

УДК 677.055

ДВОРЖАК В. М.

Київський національний університет технологій та дизайну

ЗАСТОСУВАННЯ МЕХАНІЗМУ ЧЕТВЕРТОГО КЛАСУ ДЛЯ ПРИВОДУ ВУШКОВИХ ГОЛОК ОСНОВОВ'ЯЗальної МАШИНИ

Мета. Розроблення та дослідження функціонально-адекватних цільових механізмів технологічних машин легкої промисловості із застосуванням прикладних САЕ-програм.

Методика. Використані апарат векторної алгебри; аналітичний та чисельний методи визначення функцій положення плоских механізмів, що містять структурну групу четвертого класу другого порядку, на основі векторного перетворення координат; метод випадкового пошуку для метричного синтезу плоских механізмів; методи комп'ютерної візуалізації та анімації кінематичних схем плоских механізмів вищих класів.

Результати. Отримані математичні моделі, що описують функції положення механізму вушкових голок основов'язальної машини, що містить структурну групу четвертого класу другого порядку з обертальними кінематичними парами, у вигляді кутів рухомих ланок, вільних векторів, побудованих на цих ланках, та радіус-векторів характерних точок механізму у функції кута повороту ведучого кривошипа. Визначені геометричні параметри плоского шестиланкового механізму вушкових голок для основов'язальної машини, що містить структурну групу четвертого класу другого порядку з обертальними кінематичними парами у результаті метричного синтезу механізму методом випадкового пошуку в САЕ-програмі; виконано комп'ютерне схемотехнічне моделювання отриманого механізму; побудовані графіки візуалізації та анімації кінематичної схеми отриманого механізму; проведена ідентифікація складання кінематичної схеми отриманого механізму на предмет відповідності прийнятій структурі; отриманий графік функції положення вушкової голки механізму четвертого класу; виконано порівняння функцій положення вушкової голки нового механізму та механізму основов'язальної машини ОВ-7.

Наукова новизна. Запропонована структура плоского шестиланкового механізму, що містить структурні групи четвертого класу другого порядку з обертальними кінематичними парами, для застосування в якості приводного в основов'язальній машині на прикладі механізму коливального руху вушкових голок. Визначені геометричні розміри рухомих ланок функціонально-адекватного механізму четвертого класу для приводу вушкових голок основов'язальної машини. Створені програмні блоки для автоматизованого комп'ютерного метричного синтезу та розрахунку кутів ланок та радіус-векторів характерних точок механізму в САЕ-програмі.

Практична значимість роботи полягає у використанні одержаних результатів для проектування та конструювання плоских механізмів четвертого класу з обертальними кінематичними парами основов'язальних машин, у яких робочі органи здійснюють зупинення при виконанні робочого процесу.

Ключові слова: механізм четвертого класу, структурна група четвертого класу, механізм вушкових голок, основов'язальна машина.

Вступ. При виконанні процесу петлетворення на основов'язальних машинах петлетвірні органи здійснюють складний плоский або просторовий рух, який забезпечують, головним чином, важільні механізми. Характерною особливістю процесу петлетворення на основов'язальних машинах є сповільнення руху, зупинення та здійснення зворотного ходу петлетвірних органів за цикл утворення петлі. При цьому робочі точки петлетвірних органів можуть відтворювати траєкторії у вигляді відрізка прямої, дуги кола, плоскої або просторової шатунної кривої. Для реалізації складних законів руху та траєкторій петлетвірних органів при збереженні високих швидкостей роботи в основов'язальних

машинах застосовуються багатоланкові плоскі важільні механізми другого та третього класів. Крім того, у деяких конструкціях машин використовуються багатоланкові плоскі важільні механізми третього класу з двома та трьома ведучими кривошипами [1].

Взагалі, останнім часом спостерігається тенденція активного дослідження та застосування плоских механізмів вищих класів, у тому числі складної структури з обертальними та поступальними кінематичними парами, про що свідчать роботи [2-8] і, зокрема, роботи [9-14], які пов'язані з дослідженнями плоских механізмів третього класу основов'язальних машин. Однак питання використання в технологічних машинах механізмів, які містять структурну групу ланок вищу за третю для реалізації процесу петлетворення із зупиненням петлетвірного органу, мало досліджені. Причиною цього слід вважати складність кінематичного аналізу та синтезу механізмів четвертого та вище класів та відсутність відповідних комп'ютерних методів дослідження та уніфікованих способів верифікації отриманих результатів.

Тому розроблення і дослідження функціонально-досконалих плоских механізмів вищих класів для приводу петлетвірних органів основов'язальних машин, здатних реалізовувати потрібні закони руху, у тому числі із зупинками, є актуальною задачею.

Постановка завдання. Завданням цього дослідження є розроблення структурної та кінематичної схеми та схемотехнічне комп'ютерне моделювання шестиланкового плоского механізму четвертого класу, який містить структурну групу четвертого класу другого порядку, з метою його застосування для приводу петлетвірних органів основов'язальних машин.

