

УДК 677.055

ЧАБАН В.В., ППА Б.Ф., ЧАБАН О.В.
Київський національний університет технологій та дизайну

УДОСКОНАЛЕННЯ ПРИВОДА В'ЯЗАЛЬНОЇ КАРЕТКИ РУКАВИЧНОГО АВТОМАТА

Мета. Удосконалення привода в'язальної каретки рукавичного автомата для забезпечення підвищення продуктивності його роботи та якості виробів.

Методика. Використані сучасні методи теорії синтезу, кінематики та динаміки механізмів з метою розробки привода рукавичного автомата, здатного підвищити продуктивність його роботи та якість виробів.

Результати. На основі аналізу кривошипно-повзунних приводів в'язальних кареток рукавичних автоматів запропоновано нову конструкцію привода з зубчастою передачею з некруглими колесами. Обладнання привода рукавичного автомата такою зубчастою передачею здатне замінити синусоїдальну форму закону зміни швидкості руху в'язальної каретки раціональним - трапецієподібним законом зміни її швидкості, що забезпечує ріст продуктивності рукавичного автомата та підвищення якості вироблюваних виробів. Запропоновано метод побудови профілів центроїд некруглих зубчастих коліс для реалізації трапецієподібного закону зміни швидкості в'язальної каретки. Аналіз досліджень показує, що одержані результати можуть бути використані при удосконаленні діючих та розробці нових типів приводів в'язальних кареток як рукавичних автоматів, так і плосков'язальних машин.

Наукова новизна. Розробка методу вибору раціональних параметрів привода рукавичного автомата з зубчастою передачею з некруглими зубчастими колесами.

Практична значимість. Розробка нової конструкції привода рукавичного автомату здатної замінити синусоїдальну форму закону зміни швидкості руху в'язальної каретки більш ефективним трапецієподібним законом.

Ключові слова: рукавичний автомат, в'язальна каретка рукавичного автомату, зубчаста передача з некруглими колесами, кривошипно-повзунний привід.

Вступ. Перспективним напрямком підвищення ефективності роботи рукавичних автоматів є підвищення продуктивності та якості виробів [1-3]. Дослідження [4] показують, що існуючим кривошипно-повзунним приводам в'язальних кареток рукавичних автоматів властива синусоїдальна форма закону зміни швидкості руху каретки, що негативно позначається на продуктивності автоматів та на рівномірності петельної структури вироблюваного трикотажу і, отже, на якості виробів. Тому проблема удосконалення привода в'язальної каретки рукавичних автоматів є актуальною та своєчасною. Виходячи з цього, при проектуванні вказаного обладнання в першу чергу слід приділяти увагу вибору раціонального закону руху в'язальної каретки. Вирішення цієї проблеми без удосконалення конструкції приводів рукавичних автоматів неможливе.

Постановка завдання. Враховуючи актуальність питання підвищення ефективності роботи рукавичних автоматів, завданням досліджень є розробка нової конструкції привода в'язальної каретки рукавичного автомату з можливістю реалізації більш ефективного закону руху в'язальної каретки та інженерного методу вибору раціональних параметрів такого привода.

Результати дослідження. Існуючі приводи в'язальних кареток рукавичних автоматів, що містять зубчасту передачу та кривошипно-повзунний механізм [5], дозволяють одержувати швидкість руху каретки більш високу в порівнянні з ланцюговими та пасовими

[1, 2]. Однак, кривошипно-повзунним приводам властива синусоїдальна форма закону зміни швидкості руху каретки. Максимальна лінійна швидкість каретки, що відповідає екстремуму синусоїди (досягається в середині ходу каретки) та значні максимальні навантаження, що діють на перероблювані нитки та в петлетвірних органах, обмежує підвищення продуктивності рукавичного автомата. Крім того, циклічна мінливість швидкості руху в'язальної каретки на ділянках робочого ходу негативно позначається на рівномірності петельної структури вироблюваного трикотажу і, отже, на якості виробів.

Автори [5] пропонують принципово новий привід в'язальної каретки рукавичного автомата, у якому нова форма профілів зубчастих коліс зубчастої передачі забезпечує раціональний - трапецеїподібний закон зміни швидкості руху в'язальної каретки і, таким чином, ріст продуктивності автомата та підвищення якості виробів.

