

УДК 677.055

ДРАПАК Г.М.

Хмельницький національний університет

ВПЛИВ ПРИСТРОЮ ЗІ СПІРАЛЬНОЮ ПРУЖИНОЮ НА ЗНИЖЕННЯ ДИНАМІЧНИХ НАВАНТАЖЕНЬ В ПРИВОДІ В'ЯЗАЛЬНИХ МАШИН

Мета. Аналіз впливу пристрою зі стрічковою спіральною пружиною на зниження динамічних навантажень в приводі в'язальних машин.

Методика. Використані сучасні методи досліджень динаміки механічних систем з метою оцінки ефективності використання пристрою зі спіральною пружиною для зниження динамічних навантажень, що виникають в приводі під час пуску в'язальних машин.

Результати. Встановлена доцільність використання в приводі в'язальних машин стрічкової спіральної пружини для зниження динамічних навантажень, що виникають під час пуску. Запропоновано нову конструкцію привода в'язальної машини зі спіральною пружиною та обгінною муфтою, здатну вирішити проблему ефективного зниження динамічних навантажень привода, що виникають під час пуску. Представлено метод знаходження параметрів спіральної пружини, необхідних для забезпечення надійності та ефективності її роботи. Розроблено алгоритм знаходження динамічних навантажень в'язальних машин, що виникають під час пуску. Розрахунки показують, що при використанні в приводі в'язальної машини КО-2 пристрою зі спіральною пружиною та обгінною муфтою пускові динамічні її навантаження знижуються в 1,63 рази.

Наукова новизна. Розроблено метод оцінки впливу пристрою зі спіральною пружиною на динамічні навантаження привода в'язальних машин та алгоритм розрахунку динамічних навантажень в'язальних машин, що виникають під час пуску.

Практична значимість. Розробка нової конструкції привода в'язальної машини з пристроєм, що містить плоску спіральну пружину та обгінну муфту.

Ключові слова: в'язальна машина, привід в'язальної машини, динамічні навантаження привода, спіральна пружина, обгінна муфта.

Вступ. Специфікою роботи в'язальних машин є значні динамічні навантаження, що виникають у приводі в період пуску. При цьому динамічні навантаження в 3 і більше разів перевищують статичні навантаження привода, що є однією з основних причин зниження довговічності його роботи. Відомі пристрої зниження динамічних навантажень в приводі машин [1] не завжди можуть бути використані в в'язальних машинах. Тому проблема підвищення надійності та довговічності роботи в'язальних машин шляхом зниження динамічних навантажень є актуальною та своєчасною. Ефективне вирішення цієї проблеми без удосконалення конструкцій приводів в'язальних машин неможливе.

Постановка завдання. Враховуючи актуальність питання підвищення ефективності роботи в'язальних машин, завданням досліджень є розробка методу зниження динамічних навантажень привода в'язальних машин шляхом їх удосконалення.

Результати дослідження. З метою зниження динамічних навантажень автор пропонує обладнати привід, круглов'язальної, як приклад, машини, пристроєм, що містить стрічкову спіральну пружину (надалі пружина) та обгінну муфту (рис. 1), що забезпечує в

період пуску попереднє напруження в'язей привода та зниження пускового моменту електродвигуна, і, таким чином, зниження динамічних навантажень привода.

Запропонований привід містить з'єднані між собою електродвигун 1, клинопасову передачу 2, зубчасту передачу 3 з шестернею 4 та зубчастим колесом 5, встановленими на проміжному 6 та на приводному 7 валах відповідно, обгінну муфту 8, з'єднану з шестернею 4, та пружину 9, встановлену в зубчасте колесо 5. Шестерня 4 та зубчасте колесо 5 вільно встановлені на проміжному 6 та приводному 7 валах, обгінна муфта 8 встановлена з можливістю з'єднання шестерні 4 з проміжним валом 6, а пружина 9 одним кінцем за допомогою втулки 10, до якої вона прикріплена, та шпонки 11 з'єднана з приводним валом 7, а другим кінцем з'єднана безпосередньо з зубчастим колесом 5. На кінцях приводного вала закріплені циліндричні шестерні 12, 13. З метою забезпечення працездатності привода зміщення пружини 9 з одного боку обмежено площиною 14 зубчастого колеса 5, а з другого боку шайбою 15, прикріпленою до втулки 10 за допомогою шайби 16 та гайки 17.

