

УДК 677.055

ЧАБАН О.В., ППА Б.Ф.

Київський національний університет технологій та дизайну

### ПРИВІД РУКАВИЧНОГО АВТОМАТА З МОЖЛИВІСТЮ ВІДКЛЮЧЕННЯ В'ЯЗАЛЬНОЇ КАРЕТКИ ВІД ТЯГОВОГО ЛАНЦЮГА

**Мета.** Розробка привода рукавичного автомата з можливістю відключення в'язальної каретки від тягового ланцюга при переході прямолінійної траєкторії її руху на криволінійну, що сприяє зниженню динамічних навантажень привода, зумовлених зворотно-поступальним рухом кареток.

**Методика.** Використані сучасні методи теорій пружності та динаміки механічних систем з метою розробки привода, здатного знизити динамічні навантаження рукавичного автомата, зумовлені зворотно-поступальним рухом в'язальної та проміжної кареток.

**Результати.** На основі аналізу динаміки нестационарних процесів в механічних системах запропоновано нову конструкцію привода рукавичного автомата, що забезпечує відключення з'єднання в'язальної каретки з проміжною кареткою в момент переходу її з прямолінійних ділянок траєкторії руху на криволінійні. Обладнання привода рукавичного автомата пристроєм, здатним відключити в'язальну каретку від тягового ланцюга шляхом роз'єднання кінематичного її зв'язку з проміжною кареткою, забезпечує суттєве зниження динамічних навантажень рукавичного автомата, зумовлених зворотно-поступальним рухом кареток. Розроблено метод вибору раціональних параметрів такого привода та оцінки ефективності його роботи. Аналіз досліджень показує, що одержані результати можуть бути використані при удосконаленні діючих та розробці нових типів приводів як рукавичних автоматів, так і машин загального призначення.

**Наукова новизна.** Розвиток наукових основ та інженерних методів проектування приводів рукавичних автоматів.

**Практична значимість.** Розробка нової конструкції привода рукавичного автомата з можливістю відключення в'язальної каретки від тягового ланцюга при переході її з прямолінійних на криволінійні траєкторії руху.

**Ключові слова:** привід рукавичного автомата, динамічні навантаження привода, в'язальна каретка, проміжна каретка, тяговий ланцюг.

**Вступ.** Перспективним напрямком підвищення ефективності роботи рукавичних автоматів є зниження динамічних навантажень, що виникають під час їх роботи. Дослідження [1, 2] показують, що динамічні навантаження суттєво впливають як на довговічність роботи в'язальних машин та автоматів, так і на якість продукції, що випускається. Тому проблема зниження динамічних навантажень в рукавичних автоматах є актуальною та своєчасною. Виходячи з цього, при проектуванні вказаного обладнання в першу чергу слід приділяти увагу зниженню динамічних навантажень в приводі. 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 рукавичного автомата з можливістю відключення в'язальної каретки від тягового ланцюга шляхом роз'єднання кінематичного її зв'язку з проміжною

кареткою, що забезпечує зниження динамічних навантажень рукавичного автомата, зумовлених зворотно-поступальним рухом кареток, та інженерного методу вибору раціональних параметрів такого приводу.

**Результати дослідження.** Недоліком приводів існуючих конструкцій рукавичних автоматів є зворотно-поступальний рух проміжної та в'язальної кареток [1, 3-5], що призводить до появи значних динамічних навантажень, обумовлених інерційністю кареток. В якості одного з рішень, направлених на зниження динамічних навантажень в рукавичному автоматі, зумовлених інерційністю в'язальної та проміжної кареток [1], автори пропонують привід рукавичного автомата з відключенням з'єднання в'язальної каретки з проміжною кареткою в момент переходу останньої з прямолінійних ділянок траєкторії руху на криволінійні (ділянки огинання ланцюгом зірочок).

