

УДК 677.055

ПЛЕШКО С.А., КОВАЛЬОВ Ю. А.

Київський національний університет технологій та дизайну

ПРИВІД В'ЯЗАЛЬНОЇ МАШИНИ З ПРУЖНОЮ ЗАПОБІЖНОЮ МУФТОЮ І РЕГУЛЬОВАНИМ МОМЕНТОМ

Мета. Розробка приводу в'язальної машини з пружною запобіжною муфтою з регульованим моментом та вибір її робочих параметрів.

Методика. Використані сучасні методи теоретичних досліджень, що базуються на теорії динаміки механічних систем та теорії пружності.

Результати. Розроблено привід в'язальної машини з пружною запобіжною муфтою з регульованим моментом з радіально розташованими плоскими пластинчастими пружинами. Встановлено, що використання в приводі в'язальної машини вказаної муфти дозволяє поряд зі зниженням динамічних навантажень, що виникають в приводі під час пуску в'язальної машини, запобігати аварійним поломкам деталей та вузлів приводу, а також здійснювати вибір раціональної жорсткості муфти – необхідної умови при зміні швидкісного режиму роботи в'язальної машини та зміні виду заправки і асортименту виробів. Запропоновано метод вибору раціональних робочих параметрів приводу в'язальної машини з пружною запобіжною муфтою з регульованим моментом.

Наукова новизна. Розроблено метод вибору робочих параметрів приводу в'язальної машини з пружною запобіжною муфтою з регульованим моментом.

Практична значимість. Розроблено нову конструкцію приводу в'язальної машини з пружною запобіжною муфтою з регульованим моментом з радіально встановленими плоскими пластинчастими пружинами.

Ключові слова: в'язальна машина, привід в'язальної машини, пружна муфта, пружна запобіжна муфта, раціональні параметри пружної запобіжної муфти.

Вступ. Одним із суттєвих недоліків приводів в'язальних машин є значні динамічні навантаження, що виникають під час несталого режиму їх роботи [1-3], що негативно впливає на ефективність роботи в'язальних машин та на якість в'язального полотна і готових виробів. Проблема зниження динамічних навантажень в приводах в'язальних машин може бути вирішена, як показують дослідження [4, 5], шляхом використання в приводах в'язальних машин пристроїв зниження динамічних навантажень, зокрема пружних муфт.

Постановка завдання. Враховуючи актуальність питання підвищення ефективності роботи в'язальних машин шляхом зниження динамічних навантажень, завданням досліджень стало розробка нової конструкції приводу в'язальної машини з пружною запобіжною муфтою з регульованим моментом та розробка методу вибору робочих параметрів такої муфти.

Результати дослідження. В основу досліджень покладена задача створити привід в'язальної машини, в якому введенням в його склад додаткових елементів забезпечилось би зниження динамічних навантажень, що сприяє підвищенню довговічності його роботи, та розробка методу вибору робочих параметрів такого приводу.

Поставлена задача вирішена тим, що привід в'язальної машини оснащено пружною запобіжною муфтою з регульованим моментом (надалі пружна муфта), пружні елементи якої розташовані радіально.

Оснащення приводу в'язальної машини пружною муфтою дозволяє знизити динамічні навантаження приводу в'язальної машини і, таким чином, підвищити надійність та довговічність його роботи. Пружна муфта здатна також запобігати аварійним

перевантаженням привода та вибирати, з метою підвищення ефективності роботи в'язальної машини, раціональну жорсткість муфти.

Запропонований привід в'язальної машини (рис. 1) оснащений принципово новою конструкцією пружної муфти (Пат. України на корисну модель № 102410, МПК: F16 В 21/00, 2015 р.), схема якої представлена на (рис. 2).

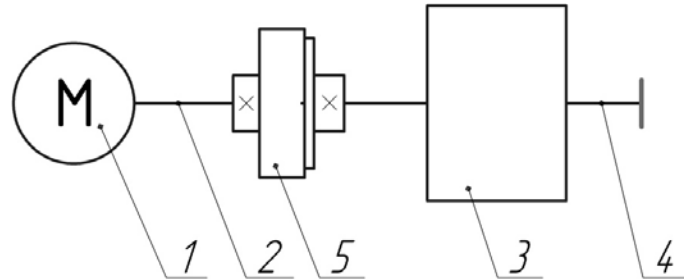


Рис. 1. Схема привода в'язальної машини: 1 – електродвигун; 2 – вал;
3 – блок механічних передач; 4 – приводний вал; 5 – пружна муфта

Принцип роботи привода в'язальної машини полягає в наступному. При вмиканні електродвигуна 1 (рис. 1) обертальний рух його вала 2 передається пружній муфті 5, з'єднаний з блоком механічних передач 3. Обертальний рух блоку механічних передач 3 передається приводному валу 4 та механізмам в'язальної машини, що необхідно для її роботи – в'язання трикотажного полотна або виготовлення готових виробів.

