

УДК 677.11.620.1

**ИНТЕГРАЛЬНЫЙ ПОКАЗАТЕЛЬ ЭФФЕКТОВ ЗАХЛЕСТЫВАНИЯ ПРЯДЕЙ ЛЬНЯНОГО СЫРЦА В ПРОЦЕССЕ ТРЕПАНИЯ**

*А.Б. ЛАПШИН, Е.Л. ПАШИН*

(Костромской государственный технологический университет)

Захлестывание прядей сырца за планки подбильной решетки и за бильную планку трепального барабана является одним из негативных явлений технологического процесса [ 1, 2], приводящее к обсеканию концов прядей, и, как следствие, к снижению выхода длинного волокна. В [1, с.122] на основе графического анализа движения конца пряди получен качественный вывод о том, что весьма существенным является соотношение между длиной обрабатываемой части пряди и диаметром барабанов. Однако до настоящего времени отсутствуют методики количественной оценки эффектов захлестывания.

Цель данной работы – обосновать интегральный показатель, характеризующий эффекты захлестывания, и при сравнительном анализе трепальных барабанов различных конструкций по данному показателю выявить рациональные соотношения между длиной пряди в поле трепания и их параметрами: радиусом и числом бил.

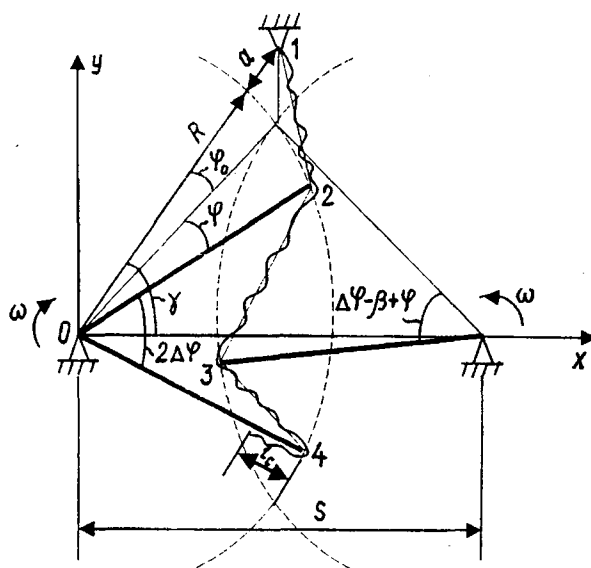


Рис. 1

На рис. 1 представлен поперечный разрез трепальной секции. Введем неподвижную прямоугольную Декартову систему координат  $xOy$ . Тогда

$$\gamma = \arccos \frac{S/R}{2(1+a/R)}, \quad \varphi_0 = \gamma - \arccos \frac{S}{2R},$$

где  $R$  – радиус барабана;  $S$  – межосевое расстояние барабанов;  $a$  – расстояние от сечения закрепления слоя до траектории рабочей кромки.

Рассмотрим четыре точки: 1, 2, 3, 4. Точка 1 является неподвижной и соответствует сечению закрепления. Точки 2, 3 и 4 обозначают траектории рабочих кромок. Следовательно,

$$\begin{cases} x_1 = (R + a) \cos \gamma, & \begin{cases} x_2 = R \cos \gamma_1, \\ y_1 = (R + a) \sin \gamma, & \begin{cases} y_2 = R \sin \gamma_1, \end{cases} \end{cases} \end{cases}$$

$$\begin{cases} x_3 = S - R \cos \gamma_2, & \begin{cases} x_4 = R \cos \gamma_3, \\ y_3 = R \sin \gamma_2, & \begin{cases} y_4 = R \sin \gamma_3, \end{cases} \end{cases} \end{cases}$$

$$\gamma_1 = \gamma - \varphi_0 - \varphi, \quad \gamma_2 = \gamma - \varphi_0 - \Delta\varphi + \beta - \varphi,$$

