

УДК 677.051

**ОПРЕДЕЛЕНИЕ КОМПЛЕКСНОГО ПОКАЗАТЕЛЯ  
ЭФФЕКТИВНОСТИ ВОЗДЕЙСТВИЙ НА ЛЬНЯНОЕ ВОЛОКНО  
В ПРОЦЕССЕ ЕГО ПЕРЕРАБОТКИ**

*Р.В. КОРАБЕЛЬНИКОВ, Э.В. НОВИКОВ*

(Костромской государственной технологической университет)

При разработке новых технологических процессов и конструкций машин для обработки льняного волокна необходимо прогнозировать качество перерабатываемого волокна в зависимости от количества и эффективности механических воздействий на него рабочих органов. Таким показателем может служить комплексный показатель эффективности воздействий рабочих органов на волокно. Этот показатель должен учитывать количество воздействий рабочих органов с волокном, скоростные и силовые факторы взаимодействия и иметь корреляцию с показателями качества волокна [1].

Известно [2], [3], что для процесса переработки льняного волокна, например, на мяльно-трепальном агрегате, рассматриваются три важнейших параметра: количество механических воздействий; плотность загрузки и пропускная способность машин [2], [3].

Нами для отдельных выходных параметров обработки на трепальной машине агрегата АЛС-1 предложены теоретико-экспериментальные модели, в которые входит такая характеристика процесса, как интенсивность изменения того или иного параметра, показывающего изменение рассматриваемого параметра в процессе переработки [4...6]. Недостатком [4...6] является то, что в полученных моделях напрямую не входят характеристики силовых и скоростных факторов, влияющих на процесс.

Мы полагаем, что для дальнейшего развития теоретических основ, описываю-

щих процесс изменения качественных показателей волокна при его переработке, необходимо искать зависимость типа

$$\frac{dD}{dt} = f(K), \quad (1)$$

где  $D$  – параметр, характеризующий качество волокна (например, содержание костры и др.);  $K$  – комплексный показатель эффективности воздействия на волокно;  $t$  – время обработки.

Комплексный показатель эффективности воздействия можно выразить в виде следующей зависимости:

$$K = K_1 K_2, \quad (2)$$

где  $K_1$  – коэффициент, учитывающий количество воздействий;  $K_2$  – коэффициент, учитывающий силовые факторы при взаимодействии с волокном.

Величина  $K_1$  может быть определена, как и в [2], в виде количества воздействий рабочих органов на волокно на данном переходе:

$$K_1 = \frac{n_6 z L_c}{60 V_{тр}}, \quad (3)$$

где  $n_6$  – угловая скорость вращения трепальных барабанов,  $\text{мин}^{-1}$ ;  $L_c$  – длина рабочей секции, м;  $z$  – число бил на барабане;  $V_{тр}$  – скорость транспортирования волокна, м/мин.

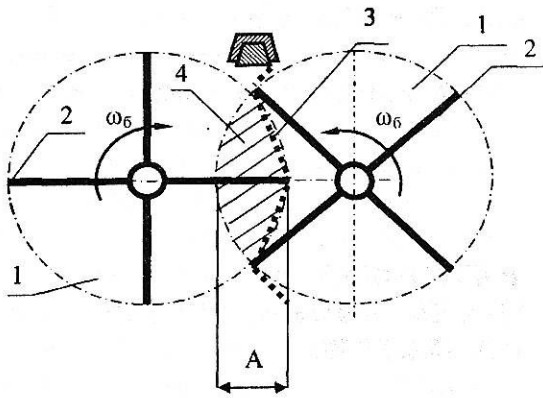


Рис. 1

Для раскрытия значения  $K_2$ , учитывающего силовые факторы, рассмотрим следующее. Длинное волокно, протрепываясь между лопастями двух смежных барабанов, под действием лопастей этих барабанов совершает поперечные колебательные движения. Эти колебательные движения слоя волокна в поле трепания (рис.1 – заштрихованная зона, где 1 – трепальные барабаны; 2 – била; 3 – волокно; 4 – поле трепания) можно оценивать аналогом силы инерции как произведение двойной амплитуды вынужденных поперечных колебаний прядей на квадрат частоты возмущающих воздействий:

$$P = A\rho\omega^2, \quad (4)$$

где  $P$  – аналог силы инерции;  $A$  – глубина поля трепания;  $\rho$  – плотность загрузки слоя [2];  $\omega$  – частота вынужденных колебаний слоя волокна.

Величину  $\omega$  можно определить из выражения

$$\omega = 2\omega_b z, \quad (5)$$

где  $\omega_b$  – частота вращения трепальных барабанов;  $z$  – число бил на барабане.

Параметры, входящие в выражение (4), характеризуют как технологические (плотность слоя), так и конструктивные параметры процесса, а величина  $P$  может быть легко определена.

Параметр  $P$  характеризует силовые факторы, действующие на волокно в поперечном направлении; однако на волокно

действуют и другие силовые факторы, такие как трение била о слой волокна, инерционные силы относительного движения бил по волокну и др. Эти факторы могут быть оценены силой затягивания слоя волокна между трепальными барабанами. Сила затягивания определяет натяжение слоя в свободной части ветви волокна вблизи места его зажима на транспортере.

Принимая во внимание сказанное выше, силовой фактор может быть учтен следующим выражением:

$$T = \alpha P, \quad (6)$$

где  $\alpha$  – опытный коэффициент;  $P$  – аналог силы инерции;  $T$  – натяжение слоя волокна в месте закрепления.