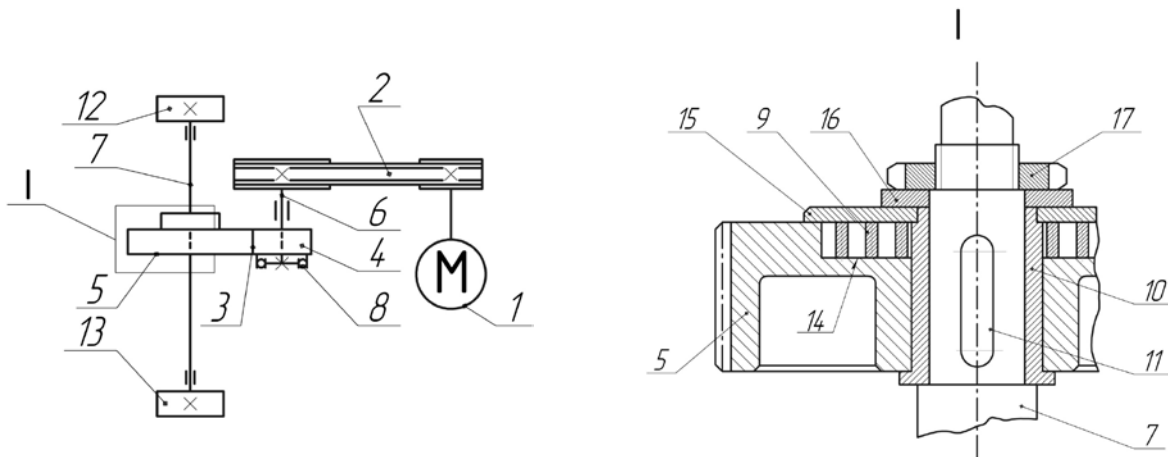


Рис. 1. Схема привода в'язальної машини зі спіральною пружиною

Принцип роботи привода в'язальної машини полягає в наступному. При вмиканні електродвигуна 1 обертальний рух його вала за допомогою клинопасової передачі передається проміжному валу 6 і далі за рахунок обгінної муфти 8 шестерні 4 та зубчастому колесу 5, вільно встановленому на приводному валу 7. Обертання зубчастого колеса 5 призводить до закручування пружини 9, кінець якої прикріплено до зубчастого колеса 5. Зі збільшенням кута повороту зубчастого колеса пружина 9 все більше закручується. При цьому момент її пружності створює попереднє напруження пружних в'язей передач привода. Зі збільшенням часу повороту вала електродвигуна його пусковий момент зменшується від максимального значення до величини, що зумовлена жорсткістю пружини. При повному закрученні пружини обертальний рух отримує приводний вал 7, на кінці якого закріплені циліндричні шестерні 12, 13. Циліндричні шестерні 12, 13 шляхом зубчастого зачеплення приводять в обертальний рух механізми в'язання та товароприйому (на рис. 1 не показані), що необхідно для роботи в'язальної машини – в'язання трикотажного полотна.

При зупинці круглов'язальної машини момент сил пружності пружини 9 передається зубчастому колесу 5, змушуючи його обертатись в зворотному напрямі. Для того щоб при

цьому не виникло закручування пружини в зворотному напрямі, що негативно впливає на її працездатність, передбачена обгінна муфта 8, яка розриває зв'язок пружини з електродвигуном при його зупинці.

Наявність у складі привода в'язальної машини пружини сприяє виконанню наступних умов, що позитивно впливають на зниження пускових динамічних навантажень: створення попереднього напруження пружинних в'язей привода; обмеження величини пускового моменту електродвигуна.

Для забезпечення надійності та довговічності роботи привода параметри пружини та обгінної муфти повинні бути узгоджені з потужністю електродвигуна та динамічних навантажень привода.

Із конструктивних міркувань приймаємо внутрішній діаметр пружини $d_1 = 60$ мм. Зовнішній діаметр пружини у вільному стані, згідно з [1] становить: $d_2 = 3d_1 = 180$ мм. Товщину пружини приймаємо, враховуючи потужність привода [2], $\delta = 1,5$ мм.

Знаходимо початковий та кінцевий (при закручуванні пружини) радіуси пружини:

$$\rho_1 = 0,5(d_1 + \delta) = 30,75 \text{ мм}; \quad \rho_2 = \delta \cdot i + \rho_1 = 47,25 \text{ мм}, \quad (1)$$

де i - кількість витків пружини (обертів закручування), приймаємо $i = 11$.

Знаходимо довжину стрічки пружини у вільному стані:

$$l = \pi \cdot i (\rho_1 + \rho_2) = 2695,5 \text{ мм}. \quad (2)$$

Ширина стрічки пружини знаходиться із умови необхідної її жорсткості [3]:

$$b = \frac{12Tl}{E\varphi\delta^3}, \quad (3)$$

де T_1 - крутний момент, що передає пружина в момент пуску, приймаємо $T = T_1' = 1,2T_2 = 1,2 \cdot 22,1 = 26,5$ Нм;

E - модуль пружності матеріалу пружини, $E = 2,15 \cdot 10^5$ МПа;

φ - кут закручування пружини, $\varphi = 69,08$ рад, що відповідає прийнятим 11 оборотам закручування пружини.

