

УДК 677.05

## ОЦЕНКА ВОЗМОЖНОСТИ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ УПРАВЛЯЕМОГО ЭЛЕКТРОПРИВОДА В СИСТЕМЕ НАТЯЖЕНИЯ НИТЕЙ ОСНОВЫ\*

*И.С. Никифоров*

В статье предлагается альтернативный способ регулирования натяжения основы с использованием специализированного электропривода для катушки навоя.

Известно, что упругая система заправки ткацкого станка подвергается значительным деформациям при зевобразовании и прибое. Процессы эти сравнительно скоротечны, и классические основные регуляторы не в состоянии реагировать на кратковременные изменения натяжения основы [1]. В результате нити подвергаются многократным деформациям растяжения и изгиба, что пагубно отражается на их прочности и ведет к увеличению числа обрывов. На рис. 1а, б, в представлены репродукции тензограмм для нитей основы [2–4].

Несмотря на то что они были получены на различных станках, с использованием различных методов и оборудования, на каждой из них присутствуют области повышенного натяжения, соответствующие процессу зевобразовании. Натяжение в данных областях может превышать заправочное в два раза. В качестве альтернативы механическому основному регулятору можно предложить использование дополнительного электропривода. На рис. 2. изображен фрагмент кинематической схемы станка, реализующей этот принцип. Электропривод обеспечивает синхронизированный с раскрытием зева дозированный отпуск основы и ткани, компенсируя увеличение натяжения,

а в процессе закрывания зева осуществляет обратную подмотку, предотвращая излишнее ослабление заправки. Для реализации описанного выше способа регулирования необходимо обеспечить соответствующие динамические характеристики приводов.

Навой совершает вращательное движение относительно неподвижной горизонтальной оси. Дифференциальное уравнение вращения тела относительно неподвижной оси имеет вид [5]:

$$J_Z \ddot{\varphi} = \sum M_{iz}^E. \quad (1)$$

Для определения суммы моментов, действующих на навой, необходимо знать его момент инерции относительно оси вращения и закон движения.

Учитывая конструкцию навоя [6, 7], его момент инерции с основой относительно его продольной центральной оси  $J_{нав}$  будет складываться из моментов инерции фланцев  $J_{фл}$ , момента инерции ствола  $J_{ств}$  и момента инерции основы  $J_{осн}$ . Для упрощения расчетов будем считать каждое из этих тел полым цилиндром (рис. 3).

