'язання кінематичних рівнянь є досить громіздким, а аналіз механізмів вищих класів ускладнює цей процес. В результаті вирішення таких рівнянь визначають аналогові величини кутових кінематичних

параметрів ланок механізму, що дозволяють розрахувати дійсні величини лінійних кінематичних характеристик його точок за модулем. Визначити напрямки векторів кінематичних параметрів з розв'язаних рівнянь не виявляється можливим.

Кінематичний аналіз механізмів третього (і вище) класу графічним методом вимагає використання спеціальних способів дослідження, що дозволяють їх спростити.

Відомий спосіб обманних планів швидкостей [3] потребує попередньої побудови двох обманних планів, які дозволяють з'ясувати істинне положення однієї точки, а згодом, і всіх точок плану швидкостей. Спосіб пов'язаний зі значною кількістю графічних побудов тому на практиці використовується достатньо рідко.

Інший спосіб планів швидкостей [4] полягає у побудові планів у певному масштабі в послідовності приєднання групи Ассура третього класу до початкового механізму і пов'язаний з необхідністю знаходження особливої точки Ассура, яка належить до базисної ланки механізму третього класу та визначається точкою перетину геометричних осей двох довільних повідків групи Ассура третього класу третього порядку. Для особливої точки складаються векторні рівняння, що дозволяють на плані швидкостей визначити вектор її лінійної швидкості. Система векторних рівнянь швидкостей для іншої точки базисної ланки, що співпадає з кінематичною парою, яка утворена цією ланкою та повідком, що не був задіяний для визначення положення особливої точки на кінематичній схемі дозволяє побудувати вектор її лінійної швидкості на плані, а згодом, побудувати план лінійних швидкостей для всіх точок механізму третього класу. Такий спосіб потребує додаткових графічних побудов і є достатньо громіздким.

Заслуговує на увагу графічний спосіб кінематичного аналізу механізму III класу [5] який полягає у приєднанні умовної ланки до шатунної точки базисної ланки. Іншу точку умовної ланки приєднують до стояка. Положення цієї точки визначають як центр кривини шатунної кривої, що описує точка приєднання умовної та базисної ланок. Кінематичне дослідження заданого механізму третього класу зводиться до послідовного кінематичного дослідження двох шарнірних чотириланковиків – механізмів другого класу: починають з шарнірного чотириланковика до складу якого надходять умовна та ведуча ланки механізму третього класу. В результаті дослідження визначається лінійна швидкість точки шатуна, яка одночасно належить до іншого шатуна чотириланковика, який надходить до складу механізму третього класу. За умовою визначеної лінійної швидкості однієї точки шатуна виконується кінематичне дослідження наступного чотириланковика і всього механізму третього класу.

Недоліком даного способу є те, що для кожного нового положення ланок механізму третього класу необхідно знаходити нове положення умовної ланки іншої довжини, що пов'язано з визначенням нового положення центру кривини шатунної кривої точки приєднання цієї умовної ланки і базисної ланки механізму третього класу. Якщо урахувати те, що кінематичне дослідження механізму, як правило, виконують для ряду положень ланок механізму, що обумовлено задачею кінематичного аналізу циклу руху механізму, стає зрозумілим громіздкість додаткових дій запропонованих цим способом.

Кінематичне дослідження механізму третього класу графічним способом пропонуємо виконувати в послідовності зворотній загальноприйнятій послідовності таких досліджень тобто в послідовності, яка обумовлена не початковим механізмом механізму третього класу, а умовно іншим початковим механізмом кінематично-еквівалентного механізму, який утворений веденою ланкою,

стояком та кінематичною парою, що їх з'єднує.

Розглянемо механізм третього класу третього порядку (рис. 1), що складається з початкового механізму (ланки 0, 1) та ланок 2, 3, 4, 5, що разом з кінематичними парами $A_1 \div A_6$ утворюють групу Ассур третього класу третього порядку. Вхідними параметрами для побудови плану швидкостей є кутова швидкість ланки 1 ω_1, c^{-1} , та масштаб довжин кінематичної схеми механізму (Kl , м/мм).

Побудову плану швидкостей починаємо у невизначеному масштабі з вектора $\vec{P}a_4$, який відкладаємо довільної довжини за напрямком, що співпадає з перпендикуляром до ланки A_4A_5 (напрямок кутової швидкості ω_4 ланки 4 обираємо довільно, в нашому випадку – проти напрямку руху годинникової стрілки).

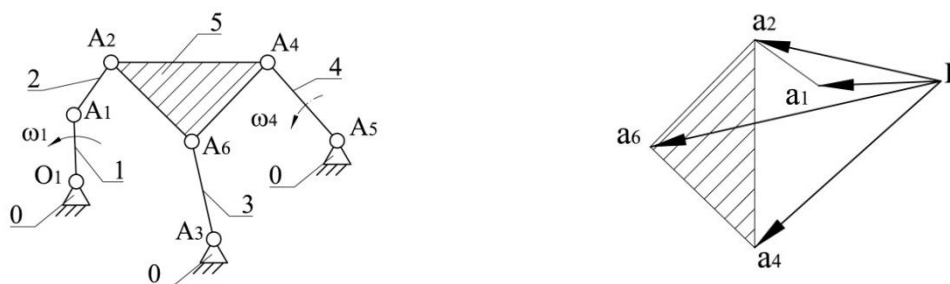


Рис. 1. Кінематична схема та план швидкостей механізму третього класу

Складаємо систему векторних рівнянь швидкостей для точки A_6 з урахуванням того, що швидкість точки A_3 дорівнює нулю $\vec{V}_{A_3} = 0$:

$$\begin{cases} \vec{V}_{A_6} = \vec{V}_{A_4} + \vec{V}_{A_6;A_4} \\ \vec{V}_{A_6} = \vec{V}_{A_3} + \vec{V}_{A_6;A_3} = \vec{V}_{A_6;A_3}, \end{cases} \quad (1)$$

де $\vec{V}_{A_6;A_4} \perp A_4A_6$, $\vec{V}_{A_6;A_3} \perp A_6A_3$.

