

РАЗРАБОТКА МОДЕЛЕЙ ПРОГНОЗИРОВАНИЯ ИЗМЕНЕНИЯ МАССОВОЙ ДОЛИ КОСТРЫ В ПРОЦЕССЕ ТРЕПАНИЯ ДЛИННОГО ВОЛОКНА

Э.В. НОВИКОВ, Р.В. КОРАБЕЛЬНИКОВ

(Костромской государственный технологический университет)

Качество длинного трепаного волокна во многом зависит от массовой доли костры, которая по стандарту не должна превышать допустимых значений. Для анализа изменения массовой доли костры в длинном волокне при трепании необходимо иметь математические модели, связывающие характеристики исходного сырья и интенсивность его обработки (интенсивность очистки). Такие модели позволят прогнозировать эффективность процесса очистки волокна и длительность его обработки в каждой операции.

Процессы, связанные с очисткой волокна от костры, хорошо описываются экспоненциальной зависимостью [1...3]. Например, применительно к процессу трепания длинного волокна изменения массовой доли костры с течением времени обработки можно выразить так:

$$C_{к_i} = C_{к_{0i}} e^{-\frac{Z_i}{C_{к_{0i}}} t_i}, \quad (1)$$

где $C_{к_i}$ – текущее значение массовой доли костры, %; $C_{к_{0i}}$ – начальное значение массовой доли костры, %; Z – интенсивность воздействия рабочих органов на волокно (скорость изменения массовой доли костры под воздействием рабочих органов), %/с; t_i – текущее время обработки волокна, с.

Для процесса трепания, имеющего несколько зон обработки с различными значениями интенсивности обработки, целесообразно находить одну зависимость в виде степенной функции:

$$C_{к_i} = C_{к_{0i}} + A_i (Z_i)^{m_i} t_i, \quad (2)$$

где A_i и m_i – эмпирические коэффициенты, учитывающие свойства обрабатываемого материала и особенности обработки.

В настоящей статье рассматривается возможность применения моделей (1) и (2) для прогнозирования значений массовой доли костры в процессе трепания длинного волокна.

Таблица 1

№ п/п	Показатели качества льняной тресты	Тип 1	Тип 2	Тип 3
		нормальной вылежки		
1	Селекционный сорт льна	Белинка	П-359	Белочка
2	Горстевая длина, см	90,0	71,0	68,0
3	Прочность, кгс	35,0	29,0	21,0
4	Содержание волокна, %	32,5	25,5	27,0
5	Отделяемость, ед	6,9	5,7	5,6
6	Средний диаметр стеблей, мм	1,4	1,3	1,3
7	Цвет (эталон по цвету)	3	2	3

Частота вращения барабанов $n, \text{мин}^{-1}$	Скорость транспортирования обрабатываемого волокна, м/мин	A	m
300	12	- 1,499	0,918
	20	- 1,410	0,866
	36	- 1,500	0,765
350	12	- 1,460	0,880
	20	- 0,965	0,935
	36	- 0,958	0,840
400	12	- 0,926	0,894
	20	- 1,000	0,815
	36	- 1,000	0,797

На основе результатов исследований [4] для льняной тресты нормальной вылежки с характеристиками, представленными в табл. 1 тип 1 и тип 2 (тип 1 и тип 2 означают порядковый номер используемой тресты) для зависимости (2), получены эмпирические коэффициенты (табл.2). Процесс трепания в [4] проходил в агрегате АЛС-1, в котором комлевая и вершинная части волокна обрабатывались в два этапа: сначала односторонним, затем двусторонним трепанием.

Для проверки достоверности применения моделей (1) и (2) проведен контроль-

ный эксперимент, в котором из тресты нормальной вылежки (тип 3, табл.1), но с другими значениями характеристик, получали длинное трепаное волокно. Эксперимент проводили на экспериментальной установке, реализующей схему трепания и рабочие органы трепальной машины агрегата АЛС-1.

Значения массовой доли костры и параметров обработки в контрольном эксперименте представлены в табл. 3 (зона 1 – одностороннее трепание) и 4 (зона 2 – двустороннее трепание).