В запропонованому приводі в'язальної каретки рукавичного автомата зубчаста передача виконана у вигляді зубчастих коліс некруглої форми, що мають однакові довжини початкових центрід і передаточне число i , що змінюється за цикл обертання від i_{min} до i_{max} [5]:

$$i_{min} = \frac{1}{2} \left[\pi - \frac{\lambda}{\lambda + 1} \right] \cdot \left[\sin \frac{\lambda}{\lambda + 1} + \frac{1}{2\lambda} \sin \frac{2\lambda}{\lambda + 1} \right]; \quad i_{max} = \frac{1}{2} \left[\pi - \frac{\lambda}{\lambda + 1} \right], \quad (1)$$

де $\lambda = \frac{L}{r}$; L - довжина шатуна; r - радіус кривошипа.

Таке технічне рішення - введення в кривошипно-повзунний привід пари некруглих зубчастих коліс, дозволяє перетворити синусоїдальний закон зміни швидкості руху каретки в раціональний - трапецеїдальний, з постійною максимальною лінійною швидкістю циклу на ділянках робочого ходу. Це, у свою чергу, забезпечує збільшення середньої швидкості циклу і пропорційно продуктивності, у порівнянні з приводом, що забезпечує синусоїдальний закон руху каретки. Крім того, сталість швидкості руху каретки на ділянках петлетворення позитивно позначається на рівномірності петельної структури вироблюваного трикотажу і, отже, якості виробів. На рис. 1 представлена кінематична схема запропонованого приводу в'язальної каретки рукавичного автомата [5]. На рис. 2 показані діаграми залежностей лінійних швидкостей V_C при синусоїдальному та трапецеїдальному V_T законах руху каретки від кута φ повороту кривошипа.

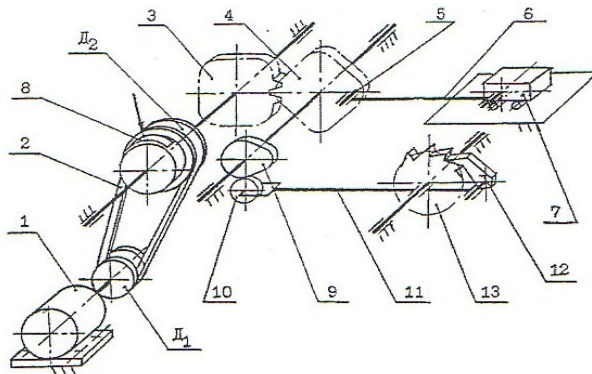


Рис. 1. Кінематична схема приводу в'язальної каретки рукавичного автомата: 1 – електродвигун; 2 – пасова передача; 3, 4 – зубчасті колеса; 5 – палець кривошипа; 6 – шатун; 7 – в'язальна каретка; 8 – гальмо; 9 – ексцентрик; 10 – ролик; 11 – важіль; 12 – собачка; 13 – храповик

Привід працює таким чином: рух від електродвигуна 1 передається ведучому шківу D_1 пасової передачі 2, ведений шків D_2 якої з'єднаний з некруглим ведучим зубчастим колесом 3. Ведене зубчасте колесо 4, що знаходиться в зачепленні із ведучим зубчастим колесом 3, через палець 5 та шатун 6 передає зворотно-поступальний рух в'язальній каретці 7. Для зупинки машини служить гальмо 8. Розташований на одному валу з веденим зубчастим колесом 4 ексцентрик 9, через ролик 10, важіль 11 і собачку 12, створює переривчастий обертовий рух храповику 13.

Для проектування профілів центроїд некруглих зубчастих коліс необхідно враховувати залежність їх передатного відношення i від кута φ повороту колеса 3:

$$i(\varphi) = \frac{r_2}{r_1} = \frac{V_C}{V_T}, \quad (2)$$

де r_1, r_2 - радіуси профілів центроїд відповідно ведучого і веденого зубчастих коліс.

Швидкість V_C і прискорення a_C каретки при синусоїдальному законі руху визначаються залежностями [6]:

$$V_C = r\omega \left[\sin \varphi + \frac{1}{2\lambda} \sin 2\varphi \right]; \quad (3)$$

$$a_C = r\omega^2 \left[\cos \varphi + \frac{1}{\lambda} \cos 2\varphi \right], \quad (4)$$

де ω - частота обертання ведучого зубчастого колеса.

Швидкість в'язальної каретки V_T (рис. 2), як видно з діаграми (з огляду на симетрію напівциклів законів руху будемо розглядати ділянку $\varphi \in [0; \pi]$), має наступну залежність:

$$V_T = \frac{V_{Tmax}}{\varphi_1} \cdot \varphi, \quad \text{при } \varphi \in [0; \varphi_1]; \quad (5)$$

$$V_T = V_{Tmax}, \quad \text{при } \varphi \in [\varphi_1; \varphi_2]; \quad (6)$$

$$V_T = \frac{V_{Tmax}}{\pi - \varphi_2} \cdot (\pi - \varphi), \quad \text{при } \varphi \in [\varphi_2; \pi], \quad (7)$$

де V_{Tmax} - максимальна швидкість каретки при трапецеїдальному законі руху, що відповідає ділянкам робочого ходу;

φ_1, φ_2 - кути повороту ведучого зубчастого колеса, що відповідають характерним точкам діаграми $V_T(\varphi)$.

