

УДК 677.055.684.6

КОТЛЯРОВ В. О., ДВОРЖАК В. М.

Київський національний університет технологій та дизайну

МЕТРИЧНИЙ СИНТЕЗ МЕХАНІЗМУ ВУШКОВИХ ГОЛОК ЗМІННОЇ СТРУКТУРИ ОСНОВОВ'ЯЗАЛЬНИХ МАШИН

Мета. Проектування цільового механізму коливального руху вушкових голок основов'язальної машини із застосуванням прикладних CAD-програм.

Методика. Використані методи метричного синтезу та кінематичного аналізу типових механізмів технологічних машин легкої промисловості.

Результати. Розроблений механізм змінної структури для приводу вушкових голок основов'язальної машини із зупинкою за цикл петлетворення; отримані математичні моделі для метричного (геометричного) синтезу механізму змінної структури.

Наукова новизна. Запропонований аналітичний метод метричного (геометричного) синтезу чотириланкового механізму змінної структури для приводу вушкових голок основов'язальної машини, який реалізує закон руху із зупинкою за цикл петлетворення.

Практична значимість роботи полягає в розробці функціонально-досконалих механізмів основов'язальних машин шляхом зменшення кількості рухомих елементів при збереженні технологічного процесу петлетворення, що забезпечить зменшення інерційних навантажень та потенційно підвищить продуктивність машини.

Ключові слова: основов'язальна машина, механізм змінної структури, метричний синтез, вушкова голка.

Вступ. Основов'язальні машини (далі ОВ-машини) належать до циклових в'язальних машин, в яких механізм в'язання містить багатоланкові важільні механізми, які в певній мірі визначають якість продукції та продуктивність машини.

В сучасних основов'язальних машинах в якості основних приводних механізмів робочих інструментів зазвичай використовуються багатоланкові шарнірно-важільні механізми другого і вище класів за класифікацією Ассура [1, 2, 3, 4]. Такі механізми забезпечують у певному наближенні відтворення складних законів руху петлетвірних інструментів, які передбачають виконання за технологічними вимогами зупинку робочого інструменту впродовж циклу петлетворення, а також здійснення зворотних ходів. При цьому з метою підвищення точності відтворення складних законів руху робочих інструментів використовуються восьми, десяти та дванадцятиланкові структури механізмів, а також механізми з кількома ступенями вільності [3, 5]. Можливості шарнірно-важільних механізмів з «жорсткими» ланками, які утворюють незмінні схеми, є в певному сенсі вичерпаними [6, 7]. Тому актуальним завданням є створення механізмів змінної структури зі змінними метричними параметрами та формою ланок зі зменшенням їхньої кількості при забезпеченні технологічного процесу петлетворення на ОВ-машинах.

Постановка завдання. Для дослідження в якості базового механізму приймемо механізм коливального руху вушкових голок машини ОВ-7, який містить вісім ланок та реалізує закон руху вушкових голок із зупинкою за цикл петлетворення [2]. Для зменшення кількості рухомих ланок в механізмі при збереженні технологічного процесу може бути використаний шарнірний чотириланковик з ланками змінної довжини та форми за цикл процесу петлетворення, наприклад, як в роботах [8, 9]. Зміна довжини та форми ланок здійснюється завдяки використанню в їх конструкції пружних елементів. Для забезпечення зупинки вушкових голок в механізмі може бути використаний упор, який обмежує рух однієї

з рухомих ланок [1, 6]. Заклинювання шарнірного чотириланковика уникається завдяки використанню змінної ланки. Прийmemo в якості змінної ланки коромисло. На фазах зупинки вушкових голок при взаємодії однієї з рухомих ланок з упором, змінне коромисло забезпечує так звану «прокручуваність» механізму, а на фазах коливального руху воно працює як «жорстка» ланка.

Завданням метричного синтезу механізму вушкових голок із змінними ланками є визначення геометричних параметрів структурної схеми механізму, які задовольняють необхідним кінематичним, динамічним та конструктивним особливостям механізму з використанням сучасних САПР SolidWorks та Mathcad [10].

Результати досліджень. У базовому механізмові коливального руху вушкових голок (рис. 1) [1, 2] тримач вушкових голок здійснює зворотно-коливальний рух за законом «коливання вперед – зсув перед крючками голок – коливання назад – зсув за спинками голок». При цьому за умовами виконання технологічного процесу зсув за спинками голок відбувається при зупинці вушкових гребінок, тривалість якої залежить від ОВ-машини і становить приблизно третину циклу петлетворення (біля 120° фазового кута повороту ведучої ланки механізму) [1, 2].

