

МАТЕМАТИЧЕСКИЕ МОДЕЛИ ДЛЯ ПРОГНОЗИРОВАНИЯ ГОРСТЕВОЙ ДЛИНЫ ВОЛОКНА В ПРОЦЕССЕ ТРЕПАНИЯ

Р.В. КОРАБЕЛЬНИКОВ, Э.В. НОВИКОВ

(Костромской государственный технологический университет)

Качество длинного трепаного волокна во многом зависит от его горстевой длины. Для анализа изменения длины в процессе обработки необходимо иметь математические модели, связывающие начальную горстевую длину волокна (сырца) и интенсивность ее изменения. Такие модели позволяют определять оптимальные режимы обработки, прогнозировать конечную длину волокна и эффективность работы трепальных машин.

Вследствие того, что модели, связывающие конечное значение горстевой длины волокна с начальным ее значением и интенсивностью изменения длины в процессе обработки отсутствуют, цель настоящей работы заключается в нахождении таких моделей.

Экспериментальные данные свидетельствуют, что изменение горстевой длины в процессе очистки волокна (обработка в мяльно-трепальном агрегате) можно представить следующей зависимостью:

$$L_i = L_{0i} e^{-\frac{Z_i}{L_{0i}} t_i}, \quad (1)$$

где L_i – текущее значение горстевой длины волокна, см; L_{0i} – начальное значение горстевой длины, см; Z_i – интенсивность изменения горстевой длины в процессе обработки (под воздействием рабочих органов), см/с; t_i – текущее время обработки волокна, с.

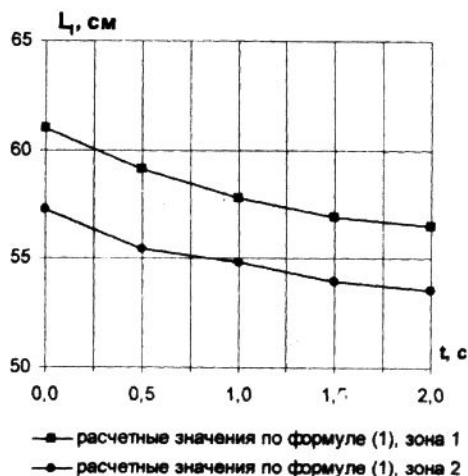


Рис. 1

На рис.1 показана зависимость изменения длины волокна в процессе трепания отдельно в зонах 1 и 2 при $n=300 \text{ мин}^{-1}$, $V=20 \text{ м/мин}$.

Для процесса трепания, имеющего несколько зон обработки с различными значениями интенсивности изменения длины (например, обработка в трепальной машине агрегата АЛС-1), целесообразно найти одну зависимость в виде степенной функции [1]. Для этого, используя результаты работ [2] и [3] и приняв начальные условия при $t_i=0$, $L_i=L_{0i}$, после дифференцирования с постоянной $C=L_{0i}$ получим зависимость конечной длины волокна от

начального значения и интенсивности ее изменения при трепании:

$$L_i = L_{0i} + A_i (Z_i)^{m_i} t_i, \quad (2)$$

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

По данным проведенного ранее эксперимента (табл.1, где V – скорость транспортирования волокна; n – частота вращения трепальных барабанов; t_i – текущее время обработки; K_i – текущее количество воздействий на волокно) при плотности загрузки сырца в трепальную машину $0,4 \text{ кг/м}$ для модели (2) получены эмпирические коэффициенты (табл.2).

