

УДК 677.055

В. В. Чабан, Б. Ф. ПипаКиевский национальный университет технологий и дизайна
01011 Украина, Киев-11, ул. Немировича-Данченко, 2

ВЫБОР ПАРАМЕТРОВ ПРИВОДА ОСНОВОВЯЗАЛЬНОЙ МАШИНЫ ПРИ УСТАНОВКЕ ЭЛЕКТРОДВИГАТЕЛЯ В ПОВОРОТНЫХ ОПОРАХ

© В. В. Чабан, Б. Ф. Пипа, 2012

Представлены результаты по оценке эффективности новой компоновки привода основовязальной машины — замены жесткого крепления электродвигателя на его установку в поворотных опорах. Приведен метод нахождения рациональных параметров привода основовязальной машины при установке электродвигателя в поворотных опорах и его влияние на динамику привода ■

Ключевые слова ■ основовязальная машина, привод основовязальной машины, поворотные опоры, динамические нагрузки привода

Parameters Choice of the Warp-Knitting Machine Drive on Installing Electric Motor in Rotating Brackets

It is shown the results of efficiency evaluation new layout warp-knitting machine drive — replacement hard mount of electric motor on installing it in rotating brackets. It is shown the method of rational parameters of the warp-knitting machine finding, drive on installing electric motor in rotating brackets and its influence on drive's dynamic ■

Key words ■ warp-knitting machine, warp-knitting machine drive, rotating brackets, dynamical

Особенностью работы основовязальных машин являются значительные динамические нагрузки, возникающие в приводе и других их механизмах, которые оказывают существенное влияние как на надежность работы машин, так и на качество основовязального полотна [1, 2].

Перспективным направлением повышения эффективности работы основовязальных машин является снижение динамических нагрузок, возникающих во время пуска [3]. Анализ известных исследований динамики пуска механических систем, в том числе и вязальных машин [3, 4], показывает, что наиболее целесообразным решением данной проблемы является снижение пускового момента, передаваемого электродвигателем привода механизмам машины. По мнению авторов, рациональным решением этого является использование в приводе электродвигателя, установленного в поворотных опорах, позволяющих при пуске поворачиваться статору вокруг оси на некоторый угол. Конструкции таких приводов вязальных машин были предложены ранее [5, 6]. Однако реализация предложенной идеи невозможна без наличия научных основ и инженерных методов проектирования таких приводов.

Данная статья посвящена разработке метода выбора рациональных параметров привода основовязальной машины при установке электродвигателя в поворотных опорах.

Объектом исследований является конструкция привода основовязальной машины, электродвигатель которого установлен в поворотных опорах.

Предложенный привод основовязальной машины, схема которого представлена на *рис. 1*, содержит электродвигатель *1*, шкив *2* ременной передачи, жестко установленный на валу *3* электродвигателя *1*, и пружину сжатия *4*. Корпус (статор) *5* электродвигателя *1* установлен в опорах *6, 7* с возможностью поворота вокруг оси вала *3* и имеет рычаг *8*, жестко прикрепленный к корпусу *5*. Пружина сжатия *4* установлена с возможностью взаимодействия с рычагом *8*. Привод содержит также ограничитель *9* угла поворота статора *5*.

Привод основовязальной машины работает следующим образом. При включении электродвигателя *1* его реактивный пусковой момент T_p стремится повернуть корпус *5* по часовой стрелке (*рис. 1*). Рычаг *8* вступает во взаимодействие с пружиной сжатия *4*. При этом динамические нагрузки, возникающие в приводе, снижаются за счет расходования части пускового момента электродвигателя *1* на поворот корпуса *5* в опорах *6, 7* и на деформацию пружины сжатия *4* рычагом *8*. В период постоянного режима работы привода реактивный момент T_p корпуса *5* уравнивается статическим моментом T электродвигателя *1* и моментом сил упругости пружины сжатия *4*. Вращательное движение вала *3* передается шкиву *2*, жестко установленному на нем, и дальше с помощью механических передач передается механизмам машины, что необходимо для работы основовязальной машины. Ограничение угла поворота статора *5* осуществляется с помощью ограничителя *9*.