От значения силы натяжения зависят напряжение в волокнах и возможность обрыва их в процессе трепания. Значения силы натяжения, при которых начинается рост оборванных длинных волокон (уход длинных волокон в отходы), назовем критическими –  $T_k$ .

Для определения коэффициента  $K_2$ , учитывающего силовые факторы, примем следующую функцию:

$$K_2 = \frac{1}{1 - \frac{T}{T_k}}. \quad (7)$$

Формула (7) интересна тем, что при приближении натяжения волокна к критическому значению коэффициент  $K_2$  резко возрастает. Поэтому коэффициент  $K_2$  будет объективным показателем, учитывающим силовые факторы взаимодействия.

Для расчетов силы  $T$  по формуле (6) параметры, входящие в выражение для определения  $P$ , можно считать известными; величина  $\alpha$  может быть определена опытным путем при сравнительно небольших количествах опытов.

Таким образом, комплексный показатель эффективности воздействий на льняное волокно, например, при трепании, может быть найден с помощью выражения

$$K = K_1 K_2 \leq [K], \quad (8)$$

где  $[K]$  – допустимое значение показателя.

Для определения допустимого значения  $[K]$  следует учесть опыт, изложенный в [2...8], например, известно, что при обработке волокна в агрегате марки МТА при  $K_1 > 99$  [8] наблюдается увеличение ухода длинных волокон в отходы (уменьшение выхода длинного волокна), следовательно, можно рекомендовать  $K_1 = 44...99$  [8]. Для трепальной машины агрегата АЛС-1 значение  $K_1$  можно принять из [4], [5].

Величину  $K_2$  также можно определить исходя из критического значения  $T_k$ , а  $T$  текущее принять из расчета:

$$T = \alpha A \rho \omega^2, \quad (9)$$

где  $\alpha$  – как отмечалось ранее, можно принять из расчета по (4)...(6), используя экспериментальные данные натяжения волокна,  $\alpha = 1,1...1,4$  в диапазоне изменения частоты вращения трепальных барабанов  $300...350 \text{ мин}^{-1}$ .

Таким образом, комплексный показатель эффективности воздействий можно определить по выражению

$$K = \frac{n_g z L_c}{60 V_{\text{тр}}} \frac{1}{1 - \frac{T}{T_k}}. \quad (10)$$

Между качественными показателями волокна и комплексным показателем эффективности может быть корреляционная связь. Ее следует искать в виде функции

$$\frac{dD_i}{dt} = BK^m, \quad (11)$$

где  $D_i$  – текущее значение  $i$ -го параметра при обработке;  $B$  и  $m$  – опытные коэффициенты.

На первом этапе можно ограничиться зависимостью в виде линейной функции

$$D_i = D_{0i} + \beta K, \quad (12)$$

где  $D_{0i}$  – значение параметра до обработки;  $\beta$  – коэффициент пропорциональности.

Коэффициент пропорциональности  $\beta$  легко определить исходя из экспериментальных данных и требований стандарта [3]. Например, если известно  $[K]$  – допустимое значение коэффициента эффективности и допустимое снижение параметров качества  $[D_i]$ , то следует

$$\beta = \frac{[D_i] - D_0}{[K]}. \quad [13]$$

## ВЫВОДЫ

Предложен вариант определения комплексного показателя эффективности воздействия на льняное волокно в процессе его переработки, который позволяет прогнозировать влияние конструктивных, технологических факторов на изменение основных параметров, характеризующих качество волокна (например, содержание костры, уход длинного волокна в отходы трепания и т.д.).

## ЛИТЕРАТУРА

1. *Корабельников Р.В., Ибрагимов И.Х.* Разработка комплексного показателя воздействия очистителя на хлопок-сырец в процессе очистки // Сб. научн. тр. молодых ученых КГТУ. – Кострома, 2004. Вып.5.
2. *Марков В.В., Суслов Н.Н., Трифонов В.Г., Ипатов А.М.* Первичная обработка лубяных волокон. Учебник для студентов вузов текстильной промышленности. – М.: Легкая индустрия, 1974.
3. *Живетин В.В., Гинзбург Л.Н., Ольшанская О.М.* Лен и его комплексное использование. – М.: Информ-Знание, 2002.
4. *Корабельников Р.В., Новиков Э.В.* // Изв. вузов. Технология текстильной промышленности. – 2004, №4. С.21...23.
5. *Новиков Э.В., Корабельников Р.В.* Теоретико-экспериментальные модели для определения выхода длинного волокна при трепании // Вестник КГТУ. – 2004, № 9.
6. *Новиков Э.В., Корабельников Р.В.* Комплекс для прогнозирования важнейших параметров и характеристик при трепании льна // Мат. Междунар. научн.-практ. конф.: Инновации в производстве товаров нового поколения из льна. – Вологда, 2005.

7. *Левитский И.Н.* Новое в обескостривании лубоволокнистых материалов // Монография. – Т.1. – Кострома, 1994.

8. *Андреев В.В., Мастейкене-Палкалкайте И.Ю.* Изучение некоторых конструктивных и технологических параметров процесса трепания волокна //

Сб. научн.-исслед. тр. / Под ред. Л.Н. Гинзбурга. – Т. XX. – М.: Легкая индустрия, 1965.

Рекомендована кафедрой технологии производства льняного волокна. Поступила 31.05.05.

---