

ГЕОМЕТРИЧНЕ МОДЕЛЮВАННЯ ШЕСТИЛАНКОВОГО МЕХАНІЗМУ КРОКУВАННЯ

Постановка проблеми. Кінематична схема механізму крокування істотно впливає на побудову його системи повороту та системи адаптації до місцевості, що у значній мірі визначає ефективність схеми всієї машини, і, в підсумку, її прохідність, тягові властивості, економічність, надійність тощо [1]. Для розв'язання ряду технологічних задач раціонально використовувати крокуючі машини з найпростішою системою керування, що забезпечує її функціонування в заздалегідь обумовленому середовищі. При проектуванні крокуючого пристрою увагу привертає кінематична схема шестиланкового механізму крокування, досвід використання якої показує, що вона може забезпечити прийнятну структуру приводу.

Аналіз останніх досліджень. Всі механізми, які придатні для реалізації в транспортно-технологічних машинах опорної прохідності, так або інакше базуються на схемах крокуючих механізмів, запропонованих П.Л.Чебишевим [1, 2]. Цим було покладено початок конструюванню крокуючих пристроїв на основі траєкторного синтезу, при якому координація руху опорних точок здійснюється механічним способом за допомогою багатоланкових кінематичних ланцюгів.

В роботі [1] наведено схемі шестиланкового механізму крокування, прийнятну для утворення необхідної форми траєкторії стопи. Але для такої схеми миттєві значення прискорень ланок досягають великих величин. Тому актуальними будуть дослідження, присвячені моделюванню шатунної кривої стопи згаданого механізму крокування, з метою вивчення її геометричної форми та її диференціальних параметрів в залежності від розмірів механізму [3-5].

Постановка завдання. Розробити алгоритм моделювання шестиланкового механізму крокування з метою дослідження геометричної форми шатунної кривої стопи, та швидкості і прискорення точок на її траєкторії.

© Л.Л.Запольський, А.П.Саворона, 2006

Основна частина. До головних вимог, які пред'являються до механіки крокуючих пристроїв, слід віднести наявність на траєкторії шатунної кривої стопи однієї з ділянок у вигляді відрізка, близького до прямої. Ця ділянка має розташовуватися зовнішнім образом стосовно ланок механізму, і на ній швидкість повинна бути майже постійною [6, 7]. Крім того, необхідна траєкторія стопи повинна утворюватися при повному обороті ведучої ланки механізму, і механізм крокування має бути зворотним (тобто він повинен забезпечувати „задній хід”). Для перевірки цих вимог необхідно мати алгоритм та програму геометричного моделювання механізму крокування, за допомогою якої можна визначити як наочно геометричну форму шатунної кривої стопи в залежності від лінійних параметрів механізму, так і диференціальні та інтегральні характеристики цієї кривої.

На рис. 1 наведено позначення, які обрано для моделювання шестиланкового механізму крокування. Дана робота є продовженням результатів робіт [3-5]. Для середовища математичного процесора Maple було складено програму анімаційного моделювання дії шестиланкового механізму крокування [3], в результаті виконання якої можна наочно простежити за формою шатунної кривої стопи механізму в залежності від параметрів $r, h, a, b, c, d, e, u, p, q$ і w .

Для тестового прикладу обрано наступні значення параметрів:

| | | | |
|--------------|--------------|-------------|--------------|
| $r := 0.7:$ | $h := 0.8:$ | $a := 0.8:$ | $b := 0.38:$ |
| $c := 1.45:$ | $d := 1.35:$ | $e := 2.2:$ | $u := 0.8:$ |
| $p := 2.2:$ | $q := 1.35:$ | $w := 1.9:$ | |

В роботі [3] наведено кадри анімації руху шестиланкового механізму для різних значень кута повороту φ ведучої ланки, яка виходить з точки А. Там же відмічалось, що математичний процесор Maple, в принципі, дозволяє одержати рівняння шуканої шатунної кривої у аналітичному вигляді. Але воно буде занадто громіздким для використання на практиці. Тому у даному випадку інформацію про шатунну криву доцільно використовувати у вигляді масиву координат точок в залежності від кута φ повороту ведучої ланки. Вважається, що за допо-

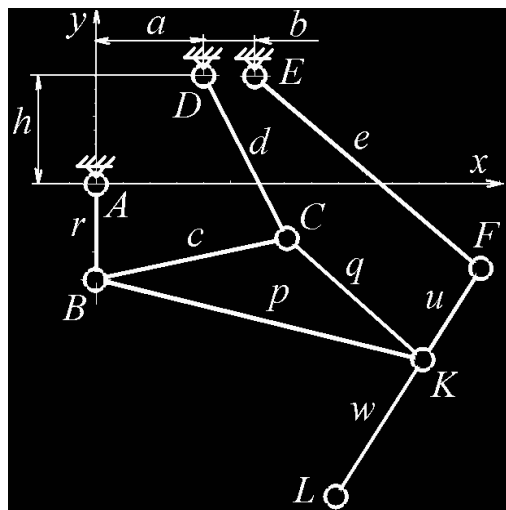


Рисунок 1 – Позначення елементів механізму

могою складеної програми [3] вже обчислено координати точок $XL[i], YL[i]$ ($i=0..N$) шатунної кривої. Для її унаочнення за координатами вузлових точок можна використати оператор

```
seq(line([XL[i],YL[i]],[XL[i+1],YL[i+1]]],i=0..N)):
```

