

## **ВЛИЯНИЕ ПЕРЕКРЕЩИВАНИЯ ПРЯДЕЙ ЛЬНЯНОГО СЫРЦА В ПОЛЕ ТРЕПАНИЯ НА ИЗМЕНЕНИЕ СИЛ ИХ НАТЯЖЕНИЯ**

А.В. Орлов, Е.Л. Пашин

*Представлена оценка влияния дефектов толщины и ориентации слоя льносырца на величину натяжения отдельных прядей. Установлено, что при перекрещивании прядей совокупный рост натяжения с учетом утолщения слоя может возрасти в 4 – 5 раз по сравнению со средним натяжением слоя без структурных дефектов. Это будет способствовать обрыву наиболее нагруженных прядей и снижению выхода длинного волокна.*

Ключевые слова: *лен, трепание, перекрещивание прядей, натяжение*

Установлено [1], что при трепании прядей сырца с использованием барабанов с конусной входной частью и с винтовым расположением бил возникают угловые смещения прядей в продольной плоскости зоны трепания. Эти угловые смещения различаются для сырца разной длины, что приводит к перекрещиванию прядей. Это явление, вероятно, будет вызывать перераспределение усилий натяжения в прядях и поэтому некоторые из них могут обрываться и выпадать в отходы трепания.

Рассмотрим это явление подробнее с целью оценки изменения сил натяжения прядей в условиях их перекрещивания.

Эффект перераспределения нагрузки в перекрещенных прядях был впервые рассмотрен в [2, с. 111] согласно схеме их нагружения, представленной на рисунке 1.

Нами было установлено, что в месте перекрещивания наблюдается утолщение слоя, которое может приводить к росту сил натяжения сходящих с кромки участков прядей (рис. 2). Таким образом, при оценке

изменения сил натяжения прядей из-за их перекрещивания следует учитывать совокупное влияние эффектов от перекрещивания и от увеличения толщины слоя при прохождении кромки била барабана.

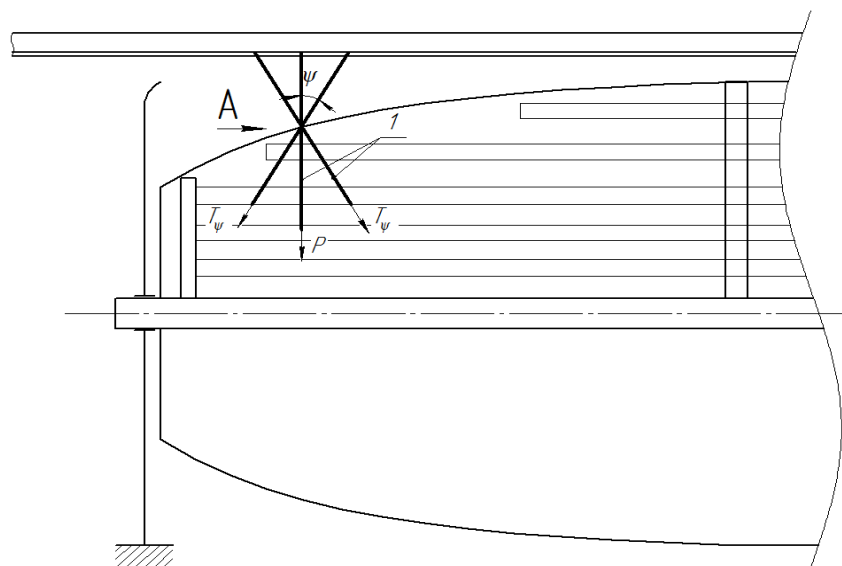


Рис. 1. Схема нагружения перекрещенных прядей льносырца

1 – пряди, 2 – бильная планка,  $\psi$  – угол перекрещивания прядей,  
 $P$  – сила натяжения пряди, расположенной перпендикулярно линии зажима;  
 $T_{\psi}$  – сила натяжения отклоненной пряди

### Вид А

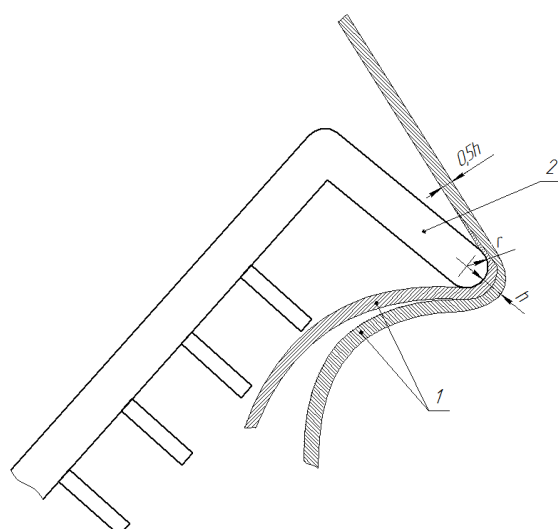


Рис. 2. Схема формирования утолщения в точке перекрещивания прядей

1 – набегающие участки прядей, 2 – бильная планка,  $r$  – радиус закругления кромки,  
 $0,5h$  – толщина пряди

