

УДК 677.055

ЗДОРЕНКО В.Г., ЗАЩЕПКИНА Н.М.  
Київський національний університет технологій та дизайну

### ЕФЕКТИВНІСТЬ ВИКОРИСТАННЯ ВІДЦЕНТРОВОЇ ФРИКЦІЙНОЇ МУФТИ ДЛЯ ЗНИЖЕННЯ ДИНАМІЧНИХ НАВАНТАЖЕНЬ В ПРИВОДІ В'ЯЗАЛЬНИХ МАШИН

**Мета.** Оцінка ефективності використання відцентрової фрикційної муфти для зниження динамічних навантажень в приводі в'язальних машин.

**Методика.** Використані сучасні методи досліджень динаміки механічних систем з метою оцінки ефективності використання відцентрової фрикційної муфти для зниження пускових динамічних навантажень в приводі в'язальних машин.

**Результати.** На основі аналізу особливостей роботи в'язальних машин встановлена ефективність використання в їх приводі відцентрової фрикційної муфти з регульованим крутним моментом. Запропоновано нову конструкцію відцентрової фрикційної муфти з регульованим крутним моментом, здатну вирішити проблему ефективного зниження динамічних навантажень в приводі, що виникають під час пуску, незалежно від режиму роботи в'язальної машини. Виконані розрахунки, що підтверджують доцільність використання в приводі в'язальних машин фрикційної відцентрової муфти з регульованим крутним моментом для зниження пускових динамічних навантажень.

**Наукова новизна.** Розроблено метод оцінки ефективності використання відцентрової фрикційної муфти для зниження пускових динамічних навантажень в приводі в'язальних машин.

**Практична значимість.** Розроблено нову конструкцію відцентрової фрикційної муфти з регульованим крутним моментом.

**Ключові слова:** в'язальна машина, привід в'язальної машини, динамічні навантаження приводу, відцентрова фрикційна муфта.

**Вступ.** Особливістю роботи в'язальних машин, як відомо [1-3], є значні пускові динамічні навантаження, що є однією з основних причин зниження довговічності їх роботи. Тому проблема розробки нових та удосконалення діючих засобів зниження пускових динамічних навантажень в в'язальних машинах є актуальною та своєчасною [4]. Ефективне вирішення цієї проблеми без удосконалення засобів зниження динамічних навантажень приводів в'язальних машин неможливе.

**Постановка завдання.** Враховуючи актуальність питання підвищення ефективності роботи в'язальних машин, завданням досліджень є оцінка ефективності використання відцентрової фрикційної муфти для зниження динамічних навантажень в приводі в'язальних машин.

**Результати дослідження.** З метою оцінки величини динамічних навантажень, що виникають від час несталого руху (пуск, гальмування та ін.) в приводі в'язальних машин, їх реальну конструкцію, як показують дослідження авторів [5], доцільно замінити двомасовою динамічною моделлю з параметрами:  $T_1$  - пусковий момент електродвигуна;  $T_2$  - статичний момент привода (сумарний момент сил опору механізмів машини);  $J_1$  - момент інерції ротора електродвигуна з урахуванням моменту інерції ведучого шківів клинопасової передачі;  $J_2$  - сумарний момент інерції обертальних мас механізмів машини;  $C_{12}$  - жорсткість пасів клинопасової передачі.

Аналіз пуску двомасової механічної системи з пружною в'яззю [1, 5] дозволяє одержати наступну залежність для знаходження максимуму динамічних навантажень  $T_{12max}$ , що виникають в приводі в'язальної машини під час пуску:

$$T_{12max} = \sqrt{(T_2 - T_1)^2 + \frac{T_1^2 J_2 \sin^2 \left[ \arccos \left( 1 - \frac{T_2}{T_1} \right) \right]}{J_1 + J_2}} + \frac{J_2 T_1 + J_1 T_2}{J_1 + J_2}. \quad (1)$$

Враховуючи залежність (1) можемо одержати графік впливу пускового моменту  $T_1$  на пускові динамічні навантаження привода. При цьому в якості діапазонів та інтервалів варіювання досліджуваних параметрів (приведені до валу електродвигуна), як приклад, круглов'язальної машини КО-2 можна прийняти:  $T_1 \in [25; 50]$  Нм,  $\Delta T_1 = 5$  Нм;  $T_2 \in [15; 30]$  Нм;  $\Delta T_2 = 2,5$  Нм;  $J_1 \in [0,01; 0,1]$  кгм<sup>2</sup>;  $\Delta J_1 = 0,01$  кгм<sup>2</sup>;  $J_2 \in [0,03; 0,1]$  кгм<sup>2</sup>;  $\Delta J_2 = 0,01$  кгм<sup>2</sup>. За нульові значення досліджуваних параметрів приймаємо [5]:  $T_1 = 48,6$  Нм;  $T_2 = 22,1$  Нм;  $J_1 = 0,023$  кгм<sup>2</sup>;  $J_2 = 0,062$  кгм<sup>2</sup>.