Підставляючи одержані результати в (3), маємо:

$$b = \frac{12 \cdot 26,5 \cdot 10^3 \cdot 2695,5}{2,15 \cdot 10^5 \cdot 69,08 \cdot 1,5^3} = 17,11 \text{ мм}.$$

Приймаємо $b = 17$ мм.

Отримані результати свідчать про можливість використання стрічкової спіральної пружини для зниження динамічних навантажень, що виникають в приводі в'язальної машини КО-2 під час пуску.

Що стосується параметрів обгінної муфти, то вони можуть бути вибрані згідно рекомендацій, приведених в [1].

Оцінимо ефективність використання пристрою зі спіральною пружиною для зниження динамічних навантажень в'язальних машин.

Аналіз теорії динаміки механічних систем з пружними з в'язями [4-6] показує, що з

метою оцінки величини динамічних навантажень, які виникають від час пуску в приводі в'язальних машин, їх реальну конструкцію доцільно замінити двомасовою динамічною моделлю з параметрами: T_1 - пусковий момент електродвигуна в період першого етапу пуску; T_1' - пусковий момент електродвигуна в період другого етапу пуску, зумовлений його обмеженням наявністю спіральної пружини, $T_1' = 1,2T_2$; T_2 - статичний момент привода (сумарний момент сил опору механізмів машини); J_1 - момент інерції ротора електродвигуна з урахуванням моменту інерції ведучого шківів пасової передачі; J_2 - сумарний момент інерції обертальних мас механізмів машини; C_{12} - жорсткість спіральної пружини.

При цьому для знаходження максимальної величини динамічних навантажень, що виникають в приводі в'язальної машини під час пуску, доцільно використовувати наступний алгоритм [5]:

1. Визначаємо вихідні дані:

$$T_1; T_1'; T_2; J_1; J_2; C_{12}. \quad (4)$$

2. Із рівняння (5) визначаємо час початку другого етапу пуску:

$$\tau_1 = \sqrt{\frac{J_1}{C_{12}}} \arccos\left(1 - \frac{T_2}{T_1}\right). \quad (5)$$

3. Знаходимо початкові умови другого етапу пуску:

$$T_{(12)\tau_1} = T_2; \quad \dot{T}_{(12)\tau_1} = T_1' \sqrt{\frac{C_{12}}{J_1}} \sin \sqrt{\frac{C_{12}}{J_1}} \tau_1. \quad (6)$$

4. Із рівняння (7) визначаємо циклову частоту коливань мас системи β для другого етапу пуску:

$$\beta^2 = \frac{C_{12}(J_1 + J_2)}{J_1 J_2}. \quad (7)$$

5. Використовуючи (8) знаходимо постійні інтегрування для другого етапу пуску:

$$A = T_2 - a; \quad B = \frac{\dot{T}_{(12)\tau_1}}{\beta}, \quad (8)$$

де
$$a = \frac{J_2 T_1' + J_1 T_2}{J_1 + J_2}. \quad (9)$$

6. Знаходимо максимальний момент, зумовлений динамічними навантаженнями, що виникають в пружині під час пуску: $T_{12max} = [A] + [B] + a. \quad (10)$

7. Використовуючи (11) знаходимо динамічне перевантаження пружини при пуску:

$$n_{12} = \frac{T_{12max}}{T_2}. \quad (11)$$

Використовуючи приведений алгоритм для круглов'язальної машини КО-2 з діаметром голкового циліндра 450 мм при лінійній швидкості голкового циліндра 1,1 м/с [2], вихідними параметрами є: $T_1 = 48,6$ Нм; $T_1' = 26,5$ Нм; $T_2 = 22,1$ Нм; $J_1 = 0,018$ кгм²;

$J_2 = 0,072 \text{ кгм}^2$; $C_{12} = T_1' / \varphi = 0,38 \text{ Нм/рад}$, де φ - кут закручення спіральної пружини, $\varphi = 69,08 \text{ рад}$.

При цьому: $T_{12max} = 48,99 \text{ Нм}$; $n_{12} = 2,21$, що в 1,63 рази менше в порівнянні з навантаження, що виникають при пуску круглов'язальної машини КО-2 без пристрою зі спіральною пружиною [7].

