

**ИССЛЕДОВАНИЕ ВЛИЯНИЯ ПРОГРАММАТОРА  
РЕМИЗОПОДЪЕМНЫХ КАРЕТОК  
НА СКОРОСТНЫЕ ВОЗМОЖНОСТИ ТКАЦКИХ МАШИН**

**RESEARCH OF A DOBBY PATTERN MECHANISM  
FOR VELOCITY CAPABILITY OF LOOMS**

*В.А. ГРИГОРЬЕВ, В.И. ТЕРЕНТЬЕВ*  
*V.A. GRIGOREV, V.I. TERENCEV*

(Российский государственный университет им. А.Н. Косыгина (Технологии. Дизайн. Искусство))  
(Russian State University named after A.N. Kosygin (Technologies. Design. Art))

E-mail: homo\_87@mail.ru

*Статья содержит исследования влияния программатора ремизоподъемной каретки со встречным движением силовых звеньев на скоростные возможности ткацкой машины. В качестве показателя влияния программатора на скорость ткацкой машины было выбрано время на установление полного расцепления крючков баланса с управляющими крючками управляющей секции механизма программатора. Время полного расцепления определялось на основе уравнений движения управляющего крючка и управляющего рычага управляющей секции программатора.*

*This paper relates to dobby pattern mechanism influence on loom velocity for dobbies wherein force-bearing links move towards each other. As a pattern mechanism velocity factor the time period for complete disengagement between swinging lever hooks and controlling hooks of control section of the pattern mechanism. This time period is calculated using differential motion equation for the controlling hooks and swinging lever hooks.*

**Ключевые слова:** крючок, программатор, ремизоподъемная каретка, ткацкая машина.

**Keywords:** hook, pattern mechanism, dobby, loom.

В настоящее время широкое применение на скоростных ткацких машинах при выработке тканей мелкоузорчатых переплетений нашли ротационные ремизоподъемные каретки и каретки со встречным движением силовых звеньев. Последние обладают значительным преимуществом за счет использования надежных и конструктивно более простых программирующих устройств, что повышает экономическую эффективность их эксплуатации в производстве [1].

Одним из основных факторов, определяющих скоростные возможности ткацких машин с ремизоподъемными каретками, в которых используются механизмы про-

граммирования, является время, необходимое для подготовки работы силового механизма каретки в фазе активного перемещения ремизки. В качестве управляющего сигнала применяются силовые импульсы со стороны колышков, установленных на барабанчике в соответствии с рисунком переплетения, или со стороны ножей, взаимодействующих с системой горизонтальных и вертикальных игл, контактирующих (прошупывающих) с перфокартами или перфолентами. На ротационных каретках используются электронные средства управления рисунком переплетения.

В частности, для ткацких машин с негативными ремизоподъемными каретками (со встречным движением силовых звеньев) Stäubli тип 2500 (Швейцария) [2] и ее отечественного аналога каретки КСН-12

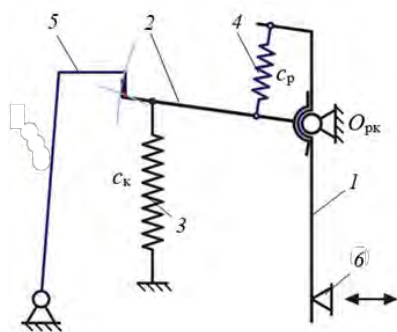


Рис. 1

скоростные возможности ткацкой машины определяются временем на установление полного расцепления крючков баланса с управляющими крючками управляющей секции механизма программирования.

