

## РАНЖИРОВАНИЕ КОНСТРУКТИВНЫХ ПАРАМЕТРОВ ТРЕПАЛЬНОЙ МАШИНЫ ПО УРОВНЮ ИЗМЕНЕНИЯ СИЛЫ НАТЯЖЕНИЯ ЛЬНЯНЫХ ПРЯДЕЙ

А.Б.ЛАПШИН, Е.Л.ПАШИН

(Костромской государственной технологической университет)

Обеспечение эффективной дифференциации технологических воздействий в процессе трепания льна как одного из основных направлений технологического регулирования является важной практической задачей. Известные способы дифференциации реализованы, главным образом, на основе обобщения результатов [1]. В настоящее же время методики сравнительного анализа различных приемов дифференциации отсутствуют. Поскольку одним из критериев дифференциации является сохранение определенного уровня натяжения в пряди при ее перемещении вдоль трепального барабана [1, с.117], цель данной работы заключается в изучении влияния комплекса конструктивных параметров процесса трепания на относительную изменчивость силы натяжения.

Из [2, с.320; 3, с.104; 4 и 5] следуют зависимости

$$T = T_0 A \exp(k_0 \alpha) + \left( \frac{m a_c (r+h)}{k_0} - m V^2 + \frac{B}{2(r+h)^2} \right) \cdot (A \exp(k_0 \alpha) - 1), \quad (1)$$

$$V = \frac{dL}{dt}, a_c = \frac{dV}{dt}, k_0 = kr/(r+h), \quad (2)$$

$$A = \frac{\cos \gamma_1 + k_0 \sin \gamma_1}{\cos \gamma_2 - k_0 \sin \gamma_2}, \quad (3)$$

$$\cos \gamma_1 = 1 - 1/q, \cos \gamma_2 = A_1 / (A_1 + 1),$$

$$A_1 = (q - 1) \exp(k_0 \alpha), \quad (4)$$

$$q = 2T_0 (r+h)^2 / B, \quad (5)$$

$$T_0 = 0,5 m \omega^2 R^2 (l_c / R).$$

$$\cdot (4k_p \cos 0,5v - \sin 0,5v + l_c / R - 2), \quad (6)$$

где  $T_0$ ,  $T$  – силы натяжения в сечениях набегания и сбегания слоя на рабочей кромке;  $T_0$  – сила натяжения пряди за счет подбильной решетки;  $m$ ,  $2h$ ,  $B$  – соответственно линейная плотность, толщина и жесткость слоя сырца;  $r$  – радиус кромки;  $R$ ,  $\omega$  – радиус и угловая скорость вращения трепальных барабанов;  $k$ ,  $k_p$  – коэффициенты сопротивления движению слоя на рабочей кромке и на подбильной решетке;  $l_c$  – длина пряди на подбильной решетке;  $v$  – угол поворота барабана, отсчитываемый от момента удара била по слою;  $\alpha$  – угол охвата прядью рабочей кромки;  $z$  – число бил на барабане;  $L$  – длина распрямленных между рабочими кромками участков пряди от точки ее закрепления до данной рабочей кромки;  $S$  – межосевое расстояние барабанов;  $l$  – вылет рабочей кромки относительно плоскости подбильной решетки;  $\varphi$  – угол несимметричной взаимной установки барабанов;  $\gamma_1$ ,  $\gamma_2$ ,  $A$ ,  $q$ ,  $a_c$ ,  $V$ ,  $k_0$  – вспомогательные величины.

Результирующий угол охвата  $\alpha$  определяли по формуле

$$\alpha = \alpha_r + \alpha_b, \quad (7)$$

где  $\alpha_r$  – угол охвата, характеризуемый геометрическими параметрами трепальной секции: радиусом и межосевым расстоянием

ем барабанов, числом бил на них;  $\alpha_b$  – угол охвата за счет вылета бильной планки;

$$\alpha_b = \arctg\left(2uv\sqrt{1+u^2}\right), u = l/x_p, \quad (8)$$

где  $x_p$  – расстояние от подбильной решетки до бильной планки.

Величины  $S$  и  $\varphi$  (табл.1) не участвуют в формулах (1...8), но применяются при определении угла  $\alpha_r$  в (7) при обобщении методики [6].

