

ВЛИЯНИЕ КОНСТРУКЦИИ ПОДБИЛЬНОЙ РЕШЕТКИ ТРЕПАЛЬНОГО БАРАБАНА НА СИЛОВОЕ НАГРУЖЕНИЕ ПРЯДИ

А.Б. ЛАПШИН, Е.Л. ПАШИН

(Всероссийский научно-исследовательский институт по переработке лубяных культур,
Костромской государственный технологический университет)

Конструкция подбильной решетки трепального барабана существенно влияет на эффективность процесса обескостривания льняных прядей [1...3]. В частности, ее применение обеспечивает дополнительную дифференциацию процесса трепания по степени силового нагружения обрабатываемого сырца.

Однако при использовании известных конструкций подбильных решеток [2] и [3] во многих трепальных машинах дифференциация процесса явно недостаточна [4]. Особенно это касается входной части трепальных барабанов, где наблюдается наибольший градиент сил натяжения обрабатываемых прядей. Кроме этого, на начальных этапах трепания происходит интенсивное отделение в отходы не зажатых (свободных) прядей. Данное обстоятельство требует дополнительных функций подбильной решетки – эффективного удаления из поля трепания этих прядей и исключения их намота на шейки барабанов.

С учетом этого представляет практический интерес исследование конструкции подбильной решетки, которая должна способствовать снижению сил натяжения прядей, а также проявлению положительного влияния центробежных сил для отбрасывания не зафиксированных в зажиме волокон.

Примем за базовую “плоскую” конструкцию подбильной решетки (рис. 1-а). Заметим, что известны подбильные решетки дугообразного профиля [3]. Однако в

данной работе с базовой (рис. 1-а) будем сравнивать подбильную решетку (рис. 1-б), совокупность рабочих кромок бильных планок которой находится на одной прямой (в поперечном сечении трепальной секции), причем эта прямая образует угол ψ (рис. 1-б) с прямой, соответствующей плоскости базовой подбильной решетки.

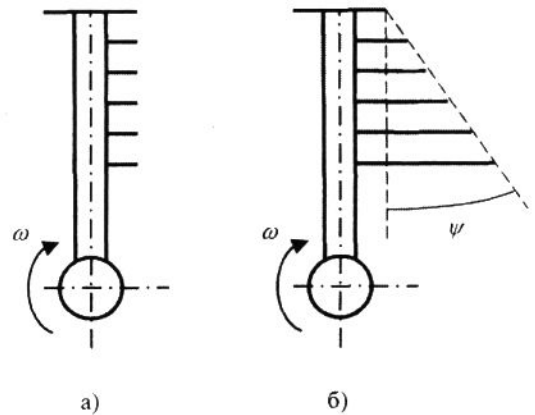


Рис. 1

Задача состоит в том, чтобы исследовать (в зависимости от угла ψ) относительное изменение сил натяжения прядей, сил аэродинамического сопротивления и сил инерции, которые способствуют “отбрасыванию” пряди с подбильной решетки.

Объединяя результаты из [3] и [5], получим следующую формулу для расчета силы натяжения пряди за счет подбильной решетки (рис. 1-б):

$$T(\psi) = 2k\mu L\omega v + kQ(\psi) - \mu Lw \cos \psi - 0,5\mu L\omega^2 (2R - L)(\cos \psi + k \sin \psi), \quad (1)$$

где k – коэффициент сопротивления движению пряди на подбильной решетке; μ –

линейная плотность пряди (шириной 1 см); L – длина пряди на решетке; ω – угловая

скорость вращения барабанов; v, w – относительные скорость и ускорение пряди; R – радиус барабана; $Q(\psi)$ – сила аэродинамического давления на слой волокна, находящийся на подбильной решетке.

Величину $Q(\psi)$ определяем по формулам [6]:

$$Q_1 = \frac{c}{6} \rho b \omega^2 (R^3 - (R - L)^3), \quad (2)$$

$$Q_2 = \frac{\pi}{16} \rho b L^2 (2\omega v - w), \quad (3)$$

$$c = 0,35 + \frac{10^{-5}}{1,2} (2,5 \cdot 10^{-5} n^2 + 0,437) q - 0,676R, \quad (4)$$

$$Q(\psi) = (Q_1 + Q_2) \cos \psi, \quad (5)$$

где ρ – плотность воздуха, кг/м^3 ; b – ширина слоя; $b = 1$ см; q – плотность загрузки, г/пог.м ; n – частота вращения барабанов, об/мин ; $n = 30\omega/\pi$.