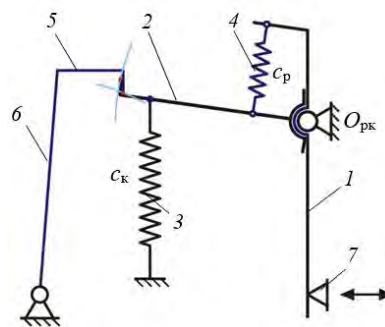


Рис. 2

На рис. 1 показана схема управляющей секции программатора во взаимодействии с крючком баланса, а на рис. 2 – схема для расчета динамики работы управляющей секции программатора ( $m_p$  – масса управляющего рычага;  $m_k$  – масса управляющего крючка;  $P_p$  – сила тяжести рычага;  $P_k$  – сила тяжести крючка;  $l_p$  – плечо момента силы пружины рычага;  $F_{ук}$  – сила пружины управляющего крючка;  $l_k$  – плечо момента силы пружины управляющего крючка;  $l_{pp}$  – плечо момента силы тяжести рычага;  $l_{pk}$  – плечо момента силы тяжести крючка;  $F_{рк}$  – сила пружины рычага;  $l_{рк}$  – плечо момента силы  $F_{рк}$ ). Исполнительные звенья программатора показаны в положении при взаимодействии крючков управляющей секции программатора с крючком баланса.

В процессе зацепления крючков 2 и 5 колышек 6 воздействует, как показано на рис. 1, например, на плечо-щуп управляющего рычага 1, заставляя поворачиваться рычаг и одновременно вызывая поворот крючка 2 через пружину 4. Процесс раздельного движения крючка 2 и рычага 1 происходит до их контакта на угле, после чего они двигаются совместно, растягивая пружину 3 управляющего крючка. При таком установлении зацепления крючков пружина 4 надежно удерживает крючки в зацеплении.

Оценим скорость ткацкой машины по времени полного расцепления управляю-

щего крючка программатора с крючком баланса в рамках отведенного цикловой диаграммой времени выстоя ремизки.

Рассмотрим динамику работы управляющей секции.

Расчет проведен при следующих массовых и геометрических параметрах составных элементов системы:

момент инерции управляющего рычага

$$J_p = 0,00054 \text{ кг} \cdot \text{м}^2,$$

момент инерции управляющего крючка

$$J_k = 0,00025 \text{ кг} \cdot \text{м}^2,$$

$$\begin{aligned} m_p &= 0,111 \text{ кг}; m_k = 0,054 \text{ кг}; \\ c_p &= 8380 \text{ Н/м}; c_k = 1920 \text{ Н/м}; \\ l_{pp} &= 0,0115 \text{ м}; l_{рк} = 0,024 \text{ м}; \\ l_{рк} &= 0,050 \text{ м}; l_p = 0,034 \text{ м}; l_k = 0,070 \text{ м}. \end{aligned}$$

Определим углы  $\alpha_{рс}$  и  $\alpha_{кс}$  поворота рычага и крючка соответственно, при которых начинается их совместное движение в верхнее рабочее положение (зацепление) при полном ходе конца управляющего крючка ( $s = 0,012$  м). Эти углы определим из равенства моментов сил пружин рычага и крючка относительно оси поворота  $O_{рк}$ , соответствующих ходу конца управляющего крючка, равным 0,003 м, что соответствует  $\alpha_{кс} = 0,035294$  рад. Для данного положения крючка и рычага

можно записать уравнение, связывающее эти углы:

$$\alpha_{pc} \approx \alpha_{kc} \frac{c_p \ell_p^2 + c_k \ell_k^2}{c_p \ell_p^2}, \alpha_{pc} = 0,069570 \text{ рад.}$$

Угол поворота совместного движения крючка и рычага при перемещении конца крючка 0,008 м будет составлять  $\alpha_{0кр} = 0,105882$  рад. Соответственно полные углы поворота рычага и крючка будут:  $\alpha_{0р} = 0,175452$  рад и  $\alpha_{0к} = 0,141176$  рад.