На рис. 1 представлено графік впливу пускового моменту електродвигуна круглов'язальної машини КО-2 на динамічні навантаження привода, одержаний з використанням приведених даних та залежності (1).

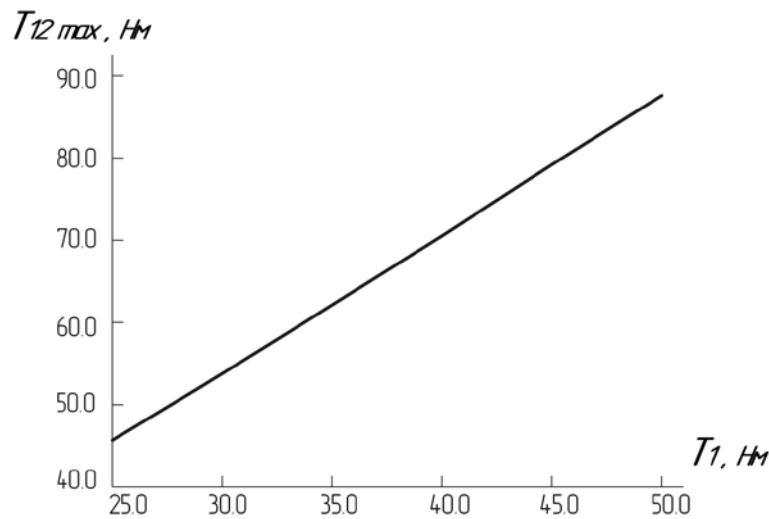


Рис. 1. Графік залежності максимуму динамічних навантажень привода круглов'язальної машини КО-2 від пускового моменту електродвигуна

Враховуючи особливості роботи в'язальних машин (необхідність зміни режиму в'язання полотна, заправки та ін.), автори, з метою зниження динамічних навантажень, що виникають під час пуску, пропонують обладнати приводи в'язальних машин відцентровою фрикційною муфтою з регульованим крутним моментом.

Обладнання привода в'язальної машини відцентровою фрикційною муфтою, як відомо [4,5], забезпечує обмеження пускового моменту електродвигуна, що передається приводу під час пуску і, таким чином, зниження його динамічних навантажень, що призводить до підвищення надійності та довговічності роботи в'язальної машини.

На рис. 2 представлена кінематична схема запропонованої авторами відцентрової фрикційної муфти з регульованим крутним моментом.

