

ИССЛЕДОВАНИЕ КИНЕМАТИЧЕСКИХ ПАРАМЕТРОВ РАБОЧИХ ОРГАНОВ В УСТРОЙСТВЕ ДЛЯ ОЧИСТКИ МОДИФИЦИРОВАННОГО ВОЛОКНА ОТ ПРИМЕСЕЙ

STUDY OF WORKERS KINEMATIC PARAMETERS FOR CLEARING DEVICES MODIFIED FIBER FROM IMPURITIES

А.Г. НОСОВ, С.Н. РАЗИН, Е.Л. ПАШИН
A.G. NOSOV, S.N. RAZIN, E.L. PASHIN

(Костромской государственный технологический университет)
(Kostroma State University of Technology)
E-mail: kaf_tplv@mail.ru

Проведен анализ траектории и изменения скорости точки пересечения рабочих органов в устройстве для очистки волокна от неволокнистых примесей. Установлена зависимость градиента изменения указанной скорости перемещения только от частоты вращения рабочих органов и их межосевого расстояния.

The analysis of the trajectory and speed change points of intersection of the working bodies of the device for clearing fiber from non-fiber impurities. The dependence of the gradient of the velocity of the changes specified only on the speed of working bodies and their center distance.

Ключевые слова: очистка короткоштапельного волокна, вращение, рабочие органы, скорость точки пересечения.

Keywords: clearing short fibers, spinning, working bodies, the speed point of intersection.

Качество модифицированного и однотипного льняного волокна во многом определяется наличием в нем костры [1]. Поэтому существует необходимость дополнительной очистки образуемого после обработки на модификаторе ММЛ волокна от неволокнистых примесей, преимущественно от насыпной костры.

Для этой цели предложено использовать сходное с известным решением [2] устройство, представляющее собой раму с закрепленными на ней совершающими вращательное движение валами, на которых установлены с шагом пластины в виде правильных многоугольников с возможностью перекрытия траекторий движения вершин пластин соседних валов (рис 1 – схема устройства для очистки волокна от неволокнистых примесей). Зонай очистки является пространство между нижними краями

пластин и колосниковой решеткой, располагаемой ниже.

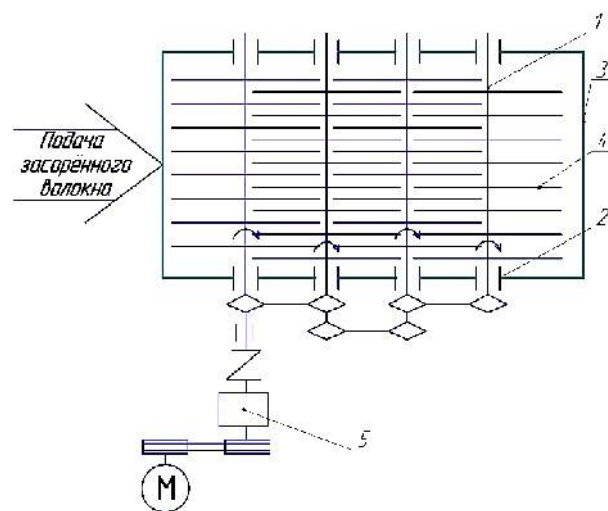


Рис. 1

Устройство для очистки лубяного волокна работает следующим образом. С помощью специального питателя лубяное волокно поступает на устройство для очистки. Воздействие на волокнистую массу со стороны рабочих органов происходит за счет вращения валов 1, которые вращаются синхронно в одну сторону в подшипниках 2, закрепленных на раме 3. На валах расположены рабочие органы 4 в виде правильных многоугольников, обеспечивающих перемещение волокнистого материала в направлении обработки. Связь между соседними рабочими органами обеспечивается цепной передачей, которая обеспечивает передачу крутящего момента от двигателя через редуктор 5. Рабочие органы на валах расположены с шагом так, чтобы их плоскости были параллельны и располагались бы между собой на равных расстояниях. При выборе межосевого расстояния должно обеспечиваться пересечение траектории перемещения вершин пластин относительно друг друга при их вращении.

Костроволокнистая смесь, перемещаясь вдоль активной зоны вследствие вращения пластин, непрерывно встряхивается, тем самым создавая условия для удаления костры. Скорость движения волокон определяется угловой скоростью вращения валов и межосевым расстоянием. Является очевидной зависимость интенсивности встряхивания от режимно-конструктивных параметров очистительного устройства. При предложенной конструкции важно обеспечить условие самоочистки свободных пространств между пластинами на валах, в которых может накапливаться волокно.

