

УДК 677.021

СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ ФОРМЫ БИЛА ПРИ МОДИФИКАЦИИ ЛЬНЯНОГО ВОЛОКНА

С.Н. РАЗИН, Е.Л. ПАШИН, А.В. РОГОЗИН

(Костромской государственной технологической университет,
Всероссийский научно-исследовательский институт по переработке лубяных культур)

В устройстве для модификации льняного волокна [1] (вид сверху показан на рис.1) вертикально висящая волокнистая лента 1 обрабатывается билыми планками 2, вращающимися в горизонтальной плоскости. На представленном рисунке изображено положение устройства в момент, когда удар по ленте наносит верхнее било правого барабана.

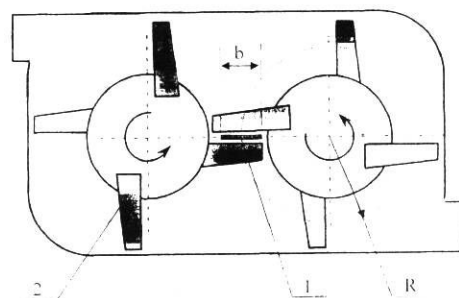


Рис.1

В [2] установлено, что наиболее значимым фактором, влияющим на длину получаемых модифицированных волокон, является скорость нанесения удара била по ленте. При заданной частоте вращения бильных барабанов упомянутая скорость пропорциональна расстоянию R . В связи с этим волокна ленты, расположенные на различных расстояниях от оси вращения барабана, находятся в разных условиях. Так, при ширине ленты $b = 0,06$ м и расстоянии от оси вращения до середины ленты $R = 0,35$ м скорость нанесения удара по наиболее удаленным волокнам на 19% больше, чем по наиболее близким к оси вращения волокнам ленты. Это обстоятельство, на наш взгляд, приводит к увеличению неровноты по длине получаемых на выходе из устройства модифицированных волокон.

Если пренебречь силами, связывающими волокна в ленте, то можно определить силу натяжения отдельного волокна или участка ленты малой ширины. Разбив ленту на n участков шириной b/n , каждый из которых находится на расстоянии от оси вращения: $R_{k\text{ ср}} = R - \frac{b}{2} + \frac{(2k-1)}{2n}b$, можно найти силу натяжения каждого из них. Как показывают расчеты, при $n=10$ максимальная сила натяжения участка ленты с номером $k = 1$ (наиболее близкого к оси вращения бильного барабана) на 25% ниже, чем сила натяжения наиболее удаленного участка ($k = 10$).

С целью выравнивания максимальных сил натяжения в волокнах, расположенных на разном расстоянии от оси вращения бильных барабанов, предлагается выполнить бильную планку не плоской, а изогнутой так, чтобы волокна, расположенные на разных участках, имели разный угол охвата била в момент окончания процесса захлестывания. При этом максимальный угол охвата должен быть на участке 1, а минимальный – у наиболее удаленного от оси вращения барабана участка, то есть участка 10.

Примерный профиль бильной планки показан на рис.2. Он может быть получен из плоской бильной планки поворотом се-

чения A вокруг оси z против часовой стрелки.

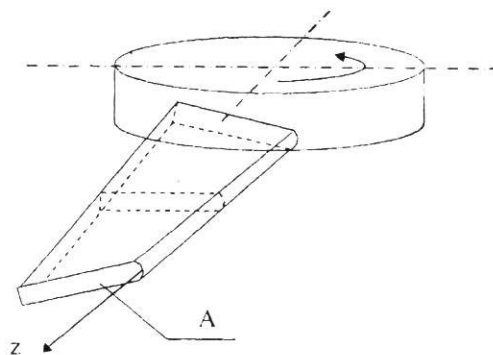


Рис.2

Угол поворота определим из условия равенства сил натяжения в сечении сбегания на различных участках ленты некоторому среднему значению силы натяжения T . Примем это значение равным среднему значению максимальных сил натяжения на 1-м и 10-м участках ленты в сечениях ее сбегания с плоского била, рассчитанных по формуле [3]:

$$T_1 = (T_0 - \mu v_1^2) e^{f\varphi} + (\mu + k\varphi) v_1^2,$$

где $v_1^2 = v^2 - \frac{ra_r^\tau}{f}$; $\mu = \tilde{\gamma}_0 + \frac{k}{f}$ T_0 – натяжение участка ленты в сечении набегания; φ – угол охвата; v – скорость движения ленты по кромке била; r – радиус кромки била; f – коэффициент трения ленты о кромку била; a_r^τ – относительное касательное ускорение движения ленты по кромке била; $\tilde{\gamma}_0$ – линейная плотность ленты в сечении ее набегания на кромку била; k – коэффициент пропорциональности, учитывающий неоднородность ленты по линейной плотности.