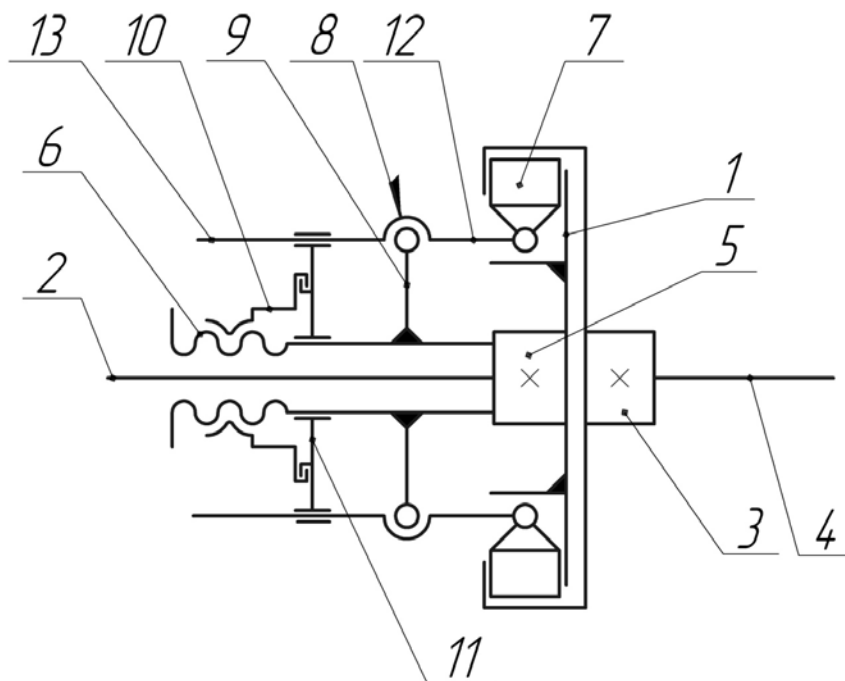


Рис. 2. Кінематична схема відцентрової фрикційної муфти з регульованим крутним моментом: 1 – ведуча півмуфта; 2 – ведучий вал; 3 – ведена півмуфта; 4 – ведений вал; 5 – ступиця; 6 – різьба; 7 – колодки; 8 – двоплечий важіль; 9 – кронштейн; 10 – гайка; 11 – опора важеля; 12 – жорстке плече важеля; 13 – пружне плече важеля (плоска пружина)

Принцип роботи відцентрової фрикційної муфти наступний. При вмиканні відцентрової фрикційної муфти ведучий вал 2 починає обертатися. При цьому ступиця 5, жорстко закріплена на ведучому валу 2, разом з колодками 7, прикріпленими за допомогою кронштейнів 9 до ступиці 5, також починає обертатися. Відцентрові сили, що виникають при цьому, долаючи опір сил пружності плоских пружин 13 двоплечих важелів 8, призводять до радіальних переміщень колодок 7 і притискають їх до веденої півмуфти 3. Сили тертя, що виникають при цьому між колодками 7 та веденою півмуфтою 3 приводять її в обертальний рух, а разом з нею і ведений вал 4, на якому вона жорстко закріплена. При необхідності зміни величини моменту відцентрової фрикційної муфти, зумовленою зміною режиму роботи привода машини, де вона використовується, необхідно, в залежності від потреби зменшити або збільшити крутний момент відцентрової фрикційної муфти, поворотом гайки 10 змінити робочу довжину плоских пружин 13 двоплечих важелів 8). Зміна робочої довжини пружин 13 здійснюється за рахунок переміщення опори 11, з'єднаної з гайкою 10. Сила пружності плоских пружин в більшій або в меншій мірі, в залежності від зміни режиму роботи, частково компенсує відцентрову силу колодок 7, змінюючи величину сили притиску їх до веденої півмуфти 3 і, відповідно, момент відцентрової фрикційної муфти. Можливість вибору раціонального моменту відцентрової фрикційної муфти в залежності від навантажень привода машини забезпечує підвищення довговічності роботи відцентрової фрикційної муфти та в'язальної машини в цілому.

Враховуючи конструктивні особливості запропонованої муфти, крутний момент  $T_m$  її знаходиться із умови:

$$T_m = \frac{QzDf}{2} = \frac{(F_{вц} - F)zDf}{2}, \quad (2)$$

де  $Q$  - сила притиску колодки до веденої півмуфти,

$$Q = \frac{2T_m}{zDf} = F_{вц} - F; \quad (3)$$

$z$  - кількість колодок;

$D$  - діаметр поверхні тертя колодок;

$f$  - коефіцієнт тертя колодки по веденій півмуфті;

$$F_{вц} - \text{відцентрова сила колодки, } F_{вц} = \frac{G}{g} r\omega^2; \quad (4)$$

$G$  - вага колодки;  $g = 9,81 \text{ м/с}^2$ ;

$r$  - радіус центру ваги колодки;

$\omega$  - кутова швидкість колодки;

$F$  - сила пружності робочого плеча важеля (плоскої пружини, надалі пружини),

$$F = \frac{3EJ\delta}{l^3}; \quad (5)$$

$E$  - модуль пружності матеріалу пружини;

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

$a, b$  - товщина та ширина перерізу пружини відповідно;

$\delta$  - максимальний прогин пружини.

Оцінимо ефективність використання запропонованої відцентрової фрикційної муфти при використанні її, як приклад, в приводі круглов'язальної машини КО-2.

В якості вихідних даних (вал приведення параметрів – вал електродвигуна) приймаємо [5]:  $T_1 = 48,6 \text{ Нм}$  (пусковий момент електродвигуна без муфти);  $T_2 = 22,1 \text{ Нм}$ ;  $T'_1 = T_m = 1,1T_2 = 24,3 \text{ Нм}$  (пусковий момент електродвигуна при наявності муфти).

Тоді, використовуючи результати досліджень (рис. 2), знаходимо:  $T_{12\text{max}} = 85,17 \text{ Нм}$  (пуск машини без муфти);  $T'_{12\text{max}} = 40,5 \text{ Нм}$  (пуск машини з муфтою).