Результати дослідження. Розглянемо структуру механізму, що розміщується у вертикальній площині XU правосторонньої системи координат (далі ПСК) з початком в точці P_1 (рис. 1). Представимо ланки механізму у вигляді вільних векторів (рис. 2): P_{1-2} – вектору ведучого кривошипа, P_{2-3} , P_{3-4} та P_{2-4} – векторів першого шатуна, P_{3-6} – вектору другого шатуна, P_{4-5} – вектору третього шатуна та P_{7-5} , P_{7-6} та P_{5-6} – векторів коромисла. Довжини векторів позначимо L_{i-j} з відповідними до векторів індексами. Перший, другий, третій шатуни та коромисло утворюють структурну групу четвертого класу другого порядку, яка приєднується до ведучого кривошипа. Ведучий кривошип та коромисло з'єднуються зі стояком механізму. Робочою точкою є точка P_8 – центр вічка вушкової голки, рух якої характеризується вектором P_{7-8} . Усі ланки механізму утворюють обертальні кінематичні пари п'ятого класу. Таким чином, механізм має шість ланок, дві з яких з'єднані зі стояком. При цьому він містить на дві рухомі ланки та два стояки менше, ніж подібний механізм другого класу, який використовується в машині ОВ-7 для приводу вушкових голок [1], та на один стояк менше, ніж механізм третього класу, який пропонується використовувати для приводу вушкових голок основов'язальної машини в роботі [14].

При побудові графіків закону руху робочої точки механізму за початкове положення приймемо таке положення механізму, коли вушкові голки починають свій рух вперед після завершення зупинки за спинками крючкових голок (початок етапу прокладання ниток основи). Узагальненою координатою механізму приймемо кут φ_1 повороту ведучого кривошипа.

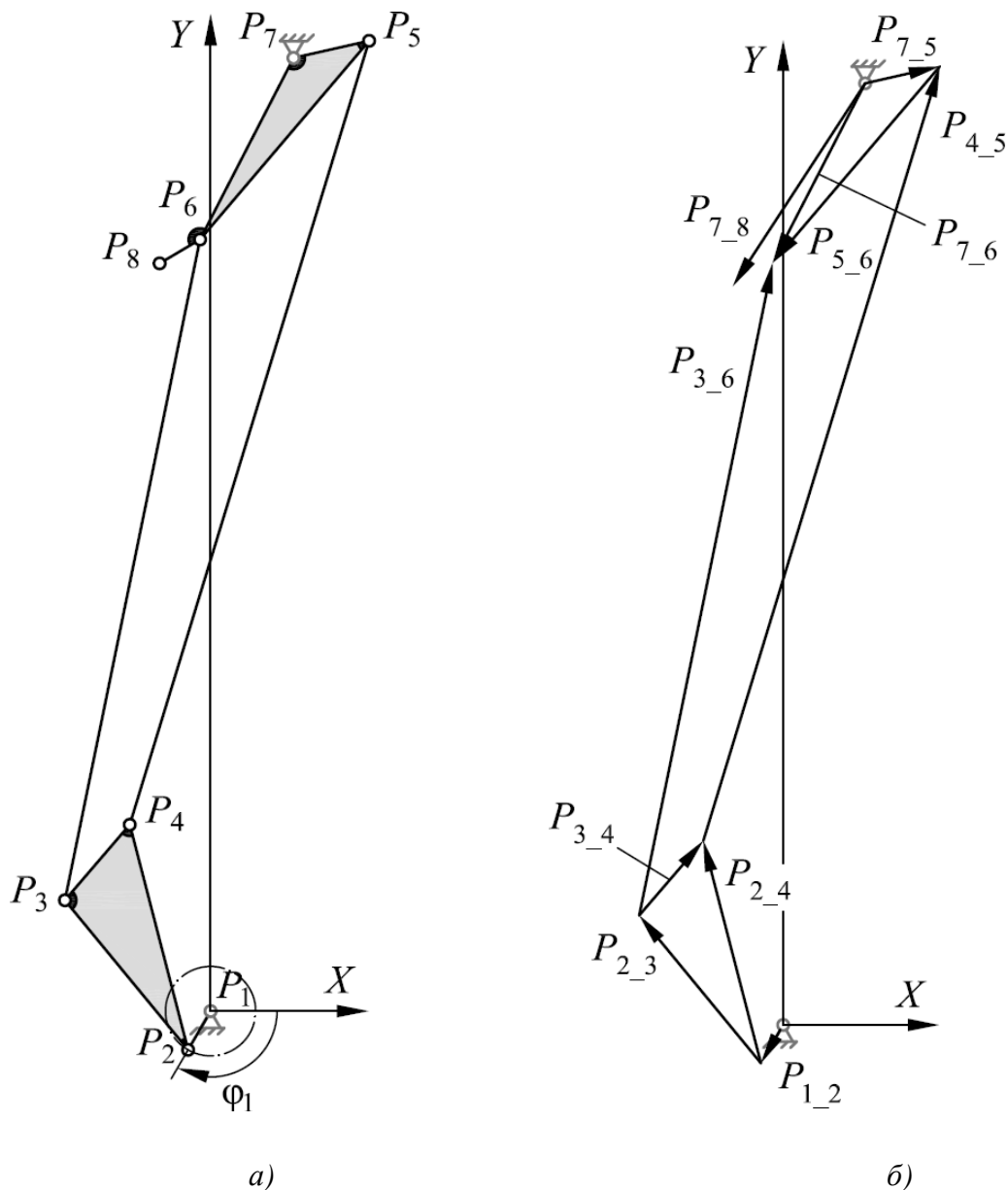


Рис. 1. Схеми плоского шестиланкового механізму четвертого класу для приводу вушкових голок основ'язальної машини: а – структурна; б – кінематична (векторна)

Робоча точка P_8 повинна відтворювати траєкторію у вигляді дуги кола за законом «рух вперед-рух назад-зупинення», як наприклад, у машині ОВ-7 (рис. 2). При цьому рухи вперед, назад та зупинення здійснюються робочою точкою P_8 за 120° кута повороту ведучого кривошипа кожен, хід коромисла з гребінкою з вушковими голками складає $5,45^\circ$, лінійний хід робочої точки P_8 вушкової голки складає 13 мм [15].