Висновки. Виконані дослідження показують наступне:

- встановлена доцільність використання в приводі в'язальних машин пристрою зі спіральною пружиною та обгінною муфтою;
- запропоновано привід круглов'язальної машини, здатний підвищити ефективність її роботи за рахунок зниження динамічних навантажень;
- результати досліджень можуть бути використані при удосконаленні діючих та при розробці нових типів в'язальних машин.

Список використаних джерел

1. Поляков В. С., Барабаш И. Д., Ряховский О. А. Справочник по муфтам. – 2-е изд. – Л.: Машиностроение, 1979. – 351 с.
2. Машини кругловязальные типа КО-2. Техническое описание и инструкция по эксплуатации. – Черновцы. 1992. – 86 с.
3. Писаренко Г.С., Яковлев А.П., Матвеев В.В. Справочник по сопротивлению материалов. – К.: Наукова думка, 1975. – 704 с.
4. Голубенцев А.Н. Динамика переходных процессов в машинах со многими массами. – М.: Машгиз, 1959. – 306 с.
5. Кожевников С.Н. Динамика нестационарных процессов в машинах. – К.: Наукова думка, 1986. – 288 с.
6. Кожевников С.Н. Динамика машин с упругими звеньями. – К.: Изд-во АН УССР, 1961. – 190 с.
7. Піпа Б. Ф., Хомяк О. М., Павленко Г. І. Динаміка круглов'язальних машин. – К: КНУТД, 2005. – 294 с.

ВЛИЯНИЕ УСТРОЙСТВА СО СПИРАЛЬНОЙ ПРУЖИНОЙ НА СНИЖЕНИЕ ДИНАМИЧЕСКИХ НАГРУЗОК В ПРИВОДЕ ВЯЗАЛЬНЫХ МАШИН

ДРАПАК Г.М.

Хмельницький національний університет

Цель. Анализ влияния устройства с ленточной спиральной пружиной на снижение динамических нагрузок в приводе вязальных машин.

Методика. Используются современные методы исследований динамики механических систем с целью оценки эффективности использования устройства со спиральной пружиной для снижения динамических нагрузок, возникающих в приводе при пуске вязальных машин.

Результаты. Установлена целесообразность использования в приводе вязальных машин ленточной спиральной пружины для снижения динамических нагрузок, возникающих при пуске. Предложена новая конструкция привода вязальной машины со спиральной пружиной и обгонной муфтой, способная решить проблему эффективного снижения динамических нагрузок привода, возникающих при пуске. Представлен метод нахождения параметров спиральной пружины, необходимых для обеспечения надежности и эффективности ее работы. Разработан алгоритм нахождения динамических нагрузок вязальных машин, возникающих при пуске. Расчеты показывают, что при использовании в приводе вязальной машины КО-2 устройства со спиральной пружиной и обгонной муфтой пусковые динамические ее нагрузки снижаются в 1,63 раза.

Научная новизна. Разработан метод оценки влияния устройства со спиральной пружиной на динамические нагрузки привода вязальных машин и алгоритм расчета динамических нагрузок вязальных машин, возникающих при пуске.

Практическая значимость. Разработка новой конструкции привода вязальной машины с устройством, содержащим плоскую спиральную пружину и обгонную муфту.

Ключевые слова: *вязальная машина, привод вязальной машины, динамические нагрузки пловду, спиральная пружина, обгонная муфта.*

IMPACT DEVICE WITH COIL SPRINGS TO REDUCE DYNAMIC LOADS IN THE DRIVE KNITTING MACHINES

DRAPAK G.M.

Khmelnysky National University

Aim. Analysis of the impact device with tape coil spring to reduce the dynamic loads in the drive knitting machines.

Methodology. To use modern methods of investigation of the dynamics of mechanical systems in order to assess the efficiency of use of the device with a coil spring to reduce the dynamic loads encountered in the drive at the start of knitting machines.

Results. The expediency of use of the tape drive of knitting machines the coil spring to reduce the dynamic loads arising during startup. A new design of the drive of the knitting machine with a spiral spring and overrunning clutch, able to solve the problem effectively reduce the dynamic loads drive arising from the start. A method for finding the parameters of the coil spring needed to ensure the reliability and effectiveness of its work. An algorithm for finding the dynamic loads knitting machines arising from the start. Calculations show that when used in a drive knitting machine КО-2 device with a spiral spring and overrunning clutch actuating its dynamic load decrease of 1.63 times.

Scientific novelty. The method of assessing the impact device with coil springs on dynamic load drive knitting machines and algorithm of dynamic loads knitting machines that arise during the start-up.

Practical meaningfulness. Development of a new drive designs knitting machine with a device containing a flat coil springs and obhinu sleeve.

Keywords: *knitting machine, knitting machine drive, dynamic loads over, coil spring, overrunning clutch.*