

УДК 531.1

Кружнова С.Ю.¹, Шалева Н.В.²,

¹ старш. викл. НУ «Запорізька політехніка»

² асист. НУ «Запорізька політехніка»

МАТЕМАТИЧНЕ МОДЕЛЮВАННЯ КІНЕМАТИКИ ПЛОСКИХ МЕХАНІЗМІВ НА ОСНОВІ ВЕКТОРНО-КОНТУРНОГО МЕТОДУ

Об'єктом кінематичного дослідження є плоскі багатоланкові шарнірно-важільні механізми з одним ступенем свободи, для яких відомі всі геометричні розміри та закон руху ведучої ланки.

$$\varphi(t) = \omega_0 \cdot t$$

Положення будь-якої ланки механізму може визначатися параметрами: кутом φ_k щодо будь-якої координатної осі або координатами X_k та Y_k .

Плоский шарнірно-важільний механізм зображується у довільному положенні. Як система відліку приймається права декартова система координат. Початок системи координат розташовується в осі підшипника провідної ланки, а кути повороту ланок спрямовані проти годинникової стрілки.

Кути повороту ланок φ_k , $k = 1, 2, 3, \dots$ відраховуються від горизонтальної осі у позитивному напрямку.

Для складання рівнянь геометричних зв'язків виділяються точки механізму, траєкторії яких відомі. Так як закон плоскопаралельного руху твердого тіла можна визначити по двох будь-яких точках цього тіла. Як базові точки, при складанні рівнянь геометричних зв'язків, приймемо дві точки плоскої ланки. З двох точок, що одночасно належать кривошипу, одна є залежною, тобто визначення закону руху однієї точки призводить до можливості визначення закону руху для іншої.

Для цих точок будують векторні контури, за допомогою яких можна скласти рівняння геометричних зв'язків. Для отримання рівнянь геометричних зв'язків записується векторні співвідношення у проекціях на осі координат O_x і O_y .

Отримана система представляє замкнуту систему рівнянь визначення законів руху ланок багатоланкового механізму.

Рішення системи рівнянь можна знайти різними методами, як аналітичними, так і чисельними.

Рівняння дозволяють визначити кутові координати ланок. Кутові та лінійні швидкості ланок механізму визначаються диференціюванням за часом рівнянь геометричних зв'язків. Система рівнянь є лінійною відносно невідомих кутових і лінійних швидкостей ланок, тому її можна представити у матричній формі:

$$A \cdot X_v = B,$$

де A – матриця коефіцієнтів лівих частин рівнянь;

X_v – вектор невідомих кутових і лінійних швидкостей ланок;

B – вектор правих частин рівнянь.

Рішення рівняння має вигляд:

$$X_v = A^{-1} \cdot B.$$

Для визначення лінійних і кутових прискорень ланок механізму двічі про диференціюємо за часом рівняння геометричних зв'язків. Представимо, як і раніше систему рівнянь у матричній формі:

$$A \cdot X_a = C,$$

тут $\vec{C}$ – вектор правих частин рівнянь.

Рішення рівняння має вигляд:

$$\vec{X}_c = \vec{A}^{-1} \cdot \vec{C}.$$

Співвідношення представляють математичну модель кінематичної поведінки механізму.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Кошель С.О., Дворжак В. М., Кошель Г.В., Залюбовський М.Г. Кінематичний аналіз складних плоских механізмів вищих класів. Прикладна механіка. 2022. Т. 58. С. 128-142.

2. Штанько П.К., Шевченко В.Г., Омельченко О.С., Дзюба Л.Ф., Пасіка В.Р., Поляков О.М., Теоретична механіка. Навчальний посібник / за ред. Штанька П.К. Запоріжжя: НУ «Запорізька політехніка», 2021. 464 с.