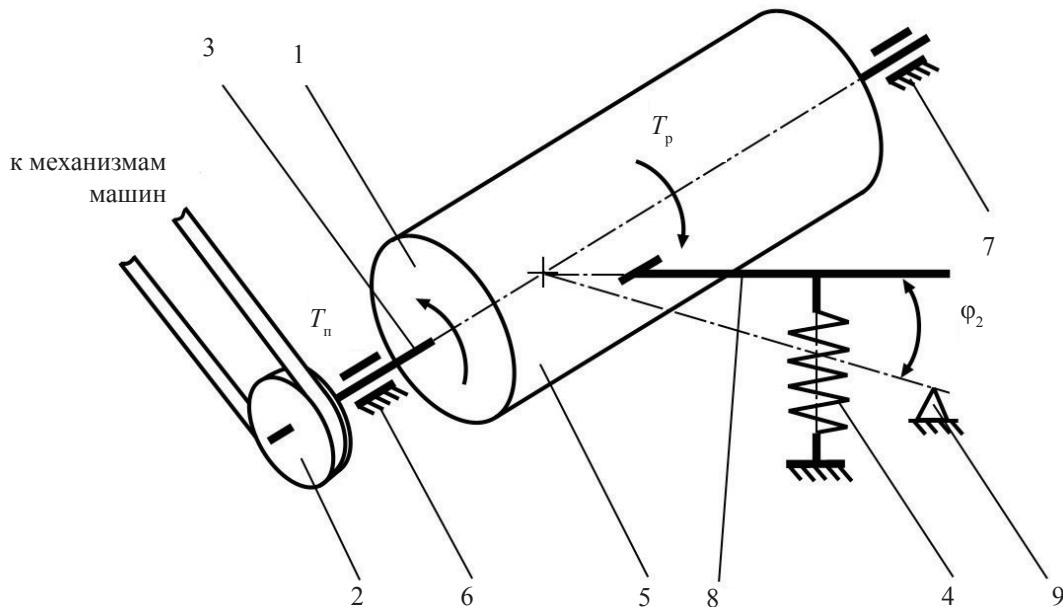


Рис. 1. Кинематическая схема привода основовязальной машины

Очевидно, что отбор пускового момента электродвигателя зависит от момента инерции статора и силы пружины.

Следовательно, к рабочим параметрам привода с электродвигателем, установленным в поворотных опорах, наряду с общепринятыми, следует отнести угол поворота статора φ_2 и жесткость пружины, противодействующей его повороту.

При решении вопроса выбора этих параметров привода будем исходить из таких предположений: пусковой момент электродвигателя T_n распределяется таким образом, что половина его T_1 затрачивается на пуск машины, а другая половина T_2 на поворот статора ($T_1 = T_2 = 0,5T_n$); поворот статора осуществляется равномерно ускоренно; время поворота статора t_2 равняется времени пуска машины t_1 .

Тогда условием динамического равновесия привода будет:

$$J\ddot{\varphi}_1 = T_1 - T_3, \quad (1)$$

где J — суммарный момент инерции ротора электродвигателя с учетом момента инерции ведущего шкива ременной передачи J_1 и вращательных масс механизмов основовязальной машины J_3 , $J = J_1 + J_3$; φ_1 — угол поворота ротора электродвигателя; T_3 — момент сил сопротивления механизмов машины.

Учитывая принятые предположения и пренебрегая колебанием масс привода во время пуска машины, имеем:

$$\ddot{\varphi}_1 = \frac{\omega}{t_1}; T_1 = 0,5T_n, \quad (2)$$

где ω — угловая скорость ротора в период постоянного движения.

Подставляя (2) в (1), находим:

$$J \frac{\omega}{t_1} = 0,5T_n - T_3. \quad (3)$$

Решая уравнение (3) относительно t_1 , находим:

$$t_1 = \frac{J\omega}{0,5T_n - T_3}. \quad (4)$$

Условие динамического равновесия статора имеет вид:

$$J_2\ddot{\varphi}_2 + T_4 = T_2, \quad (5)$$

где J_2 — момент инерции статора (корпуса) электродвигателя с учетом момента инерции рычага δ , жестко прикрепленного к корпусу (рис. 1); φ_2 — угол поворота статора; T_4 — момент силы пружины сжатия,

$$T_4 = Fl, \quad (6)$$

где F — сила пружины; l — плечо рычага.

Как известно

$$F = Ch, \quad (7)$$

где C — жесткость пружины; h — сжатие пружины при повороте статора.