$$\gamma_3 = \gamma - \varphi_0 - 2\Delta\varphi - \varphi,$$

где  $2\Delta\varphi$  – угол между смежными билами барабанов;  $\Delta\varphi = \pi/z$ ,  $z$  – число бил на барабане;  $\beta$  – угол несимметричной взаимной установки барабанов;  $\varphi$  – угол поворота барабана;  $\varphi = \omega t$ ;  $\omega$  – скорость вращения барабанов;  $t$  – время;  $\varphi \in [0; \Delta\varphi]$ . Углы  $\gamma_1$ ,  $\gamma_2$ ,  $\gamma_3$  на рис. 1 не обозначены для сохранения наглядности рисунка.

Поясним подробнее введение угла  $\beta$ . Во всех существующих трепальных машинах взаимное расположение барабанов (независимо от того, находятся ли оси барабанов в одной горизонтальной плоскости или нет) устанавливается следующим симметричным образом: если било одного барабана находится в плоскости осей барабанов, то била другого барабана располагаются симметрично этой плоскости под углом  $\Delta\varphi$ . Нарушить это правило можно введением угла  $\beta$ . Заметим, расстояние между кромками 1 и 2 (рис. 1) при этом уменьшается, а соответствующие углы охвата, если прядь одновременно взаимодействует с этими двумя кромками, увеличиваются.

Вычислим длины распрямленных участков слоя между рабочими кромками (рис. 1) по формуле

$$l_{i(i+1)} = \sqrt{(x_{i+1} - x_i)^2 + (y_{i+1} - y_i)^2}$$

$$i = 1, 2, 3.$$

Эти длины  $l_{12}, l_{23}, l_{34}$  изменяются с углом поворота барабана  $\varphi$ .

Относительная скорость движения слоя сырца на рабочих кромках 2, 3, 4 вычисляется соответственно как

$$V_1 = \frac{dl_{12}}{dt},$$

$$V_2 = \frac{d(l_{12} + l_{23})}{dt}, \quad (1)$$

$$V_3 = \frac{d(l_{12} + l_{23} + l_{34})}{dt}.$$

Следует заметить, что в классической механике импульс частицы определяется как произведение массы на скорость. В нашем случае мгновенное значение импульса участка слоя на подбильной решетке вычисляется по формуле

$$P_i(\varphi) = m l_c(\varphi) V_i(\varphi), \quad (2)$$

где  $m$  – линейная плотность массы пряди шириной 1 см;  $l_c(\varphi)$  – длина слоя на подбильной решетке (рис. 1),  $i = 1, 2, 3$ .

Из (2) можно получить интегральный показатель эффектов захлестывания:

$$P = \sum_{i=1}^j \int_0^{\varphi_j} P_i(\varphi) d\varphi = \sum_{i=1}^j \int_0^{\varphi_j} m l_c(\varphi) V_i(\varphi) d\varphi, \quad (3)$$

где интегрирование проводится по углу поворота барабана, а суммирование – по числу подбильных решеток, на которых находится конец пряди при изменении угла  $\varphi$  от 0 до  $\Delta\varphi$ , после чего процесс повторяется. Например, для МГА-2Л при длине пряди в поле трепания  $l = 0,6$  м слой

пряди в поле трепания  $l = 0,6$  м слой взаимодействует сначала с двумя кромками одновременно, потом с одной, поэтому в (3)  $j = 2$ .

Для получения безразмерной характеристики эффектов захлестывания введем величину

$$I = P / (m\omega R). \quad (4)$$

По полученным выше зависимостям разработана компьютерная программа, определяющая все названные параметры. Производные (1) определяются численно. При расчетах приняты следующие диапазоны:  $2 \leq z \leq 6$ ;  $4,5 \leq \omega \leq 6,0, \text{с}^{-1}$ ;  $0,245 \leq R \leq 0,37, \text{м}$ ;  $0 \leq \beta \leq \pi / (2z)$ ;  $1,3 \leq S/R \leq 1,7$ ;  $0 \leq a/R \leq 0,1$ ;  $1 \leq l/R \leq 2$ ;  $l$  – длина пряжи от сечения закрепления слоя.

