

## ДИНАМИКА ЗЕВООБРАЗОВАТЕЛЬНОГО МЕХАНИЗМА С ГИБКИМИ СВЯЗЯМИ

### DYNAMICS OF A SHEDDING MECHANISM WITH FLEXIBLE LINKS

*В.И. ТЕРЕПТЬЕВ, Б.Н. СМІРНОВ*  
*V.I. TERYTYEV, B.N. SMIRNOV*

(Московский государственный текстильный университет им. А.Н. Косыгина)  
(Moscow State Textile University "A.N. Kosygin")  
E-mail: orang-man@ya.ru

*В статье рассматривается динамика процесса зевообразования на отечественной пневматической ткацкой машине СТП-190 (ВНИИЛТекмаш) с зевообразовательным механизмом, содержащим гибкие звенья в механизме ремизного движения, и силовым замыканием в паре кулачок – ролик привода механизма.*

*The dynamics of a shedding process at the domestic pressure-pneumatic weaving machine STP-190 (VNIILTekmash) with a cam-shedding mechanism containing flexible links in the mechanism of a heald movement, and with force closure in a cam – roller pair of the mechanism driver is considered in the article.*

**Ключевые слова:** динамика процесса зевообразования, ткацкая машина СТП-190, гибкие звенья, механизм ремизного движения, силовое замыкание, пара кулачок – ролик привода механизма.

**Keywords:** dynamics of a shedding process, weaving machine STP-190, flexible links, the mechanism of a heald movement, force closure, a cam – roller pair of the mechanism driver.

При проектировании ЗОМ с гибкими звеньями, устанавливаемых на скоростных пневматических ткацких машинах, необходимо рассмотреть динамику процесса зевообразования, то есть определить законы движения левого и правого торцов ремизки с целью учета возможных перекосов в процессе ее перемещения, которые могут явиться причиной обрывности нитей основы.

Рассмотрим конструкцию ЗОМ опытного образца отечественной пневматической ткацкой машины СТП-190 (ВНИИЛТекмаш), рис.1.

Для учета погрешности изготовления пружин принята разность коэффициентов жесткостей блоков пружин -5%.

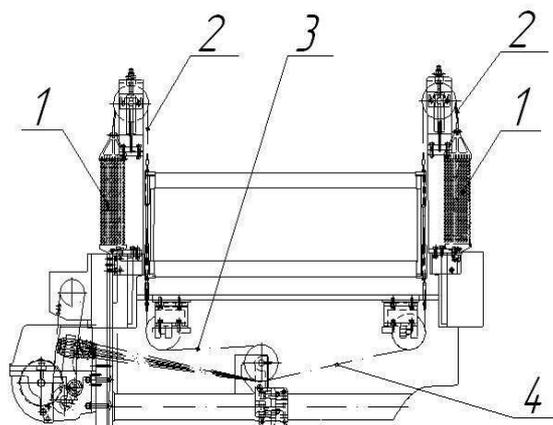


Рис. 1

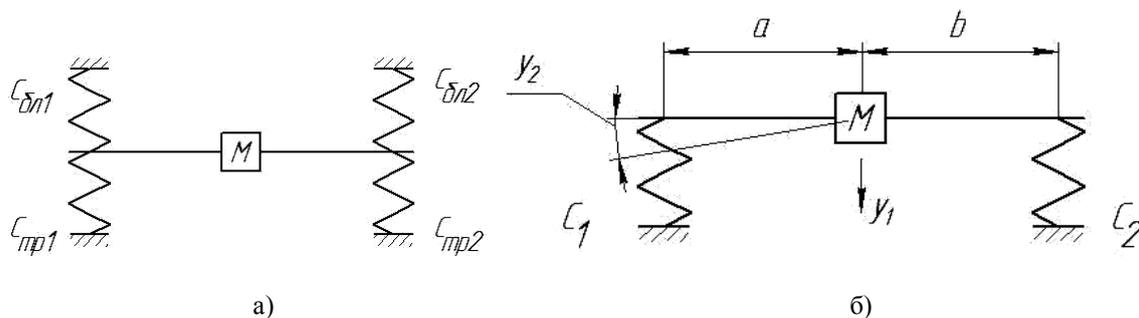


Рис. 2

На основании конструкции ЗОМ составляем динамическую модель (рис. 2-а). Тросики 3, 4 (рис. 1) рассматриваются как упругие элементы с коэффициентами жесткости  $C_{тp1}$ ,  $C_{тp2}$ ;  $C_{бл1}$ ,  $C_{бл2}$  – приведенные коэффициенты жесткостей блоков пружин 1 и верхних тросиков 2 (рис. 1).