На рис. 2 зображено варіант шатунної кривої, що відповідає значенням параметрів тестового прикладу. На рис.2 початкову точку позначено кружечком, а напрямок обходу кривої обрано за годинниковою стрілкою.

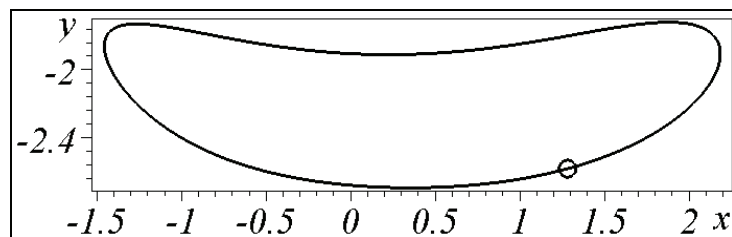


Рисунок 2 - Геометрична форма варіанту шатунної кривої, що відповідає значенням параметрів тестового прикладу

Для побудови графіка щільності розташування точок на шатунній кривій, графіка довжини шляху переміщення точки по цій кривій, та графіків швидкості і прискорення точок на шатунній кривій за координатами її вузлових точок було складено програму:

Керуючим параметром формоутворення кінематичної кривої є кут повороту $0 < \varphi < 2\pi$ ведучої ланки, яка виходить з точки А, тобто кут обертання кривошипу АВ (рис. 1). При цьому обертання вважається рівномірним. Незважаючи на це, точки на шатунній кривій будуть розташовані нерівномірно. На рис. 3 наведено графіки „щільності” розташування точок для певних ділянок шатунної кривої.

На рис. 4 зображено графіки швидкості і прискорення руху точки по шатунній кривій.

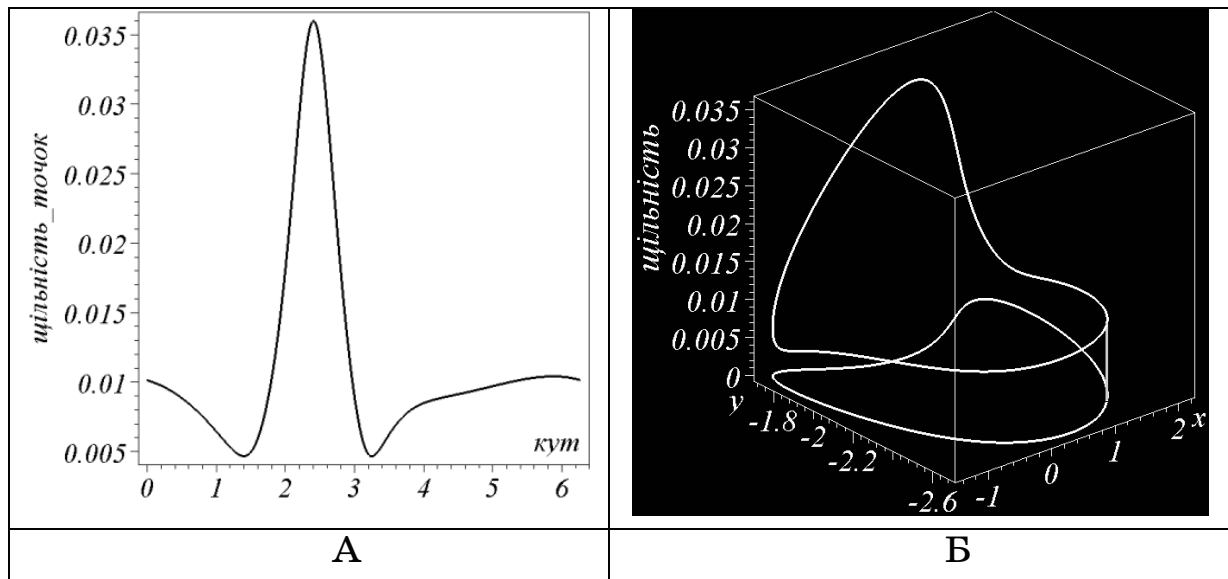


Рисунок 3 - Графіки „щільності” розташування точок для певних ділянок шатунної кривої в залежності від кута φ