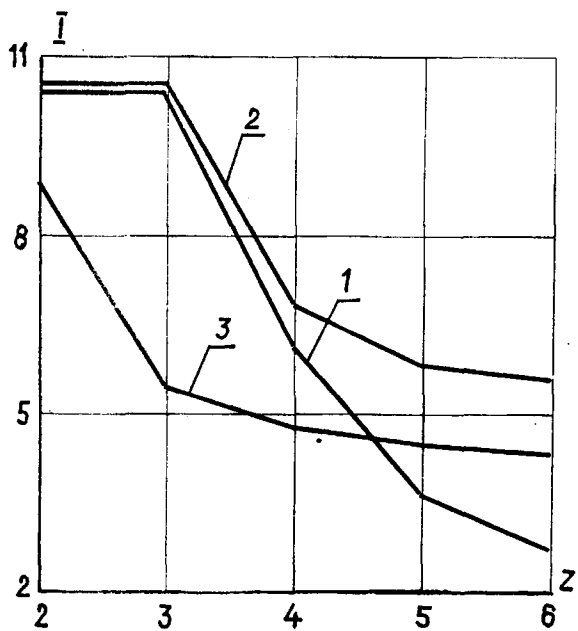


Рис. 2

На рис. 2 представлены зависимости показателя  $I$  от числа бил на барабанах: кривая 1 –  $l/R=1$ ; 2 –  $l/R=1,5$ ; 3 –  $l/R=2$ , из которых следует, что шестибильные барабаны имеют меньший показатель захлестывания и потому являются предпочтительными по сравнению с другими.

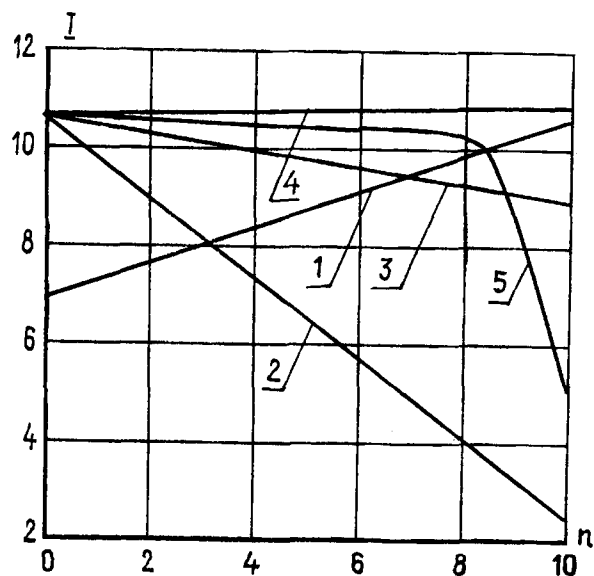


Рис. 3

На рис. 3 показаны зависимости показателя  $I$  для трехбильных барабанов: кривая 1 –  $I(R)$ ; 2 –  $I(a/R)$ ; 3 –  $I(\beta)$ ; 4 –  $I(S/R)$ ; 5 –  $I(l/R)$ . Таким образом, ось абсцисс на рис. 3 для каждой кривой является отличной от других и по содержанию, и по масштабам. Все принятые диапазоны параметров делились на десять интервалов, то есть на оси абсцисс отмечены номера  $n$  этих точек.

Из рис. 3 следует, что с увеличением радиуса барабана и межосевого расстояния барабанов (кривые 1,4) показатель эффектов захлестывания увеличивается, а при увеличении параметров  $a/R$  и  $\beta$  (кривые 2,3) – уменьшается. Предпочтительная длина пряжи для трехбильных барабанов находится в диапазоне  $l/R=1,9 \dots 2,1$  (кривая 5). Отсюда имеет место рекомендация: данный диапазон можно обеспечить конструкцией зажимного устройства трепальной машины и расположением слоя стеблей относительно этого устройства (для средне- и длинностебельного сырья).