Привід рукавичного автомата (рис. 1) містить електродвигун 1, клинопасову передачу 2, що з'єднує електродвигун з редуктором 3, клинопасову передачу 4, що з'єднує редуктор 3 з приводним валом 5, на якому жорстко закріплена ведуча зірочка 6 ланцюгової передачі, що містить ведену зірочку 7 та ланцюг 8. До ланцюга 8 жорстко кріпиться повзун 9, з'єднаний з проміжною кареткою 10, яка встановлена на направляючій 11. В проміжній каретці 10 встановлений з можливістю осьового переміщення палець 12 з електромагнітом 13. Палець з'єднує проміжну каретку 10 з в'язальною кареткою 14, яка встановлена на направляючих 15. В зоні огинання ланцюга 8 зірочок 6 та 7 – перехід проміжної каретки 10 з прямолінійних ділянок траєкторії руху на криволінійні розташовані пружини стиску 16 та 17, що взаємодіють з в'язальною кареткою 14 в момент відключення її від проміжної каретки 10.

Принцип роботи привода рукавичного автомата полягає в наступному. При ввімкненні електродвигуна 1 його обертання за допомогою клинопасової передачі 2 передається редуктору 3, на вихідному валу якого встановлений ведучий шків клинопасової передачі 4. Таким чином обертання вихідного вала редуктора 3 за допомогою клинопасової передачі 4 передається приводному валу 5. Закріплена на приводному валу 5 ведуча зірочка 6 ланцюгової передачі приводить в рух ланцюг 8, що огинає ведену зірочку 7. Жорстко закріплений на ланцюгу 8 повзун 9 приводить в рух проміжну каретку 10, встановлену на направляючій 11.

Рух проміжної каретки 10 за допомогою пальця 12, встановленого з можливістю осьового переміщення, передається в'язальній каретці 14, яка переміщується по направляючих 15. Ввімкнення з'єднання проміжної та в'язальної кареток здійснюється за рахунок електромагніту 13, який управляє осьовим переміщенням пальця 12. При переході проміжної каретки 10 з прямолінійних ділянок траєкторії на криволінійні (перехід ланцюга на зірочки 6 та 7) вмикається електромагніт 13 під дією зусилля якого забезпечується осьове переміщення пальця 12, який вмикає з'єднання проміжної каретки з в'язальною. Одночасно з цим в'язальна каретка 14 взаємодіє з пружиною стиску 16 або 17. В результаті зменшення маси частин рукавичного автомата, що рухаються поступально та жорстко з'єднані з ланцюгом, що зумовлено вимкненням в'язальної каретки, динамічні навантаження, що діють на ланцюг та інші вузли і деталі приводу, значно зменшуються, що сприяє підвищенню надійності та довговічності роботи рукавичного автомата та якості продукції, що випускається.

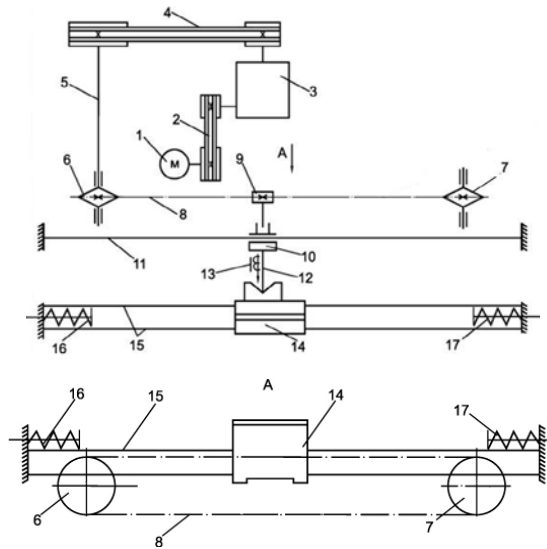


Рис. 1 Кінематична схема привода рукавичного автомата з можливістю відключення в'язальної каретки

Інерційні навантаження в'язальної каретки стискають пружину 16 або 17, сила пружності яких призводить до зупинки каретки та подальшого її руху в зворотному напрямі. В момент, коли проміжна каретки 10 повертається з криволінійної ділянки траєкторії руху на прямолінійну, а в'язальна каретка 14, змінивши напрям свого руху, досягає максимальної швидкості руху, за допомогою електромагніту 13 відбувається з'єднання проміжної та в'язальної кареток та подальший сумісний їх рух на прямолінійній ділянці ланцюга 8 ланцюгової передачі. З метою забезпечення можливості з'єднання проміжної каретки з в'язальною необхідно виконати наступні умови (рис. 2):

$$X_3 = X_4, \quad (1)$$

де  $X_3 = X_1 - X_2 \quad (2)$

$X_1$  – зміщення в'язальної каретки праворуч під дією сил інерції з моменту відключення її від проміжної каретки до моменту зміни напрямку її руху;