У новому механізмі коливального руху вушкових голок змінною ланкою є коромисло. На фазах рухів вперед та назад механізм можна розглядати як механізм шарнірного чотириланковика, а на фазах зупинки, коли коромисло взаємодіє з упором, – як кривошипно-кулісний механізм, в якому одна частина змінного коромисла виконує функцію нерухомої прямої (куліси), а інша – повзуна куліси. Тобто застосовується механізм зі змінною кінематичною структурою.

При синтезі механізму вушкових голок із змінною ланкою відоме крайнє верхнє положення (рис. 2) (φ_{23} – фаза зсуву перед крючками голок), та два проміжних положення (φ_{23} та φ_{31} – фаза зупинки за спинками голок), що є специфікою синтезу. Сума кутів прокачок та вистою дорівнює одному оберту головного вала, тобто:

$$\varphi_{12} + \varphi_{23} + \varphi_{31} = 2\pi, \quad (1)$$

де φ_{12} – кут повороту кривошипа, що відповідає коливанню назад вушкових голок;

φ_{31} – кут повороту кривошипа, що відповідає коливанню вперед вушкових голок;

φ_{23} – кут повороту кривошипа, що відповідає зупинці вушкових голок.

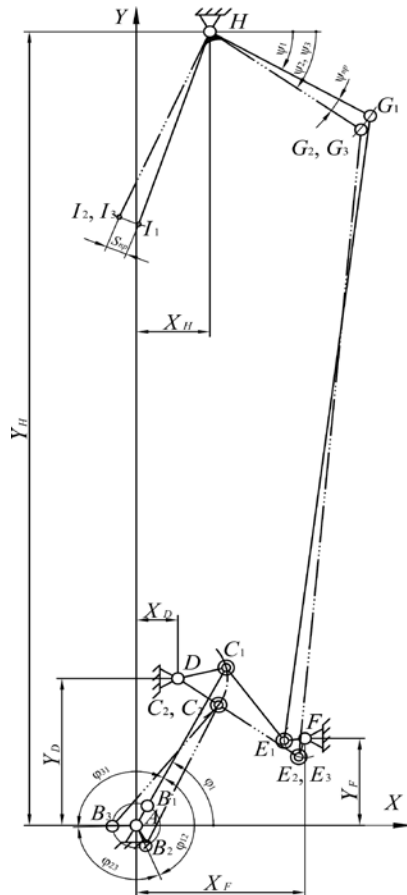


Рис. 1. Структурна схема базового механізму коливального руху вушкових голок

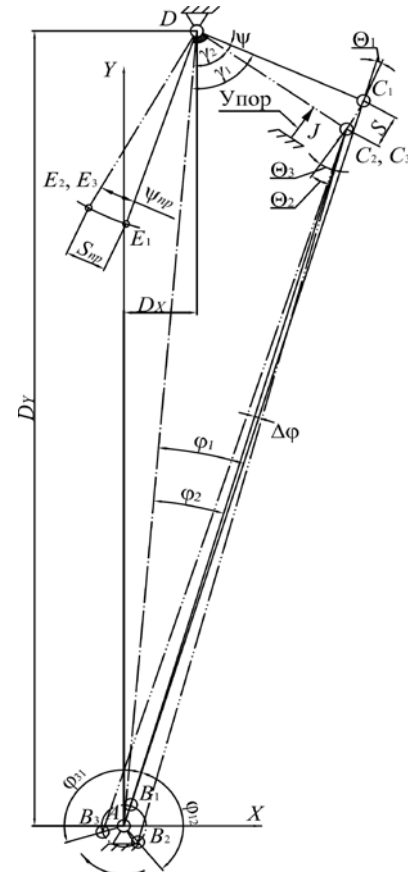


Рис. 2. Розрахункова кінематична схема для метричного синтезу чотириланкового механізму коливального руху вушкових голок змінної структури

Прийmemo довжину кривошипа $r = l_{AB}$ та довжину шатуна $l = l_{BC}$ за параметри, які потрібно визначити при синтезі. Задаємося параметрами, що їх можна змінювати при синтезі: l_{AD} – відстанню між осями кривошипа та коромисла; l_{CD} – довжиною коромисла; γ_1 – початковим кутом установки коромисла; $\Delta\varphi$ – кутом між AC_1 та AC_2 .

$$\Delta\varphi = \frac{\varphi_{31} - \varphi_{12}}{2}, \quad (2)$$

Визначати кут $\Delta\varphi$ необхідно для того, щоб забезпечити коливання вушкових голок вперед за кут φ_{31} , а назад за кут φ_{12} повороту головного вала.