Далее переходим к анализу расчетной модели (рис. 2-б), где жесткости приводятся к двум значениям, исходя из последовательного соединения упругих элементов: тросиков и пружин, где  $a$ ,  $b$  – расстояние от центра масс ремизки до крепления упругих элементов;  $M$  – сосредоточенная масса, эквивалентная массе ремизки.

Значения коэффициентов жесткости тросиков находим по формуле, обратной податливости цилиндрического стержня [1]:

$$C_{тp} = \frac{EF}{L_{тp}}, \quad (1)$$

где  $E$  – модуль упругости материала тросика;  $F$  – площадь поперечного сечения;  $L_{тp}$  – длина тросика.

Приведенные коэффициенты жесткости тросиков и блоков пружин:

$$\begin{aligned} C_1 &= C_{тp1} + C_{бл1}, \\ C_2 &= C_{тp2} + C_{бл2}. \end{aligned} \quad (2)$$

Находим потенциальную (3) и кинетическую (4) энергию в соответствии с принятой моделью. На основе их значений составляем систему уравнений Лагранжа [(5), 2]:

$$\Pi = C_1(y_1 + ay_2)^2 + C_2(y_1 - by_2)^2, \quad (3)$$

$$T = \frac{M}{2}(\dot{y}_1 + \rho^2 \dot{y}_2)^2. \quad (4)$$

$$M \ddot{y}_1 + 2C_1(y_1 + ay_2) + 2C_2(y_1 - by_2) = 0, \quad (5)$$

$$M\rho^2 \ddot{y}_1 + 2C_1(y_1 + ay_2)a - 2C_2(y_1 - by_2)b = 0,$$

где  $y_1$  – вертикальное перемещение центра масс ремизки;  $y_2$  – угловое перемещение ремизки;  $\rho$  – радиус инерции ремизки;  $p$  – частота собственных колебаний ремизки.

Развертывая определитель, получим частное уравнение второй степени относительно  $p^2$ :

$$p^4 - \frac{2}{M\rho^2} p^2 [C_1(a^2 + \rho^2) + C_2(b^2 + \rho^2)] + \frac{4C_1C_2}{M^2\rho^2} (a+b)^2 = 0. \quad (6)$$

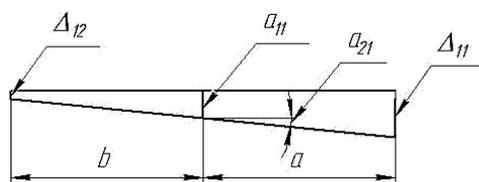
Значения параметров, входящих в уравнение (6), определены из конструкторской документации на опытный образец ткацкой машины СТП-190. Число оборотов главного вала 500 об/мин, высота зева 108 мм для первой ремизки, выраба-

тывалась ткань типа "миткаль", переплетение 1/1+1/1. Из уравнения (6) находим значения собственных частот:

$$p_1 = 17,416 \text{ с}^{-1}, \quad p_2 = 17,868 \text{ с}^{-1}. \quad (7)$$

После определения частот из этого уравнения можно найти обе собственные формы колебаний (рис.3), которые определяются из соотношения (8):

$$\frac{a_2}{a_1} = \frac{Mp^2 - 2C_1 - 2C_2}{2C_1a - 2C_2b}, \quad (8)$$



где  $a_1$  – амплитуда вертикальных колебаний;  $a_2$  – амплитуда угловых колебаний.

Находим:

$$\frac{a_{21}}{a_{11}} = -1,05 \frac{1}{M}, \quad \frac{a_{22}}{a_{12}} = 1,05 \frac{1}{M}.$$

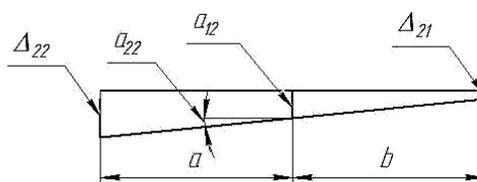


Рис. 3

Графики перемещения ремизки строятся как один из возможных вариантов по синусоидальному закону для переплетения 1/1+1/1. На график перемещения ремизки накладываются составляющие на основе найденных собственных частот колебания для левого  $x_{лев1}(t)$  и правого  $x_{прав1}(t)$  торца ремизки [2]:

$$\begin{aligned} x_{лев1} &= \Delta_{11} \sin(p_1 t), \\ x_{прав1} &= \Delta_{12} \sin(p_1 t), \\ x_{лев2} &= \Delta_{21} \sin(p_2 t), \\ x_{прав2} &= \Delta_{22} \sin(p_2 t), \end{aligned} \quad (9)$$

