

УДК 621.01

В.Р. Пасіка, О.М. Полюдов

**ПАРАМЕТРИЧНІ ДОСЛІДЖЕННЯ КРИВОШИПНО-
ПОВЗУННОГО МЕХАНІЗМУ ЗІ ЗМІННОЮ
ДОВЖИНОЮ КРИВОШИПА**

Характерною особливістю важільних механізмів, зокрема кривошипно-повзунних, є те, що закон руху будь-якої ланки механізму повністю визначається його геометрією. Однак, якщо певним чином змінювати, наприклад, довжину тягової ланки –

кривошипа, то з'являється додаткова можливість вплинути на закон руху вихідної ланки [1]. Дослідження кривошипно-повзунних механізмів із змінною довжиною кривошипа авторам не відомі. Пропонована робота є логічним продовженням праць [1,2,3] й описує результати параметричних досліджень кривошипно-повзунного механізму зі змінною довжиною кривошипа.

Кінематика кривошипно-повзунного механізму зі змінною довжиною кривошипа описується складними аналітичними залежностями, розв'язок яких можливий лише чисельними методами [1, 2]. Для виявлення впливу параметрів кривошипно-повзунного механізму на його кінематичні характеристики було розроблено програму в середовищі MATLAB 6. Дослідження проводилися для механізму (рис. 1) за такими даними й умовами:

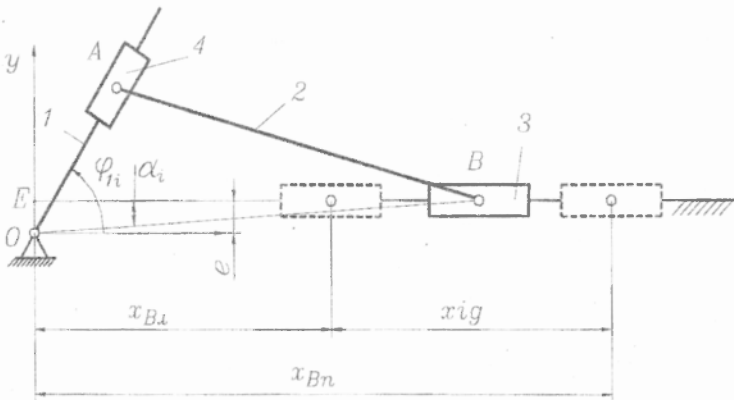


Рис. 1. Кривошипно-повзунний механізм із змінною довжиною кривошипа OA

попередня довжина кривошипа $l_{OA} = 0,1$ м, шатуна $l_{AB} = 0,4$ м; змінний радіус кривошипа $r_{OA} = l_{OA} + \delta r$, де δr – приріст кривошипа; частота обертання кривошипа $n_1 = 60$ хв⁻¹ проти стрілки годинника.

визначення змінного радіуса кривошипа, який забезпечував би наступні умови руху повзуна:

у крайніх положеннях механізму абсциса повзуна становить: у правому $x_{Bn} = r_{OA} + l_{AB}$, у лівому x_{Bn} задається;

швидкість повзуна у крайніх положеннях механізму дорівнює нулю;

пришвидження повзуна у крайніх положеннях рівні за величиною і протилежні за напрямком, тобто $\bar{a}_{Bn} = -\bar{a}_{Bn}$.

Отже, на рух повзуна у крайніх положеннях накладаємо по три умови.

Синтезований закон руху повзуна x_{Bn} отримали, використовуючи результати роботи [4]. Слід зауважити, що прямий синтез закону руху повзуна поліномом V степені за перерахованими вище умовами приводить у загальному випадку до розв'язку системи шести алгебраїчних рівнянь. Але результат такого синтезу нас не задовольняє, оскільки кривина графіка пришвидшень більше ніж удвічі змінює свій знак.

