

УДК 677.055

Б.Ф. ППА, А.І. МАРЧЕНКО

Київський національний університет технологій та дизайну

ПРАЦЕЗДАТНІСТЬ ПРИВОДА КРУГЛОВ'ЯЗальної МАШИНИ З КОНУСНИМ ФРИКЦІЙНИМ ВАРІАТОРОМ

Розглянуто особливості проектування привода круглов'язальної машини з конусним фрикційним варіатором. Запропонована нова конструкція привода з конусним фрикційним варіатором з внутрішнім контактом конусів. Встановлено, що заміна зовнішнього контакту конусів варіатора внутрішнім знижує контактні напруження в зоні взаємодії конусів більш ніж у 2 рази, що позитивно впливає на працездатність привода та круглов'язальної машини в цілому.

Ключові слова: круглов'язальна машина, привід, конусний фрикційний варіатор.

Перспективним напрямком підвищення ефективності роботи круглов'язальних машин є удосконалення їх привода, зокрема оснащення його варіатором швидкості [1–3]. Наявність варіатора забезпечує можливість вибору раціональної швидкості в'язання полотна в залежності від виду перероблюваної пряжі та переплетення полотна, що підвищує продуктивність машини та якість продукції [4]. При виборі конструкції варіатора для привода круглов'язальної машини слід виходити із умов надійності та довговічності його роботи [5, 6].

Об'єкти та методи дослідження

Об'єктом досліджень обрано привід круглов'язальної машини з конусним фрикційним варіатором. При вирішенні задач, поставлених у даній роботі, були використані сучасні методи теоретичних досліджень, що базуються на теорії проектування в'язальних машин та деталей машин.

Постановка завдання

Враховуючи можливість підвищення ефективності роботи круглов'язальних машин шляхом удосконалення привода (оснащення його надійною конструкцією варіатора), стаття присвячена аналізу впливу конструкції варіатора на працездатність та ефективність роботи привода і розробці нової конструкції привода круглов'язальної машини.

Результати та їх обговорення

Аналіз конструкцій приводів круглов'язальних машин [3] та варіаторів [5, 7], що можуть бути використані в них, показує, що в якості варіатора привода можливо використати конусний фрикційний варіатор з зовнішнім контактом конусів [7], схема якого представлена на рис. 1. Привід містить електродвигун 1 з засобом його переміщення 2, ведучий конус 3, жорстко закріплений на валу електродвигуна 1, ведений конус 4, циліндричну пружину стиску 5 та ведений вал 6 з циліндричною шестернею 7. При цьому ведений конус 4 встановлено на веденому валу 6 з можливістю осьового переміщення під тиском пружини 5. Регулювання швидкості обертання веденого вала 6 (швидкості круглов'язальної машини) досягається шляхом переміщення електродвигуна 1 з ведучим конусом 3 вздовж направляючих засобу його переміщення 2, (направляючі розташовані паралельно утворюючій поверхні ведучого конуса 3). Недоліком вказаного варіатора є наявність зовнішнього контакту конусів, що зумовлює значні контактні напруження в зоні їх взаємодії [5] і призводить, таким чином, до зниження надійності та довговічності роботи варіатора.

Відомий привід круглов'язальної машини [8], що містить електродвигун, вертикальний приводний вал, на кінцях якого жорстко закріплені циліндричні шестерні для кінематичного зв'язку з

механізмами круглов'язальної машини, конусний фрикційний варіатор з внутрішнім контактом конусів [5], засіб притиску веденого конуса до ведучого конуса та циліндричну зубчасту передачу, що кінематично з'єднує електродвигун з вертикальним приводним валом.

Використання конусного фрикційного варіатора з внутрішнім контактом конусів знижує контактні напруження в зоні взаємодії конусів, що підвищує довговічність роботи варіатора і привода в цілому. Однак виконання засобу притиску веденого конуса до ведучого конуса у вигляді циліндричної зубчастої передачі, встановленої в окремий корпус з можливістю його повороту, ускладнює конструкцію привода та призводить до порушення умови стабільності сили взаємного притиску конусів в процесі варіюванні швидкості, що знижує надійність та довговічність роботи привода круглов'язальної машини.

Враховуючи вищесказане, автори пропонують нову конструкцію привода круглов'язальної машини, в якій шляхом нового виконання його елементів та їх зв'язків, забезпечується підвищення довговічності роботи привода. Схема привода представлена на рис. 2.