Из (1) можно выделить составляющую, характеризующую величину сил инерции, которые "отбрасывают" прядь с подбильной решетки:

$$I(\psi) = \mu L w \cos \psi + 0,5 \mu L \omega^2 (2R - L)(\cos \psi + k \sin \psi). \quad (6)$$

Для изучения относительного изменения T, Q, I сформируем величины (в процентах):

$$\Delta_1(\psi) = \frac{100T(\psi)}{T(\psi=0)}, \quad \Delta_2(\psi) = \frac{100Q(\psi)}{Q(\psi=0)}, \quad \Delta_3(\psi) = \frac{100I(\psi)}{I(\psi=0)}. \quad (7)$$

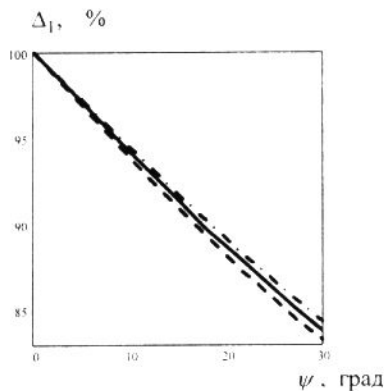


Рис. 2

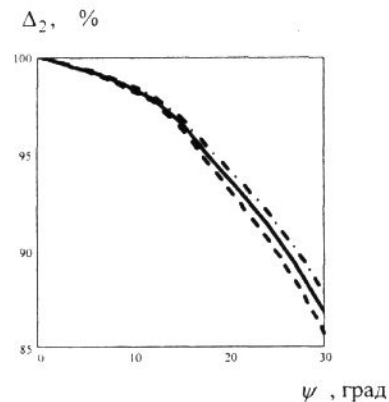


Рис. 3

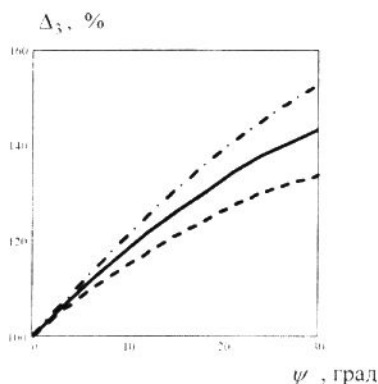


Рис. 4

На рис. 2...4 представлены зависимости $\Delta_1(\psi)$ – относительное изменение сил натяжения прядей; $\Delta_2(\psi)$ – относительное изменение сил аэродинамического давления на прядь; $\Delta_3(\psi)$ – относительное изменение сил инерции, соответственно: пунктирная кривая – $n = 250$ об/мин; сплошная кривая 2 – $n = 300$ об/мин; штрихпунктирная кривая 3 – $n = 350$ об/мин. Значения конструктивных

параметров при расчетах выбирались для агрегата МТА-2Л.

Максимальная длина пряжи на подбильной решетке принималась равной радиусу барабана. Диапазон изменения угла ψ от 0 до 30° определялся, исходя из условия несоударения бил смежных барабанов в процессе трепания (с учетом технологического зазора). Предполагалось также, что пряжа взаимодействует только с одним билем барабана в течение времени одного воздействия.

Из рис. 2...4 следует, что исследуемая (по сравнению с базовым вариантом рис.1-а) конструкция решетки (рис. 1-б) будет способствовать снижению сил натяжения прядей. Это возможно путем уменьшения ширины планок (вплоть до базового варианта) вдоль барабана.

Однако наиболее важным технологическим эффектом будет являться существенное увеличение (при росте угла ψ) сил инерции, способствующих сбрасыванию свободных прядей с плоскости била и выводу их из зоны трепания. Проявление этого эффекта в первой трети трепальной секции приведет к уменьшению вероятности возникновения намотов прядей на барабаны.

На наш взгляд, использование выявленных решений не требует значительных затрат и потому их реализация возможна путем модернизации существующих машин, установленных на действующих льнозаводах.

ВЫВОДЫ

1. Относительное изменение сил натяжения прядей и сил аэродинамического давления за счет предложенной конструкции подбильной решетки практически не зависит от угловой скорости вращения барабанов и составляет уменьшение сил натяжения и сил аэродинамического давления (при сформулированных в статье условиях) на 15...17 %.

2. Силы инерции, "отбрасывающие" пряжу с подбильной решетки, увеличиваются на 35...55 % . Данный факт (в совокупности с первым выводом) позволяет рассматривать предложенную конструкцию подбильной решетки как вариант эффективного решения, снижающего вероятность намотов на трепальные барабаны.

ЛИТЕРАТУРА

1. Кузьминский А.Б. Теоретические основы процесса трепания. – М.-Л.: Гизлегпром, 1940.
2. Суслов Н.Н. Исследование процесса трепания льна: Дис... докт. техн. наук. – Кострома, 1961.
3. Янушевский Д.А. Исследование и обоснование некоторых конструктивных параметров узла бильных барабанов льнотрепальных машин: Дис... канд. техн. наук. – Кострома, 1981.
4. Ипатов А.М. Теоретические основы механической обработки стеблей лубяных культур. – М.: Легпромбытиздат, 1989.
5. Лапшин А.Б. Развитие теории процесса получения трепаного льняного волокна: Дис... докт. техн. наук. – Кострома, 2002.
6. Кузнецов Г.К., Савиновский В.И., Суслов Н.Н. // Изв. вузов. Технология текстильной промышленности. – 1986, № 2. С. 23...26.

Рекомендована отделом разработки научных основ техники и технологии льнопереработки ВНИИЛК. Поступила 30.09.03.