Змінний радіус кривошипа r_{OA} обчислюємо за виразом

$$r_{OA} = \sqrt{x_{Bn}^2 + e^2} \cos(\varphi_{1i} + \alpha_i) - \text{sign}(\varphi_n - \varphi_{1i}) \times \\ \times \sqrt{l_{ABc}^2 - (x_{Bn}^2 + e^2) \sin^2(\varphi_{1i} - \alpha_i)}$$

де φ_n - кут, при якому функція $z = l_{AB}^2 - (x_{Bn}^2 + e^2) \sin^2(\varphi_{1i} + \alpha_i)$

набуває мінімуму; $l_{ABc}^2 = [x_{Bn}^2(\varphi_n) + e^2] \sin^2(\varphi_n - \alpha_n)$ - синте-

зована довжина шатуна; $\alpha_i = \arctg \frac{e}{x_{Bn}}$, $\alpha_n = \arctg \frac{e}{x_{Bn}(\varphi_n)}$.

Конкретніше про визначення змінного радіуса кривошипа і довжини шатуна описано у статті [3].

На рис. 2-4 подано графіки для двох значень координати $x_{Bn} = 0,3 \text{ м}$ і для $x_{Bn} = 0,25 \text{ м}$. Для інших значень $0,25 < x_{Bn} < 0,3$ відповідні графіки знаходяться у межах наведених.

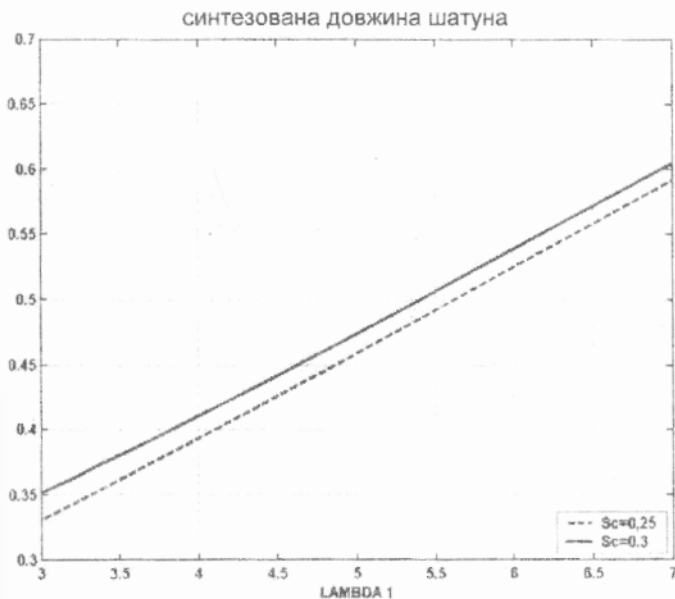


Рис. 2. Залежність синтезованої довжини шатуна від коефіцієнта λ_1

На рис. 2 зображено залежність синтезованої довжини шатуна l_{ABC} від безрозмірного коефіцієнта $\lambda_1 = l_{AB}/l_{OA}$. Як бачимо, залежність лінійна і суттєво не залежить від координати x_{B1} . Зауважимо, що при $\lambda_1 = 3$ різниця синтезованої довжини шатуна l_{ABC} при $x_{B1} = 0,3\text{ м}$ і $x_{B1} = 0,25\text{ м}$ становить $0,021\text{ м}$, а при $\lambda_1 = 7 - 0,013\text{ м}$.

