

О.Ю. ОЛІЙНИК

Національний технічний університет України «КПІ ім. Ігоря Сікорського»

М.М. РУБАНКА

Київський національний університет технологій та дизайну

ВІДЦЕНТРОВА ФРИКЦІЙНА МУФТА З РЕГУЛЬОВАНИМ КРУТНИМ МОМЕНТОМ ТА ВИБІР ЇЇ ПАРАМЕТРІВ

На основі аналізу особливостей роботи машин легкої промисловості встановлена доцільність використання в їх приводі відцентрової фрикційної муфти з регульованим крутним моментом. Запропоновано нову конструкцію відцентрової фрикційної муфти з регульованим крутним моментом, що містить двоплечі важелі та противаги, здатні вирішити проблему ефективного зниження динамічних навантажень в приводі, що виникають під час пуску машини, незалежно від режиму її роботи. Запропоновано метод вибору параметрів відцентрової фрикційної муфти з регульованим крутним моментом.

Ключові слова: відцентрова фрикційна муфта, параметри відцентрової фрикційної муфти з регульованим крутним моментом, привід машини, динамічні навантаження приводу.

O.YU. OLIINYK

National Technical University of Ukraine «Igor Sikorsky Kyiv Polytechnic Institute»

M.M. RUBANKA

Kyiv National University of Technologies and Design

CENTRIFUGAL FRICTION CLUTCH WITH REGULATED ROTATIONAL MOMENT AND SELECTION OF ITS PARAMETERS

An important factor in improving reliability and durability of mechanical systems of circular knitting machines and light industry equipment in all there is a reduction of dynamic loads in the drive that arise during the start-up of the drive. This problem can not be solved without improvement the means of reducing dynamic loads including clutches that are part of the drive. On the basis of the analysis of the operating peculiarities of the machines in the light industry, the feasibility of use of the centrifugal friction clutch with regulated rotational moment in their drive is adjusted. A new design of the centrifugal friction clutch with regulated rotational moment, which has two-shoulder levers and counterweights, is proposed; such new design is capable of solving the problem of effective reduction of dynamic loads in the drive that arise during the start-up of the machine regardless of the mode of its operation. The method of selection of the parameters of the centrifugal friction clutch with regulated rotational moment is proposed. The results of the research can be used in development of new types of circular knitting machines.

Key words: centrifugal friction clutch, parameters of the centrifugal friction clutch with regulated rotational moment, drive of the machine, dynamic loads of the drive.

Особливістю роботи механічних систем, в тому числі і машин легкої промисловості, як відомо [1–4], 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 приводах машин є актуальною та своєчасною [5]. Ефективне вирішення цієї проблеми без удосконалення засобів зниження динамічних навантажень приводів машин, зокрема муфт, неможливе.

Об'єктом досліджень обрано відцентрову фрикційну муфту з регульованим крутним моментом та метод вибору її параметрів. Під час розв'язання поставлених задач були використані сучасні методи теорій проектування машин, опору матеріалів та деталей машин.

Постановка завдання. Враховуючи актуальність питання підвищення ефективності роботи машин за рахунок удосконалення пристроїв зниження пускових динамічних навантажень, виконаних у вигляді муфт [5], завданням досліджень є розробка нової конструкції відцентрової фрикційної муфти та методу вибору її раціональних параметрів.

Результати та їх обговорення. Відома відцентрова фрикційна муфта, що містить ведучу півмуфту, ведену півмуфту та колодки, розташовані у ведучій півмуфті [6]. Таке конструктивне виконання відцентрової фрикційної муфти призводить до того, що в разі зміни швидкості обертання муфти – при перемиканні швидкості електродвигуна привода машини, де використовується муфта, та ін. змінюється і її момент, що не дозволяє ефективно вирішити проблему зниження пускових динамічних навантажень механізмів машини.

З метою підвищення ефективності роботи відцентрової фрикційної муфти автори пропонують нову конструкцію муфти [7], додатково обладнану двоплечими важелями та противагами, причому в якості одного із пліч кожного важеля використано стержень з різьбою, на якій нагвинчена противага.