В соответствие с [2] считаем, что силы трения приводят к фиксации точки пересечения прядей. Поэтому на основании известной из курса сопротивления материала зависимости, описывающей распределение нагрузки на группу соединенных элементов, имеем:

$$T_{\psi} = \frac{Pb \cos \psi}{1 + 2b \cos^2 \psi}, \quad (1)$$

где  $\psi$  – угол перекрещивания прядей,  $P$  – сила натяжения прямой пряди,  $T_{\psi}$  – сила натяжения отклоненной пряди,  $b$  – соотношение жесткости на растяжение прядей.

Воспользовавшись методом интегрального осреднения силы натяжения и приняв  $\psi \in [-\pi/4; \pi/4]$ , величина осредненной силы будет равна:

$$T_{cp} = \frac{\sqrt{2}\nu}{\pi} \cdot \ln \left| \frac{\nu+1}{\nu-1} \right| \cdot P; \text{ где } \nu = \sqrt{\frac{b}{2b+1}}. \quad (2)$$

Полагая равенство жесткости на растяжение для всех прядей ( $b = 1$ ), получим  $P = 2,9 T_{cp}$ . Из этого следует, что значение силы натяжения пряди, расположенной под углом  $\psi = 0$ , в 2,9 раза превышает среднее значение по их совокупности.

Для учета влияния изменения толщины слоя из-за перекрещивания прядей воспользуемся моделями для расчета сил натяжения прядей с наличием на них жестких элементов (костры) при огибании цилиндрической поверхности [2,3] в соответствие со схемой, представленной на рисунках 2 и 3.

Предположим, что прядь огибает кромку бильной планки с радиусом  $r$ , формируя угол обхвата  $\varphi$ , состоящий из угла  $\varphi_c$  на сбегающей ветви пряди и угла  $\varphi_n$  на набегающей ветви. Вследствие формирования на пряди утолщения размером  $\Delta h$ , на кромке сформируется дополнительный угол обхвата  $\Delta\varphi_n = \Delta\varphi_{n1} + \Delta\varphi_{n2}$ . При этом возможны два случая: если  $\Delta h \leq \Delta h_{кр}$ ,

то утолщение целиком приходится на кромку; если  $\Delta h > \Delta h_{кр}$ , утолщение частично соприкасается с плоскостью, несущей кромку бильной планки.

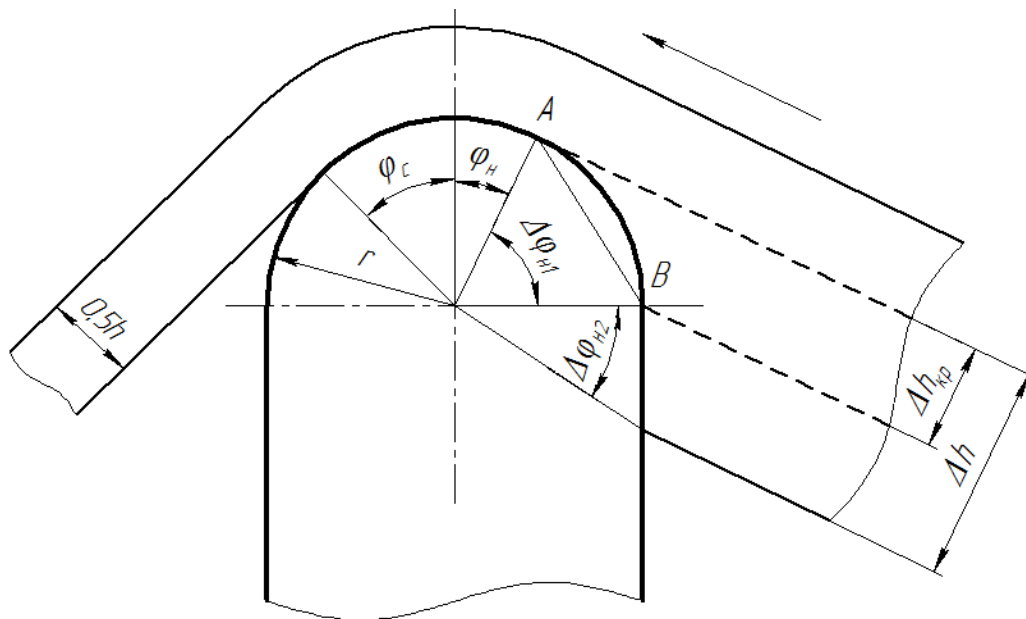


Рис. 3. Геометрическая схема огибания прядью кромки

Выразив величину угла  $\Delta\varphi_{н1}$  через длину хорды АВ, можно вычислить для первого случая зависимость угла  $\Delta\varphi_{н1}$  от  $\Delta h$ :