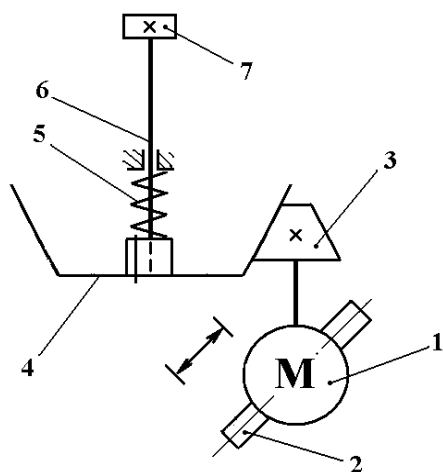


Рис. 1. Кінематична схема привода круглов'язальної машини з конусним фрикційним варіатором з зовнішнім контактом конусів (фрагмент)

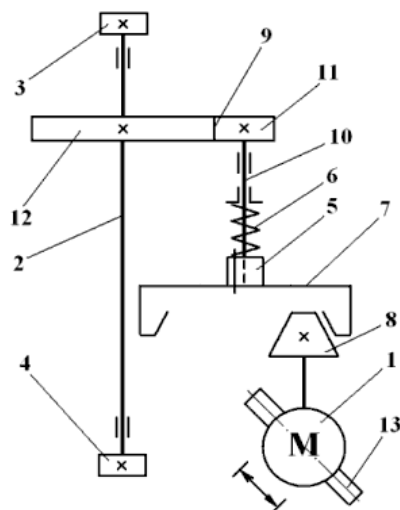


Рис. 2. Кінематична схема привода круглов'язальної машини з конусним фрикційним варіатором з внутрішнім контактом конусів

Поставлена задача вирішена тим, що в приводі круглов'язальної машини, що містить електродвигун, вертикальний приводний вал, на кінцях якого жорстко закріплені циліндричні шестерні для кінематичного зв'язку з механізмами круглов'язальної машини, конусний фрикційний варіатор з засобом притиску веденого конуса до ведучого конуса та циліндричну зубчасту передачу, що кінематично з'єднує електродвигун з вертикальним приводним валом, засіб притиску веденого конуса до ведучого конуса виконаний у вигляді циліндричної пружини стиску. Виконання засобу притиску веденого конуса до ведучого конуса у вигляді циліндричної пружини стиску дозволяє спростити конструкцію привода та стабілізувати силу притиску веденого конуса до ведучого, що призводить до зниження контактних напружень в парі ведучий конус – ведений конус і, таким чином, підвищує довговічність роботи привода круглов'язальної машини.

Привід містить електродвигун 1, вертикальний приводний вал 2, на кінцях якого жорстко закріплені циліндричні шестерні 3, 4 для кінематичного зв'язку з механізмами круглов'язальної машини, конусний фрикційний варіатор 5 з засобом (циліндрична пружина стиску) 6 притиску веденого конуса 7 до ведучого конуса 8 та циліндричну зубчасту передачу 9, що кінематично з'єднує електродвигун 1 з вертикальним приводним валом 2. Ведучий конус 8 жорстко встановлений на валу електродвигуна 2 та розташований всередині веденого конуса 7, встановленого на веденому валу 10 з можливістю осьового переміщення. Циліндрична зубчаста передача 9 містить шестерню 11, жорстко встановлену на веденому валу 10 та зубчасте колесо 12, жорстко встановлене на вертикальному приводному валу 2. Засіб притиску веденого конуса 7 до ведучого конуса 8 виконаний у вигляді циліндричної пружини стиску 6. Електродвигун 1 встановлено на направляючих 13, розташованих паралельно утворюючій поверхні ведучого конуса 8.

Принцип роботи привода такий. Обертальний рух вала електродвигуна 1 та ведучого конуса 8, жорстко з'єднаного з ним, за рахунок сили тертя, що виникає в зоні притиску веденого конуса 7 до ведучого конуса 8, зумовленого силою циліндричної пружини стиску 6, передається веденому конусу 7 та зубчастій передачі 9 і далі вертикальному приводному валу 2. Жорстко закріплені на кінцях вертикального приводного вала 2 циліндричні шестерні 3, 4 шляхом зубчастого зачеплення приводять в обертальний рух відповідно голковий циліндр механізму в'язання та механізм товароприйому (на рис. 2 умовно не показані), що необхідно для роботи круглов'язальної машини – в'язання трикотажного полотна. Регулювання швидкості обертання вертикального приводного вала 2 (швидкості машини) досягається шляхом переміщення електродвигуна 1 з ведучим конусом 8, жорстко закріпленим на його валу, вздовж направляючих 13, розташованих паралельно утворюючій поверхні ведучого конуса 8.

