

УДК 677.051

МЕТОДИЧЕСКИЙ ПОДХОД К РАЗРАБОТКЕ МОДЕЛЕЙ ВОЗДЕЙСТВИЯ НА ЛЬНЯНОЕ ВОЛОКНО В ПРОЦЕССАХ ЕГО ПЕРЕРАБОТКИ

Р.В. КОРАБЕЛЬНИКОВ, Э.В. НОВИКОВ, А.Р. КОРАБЕЛЬНИКОВ

(Костромской государственной технологической университет)

Повышение качества длинного льняного волокна и его выхода является актуальной задачей. В связи с этим для анализа структуры будущей машины (мяльной, трепальной, чесальной) необходимо иметь математические модели, связывающие характеристики исходного сырья и интенсивность его обработки. Такие модели позволят прогнозировать эффективность работы машины и ее структуру, а также длительность обработки на каждой операции.

В основе многих однотипных процессов в текстильной технологии лежат зависимости, характеризующие изменение исследуемого параметра с течением времени обработки [1...3]:

$$A_i = A_{0i} e^{-\frac{Z_i}{A_{0i}} t_i},$$

$$A_i = A_{0i} e^{-\frac{Z_i}{A_{0i}} K_i}, \quad (1)$$

где A_i – характеристика (показатель) изменения степени обработки волокна (например, степени очистки, гибкости и прочности волокна, волокнистости отходов, и т.д.); A_{0i} – начальное значение характеристики (значение параметра перед началом процесса); t_i или K_i – текущее время обработки или текущее число взаимодействий рабочих органов на волокно по i -му параметру; Z_i – интенсивность обработки волокна по i -му параметру.

Для каждого изучаемого параметра процесса интенсивность различна ввиду

особенностей изменения физико-механических свойств волокна и различий режимов обработки.

Величину Z можно определить из (1):

$$Z_i = \frac{A_{0i}}{t_i} \ln \frac{A_{0i}}{A_i},$$

$$Z_i = \frac{A_{0i}}{K_i} \ln \frac{A_{0i}}{A_i}. \quad (2)$$

Очевидно, для каждого режима будут свои значения интенсивности обработки, а значит, представляет интерес получение этих значений для наиболее типовых процессов. Используя зависимости (1) и (2), можно определить изменение той или иной характеристики процесса и интенсивность воздействий для любого типа механических воздействий. Зная интенсивность из (2), определяется время или количество воздействий, необходимое для обработки волокна на данном переходе технологического процесса до получения заданного значения характеристики.

Рассмотрим применение упомянутых зависимостей на примере. Проведено исследование процесса очистки длинного льняного волокна от костры в первой зоне трепания агрегата АЛС-1. Зона 1 реализует односторонние воздействия трепального барабана на волокно. За характеристику степени обработки волокна в этой зоне трепания принята его закостренность Z_i . Под закостренностью волокна понимается отношение массы костры к массе чистого волокна.

Таблица 1

№ п/п	Экспериментальные значения характеристик, %		Изменение $\Delta Z = Z_{0i} - Z_i$, %	Параметры процесса обработки (режимы)				Результаты расчета
	Z_{0i}	Z_i		$V_{тр}$, м/мин	t_0 , с	K_0	n , мин ⁻¹	Z_i , %/с по (2)
1	...	...	...	12	...	...	...	...
	40,9	139,1	...		3,3	198	...	80,8
2	...	...	...	20	...	...	300	...
	60,3	119,7	...		2,0	119	...	98,4
3	...	...	...	36	...	...	...	...
	73,8	106,2	...		1,1	66	...	145,9
4	...	...	...	12	...	...	...	...
	35,6	144,4	...		3,3	231	...	88,4
5	...	...	...	20	...	...	350	...
	45,5	134,5	...		2,0	138	...	123,8
6	...	...	...	36	...	...	...	...
	71,2	108,8	...		1,1	77	...	151,8
7	...	...	...	12	...	...	...	...
	18,9	161,1	...		3,3	264	...	122,9
8	...	...	...	20	...	...	400	...
	35,5	144,5	...		2,0	158	...	146,0
9	...	...	...	36	...	...	...	...
	59,6	120,4	...		1,1	88	...	180,9

Примечание. $V_{тр}$ – скорость транспортирования волокна; t_0 – полное время обработки волокна, то есть время при известной скорости транспортера и длине барабана; K_0 – количество ударов по волокну со стороны бильных планок барабана; n – частота вращения трепальных барабанов; (...) – пропущенные значения, которые будут иметь место при проведении соответствующих экспериментов.

