

УДК 677.021

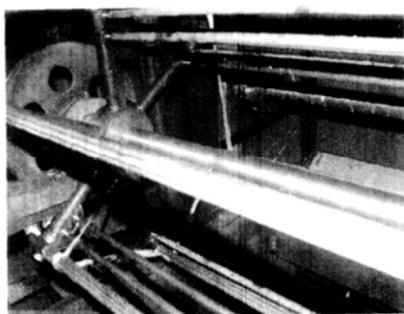
**ОПРЕДЕЛЕНИЕ НЕОБХОДИМОГО НАТЯЖЕНИЯ ПРЯДИ СЫРЦА  
В МЕЖДУБИЛЬНОМ ПРОСТРАНСТВЕ ПРИ ТРЕПАНИИ**

*Р.В. КОРАБЕЛЬНИКОВ, Э.В. НОВИКОВ*

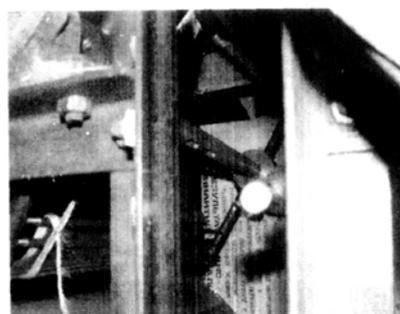
(Костромской государственный технологический университет)

В результате исследований установлено, что, например, при одностороннем трепании волокно на барабане не отбрасывается от воздействия бил, а натягивается

между билами, охватывает барабан по периметру, взаимодействуя с бильными планками.



а)



б)

Рис. 1

На рис. 1 показано взаимодействие материала в виде ленты с бильными планками трепального барабана (на рис.1-а представлено взаимодействие материала при захлестывании его конечной части на угол менее 180°, а на рис.1-б – захлестывание конца материала на угол более 180°).

Натяжение слоя волокна необходимо для эффективного его обескостривания. Натяжение формируется в основном за счет сил инерции волокна в относительном по отношению к билам движении и центробежных сил, возникающих от вращения

захлестываемого участка волокна при взаимодействии его с кромками бильных планок [1], [2]:

$$S = S_1 + S_2, \quad (1)$$

где  $S$  – общая сила натяжения;  $S_1$  – центробежная сила натяжения волокна, возникающая из-за вращения захлестываемого участка волокна;  $S_2$  – сила инерции, возникающая при относительном движении волокна по кромке бильной планки.

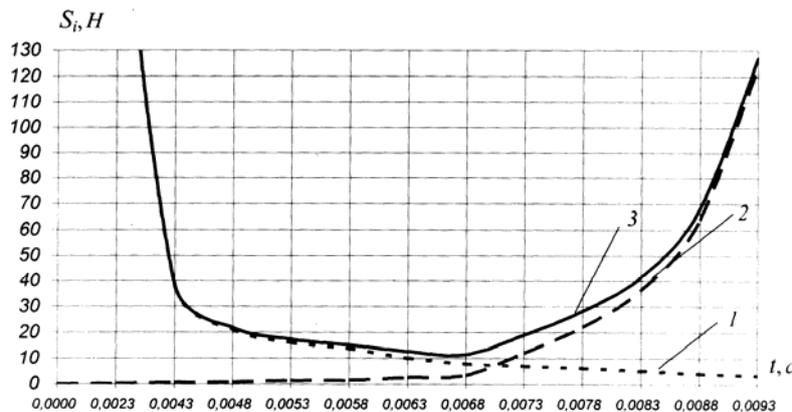


Рис. 2

На рис.2 представлено изменение сил натяжения во времени, где 1 – сила инерции, возникающая при относительном движении волокна по кромке бильной планки ( $S_2$ ), определялась по [2]; 2 – центробежная сила натяжения волокна, возникающая из-за вращения захлестываемого участка волокна ( $S_1$ ), определялась по [1], 3 – общая сила натяжения ( $S$ ).