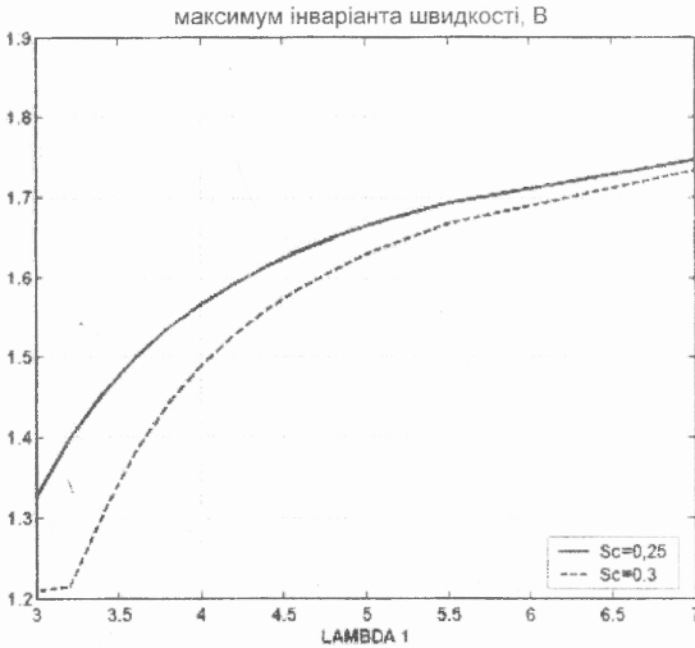


Рис. 3. Залежність константи швидкості B
від коефіцієнта λ_1

На рис. 3 показано залежність константи швидкості B від коефіцієнта λ_1 . При $\lambda_1 < 4,5$ константа B швидко зростає, а при $\lambda_1 > 5,5$ практично переходить у пряму лінію. Розкид константи при $\lambda_1 = 3$ становить $\Delta B_0 = 0,1$, при $\lambda_1 = 7$ $\Delta B = 0,013$. Згідно з графіком можна стверджувати, що при подальшому збільшенні λ_1 пучок констант B при різних x_{Bn} буде збігатись до певної однієї прямої.

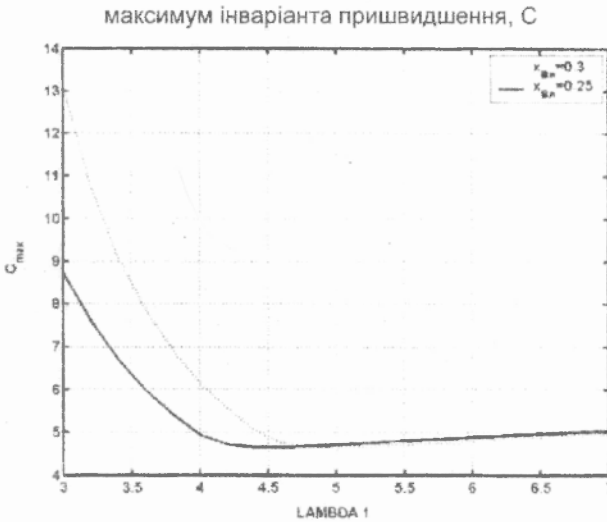


Рис. 4. Залежність координати повзуна C від коефіцієнта λ_1

На рис. 4 подано залежність константи пришвидшення C від λ_1 . Графіки мають мінімуми, величина яких суттєво не залежить від надаваного переміщення $x_{Bл}$. До точки мінімуму константа швидко зменшується, а після проходження його повільно зростає практично за лінійним законом. Якщо розкид константи при $\lambda_1 = 3$ становить $\Delta C_k = +4,3573$, то при $\lambda_1 = 7$ $\Delta C_k = -0,0628$. Тобто криві після проходження мінімуму перетинаються. Для в'яснення подальшої поведінки кривих проведено додаткові дослідження для $\lambda_1 = 10$, $\lambda_1 = 20$ і $\lambda_1 = 30$. При цьому розкид значень константи C становить: для $\lambda_1 = 10$ $\Delta C_k = -0,0279$, для $\lambda_1 = 20$ $\Delta C_k = -0,0058$, для $\lambda_1 = 30$ $\Delta C_k = -0,0024$. Мінімум константи C практично не залежить від значення координати $x_{Bл}$. Для усіх значень $x_{Bл} = 0,25 - 0,3$ мінімум константи пришвидшення коливається в межах $C = 4,64759 - 4,64758$. Найшвидше мінімум константи C і теоретично не

залежить від координати x_{Bl} . Коливання у межах 0,00001 викликає кроком зміни коефіцієнта λ_1 , при якому велось обчислення константи C .