Таблица 3

№ п/п	Экспериментальные значения массовой доли костры, %			Изменение $\Delta C_k = C_{k_{0i}} - C_{k_i}, \%$	Параметры процесса трепания				Результаты расчета				
	$C_{k_{0i}}$	C_{k_i}	среднее C_{k_i}		$V_{\text{тр}}, \text{м/мин}$	$t_0, \text{с}$	$t_i, \text{с}$	$n, \text{мин}^{-1}$	$Z_i, \%$ по (1)	среднее $Z_i, \%$			
1	73	34,6	29,2	36,4	12	3,3	1,65	300	33,1	29,1			
2		23,7	29,2	47,3					20		2,0	1,0	45,2
3		39,3	32,0	46,0					36		1,1	0,55	39,1
4		43,3	38,5	27,7	12	3,3	1,65	350	69,3	60,3			
5		33,7	14,5	37,3					20		2,0	1,0	51,3
6		18,0	26,5	53,0					36		1,1	0,55	61,9
7		11,0	30,4	60,0	12	3,3	1,65	400	41,8	51,9			
8		29,7	8,2	41,3					20		2,0	1,0	65,6
9		23,3	15,7	47,7					36		1,1	0,55	41,7
10	34,7	22,2	36,3	12	3,3	1,65	300	98,7	83,6				
11	26,0	15,7	45,0					20		2,0	1,0	68,5	
12	9,00	8,2	62,0					36		1,1	0,55	92,5	
13	7,30	15,7	63,7	12	3,3	1,65	400	50,9	71,7				
14	16,3	15,7	54,7					20		2,0	1,0	109,4	
15	15,0	22,2	56,0					36		1,1	0,55	57,8	
16	26,0	22,2	45,0	12	3,3	1,65	300	136,9	114,4				
17	18,3	22,2	52,7					20		2,0	1,0	91,9	
18	26,0	22,2	45,0					36		1,1	0,55	91,9	

Примечание. $V_{\text{тр}}$ – скорость транспортирования волокна; t_0 – время обработки волокна, то есть время при известной скорости транспортера и длине барабана; n – частота вращения трепальных барабанов; t_i – текущее время обработки.

Средние значения интенсивности обработки по контрольному эксперименту (Z_i) из табл. 3 и 4 подставляли в зависимость (2) и получали расчетные значения массо-

вой доли костры, которые затем сравнивались с ее экспериментальными значениями.

Таблица 4

№ п/п	Экспериментальные значения массовой доли костры, %			Изменение $\Delta C_k = C_{k_{0i}} - C_{k_i}$, %	Параметры процесса трепания				Результаты расчета	
	$C_{k_{0i}}$	C_{k_i}	среднее C_{k_i}		$V_{тр}$, м/мин	t_0 , с	t_i , с	n , мин ⁻¹	Z_i , %/с по (1)	среднее Z_i , %/с
1	34,6 23,7	2,6 1,3	1,95	32,0 22,4	12	3,3	1,65 3,3	300	54,3 20,8	37,55
2	39,3 25,0	3,5 0,5	2,00	35,8 24,5	20	2,0	1,0 2,0		95,0 48,9	
3	43,3 33,7	2,0 1,6	1,80	42,3 32,1	36	1,1	0,55 1,1		242,1 93,4	
4	18,0 11,0	0,8 0,6	0,70	17,2 10,4	12	3,3	1,65 3,3	350	29,1 9,7	19,40
5	29,7 23,3	1,8 1,2	1,50	27,9 22,1	20	2,0	1,0 2,0		83,3 34,6	
6	34,7 26,0	1,8 0,7	1,30	32,9 25,3	36	1,1	0,55 1,1		57,0 85,4	
7	9,0 7,3	8,9 2,1	5,50	0,1 5,2	12	3,3	1,65 3,3	400	0,06 2,8	1,43
8	16,3 15,0	7,5 7,5	7,50	8,8 7,6	20	2,0	1,0 2,0		12,7 5,3	
9	26,0 18,3	4,2 3,0	3,60	21,2 15,3	36	1,1	0,55 1,1		86,2 30,1	

На рис.1 и 2 показаны зависимости изменения массовой доли костры и интенсивности от времени обработки в зонах 1 и 2 (при $n=300$ мин⁻¹, $V_{тр}=20$ /мин). Экспериментальные и расчетные значения лежат достаточно близко друг к другу. Это под-

тверждает вывод о том, что массовая доля костры во времени и в трепальной машине агрегата АЛС-1 изменяется по экспоненциальному закону, то есть по зависимости (1).

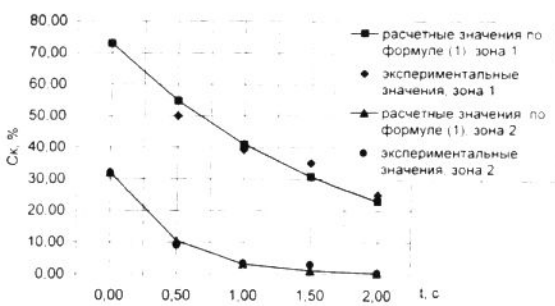


Рис. 1

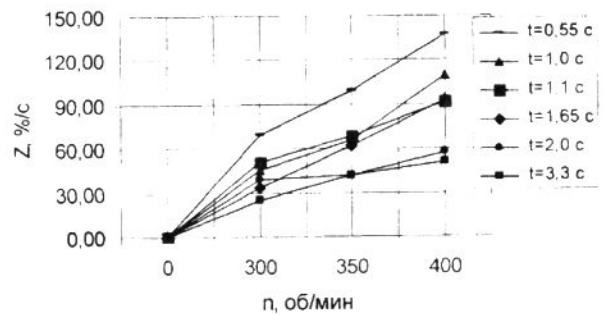


Рис. 2

Наибольшее увеличение интенсивности изменения массовой доли костры наблюдается при $n=300$ мин⁻¹ и времени обработки до 1,1 с (рис.1 и 2).