Пружна муфта (рис. 2) працює таким чином. Обертання ведучого вала 11 (вала 2 електродвигуна 1 – рис. 1) зумовлює обертання напівмуфти 1, на якому вона закріплена за допомогою шпонки 10. Плоскі пластинчаті пружини 6, жорстко закріплені в напівмуфті 1, взаємодіючи з пальцями 3, жорстко закріпленими в напівмуфті 2, зумовлюють її обертання. Обертання напівмуфти 2 за допомогою шпонки 12 передається веденому валу 13 (ведучий вал блоку механічних передач).

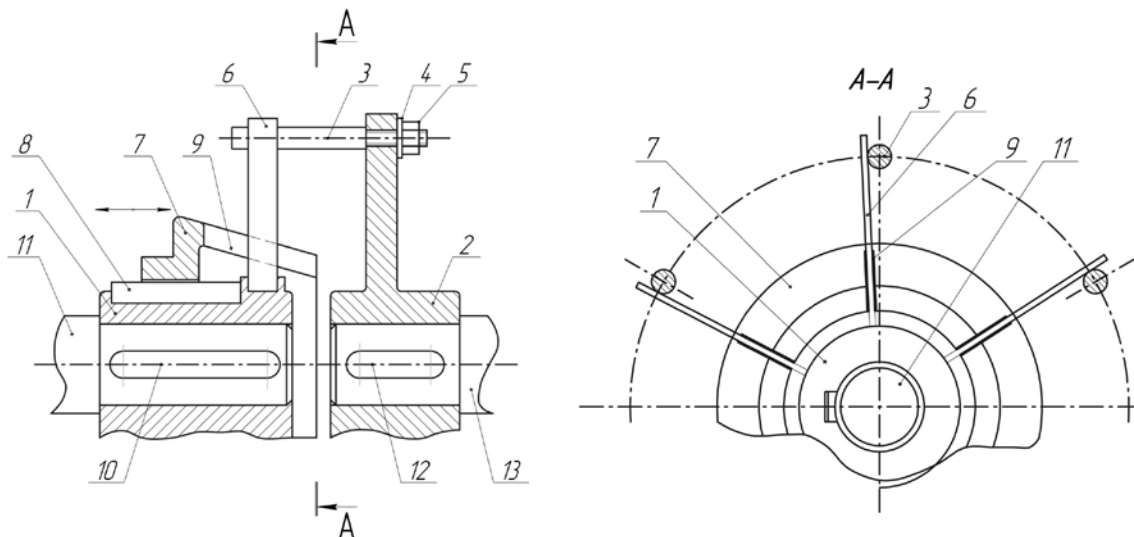


Рис. 2. Пружна муфта: 1, 2 – напівмуфти; 3 – пальці; 4 – шайби; 5 – гайки; 6 – плоскі пластинчасті пружини; 7 – конусна втулка; 8 – ковзна шпонка; 9 – радіальні пази; 10 – шпонка; 11 – ведучий вал (вал електродвигуна); 12 – шпонка; 13 – ведений вал (ведучий вал блоку механічних передач)

При динамічних навантаженнях привода пружна муфта дозволяє зменшити пікові його навантаження за рахунок деформації плоских пластинчатих пружин 6. В разі

недопустимих перевантажень пружної муфти пружини, деформуючись (прогинаючись), розривають їх взаємодію з пальцями 3 (рис. 2), що запобігає пошкодженню деталей та вузлів привода в'язальної машини. При зміні режиму роботи в'язальної машини, зумовленою як швидкісними, так і силовими параметрами, необхідна зміна жорсткості пружної муфти і, відповідно, її запобіжного моменту досягається відповідним осьовим переміщенням конусної втулки 7 вздовж ковзної шпонки 8. При цьому змінюється робоча довжина плоских пружин 6, тобто їх жорсткість і, відповідно, змінюється величина запобіжного моменту пружної муфти.