Обладнання відцентрової фрикційної муфти противагами, та використання в якості одного із пліч важеля стержня з різьбою, на якій нагвинчена противага, дозволяє, шляхом зниження пускових динамічних навантажень при перемиканні швидкості обертання муфти, підвищити ефективність її використання.

Запропонована відцентрова фрикційна муфта з регульованим крутним моментом (рис. 1) містить ведучу півмуфту 1, жорстко закріплену на ведучому валу 2, ведену півмуфту 3, жорстко закріплену на веденому валу 4, колодки 5, розташовані в ведучій півмуфті 1, противаги 6 та двоплечі важелі 7, шарнірно з'єднані з ведучою півмуфтою 1. Плече 8 кожного двоплечого важеля 7 шарнірно з'єднане з колодкою 5, а друге плече 9 виконано у вигляді стержня з різьбою 10, на яку нагвинчено противагу 6.

Відцентрова фрикційна муфта працює таким чином. При вмиканні машини ведучий вал 2 починає обертатися. При цьому ведуча півмуфта 1, жорстко закріплена на ведучому валу 2, разом з колодками 5 та противагами 6 також починає обертатися. Відцентрові сили, що виникають при цьому призводять до радіальних переміщень колодок 5 і притискають їх до внутрішньої поверхні веденої півмуфти 3. Сили тертя, що виникають при цьому між колодками 5 та веденою півмуфтою 3 приводять її в обертальний рух, а разом з нею і ведений вал 4, на якому вона жорстко закріплена. Відцентрові сили, що діють в цей же час на противаги 6, завдяки двоплечим важелів 7 частково компенсують силу притиску колодок 5 до веденої півмуфти 3. Різниця відцентрових сил колодок 5 та противаг 6 створює необхідний крутний момент відцентрової фрикційної муфти. При перемиканні машини на іншу швидкість змінюється і відцентрова сила колодок 5, що могло б призвести до зміни крутного моменту муфти. Але одночасно з цим змінюється і відцентрова сила противаг 6, яка, тиснувши на плече 9 двоплечого важеля 7, змінює силу тиску колодок 5 на ведену півмуфту 3, стабілізуючи крутний момент муфти, що забезпечує зниження динамічних навантажень та підвищення довговічності роботи муфти і машини в цілому, в приводі якої вона використовується.

При необхідності зміни величини моменту відцентрової фрикційної муфти, зумовлену зміною режиму роботи привода машини, де вона використовується, необхідно, залежно від потреби зменшити або збільшити момент відцентрової фрикційної муфти, поворотом противаг 6 змінити робочу довжину пліч 9 двоплечих важелів 7. Зміна робочої довжини пліч 9 двоплечих важелів 7 призводить до зміни сили противаг, що частково компенсує відцентрову силу колодок 5, змінюючи величину сили притиску їх до веденої півмуфти 3 і, відповідно, момент відцентрової фрикційної муфти. Можливість вибору раціонального моменту відцентрової фрикційної муфти залежно від навантажень привода машини, де вона використовується, забезпечує підвищення надійності та довговічності роботи відцентрової фрикційної муфти.

Враховуючи конструктивні особливості запропонованої відцентрової фрикційної муфти, її крутний момент T_M знаходиться із умови:

$$T_M = \frac{QzDf}{2}, \quad (1)$$

де Q – реакція сили притиску колодки до веденої півмуфти, що знаходиться із умови рівноваги важеля 7 муфти (рис. 1)

$$Ql_1 - F_1l_1 + F_2l_2 = 0; \quad (2)$$

F_1, F_2 – відцентрові сили колодки та противаги відповідно,

$$F_1 = \frac{G_1}{g} r_1 \omega^2; \quad (3)$$

$$F_2 = \frac{G_2}{g} r_2 \omega^2; \quad (4)$$

G_1, G_2 – вага колодки та противаги відповідно; $g = 9,81 \text{ м/с}^2$;

r_1, r_2 – радіуси центрів ваги колодок та противаг;

ω – кутова швидкість колодок та противаг;

l_1, l_2 – робочі плечі важелів (рис. 2);

z – кількість колодок;

D – діаметр поверхні тертя колодок;

f – коефіцієнт тертя колодки по веденій півмуфті.