Эти параметры обработки следует признать оптимальными. Иначе говоря, чтобы эффективно очистить волокно от костры в зонах 1 и 2 необходимо не более 1,5...2 с, так как при дальнейшем увеличении вре-

мени обработки интенсивность изменения массовой доли костры снижается.

Поскольку интенсивность обработки в зонах 1 и 2 различны, то, как уже отмечалось, для прогнозирования массовой доли

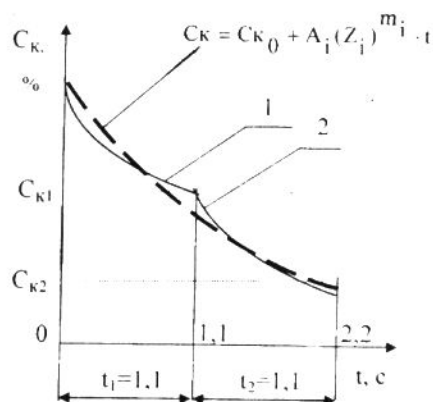


Рис. 3

костры применим степенную зависимость (2), представленную на рис. 3 (1 – зона 1 – односторонняя обработка; 2 – зона 2 – двусторонняя обработка).

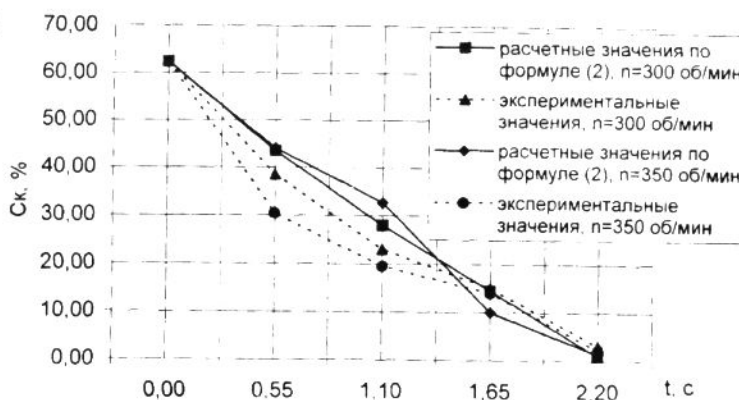


Рис. 4

Проведем расчет массовой доли костры при времени обработки 1,1 с (определено оптимальным значением), а также проверим достоверность ее применения для тресты нормальной вылежки.

Из рис.4, где представлены зависимости расчетных и экспериментальных значений массовой доли костры от времени обработки (последовательно в двух зонах трепания), следует, что модель (2) можно применять для прогнозирования изменения массовой доли костры при обработке тресты нормальной вылежки, так как расчетные и экспериментальные значения указанной характеристики хорошо согласуются между собой.

Все вышеизложенное свидетельствует о том, что трепальная машина агрегата АЛС-1 имеет эффективное соотношение длины и частоты трепальных барабанов со скоростью транспортирования материала в зонах 1 и 2, вследствие того, что время обработки материала изменяется в интервале 1...2 с (скорость транспортирования 20...30 м/мин).

Кроме того, рабочие органы машины обеспечивают рациональный технологический процесс очистки волокна, так как при замедлении интенсивности изменения массовой доли костры в зоне 1 далее в работу вступает более интенсивный процесс дву-

стороннего обескостривания в зоне 2 двумя многобильными барабанами. Эффективность такого приема в очистителях показана в [5].

ВЫВОДЫ

Получены теоретико-экспериментальные модели процесса трепания длинного волокна, связывающие интенсивность изменения массовой доли костры, характеристики исходного сырья и режимы обработки. С помощью этих моделей показана эффективность процесса очистки длинного волокна в трепальной машине агрегата АЛС-1 и определены оптимальные параметры обработки волокна, полученного из тресты нормальной вылежки.

ЛИТЕРАТУРА

1. Севостьянов А.Г., Севостьянов П.А. Моделирование технологических процессов (в текстильной промышленности). – М.: Легкая и пищевая промышленность, 1984.
2. Левитский И.Н. Новое в обескостривании лубоволокнистых материалов (теория, эксперименты, технологические решения). – Монография. Т. 1. – Кострома, 1994.
3. Дьячков В.А. Интенсификация процесса удаления костры при обработке лубяных волокон в мяльных машинах: Дис...канд. техн. наук. – Кострома, 1986.

4. *Новиков Э.В.* Обоснование параметров и характеристик малогабаритной трепальной машины: Дис...канд. техн. наук. –Кострома, 1998.

5. *Корабельников Р.В., Корабельников А.Р.* Теория и практика совершенствования очистителей

волокна. – Монография. – Кострома: КГТУ, 2001.

Рекомендована кафедрой технологии производства льняного волокна. Поступила 06.04.04.