$X_2$  – зміщення в'язальної каретки ліворуч під дією сили пружини до моменту досягнення максимального значення швидкості руху  $V_{1max}$  ;

$X_4$  – зміщення пальця проміжної каретки за час руху проміжної каретки на криволінійній ділянці ланцюга (без в'язальної каретки),  $X_4 = R \sin \alpha$  ;  $(3)$

$R$  – радіус початкового кола зірочки;

$\alpha$  – кут повороту зірочки за час, коли швидкість в'язальної каретки при русі її ліворуч досягає максимального значення,  $\alpha = \omega t \quad (4)$

$\omega$  – кутова швидкість зірочки;

$t$  – час руху в'язальної каретки з моменту відключення її від проміжної каретки до моменту їх з'єднання.

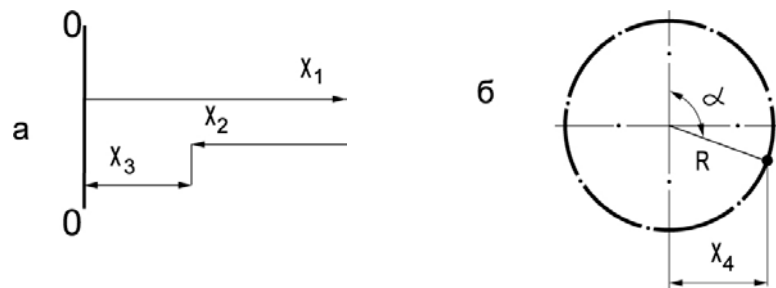


Рис. 2 Траєкторія руху в'язальної (а) та проміжної (б) кареток після їх роз'єднання

Використовуючи основи теоретичної механіки, отримуємо:

$$X_1 = \sqrt{\left(\frac{F_T}{C}\right)^2 + V^2} \frac{m_1}{C} - \frac{F_T}{C}; \quad (5)$$

$$X_2 = X_{\max} = \frac{K}{C} = X_1 - \frac{F_T}{C}, \quad (6)$$

де:

$$K = CX_1 - F_T;$$

$F_T$  – сила опору рухові в'язальної каретки;

$C$  – жорсткість пружини;

$V$  – швидкість руху в'язальної каретки до вимкнення її від проміжної каретки (швидкість в'язання);

$m_1$  – маса в'язальної каретки.

Час руху в'язальної каретки  $t$  визначається з рівняння:

$$t = \frac{\pi - \gamma}{\beta}, \quad (7)$$

де

$$\gamma = \arctg \frac{F_T \beta}{CV}; \quad \beta = \sqrt{\frac{C}{m_1}}. \quad (8)$$

Враховуючи, що  $\omega = \frac{V}{R}$ , рівняння (3) з урахуванням (4) прийме вигляд:

$$X_4 = R \sin \frac{Vt}{R}. \quad (9)$$

Перевіримо, в якій мірі буде виконуватися умова (1) при використанні запропонованого технічного рішення зниження інерційних навантажень для рукавичного автомату ПА–8–33.

Вихідні данні [5]: маса в'язальної каретки  $m_1 = 12,5$  кг; швидкість в'язання рукавичного автомату  $V = 0,84$  м/с; жорсткість пружини  $C = 2705$  Н/м; сила опору рухові в'язальної каретки  $F_T = 25$  Н; радіус початкового кола зірочки  $R = 72,97$  мм.