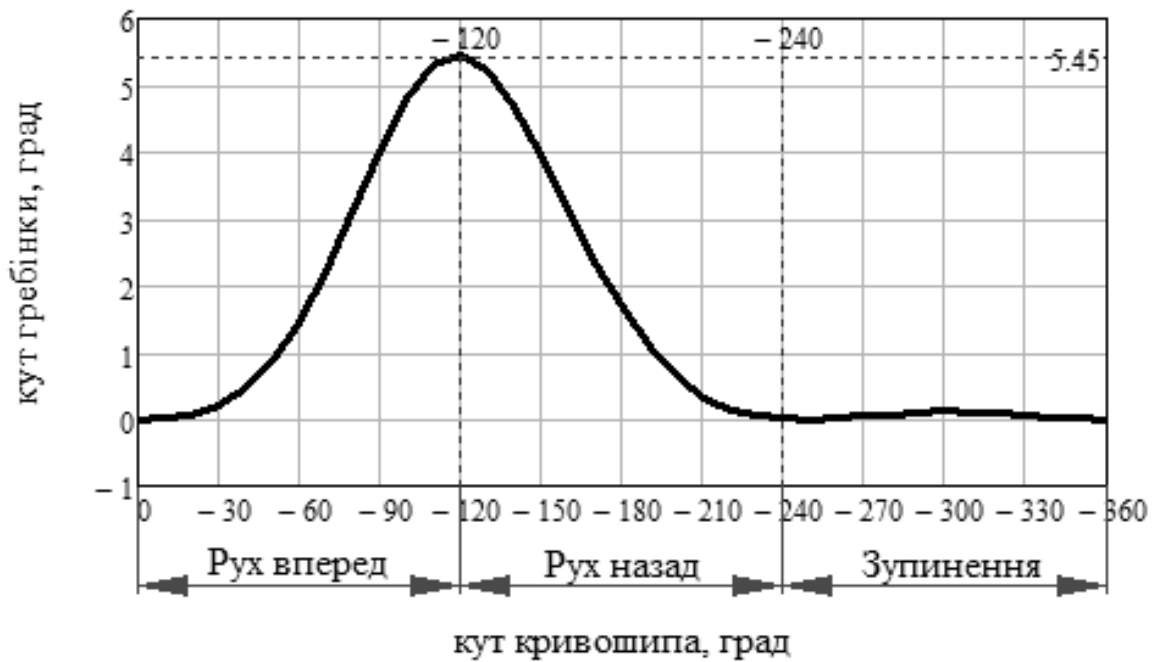


Рис. 2. Графік закону руху гребінки з вушковими голками основов'язальної машини

У результаті проведеного метричного синтезу механізму методом випадкового пошуку були отримані геометричні параметри його ланок, які представлені в табл. 1.

Таблиця 1

Геометричні параметри ланок механізму

Позначення	L_{1-2}	L_{2-3}	L_{3-4}	L_{2-4}	L_{3-6}	L_{4-5}	L_{7-6}	L_{7-5}	L_{5-6}	L_{7-8}	P_{1X}	P_{1Y}	P_{7X}	P_{7Y}
Значення, мм	25	108	55,5	130	377	458	114	43	146	136,8	0	0	46	533

При метричному синтезі механізму сталими параметрами були прийняті координати стояків ведучого кривошипа та коромисла (відповідно точки P_1 та P_7) та відстань L_{7-8} від осі валу коромисла до робочої точки вушкової голки P_8 . Визначалися лінійні розміри рухомих ланок, що описуються вільними векторами P_{1-2} , P_{2-3} , P_{3-4} , P_{2-4} , P_{3-6} , P_{4-5} , P_{7-6} та P_{5-6} , та здійснювалася ідентифікація складання кінематичної схеми механізму в програмі Mathcad.

При визначенні цільової функції та комп'ютерному моделюванні механізму розв'язувалася задача про визначення положень ланок механізму. Для цього були виділені векторні контури $P_{2-3} \rightarrow P_{3-6} \rightarrow P_{7-2} \leftarrow P_{7-6}$ та $P_{2-4} \rightarrow P_{4-5} \rightarrow P_{7-2} \leftarrow P_{7-5}$ і складені векторні рівняння їхньої замкнутості:

$$\begin{bmatrix} L_{2-3} \cos(\varphi_{2-3}) \\ L_{2-3} \sin(\varphi_{2-3}) \\ 0 \end{bmatrix} + \begin{bmatrix} L_{3-6} \cos(\varphi_{3-6}) \\ L_{3-6} \sin(\varphi_{3-6}) \\ 0 \end{bmatrix} + P_{7-2}(\varphi_1) = \begin{bmatrix} L_{7-6} \cos(\varphi_{7-6}) \\ L_{7-6} \sin(\varphi_{7-6}) \\ 0 \end{bmatrix}; \quad (1)$$

$$\begin{bmatrix} L_{2-4} \cos(\varphi_{2-3} + \alpha_1) \\ L_{2-4} \sin(\varphi_{2-3} + \alpha_1) \\ 0 \end{bmatrix} + \begin{bmatrix} L_{4-5} \cos(\varphi_{4-5}) \\ L_{4-5} \sin(\varphi_{4-5}) \\ 0 \end{bmatrix} + P_{7-2}(\varphi_1) = \begin{bmatrix} L_{7-5} \cos(\varphi_{7-6} + \alpha_2) \\ L_{7-5} \sin(\varphi_{7-6} + \alpha_2) \\ 0 \end{bmatrix}; \quad (2)$$