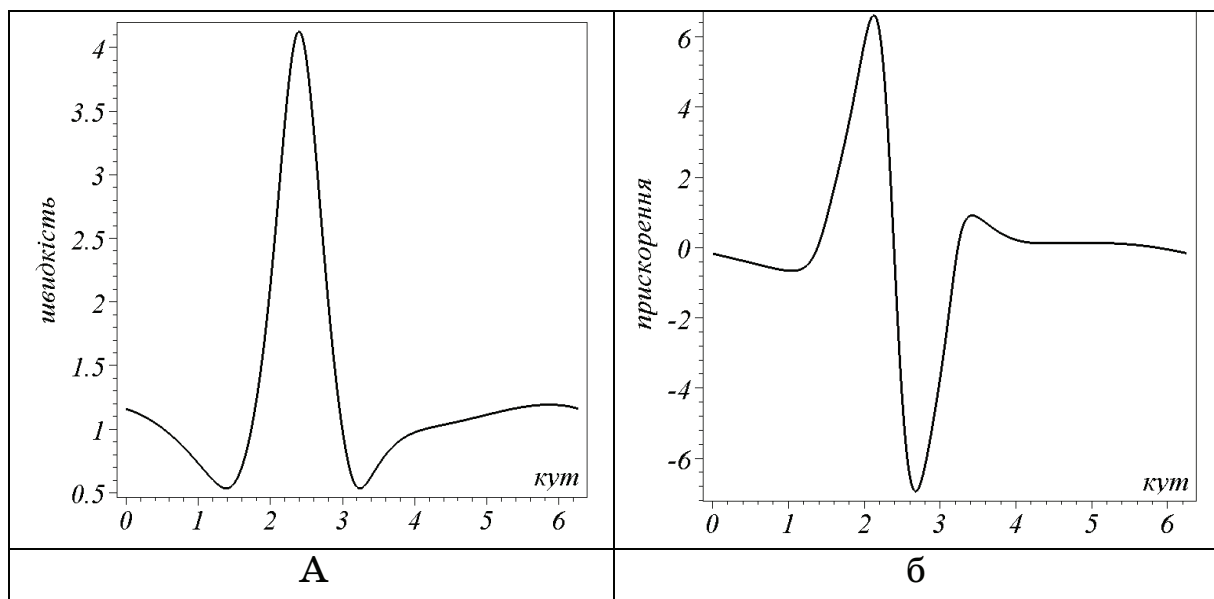


Рисунок 4 - Графіки швидкості (а) і прискорення (б) точки по шатунній кривій в залежності від кута φ

Геометричне моделювання дозволяє визначити межі зміни кута φ , які забезпечують побудову певних ділянок шатунної кривої. Наприклад, прямолінійна її ділянка повинна бути сформована тоді, коли величина кута знаходиться (наближено) в межах $0,2 < \varphi < 1,7$. А у наведеному прикладі така ділянка характеризується ординатами точок: -2.648837; -2.670570; -2.684947; -2.692480; -2.693577; -2.688480; -2.677218; -2.659600; -2.635228; -2.603538; -2.563858.

Сумарне відхилення точок від прямої може служити і функцією мети при пошуку комбінації параметрів $r, h, a, b, c, d, e, u, p, q$ і w , які б забезпечили існування прямолінійної ділянки на шатунній кривій.

Висновки. Розроблений алгоритм дозволяє унаочнити геометричну форму шатунної кривої стопи механізму крокування, та визначити вплив кожного параметра на форму цієї кривої.

ЛІТЕРАТУРА

1. Динамика и управление движением многоногих статически устойчивых шагающих машин. Результаты федеральной целевой программы по госконтракту от 27 августа 2003 г. № Ц3034/1929 <http://dtm.vstu.ru/research/scresearchr.html>.
2. Полное собрание сочинений П.Л.Чебышева. Том 4. Теория механизмов. - М.: Изд.АН СССР, 1948. – 320 с.
3. Куценко Л.М., Адашевська І.Ю. Шестиланковий механізм крокування для машин опорної прохідності // Геометричне та комп'ютерне моделювання. Харків: ХДУХТ, 2005. Вип. 9. - С. 82-89
4. Адашевська І.Ю., Запольський Л.Л. Дослідження шестиланкового механізму крокування для машин опорної прохідності // Геометричне та комп'ютерне моделювання. Харків: ХДУХТ, 2005. Вип. 10. - С. 112-119
5. Адашевська І.Ю., Запольський Л.Л. Основні типи механізмів крокування для машин опорної прохідності // Праці / Таврійська державна агротехнічна академія. - Вип. 4. Прикладна геометрія та інженерна графіка. - Т. 29. - Мелітополь: ТДАТА, . - 2005 - С. 79 - 83
6. Охоцимский Д.Е., Голубев Ю.Ф. Механика и управление движением автоматического шагающего аппарата – М.: Наука, 1984, с. 271-283.
7. Новожилов И.В., Зацепин М.Ф. Типовые расчеты по теоретической механике на базе ЭВМ. - М.: Высшая школа, 1986 - 264 с.

Получено 16.03.2006 г.