Використовуючи рівняння (5) та (6), знаходимо:

$$X_1 = \sqrt{\left(\frac{25}{2705}\right)^2 + 0,84^2} \cdot \frac{12,5}{2705} - \frac{25}{2705} = 0,0486 \text{ м};$$

$$X_2 = 0,0486 - \frac{25}{2705} = 0,0393 \text{ м}.$$

Тоді:  $X_3 = X_1 - X_2 = 48,6 - 39,3 = 9,3$  мм. (10)

Визначимо час руху в'язальної каретки, використовуючи рівняння (7), (8):

$$\beta = \sqrt{\frac{2705}{12,5}} = 14,71 \text{ с}^{-1}; \quad \gamma = \operatorname{arctg} \frac{25 \cdot 14,71}{2705 \cdot 0,84} = 0,1604 \text{ рад};$$

$$t = \frac{\pi - 0,1604}{14,71} = 0,20266 \text{ с.}$$

Переміщення пальця проміжної каретки у відповідності з (3), (4) становить:

$$X_4 = 72,97 \sin \frac{0,84 \cdot 10^3 \cdot 0,20266}{72,97} = 52,78 \text{ мм.}$$

Порівнюючи отриманий результат з  $X_3 = 9,3$  мм, можна зробити висновок, що умова (2.72), що забезпечує процес з'єднання кареток рукавичного автомату ПА–8–33, не виконується.

Рішення, що дозволяє виконати умову (1), може бути отримане шляхом зміни радіуса початкового кола зірочок. Для визначення необхідного радіуса початкового кола зірочок, використовуючи рівняння (9) та умову (1), можна отримати:

$$R \sin\left(\frac{Vt}{R}\right) = X_3, \quad (11)$$

Стосовно рукавичного автомату ПА–8–33 рівняння (11) приймає вигляд:

$$R \sin\left(\frac{170,2344}{R}\right) = 9,3. \quad (12)$$

Розв'язок рівняння (12) відносно  $R$  доцільно виконати графічним методом, побудувавши функцію  $X_4 = f(R) = R \sin\left(\frac{170,2344}{R}\right)$ , звідки легко знайти  $R$ , за умовою, що  $X_4 = X_3 = 9,3$  мм.

З графіку (рис. 3) видно, що умова (1) виконується при  $R=57,16$  мм.

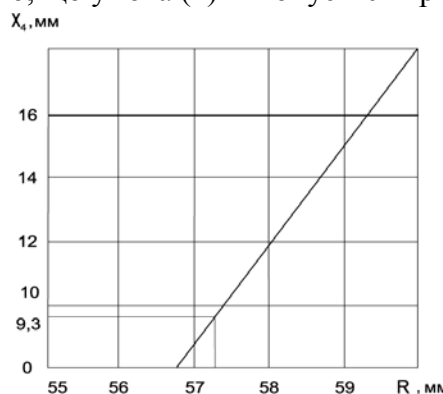


Рис. 3 Графік функції  $X_4 = f(R)$

Як показує аналіз, найповніше умова (1) буде виконуватися при використанні в якості ланцюга ланцюгової передачі ланцюг роликів типу ПР (ГОСТ 13568–75) з кроком 25,4 мм. Приймавши кількість зубців зірочок  $z = 14$ , можемо знайти  $R=57,07$  мм, що практично співпадає з отриманим значенням необхідного радіуса початкового кола зірочок.

Коригування процесу взаємодії в'язальної каретки з проміжною, що необхідно для виконання вимог умови з'єднання в'язальної каретки з проміжною, може бути досягнуто шляхом регулювання положення зони зустрічі в'язальної каретки з пружиною чи шляхом здійснення попереднього її напруження.

**Висновки.** Виконані дослідження показують наступне:

- специфіка конструкції приводу рукавичних автоматів типу ПА обумовлює появу в них значних динамічних навантажень, зумовлених інерційністю проміжної та в'язальної кареток, що рухаються зворотно-поступально;

- зниження динамічних навантажень може бути досягнуто шляхом використання в приводі рукавичного автомату пристрою, що забезпечує відключення в'язальної каретки від тягового ланцюга при переході її з прямолінійних траєкторій руху на криволінійні;

- розроблено привід рукавичного автомата з можливістю відключення в'язальної каретки від тягового ланцюга та метод вибору його раціональних параметрів.