После расцепления крючок и рычаг управляющей секции движутся под действием сил тяжести. Перемещения вниз крючка и рычага будут описываться системой двух уравнений движения:

$$\left. \begin{aligned} \ddot{\alpha}_p + k_1 \alpha_p - k_1 \alpha_k - R_p &= 0, \\ \ddot{\alpha}_k - k_2 \alpha_p + (k_2 + k_3) \alpha_k - R_k &= 0, \end{aligned} \right\} (1)$$

$$\text{где } k_1 = \frac{c_p \ell_p^2}{J_p}, k_2 = \frac{c_p \ell_p^2}{J_k}, k_3 = \frac{c_k \ell_k^2}{J_k};$$

$$R_p = \frac{c_p \ell_p^2 (\alpha_{0р} - \alpha_{0к}) + m_p g \ell_{pp}}{J_p};$$

$$R_k = \frac{c_p \ell_p^2 (\alpha_{0р} - \alpha_{0к}) + c_k \ell_k^2 \alpha_{0к} + m_k g \ell_{pk}}{J_k}.$$

Анализ перемещений рычага и крючка в соответствии с системой уравнений движения (1) показал, что они движутся вниз в постоянном контакте до момента установившегося положения на его опоре под действием силы пружины крючка. Пружина рычага после этого доводит его до исходного положения взаимодействия с кольшком барабанчика. Таким образом, для оценки динамики работы программатора при расцеплении звеньев достаточно уравнения совместного перемещения управляющих рычага и крючка.

Уравнение совместного движения крючка и рычага без учета сопротивления сил трения на оси вращения имеет вид:

$$J_{рк} \ddot{\alpha}_{рк} - c_k \ell_k^2 (\alpha_{0к} - \alpha_k) - m_{рк} g \ell_{рк} = 0. (2)$$

После преобразований уравнение (2) можно записать в виде:

$$\ddot{\alpha}_{рк} + k_1^2 \alpha_{рк} - R_{рк} = 0, (3)$$

$$\text{где } k_1^2 = \frac{c_k \ell_k^2}{J_{рк}} \text{ и } R_{рк} = \frac{c_k \ell_k^2 \alpha_{0к} + m_{рк} g \ell_{рк}}{J_{рк}}.$$

Для решения полученного дифференциального уравнения движения сделаем следующую подстановку:

$$k_1^2 \alpha_{рк} = k_1^2 \beta + R_{рк},$$

откуда

$$\alpha_{рк} = \beta + \frac{R_{рк}}{k_1^2}. (4)$$

После однократного и двукратного дифференцирования уравнения (4) получим:  $\dot{\alpha}_{рк} = \dot{\beta}$  и  $\ddot{\alpha}_{рк} = \ddot{\beta}$ . Подстановка новой переменной в (3) приводит к уравнению  $\ddot{\beta} + k_1^2 \beta = 0$ , решением которого будут два комплексных сопряженных корня:  $\beta_1 = k_1 i$  и  $\beta_2 = -k_1 i$ .

Общий интеграл этого уравнения имеет вид:

$$\beta = A \cos k_1 t + B \sin k_1 t, (5)$$

откуда

$$\dot{\beta} = -k_1 A \sin k_1 t + k_1 B \cos k_1 t. (6)$$

Постоянные интегрирования определяем из начальных условий движения. В момент начала расцепления имеем:  $t_0 = 0$ ,  $\alpha_{0рк} = 0$ ,  $\dot{\alpha}_{0рк} = 0$ .

Из уравнения (3) и первой производной  $\dot{\beta}$  следует, что в начальный момент движения управляющего рычага с крючком

$$\beta_0 = -\frac{R_{рк}}{k_1^2} \text{ и } \dot{\beta}_0 = 0.$$

Тогда из уравнения (5) получим:

$$-\frac{k_2}{k_1^2} = A \cos k_1 \cdot 0 + B \sin k_1 \cdot 0,$$

откуда:

$$A = -\frac{k_2}{k_1^2}.$$

Из уравнения (6) получим:  
 $0 = -k_1 A \sin k_1 \cdot 0 + k_1 B \cos k_1 \cdot 0$ , откуда

$$B=0.$$

При найденных постоянных  $A$  и  $B$  интегрирования уравнение движения примет вид:

$$\beta = -\frac{R_{\text{рк}}}{k_1^2} \cos k_1 t. \quad (7)$$

Возвращаясь к исходной переменной  $\alpha_{\text{рк}}$ , получим из (4) уравнение, описывающее движение управляющего рычага с крючком:

$$\alpha_{\text{рк}} = \frac{R_{\text{рк}}}{k_1^2} - \frac{R_{\text{рк}}}{k_1^2} \cos k_1 t,$$