$$X_{A1} = \frac{a\sqrt{2}}{2} \cos\left(\frac{-\pi}{4} + \omega t + \alpha_0\right),$$

$$X_{B1} = \frac{a\sqrt{2}}{2} \cos\left(\frac{-3\pi}{4} + \omega t + \alpha_0\right),$$

$$X_{A2} = \ell + \frac{a\sqrt{2}}{2} \cos\left(\frac{-3\pi}{4} + \omega t\right),$$

$$Y_{A2} = \frac{a\sqrt{2}}{2} \sin\left(\frac{-3\pi}{4} + \omega t\right),$$

$$Y_{A1} = \frac{a\sqrt{2}}{2} \sin\left(\frac{-\pi}{4} + \omega t + \alpha_0\right),$$

$$Y_{B1} = \frac{a\sqrt{2}}{2} \sin\left(\frac{-3\pi}{4} + \omega t + \alpha_0\right),$$

$$X_{B2} = \ell + \frac{a\sqrt{2}}{2} \cos\left(\frac{3\pi}{4} + \omega t\right)$$

$$Y_{B2} = \frac{a\sqrt{2}}{2} \sin\left(\frac{3\pi}{4} + \omega t\right),$$

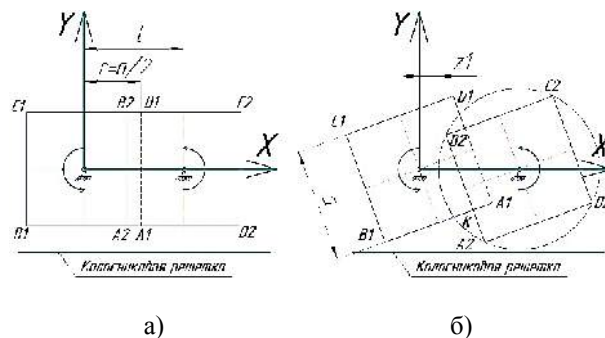


Рис. 2

Для этого межосевое расстояние для валов следует выбирать с учетом следующего условия (рис. 2: а) начальное положение рабочих органов, б) текущее положение рабочих органов):

$$\ell = \frac{a\sqrt{2}}{2} + z_1,$$

где z_1 – небольшой зазор между траекторией движения квадратов и осью соседнего вала; a – длина стороны квадрата.

Для того, чтобы интенсивность очистки была максимальной необходимо спроектировать устройство так, чтобы изменение скорости движения волокнистой массы при ее переходе с рабочих органов одного вала на рабочие органы другого было максимальным. На рисунке 2 изображены два рабочих органа, например, в форме квадратов.

Допустим, что рациональной конструкцией будет такая, при которой, изменение скорости в т. К при переходе с одного рабочего органа 1 на другой рабочий орган 2 будет максимальным.

Для выявления этого определим координаты точки К пересечения квадратов. Для этого запишем выражение для координат точек A1, B1 и A2, B2:

где α_0 – угол между начальным положением стороны A_1B_1 и оси X .

$$\frac{Y - Y_{A1}}{Y_{B1} - Y_{A1}} = \frac{X - X_{A1}}{X_{B1} - X_{A1}}.$$

Их можно привести к виду:

$$\begin{cases} y = k_1x + b_1, \\ y = k_2x + b_2, \end{cases} \quad (1)$$

где $k_1 = \frac{Y_{B1} - Y_{A1}}{X_{B1} - X_{A1}}; b_1 = Y_{A1} - X_{A1} \frac{Y_{B1} - Y_{A1}}{X_{B1} - X_{A1}};$

$$k_2 = \frac{Y_{B2} - Y_{A2}}{X_{B2} - X_{A2}}; b_2 = Y_{A2} - X_{A2} \frac{Y_{B2} - Y_{A2}}{X_{B2} - X_{A2}}.$$

Учитывая, что точка K принадлежит обеим прямым, получим:

$$\begin{cases} y = \frac{Y_{B1} - Y_{A1}}{X_{B1} - X_{A1}}x + Y_{A1} - X_{A1} \frac{Y_{B1} - Y_{A1}}{X_{B1} - X_{A1}}, \\ y = \frac{Y_{B2} - Y_{A2}}{X_{B2} - X_{A2}}x + Y_{A2} - X_{A2} \frac{Y_{B2} - Y_{A2}}{X_{B2} - X_{A2}}, \end{cases}$$

Вычтя из первого уравнения второе, получим:

$$\begin{aligned} x_K(k_1 - k_2) + (b_1 - b_2) &= 0, \\ x_K &= -\frac{b_1 - b_2}{k_1 - k_2}, \end{aligned}$$

тогда

$$y_K = -k_1 \frac{b_1 - b_2}{k_1 - k_2} + b_1 = \frac{-k_1 b_1 + k_1 b_2 + k_1 b_1 - k_2 b_1}{k_1 - k_2}.$$

На рис. 3 представлена траектория перемещения точки K для рабочих органов в форме квадратов без начального смещения $\alpha_0 = 0$ (пунктирной линией обозначены $1/2$ межосевого расстояния валов). Ниже определены выражения для скорости V_K .

