

## ИССЛЕДОВАНИЕ ПАРАМЕТРОВ ДВИЖЕНИЯ ПРЯДИ ЛЬНЯНОГО СЫРЦА В ЗОНЕ ЕЕ ЗАЖИМА ПРИ ОДНОСТОРОННЕМ ТРЕПАНИИ

С.Е. МАЯНСКИЙ, М.С. ЕНИН, Е.Л. ПАШИН

(Костромской государственный технологический университет)

E-mail: info@kstu.edu.ru

*Проведены исследования геометрических и кинематических характеристик участка пряжи от зажима до взаимодействующего била в процессе одностороннего трепания.*

*Получены аналитические зависимости для определения угла поворота участка пряжи от точки зажима до взаимодействующей рабочей кромки била, угловой скорости и углового ускорения данного участка, которые можно использовать для выявления оптимальных режимно-конструктивных параметров процесса.*

*The investigations of the geometrical and kinematical characteristics of the part of the strand from the clamp till the interacting beater at the one-sided scutching are done. The analytical dependences for the definition of the turning angle of the strand from the clamp till the interacting working edge of the beater are obtained as well as of the angle speed and angle acceleration in the given section, which could be used for the selection of the optimal mode – constructive parameters of the process.*

**Ключевые слова:** одностороннее трепание, точка зажима, участок пряжи, рациональные условия обескостривания.

Для повышения эффективности процесса трепания льна используются операции его предварительного обескостривания [1], в том числе путем одностороннего трепания [2]. Анализ известных работ, связанных с изучением процесса одностороннего трепания [3...6], выявил проблемы, требующие дополнительного изучения. В частности,

для исключения отлета свободных участков пряжи, имеющих место при этом процессе [7], применяют ограждающие поверхности, которые, по нашему мнению, ухудшают условия удаления костры. В работах [3...5] не полностью исследовано влияние параметров закрепления прядей на скоростные параметры процесса. Не изучен

характер перемещений участков пряжи сырца вблизи их зажима, что важно с позиций улучшения условий удаления костры из средних частей прядей.

Указанные проблемы и отсутствие упомянутых сведений снижают эффектив-

ность процесса обработки и расчетных методов при выявлении рациональных условий обескостривания в операции подготовки прядей льняного сырца с использованием одностороннего трепания.

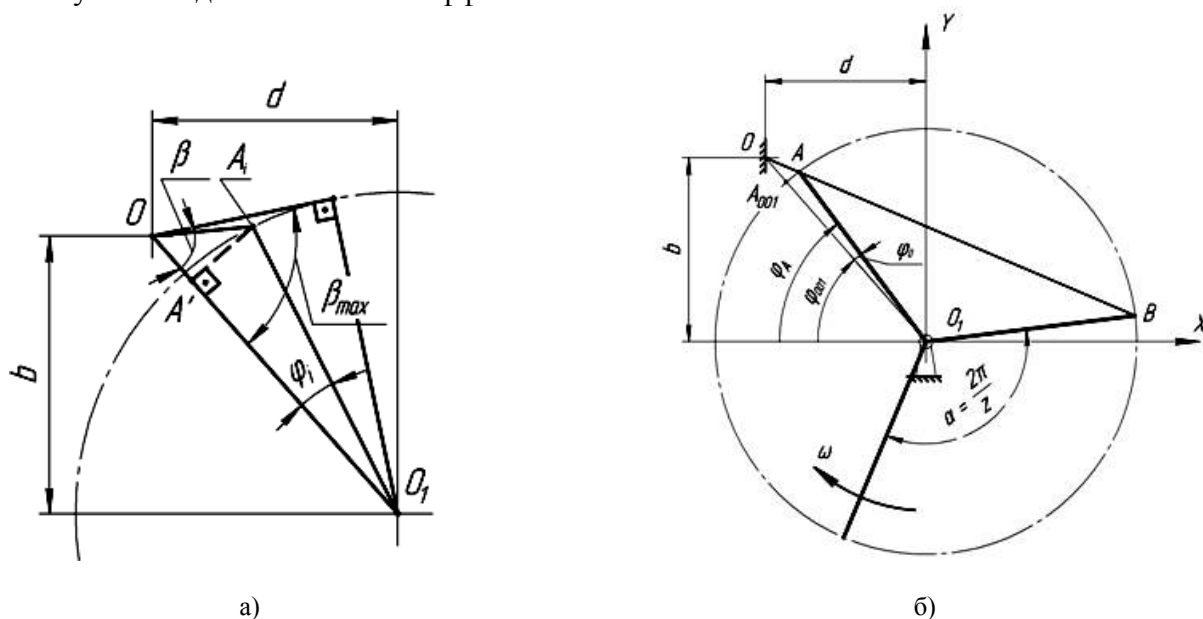


Рис. 1

В этой связи были проведены исследования геометрических и кинематических характеристик процесса одностороннего трепания. Схема для их определения представлена на рис. 1. Рассмотрим рис. 1-а, где  $b, d$  – координаты точки зажима пряжи  $O$  относительно оси вращения барабана  $O_1$ ;  $O_1A_i = R$  – радиус трепального барабана;  $\varphi_i$  – угол поворота барабана от начального положения  $OO_1$ ;  $\beta$  – угол поворота участка пряжи  $OA$  относительно точки зажима;  $\ell = \sqrt{b^2 + d^2}$  – расстояние между осью вращения барабана и точкой зажима пряжи.