Учитывая, что $h = l \operatorname{tg} \varphi_2$ и приняв во внимание (7), уравнение (6) приобретает вид:

$$T_4 = Cl^2 \operatorname{tg} \varphi_2. \quad (8)$$

Подставляя в уравнение (5) $\ddot{\varphi}_2 = \frac{2\varphi_2}{t_2^2}$ и зависимость (8), получим:

$$2J_2 \frac{\varphi_2}{t_2^2} + Cl^2 \operatorname{tg} \varphi_2 = \frac{T_n}{2}. \quad (9)$$

Из уравнения (9) находим:

$$t_2 = \sqrt{\frac{2J_2\varphi_2}{0,5T_n - Cl^2\varphi_2}}. \quad (10)$$

Учитывая, что $t_1 = t_2$ имеем:

$$\frac{J^2\omega^2}{(0,5T_n - T_3)^2} = \frac{2J_2\varphi_2}{0,5T_n - Cl^2\varphi_2}.$$

Откуда находим необходимую жесткость пружины:

$$C = \frac{1}{l^2\varphi_2} \left[0,5T_n - \frac{2J_2\varphi_2(0,5T_n - T_3)^2}{J^2\omega^2} \right]. \quad (11)$$

Рассмотрим возможность реализации указанных параметров привода при использовании его в составе основовязальной машины Кокетт-2 (модель 5219).

Приняв конструктивно $\varphi_2 = 30^\circ$ (0,523 рад); $l = 250$ мм и учитывая параметры привода машины Кокетт-2 [3]: $T_n = 158$ Нм; $T_3 = 50$ Нм; $J = 0,375$ кг·м²; $J_2 = 0,55$ кг·м² (с учетом массы размеров статора электродвигателя и рычага); $\omega = 149,75$ с⁻¹, из уравнения (11) находим:

$$C = \frac{1}{0,25^2 \operatorname{tg} 30^\circ} \cdot \left[0,5 \cdot 158 - \frac{2 \cdot 0,55 \cdot 0,523 (0,5 \cdot 158 - 50)^2}{0,375^2 \cdot 149,75^2} \right] = 2185,08 \text{ Н/м}.$$

Необходимую силу пружины сжатия находим из условия:

$$F = \frac{T_2}{l} = \frac{0,5T_n}{l} = \frac{0,5 \cdot 158 \cdot 10^3}{250} = 316 \text{ Н}.$$

Учитывая необходимые жесткость и силу пружины, выбираем цилиндрическую пружину сжатия № 38 по ГОСТ 13768–86 [7] с параметрами: диаметр проволоки $d = 4,0$ мм; внешний диаметр $D = 38$ мм; жесткость одного витка $C_1 = 65,15$ Н/мм;

$$\text{число рабочих витков } n = \frac{C_1}{C} = \frac{65,15}{2185,08 \cdot 10^{-3}} = 29,8;$$

шаг пружины $p = 9,5$ мм; рабочая длина пружины $L = (n - 1)p = (29,8 - 1) \cdot 9,5 = 273,6$ мм.

Как видно, существует реальная возможность использования предложенной конструкции привода с электродвигателем, установленный в поворотных опорах, в машинах легкой промышленности, в том числе и в основовязальных машинах.

Выводы

Использование предложенной конструкции привода в составе основовязальной машины позволяет:

- расширить ассортимент приводов основовязальных машин;
- повысить долговечность работы привода за счет снижения динамических нагрузок;
- повысить эффективность работы основовязальной машины за счет сокращения непродуктивных расходов времени, связанных с ремонтом привода.

Список литературы

1. *Гарбарук В. Н.* Проектирование трикотажных машин. — Л.: Машиностроение, 1980. — 472 с.
2. *Сердюк В. П.* Расчет приводов машин легкой промышленности. — Киев: Техника, 1978. — 232 с.
3. *Чабан В. В., Бакан Л. А., Пипа Б. Ф.* Динамика основовязальных машин. — Киев: КНУТД, 2012. — 287 с.
4. *Кожневников С. Н.* Динамика нестационарных процессов в машинах. — Киев: Научная мысль, 1986. — 288 с.
5. А. С. 1546523 СССР, МКИ D04 В 15/94. Привод трикотажной машины/Б. Ф. Пипа, Н. О. Пономаренко, П. А. Присяжнюк (СССР). — № 4427123 31–12; Заявлено 17.05.88; Оpubл. 28.02.90, Бюл. № 8. — 3 с.
6. А. С. 1624075 СССР, МКИ D04 В 15/94. Привод трикотажной машины/Б. Ф. Пипа, Н. О. Пономаренко, А. Н. Кот, П. А. Присяжнюк (СССР). — № 4608091/12; Заявлено 23.11.88; Оpubл. 30.01.91, Бюл. № 4. — 2 с.
7. *Анурьев В. И.* Справочник конструктора-машиностроителя. Т. 3. — М.: Машиностроение, 1979. — 864 с.