Відповідно до рис. 2 записуємо вирази для визначення довжин кривошипа r та шатуна l :

$$r = \frac{l_{AC1}^2 - l_{AC2}^2}{2 \cdot (l_{AC1} - l_{AC2} \cdot \cos(\varphi_{12} + \Delta\varphi))}, \quad (3)$$

$$l = l_{AC1} - r. \quad (4)$$

При побудові механізму за розрахованими значеннями параметрів може виявитись, що він не забезпечить відповідність заданим кутам повороту кривошипа при рухах вперед та при зупинці вушкових голок при задовільному відтворенні кута повороту кривошипа, що відповідає русі назад вушкових голок. Тому потрібно порівняти значення одного із заданих

кутів повороту кривошипа (φ_{23} або φ_{31}), значенню, розрахованому за визначеними параметрами механізму. Визначимо розрахункове значення кута φ_{31}^P та порівняємо його із заданим кутом φ_{31} повороту кривошипа:

$$\varphi_{31}^P = \arccos\left(\frac{l_{AC_2}^2 + l_{AB_2}^2 - l_{B_2C_2}^2}{2l_{AC_2}l_{AB_2}}\right) + \Delta\varphi. \quad (5)$$

Якщо різниця $\Delta\varphi_{31} = \varphi_{31} - \varphi_{31}^P = 0$, отримані значення r та l , а також наперед задані параметри механізму, приймаємо за остаточні. Якщо $\Delta\varphi_{31} \neq 0$, потрібно змінити відстань l_{AD} , довжину l_{CD} коромисла, що призведе до зміни початкового кута γ_1 установки коромисла і кута φ_{31}^P .

Отримані залежності дозволяють в результаті метричного синтезу механізму вушкових голок змінної структури основ'язальних машин встановити постійні параметри його кінематичної схеми такі, як довжина кривошипа (величина ексцентриситету), довжина шатуна, довжина коромисла (під час коливання вушкових голок довжина шатуна має фіксоване значення, а під час їх зупинки вона змінюється завдяки зміні структури механізму), координати стояків з врахуванням особливостей механізму, до яких належить забезпечення зупинки вушкових голок та їх коливання, які відбуваються за певні кути повороту головного вала згідно з циклограмою роботи машини.

В результаті розрахунку отримані значення метричних параметрів механізму: довжина кривошипа $l_{AB} = 6,98$ мм, довжина шатуна $l_{BC} = 521,0$ мм, номінальна довжина змінного коромисла $l_{CD} = 115$ мм, координати точки $A (0;0)$, координати точки $D (46;533)$.

Використовуючи отримані метричні параметри механізму в програмі SolidWorks, була створена комп'ютерна 3D модель чотириланкового механізму змінної структури із змінним коромислом для приводу вушкових голок машини ОВ-7 (рис. 3).

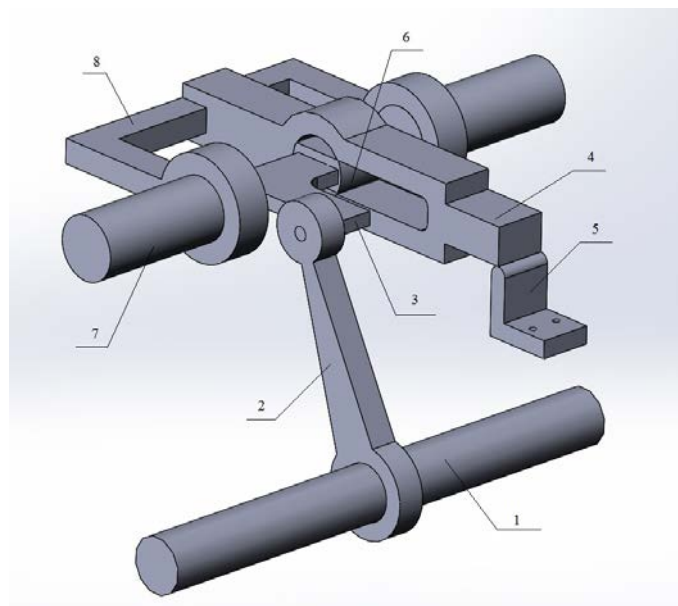


Рис. 3. Комп'ютерна 3D модель чотириланкового механізму змінної структури із змінним коромислом для приводу вушкових голок машини ОВ-7: 1 – головний вал; 2 – шатун; 3 – палець; 4 – коромисло; 5 – упор; 6 – повзун; 7 – вал; 8 – муфта

У результаті комп'ютерного дослідження 3D моделі механізму в програмі SolidWorks доведено функціональну адекватність чотириланкового механізму в якості приводного механізму коливального руху вушкових голок машини ОВ-7.

