

## АНАЛИЗ ГЕОМЕТРИЧЕСКИХ ХАРАКТЕРИСТИК ПЕРЕМЕЩЕНИЯ ПРЯДЕЙ ЛЬНЯНОГО СЫРЦА В ПРОЦЕССЕ ОДНОСТОРОННЕГО ТРЕПАНИЯ\*

М.С. ЕНИН, С.Е. МАЯНСКИЙ

(Костромской государственной технологической университет)

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, в работах [3...5] не полностью исследовано влияние параметров закрепления пряжей на скоростные параметры процесса. Не изучен характер перемещений участков пряжей сырца вблизи их зажима, что важно с позиций улучшения условий удаления костры из средних частей пряжей.

Указанные проблемы и отсутствие упомянутых сведений снижают эффективность процесса обработки и расчетных методов при выявлении рациональных условий обескостривания в операции подготовки пряжей льняного сырца с использованием одностороннего трепания.

В этой связи были проведены исследования геометрических характеристик процесса одностороннего трепания с учетом изменяющихся конструктивных параметров. Рассмотрим схемы на рис. 1 (схема для определения геометрических характеристик пряжи при одностороннем трепании). Приняты следующие обозначения:  $b, d$  – 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. Обозначим  $\ell = \sqrt{b^2 + d^2}$  – расстояние ме-

жду осью вращения барабана и точкой зажима пряжи.

Зависимость угла поворота участка пряжи  $OA$  от угла поворота барабана имеет вид:

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

Этот угол достигает своего максимального значения в момент, когда угол между прядью и билом будет равен  $90^\circ$ :

$$\beta_{\max} = \arcsin \frac{R}{\ell}. \quad (2)$$

Расстояние от точки зажима до рабочей кромки бильной планки находим по формуле:

$$OA_i = \ell \cos \beta - R \cos(\beta + \varphi). \quad (3)$$

Следует отметить, что параметры перемещения участка пряжи от точки ее зажима до ближайшего била будут зависеть от начальных условий взаимодействия. Они, при прочих равных конструктивных характеристиках, связаны с длиной пряжи и числом бил на барабане. В работе [7] отмечены две возможные схемы взаимодействия пряжи с планками бил: прядь взаимодействует с двумя и более билами; прядь взаимодействует с одним биллом. Переход от первой схемы взаимодействия ко второй произойдет, когда длина пряжи  $\ell_{\text{пр}}$  будет меньше расстояния  $OB = L$  (рис. 1-б):

$$L = OA + AB, \quad (4)$$

\* Работа выполнена под руководством проф., докт. техн. наук Е.Л. Пашина.

где  $OA$  – расстояние от точки зажима пряжи до кромки  $A$  ударяющего по пряди била, когда пряжа уже натянута кромкой  $B$

сходящего с пряди била;  $AB$  – расстояние между кромками планок соседних бил.

