

Хуан Кан Шен

КІНЕМАТИЧНИЙ АНАЛІЗ МЕХАНІЗМУ НОЖА ПАПЕРОРІЗАЛЬНИХ МАШИН

Механізм ножа паперорізальної машини належить до механізмів 3-го класу, кінематичний аналіз яких може бути здійснений за допомогою точок Асура графічним способом. Аналітичні методи розрахунку громіздкі й складні.

Метод заміни вхідної ланки, запропонований у даній статті, є простий і зручний, особливо при розрахунку на ЕОМ. Цим аналітичним методом кінематичний аналіз механізмів 3-го класу може бути здійснений без виведення складних математичних рівнянь.

Схема механізму ножа (див. рисунок) включає кривошип АВ, що отримує рух від електродвигуна через редуктор, тобто є

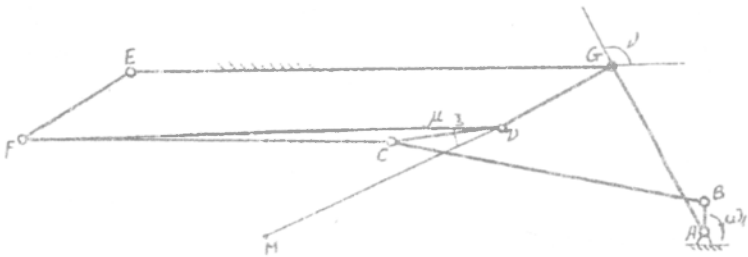


Схема механізму ножа паперорізальної машини.

вхідною ланкою. Ланка DCF – це ножедержач. Потрібно знайти швидкість v_M і прискорення a_M на довільній точці M ріжучої частини ножа. Якщо б ланка GD була вхідною, то механізм був би перетворений у механізм 2-го класу. Позначаючи через ω'_{GD} кутову швидкість ланки GD і аналізуючи рух всього ме-

ханізму, отримуємо відповідні розрахункові швидкості кінематичної пари $B - v'_B$ і точки $M - v'_M$.

Дійсна швидкість кінематичної пари B

$$v_B = l_{AB} \cdot \omega_1,$$

де ω_1 – кутова швидкість кривошипа (відома). Отримуємо заміний коефіцієнт:

$$K = \frac{l_{AB} \cdot \omega_1}{v_B}.$$

Якщо помножити коефіцієнт K на кожен розрахункову швидкість ланок механізму, отримаємо його дійсну швидкість. Так, дійсна швидкість точки M

$$v_M = K \cdot v'_M.$$

Напрямок швидкості точки M однаковий з напрямком v'_M . Аналогічна дійсна кутова швидкість кожної ланки

$$\omega_i = K \cdot \omega'_i,$$

де ω'_i – розрахункова кутова швидкість.

Після одержання коефіцієнта пропорційності K , швидкість довільної точки M на ріжучому пружку ножа може бути визначена шляхом аналізу чотириланника GD/E . При цьому GD приймемо вхідною ланкою, кутова швидкість якої

$$\omega_{GD} = K \cdot \omega'_{GD}.$$

Аналіз переміщення і швидкості чотириланника $GDFE$ проводиться методом комплексного вектору в полярних координатах.

Кожна ланка механізму розглядається як вектор. Модулі і дирекційні кути кожного вектора показані нижче:

Вектор	Модуль	Дирекційний кут	
GD	l_{GD}	δ	(задане)
EG	l_{EG}	γ	(відоме)
DF	l_{DF}	φ	
EF	l_{EF}	η	
DM	l_{DM}	$\varphi + \mu$	

$$l_{EF} \cdot e^{i\eta} = l_{EG} \cdot e^{i\gamma} + l_{GD} \cdot e^{i\delta} + l_{DF} \cdot e^{i\varphi}.$$

Розв'язуючи це векторне рівняння, отримуємо η і φ , тобто положення ланок EF і DF можуть бути знайдені. Після диференціювання цього рівняння отримуємо

$$l_{EF} \cdot \omega_{EF} \cdot e^{i(\eta+0,5\pi)} = l_{GD} \cdot \omega_{GD} \cdot e^{i(\delta+0,5\pi)} + l_{DF} \cdot \omega_{DF} \cdot e^{i(\varphi+0,5\pi)}.$$

Розв'язком цього векторного рівняння є ω_{EF} і ω_{DF} , дирекційні кути яких відповідно дорівнюють

$$\eta + 0,5\pi \quad \varphi + 0,5\pi.$$

Швидкість точки M

$$v_M \cdot e^{i\theta} = l_{GD} \cdot \omega_{GD} \cdot e^{i(\delta+0,5\pi)} + l_{DM} \cdot \omega_{DF} \cdot e^{i(\varphi+\mu+0,5\pi)}$$

де v_M – швидкість точки M ; θ – дирекційний кут точки M .

Аналіз прискорення розділений на два етапи:

1) визначення приблизної величини $\varepsilon_{GD}^{(r)}$. Диференціюючи функцію $\omega_{GD} = f(t)$, знаходимо $\varepsilon_{GD}^{(r)}$, тобто

$$\varepsilon_{GD}^{(r)} = \dot{\omega}_{GD} = \frac{\partial f}{\partial t}$$

Диференціювання проводимо методом наближеної величини

$$\varepsilon_{GD}^{(r)} = [f(\alpha_{i+1}) - f(\alpha_{i-1})] / [(\alpha_{i+1} - \alpha_{i-1}) / \omega_1],$$

де α – дирекційний кут ланки AB (дійсна величина); ω_1 – кутова швидкість ланки AB (дійсна величина); i – позначення положення ланки AB ;

2) пошук дійсного прискорення ε_{GD} ланки GD , що задовольняє дійсному прискоренню ε_{AB} ланки AB , якщо прийняти ε_{GD} вихідною величиною. В даній роботі трансцендентне рівняння розв'язується методом районованого пошуку. Приймаючи знайдене ε_{GD} як дане і аналізуючи чотириланник $GDFE$, отримуємо значення прискорення і дирекційного кута точки M .

Рівняння, що застосовується в методиці, приймає вигляд:

$$l_{EF} \cdot \varepsilon_{EF} \cdot e^{i(\eta+0,5\pi)} = l_{GD} \cdot \varepsilon_{GD} \cdot e^{i(\delta+0,5\pi)} + \\ + l_{GD} \cdot \omega_{GD}^2 \cdot e^{i(\delta+\pi)} + l_{DF} \cdot \omega_{DF}^2 \cdot e^{i(\varphi+\pi)} - \\ - l_{EF} \cdot \omega_{EF}^2 \cdot e^{i(\eta+\pi)} + l_{DF} \cdot \varepsilon_{DF} \cdot e^{i(\varphi+0,5\pi)}$$

Розв'язком цього векторного рівняння є ε_{EF} і ε_{DF} , дирекційні кути яких відповідно $\eta + 0,5\pi$ і $\varphi + 0,5\pi$.

Прискорення точки M

$$v_M \cdot e^{i\theta} = l_{GD} \cdot \omega_{GD}^2 \cdot e^{i(\delta+\pi)} + l_{GD} \cdot \varepsilon_{GD} \cdot e^{i(\delta+0,5\pi)} + \\ + l_{DM} \cdot \omega_{DF}^2 \cdot e^{i(\varphi+\mu+\pi)} + l_{DM} \cdot \varepsilon_{DF} \cdot e^{i(\varphi+\mu+0,5\pi)}$$

Відповідно до даної методики складено програму мовою "True Basic" для розрахунку на персональному комп'ютері.