Расчет осуществлялся при следующих параметрах: принята комлевая часть волокна с линейной плотностью 0,2 кг/м; длине волокна, свисающей в зону обработки 0,6 м; радиусе рабочей кромки бильной планки 0,005 м; начальной длине, скорости движения кромки бил 8 м/с; угле захлестывания не более  $90^\circ$  [3]. Также принято, что волокно является гибким и однородным, при движении сохраняет прямолинейную форму, силы трения и сопротивления воздуха не учитывались, так как на основании [1] ошибка из-за не учета последней силы, составляет не более 3%.

Следует отметить, что графические зависимости на рис. 2 построены для случая, когда с волокном взаимодействует одно било. При большем числе бил, взаимодействующих с волокном, соотношение сил на рис.2 будет зависеть от длины волокна и геометрических параметров трепальных барабанов.

Понимая под величиной захлестывания угол поворота свободного конца волокна при определенной его угловой скорости, условно считаем, что захлестывание концов волокна может быть опасным и полезным.

Полезным захлестыванием можно назвать такое захлестывание, при котором материал натягивается, но при этом исключается возможность его повреждения и выдергивания из конвейера. Если при натяжении происходит выдергивание материала из-под зажима вследствие защемления материала на бильной планке (рис.1-б) или подбильной решетке, его обрыв или повреждение, то захлестывание является опасным (рис.1-б). Следовательно, для того чтобы избежать снижения количества длинного волокна, необходимо управлять процессом захлестывания.

С этой целью прежде всего необходимо создать такую силу натяжения волокна, которая обеспечивала бы постоянное прилегание ветви волокна к периметру трепального барабана.

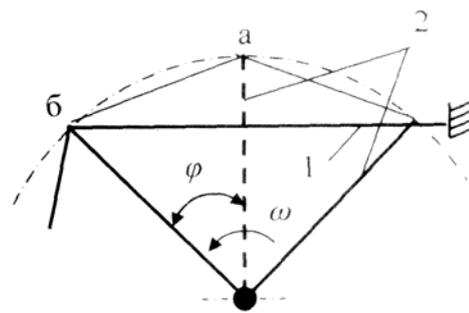


Рис. 3

На рис.3 изображена схема взаимодействия волокна с билами трепального барабана, где 1 – обрабатываемое волокно; 2 – било.

При перемещении била из положения "а" в положение "б" под действием силы натяжения волокно должно успеть

вернуться в исходное положение, то есть должно быть натянуто, что в принципе подтверждено результатами фотосъемки.

Как отмечалось выше, основное натяжение волокна обеспечивается за счет процесса захлестывания. Значит для управления процессом захлестывания, то есть обеспечения его только полезной части, нам необходимо знать, с какой минимальной силой волокна должны быть натянуты.

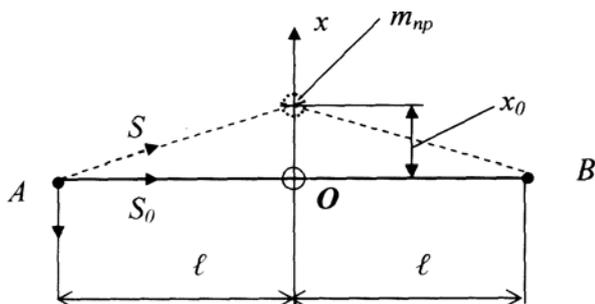


Рис. 4

Для этого рассмотрим схему, изображенную на рис. 4, с помощью которой показано, как моделируется колебание приведенной массы  $m_{пр}$ , прикрепленной к натянутой струне. На рис. 4:  $x$  – перемещение приведенной массы;  $S_0$  – начальная сила натяжения волокна (при положении в т.О);  $S$  – сила натяжения волокна, соответствующая перемещению  $x_0$ ;  $\ell$  – длина волокна.

Необходимо, чтобы волокно было натянуто с такой силой  $S_0$ , при которой масса  $m_{пр}$  после взаимодействия с бильной планкой и до начала воздействия со второй планкой успела вернуться в первоначальное положение АВ за определенное время. Такой эффект возможен только при определенном значении натяжения  $S$ , которое является восстанавливающей силой, действующей на массу  $m_{пр}$ .

