

УДК 677.055

С.В. МУЗИЧИШИН, В.Г. ЗДОРЕНКО, Б.Ф. ПІПА
Київський національний університет технологій та дизайну**ВИБІР ПАРАМЕТРІВ ПРИСТРОЮ ЗНИЖЕННЯ ДИНАМІЧНИХ
НАВАНТАЖЕНЬ, ЗУМОВЛЕНИХ ЗВОРОТНО-ПОСТУПАЛЬНИМ
РУХОМ КАРЕТОК ПЛОСКОВ'ЯЗАЛЬНОЇ МАШИНИ**

У статті представлено результати досліджень по вибору параметрів пристрою зниження динамічних навантажень, зумовлених зворотно-поступальним рухом кареток плосков'язальної машини з метою розробки рекомендацій по удосконаленню їх приводів. Встановлено, що особливістю плосков'язальних машин є зворотно-поступальний рух кареток, що призводить до значних динамічних навантажень, зумовлених їх інерційністю, і, як наслідок, до зниження надійності та довговічності роботи плосков'язальних машин. Встановлено, що з метою зниження динамічних навантажень привода доцільно в його складі використовувати демпфіруючий пристрій з пружинами розтягу та стиску. Результати досліджень можуть бути використані при розробці та удосконаленні приводів як плосков'язальних машин, так і машин загального призначення.

Ключові слова: плосков'язальна машина, привід плосков'язальної машини, динамічні навантаження, каретка плосков'язальної машини, зворотно-поступальний рух каретки.

S.V. MUZYCHISHIN, W.G. SDORENKO, B.F. PIPA
Kyiv National University Of Technologies And Design**CHOICE OF PARAMETERS OF DEVICE OF DECLINE OF RUN-TIME LOADING, CAUSED BY
RECURRENTLY-FORWARD BY MOTION OF CARRIAGES OF FLAT KNITTING MACHINE****Abstract**

In the article the results of researches are presented on the choice of parameters of device of decline of the run-time loading, carriages of flat knitting machine caused by recurrently-forward motion with the purpose of development of recommendations on the improvement of their drives. It is set that the feature of flat knittings machines is recurrently-forward motion of carriages, resulting in the considerable run-time loading, conditioned by their inertance, and, as a result, to the decline of reliability and longevity of work of flat knittings machines. It is set that with the purpose of decline of the run-time loading of drive it is expedient in its composition to use a snubber with the springs of tension and compression. The results of researches can be drawn on at development and improvement of drives of both flat knittings machines and machines of general purpose.

Keywords: flat knitting machine, drive of flat knitting machine, run-time loading, carriage of flat knitting machine, recurrently-forward motion of carriage.

Постановка проблеми

Ефективність роботи в'язальних машин, у тому числі і плосков'язальних, залежить від досконалості їх механізмів, зокрема приводу. Тому в останній час все більше уваги приділяється їх удосконаленню [1]. При цьому перспективним напрямком є створення таких приводів, які змогли б знизити динамічні навантаження, зумовлені зворотно-поступальним рухом в'язальної та проміжної кареток [2-5].

Об'єктом досліджень обрано пристрій зниження динамічних навантажень у приводі плосков'язальних машин та автоматів, зумовлених зворотно-поступальним рухом кареток. При вирішенні задач, поставлених у даній роботі, були використані сучасні методи теоретичних досліджень, що базуються на теорії опору матеріалів, пружності та теорії проектування в'язальних машин.

Формулювання мети дослідження

Враховуючи доцільність підвищення ефективності роботи плосков'язальних машин шляхом удосконалення приводу, статтю присвячено вибору параметрів пристрою зниження динамічних навантажень у приводі, зумовлених зворотно-поступальним рухом кареток, та розробці рекомендацій щодо удосконалення приводу плосков'язальних машин та рукавичних автоматів.