Розв'язуємо систему векторних рівнянь (1) графічно.

Визначаємо положення точки a_6 на плані швидкостей. Будуємо вектор швидкості точки A_6 на плані: з'єднуємо точку P (поліус плану швидкостей) з точкою a_6 . На підставі теореми подібності записуємо рівняння:

$$\begin{aligned} \frac{A_4A_6}{a_4a_6} &= \frac{A_4A_2}{a_4a_2}, \\ \frac{A_4A_6}{a_4a_6} &= \frac{A_6A_2}{a_6a_2}. \end{aligned} \quad (2)$$

З рівнянь (2) визначаємо довжини відрізків плану швидкостей a_4a_2 і a_6a_2 , які дозволяють визначити положення точки a_2 та вектор абсолютної швидкості точки A_2 $\vec{P}a_2$ на плані.

Складаємо систему векторних рівнянь швидкостей:

$$\begin{cases} \vec{V}_{A_j} = \vec{V}_{A_2} + \vec{V}_{A_j;A_2} \\ \vec{V}_{A_j} = \vec{V}_{O_1} + \vec{V}_{A_j;O_1}, \end{cases} \quad (3)$$

де $\vec{V}_{O_1} = 0$, $\vec{V}_{A_j;A_2} \perp A_jA_2$, $\vec{V}_{A_j;O_1} \perp A_jO_1$.

Розв'язуємо графічно. Визначаємо положення точки a_1 та вектора абсолютної швидкості точки A_1 \overline{Pa}_1 на плані швидкостей.

Розраховуємо масштаб плану швидкостей:

$$Kv = \frac{V_{A_1}}{Pa_1} = \frac{\omega_1 l_{O_1 A_1}}{Pa_1} = \frac{\omega_1 O_1 A_1 \cdot Kl}{Pa_1}, \left[\frac{i / c}{ii} \right]. \quad (4)$$

Визначаємо величину лінійних швидкостей точок A_2, A_4, A_6 базисної ланки 5 групи Ассура третього класу з відповідних рівнянь:

$$V_{A_2} = Pa_2 \cdot Kv, \quad m / c$$

$$V_{A_4} = Pa_4 \cdot Kv, \quad m / c$$

$$V_{A_6} = Pa_6 \cdot Kv, \quad m / c .$$

Зауважимо, що у випадку коли напрямок вектора швидкості точки A_1 не збігається з напрямком заданої кутової швидкості ведучої ланки ω_1 механізму третього класу побудову плану швидкостей згідно з рівняннями 1 - 3 необхідно повторити для випадку протилежного напрямку кутової швидкості ω_4 ланки 4, який був попередньо обраний довільно.

Висновки

Графічний спосіб визначення швидкостей точок механізму третього класу в послідовності, яка обумовлена не початковим механізмом механізму, що досліджується, а умовно іншим початковим механізмом кінематично-еквівалентного механізму, який утворений веденою ланкою, стояком та кінематичною парою, що їх з'єднує дозволяє значно спростити кінематичний аналіз такого механізму та підвищити точність отриманих результатів.

Список використаної літератури

1. Зиновьев В.А. Курс теории механизмов и машин / В.А. Зиновьев – М.: Наука., 1972 – 384 с.
2. Вульсон И.И. Механика машин / И.И. Вульсон, М.Л. Ерихов, М.З. Коловский и др.; Под редакцией Смирнова Г.А. – М.: Высш. шк., 1996 – 511 с.
3. Баранов Г.Г. Курс теории механизмов и машин / Баранов Г.Г. – М.: Машиностроение, 1975 – 494 с.
4. Артоболевский И.И. Теория механизмов и машин / И.И. Артоболевский – М.: Наука., 1988 – 640 с.
5. Зубашенко Г.П., Корченко О.Г., Алейнікова Н.В. Спосіб кінематичного аналізу механізму III класу. – Патент UA №65203 U, МПК F 16 H 21/00/ Бюл. №22, 2011.

Стаття надійшла до редакції 22.02.2013

Определение скоростей точек плоского механизма со структурной группой третьего класса графическим способом

Кошель С.О., Кошель А.В.

Киевский национальный университет технологий и дизайна

Предложено графический способ определения скоростей точек механизма третьего класса, который учитывает свойство механизма изменять класс за счет выбора условно другого начального

механизма. Способ графического анализа позволяет упростить графические построения и сделать их более точными.

Ключевые слова: группа Ассура, механизм, план, вектор скорости.

Points of speed plane mechanism with structural groups third grade graphic way

S. Koshel, A. Koshel

Kyiv National University of Technologies and Design

A graphical method for determining the velocities of the points of the mechanism of the third class, which takes into account the property mechanism to change the class by electing another conditional entry mechanism. Graphical analysis method to simplify image creation and make them more accurate.

Keywords: Assur group, mechanism, plan, the velocity vector.