---

\* Работа выполнена под руководством к.т.н., доц. В.В. Романова

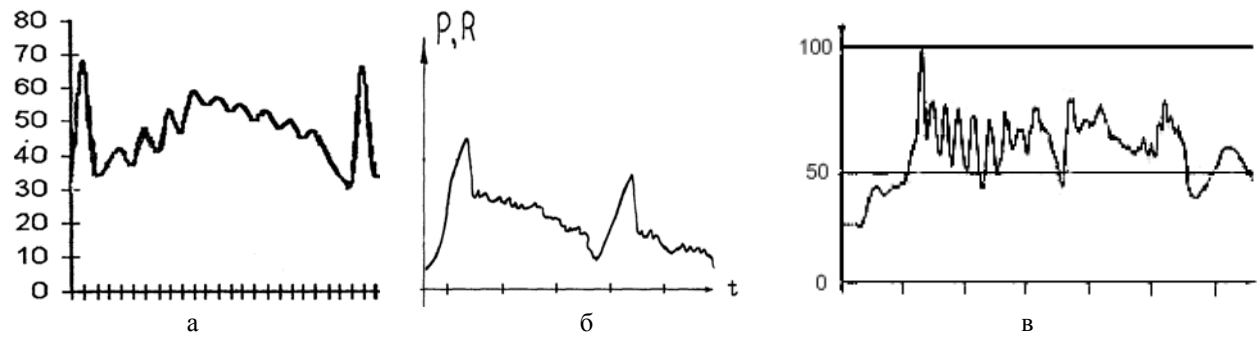


Рис. 1. Изменения натяжения основы с течением времени

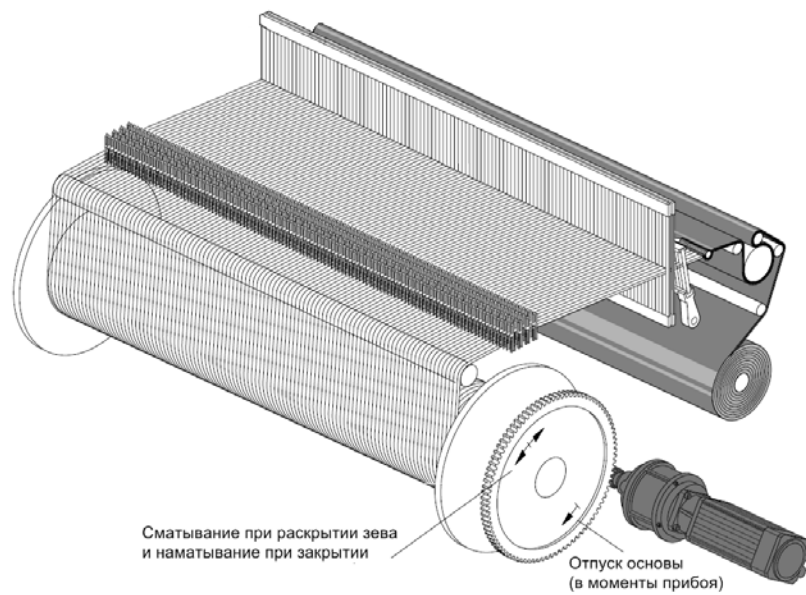


Рис. 2. Использование дополнительного привода в системе заправки

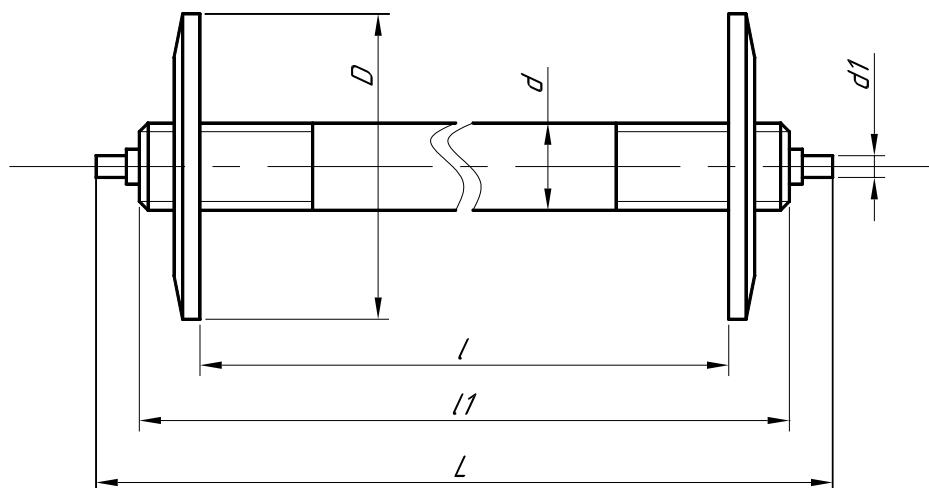


Рис. 3. Основные размеры ткацкого навоя

Момент инерции полого цилиндра относительно его центральной продольной оси  $J_{Cz}$ , кг·м<sup>2</sup> равен [5]

$$J_{Cz} = \frac{1}{2} m(R_1^2 + R_2^2), \quad (2)$$

где  $R_1, R_2$  – наружный и внутренний радиусы полого цилиндра, м;

$m$  – масса полого цилиндра, кг.

Следовательно, момент инерции навоя  $J_{нав}$  равен

$$J_{нав} = 2J_{фл} + J_{ств} + J_{осн}, \quad (3)$$

$$J_{ств} = \frac{1}{8} m_{ств} (d^2 + d_{вн}^2). \quad (4)$$

где  $m_{ств}$  – масса ствола ( $m_{фл}$ ,  $m_{осн}$  – массы фланца и основы), кг;

$d, D$  – наружные диаметры ствола и фланца, м (см. рис. 3).