Викладення основного матеріалу дослідження

Аналіз роботи плосков'язальних машин та автоматів [3, 4] показує, що з метою зниження динамічних навантажень, зумовлених зворотно-поступальним рухом кареток, доцільно використовувати у приводі пристрій зниження динамічних навантажень (ПЗДН) з пружними елементами (пружинами розтягу, стиску або їх сполучення). Наявність такого демпфіруючого пристрою сприяє накопиченню

енергії пружним елементом при переході каретки із прямолінійної ділянки траєкторії на криволінійну і віддачу її системі при переході із криволінійної ділянки на прямолінійну.

Взаємодія каретки плосков'язальної машини або автомата при русі її, наприклад, вправо із пружним елементом починається в точці 1 й закінчується у точці 2 (рис. 1). При цьому на ділянці 1-2 відбувається накопичення енергії гальмування мас, що рухаються поступально, пружним елементом, а на ділянці 2-3 віддача її механічній системі плосков'язальної машини. Аналогічно відбувається взаємодія каретки при русі її вліво із пружним елементом.

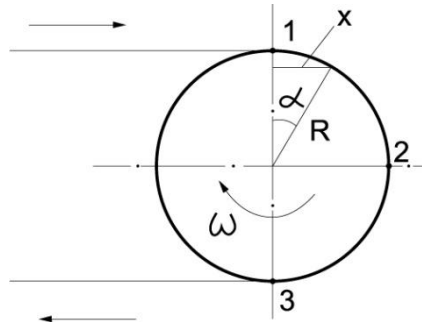


Рис. 1. Траєкторія руху каретки плосков'язальної машини або рукавичного автомата на криволінійній ділянці траси ланцюга

Для одержання максимального ефекту від зниження динамічних навантажень, обумовлених інерційністю мас, що рухаються зворотно-поступально, повинна бути дотримана умова рівності сили інерції мас і сили пружності демпфіруючого пристрою (силами тертя нехтуємо [2]). Ця умова дає можливість визначити необхідну жорсткість пружного елемента демпфіруючого пристрою привода:

$$F_u = F_\delta, \tag{1}$$

де F_u – сила інерції мас, що рухаються поступально,

$$F_u = -ma; \tag{2}$$

m – приведена маса частин привода, що рухаються поступально;

a – прискорення мас;

F_δ – сила пружності демпфіруючого пристрою (пружини розтягу):

$$F_\delta = C \cdot X; \tag{3}$$

C – жорсткість пружного елемента (пружини);

X – шлях деформації (розтягу) пружного елемента.

Згідно з рис. 1, маємо:

$$X = R \sin \alpha = R \sin \omega t, \tag{4}$$

де R – радіус зірочки привода;

α – кут повороту зірочки;

ω – кутова швидкість зірочки;

t – поточний час несталого руху мас привода.

Підставляючи (4) в (3), одержимо:

$$F_\delta = CR \sin \omega t. \tag{5}$$

Оскільки $a = \ddot{X} = -R\omega^2 \sin \omega t$, то:

$$F_u = mR\omega^2 \sin \omega t. \tag{6}$$

Використовуючи умову (1) і враховуючи (5), (6), знаходимо:

$$C = m\omega^2. \tag{7}$$

При дотриманні умови (7) сили інерції практично не викликають динамічних навантажень у приводі, обумовлених зміною напрямку руху каретки, що дозволяє підвищити його надійність і довговічність.

У силу специфіки конструкції привода рукавичного автомата й особливостей процесу в'язання, проміжна та в'язальна каретки роблять зворотно-поступальний рух. При цьому при зміні напрямку їхнього руху (у зоні переходу із прямолінійної на криволінійну ділянку ланцюга) у деталях та вузлах привода виникають значні динамічні навантаження, обумовлені інерційністю мас, що рухаються поступально (повзун з пальцем, проміжна і в'язальна каретки). Динамічні навантаження негативно позначаються на надійності та довговічності роботи привода і рукавичного автомата в цілому, а також на

якості виробів. Крім того, інерційні навантаження є стримуючим чинником у підвищенні швидкості в'язання, що необхідно для підвищення продуктивності рукавичних автоматів

З метою усунення зазначених недоліків стали застосовувати привід рукавичного автомата, що містить ПЗДН, виконаний у вигляді циліндричної пружини розтягання встановленої усередині направляючої проміжної каретки, з можливістю взаємодії його із проміжною кареткою у момент переходу пальця, що приводить у рух проміжну каретку, із прямолінійної ділянки ланцюга на криволінійну ділянку [6].