де

$$P_{7-2}(\varphi_1) := \begin{bmatrix} P_{1X} + L_{1-2} \cos(\varphi_1) - P_{7X} \\ P_{1Y} + L_{1-2} \sin(\varphi_1) - P_{7Y} \\ 0 \end{bmatrix}; \quad \alpha_1 := -\arccos \left[\frac{L_{2-3}^2 + L_{2-4}^2 - L_{3-4}^2}{2L_{2-3} \cdot L_{2-4}} \right];$$

$$\alpha_2 := \arccos \left[\frac{L_{7-5}^2 + L_{7-6}^2 - L_{5-6}^2}{2L_{7-5} \cdot L_{7-6}} \right].$$

Система векторних рівнянь (1) та (2) розв'язувалася чисельно, з використанням обчислювального блоку Mathcad. Від вибору початкових значень кутів ланок φ_{2-3} , φ_{3-6} , φ_{7-6} та φ_{4-5} залежить варіант складання механізму. Для варіанту складання механізму, що досліджується, були визначені такі значення початкових кутів ланок: $\varphi_{2-3} = 125^\circ$, $\varphi_{3-6} = 80^\circ$, $\varphi_{7-6} = -130^\circ$ та $\varphi_{4-5} = 70^\circ$.

При комп'ютерному моделюванні механізму визначалися радіус-вектори характерних точок механізму через їхні проекції на осі ПСК:

$$P_{2X}(\varphi_1) := P_{1X} + L_{1-2} \cdot \cos(\varphi_1); \quad P_{2Y}(\varphi_1) := P_{1Y} + l_1 \cdot \sin(\varphi_1); \quad (3)$$

$$P_{3X}(\varphi_1) := P_{2X}(\varphi_1) + L_{2-3} \cdot \cos(\varphi_{2-3}(\varphi_1)); \quad P_{3Y}(\varphi_1) := P_{2Y}(\varphi_1) + L_{2-3} \cdot \sin(\varphi_{2-3}(\varphi_1)); \quad (4)$$

$$P_{4X}(\varphi_1) := P_{2X}(\varphi_1) + [\cos(\varphi_{2-3}(\varphi_1)) \cdot \cos(\alpha_1) - \sin(\varphi_{2-3}(\varphi_1)) \cdot \sin(\alpha_1)] \cdot \frac{L_{2-4}}{L_{2-3}}; \quad (5)$$

$$P_{4Y}(\varphi_1) := P_{2Y}(\varphi_1) + [\cos(\varphi_{2-3}(\varphi_1)) \cdot \sin(\alpha_1) + \sin(\varphi_{2-3}(\varphi_1)) \cdot \cos(\alpha_1)] \cdot \frac{L_{2-4}}{L_{2-3}}; \quad (6)$$

$$P_{5X}(\varphi_1) := P_{4X}(\varphi_1) + L_{4-5} \cdot \cos(\varphi_{4-5}(\varphi_1)); \quad P_{5Y}(\varphi_1) := P_{4Y}(\varphi_1) + L_{4-5} \cdot \sin(\varphi_{4-5}(\varphi_1)); \quad (7)$$

$$P_{6X}(\varphi_1) := P_{3X}(\varphi_1) + L_{3-6} \cdot \cos(\varphi_{3-6}(\varphi_1)); \quad P_{6Y}(\varphi_1) := P_{3Y}(\varphi_1) + L_{3-6} \cdot \sin(\varphi_{3-6}(\varphi_1)); \quad (8)$$

та радіус-вектор робочої точки вушкової голки P_8 :

$$P_{8X}(\varphi_1) := P_{7X} + [\cos(\varphi_{7-6}(\varphi_1)) \cdot \cos(\alpha_3) - \sin(\varphi_{7-6}(\varphi_1)) \cdot \sin(\alpha_3)] \cdot \frac{L_{7-8}}{L_{7-6}}; \quad (9)$$

$$P_{8Y}(\varphi_1) := P_{7Y} + [\cos(\varphi_{7-6}(\varphi_1)) \cdot \sin(\alpha_3) + \sin(\varphi_{7-6}(\varphi_1)) \cdot \cos(\alpha_3)] \cdot \frac{L_{7-8}}{L_{7-6}}; \quad (10)$$

де α_3 – кут, який визначає положення робочої точки P_8 відповідно до коромисла P_{7-6} (кут α_3 – це регульований параметр механізму; для розрахунку було прийнято, що $\alpha_3 = 6^\circ$).

Вільні вектори P_{1-2} , P_{2-3} , P_{3-4} , P_{2-4} , P_{3-6} , P_{4-5} , P_{7-6} та P_{5-6} визначалися векторною різницею відповідних радіус-векторів, отриманих за виразами (3)-(10).