или

$$\alpha_{\text{рк}} = \frac{R_{\text{рк}}}{k_1^2} (1 - \cos k_1 t). \quad (8)$$

$$t_{\text{ук}} = \frac{1}{109,13} \arccos \left( 1 - \frac{11908,86}{1730,42} \cdot 0,105882 \right) = 0,0119 \text{ с.}$$

Время до установления управляющего крючка на опору  $t = 0,0141$  с (при  $\alpha_{0\text{к}} = 0,141176$  рад).

Скоростные возможности ткацкой машины определяются временем  $t_{\text{кб}}$  выстоя крючка баланса в период переключения программы смены зева из условия:

$$t_{\text{кб}} \geq t_{\text{ук}}.$$

Для геометрических и массовых параметров рассматриваемой системы звеньев управляющей секции время выстоя крючка баланса определяется из соотношения:

$$\alpha_{\text{вб}} = t_{\text{кб}} \cdot n_{\text{гл.в.}}$$

Значение  $\alpha_{\text{вб}}$  составляет  $43,2^\circ$  и  $67,68^\circ$  при скорости  $n$  главного вала соответственно  $500$  и  $800 \text{ мин}^{-1}$ .

Решая полученное тригонометрическое уравнение относительно  $t$ , находим:

$$t = \frac{1}{k_1} \arccos \left( 1 - \frac{k_1^2}{R_{\text{рк}}} \alpha_{\text{рк}} \right). \quad (9)$$

Рассчитаем время, необходимое для полного расцепления управляющего крючка с крючком баланса на первом этапе движения, соответствующего углу поворота крючка с рычагом  $\alpha_{0\text{рк}} = 0,105882$  рад и полном угле поворота крючка  $\alpha_{0\text{рк}} = 0,141176$  рад.

Вычислим значения коэффициентов:

$$k_1^2 = \frac{c_{\text{к}} I_{\text{к}}^2}{J_{\text{рк}}} = 11908,86, \text{ с}^{-2}; \quad k_1 = 109,13 \text{ с}^{-1};$$

$$R_{\text{рк}} = \frac{c_{\text{к}} \ell_{\text{к}}^2 \alpha_{0\text{к}} + m_{\text{рк}} g \ell_{\text{рк}}}{J_{\text{рк}}} = 1730,42.$$

Время полного расцепления управляющего крючка с крючком баланса в соответствии с выражением (9) равно:

Необходимый выстой крючка баланса может быть достигнут различными типами приводов силового исполнительного механизма: кулачками с профилями, спроектированными с помощью сплайн-функции, кулачково-дифференциальными или кулисно-дифференциальными механизмами.

## В Ы В О Д Ы

Динамика работы программатора является одним из основных факторов, определяющих скоростные возможности ткацких машин с ремизоподъемными каретками со встречным движением силовых звеньев. Предлагаемая оценка времени полного расцепления крючков управляющей секции программатора и крючком баланса силового привода каретки позволяет проводить такую оценку с учетом геометрических и

массовых характеристик управляющей секции и на ее основании определить цикловую диаграмму работы программатора в зависимости от скорости ткацкой машины.

#### Л И Т Е Р А Т У Р А

1. *Дицкий А.В.* Основы проектирования машин ткацкого производства / Под общ. ред. А.В. Дицкого – М.: Машиностроение, 1983.
2. Высокопроизводительная ремизоподъемная каретка 2500. Проспект фирмы Stäubli (Швейцария).

#### R E F E R E N C E S

1. Dickij A.V. Osnovy proektirovaniya mashin tkackogo proizvodstva / Pod obsh. red. A.V. Dickogo – M.: Mashinostroenie, 1983.
2. Vysokoproizvoditelnaya remizopodemnaya karетка 2500. Prospekt firmy Staubli (Shvejcariya).

Рекомендована кафедрой технологических машин и мехатронных систем. Поступила 15.03.17.

---