В табл. 1 приведены основные характеристики процесса обработки (режимы обработки) длинного волокна и расчетные значения интенсивности Z_i (по (2)).

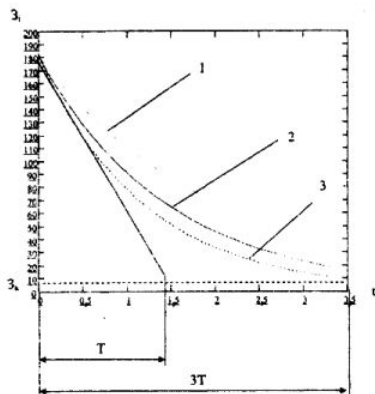


Рис. 1

На рис. 1 показана зависимость заостренности волокна от времени обработки в зоне 1 (график построен для частоты вращения трепального барабана $n=350$ мин⁻¹; кривая 1 – при Z_1 ($t = 1,1$ с); 2 – при Z_2 ($t = 2,0$ с); 3 – при Z_3 ($t = 3,3$ с)).

Из рис. 1 видно, что значение заостренности волокна асимптотически приближается к прямой Z_k . Тогда согласно [4], используя свойство экспоненты, зависимость (1) можно записать в следующем виде:

$$Z(t) = [Z_k - (Z_k - Z_0)] e^{-\frac{Z_i}{Z_0} t}, \quad (3)$$

где Z_k – закостренность волокна после длительной обработки на данном переходе, %.

Касательная к экспоненте в начальной точке при $t=0$ (например, для кривой 3, рис.1) отсекает от прямой Z_k отрезок, равный постоянной времени T (рис. 1). Следовательно, дальнейшее обескостривание волокна до времени $3T$ нецелесообразно и процесс нужно остановить. Это означает, что надо переходить на следующий режим обработки или на следующий процесс с большей интенсивностью Z .

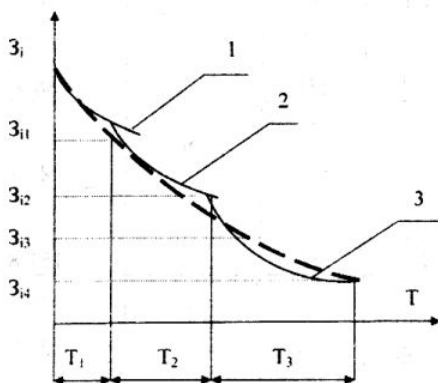


Рис. 2

На рис.2 с помощью кривых представлено изменение закостренности волокна от времени обработки для различных характеров воздействий (интенсивностей воздействий) при комплексной обработке волокна (кривая 1 – при Z_1 ; 2 – при Z_2 ; 3 – при Z_3).

Для технологических процессов, включающих несколько разнородных операций очистки, имеющих различные значения интенсивности, целесообразно находить одну зависимость в виде степенной функции.

Кинетическое уравнение такой функции целесообразно искать в следующем виде:

$$\frac{dZ_i}{dt} = B(\Delta Z_i)^m, \quad (4)$$

где B и m – эмпирические постоянные (экспериментальные значения).

Решая уравнение (4), можно получить зависимость изменения закостренности в машине, которая на рис. 2 показана штриховой линией.

ВЫВОДЫ

Предложена методика нахождения полуэмпирических моделей, описывающих изменение характеристик обработки отдельно для каждого процесса получения длинного волокна, а также для комплексного воздействия рабочих органов на обрабатываемый материал по изменяющимся характеристикам исходного сырья и параметрам обработки.

ЛИТЕРАТУРА

1. Соркин Н.Б. Элементы общей теории литерования // Сб. науч. тр. Вып. 10. – Ташкент, ЦНИИХПром, 1965.
2. Севостьянов А.Г., Севостьянов П.А. Моделирование технологических процессов (в текстильной промышленности). – М.: Легкая и пищевая промышленность, 1984.
3. Корабельников Р.В., Корабельников А.Р. Теория и практика совершенствования очистителей волокна. Монография. – Кострома: КГТУ, 2001.
4. Очиллов Т.А., Алимова Х.А., Бурнашев Р.З. // Изв. вузов. Технология текстильной промышленности. – 2003, №1. С. 32...34.

Рекомендована кафедрой теории механизмов и машин и проектирования текстильных машин. Поступила 01.12.03.