Вычислим момент инерции навоя *I-600/I-150-38 ГОСТ 28476-90* для рабочей ширины 1800 мм, полностью намотанного, с удельной плотностью намотки  $\rho_{нам} = 600$  кг/м<sup>3</sup>. Диаметр намотки основы  $D_{осн}$  принимается на 3–5 см меньше

диаметра фланцев. Материал ствола и фланцев – алюминий. Плотность алюминия  $\rho_{ал} = 2700$  кг/м<sup>3</sup>. Толщину фланцев  $h_{фл}$  примем равной 0,015 м. Внутренний диаметр ствола  $d_{вн}$  примем равными 0,9d. Длина ствола без цапф  $l_1 = l + 0,255$  м. Раскладка фланцев на навое  $l$ , м принимается равной

$$l = B + (0,02 \div 0,06),$$

где  $B$  – рабочая ширина ткацкой машины [6, 7].

В результате расчетов получим

$$J_{нав} = 11,727 \text{ кг·м}^2.$$

Определим закон движения навоя. На рис. 4 [8] изображены временные диаграммы перемещения и ускорения навоя, а также натяжения основы. В соответствии с предложенной схемой регулирования раскрытие и закрытие зева должно сопровождаться сматыванием и обратной подмоткой основы, что отражено на кривой 2, характеризующей угловое перемещение навоя. Кривая 3 получена путем дифференцирования кривой 2. Угловое ускорение на кривой 3 в промежутках времени  $t_1$  и  $t_2$  можно представить как сумму двух фрагментов синусоид.