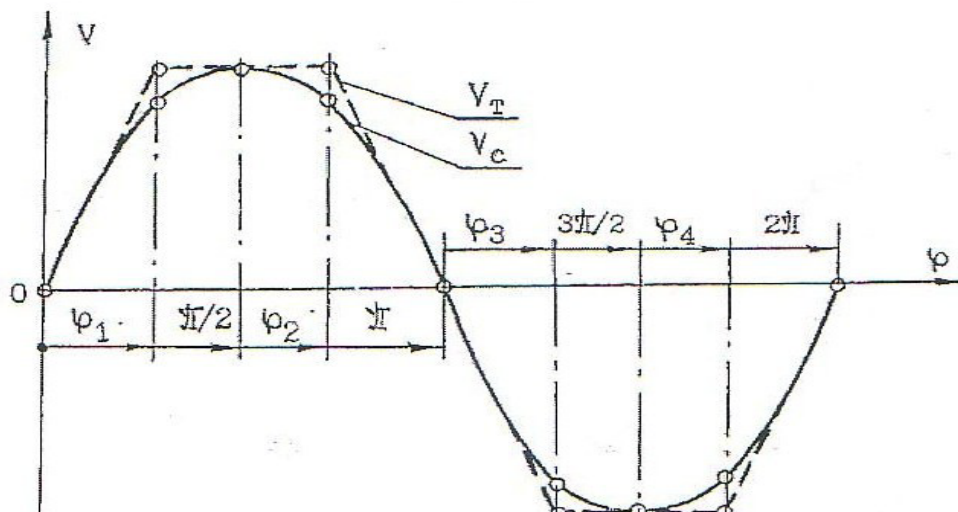


Рис. 2. Діаграми залежностей лінійних швидкостей V_C , V_T від кута φ повороту кривошипа

Характерні кути φ_1 , φ_2 зв'язані між собою залежністю:

$$\varphi_1 = \pi - \varphi_2. \quad (8)$$

Для визначення кута φ_1 слід врахувати, що:

$$\varphi_1 = \omega t_1 = \omega \frac{V_{Cmax}}{a_{rmax}}, \quad (9)$$

де t_1 - час у циклі руху каретки, що відповідає характерному куту φ_1 ;

V_{Cmax} - максимальна швидкість каретки при синусоїдальному законі руху;

a_{Tmax} - максимальне прискорення каретки, що відповідає ділянці розгону, при трапецеїдальному законі руху.

Прийmemo:

$$a_{Tmax} = a_{Cmax} = a_T([0; \varphi_1]) = |a_T([\varphi_2; \pi])|. \quad (10)$$

Тоді можемо знайти:

$$a_{Cmax} = a_C(\varphi = 0) = r\omega^2 \left[\cos 0 + \frac{1}{\lambda} \cos 0 \right] = r\omega^2 \left(\frac{\lambda + 1}{\lambda} \right); \quad (11)$$

$$V_{Cmax} = V_C \left(\varphi - \frac{\pi}{2} \right) = r\omega \left[\sin \frac{\pi}{2} + \frac{1}{2\lambda} \cdot \sin \pi \right] = r\omega. \quad (12)$$

Для кута φ_1 одержуємо:

$$\varphi_1 = \omega \frac{r\omega}{r\omega^2 \left(\frac{\lambda + 1}{\lambda} \right)} = \frac{\lambda}{\lambda + 1}. \quad (13)$$

Прийнявши $\omega = const$ й ділянки ходу каретки рівними при синусоїдальному і трапецеїдальному законах руху, а також враховуючи, що $V = dS/dt$, $dt = d\varphi/\omega$, де S - переміщення в'язальної каретки, маємо:

$$S = \int_0^{\pi} \frac{V_C}{\omega} d\varphi = \int_0^{\pi} \frac{V_T}{\omega} d\varphi; \quad (14)$$

$$\int_0^{\pi} \frac{V_C}{\omega} d\varphi = \frac{r\omega}{\omega} \left[-\cos\varphi + \frac{1}{4\lambda} (-\cos 2\varphi) \right]_0^{\pi} = 2r;$$

$$\int_0^{\pi} \frac{V_T}{\omega} d\varphi = \int_0^{\varphi_1} \frac{V_{Tmax}}{\omega\varphi_1} \varphi d\varphi + \int_{\varphi_1}^{\varphi_2} \frac{V_{Tmax}}{\omega} d\varphi + \int_{\varphi_2}^{\pi} \frac{V_{Tmax}}{\omega(\pi - \varphi_2)} (\pi - \varphi) d\varphi = \frac{V_{Tmax}}{\omega} \left(\pi - \frac{\lambda}{\lambda + 1} \right). \quad (15)$$