Оскільки в якості пружин муфти використані плоскі пластинчаті прямі пружини жорсткість кожної із них C_{np} може бути знайдена із умови:

$$C_{np} = \frac{F_{np}}{\Delta} = \frac{3EJ\Delta}{l^3} = \frac{3EJ}{l^3}, \quad (1)$$

де F_{np} - сила, що діє на пружину, із умови пружності: $F_{np} = \frac{3EJ\Delta}{l^3}, \quad (2)$

або $F_{np} = \frac{2T}{zD\psi} = \frac{2P}{zD\omega\psi}; \quad (3)$

T - крутний момент муфти; z - кількість пружин; D - робочий діаметр муфти;

P - потужність муфти; ω - кутова швидкість ведучого вала муфти;

ψ - коефіцієнт, що враховує нерівномірність навантаження пружин, $\psi = 0,75$;

Δ - деформація пружини (згин);

E - модуль пружності матеріалу пружини, для сталі $E = 2,2 \cdot 10^5$ МПа;

J - момент інерції перерізу пружини, $J = \frac{ba^3}{12}; \quad (4)$

l - робоча довжина пружини;

a, b - товщина та ширина перерізу пружини відповідно.

Враховуючи (1), (4), можемо записати:

$$C_{np} = \frac{Eba^3}{4l^3}. \quad (5)$$

Використовуючи умову міцності пружин на згин $\sigma_{32} = \frac{M}{W} \leq [\sigma_{32}]$,

де $\sigma_{32}, [\sigma_{32}]$ - діюче та допустиме напруження на згин пружини;

M - момент згину пружин, $M = \frac{Fl}{z};$

F - сумарна сила, що діє на пружини, $F = \frac{2T}{D\psi}; \quad (6)$

W - момент опору згину пружини, $W = \frac{ba^2}{6},$

знаходимо необхідну кількість пружин:

$$z \geq \frac{6Fl}{ba^2[\sigma_{32}]} \quad (7)$$

Вплив переміщення конусної втулки (рис. 2) на жорсткість муфти, враховуючи (1), (4), може бути представлена залежністю:

$$C_i = \frac{3EJ}{(l-l_i)^3} = \frac{3EJ}{(l-X_i \operatorname{tg} \alpha)^3} = \frac{Eba^3}{4(l-X_i \operatorname{tg} \alpha)^3}, \quad (8)$$

де C_i - жорсткість муфти при i -му положенні конусної втулки;

X_i - i -те положення конусної втулки;

α - кут конуса конусної втулки.

В разі використання запропонованої пружної муфти в приводі круглов'язальної машини КО-2 із конструктивних міркувань можна прийняти: $D = 140$ мм; $l = 50$ мм; $a = 2$ мм; $b = 10$ мм; .

Тоді, враховуючи, що $E = 2,2 \cdot 10^5$ МПа, із (5), знаходимо необхідну жорсткість пружини: $C_{np} = 35,2$ Н/мм.

Оскільки в приводі круглов'язальної машини КО-2 використовується електродвигун типу 100L6УЗ, потужність якого 2,2 кВт та частота обертання валу 950 об/хв ($\omega = 99,48$ с⁻¹) [4], максимальний пусковий момент муфти (електродвигуна) $T = 48,6$ Нм. Тоді, згідно з (6) сила, що діє на пружини становить $F = 925,7$ Н.

Враховуючи, що для пружинної сталі 60С2А, з якої зазвичай виготовляють пружини, $[\sigma]_{32} = 1300$ МПа, необхідна кількість пружин муфти, згідно з (7): $z \geq 5,3$. Приймаємо $z = 6$.

Висновки. Виконані дослідження дозволяють зробити наступні висновки:

- встановлено, що використання в приводі в'язальних машин запропонованої пружної муфти дозволяє поряд зі зниженням динамічних навантажень, що виникають під час пуску, запобігати аварійним поломкам деталей та вузлів привода, а також здійснювати вибір раціональної жорсткості муфти – необхідної умови при зміні швидкісного режиму роботи в'язальної машини та зміні виду заправки і асортименту виробів;

- запропонований метод вибору раціональних параметрів привода в'язальної машини з пружною запобіжною муфтою з регульованим моментом може бути використаний при розробці нових типів в'язальних машин та автоматів.

Література

1. Піпа Б. Ф. Динаміка круглов'язальних машин / Б.Ф. Піпа, О.М. Хомяк, Г.І. Павленко. – К: КНУТД, 2005. – 294 с.
2. Хомяк О. М. Динаміка плосков'язальних машин та автоматів. – К: КНУТД, 2008. – 250 с.
3. Чабан В. В. Динаміка основов'язальних машин / В.В. Чабан, Л.А. Бакан, Б.Ф. Піпа. – К.: КНУТД, 2012 – 287 с.
4. Піпа Б.Ф. Приводи в'язальних машин і автоматів з пристроями зниження динамічних навантажень / Б.Ф. Піпа, О.В. Чабан, С.В. Муzychyshyn. – К.: КНУТД, 2015. – 280 с.