Проаналізуємо працездатність запропонованого привода (рис. 2) в порівнянні з приводом, що містить конусний фрикційний варіатор з зовнішнім контактом конусів (рис. 1).

Як відомо [9], умова працездатності фрикційного варіатора виражається залежністю:

$$\sigma = 0,418 \sqrt{\frac{qE_{np}}{\rho_{np}}} \leq [\sigma], \quad (1)$$

де $\sigma, [\sigma]$ – робоче та допустиме контактне напруження в зоні взаємодії конусів варіатора; q – питомий тиск в зоні контакту конусів.

$$q = \frac{Q}{b}; \quad (2)$$

Q – сила притиску конусів;

b – ширина зони контакту конусів;

E_{np} – приведений модуль пружності матеріалів конусів.

$$E_{np} = \frac{2E_1E_2}{E_1 + E_2}; \quad (3)$$

E_1, E_2 – модулі пружності матеріалів відповідно ведучого та веденого конусів;

ρ_{np} – приведений радіус кривизни робочих поверхонь конусів в зоні контакту,.

$$\rho_{np} = \frac{\rho_1\rho_2}{\rho_2 \pm \rho_1}; \quad (4)$$

ρ_1, ρ_2 – радіуси кривизни робочих поверхонь відповідно ведучого та веденого конусів.

В виразі (4) знак «+» слід підставити для випадку зовнішнього контакту конусів (рис. 1), «-» – для випадку внутрішнього контакту конусів (рис. 2).

Враховуючи, що

$$\rho_1 = \frac{d_1}{2}; \quad \rho_2 = \frac{d_2}{2}; \quad \frac{d_2}{d_1} = u,$$

де u передаточне число варіатора, із виразу (4) одержуємо:

$$\rho_{1np} = \frac{d_2}{2(u-1)}; \quad \rho_{2np} = \frac{d_2}{2(u+1)}, \quad (5)$$

де ρ_{1np}, ρ_{2np} – приведені радіуси кривизни робочих поверхонь конусів в зоні контакту для варіаторів з внутрішнім та зовнішнім контактом конусів відповідно.

Враховуючи що для конусних фрикційних варіаторів зазвичай $d_1 = const$ [5], вирази (5) представимо у вигляді:

$$\rho_{1np} = \frac{d_1 u}{2(u-1)}; \quad \rho_{2np} = \frac{d_1 u}{2(u+1)}. \quad (6)$$

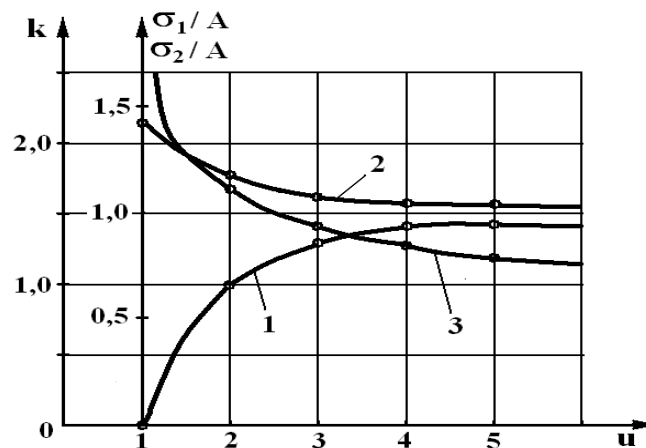


Рис. 3. Вплив передаточного числа варіатора на контактні напруження в зоні взаємодії конусів та на коефіцієнт k : 1 – $\sigma_1/A = f(u)$; 2 – $\sigma_2/A = f(u)$; 3 – $k = f(u)$

Враховуючи (6), на підставі умови (1) отримуємо:

$$\sigma_1 = A \sqrt{\frac{u-1}{u}}; \quad \sigma_2 = A \sqrt{\frac{u+1}{u}}, \quad (7)$$

де σ_1, σ_2 – контактні напруження в зоні взаємодії конусів для варіаторів з внутрішнім та зовнішнім контактом конусів відповідно;

A – коефіцієнт.