Однак наявність ПЗДН, виконаного у вигляді однієї циліндричної пружини розтягу з постійною жорсткістю, дозволяє усунути динамічні навантаження, обумовлені інерційністю мас привода, що рухаються поступально, тільки при роботі рукавичного автомата з постійною швидкістю в'язання. Для сучасних рукавичних автоматів марки ПА- 8-33 та ін. [4, 5], з метою забезпечення технології в'язання виробів, необхідно, щоб привід забезпечував роботу рукавичного автомата на двох швидкостях (швидкий і тихий хід). При цьому слід враховувати, що співвідношення цих швидкостей в'язання дорівнює двом [5].

Оскільки маса повзуна і кареток у процесі роботи рукавичного автомата не змінюється, умова працездатності запропонованого ПЗДН [6] не виконується, що свідчить про неможливість ефективного використання даного технічного рішення для випадку зміни швидкості в'язання на рукавичному автоматі.

Автори пропонують таку конструкцію привода рукавичного автомата, у якому введення нових пружних елементів у ПЗДН і призначення співвідношення їхніх жорсткостей дозволило б усунути динамічні навантаження у приводі, обумовлені інерційністю мас, що рухаються зворотно-поступально, при роботі рукавичного автомата як у режимі тихого, так і швидкого ходу.

Поставлене завдання вирішене тим, що ПЗДН привода додатково оснащений двома циліндричними пружинами стиску, кожна з яких встановлена по різні сторони від проміжної каретки з можливістю взаємодії кожної із проміжною кареткою в момент переходу проміжної каретки із прямолінійної ділянки ланцюга на криволінійну. При цьому жорсткість пружин демпфіруючого пристрою визначається зі співвідношення:

$$C_c = C_p,$$

де C_c – жорсткість кожної циліндричної пружини стиску;

C_p – жорсткість циліндричної пружини розтягу.

Введення у ПЗДН поряд із циліндричною пружиною розтягу, встановленої усередині направляючої проміжної каретки, двох циліндричних пружин стиску, кожна з яких встановлена по різні сторони від проміжної каретки, дозволяє при роботі привода рукавичного автомата в режимі тихого ходу вступати проміжній каретці у момент переходу її із прямолінійної ділянки ланцюга на криволінійну і з криволінійної на прямолінійну ділянку у взаємодію із пружиною розтягу. При цьому енергія деформації пружини розтягу гасить інерційність проміжної і в'язальної кареток, що усуває динамічні навантаження у приводі. При роботі рукавичного автомата в режимі швидкого ходу, оскільки енергії пружини розтягу недостатньо для демпфірування інерційності кареток, механізм керування рукавичного автомата включає в роботу циліндричні пружини стиску. Проміжна каретка при цьому на криволінійних ділянках свого руху додатково вступає у взаємодію залежно від напрямку руху з тією або іншою пружиною стиску. Спільна енергія деформації пружини розтягу й пружини стиску гасить інерційність проміжної і в'язальної кареток, що усуває динамічні навантаження у приводі при роботі рукавичного автомата в режимі швидкого ходу. У такий спосіб забезпечується усунення динамічних навантажень у приводі, обумовлених інерційністю кареток, при роботі рукавичного автомата як у режимі тихого, так і швидкого ходу, що сприяє підвищенню надійності та довговічності роботи рукавичного автомата і якості виробів.

Запропоноване співвідношення жорсткостей пружин демпфіруючого пристрою здатне усунути динамічні навантаження у приводі рукавичного автомата, обумовлені інерційністю кареток, отримано з наступних міркувань.