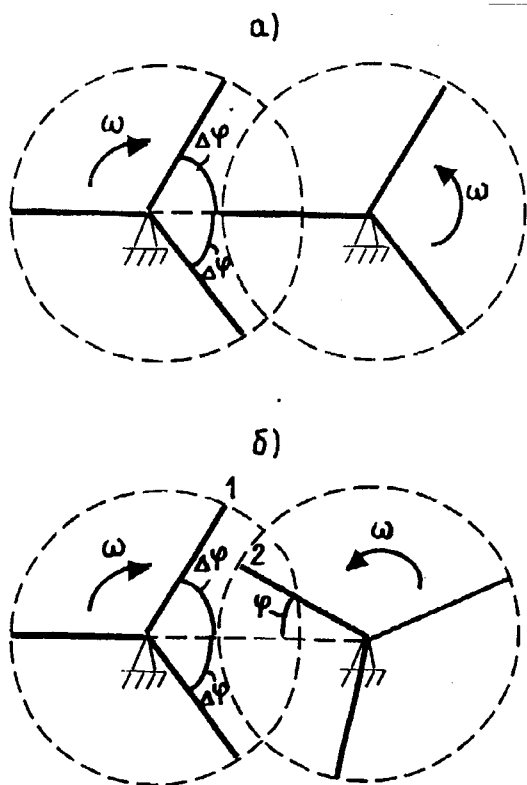


Рис. 1

Поясним введение в расчеты угла  $\varphi$ . Рассмотрим схему поперечного разреза трепальной секции, например, для трехбильных барабанов (рис.1). 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  $\Delta\varphi$  (рис.1-а), где  $\Delta\varphi = \pi/z$ . Нарушить это правило можно введением угла  $\varphi$  несимметричной взаимной установки барабанов (рис.1-б), при этом расстояние между кромками 1 и 2, одновременно взаимодействующими с прядью, уменьшается, а соответствующие углы охвата увеличиваются и поэтому сила натяжения в пряди также увеличивается. Такого эффекта можно добиться не только введением угла  $\varphi$ , но и изготовлением бил одного из барабанов по винтовой линии вдоль машины или с помощью специальных направляющих козырьков. Подобные конструктивные приемы реализации этого технологического эффекта позволяют рассматривать его как новый фактор дифференциации процесса трепания.

Таким образом, в теоретический анализ введен комплекс конструктивных параметров процесса трепания, влияющих на силу натяжения в слое сырца, относительная изменчивость которой оценивалась коэффициентом вариации.

Для ранжирования изучаемых параметров введем следующие диапазоны их варьирования:  $2 \leq z \leq 6$ ;  $1,3 \leq S/R \leq 1,7$ ;  $0,245 \leq R \leq 0,37$ , м;  $0,75 \leq r \leq 2,5$ , мм;  $10 \leq l \leq 25$ , мм;  $0 \leq \varphi \leq (\pi/(2z))$ . Методика определения значимости каждого из этих параметров состояла в следующем. Один из шести параметров варьировали по всему принятому диапазону (десять точек,  $m_0=10$ ). Далее по формулам (1...8) в каждой точке вычислялась сила натяжения, все остальные параметры считались постоянными в середине диапазона. Затем вычисляли коэффициент вариации  $CV_i$ ,  $i=1, \dots, 6$  по (11) и (12) и определяли удельный вес каждого из этих коэффициентов:

$$\Delta_{CV}^j = 100CV_j / \left( \sum_{i=1}^6 CV_i \right).$$

Результаты расчетов по этой методике представлены в виде диаграмм на рис.2 и 3 для разных зон длины барабана (А, В, С – соответственно входная, серединная и выходная зоны обработки) при различной

частоте вращения трепальных барабанов  $n=360$  об/мин (рис.2). и  $n=240$  об/мин (рис. 3)  $\omega = \pi n/30$ .