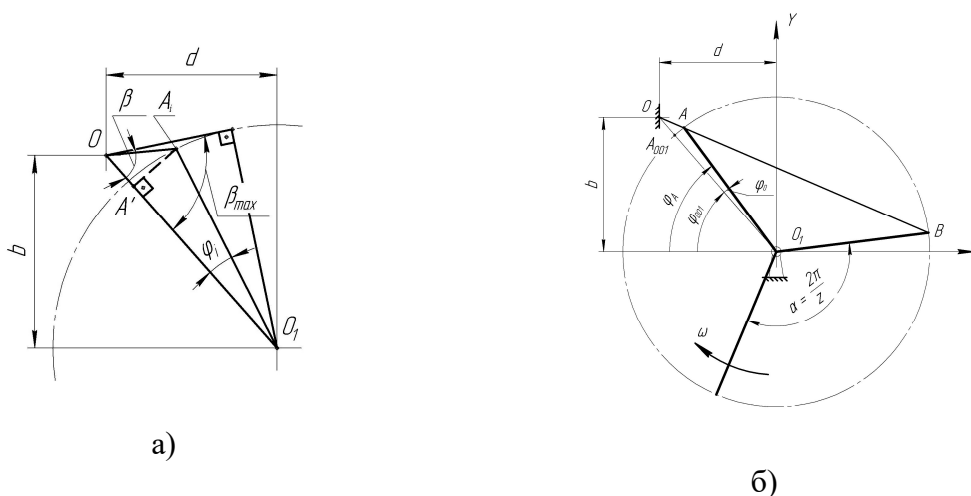


Рис. 1

Учитывая, что центральный угол между билками  $\alpha = \frac{360^\circ}{Z} = \frac{2\pi}{Z}$ , получим:

$$\dot{\Delta A} = 2R \sin \frac{180^\circ}{Z} = 2R \sin \frac{\pi}{Z}. \quad (5)$$

Для определения  $OA$  найдем координаты точек  $O$ ,  $A$  и  $B$ :

$$\begin{aligned} x_o &= -d; y_o = b; \\ x_A &= -R \cos \varphi_i; y_A = R \sin \varphi_i; \\ x_B &= -R \cos(\alpha + \varphi_i); y_B = R \sin(\alpha + \varphi_i), \end{aligned} \quad (6)$$

С учетом значения  $\varphi_A$  длина участка пряжи  $OA$  найдется по формуле:

$$\begin{aligned} OA &= \sqrt{(x_A - x_o)^2 + (y_A - y_o)^2} = \sqrt{(-R \cos \varphi_A + d)^2 + (R \sin \varphi_A - b)^2} = \\ &= \sqrt{R^2 + b^2 + d^2 - 2R(b \sin \varphi_A + d \cos \varphi_A)}. \end{aligned} \quad (8)$$

Тогда искомое расстояние от точки  $O$  до сходящего била будет равно:

$$L = OA + AB = \sqrt{R^2 + b^2 + d^2 - 2R(b \sin \varphi_A + d \cos \varphi_A)} + 2R \sin \frac{\pi}{Z}. \quad (9)$$

где  $\varphi_i$  – текущий угол поворота барабана,  $\varphi_i = \omega t$ .

В момент начального взаимодействия кромки  $A$  с натянутой между зажимом  $O$  и кромкой  $B$  пряди точки  $O$ ,  $A$  и  $B$  будут располагаться на одной прямой, при этом  $\varphi_i = \varphi_A$  – угол, который определяет момент начала взаимодействия била с прядью.

Это произойдет при выполнении геометрического условия:

$$(x_o - x_B)(y_A - y_B) = (x_A - x_B)(y_o - y_B). \quad (7)$$

Таким образом, условием трепания пряжи одним билом будет следующее не-

$$\ell_{i\delta} \leq \sqrt{R^2 + b^2 + d^2 - 2R(b \sin \varphi_A + d \cos \varphi_A)} + 2R \sin \frac{\pi}{z}. \quad (10)$$

Вместе с тем, при выполнении этого условия начальная точка взаимодействия била с прядью не может быть точно зафиксированной, как в схеме взаимодействия пряжи с двумя билами (см. формулу (7)). Поэтому для схемы взаимодействия пряжи с одним билом (рис. 1-б) примем, что контакт била с прядью начнется в точке АОО<sub>1</sub> (пересечение траектории вращения била и прямой ОО<sub>1</sub>). При этом свободный участок пряжи будет двигаться по подбильной решетке АО<sub>1</sub>. В этом случае минимальное расстояние от зажима до била будет равно

$$OA_{i_1} = \ell - R, \quad (11)$$

а угол наклона била к горизонтали определится по формуле:

$$\varphi_{i_1} = \arctg \frac{b}{d}. \quad (12)$$

Таким образом, формулы (7) и (8) определяют начальный момент взаимодействия пряжи при ее контакте с двумя билами, а формулы (11) и (12) – при контакте пряжи с одним билом. Следует отметить, что при контакте пряжи с двумя билами необходимо учитывать также начальный угол наклона пряжи от линии центров ОО<sub>1</sub>:

$$\operatorname{tg} \beta_0 = \frac{R \sin \varphi_0}{\ell - R \cos \varphi_0}, \quad \varphi_0 = \varphi_A - \varphi_{i_1}. \quad (13)$$