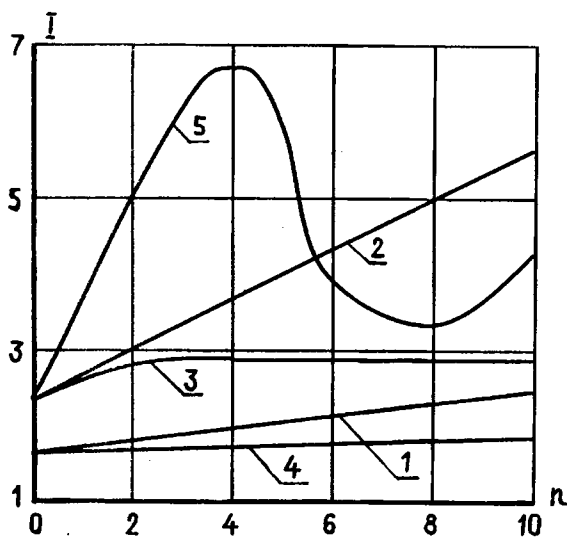


Рис. 4

На рис. 4 приведены зависимости показателя  $I$  для шестибильных барабанов (обозначения кривых и осей аналогичны рис.3). Для шестибильных барабанов при увеличении параметров  $R$ ,  $\beta$ ,  $a/R$ ,  $S/R$  показатель  $I$  монотонно возрастает (кривые 1...4). Предпочтительная длина пряжи для этих барабанов находится в диапазонах  $l/R=1...1,2$  или  $l/R=1,6...2$ .

Заметим, что для шестибильных барабанов диапазон изменения показателя  $I$  существенно меньше, чем для трехбильных: для  $z=3$  (рис. 3)  $I=2...11$  (среднее значение  $I_{cp}=9,6$ ; коэффициент вариации  $CV=0,18$ ), а для  $z=6$  (рис. 4)  $I=1...7$  ( $I_{cp}=4,3$ ;  $CV=0,31$ ). Повышенный коэффициент вариации для шестибильных барабанов означает, что данная конструкция трепальной секции является более чувствительной к разнородности пряжей, или к неровноте по длине стеблей в поле трепания.

Эффекты захлестывания изменяются и по длине барабана, то есть по зонам обработки (в начале, середине и в конце обработки слоя). Поскольку по данным [3] линейная плотность пряжей изменяется от  $m=0,054$  кг/м в начале до  $m=0,027$  кг/м по гиперболической зависимости, эффекты захлестывания по зонам обработки сырья определяются из (3), (4) по формуле

$P=m\omega RI$ . Вследствие этого на основе представленных на рис. 3 и 4 данных просто вычислить размерный показатель захлестывания  $P$ . Таким образом, на первой трети цилиндрической части трепальных барабанов эффекты захлестывания проявляются наиболее существенно.

## ВЫВОДЫ

1. Введен и изучен интегральный показатель эффектов захлестывания пряжей сырца в процессе трепания, физический смысл которого: обобщенный импульс при движении слоя на подбильных решетках с учетом длины слоя на решетке и его относительной скорости на рабочих кромках.

2. Для снижения эффектов захлестывания пряжей установлены рациональные соотношения между длиной обрабатываемой части пряжи и радиусом барабанов. Для трехбильных барабанов  $l/R=1,9...2,1$ ; для шестибильных барабанов  $l/R=1,0...1,2$  или  $l/R=1,6...2$ .

## ЛИТЕРАТУРА

1. Кузьминский А.Б. Теоретические основы процесса трепания лубяных волокон. – М.: Гизлегпром, 1940.
2. Суслов Н.Н. Исследование процесса трепания льна: Дис. ... докт. техн. наук. – Кострома, 1961.
3. Савиновский В.И. //Изв. вузов. Технология текстильной промышленности. – 1977, № 2. С.25...29.

Рекомендована кафедрой технологии производства льняного волокна. Поступила 31.05.00.