Висновки. Отримані залежності дозволяють встановити сталі параметри кінематичної схеми в результаті метричного синтезу механізму вушкових голок із змінними ланками, які забезпечують закон руху із зупинкою вушкових голок за циклограмою роботи основов'язальної машини. Виконано конструювання механізму та проведено комп'ютерне дослідження його 3D моделі в програмі SolidWorks.

Література

1. 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» / Дворжак Володимир Миколайович – Київ, 2008. – 24 с.
2. Гарбарук В. Н. Проектирование трикотажных машин / В. Н. Гарбарук – М. : Машиностроение, Ленингр. отд-ние 1980. – 472 с.
3. 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.
4. Артоболевский И. И. Теория механизмов и машин / И. И. Артоболевский – М. : Наука. Гл. ред. физ.-мат. лит., 1988. – 640 с.
5. Майданюк Т. А. Схемотехнічне моделювання механізму голок основов'язальної машини. [електронний ресурс] / Т. А. Майданюк, Б. В. Орловський, В. М. Дворжак // Технології та дизайн. – 2012. – № 2. – Режим доступу до журн.: http://www.nbu.gov.ua/e-journals/td/2012_2/index.html.
6. Тулешев К. Т. Синтез плоских многосвязных рычажных механизмов на основе обращения движения : дис. канд. техн. наук : 05.02.18 / Тулешев Курманбай Тулешевич – Алма-Ата, 1984. – 162 с.
7. Дворжак В. М. Застосування механізмів зі змінною довжиною ланок для приводу вушкових голок основов'язальних машин // Комплексне забезпечення якості технологічних процесів та систем: VI Міжнародна науково-практична

References

1. Dvorzhak V. M. (2008). Udoskonalennya ta syntezy mekhanizmu prokachky vushkovykh holok osnovov'yazal'nykh mashyn [Improvement and synthesis of mechanism circulation of guide needles of warp – knitting machines]. Extended abstract of Doctor's thesis. Kyiv [in Ukraine].
2. Harbaruk V. N. (1980). Proektyrovanie trykotazhnykh mashyn [Planning of knittings machines]. Leningrad: Machine industry [in Russia].
3. Dvorzhak V. M. (2015). Komp'yuterne modeliuvannia mekhanizmiv osnovov'yazal'nykh mashyn zi strukturnymy hrupamy tretogo klasu tretogo poriadku z postupal'nymy paramy [A computer design of mechanisms of warp – knitting machines is with the structural groups of the third class of the third order with forward pairs]. Visnyk Kyivskoho natsionalnoho universytetu tekhnolohii ta dyzainu. Tekhnichni nauky – Announcer of the Kyiv national university of technologies and design. Engineering sciences, Vol. 6, 37 – 46 [in Ukraine].
4. Artobolevskiy I. I. (1988). Teoriya mekhanizmov i mashin [Theory of mechanisms and machines]. Science [in Russia].
5. Maidaniuk A. T., Orlovskiy B. V., Dvorzhak V. M. (2012). Skhemotekhnichne modeliuvannia mekhanizmu holok osnovov'yazal'noi mashyny [A chart is a technical design of mechanism needles in warp – knitting machine]. Tekhnolohii ta dyzain – Technologies and design, 2. Retrieved from: http://www.nbu.gov.ua/e-journals/td/2012_2/index.html [in Ukraine].
6. Tuleshev K. T. (1984). Sintez ploskikh mnogozvennykh ryichazhnykh mekhanizmov na osnove obrascheniya dvizheniya [Synthesis of flat iterative lever mechanisms on the basis of appeal of motion]. Candidate's thesis. Alma – Ata [in Kazakhstan].
7. Dvorzhak V. M. (2015). Zastosuvannia mekhanizmiv zi zminnoi dovzhynoi lanok dlia pryvodu vushkovykh holok osnovov'yazal'nykh mashyn [Application of mechanisms is with variable length of links for the occasion of guide needles of warp – knitting machines]. Complex providing of quality of technological processes and systems: VI Mizhnarodna naukovo-praktychna

конференція. Чернігів, 26-29 квітня 2016 р. – Чернігів: ЧНТУ, 2016. – С. 215-216.