Анализ полученных условий позволил заключить, что момент начального взаимодействия пряжи с ударяющим билом зависит от числа бил. На рис. 2 показаны зависимости  $\varphi_i$  и  $\beta_i$ , а также угла размаха пряжи  $\Delta\beta = \beta_{\max} - \beta_0$  от числа бил ( $R=0,4$  м,  $b=0,37$  м,  $d=0,3$  м). За угол размаха пряжи принята разность максимального и минимального углов поворота пряжи относи-

тельно точки зажима. Угол размаха пряжи влияет на амплитуду встряхивания, а значит и на интенсивность воздействия на прядь билами барабана. Исходя из этого, согласно рис. 2, наилучшие условия обескостривания участков прядей вблизи зажима будут наблюдаться при небольшом количестве бил на барабане (2...4).

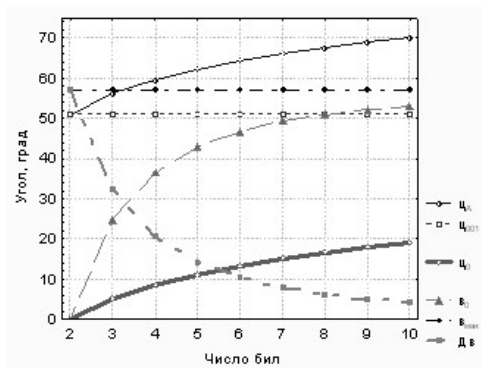


Рис. 2

Представляет интерес влияние на размах перемещения пряжи условий ее закрепления, а именно координаты точки закрепления пряжи  $b, d$ . В результате проведенных расчетов было установлено (рис.3 – зависимость угла размаха пряжи от координат ее точки зажима (при  $R=0,4$  м,  $z=3$ )), что чем ближе точка зажима расположена к оси вращения барабана, тем больше величина угла размаха, а соответственно и амплитуды встряхивания.

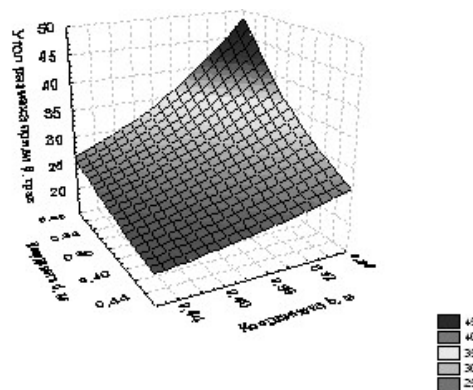


Рис. 3

## ВЫВОДЫ

1. Условия начального взаимодействия пряди при одностороннем трепании для случаев взаимодействия с одним или двумя и более билами являются различными и определяются диаметром барабана, а также координатами закрепления пряди по отношению к центру его вращения.

2. Величина размаха участка пряди от зажима до кромки била в процессе взаимодействия с барабаном зависит от числа бил. Наибольшая величина размаха наблюдается при числе бил менее четырех.

3. Координаты закрепления пряди влияют на величину размаха пряди. Чем ближе точка зажима к оси вращения барабана, тем больше амплитуда встряхивания пряди при обработке.

## ЛИТЕРАТУРА

1. Дьячков В.А. Интенсификация процесса удаления костры при обработке лубяных волокон в мальных 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. Суслов Н.Н. Исследование процесса трепания льна: Дис... докт. техн. наук. – М., 1961.

7. Маянский С.Е., Енин М.С. Колебания пряди льносырца при трепании // Вестник КГТУ. – 2008, № 17. С. 11...14.

Рекомендована кафедрой технологии производства льняного волокна. Поступила 05.06.09.