Дифференциальное уравнение движения массы имеет вид [4]:

$$m_{пр} \ddot{x} + \frac{2S}{\ell} x + AA \frac{x_0^3}{\ell^2} = 0, \quad (2)$$

где  $A$  – площадь поперечного сечения волокна;  $E$  – модуль упругости волокна.

Приведенную массу можно определить по следующей зависимости [4]:

$$m_{пр} = \frac{17}{35} \rho 2\ell, \quad (3)$$

где  $\rho$  – плотность волокна.

В случае малых перемещений  $x_0$  и при достаточно большой начальной растягивающей силе  $S_0$  можно пренебречь последним членом в левой части уравнения (2).

Тогда получим уравнение простого гармонического колебания приведенной массы:

$$m_{пр} \ddot{x} + \frac{2S_0}{\ell} x = 0. \quad (4)$$

Разделим (4) на  $m_{пр}$  и обозначим

$$p^2 = \frac{2S_0}{\ell m_{пр}}, \quad (5)$$

где  $p$  – частота собственных колебаний массы.

Период собственных колебаний будет равен

$$T = \frac{2\pi}{p} = 2\pi \sqrt{\frac{\ell m_{пр}}{2S_0}}. \quad (6)$$

Поскольку нас интересует время, равное четверти периода колебаний массы, то есть то время, за которое масса успеет вернуться в исходное положение, будем иметь

$$t = \frac{\pi}{2p} = \frac{\pi}{2} \sqrt{\frac{\ell m_{пр}}{2S_0}}. \quad (7)$$

Считая, что за время  $t$  било повернется на угол  $\varphi = \omega t$ , получим

$$\frac{\varphi}{\omega} = \frac{\pi}{2} \sqrt{\frac{\ell m_{пр}}{2S_0}}. \quad (8)$$

Из (8) найдем величину  $S_0$

$$S_0 = \frac{\pi^2 \omega^2 \ell m_{\text{пр}}}{8\varphi^2}. \quad (9)$$

Выражение (9) позволяет определять минимальные значения натяжения волокна для того, чтобы волокно было постоянно натянуто. Используя это значение, можно рассчитать величину угла поворота свободной части волокна и ее угловую скорость, при которых обеспечивается полезное захлестывание волокна.

Определив силу натяжения  $S_0$  из выражения (9), нужно сравнить ее с допустимым натяжением. Как показали экспериментальные исследования, допустимое натяжение волокна, то есть то натяжение, при котором начинается локальное повреждение волокна, например, при одностороннем трепании комлевой части волокна, составляет 45 Н (числе бил на барабане 6, числе рабочих кромок 12; частоте вращения трепальных барабанов 300 мин<sup>-1</sup>; скорости перемещения волокна 12 м/мин; плотности горсти сырца 0,4 кг/м; длине пряжи в обработке 0,6 мм).

Это значение является критическим, поэтому, управляя процессом захлестывания путем изменения технологических параметров трепания или конструкции

трепальных барабанов, не следует достигать этого значения.

Таким образом, на основании приведенного анализа получено выражение для определения силы натяжения волокна, при котором оно должно вернуться в первоначальное положение в междубильном пространстве. Зная расчетное натяжение и управляя процессом захлестывания с помощью технологических и конструктивных параметров процесса трепания, можно обеспечить полезное натяжение волокна.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. *Разин С.Н., Пашин Е.Л.* Теоретические основы совершенствования механической модификации льна: Монография. – Кострома: КГТУ, 2005.
2. *Корабельников Р.В., Новиков Э.В.* // Изв. вузов. Технология текстильной промышленности. – 2005, №6.
3. *Корабельников Р.В., Новиков Э.В.* // Изв. вузов. Технология текстильной промышленности. – 2006, №3.
4. *Тимошенко С.П.* Колебания в инженерном деле / Перевод Я.Г. Пановко. – Москва, 1959.

Рекомендована кафедрой технологии производства льняного волокна. Поступила 30.01.06.