Враховуючи залежність (7), можна записати:

$$C_1 = m\omega_1^2; \quad C_2 = m\omega_2^2, \quad (8)$$

де C_1, C_2 – жорсткість пружних елементів демпфіруючого пристрою при роботі рукавичного автомата в режимі першої (швидкий хід) та другої (тихий хід) швидкостей руху кареток відповідно;

m – маса частин рукавичного автомата, що рухаються поступально (повзун, проміжна і в'язальна каретки);

ω_1, ω_2 – кутова швидкість ведучої зірочки ланцюгової передачі при роботі плосков'язальної машини в режимі першої та другої швидкостей руху кареток відповідно.

Оскільки $\omega_1 > \omega_2$, очевидно $C_1 > C_2$.

Враховуючи, що пружини стиску й розтягу встановлені паралельно, можна одержати:

$$C_1 = C_c + C_p, \tag{9}$$

де C_c, C_p – жорсткість пружин стиску та розтягу відповідно, $C_p = C_2 = m\omega^2$.

Використовуючи (8), (9), після перетворень одержимо:

$$\frac{C_c}{C_p} = \left(\frac{\omega_1}{\omega_2} \right)^2 - 1. \tag{10}$$

Враховуючи, що $\omega = V/R$, де V – лінійна швидкість кареток, а R – радіус початкової окружності ведучої зірочки, одержимо:

$$\frac{C_c}{C_p} = \left(\frac{V_1}{V_2} \right)^2 - 1, \tag{11}$$

де V_1 – швидкість кареток у режимі швидкого ходу;

V_2 – швидкість кареток у режимі тихого ходу.

Відповідно до рукавичного автомата марки ПА-8-33, де $V_1/V_2 = 2$ [5], вираз (11) приймає вид:

$$C_c = 3 C_p. \tag{12}$$

Одержана залежність дозволяє усунути динамічні навантаження у приводі, обумовлені інерційністю мас, що рухаються поступально, при роботі рукавичного автомата як у режимі тихого, так і швидкого ходу.

На рис. 2 представлена кінематична схема привода рукавичного автомата з ПЗДН, зумовлених зворотньо-поступальним рухом кареток, запропонованого авторами.

Привід рукавичного автомата містить електродвигун 1, на валу якого закріплений шків клинопасової передачі 2, що з'єднує електродвигун з редуктором 3, приводний вал 4, з'єднаний з редуктором 3 за допомогою клинопасової передачі 5, ланцюгову передачу, що містить жорстко, закріплену на приводному валу 4 ведучу зірочку 6, ведену зірочку 7 і ланцюг 8, до якого кріпиться повзун 9 з пальцем 10, проміжну каретку 11, з'єднану з пальцем 10 і встановлену на циліндричній направляючій 12, в'язальну каретку 13, з'єднану із проміжною кареткою 11 і встановлену на направляючих 14, циліндричну пружину розтягу 15 зі штифтами 16, встановлену всередині циліндричної направляючої 12 таким чином, що штифти розташовані у пазах циліндричної направляючої 12, виступають за її межі, дві пружини стиску 17, 18, встановлені по різні сторони від проміжної каретки 11 на циліндричній направляючій 12. Кожна із пружин стиску 17, 18 одним торцем упирається в штифт 16, а іншим в упор 19, 20 відповідно, з'єднаний з важелем механізму керування рукавичного автомата (на рис. 2 не показано).

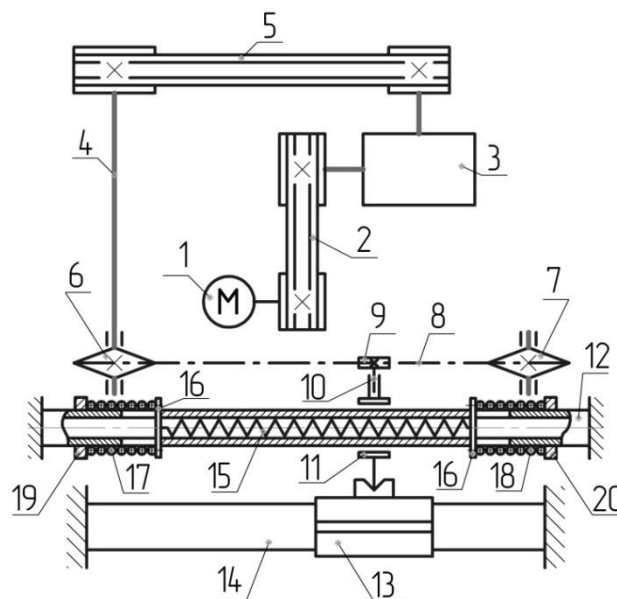


Рис. 2. Кінематична схема привода рукавичного автомата з пристроєм зниження динамічних навантажень