Таблица 1

№ п/п	Экспериментальные значения		Изменение $\Delta L=L_{0i}-L_i, \text{ см}$	Параметры процесса трепания				Результаты расчета
	$L_{0i}, \text{ см}$	$L_i, \text{ см}$		$V, \text{ м/мин}$	$t_i, \text{ с}$	K_i	$n, \text{ мин}^{-1}$	$Z_i^*, \text{ см/с}$
Зона 1 (одностороннее трепание)								
1	63,9	58,8	5,1	12	3,3	198	300	1,6
2		62,2	1,7	20	2,0	119		0,9
3		63,7	0,2	36	1,1	66		0,2
4		58,5	5,4	12	3,3	231	350	1,7
5		61,3	2,6	20	2,0	138		1,3
6		59,3	4,6	36	1,1	77		4,3
7		56,0	7,9	12	3,3	264	400	2,6
8		57,2	6,7	20	2,0	158		3,5
9		59,2	4,7	36	1,1	88		4,4
Зона 2 (двустороннее трепание)								
1	58,8	53,6	5,2	12	3,3	396	300	1,6
2	62,2	58,8	3,4	20	2,0	238		1,7
3	63,7	57,6	6,1	36	1,1	132		5,8
4	58,5	50,1	8,4	12	3,3	462	350	2,7
5	61,3	55,5	5,8	20	2,0	276		3,0
6	59,3	54,9	4,4	36	1,1	154		4,1
7	56,0	49,6	6,4	12	3,3	528	400	2,1
8	57,2	54,2	3,0	20	2,0	316		1,5
9	59,2	54,6	4,6	36	1,1	176		4,3

Примечание. *Определена по зависимости $Z_i = \frac{L_i}{t} \ln \frac{L_{0i}}{L_i}$.

Таблица 2

п, мин ⁻¹	V, м/мин	A	m
300	12	-1,28	0,17
	20	-0,74	0,49
	36	-1,40	0,28
350	12	-1,30	0,28
	20	-1,10	0,38
	36	-2,00	0,32
400	12	-1,42	0,44
	20	-1,57	0,31
	36	-2,00	0,34

На основании табл. 2 зависимость длины волокна в трепальной машине агрегата АЛС-1 (зона 1+зона 2), например, при ре-

жиме $n=300 \text{ мин}^{-1}$ и $V=20 \text{ м/мин}$ примет вид:

$$L = L_{0i} - 0,74(Z_i)^{0,49} t_i \quad (3)$$

Для проверки применения модели (2) проведен контрольный эксперимент, в котором из тресты нормальной вылежки на агрегате АЛС-1 также получено длинное волокно. Значения горстевой длины и параметров трепания в эксперименте представлены в табл. 3 и 4.

Таблица 3

№ п/п	Экспериментальные значения		Изменение $\Delta L=L_{0i}-L_i$, см	Параметры процесса трепания				Результаты расчета		
	L_{0i} , см	L_i , см		V, м/мин	t_0 , с	t_i , с	K_i	n, мин ⁻¹	Z_i^* , см/с	среднее Z_i , см/с
1	56,0	57,5	5,0	12	3,3	1,65	99	300	3,2	2,2
		57,5	3,5			3,3			198	
2	57,8	56,6	3,2	20	2,0	1,0	59,5	300	3,3	2,8
		56,6	4,4			2,0			119	
3	58,2	59,7	2,8	36	1,1	0,55	33	300	5,2	3,2
		59,7	1,3			1,1			66	
4	58,5	58,8	2,5	12	3,3	1,65	115,5	350	1,6	1,1
		58,8	2,2			3,3			231	
5	59,8	57,2	1,2	20	2,0	1,0	69	350	1,2	1,6
		57,2	3,8			2,0			138	
6	56,5	59,3	4,5	36	1,1	0,55	38,5	350	8,5	5,0
		59,3	1,7			1,1			77	
7	57,0	56,0	4,0	12	3,3	1,65	132	400	2,0	2,0
		56,0	5,3			3,3			264	
8	59,0	58,3	2,0	20	2,0	1,0	79	400	2,0	1,7
		58,3	2,7			2,0			158	
9	59,3	59,1	1,7	36	1,1	0,55	44	400	3,1	2,5
		59,1	1,9			1,1			88	

Примечание. *Определена по зависимости $Z_i = \frac{L_i}{t} \ln \frac{L_{0i}}{L_i}$.

Интенсивности изменения длины Z_i в зонах 1 и 2 (табл.3 и 4) суммировались и подставлялись в зависимость (2), тем самым получали расчетные значения длины, которые сравнивались с экспериментальными значениями.