где  $\Delta_{11} = a_{11} - \rho_1 \text{tg}(a_{12})$ ,  $\Delta_{12} = a_{11} + \rho_1 \text{tg}(a_{12})$ ,  $\Delta_{21} = a_{21} - \rho_2 \text{tg}(a_{22})$ ,  $\Delta_{22} = a_{21} + \rho_2 \text{tg}(a_{22})$ .

Здесь  $\Delta_{11}, \Delta_{12}, \Delta_{21}, \Delta_{22}$  – смещения левого и правого торца ремизки из-за собственных колебаний. Находим максимальные смещения для первого и второго значений собственной частоты колебаний ремизки:  $\Delta_1 = 3,05\text{мм}$ ;  $\Delta_2 = 1,15\text{мм}$ . Эти величины показывают уменьшение высоты зева из-за собственных колебаний ремизки. Также можно найти максимальные перекосы ремизки:  $\Delta_1 = |\Delta_{11} - \Delta_{12}| = 4,89\text{мм}$ ;  $\Delta_2 = |\Delta_{21} - \Delta_{22}| = 1,15\text{мм}$ .

Графики перемещения левого и правого торцов ремизки с учетом найденных собственных частот колебаний для первой формы и второй формы собственных колебаний

представлены на рис. 4 и 5, где 1 – перемещение ремизки, 2 – перемещение правого торца ремизки и 3 – перемещение левого торца ремизки с учетом собственных колебаний ремизки.

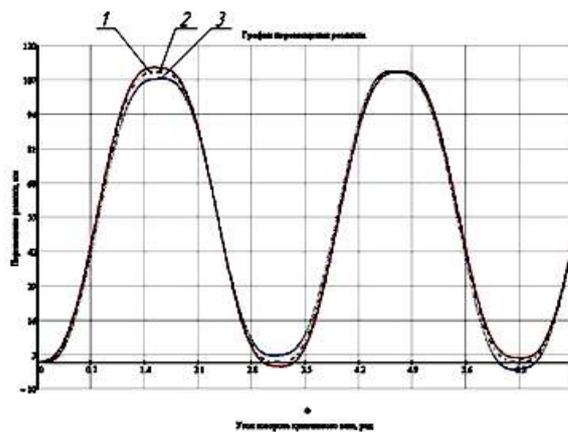


Рис. 4

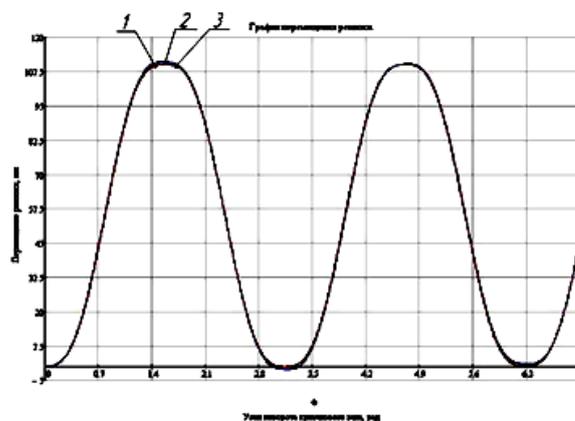


Рис. 5

## ВЫВОДЫ

1. Разработана методика динамического анализа ЗОМ с гибкими звеньями в механизме ремизного движения и силовым замыканием в паре кулачок–ролик привода механизма.

2. Для максимального скоростного режима ЗОМ ткацкой машины СТП-190 – 500 об/мин главного вала изменение размеров зева за счет собственных колебаний ремизки не превышает допустимых

значений  $\pm 5\%$  от высоты зева для пневматического способа прокладки утка [3].

## ЛИТЕРАТУРА

1. Вульфсон И. И. Динамические расчеты цикловых механизмов. – Л.: Машиностроение, 1976.
2. Пановко Я. Г. Основы прикладной теории колебаний и удара. – Л.: Машиностроение, 1976.
3. Талавашек О., Сватый В. Бесчелночные ткацкие станки. – М.: Легпромбытиздат, 1985.

Рекомендована кафедрой проектирования текстильных машин. Поступила 27.01.11.

---