Таким чином, використання відцентрової фрикційної муфти з регульованим моментом у складі круглов'язальної машини КО-2 забезпечує зниження динамічних навантажень в 2,1 рази, що підтверджує ефективність її використання.

**Висновки.** Виконані дослідження показують наступне:

- встановлена доцільність використання в приводі в'язальних машин відцентрової фрикційної муфти з регульованим крутним моментом;
- запропонована муфта здатна підвищити ефективність роботи в'язальних машин за рахунок суттєвого зниження динамічних навантажень в приводі;
- результати досліджень можуть бути використані при удосконаленні діючих та при розробці нових типів в'язальних машин.

### Список використаних джерел

1. Піпа Б. Ф., Хомяк О. М., Павленко Г. І. Динаміка круглов'язальних машин. – К: КНУТД, 2005. – 294 с.
2. Хомяк О. М. Динаміка плосков'язальних машин та автоматів. – К: КНУТД, 2008. – 250 с.
3. Чабан В. В., Бакан Л. А., Піпа Б. Ф. Динаміка основов'язальних машин. – К.: КНУТД, 2012 - 287 с.
4. Піпа Б.Ф., Чабан О.В., Музичишин С.В. Приводи в'язальних машин і автоматів з пристроями зниження динамічних навантажень. – К.: КНУТД, 2015. – 280 с.
5. Здоренко В. Г., Защепкіна Н.М. Зниження динамічних навантажень в приводі в'язальних машин //Вісник КНУТД. -2015. - № 6 (92). – С. 47-52.

### **ЭФФЕКТИВНОСТЬ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ЦЕНТРОБЕЖНОЙ ФРИКЦИОННОЙ МУФТЫ ДЛЯ СНИЖЕНИЯ ДИНАМИЧЕСКИХ НАГРУЗОК В ПРИВОДЕ ВЯЗАЛЬНЫХ МАШИН**

ЗДОРЕНКО В.Г., ЗАЩЕПКИНА Н.Н.

*Киевский национальный университет технологий и дизайна*

**Цель.** Оценка эффективности использования центробежной фрикционной муфты для снижения динамических нагрузок в приводе вязальных машин.

**Методика.** Используются современные методы исследований динамики механических систем с целью оценки эффективности использования центробежной фрикционной муфты для снижения пусковых динамических нагрузок в приводе вязальных машин.

**Результаты.** На основе анализа особенностей работы вязальных машин установлена эффективность использования в их приводе центробежной фрикционной муфты с регулируемым крутящим моментом. Предложена новая конструкция центробежной фрикционной муфты с регулируемым крутящим моментом, способная решить проблему эффективного снижения динамических нагрузок в приводе возникающих при пуске, независимо от режима работы вязальной машины. Выполнены расчеты, подтверждающие целесообразность использования в приводе вязальных машин фрикционной центробежной муфты с регулируемым крутящим моментом для снижения пусковых динамических нагрузок.

**Научная новизна.** Разработан метод оценки эффективности использования центробежной фрикционной муфты для снижения пусковых динамических нагрузок в приводе вязальных машин.

**Практическая значимость.** Разработана новая конструкция центробежной фрикционной муфты с регулируемым крутящим моментом.

**Ключевые слова:** вязальная машина, привод вязальной машины, динамические нагрузки привода, центробежная фрикционная муфта.

## EFFICIENCY CENTRIFUGAL FRICTION CLUTCH FOR REDUCING DYNAMIC LOADS IN THE DRIVE KNITTING MACHINES

SDORENKO V. G., ZASCHEPKINA N.N.

*Kiev national university of technology and design*

**Aim.** Evaluating the effectiveness of using centrifugal friction clutches to reduce dynamic loads in the drive knitting machines.

**Methodology.** Used modern methods of research the dynamics of mechanical systems to assess the efficiency of centrifugal friction clutches to reduce launchers dynamic loads in the drive knitting machines.

**Results.** Based on analysis of the characteristics of knitting machines installed in their efficiency drive centrifugal friction clutch with adjustable torque. The new design of centrifugal friction clutch with adjustable torque capable of solving the problem effectively reduce dynamic loads in a drive that arise during the start-up regardless of the mode of the knitting machine. The calculations proving the feasibility of using knitting machines to drive centrifugal friction clutches with adjustable starting point for reducing dynamic loads.

**Scientific novelty.** Development of the method for assessing efficiency centrifugal friction clutches to reduce launchers dynamic loads in the drive knitting machines.

**Practical meaningfulness.** Development of a new design of centrifugal friction clutch with adjustable torque.

**Keywords:** *knitting machine, knitting machine drive, dynamic load drive centrifugal friction clutch.*