$$A = 0,418 \sqrt{\frac{2qE_{np}}{d_1}} = 0,59 \sqrt{\frac{qE_{np}}{d_1}} = const. \quad (8)$$

Коефіцієнт k зниження контактних напружень в зоні взаємодії конусів варіатора в разі заміни зовнішньої їх взаємодії внутрішньою знаходиться із виразу:

$$k = \frac{\sigma_2}{\sigma_1} = \sqrt{\frac{u+1}{u-1}}. \quad (9)$$

Графіки зміни відносних контактних напружень $\frac{\sigma_1}{A}$, $\frac{\sigma_2}{A}$ в зоні взаємодії конусів варіаторів та коефіцієнта k в залежності від передаточного числа варіатора представлені на рис. 3.

Висновки

Аналізуючи результати досліджень, можна зробити такі висновки:

– заміна в приводі круглов'язальної машини конусного фрикційного варіатора з зовнішнім контактом конусів варіатором з внутрішнім контактом конусів дозволяє знизити контактні напруження в зоні притиску конусів в процесі варіювання швидкості (зміна передаточного числа варіатора в межах $u = 1,5..5$) більш ніж у 2 рази.

– використання запропонованого привода з конусним фрикційним варіатором з внутрішнім контактом конусів у складі круглов'язальних машин дозволяє підвищити довговічність роботи як самого привода, так і круглов'язальної машини в цілому;

– запропонований привід з конусним фрикційним варіатором та засобом притиску конусів, виконаний у вигляді циліндричної пружини стиску, може бути використаний при розробці нових більш ефективних типів круглов'язальних машин.

Список використаної літератури

1. Пипа Б.Ф., Волощенко В.П., Шипуков С.Т., Орлов В.А. Повышение надежности трикотажного оборудования. – К.: Техніка, 1983. – 111 с.
2. Хомяк О.Н., Пипа Б.Ф. Повышение эффективности работы вязальных машин. – М.: Легпромбытиздат, 1990. – 208 с.
3. Пипа Б.Ф., Хомяк О.М., Марченко А.І. Приводи круглов'язальних машин (нові розробки та елементи розрахунку). – К: КНУТД, 2007. – 400 с.
4. Гарбарук В.Н. Проектирование трикотажных машин. – Л.: Машиностроение, 1980. – 472 с.
5. Пронин Б.А., Ревков Г.А. Бесступенчатые клиноременные и фрикционные передачи (вариаторы). – М.: Машиностроение, 1967. – 404 с.
6. Пипа Б.Ф., Хомяк О.М., Марченко А.І. Нові конструкції деталей, вузлів та механізмів машин. – К: КНУТД, 2006. – 322 с.
7. Есипенко Я.И. Механические вариаторы скорости. – К.: Государственное издательство технической литературы УССР, 1961. – 220 с.
8. Волощенко В.П., Пипа Б.Ф., Шипуков С.Т. Эксплуатационная надежность машин трикотажного производства. – К.: Техніка, 1977. – 136 с.
9. Пипа Б.Ф., Хомяк О.М., Марченко А.І. Деталі машин. – К: КНУТД, 2011. – 358 с.

Стаття надійшла до редакції 25.02.2013

Работоспособность привода кругловязальной машины с конусным фрикционным вариатором

Пипа Б.Ф., Марченко А.И.

Киевский национальный университет технологий и дизайна

Рассмотрены особенности проектирования привода кругловязальной машины с конусным фрикционным вариатором. Предложена новая конструкция привода с конусным фрикционным

вариатором с внутренним контактом конусов. Установлено, что замена внешнего контакта конусов вариатора внутренним снижает контактные напряжения в зоне взаимодействия конусов более чем в 2 раза, что положительно влияет на работоспособность привода и кругловязальной машины в целом.

Ключевые слова: кругловязальная машина, привод, конусный фрикционный вариатор.

Capacity of drive of knitting machine with cone friction regulator of speed

B. Pipa, A. Marchenko

Kiev National University of Technologies and Design

The features of planning of drive of knitting machine considered with cone friction вариатором. The new construction of drive offers with cone friction regulator of speed with the internal contact of cones. It is set that replacement of external contact of cones of friction regulator of speed reduces pin tensions internal in the zone of cooperation of cones more than in 2 times, that positively influences on the capacity of drive and knitting

Keywords: kruhlovyazalnaya car, drive, konusnyy frictional variator.