Запишем уравнение прямых, проходящих через $A_1;B_1$ и $A_2;B_2$:

$$\frac{Y - Y_{A2}}{Y_{B2} - Y_{A2}} = \frac{X - X_{A2}}{X_{B2} - X_{A2}}.$$

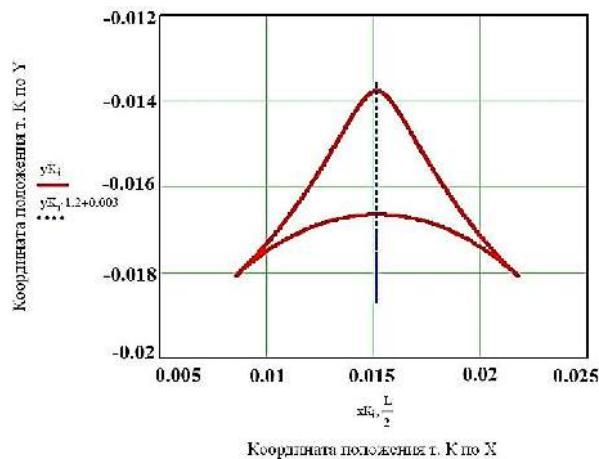


Рис. 3

Для определения скорости t K_1 и K_2 , принадлежащих квадратам 1 и 2 соответственно, воспользуемся формулой Эйлера:

$$\overline{V_{K1}} = \overline{\omega r_{K1}} = \begin{vmatrix} \bar{i} & \bar{j} & \bar{k} \\ 0 & 0 & \omega \\ x_K & y_K & 0 \end{vmatrix} = \bar{j}\omega x_K - \bar{i}\omega y_K,$$

$$\overline{V_{K2}} = \overline{\omega r_{K2}} = \begin{vmatrix} \bar{i} & \bar{j} & \bar{k} \\ 0 & 0 & \omega \\ x_K - \ell & y_K & 0 \end{vmatrix} = \bar{j}\omega(x_K - \ell) - \bar{i}\omega y_K$$

Тогда проекции скорости точек K_1 и K_2 будут:

$$\begin{aligned} V_{K1X} &= -\omega y_K, & V_{K2X} &= -\omega y_K, \\ V_{K1Y} &= \omega x_K, & V_{K2Y} &= \omega(x_K - \ell). \end{aligned} \quad (2)$$

Вектор изменения скорости $\overline{\Delta V}$ найдем из равенства:

$$\overline{\Delta V} = \overline{V_{K2}} - \overline{V_{K1}}.$$

Используя уравнения системы (2), будем иметь:

$$\Delta V_x = 0; \Delta V_y = -\omega \ell.$$

Полученные выражения указывают на то, что скорость движения волокон в горизонтальном направлении при переходе с одного рабочего органа на другой не изменяется, а величина изменения скорости ΔV_y определяется угловой скоростью вращения валов ω и межосевым расстоянием ℓ (рис. 4 – график изменения скорости (проекция по оси Y) перемещения т. К в зависимости от ω и ℓ).

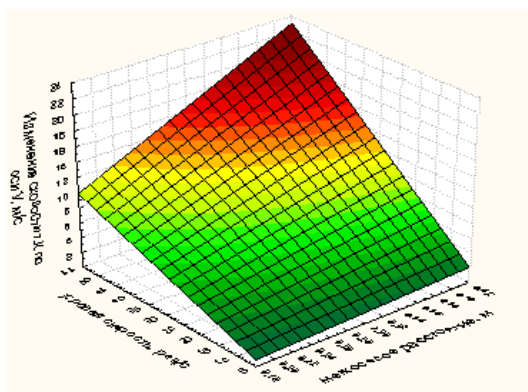


Рис. 4

1. Применительно к новой конструкции очистительного устройства для удаления костры из модифицированного льняного волокна предложено в качестве параметра интенсивности воздействий на него использовать вектор изменения скорости обрабатываемого материала в точке пересечения контуров кромок вращающихся рабочих органов.

2. На основе анализа траектории точки пересечения кромок вращающихся рабочих органов установлено, что скорость движения волокон в горизонтальном направлении при переходе с пластин одного вала на другой не изменяется, а величина изменения скорости по оси Y определяется угловой скоростью вращения валов ω и межосевым расстоянием ℓ и не зависит от начального положения рабочих органов.

ЛИТЕРАТУРА

1. Разин С.Н., Пашин Е.Л. Теоретические основы совершенствования механической модификации льна. – Кострома: КГТУ, 2005.
2. Патент РФ № 2358048. Устройство для очистки волокна от неволокнистых примесей. Авторы: Е.Л. Пашин, П.В. Беляев. Опубл. 10. 06. 2009.

Рекомендована кафедрой технологии льняного волокна. Поступила 15.06.14.