Зависимость угла поворота пряжи от угла поворота барабана имеет вид:

$$\beta = \arctg \frac{A'A_i}{OA'} = \arctg \frac{R \sin \varphi}{\ell - R \cos \varphi}. \quad (1)$$

Очевидно, что в зависимости от параметров барабана и длины пряжи ее взаимодействие возможно с одним или несколькими билками (рис.1-б). От этого будут зависеть условия начального взаимодейст-

вия. Рассмотрим два случая: взаимодействие пряжи с одним и двумя билками. При первом варианте (взаимодействие с одним билком) момент начала взаимодействия будет соответствовать углу поворота билка  $\varphi_{001} = \arctg(b/d)$ . При взаимодействии с двумя билками начальное положение определяется углом  $\varphi_A$ , при котором билко ударит по натянутой пряже. Это произойдет при выполнении геометрического условия, из которого можно найти значение  $\varphi_A$ :

$$(x_O - x_B)(y_A - y_B) = (x_A - x_B)(y_O - y_B),$$

где  $x_O = -d$ ;  $y_O = b$   $x_A = -R \cos \varphi_A$ ;  
 $y_A = R \sin \varphi_A$ ;  $x_B = -R \cos(\alpha + \varphi_A)$ ;  
 $y_B = R \sin(\alpha + \varphi_A)$ ;  $\alpha = \frac{2\pi}{z}$  – центральный угол между билками;  $z$  – число бил на барабане.

При контакте пряжи с двумя билками необходимо учитывать также начальный угол наклона пряжи  $\beta_0$  от линии центров  $OO_1$ :

$$\operatorname{tg} \beta_0 = \frac{R \sin \varphi_0}{\ell - R \cos \varphi_0}, \quad \varphi_0 = \varphi_A - \varphi_{001}.$$

С учетом этих обстоятельств определим основные кинематические характеристики пряди.

При равномерном вращении барабана  $\varphi = \omega t$ , где  $\omega$  – угловая скорость барабана,  $\omega = \text{const}$ . При этом участок пряди  $OA_i$  будет поворачиваться неравномерно с угловой скоростью  $\omega_{\text{пр}} = \frac{d\beta}{dt}$ .

Дифференцируя (1) по времени, учитывая, что  $\frac{d\omega}{dt} = 0$ , найдем:

$$\omega_{\text{пр}} = \frac{d\beta}{dt} = \omega \frac{R\ell \cos \varphi - R^2}{R^2 + \ell^2 - 2R\ell \cos \varphi}. \quad (2)$$

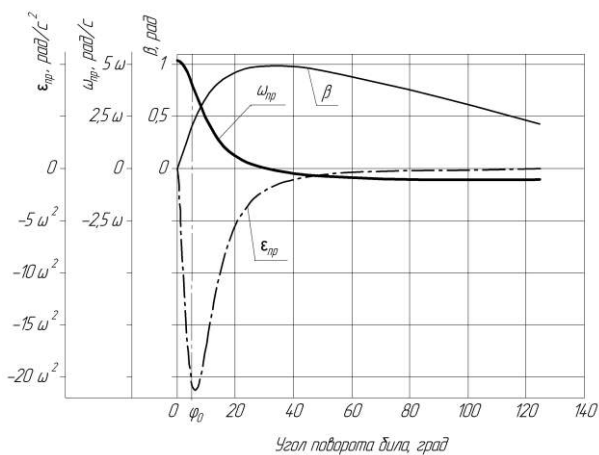


Рис. 2

Очевидны различия в характере изменения угловых ускорений участка пряди  $OA$  в поле обработки барабанами с разным числом бил. Однако в обоих случаях первоначальное воздействие обеспечивает наибольшее ускорение при угле поворота била  $5 \dots 10$  град. Далее его значение интенсивно снижается. При использовании шестибильного барабана прядь, как правило, подвергается за тот же угол поворота второму воздействию, но с меньшей интенсивностью.