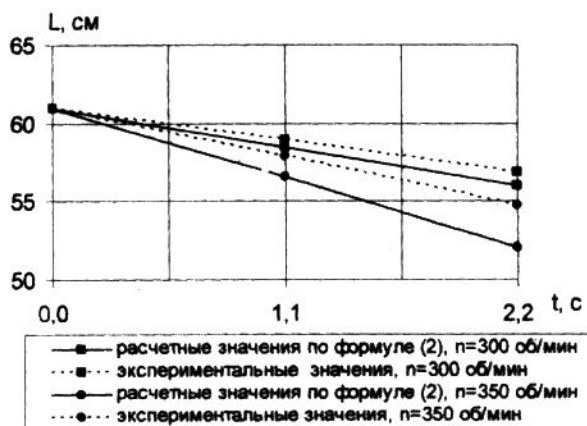


Рис. 2

Результаты проверки достоверности модели представлены на рис. 2, где показаны графические зависимости расчетных и экспериментальных значений длины от времени обработки последовательно в двух зонах трепания. Очевидно, что мо-

дель (2) с коэффициентами (табл.2) можно применять для прогнозирования длины волокна, так как расчетные и экспериментальные значения хорошо согласуются между собой.

Таблица 4

№ п/п	Экспериментальные значения		Изменение $\Delta L=L_{0i}-L_i$, см	Параметры процесса трепания				Результаты расчета		
	L_{0i} , см	L_i , см		V , м/мин	t_0 , с	t_i , с	K_i	n , мин ⁻¹	Z_i , см/с	среднее Z_i , см/с
1	56,0	52,0	4,0	12	3,3	1,65	198	300	2,5	2,0
	57,5	53,0	4,5			3,3	396		1,4	
2	57,8	54,9	2,9	20	2,0	1,0	119	300	3,0	2,3
	56,6	53,4	3,2			2,0	238		1,6	
3	58,2	56,9	1,3	36	1,1	0,55	66	300	2,4	2,6
	59,7	56,6	3,1			1,1	132		2,9	
4	58,5	56,5	2,0	12	3,3	1,65	231	350	1,2	0,8
	58,8	57,7	1,1			3,3	462		0,3	
5	59,8	58,3	1,5	20	2,0	1,0	138	350	1,5	1,6
	57,2	53,9	3,3			2,0	276		1,7	
6	56,5	53,9	2,6	36	1,1	0,55	77	350	4,8	4,2
	59,3	55,5	3,8			1,1	154		3,6	
7	57,0	54,0	3,0	12	3,3	1,65	264	400	1,9	1,8
	56,0	51,1	4,9			3,3	328		1,6	
8	59,0	57,1	1,9	20	2,0	1,0	158	400	1,9	1,6
	58,3	55,7	2,6			2,0	316		1,3	
9	59,3	56,1	3,2	36	1,1	0,55	88	400	6,0	5,3
	59,1	54,4	4,7			1,1	176		4,5	

ВЫВОДЫ

1. Предложены теоретико-экспериментальные модели процесса трепания длинного волокна, связывающие горстевую длину трепаного льна, интенсивность ее изменения и длину исходного сырья.

2. По экспериментальным данным для агрегата АЛС-1 определены эмпирические коэффициенты для полученной модели. Модели могут быть использованы и для других трепальных машин. В каждом конкретном случае коэффициенты определяются экспериментально.

ЛИТЕРАТУРА

1. *Корабельников Р.В., Корабельников А.Р.* Теория и практика совершенствования очистителей волокна. Монография. – Кострома: КГТУ, 2001.
2. *Корабельников Р.В., Новиков Э.В., Корабельников А.Р.* // Изв. вузов. Технология текстильной промышленности. – 2004, №2. С.13...16.
3. *Новиков Э.В., Корабельников Р.В.* Разработка теоретико-экспериментальной модели процесса очистки волокна при трепании // Сб. научн. тр. молодых ученых КГТУ. – Кострома, 2004. Вып. №5.

Рекомендована кафедрой технологии производства льняного волокна. Поступила 22.12.04.