Процедура ідентифікації схеми механізму здійснювалася за його комп'ютерній моделі в Mathcad за графіком візуалізації положень ланок механізму (рис. 3, а).

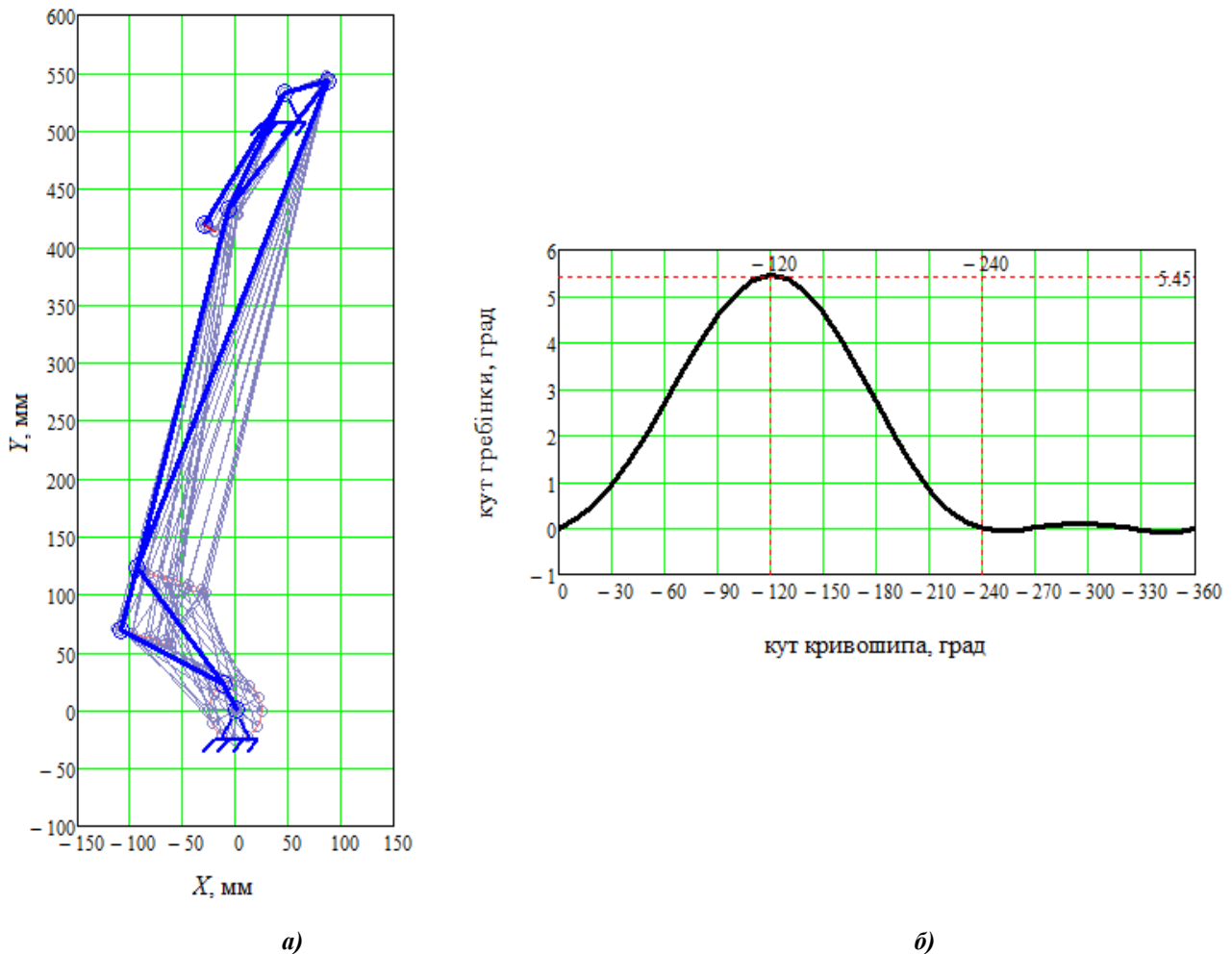


Рис. 3. Графіки: *а* – візуалізації кінематичної схеми суміщеної з 12 положеннями механізму вушкових голок четвертого класу у початковому положенні; *б* – закону руху гребінки з вушковими голками, що реалізується механізмом четвертого класу

Аналіз закону руху робочої точки P_8 вушкової голки за виразами (9)-(10), графік якого представлений на рис. 3, б, показав його співпадіння в границях допустимої похибки із законом руху робочої точки вушкової голки основов'язальної машини ОВ-7 та подібними основов'язальними машинами.

Висновки. Запропонована структура та отримані геометричні параметри плоского шестиланкового механізму, який містить структурні групи четвертого класу другого порядку з обертальними кінематичними парами, що дозволяє при збереженні закону руху вушкової голки із зупинкою за цикл роботи зменшити кількість ланок до п'яти рухомих на відміну від існуючих восьми- та десятиланкових плоских механізмів другого класу та зменшити кількість опорних стояків до двох на відміну від існуючих чотирьох у машині ОВ-7 та трьох у механізмі третього класу зі структурними групами третього класу третього порядку з обертальними кінематичними парами.

Результати можуть використовуватись для проектування та конструювання подібних механізмів в САЕ-програмах та розрахунках кінематики з використанням виразів (3)-(10).