Натяжение ленты T_0 в сечении набегания на кромку била рассчитывается по формуле

$$T_0 = m(a_r^\tau + \ell\dot{\beta}^2) / 3$$

и является функцией времени так же, как и величины a_r^τ и $\tilde{\gamma}_0$.

Расчеты проводились при следующих данных: длина обрабатываемой ленты 0,06 м; скорость движения била 70 м/с; скорость подачи ленты 0 м/с; расстояние от сечения зажима до плоскости движения била 0,036 м.

Закон изменения линейной плотности ленты γ , кг/м, принимался кусочно-линейным:

$$\gamma(s) = \begin{cases} 0,012, & 0 \leq s \leq 0,018\text{м}, \\ 0,017 - 0,286s, & 0,018\text{м} \leq s \leq 0,06\text{м}. \end{cases}$$

Здесь s – расстояние, измеренное вдоль ленты от сечения зажима. Данный закон изменения линейной плотности соответствует случаю, когда лента в сечении зажима имеет плотность $\gamma_0 = 0,012$ кг/м и уменьшается по линейному закону до нуля в конечном сечении, начиная с расстояния от сечения зажима, равного половине расстояния, до плоскости движения бильных планок.



Рис. 3

Значения максимальных сил натяжения участков ленты в сечении ее сбегания с кромки плоского била приведены на рис. 3. Для того чтобы на всех участках ленты максимальная сила их натяжения в сечении сбегания была равна среднему значению 5,55 Н, необходимо повернуть сечение била, соответствующее участкам ленты с номером k , на угол α_k , значения которых можно наблюдать на том же графике. Отрицательное значение угла означает, что соответствующее сечение необходимо повернуть против часовой стрелки.

Следует отметить, что в случае обработки ленты билом данного профиля возрастает промежуток времени между моментами окончания захлестывания крайних участков. Так, если для плоского била этот промежуток времени составляет около $0,5 \cdot 10^{-4}$ с, то для предложенной бильной планки примерно $0,7 \cdot 10^{-4}$ с. На наш взгляд, это положительный момент, поскольку при этом уменьшается максимум общего натяжения ленты. Так, для плоского била максимальная сила натяжения в сечении сбегания ленты с кромки била составляет 41 Н, а для била предложенного профиля 36 Н.



Рис. 4

На рис. 4 приведены графики изменения силы натяжения ленты в целом в сечении ее сбегания с кромки била.

ВЫВОДЫ

1. Учет ширины ленты при определении силы ее натяжения в сечении набегающего на кромку била приводит к уменьшению пикового значения примерно на 25%.
2. Волокна в ленте, расположенные на разных расстояниях от оси вращения бильных барабанов, в случае обработки плоским билом испытывают различные силы натяжения. Волокна, расположенные ближе к оси вращения, натянуты меньшей силой. Это является одной из причин неравномерности получаемых волокон по длине.
3. Для выравнивания сил натяжения предлагается выполнить било в форме, когда один его торец повернут относительно другого на некоторый угол.

4. Общее натяжение ленты в сечении набегания на кромку била у предложенного била на 9% ниже, чем у плоского.

ЛИТЕРАТУРА

1. Патент №2178022 Российской Федерации. Устройство для штапелирования льняного волокна в ленте / Разин С.Н., Пашин Е.Л. – Оpubл. 10.01.2002. Бюл. № 1.

2. *Разин С.Н., Смирнова Т.Ю., Пашин Е.Л.* Анализ процесса модификации льняного волокна в

ленте на основе двухстороннего трепания / Всероссийский НИИ по переработке лубяных культур. – Кострома, 2003. – 50 с. – Деп. в ВИНТИ 19.05.03 № 973-В2003.

3. *Разин С.Н.* // Изв. вузов. Технология текстильной промышленности. – 2004, №2. С.17...19.

Рекомендована кафедрой теоретической механики и сопротивления материалов КГТУ. Поступила 22.09.04.