$$\Delta\varphi_{н1} = 2 \arcsin \sqrt{\frac{\Delta h}{2r}}. \quad (3)$$

Исходя из (3) определим величину  $\Delta h_{кр}$ :

$$\Delta h_{кр} = 2r \cdot \sin\left(\frac{\pi}{4} - \frac{\varphi_n}{2}\right). \quad (4)$$

Во втором случае, приращение угла обхвата  $\Delta\varphi_{н1}$  составит  $\pi/2 - \varphi_n$ , тогда угол  $\Delta\varphi_{н2}$ , как добавочный, будет определяться следующим образом:

$$\Delta\varphi_{н2} = \arctan \frac{\Delta h - \Delta h_{кр}}{r \cdot \cos \varphi_n}. \quad (5)$$

Объединив выражения (3...5), получим зависимость полного приращения угла обхвата  $\Delta\varphi_n = \Delta\varphi_{н1} + \Delta\varphi_{н2}$  от величины изменения толщины пряди  $\Delta h$ :

$$\Delta\varphi_n = \begin{cases} 2 \arcsin \sqrt{\frac{\Delta h}{2r}} & \text{если } \Delta h \leq \Delta h_{кр} \\ \frac{\pi}{2} - \varphi_n + \arctan \frac{\Delta h - \Delta h_{кр}}{r \cdot \cos \varphi_n} & \text{если } \Delta h > \Delta h_{кр} \end{cases} \quad (6)$$

На рисунке 4 представлено приращение угла обхвата для радиуса рабочей кромки 2 мм при различных начальных углах обхвата набегающей ветви.

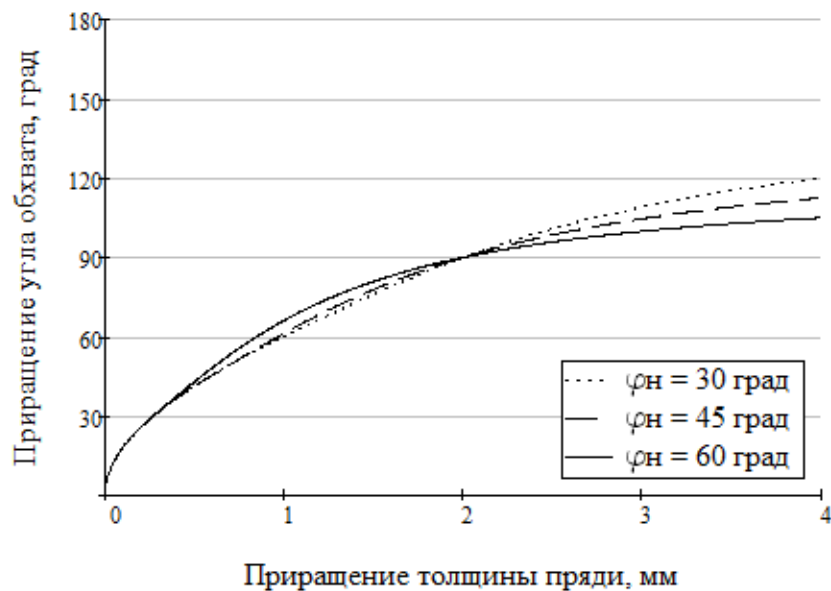


Рис. 4. Зависимость увеличения угла обхвата от приращения толщины пряжи для различных углов обхвата набегающей ветви

Для оценки роста силы натяжения пряжей в условиях увеличения их толщины в зоне перекрещивания воспользуемся моделью огибания кромки заостренной пряжей, представленной в [2, ф. 2.65]. Определим, насколько возрастает сила натяжения пряжи в результате вышеописанного приращения угла обхвата. Суть расчета сводится к определению силы натяжения в сбегающей ветви при различных углах обхвата, вызванных увеличением толщины слоя. При этом прочие параметры модели [2, ф. 2.65] приняты следующими: по пряжи произведено 10 воздействий, сила натяжения набегающей пряжи 5 Н, радиус рабочей кромки 2 мм, линейная

плотность пряжи 5 г/м, частота вращения барабана  $300 \text{ мин}^{-1}$ , радиус барабана в рассматриваемом сечении 0,3 м, коэффициент трения 0,3, начальный угол обхвата кромки прядью  $\varphi_n = 60^\circ$ .