Література

1. Гарбарук В. Н. Проектирование трикотажных машин / В. Н. Гарбарук – Л.: Машиностроение, 1980. – 472 с.
2. Кошель С. О. Структурний аналіз складних механізмів третього та четвертого класів [електронний ресурс] / С. О. Кошель, Г. В. Кошель // Міжвузівський збірник «Наукові нотатки». Луцьк, 2019. Випуск № 67. С. 64-69.
3. S. Koshel Definition of accelerations of points of a plane mechanism of the fourth class by graph-analytical method / S. Koshel, G. Koshel // Proceedings of Odessa Polytechnic University. Machine building. Process metallurgy. Materials science. – 2018. – № 2(55). P. 28-33.
4. Мацюк И. Н. Исследование плоских стержневых механизмов сложной структуры методами векторной алгебры. [електронний ресурс] / И. Н. Мацюк, Э. М. Шляхов // Восточно-Европейский журнал передовых технологий. Прикладная механика. – 2015. – № 7 (75). Том 3. – С. 34-38. <http://journals.uran.ua/eejet/article/view/44236/41479>.
5. Мацюк И. Н. Кинематический анализ плоских рычажных механизмов высоких классов в программе Mathcad. [електронний ресурс] / И. Н. Мацюк, В. М. Третьяков, Э. М. Шляхов // Теория механизмов и машин. – 2012. – № 1. Том 10. – С. 65-70. – Режим доступа до журн.: <http://tmm.spbstu.ru/journal.html>.
6. Кіницький Я. Т. Аналітичне дослідження кінематики механізмів III класу з використанням системи Mathcad / Я. Т. Кіницький, М. В. Марченко, В. О. Харжевський // Вісник Хмельницького національного університету. Технічні науки. – 2013. – № 6. – С. 7-10.
7. Осипова О. И. Кинематический анализ и синтез механизмов с шестизвенной четырехповодковой структурной группой и выстоями выходных звеньев : автореф. дис. на здобуття наук. ступеня канд. техн. наук : спец. 05.02.18 «Теория механизмов и машин» / О. И. Осипова. – Омск, 2012. – 26 с.
8. Гебель Е. С. Кинематический синтез и анализ кривошипно-ползунных механизмов 3-го класса при заданных циклограмме и положении направляющей [Електронний ресурс] / Е. С. Гебель, В. Г. Хомченко, В. В. Клевакин // Научный журнал НИУ ИТМО. Процессы и аппараты пищевых производств. – 2015. – № 2 (24). Режим доступа: <http://processes.ihbt.ifmo.ru/file/article/7413.pdf>.

References

1. Harbaruk V. N. (1980). Proektyrovanie trykotazhnikh mashyn [Planning of knittings machines]. Leningrad: Machine industry [in Russian].
2. Koshel, S. O. & Koshel, H. V. Strukturnyi analiz skladnykh mekhanizmv tretoho ta chetvertoho klasiv [Structural analysis of complex mechanisms of the third and fourth classes]. Lutsk: Naukovi notatky, 67, 64-69 [in Ukrainian].
3. S. Koshel Definition of accelerations of points of a plane mechanism of the fourth class by graph-analytical method / S. Koshel, G. Koshel // Proceedings of Odessa Polytechnic University. Machine building. Process metallurgy. Materials science. – 2018. – № 2(55). P. 28-33.
4. Matsyuk, I. N. & Shlyahov, E. M. (2015). Issledovanie ploskih sterzhnevyyih mehanizmov slozhnoy strukturyi metodami vektornoy algebry [Investigation of flat rod mechanisms with a complex structure by methods of vector algebra]. Eastern European Journal of Advanced Technologies. Applied mechanics, 7(75), V 3, 34-38. Retrieved from: <http://journals.uran.ua/eejet/article/view/44236/41479> [in Russian].
5. Matsyuk, I. N., Tretyakov, V. M. & Shlyahov, E. M. (2012). Kinematicheskii analiz ploskih ryichazhnyih mehanizmov vyisokih klassov v programme Mathcad [Kinematic analysis of flat lever mechanisms of high classes in the Mathcad program]. Theory of mechanisms and machines, 1, V 10, 65-70. Retrieved from: <http://tmm.spbstu.ru/journal.html> [in Russian].
6. Kinytskyi, Ya. T., Marchenko, M. V. & Kharzhevskyy, V. O. (2013). Analitichne doslidzhennya kinematyky mekhanizmv III klasu z vykorystanniam systemy Mathcad. [Analytical study of kinematics of mechanisms of the III class using the system Mathcad]. Khmelnytsky: KhNU. Tekhnichni nauky, 6, 7-10 [in Ukrainian].
7. Osipova, O. I. (2012). Kinematicheskii analiz i sintez mekhanizmov s shestizvennoi chetyrekhpodkovkoi strukturnoi gruppoy i vystoiami vykhodnykh zvenev. [Kinematic analysis and synthesis of mechanisms with a six-link four-link group structural group and endurance of the output links: author. dis. on the science]. Omsk [in Russian].
8. Gebel, E. S. (2015). Kinematicheskij sintez i analiz krivoshipno-polzunnyh mehanizmov 3-go klassa pri zadannyh ciklogramme i polozhenii napravlyayushej [Kinematic synthesis and analysis of crank-slider mechanisms of the 3rd class with a given cycle diagram and position of the guide]. Scientific journal of NRU ITMO. Processes and apparatus for food production, 2 (24). Retrieved from: <http://processes.ihbt.ifmo.ru/file/article/7413.pdf>.
9. Dvorzhak, V. M., Orlovskyy, B. V., Petriv, B. M. &