Мінімум коефіцієнта C залежить від коефіцієнта λ_1 . Для менших значень x_{Bl} мінімум C настає при менших λ_1 , і навпаки. На рис. 5 подано залежність координати x_{Bl} від коефіцієнта λ_1 , при якій настає мінімум константи C .

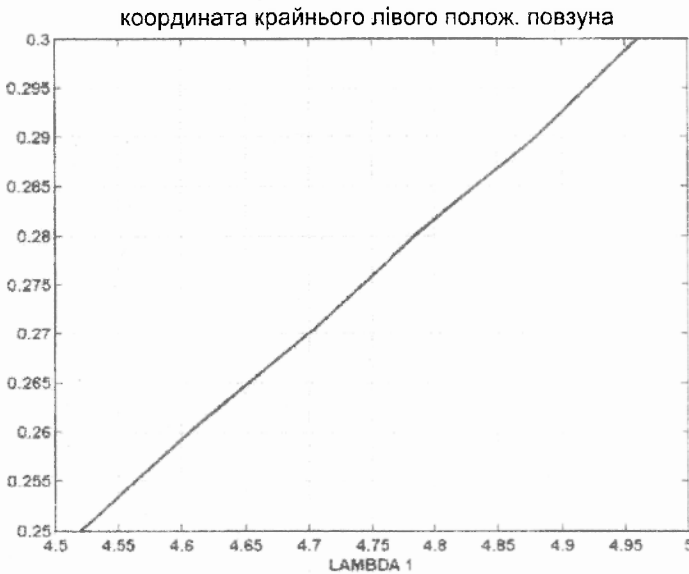


Рис. 5. Залежність координати повзуна x_{Bl} від коефіцієнта λ_1

Таким чином, для кривошипно-повзунного механізму зі змінною довжиною кривошипа і накладеними відповідними умовами синтезу можна зробити наступні висновки:

величина ходу повзуна і геометричні параметри механізму суттєво впливають на кінематичні характеристики синтезованого руху повзуна лише при невеликих коефіцієнтах λ_1 ;

при невеликих значеннях коефіцієнта λ_1 ($\lambda_1 < 5,5$ для швидкостей і $\lambda_1 < 4,5$ для пришвидшень) вплив величини ходу повзуна суттєвіший, ніж при більших. Для константи швидкості при коефіцієнті $\lambda_1 > 7$ і для константи пришвидшення при коефіцієнті $\lambda_1 > 4,7$ вплив величини ходу повзуна незначний;

мінімум константи пришвидшення не залежить від величини ходу повзуна і коефіцієнта λ_1 ;

за графіком (див. рис. 5) можна вибрати відповідне співвідношення між величиною ходу повзуна і коефіцієнтом λ_1 , при яких переміщення повзуна відбуватиметься з мінімальною можливою константою пришвидшення C для заданих умов синтезу.

1. Пасіка В.Р. Чисельний синтез кривошипно-повзунних механізмів з накладеними кінематичними вимогами // Вісник Технологічного університету Поділля. Хмельницький, 2002. №6. Ч.1 (47). С. 12–14. 2. Пасіка В.Р., Маца Р.С. До питання визначення змінної довжини кривошипа для забезпечення переміщень повзуна з постійною швидкістю // Наукові записки / УАД. Львів, 2003. Вип. 6. С. 32–35. 3. Пасіка В.Р., Полюдов О.М. Геометричний синтез кривошипно-повзунних механізмів за заданим переміщенням повзуна // Наук. вісник / УкрДІТУ. Львів, 2002. Вип. 12.8. С. 174–179. 4. Пасіка В.Р. До питання синтезу законів періодичного руху комбінованих механізмів // Машинознавство. 2002. №11. С. 29–32.