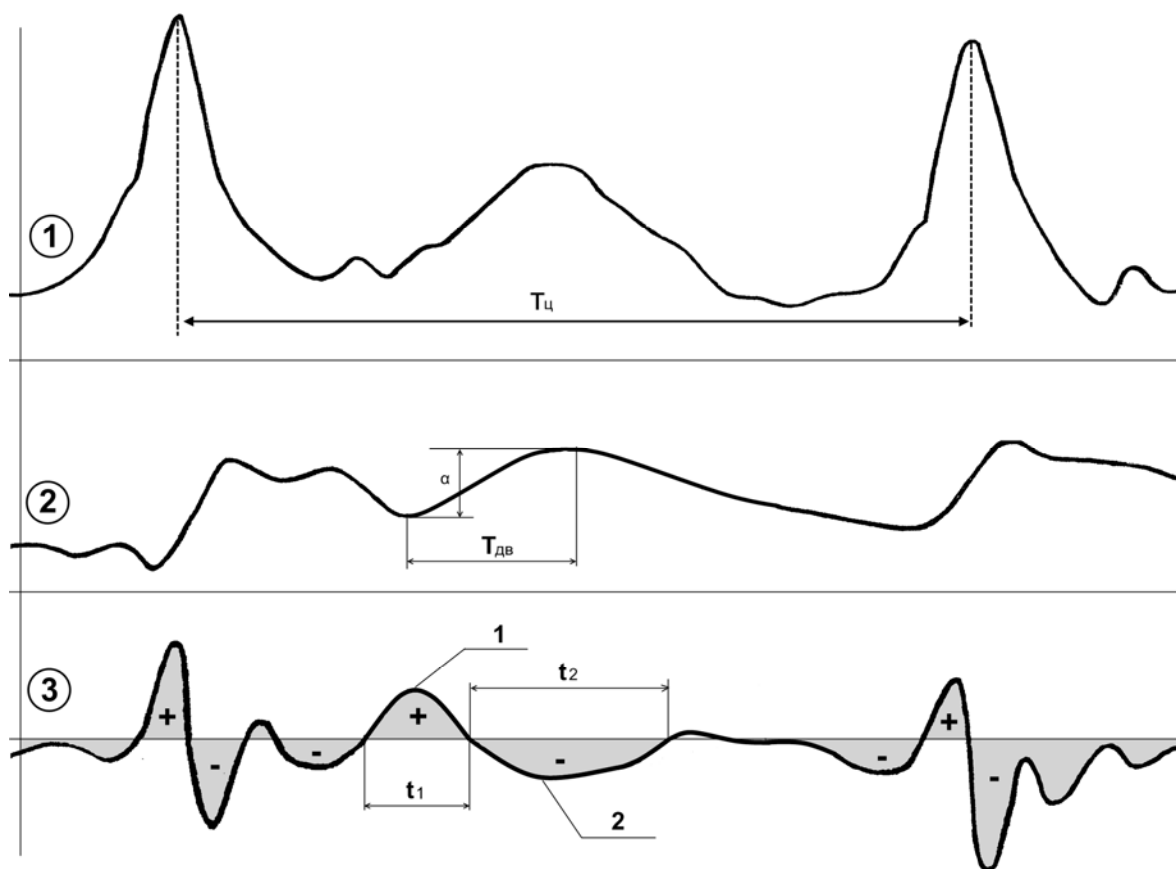


Рис. 4. Диаграммы натяжения основы (1), перемещения (2) и ускорения (3) навоя

Пиковые значения ускорения  $\varepsilon_{\max 1}$  и  $\varepsilon_{\max 2}$  соответствуют точкам 1 и 2 кривой 3. Определить их можно по формулам

$$\varepsilon_{\max 1} = \frac{\pi \alpha}{(1 - 2k^2)T_{\partial \theta}^2}, \quad (5)$$

$$\varepsilon_{\max 2} = -\frac{\pi \alpha}{2k^2 T_{\partial \theta}^2}, \quad (6)$$

$$k = \frac{t_1}{T_{\partial \theta}}, \quad (7)$$

где  $\alpha$  – угол поворота навоя;

$k$  – коэффициент асимметрии;

$T_{\partial \theta}$  – время сматывания основы.

В соответствии с формулами (5)–(7) получено:

$$\varepsilon_{\max 1} = 10,6 \text{ рад/с}^2;$$

$$\varepsilon_{\max 2} = -8 \text{ рад/с}^2. \quad (8)$$

Следовательно, система управления приводом должна отпускать основу во время раскрытия зева и подматывать её обратно во время закрытия зева с динамическими характеристиками, не ниже чем (8).

Анализ приведенных выше результатов позволяет перейти к проектированию регулируемого электропривода с учетом заданных ограничений.

#### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Гордеев В.А. Ткачество / В. А. Гордеев, П. В. Волков. – М. : Лег. и пищ. пром-сть, 1984. – 488 с.
2. Ликучева А.А. Разработка метода расчета параметров зевобразования на современных ткацких станках и пути снижения напряженности их заправок : дис. ... канд. техн. наук / А. А. Ликучева. – М., 2003. – 206 с.
3. Пыханова Т.В. Совершенствование метода прогнозирования обрывности основы с учетом стохастичности процесса : дис. ... канд. техн. наук / Т. В. Пыханова. – Кострома, 1996.
4. Официальный сайт фирмы «Dornier» [Электронный ресурс]. – Режим доступа : <http://www.lindauerdornier.de>.
5. Яблонский А.А. Курс теоретической механики. Часть II. Динамика / А. А. Яблонский. – М. : Высш. школа, 1966. – 429 с.
6. ГОСТ 28476. Навои. Основные размеры. – М. : Изд-во стандартов, 1990.
7. ГОСТ 5951. Машины ткацкие. Рабочая ширина. – М. : Изд-во стандартов, 1978.
8. Назарова М.В. Теория процессов подготовки нитей к ткачеству : учеб. пособие / М. В. Назарова, М. Ю. Романов ; ВолгГТУ. – Волгоград, 2006. – 68 с.
9. Мининкова И.В. Обоснование рациональных режимов подачи и отпуска основы на ткацком станке : дис. ... канд. техн. наук / И. В. Мининкова. – Кострома, 1992.

I.S. Nikiforov

ESTIMATON OF POSSIBILITIES OF ELECTRIC DRIVE USING IN WARP TENSION SYSTEM