9. Дворжак В. М. Схемотехнічне моделювання механізмів основов'язальних машин зі структурними групами III класу. Повідомлення 1. [електронний ресурс] / В. М. Дворжак, Б. В. Орловський, Б. М. Петрів, М. Г. Залюбовський // Технології та дизайн. 2012. № 4. Режим доступу до журн.: http://archive.nbu.gov.ua/e-journals/td/2012_4/index.html.
10. Дворжак В. М. Схемотехнічне моделювання механізмів основов'язальних машин зі структурними групами III класу. Повідомлення 2. [електронний ресурс] / В. М. Дворжак, Б. В. Орловський, Б. М. Петрів, М. Г. Залюбовський // Технології та дизайн. – 2013. – № 2. Режим доступу до журн.: http://archive.nbu.gov.ua/e-journals/td/2013_2/index.html.
11. Орловський Б. В. Схемотехнічне моделювання механізмів основов'язальних машин з трьома ступенями вільності зі структурними групами III класу IV порядку / Б. В. Орловський, В. М. Дворжак, І. В. Савченко Вісник Хмельницького національного університету. Технічні науки. – 2013. – № 3. – С. 174-181.
12. Дворжак В. М. Комп'ютерне моделювання механізмів основов'язальних машин зі структурними групами третього класу третього порядку з поступальними парами / В. М. Дворжак // Вісник Київського національного університету технологій та дизайну. Технічні науки. – 2015. – № 6. – С. 37-46.
13. Дворжак В. М. Математичне моделювання механізмів швейних машин зі структурними групами третього класу третього порядку з двома поступальними парами / В. М. Дворжак Вісник Київського національного університету технологій та дизайну. Технічні науки. – 2016. – № 5. – С. 99-108.
14. Дворжак В. М. Силовий аналіз механізму коливального руху вушкових голок основов'язальної машини / В. М. Дворжак // Вісник Київського національного університету технологій та дизайну. Технічні науки. – 2019. – № 3 (134). – С. 26-35.
15. Дворжак В. М. Удосконалення та синтез механізму прокачки вушкових голок основов'язальних машин : автореф. дис. на здобуття наук. ступеня канд. техн. наук : спец. 05.05.10 «Машини легкої промисловості» / В. М. Дворжак. – Київ, 2008. – 26 с.
- Zaliubovskyi, M. H. (2012). Skhemotekhnichne modeliuвання mekhanizmiv osnovoviazalnykh mashyn zi strukturnymy hrupamy III klasy. Povidomlennia 1. [Circuit modeling of the mechanisms of warp machines with third-class structural groups. Priority 1]. Kyiv: Tekhnolohiyi ta dyzayn, 4. Retrieved from: http://archive.nbu.gov.ua/e-journals/td/2012_4/index.html [in Ukrainian].
10. Dvorzhak, V. M., Orlovskyy, B. V., Petriv, B. M. & Zaliubovskyi, M. H. (2013). Skhemotekhnichne modeliuвання mekhanizmiv osnovoviazalnykh mashyn zi strukturnymy hrupamy III klasy. Povidomlennia 2. [Circuit modeling of the mechanisms of warp machines with third-class structural groups. Priority 2]. Kyiv: Tekhnolohiyi ta dyzayn, 2. Retrieved from: http://archive.nbu.gov.ua/e-journals/td/2013_2/index.html [in Ukrainian].
11. Orlovskyy, B. V., Dvorzhak, V. M. & Savchenko, I. V. (2013). Skhemotekhnichne modeliuвання mekhanizmiv osnovoviazalnykh mashyn z troma stupeniamy vilnosti zi strukturnymy hrupamy III klasy IV poriadku. [Schematic modeling of the mechanisms of three-degree-knotting machines with fourth-order third-class structural groups]. Khmel'nitsky: KhNU. Tekhnichni nauky, 3, 174-181 [in Ukrainian].
12. Dvorzhak, V. M. (2015). Kompiuterne modeliuвання mekhanizmiv osnovoviazalnykh mashyn zi strukturnymy hrupamy tretoho klasy tretoho poriadku z postupalnymy paramy [Computer modeling of mechanisms of warp knitting machines with structural groups of the third class of the third order with translational pairs]. Kyiv: Visnyk KNUTD. Tekhnichni nauky, 6, 37-46 [in Ukrainian].
13. Dvorzhak, V. M. (2016). Matematyчне modeliuвання mekhanizmiv shveinykh mashyn zi strukturnymy hrupamy tretoho klasy tretoho poriadku z dvoma postupalnymy paramy [Mathematical modeling of sewing machines with structural groups of the third class of the third order with two translational pairs]. Kyiv: Visnyk KNUTD. Tekhnichni nauky, 5, 99-108 [in Ukrainian].
14. Dvorzhak, V. M. (2019). Sylovyi analiz mekhanizmu kolyvalnoho rukhu vushkovykh holok osnovoviazalnoi mashyny [Power analysis of the mechanism of oscillating movement of the eye needles of the warp knitting machine]. Kyiv: Visnyk KNUTD. Tekhnichni nauky, 3 (134), 26-35 [in Ukrainian].
15. Dvorzhak, V. M. (2008). Udoskonalennia ta syntezy mekhanizmu prokachky vushkovykh holok osnovoviazalnykh mashyn. [Improvement and synthesis of the mechanism of oscillating movement of eyelets of basic knitting machines]. Kyiv [in Ukrainian].