Тоді:

$$2r = \frac{V_{Tmax}}{\omega} \left(\pi - \frac{\lambda}{\lambda + 1} \right) \Rightarrow V_{Tmax} = \frac{2r\omega}{\left(\pi - \frac{\lambda}{\lambda + 1} \right)}. \quad (16)$$

Мінімальне значення передаточного числа i_{min} одержуємо при кутах повороту ведучого зубчастого колеса, що відповідають характерним кутам φ_1 і φ_2 :

$$i_{min} = \frac{V_C(\varphi_1)}{V_T(\varphi_1)} = \frac{r\omega \left[\sin \frac{\lambda}{\lambda + 1} + \frac{1}{2\lambda} \sin \frac{2\lambda}{\lambda + 1} \right]}{2r\omega \left(\pi - \frac{\lambda}{\lambda + 1} \right)^{-1}} = \frac{1}{2} \left[\pi - \frac{\lambda}{\lambda + 1} \right] \cdot \left[\sin \frac{\lambda}{\lambda + 1} + \frac{1}{2\lambda} \sin \frac{2\lambda}{\lambda + 1} \right]. \quad (17)$$

Максимальне значення передатного відношення i_{max} одержуємо при кутах повороту ведучого зубчастого колеса $\varphi = \frac{\pi n}{2}$, де $n \in N$:

$$i_{max} = \frac{V_C\left(\varphi + \frac{\pi}{2}\right)}{V_T\left(\varphi + \frac{\pi}{2}\right)} = \frac{r\omega \left[\sin \frac{\pi}{2} + \frac{1}{2\lambda} \sin \pi \right]}{2r\omega \left(\pi - \frac{\lambda}{\lambda + 1} \right)} = \frac{1}{2} \left[\pi - \frac{\lambda}{\lambda + 1} \right]. \quad (18)$$

Задавшись міжосьовою відстанню $L = r_1 + r_2$ та використовуючи отримані залежності будемо профілі центроїд некруглих зубчастих коліс (рис. 3).

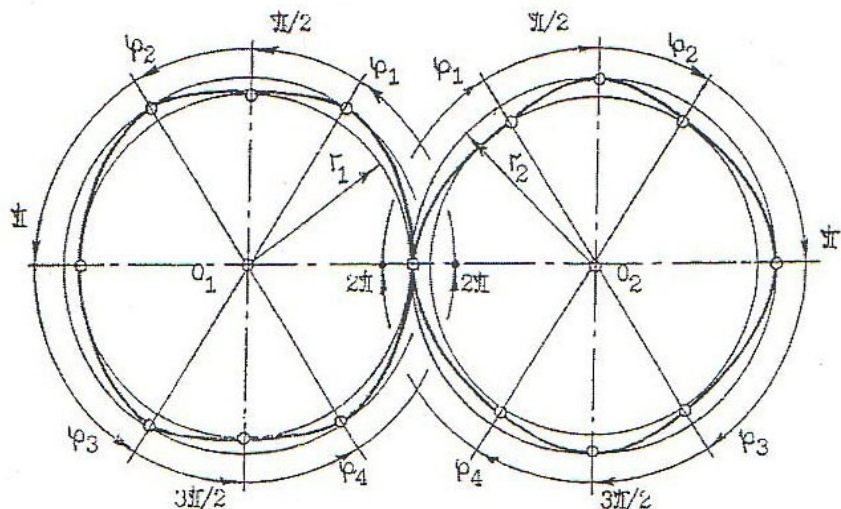


Рис. 3. Приклад побудови профілів центроїд некруглих зубчастих коліс

Висновки. Виконані дослідження показують наступне:

- специфіка існуючих кривошипно-повзунних приводів в'язальних кареток рукавичних автоматів обмежує можливості підвищення продуктивності роботи автоматів та якості виробів;

- запропонований привід в'язальної каретки рукавичного автомата з зубчастою передачею з некруглими колесами здатен удосконалити закон руху каретки – замінивши існуючий синусоїдальний закон руху на більш ефективний трапецеїдальний, що забезпечує підвищення продуктивності рукавичного автомата та якості виробів;

- одержані результати можуть бути використані при удосконаленні діючих та розробці нових типів приводів в'язальних кареток як рукавичних автоматів, так і плосков'язальних машин.