References

1. Pipa, B. F., Homjak, O.M., & Pavlenko, G.I. (2005). *Dynamika kruglov'jazal'nyh mashyn* [Dynamics of circular knitting machines]. Kyiv: KNUTD [in Ukrainian].
2. Homjak, O. M. (2008). *Dynamika ploskov'jazal'nyh mashyn ta avtomativ* [Dynamics of flat knitting machines and automatic machines]. Kyiv: KNUTD [in Ukrainian].
3. Chaban, V. V., Bakan, L.A., & Pipa, B.F. (2012). *Dynamika osnovov'jazal'nyh mashyn* [The dynamics of the basis of knitting machines]. Kyiv: KNUTD [in Ukrainian].
4. Pipa, B.F., Chaban, O.V., & Muzychyshyn, S.V. (2015). *Pryvody v'jazal'nyh mashyn i avtomativ z prystrojamy znyzhennja dynamichnyh navantazhen* [Drives of knitting machines and machines with devices for reducing dynamic loads]. Kyiv: KNUTD [in Ukrainian].
5. Chaban, V.V., Pipa B.F., & Chaban, O.V. (2016).

5. Чабан В.В. Приводи в'язальних машин (нові розробки та елементи розрахунків) / В.В. Чабан, Б.Ф. Піпа, О.В. Чабан. – К.: КНУТД, 2016 - 452 с.
- Pryvody v'jazal'nyh mashyn (novi rozrobky ta elementy rozrahunkiv) [Drives of knitting machines (new developments and elements of calculations)]. Kyiv: KNUTD [in Ukrainian].*

ПРИВОД ВЯЗАЛЬНОЙ МАШИНЫ С УПРУГОЙ ПРЕДОХРАНИТЕЛЬНОЙ МУФТОЙ И РЕГУЛИРУЕМЫМ МОМЕНТОМ

ПЛЕШКО С.А., КОВАЛЕВ Ю.А.

Киевский национальный университет технологий и дизайна

Цель. Разработка привода вязальной машины с упругой предохранительной муфтой с регулируемым моментом и выбор ее рабочих параметров.

Методика. Используются современные методы теоретических исследований, основанных на теории динамики механических систем и теории упругости.

Результаты. Разработан привод вязальной машины с упругой предохранительной муфтой с регулируемым моментом с радиально расположенными плоскими пластинчатыми пружинами. Установлено, что использование в приводе вязальной машины указанной муфты позволяет наряду со снижением динамических нагрузок, возникающих в приводе при пуске вязальной машины, предотвращать аварийные поломки деталей и узлов привода, а также осуществлять выбор рациональной жесткости муфты - необходимого условия при изменении скоростного режима работы вязальной машины и при изменении вида заправки и ассортимента изделий. Предложен метод выбора рациональных рабочих параметров привода вязальной машины с упругой предохранительной муфтой с регулируемым моментом.

Научная новизна. Разработан метод выбора рабочих параметров привода вязальной машины с упругой предохранительной муфтой с регулируемым моментом.

Практическая значимость. Разработана новая конструкция привода вязальной машины с упругой предохранительной муфтой с регулируемым моментом с радиально установленными плоскими пластинчатыми пружинами.

Ключевые слова: вязальная машина, привод вязальной машины, упругая муфта, упругая предохранительная муфта, рациональные параметры упругой предохранительной муфты.

DRIVE KNITTING MACHINE WITH ELASTIC WITH SAFETY CLUTCH WITH ADJUSTABLE TORQUE

PLESHKO S.A., KOVALEV Y.A.

Kiev National University of Technologies and Design

Purpose. Drive Development knitting machine with elastic safety clutch with adjustable torque and range of its operating parameters.

Methodology. The use of modern methods of theoretical research based on the theory of the dynamics of mechanical systems and the theory of elasticity.

Findings. A drive knitting machine with elastic safety clutch with adjustable torque with radial flat leaf springs. It is found that the use of the actuator of the knitting machine of said coupling allows while reducing dynamic loads which arise in the drive during start-up of the knitting machine, to prevent accidental breakage of parts and drive units, as well as to the choice of rational rigidity couplings - a prerequisite if a change speed operation mode knitting machine and when changing the type of filling and product range. The method of selection of rational operating parameters drive the knitting machine with elastic safety clutch with adjustable torque.

Originality. The method of selecting operational parameters driving the knitting machine with elastic safety clutch with adjustable torque.

Practical value. A new drive design knitting machine with elastic safety clutch with adjustable torque with radially mounted flat leaf springs.

Key words: knitting machine, knitting machine drive, elastic coupling, elastic slip clutch, rational parameters of elastic safety coupling.