8. Патент України на корисну модель 51399 А, МПК (2006) D04B 27/00. Механізм коливального руху вушкових голок основов'язальних машин / Орловський Б. В., Дворжак В. М.; заявл. 13.03.2002, опубл. 15.11.2002, Бюл. № 11/2002.

9. Патент України 84693, МПК (2006) D04B 23/00. Основов'язальна машина / Орловський Б. В., Дворжак В. М., Орловський Я. Б.; заявл. 07.07.2005, опубл. 25.11.2008, Бюл. № 22/2008.

10. Орловський Б. В. Комп'ютерне моделювання та синтез типового механізму технологічних машин / Б. В. Орловський, В. М. Дворжак // Вісник Київського національного університету технологій та дизайну. – 2014. – № 5. – С. 103-108.

konferentsiia (26–29 kvitnia 2016 r.) – 6th International research and practice conference. (pp.215–216). Chernihiv: ChNTU [in Ukraine].

8. Orlovskiy BV, Dvorzhak VM, inventors (2002). Mekhanizm kolyvalnoho rukhu vushkovykh holok osnovov'iazalnykh mashyn [Mechanism of fluctuating motion of guide needles in warp – knitting machines]. Ukrainian patent, no. 51399.

9. Orlovskiy BV, Dvorzhak VM, Orlovskiy IaB, inventors (2008). Osnovov'iazalna mashyna [Warp – knitting machine]. Ukrainian patent, no. 84693.

10. Orlovskiy B. V. Dvorzhak V. M. (2014). Komp'yuterne modeliuvannia ta syntez typovoho mekhanizmu tekhnolohichnykh mashyn [Computer design and synthesis of typical mechanism of technological machines]. Visnyk Kyivskoho natsionalnoho universytetu tekhnolohii ta dyzainu – Announcer of the Kyiv national university of technologies and design, Vol. 5, 103–108 [in Ukraine].

МЕТРИЧЕСКИЙ СИНТЕЗ МЕХАНИЗМА УШКОВЫХ ИГЛ ИЗМЕНЯЕМОЙ СТРУКТУРЫ В ОСНОВОВЯЗАЛЬНЫХ МАШИНАХ

КОТЛЯРОВ В. О., ДВОРЖАК В. Н.

Киевский национальный университет технологий и дизайна

Цель. Проектирование целевого механизма колебательного движения ушковых игл в основовязальных машинах с использованием прикладных CAD – программ.

Методика. Использованы методы метрического синтеза и кинематического анализа типовых механизмов технологических машин легкой промышленности.

Результаты. Разработан механизм изменяющейся структуры с остановкой для привода ушковой иглы в основовязальной машине за цикл петлеобразования; получены математические модели для метрического (геометрического) синтеза изменяющейся структуры механизма.

Научная новизна. Предложен аналитический метод метрического (геометрического) синтеза четырехзвенного механизма изменяемой структуры для привода ушковых игл основовязальной машины, воплощающий закон движения с остановкой за цикл петлетлеобразования.

Практическая значимость. Заключается в разработке функционально-совершенных механизмов основовязальных машин путем уменьшения количества подвижных элементов при сохранении технологического процесса петлетлеобразования, что обеспечит уменьшение инерционных нагрузок и потенциально повысит производительность машины.

Ключевые слова: основовязальная машина, механизм измененной структуры иглы, метрический синтез, ушковая игла.

**METRICAL SYNTHESIS OF GUIDED NEEDLES OF CHANGEABLE STRUCTURE IS IN
WARP – KNITTING MACHINE**

KOTLIAROV V. O., DVORZHAK V. M.

Kyiv National University of Technologies and Design

Purpose. Design of the target mechanism of oscillating motion the ushkovykh of needles in the warp-knitting machine with use of applied CAD – programs.

Methodology. Methods of metric synthesis and the kinematic analysis of standard mechanisms of technological machines of light industry are used.

Findings. The mechanism of changing structure is worked out with a stop for the drive of guide needle in a warp – knitting machine for the cycle of looping; mathematical models are got for the metrical (geometrical) synthesis of changing structure of mechanism.

Originality. The analytical method of metrical (geometrical) synthesis is offered four link mechanism of changeable structure for the drive of guide needles of warp – knitting machine, incarnating law of motion with a stop for the cycle of looping.

Practical value consists in development of functionally-perfect mechanisms of warp – knitting machines by reduction of amount of movable elements at maintenance of technological process of looping, that will provide reduction of the inertia loading and potentially will promote the productivity of machine.

Keywords: warp - knitting machine, the mechanism of the changed structure of a needle, metric synthesis, guide needle.