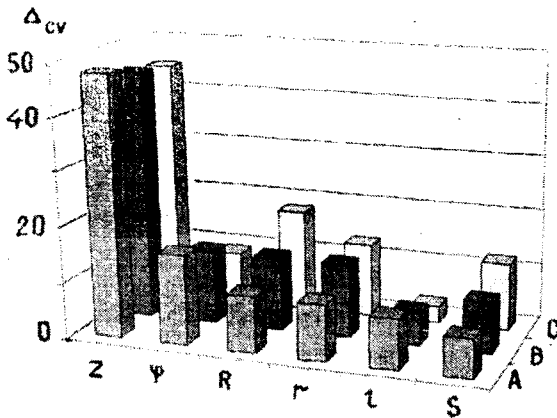


Рис. 2

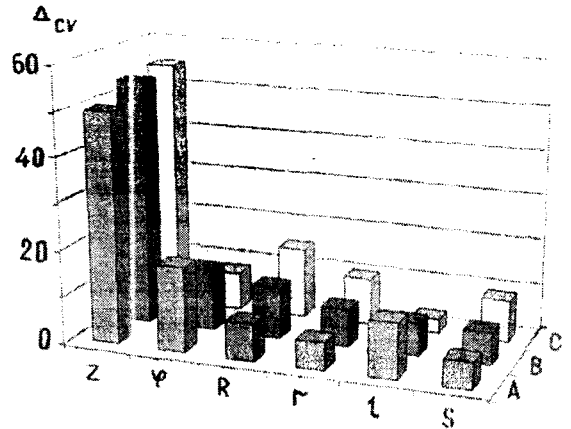


Рис. 3

При расчетах приняты конструктивные и технологические параметры, характерные для каждой из зон обработки [5]. В зоне В осреднялись и конструктивные, и технологические параметры. Результаты расчетов (рис.2, 3) показывают, что наиболее значимым фактором по относительной изменчивости силы натяжения является число бил на барабане,  $\Delta_{cv}=45...55\%$ . Теоретическое обоснование приема дифференциации с использованием этого фактора приведено в [5]. В начале обработки вторым по значимости фактором является степень несимметричности взаимного расположения барабанов (угол  $\phi$ ),  $\Delta_{cv}=16...18\%$ . По мере обработки удельный вес этого фактора снижается до  $\Delta_{cv}=8...9\%$  (зона С). Это обстоятельство заставляет учитывать изменение  $\phi$  прежде всего в зонах А и С. Значимость таких факторов, как радиус барабана, радиус рабочей кромки и межосевое расстояние барабанов, по мере обработки увеличивается и становится соответственно на второе, третье и четвертое место в конце обработки. Влияние вылета рабочей кромки за

плоскость подбильной решетки по мере обработки снижается с 9...12 % до 3%. Таким образом, анализ показал, что наиболее эффективными параметрами дифференциации являются  $z$ ,  $\phi$  и  $R$ , сохраняющие свою эффективность и в серединной зоне барабана. В конце обработки изменению  $\phi$  можно уделить меньше значения, а вместо него целесообразнее использовать изменение по параметрам  $R$  и  $r$ .

Влияние конструкции подбильной решетки в теоретическом анализе учитывается через коэффициент сопротивления  $k_p$  движению слоя на подбильной решетке. Если по аналогичной методике ранжировать полный комплекс конструктивных ( $z$ ,  $R$ ,  $S$ ,  $r$ ,  $l$ ,  $\phi$ ) и технологических ( $\omega$ ,  $m$ ,  $h$ ,  $k$ ,  $k_p$ ) параметров, то получим результаты, приведенные в табл.1, из которой следует, что значимость влияния подбильной решетки на изменчивость силы натяжения в ходе всего процесса обработки является стабильной и составляет  $\Delta_{cv}=4...6\%$  (это значительно меньше, чем при изменении ранее упомянутых конструктивных параметров).

№ п/п	Δсв. %		
	А	В	С
1	z(27)	z(26)	z(27)
2	k(22)	k(22)	k(20)
3	φ(10)	ω(11)	ω(12)
4	ω(9,4)	φ(7,8)	R(8,4)
5	l(6,0)	R(6,6)	r(5,7)
6	k <sub>p</sub> (5,6)	r(5,5)	S(5,6)
7	R(5,5)	k <sub>p</sub> (5,3)	h(5,0)
8	m(4,9)	m(5,0)	m(4,8)
9	r(4,6)	S(4,3)	k <sub>p</sub> (4,8)
10	S(3,5)	l(3,7)	φ(4,4)
11	h(1,5)	h(2,8)	l(2,3)

## ВЫВОДЫ

1. Разработана методика ранжирования комплекса конструктивных и технологических параметров процесса трепания по относительной изменчивости силы натяжения в слое. Наиболее значимый фактор – число бил на барабане. Вследствие этого изменение количества бил по длине барабана является самым эффективным (среди прочих) приемом дифференциации.

2. Установлено, что по длине барабана (то есть по зонам обработки сырца) изучаемые параметры изменяют свой удельный вес по влиянию на изменчивость силы натяжения в прядях.

3. Наибольшее внимание при проектировании конструкций трепальных барабанов следует уделять конструкторским решениям, обеспечивающим дифференцированное по длине барабана изменение числа бил, угла асимметричности, радиуса рабочей кромки, вылета бильной планки относительно плоскости подбильной решетки и радиуса закругления кромки.

## ЛИТЕРАТУРА

1. *Ипатов А.М.* Теоретические основы механической обработки стеблей лубяных культур. – М.: Легпромбытиздат, 1989.

2. *Севостьянов А.Г., Севостьянов П.А.* Моделирование технологических процессов в текстильной промышленности. – М.: Легкая и пищевая промышленность, 1984.

3. *Каган В.М.* Взаимодействие нити с рабочими органами текстильных машин. – М.: Легкая и пищевая промышленность, 1984.

4. *Огибалов П.М., Рабинович А.Л., Федотов Н.М.* // Прикладная математика и механика. – 1939, №3, т.3. С.111...123.

5. *Латиин А.Б.* Математическое моделирование процесса трепания для обоснования конструкции барабана с переменным числом бил: Дис...канд. техн. наук. – Кострома, 1994.

6. *Латиин А.Б., Верижникова Н.М.* // Изв. вузов. Технология текстильной промышленности. – 1998, №6. С.14...16.

Рекомендована кафедрой технологии производства льняного волокна. Поступила 05.10.00.