Підставивши (3), (4) в (2), маємо:

$$Q = \frac{F_1l_1 - F_2l_2}{l_1} = F_1 - F_2 \frac{l_2}{l_1} = \frac{G_1}{g} r_1 \omega^2 - \frac{G_2}{g} r_2 \omega^2 \frac{l_2}{l_1} = \left(G_1 r_1 - G_2 r_2 \frac{l_2}{l_1} \right) \frac{\omega^2}{g}. \quad (5)$$

Після підстановки (5) в (1) остаточно знаходимо:

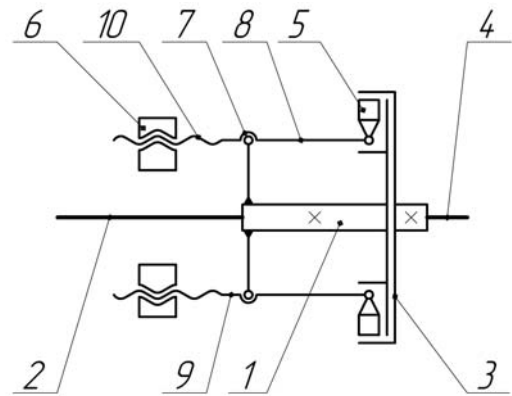


Рис. 1. Кінематична схема відцентрової фрикційної муфти з регульованим крутним моментом

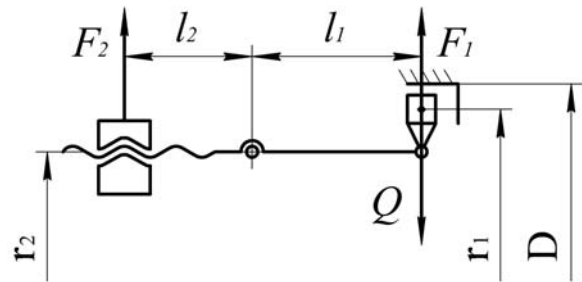


Рис. 2. Розрахункова схема відцентрової фрикційної муфти з регульованим крутним моментом

$$T_M = \frac{\left(G_1 r_1 - G_2 r_2 \frac{l_2}{l_1} \right) \omega^2 z D f}{2q} . \quad (6)$$

Параметрами відцентрової фрикційної муфти в разі використання її в приводі, наприклад, круглов'язальної машини типу КО доцільно прийняти: $z = 4$; $D = 120$ мм; $f = 0,3$ (тертя пари азбестова прокладка колодки – чавун веденої півмуфти); $l_1 = 50$ мм; $l_{2\min} = 10$ мм; $l_{2\max} = 120$ мм; $r_1 = 50$ мм; $r_2 = 40$ мм; $\omega = 99,48$ рад/с [8]; $G_1 = 8,0$ Н; $G_2 = 1,0$ Н.

Розрахунки з використанням залежностей (1)–(6) показують, що в цьому випадку:

$$Q_{\max} = 392 \text{ Н}; \quad Q_{\min} = 304 \text{ Н}; \quad T_{i\max} = 28,22 \text{ Нм}; \quad T_{i\min} = 21,89 \text{ Нм}.$$

Аналіз показує, що використання запропонованої відцентрової фрикційної муфти з регульованим крутним моментом у складі круглов'язальної машини КО-2 здатне знизити пускові динамічні навантаження більш ніж в 2 рази [5], що підтверджує ефективність її використання.

Висновки. Виконані дослідження показують наступне:

- встановлена доцільність використання в приводі машин відцентрової фрикційної муфти з регульованим крутним моментом;
- запропонована відцентрова фрикційна з регульованим крутним моментом, обладнана двоплечими важелями та противагами, здатна підвищити ефективність роботи машин за рахунок зниження динамічних навантажень в приводі;
- результати досліджень можуть бути використані в ході удосконалення діючих та розробки нових типів відцентрових фрикційних муфт.