Список використаної літератури

1. Чабан В.В., Піпа Б.Ф., Чабан О.В. Динамічні навантаження в рукавичному автоматі, зумовлені зворотно-поступальним рухом кареток, та їх зниження //Праці Одеського політехнічного університету, вип. 2 (44), 2014, с. 71-74.
2. Піпа Б.Ф., Чабан О.В., Музичишин С.В. Зниження динамічних навантажень приводу рукавичного автомата //Вісник КНУТД. -2015. - № 3 (86). – С. 35-42.
3. Чабан О.В. Піпа Б.Ф. Привід рукавичного автомата з можливістю відключення в'язальної каретки від тягового ланцюга //Вісник КНУТД. -2015. - № 5 (90). – С. 153-159.
4. Хомяк О.М. Динаміка плосков'язальних машин та автоматів. – К: КНУТД, 2008. – 250 с.
5. Піпа Б.Ф., Чабан О.В., Музичишин С.В. Приводи в'язальних машин і автоматів з пристроями зниження динамічних навантажень (наукові основи та інженерні методи проектування). – К: КНУТД, 2015. – 280 с.

Рекомендовано до публікації д.т.н., проф. Місяцем В.П.

УСОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ ПРИВОДА ВЯЗАЛЬНОЙ КАРЕТКИ ПЕРЧАТОЧНОГО АВТОМАТА

ЧАБАН В.В., ПИПА Б.Ф., ЧАБАН А.В.

Киевский национальный университет технологий и дизайна

Цель. Совершенствование привода вязальной каретки перчаточного автомата для обеспечения повышения производительности его работы и качества изделий.

Методика. Используются современные методы теорий синтеза, кинематики и динамики механизмов с целью разработки привода перчаточного автомата, способного повысить производительность его работы и качество изделий.

Результаты. На основе анализа кривошипно-ползунных приводов вязальных кареток перчаточных автоматов предложена новая конструкция привода с зубчатой передачей с некруглыми колесами. Оснащение привода перчаточного автомата такой зубчатой передачей способно заменить синусоидальную форму закона изменения скорости движения вязальной каретки рациональным - трапецевидным законом изменения ее скорости, обеспечивающим рост производительности перчаточного автомата и повышение качества производимых изделий. Предложен метод построения профилей центроид некруглых зубчатых колес для реализации трапецевидной закона изменения скорости вязальной каретки. Анализ

исследований показує, що отримані результати можуть бути використані при удосконаленні діючих і розробці нових типів приводів вязальних кареток як перчаточних автоматів, так і плосковязальних машин.

Научная новизна. Розробка методу вибору раціональних параметрів приводу перчаточного автомата з зубчатою передачею з некруглими зубчастими колесами.

Практическая значимость. Розробка нової конструкції приводу перчаточного автомата спроможного замінити синусоїдальну форму закону змінення швидкості руху вязальної каретки більш ефективним трапецієвидним законом.

Ключевые слова: перчаточный автомат, вязальная каретка перчаточного автомата, зубчатая передача с некруглыми колесами, кривошипно-ползунный привод.

IMPROVEMENTS RESULTED KNITTING CARRIAGE GLOVE MACHINE

CHABAN V.V., PIPA B.F., CHABAN A.V.

Kiev national university of technology and design

The Aim. Perfection drive carriage glove knitting machine for improved performance of its work and the quality of products.

Methods. To use modern methods of synthesis of theories, kinematics and dynamics of mechanisms to drive the development of the glove machine capable of enhancing the performance of its work and the quality of products.

The Results. Based on analysis of slider-crank drive carriages glove knitting machines offered a new design drive gear with non-circular wheels. Equipment Drive glove machine a gear capable of replacing sinusoidal law changes the speed of the knitting carriage rational - trapezoidal law changing its speed, providing increased productivity glove machine and improving the quality of manufactured products. A method of constructing profiles of non-circular gears centroid for the implementation of the law changes the speed of trapezoidal knitting carriage. Analysis of studies shows that the results obtained may be used for the improvement of existing and development of new types of drive carriages like glove knitting machines and flat knitting machines.

Scientific novelty. Development of a method of choice of rational parameters of gloves and mittens drive machine with gears of noncircular gears.

The practical significance. Development of a new design of the drive machine capable of replacing the glove sinusoidal law changes the speed of the knitting carriage more efficient trapezoidal law.

Keywords: glove machine knitting glove machine carriage, gears with non-circular wheel, slider-crank drive.