Принцип роботи привода полягає в наступному. У залежності від технологічних особливостей процесу в'язання виробів електродвигун має дві швидкості: першу – більшу та другу – меншу. При вмиканні електродвигуна 1 його обертання за допомогою пасових передач 2, 5 і редуктора 3 передається приводному валу 4, на якому закріплена ведуча зірочка 6. Обертання ведучої зірочки 6 приводить у рух ланцюг 8 і ведену зірочку 7. Жорстко закріплений на ланцюзі 8 повзун 9 за допомогою пальця 10 приводить у зворотно-поступальний рух проміжну карету 11, що рухається по циліндричній направляючій 12. Разом з проміжною кареткою 11 рухається з'єднана з нею в'язальна каретка 13, здійснюючи процес в'язання виробів. У момент переходу пальця із прямолінійної на криволінійну ділянку ланцюга 8, що характеризує сповільнення руху кареток, проміжна каретка вступає у взаємодію з одним із штифтів 16. Штифт 16, переміщаючись у пазу циліндричної направляючої 12, розтягує циліндричну пружину розтягу 15 та стискає одну із пружин стиску 17 або 18 (під час роботи рукавичного автомата в режимі першої швидкості), що опираються на упор 19 або 20 відповідно. При перемиканні електродвигуна на другу швидкість за допомогою важелів механізму керування обидва упори 19, 20 переміщуються у напрямку від проміжної каретки, виводячи із зони переміщення штифтів 16 пружини стиску 17, 18. Сила інерції, обумовлена сповільненням руху проміжної та в'язальної кареток, деформує пружину розтягу 15 і пружини стиску 17, 18 (при роботі рукавичного автомата в режимі першої швидкості) або лише циліндричну пружину розтягу 15 (при роботі в режимі другої швидкості), накопичуючи в них енергію. При виведенні кареток зі стану спокою й до моменту досягнення сталого режиму руху циліндрична пружина розтягу 15 та пружини стиску 17, 18 віддають накопичену енергію, переборюючи сили інерції розгону проміжної та в'язальної кареток.

Висновки

Використання запропонованої конструкції привода рукавичного автомата та методу вибору параметрів ПЗДН, зумовлених зворотно-поступальним рухом його кареток, дозволяє:

- усунути динамічні навантаження, що діють на деталі й вузли привода, зумовлені інерційними навантаженнями мас рукавичного автомата, що рухаються зворотно-поступально;
- підвищити якість виробів, що випускаються, за рахунок підвищення стабільності роботи механізму в'язання;
- підвищити швидкість рукавичного автомата за рахунок усунення динамічних навантажень у приводі та механізму в'язання;
- зменшити витрати електроенергії, споживаної рукавичним автоматом.

Список використаної літератури

1. Хомяк О.Н., Пипа Б.Ф. Повышение эффективности работы вязальных машин. – М.: Легпромбытиздат, 1990. – 208 с.
2. Хомяк О.М. Динамика плосков'язальных машин та автоматів. – К: КНУТД, 2008. – 250 с.
3. Шляхова Э.Н., Иванов Н.А., Исопенко Р.Н. Новое оборудование перчаточного производства. – Л.: Легкая индустрия, 1978. – 96 с.
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.
6. А.с. 1481296 СССР, D 04 В 15/96. Привод плосковязальной машины / Б.Ф. Пипа, О.Н. Хомяк, В.Н. Крикливый, П.А. Присяжнюк, Н.Г. Молодик (СССР). – № 4257306/31-12; Заявлено 04.06.87; Оpubл. 23.05.89, Бюл. № 19. – 4 с.