VOLODYMYR DVORZHAK

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-1693-9106>
ResearcherID: P-5907-2018

Docent of the Department of Applied Mechanics and Machines,
Kyiv National University of Technologies and Design, Kyiv, Docent, Candidate of Technical Sciences (Ph. D.)

ПРИМЕНЕНИЕ МЕХАНИЗМА ЧЕТВЕРТОГО КЛАССА ДЛЯ ПРИВОДА УШКОВЫХ ИГЛ ОСНОВОВЯЗАЛЬНОЙ МАШИНЫ

ДВОРЖАК В. М.

Киевский национальный университет технологий и дизайна

Цель. Разработка и исследование функционально-адекватных целевых механизмов технологических машин лёгкой промышленности с применением прикладных САЕ-программ.

Методика. Используются аппарат векторной алгебры; аналитический и численный методы определения функций положения плоских механизмов, содержащих структурную группу четвертого класса второго порядка, на основе векторного преобразования координат; метод случайного поиска для метрического синтеза плоских механизмов; методы компьютерной визуализации и анимации кинематических схем плоских механизмов высоких классов.

Результаты. Получены математические модели, описывающие функции положения механизма ушковых игл основовязальной машины, содержащий структурную группу четвертого класса второго порядка с вращательными кинематическими парами, в виде углов подвижных звеньев, свободных векторов, построенных на этих звеньях, и радиус-векторов характерных точек механизма в функции угла поворота ведущего кривошипа. Определены геометрические параметры плоского шестизвенного механизма ушковых игл для основовязальной машины, содержащий структурную группу четвертого класса второго порядка с вращательными кинематическими парами в результате метрического синтеза механизма методом случайного поиска в САЕ-программе; выполнено компьютерное схемотехническое моделирование полученного механизма; построены графики визуализации и анимации кинематической схемы полученного механизма; проведена идентификация сборки кинематической схемы полученного механизма на предмет соответствия принятой структуре; получен график функции положения ушковой иглы механизма четвертого класса; выполнено сравнение функций положения ушковой иглы нового механизма и механизма основовязальной машины ОВ-7.

Научная новизна. Предложена структура плоского шестизвенного механизма, содержащего структурные группы четвертого класса второго порядка с вращательными кинематическими парами, для применения в качестве приводного в основовязальной машине на примере механизма колебательного движения ушковых игл. Определены геометрические размеры подвижных звеньев функционально-адекватного механизма четвертого класса для привода ушковых игл основовязальной машины. Созданы программные блоки для автоматизированного компьютерного метрического синтеза и расчета углов звеньев и радиус-векторов характерных точек механизма в САЕ-программе.

Практическая значимость работы заключается в использовании полученных результатов для проектирования и конструирования плоских механизмов четвертого класса с вращательными кинематическими парами основовязальных машин, в которых рабочие органы осуществляют остановки при выполнении рабочего процесса.

Ключевые слова: механизм четвертого класса, структурная группа четвертого класса, механизм ушковых игл, основовязальная машина.

APPLICATION OF THE FOURTH CLASS MECHANISM FOR DRIVE EAR NEEDLES OF THE BASIC BINDING MACHINE

DVORZHAK V. M.

Kyiv National University of Technologies and Design

Purpose. Development and research of functionally-adequate target mechanisms of technological machines of light industry with application of applied CAE-programs.

Methodology. Used the apparatus of vector algebra; analytical and numerical methods for determining the position functions of planar mechanisms containing a structural group of the fourth class of the second order, based on the vector transformation of coordinates; random search method for metric synthesis of flat mechanisms; methods of computer visualization and animation of kinematic schemes of flat mechanisms of higher classes.

Findings. Mathematical models describing the position functions of the mechanism of eyelets of a warp knitting machine containing a structural group of the fourth class of the second order with rotating kinematic pairs in the form of angles of moving links, free vectors constructed on these links and radius vectors of characteristic points of the mechanism as a function of the angle of rotation of the master crank. The geometrical parameters of the flat six-link mechanism of eyelets for the warp knitting machine containing the structural group of the fourth class of the second order with rotating kinematic pairs as a result of metric synthesis of the mechanism by random search in CAE-program are determined; computer circuit modeling of the obtained mechanism is performed; graphs of visualization and animation of the kinematic scheme of the received mechanism are constructed; identification of the kinematic scheme of the obtained mechanism for compliance with the accepted structure; the received graph of function of position of an auricular needle of the mechanism of the fourth class; the functions of the position of the eye needle of the new mechanism and the mechanism of the basic knitting machine OV-7 are compared.

Originality. The structure of a flat six-link mechanism, containing structural groups of the fourth class of the second order with rotating kinematic pairs, is proposed for use as a drive in a warp knitting machine on the example of the mechanism of oscillating movement of eyelets. The geometric dimensions of the moving parts of the functionally adequate mechanism of the fourth class for the drive of the eye needles of the basic knitting machine are determined. Software blocks for automated computer metric synthesis and calculation of link angles and radius vectors of characteristic points of the mechanism in the CAE program have been created..

Practical Value is to use the results for the design and construction of flat mechanisms of the fourth class with rotating kinematic pairs of warp knitting machines, in which the working bodies make stops during the work process.

Keywords: fourth class mechanism, fourth class structural group, eye needle mechanism, basic knitting machine.