Література

1. Кожевников С.Н. Динамика нестационарных процессов в машинах / С.Н. Кожевников. – К. : Наукова думка, 1986. – 288 с.
2. Піпа Б. Ф. Динаміка круглов'язальних машин / Б.Ф. Піпа, О.М. Хомяк, Г.І. Павленко. – К. : КНУТД, 2005. – 294 с.
3. Хомяк О.М. Динаміка плосков'язальних машин та автоматів / О.М. Хомяк. – К. : КНУТД, 2008. – 250 с.
4. Чабан В. В. Динаміка основов'язальних машин / В.В. Чабан, Л.А. Бакан, Б.Ф. Піпа. – К. : КНУТД, 2012. – 287 с.
5. Піпа Б.Ф. Приводи в'язальних машин і автоматів з пристроями зниження динамічних навантажень / Б.Ф. Піпа О.В. Чабан, С.В. Музичшин. – К. : КНУТД, 2015. – 280 с.
6. Пат. 109660 Україна, МПК F16B 21/00 (2016.01), F16D 13/00 (2016.01). Відцентрова фрикційна муфта / Б. Ф. Піпа, С. В. Музичшин ; власник Київський національний університет технологій та дизайну. – № u201603001 ; заявл. 23.03.2016 ; опублік. 25.08.2016, Бюл. № 16. – 2 с.
7. Пат. 123894 Україна, МПК F16B 21/00 (2018.01), F16D 13/00 (2018.01). Відцентрова фрикційна муфта / Б. Ф. Піпа, О.Ю. Олійник, М. М. Рубанка ; власник Київський національний університет технологій та дизайну. – № u201709885 ; заявл. 12.10.2017 ; опублік. 12.03.2018, Бюл. № 5. – 3 с.
8. Машины кругловязальные типа КО-2. Техническое описание и инструкция по эксплуатации. – Черновцы, 1992. – 86 с.

References

1. Kozhevnikov S.N. (1986). *Dinamika nestatsionarnykh protsessov v mashinakh* [Dynamics of non-stationary processes in machines]. Kyiv: Naukova dumka.
2. Pipa B.F., Khomiak O.M., & Pavlenko H.I. (2005). *Dynamika kruglov'jazal'nyh mashyn* [Dynamics of the circular knitting machines]. Kyiv: KNUVD.
3. Khomiak O.M. (2008). *Dynamika ploskov'iazal'nykh mashyn ta avtomativ* [Dynamics of the flat knitting machines and automatic machines]. Kyiv: KNUVD.
4. Chaban V.V., Bakan L.A., & Pipa B.F. (2012). *Dynamika osnovov'iazal'nykh mashyn* [Dynamics of the warp knitting machines]. Kyiv: KNUVD.
5. Pipa B.F., Chaban A.V., & Muzychyshyn S.V. (2015). *Pryvody v'jazal'nyh mashyn i avtomativ z prystrojamy znyzhennja dynamichnyh navantazhen'* [Drives of the knitting machines and automatic machines with devices reduce dynamic loads]. Kyiv: KNUVD.
6. Pipa B.F., Muzychyshyn S.V., inventors (2016). *Vidtsentrova fryktsiina mufta* [Centrifugal friction clutch]. Ukrainian patent, no.109660.
7. Pipa B.F., Oliinyk O.Yu., Rubanka M.M., inventors (2018). *Vidtsentrova fryktsiina mufta* [Centrifugal friction clutch]. Ukrainian patent, no.123894.
8. Chernovtsy (1992). *Mashyny kruglov'jazal'nye tipa KO-2. Tehnicheskoe opisanie i instrukcija po jekspluatacii* [The circular knitting machines of type KO-2. Technical description and operating instructions].

Рецензія/Peer review : 11.04.2018 р.

Надрукована/Printed :21.05.2018 р.

Рецензент: д.т.н., проф. Бурмістенков О.П.