Полученные результаты проиллюстрированы графиком на рисунке 5. Из него следует, что при формировании утолщений до 4 мм сила натяжения будет возрастать до 1,5 – 1,8 раз по сравнению с силой натяжения прядей без их перекрещивания.

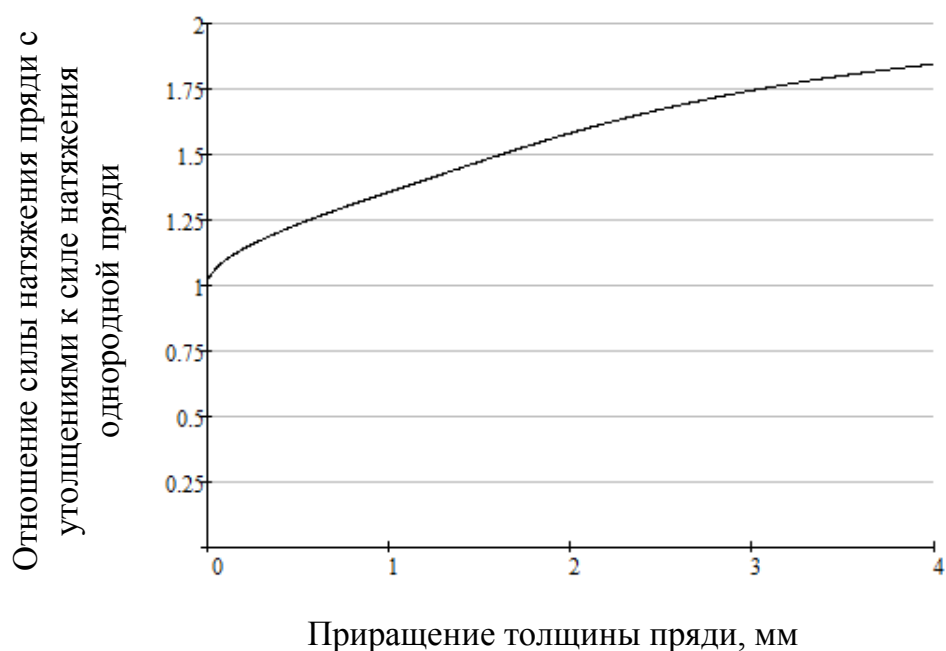


Рис. 5. Отношение силы натяжения пряди с разной величиной утолщения к силе натяжения однородной пряди

В условиях перераспределения сил натяжения прядей, расположенных под разным углом, согласно моделям (1) и (2), выявленный прирост нагружения из-за утолщения слоя может приводить к дополнительному росту нагрузки. Сила натяжения отдельных прядей может превосходить среднюю по слою без указанных структурных дефектов в 4 – 5 раз. Это, вероятно, будет способствовать обрыву наиболее нагруженных прядей и снижению выхода длинного волокна.

## ВЫВОДЫ

1. Перекрещивание прядей в поле трепания из-за их угловых смещений в продольной плоскости приводит к возникновению локальных утолщений слоя.
2. При огибании слоем рабочей кромки била в участках с повышенной толщиной образуются дополнительные углы обхвата, вызывающие рост сил натяжения в сбегających ветвях прядей.
3. В условиях перекрещивания прядей совокупный рост натяжения с учетом утолщения слоя может возрастать в 4 – 5 раз по сравнению со средним натяжением слоя без его структурных дефектов. Это будет способствовать обрыву наиболее нагруженных прядей и снижению выхода длинного волокна.

## БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Орлов, А.В. Анализ углового смещения свободных участков прядей льна при их перемещении в поле трепания / А.В. Орлов, С.В. Бойко, Е.Л. Пашин // Известия ВУЗов. Технология текстильной промышленности. – 2014. – №2(350) с. 32 – 37.
2. Лапшин, А.Б. Развитие теории процесса трепания льна: монография / А.Б. Лапшин, Е.Л. Пашин. – Кострома: КГТУ, 2004. – 204 с.
3. Ипатов, А.М. Теоретические основы механической обработки стеблей лубяных культур: учебное пособие для вузов / А.М. Ипатов. – М., Легпромбытиздат, 1989. – 144 с.

Orlov A.V., Pashin E.L.