Угловое ускорение поворота пряди после дифференцирования (2) запишется:

$$\varepsilon_{\text{пр}} = \frac{d\omega_{\text{пр}}}{dt} = \omega^2 \frac{R\ell(R^2 - \ell^2) \sin \varphi}{(R^2 + \ell^2 - 2R\ell \cos \varphi)^2}. \quad (3)$$

С помощью выражений (1), (2), (3), были получены графические зависимости  $\beta = \beta(\varphi)$ ,  $\omega_{\text{пр}} = \omega_{\text{пр}}(\varphi)$ ,  $\varepsilon_{\text{пр}} = \varepsilon_{\text{пр}}(\varphi)$  при условии взаимодействия пряди не менее чем с двумя билами. Рассмотрено два случая: обработка производится барабанами с числом бил  $z=3$  (рис. 2 – зависимость кинематических характеристик пряди от угла поворота била при числе бил  $z=3$ ) и  $z=6$  (рис. 3 – зависимость кинематических характеристик пряди от угла поворота била при числе бил  $z=6$ ). Расчет проведен при следующих конструктивных параметрах:  $R=0,40$  м;  $b=0,37$  м;  $d=0,30$  м.

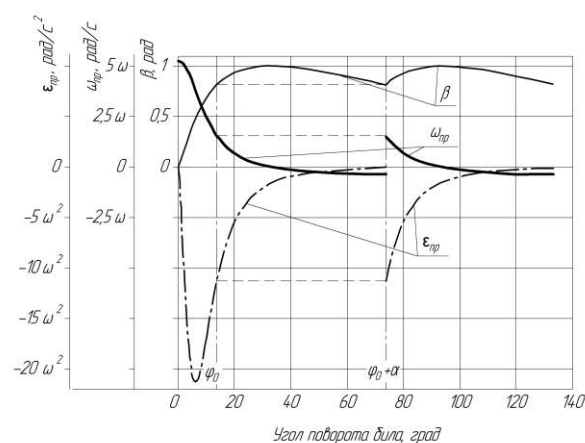


Рис. 3

С практической точки зрения представляет интерес исследование влияния условий закрепления пряди при обработке. Они определяются соотношением значений координат точки зажима пряди  $b$  и  $d$  относительно оси вращения барабана  $O_1$ . Результаты изменения углового ускорения пряди в зависимости от этих параметров в момент взаимодействия при  $\varphi = 0,1$  рад проиллюстрированы на рис. 4.

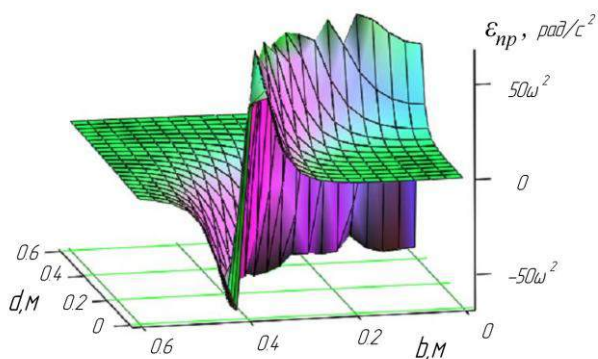


Рис. 4

Из него следует, что координаты точки крепления обрабатываемой пряжи существенно влияют на величину ее углового ускорения и, как следствие, на величину ее силового нагружения. Очевидно наличие условий обработки (определяемые соотношением  $b$  и  $d$ ), при которых угловое ускорение будет наибольшим. Конкретные значения исследуемых параметров крепления пряжи следует определять с учетом иных конструктивных характеристик трепального барабана, например его диаметра.

## ВЫВОДЫ

1. При определении параметров движения пряжи относительно точки ее закрепления при одностороннем трепании следует учитывать начальные условия взаимодействия ее с билами барабанов.

2. Из полученных аналитических зависимостей для определения основных кинематических характеристик пряжи льносырца следует, что максимальные угловые ускорения формируются на начальных этапах взаимодействия.

3. Существуют условия обработки, при которых угловое ускорение пряжи является максимальным. Оно, при прочих равных скоростных параметрах движения барабанов, зависит от условий крепления пряжи и диаметра трепального барабана.

## ЛИТЕРАТУРА

1. Дьячков В.А. Интенсификация процесса удаления костры при обработке лубяных волокон в мяльных машинах: Дис.... канд. техн. наук. – Кострома, 1986.
2. Патент РФ № 2099447. Способ получения длинного лубяного волокна и устройство для его осуществления / Смирнов Б.И., Ипатов А.М., Новиков Э.В., Смирнов А.Б.
3. Неронов Н.А. // Изв. вузов. Технология текстильной промышленности. – 1958, № 1.
4. Неронов Н.А. // Изв. вузов. Технология текстильной промышленности. – 1960, № 5.
5. Панов Д.Н. // Изв. вузов. Технология текстильной промышленности. – 1963, № 4.
6. Разин С.Н., Пашин Е.Л. Теоретические основы совершенствования механической модификации льна: монография. – Кострома: Изд-во Костромского гос. технол. ун-та, 2005.
7. Сулов Н.Н. Исследование процесса трепания льна: Дис.... докт. техн. наук. – М., 1961.

Рекомендована кафедрой теоретической механики и сопротивления материалов. Поступила 28.09.09.