#### Список використаних джерел

1. Хомяк О.Н., Пипа Б.Ф. Повышение эффективности работы вязальных машин. – М.: Легпромбытиздат, 1990. – 208 с.
2. Пипа Б.Ф., Хомяк О.М., Павленко Г.І. Динаміка круглов'язальних машин. – К: КНУТД, 2005. – 294 с.
3. Шляхова Э.Н., Иванов Н.А., Исопенко Р.Н. Новое оборудование перчаточного производства. – Л.: Легкая индустрия, 1978. – 96с.
4. Присяжнюк П.А. Наладка и эксплуатация плосковязальных трикотажных машин. – К.: Техніка, 1983. – 136 с.
5. Автомат перчаточный марки ПА–8–33. Техническое описание и инструкция по эксплуатации.– Черновцы: 1987, 89 с.

#### ПРИВОД ПЕРЧАТОЧНОГО АВТОМАТА С ВОЗМОЖНОСТЬЮ ОТКЛЮЧЕНИЯ ВЯЗАЛЬНОЙ КАРЕТКИ ОТ ТЯГОВОЙ ЦЕПИ

ЧАБАН А.В., ПИПА Б.Ф.

*Киевский национальный университет технологий и дизайна*

**Цель.** Разработка привода перчаточного автомата с возможностью отключения вязальной каретки от тяговой цепи при переходе прямолинейной траектории ее движения на криволинейную, что способствует снижению динамических нагрузок привода, обусловленных возвратно-поступательным движением кареток.

**Методика.** Используются современные методы теории упругости и динамики механических систем с целью разработки привода, способного снизить динамические нагрузки перчаточного автомата, обусловленные возвратно-поступательным движением вязальной и промежуточной кареток.

**Результаты.** На основе анализа динамики нестационарных процессов в механических системах предложена новая конструкция привода перчаточного автомата, обеспечивающего отключение соединения вязальной каретки с промежуточной кареткой в момент перехода ее из прямолинейных участков траектории движения на криволинейные. Оснащение привода перчаточного автомата устройством, способным отключить вязальную каретку от тяговой цепи путем разъединения кинематической ее связи с

промежуточній каретці, забезпечує суттєве зниження динамічних навантажень перчаточного автомата, обумовлених взаємодією кареток. Розроблено метод вибору раціональних параметрів такого привода та оцінки ефективності його роботи. Аналіз досліджень показує, що отримані результати можуть бути використані при удосконаленні діючих та розробці нових типів приводів як перчаточних автоматів, так і машин загального призначення.

**Научна новизна.** Розвиток наукових основ та інженерних методів проектування приводів перчаточних автоматів.

**Практична значимість.** Розробка нової конструкції привода перчаточного автомата з можливістю відключення вязальної каретки від тягової ланки при переході її з прямолінійних на криволінійні траєкторії руху.

**Ключові слова:** *привод перчаточного автомата, динамічні навантаження привода, вязальна каретка, проміжну каретку, тягова ланка.*

## **DRIVE GLOVE MACHINE WITH THE POSSIBILITY STOP KNITTING CARRIAGE OF TRACTION**

CHABAN A.V., PIPA B.F.

*Kiev National University of Technology and Design*

**Purpose.** Development Drive glove machine can be switched off by knitting carriage traction when passing straight path of its motion on a curved, thereby reducing the dynamic loads of the drive due to reciprocating carriages.

**Methodology.** Modern methods of elasticity theory and dynamics of mechanical systems in order to develop an actuator capable of reducing dynamic loads glove machine caused reciprocating knitting and intermediate carriages.

**Findings.** Based on the analysis of the dynamics of non-stationary processes in mechanical systems suggested a new design glove drive machine that turns off the connection with the intermediate knitting carriage at the time of its transition from straight sections on curvilinear motion path. Equipment glove machine drive device capable disable knitting carriage of traction by separating its kinematic connection with the intermediate carriage for lower dynamic loads glove machine caused by reciprocating carriages. A method for selecting rational parameters of the drive and evaluate the effectiveness of its work. Analysis of studies shows that the results obtained can be used for the improvement of existing and development of new types of drives as the glove machines, and general-purpose machinery.

**Originality.** Development of scientific principles and methods of engineering design drives glove machines.

**Practical value.** Development of a new design glove drive machine can be switched off by knitting carriage traction when passing it from straight to curved trajectory.

**Keywords:** *drive glove machine, dynamic drive load, knitting carriage intermediate carriage traction chain.*