

УДК 677.051

**ТЕОРЕТИКО-ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНЫЕ МОДЕЛИ
ДЛЯ РАСЧЕТА ИНТЕНСИВНОСТИ ИЗМЕНЕНИЯ
МАССОВОЙ ДОЛИ КОСТРЫ
В ДЛИННОМ ВОЛОКНЕ ПРИ ТРЕПАНИИ**

Р.В. КОРАБЕЛЬНИКОВ, Э.В. НОВИКОВ

(Костромской государственной технологической университет)

Количество и качество длинного трепаного волокна во многом зависит от интенсивности обработки (интенсивности воздействий) при трепании. Для анализа процесса трепания и конструкции трепальной машины необходимо иметь математические модели, связывающие характеристики льняной тресты (волокна) и интенсивность обработки. Такие модели позволят определять оптимальные режимы обработки волокна и прогнозировать эффективность работы трепальных машин.

В настоящее время модели, связывающие интенсивность изменения массовой доли костры с частотой вращения рабочих органов и скоростью транспортирования обрабатываемого материала, отсутствуют.

Интенсивность изменения доли костры при известной конструкции рабочих органов (трепальных барабанов), как отмечалось выше, является функцией частоты вращения рабочих органов и скорости перемещения обрабатываемого материала:

$$Z = f(n, V_{\text{тр}}), \quad (1)$$

где Z – интенсивность изменения доли костры в волокне при его обработке; n – частота вращения рабочих органов; $V_{\text{тр}}$ – скорость транспортирования обрабатываемого материала.

На основании анализа экспериментальных данных будем строить функцию интенсивности изменения массовой доли костры в виде следующих функций:

$$\frac{dZ}{dV_{\text{тр}}} = f(n), \quad (2)$$

$$\frac{dZ}{dn} = f(V_{\text{тр}}). \quad (3)$$

Анализируя экспериментальные данные [1], [2], видим, что зависимости $Z = f(V_{\text{тр}})$ и $Z = f(n)$ имеют нелинейный характер. Вследствие этого будем искать зависимости в виде степенных функций:

$$\frac{dZ}{dV_{\text{тр}}} = A_1 n^{m_1}, \quad (4)$$

$$\frac{dZ}{dn} = A_2 V_{\text{тр}}^{m_2}, \quad (5)$$

где A_1, A_2 и m_1, m_2 – эмпирические коэффициенты, учитывающие свойства обрабатываемого материала и особенности обработки.

Из (4) и (5) следует:

$$dZ = A_1 n^{m_1} dV_{\text{тр}},$$

$$dZ = A_2 V_{\text{тр}}^{m_2} dn,$$

$$Z_{V_{\text{тр}}} = A_1 n^{m_1} V_{\text{тр}} + C_1, \quad (6)$$

$$Z_n = A_2 V_{\text{тр}}^{m_2} n + C_2. \quad (7)$$

При начальных условиях:

$$V_{\text{тр}} = 0, Z_{0V_{\text{тр}}} = C_1, n = 0, Z_{0n} = 0 \text{ и } C_2 = 0.$$

Тогда

$$Z_{V_{\text{тр}}} = Z_{0V_{\text{тр}}} + A_1 n^{m_1} V_{\text{тр}} - \text{для случая,}$$

когда $n = \text{const}$, (8)

$$Z_n = A_2 V_{\text{тр}}^{m_2} n - \text{для случая,}$$

когда $V_{\text{тр}} = \text{const}$, (9)

где $Z_{V_{\text{тр}}}$ – интенсивность изменения массовой доли костры в волокне при постоянной частоте вращения трепальных барабанов при возможном изменении скорости перемещения материала; $Z_{0V_{\text{тр}}}$ – начальная интенсивность изменения массовой доли костры в волокне (при скорости пе-

ремещения материала, равной 0, и известной частоте вращения трепальных барабанов) определяется по [3...5]; Z_n – интенсивность изменения массовой доли костры при постоянной скорости перемещения материала и варьировании частоты вращения трепальных барабанов.

С помощью экспериментальных данных из [2] – интенсивности изменения массовой доли костры в длинном волокне для зависимостей (8) и (9) найдены коэффициенты, которые представлены в табл. 1 и 2. Модели (8) и (9) достаточно точно отражают процесс, так как коэффициенты детерминации имеют высокие значения.

Таблица 1

n, мин ⁻¹	V _{тр.} м/мин	Коэффициенты для (8)		
		A ₁	m ₁	R ²
Треста перележалая (слабая) Зона 1 (одностороннее трепание)				
300	12	0,226	0,227	-
	20			
	36			
350	12	0,324	0,167	-
	20			
	36			
400	12	0,428	0,159	-
	20			
	36			
Зона 2 (двустороннее трепание)				
300	12	0,892	0,106	0,99
	20			
	36			
350	12	0,942	0,098	0,95
	20			
	36			
400	12	0,919	0,079	0,94
	20			
	36			
Треста нормальной вылежки Зона 1 (одностороннее трепание)				
300	12	0,268	0,227	-
	20			
	36			
350	12	0,307	0,246	-
	20			
	36			
400	12	0,375	0,263	-
	20			
	36			
Зона 2 (двустороннее трепание)				
300	12	0,577	0,180	0,97
	20			
	36			
350	12	0,319	0,246	0,97
	20			
	36			
400	12	0,254	0,224	0,87
	20			
	36			

Таблица 2

V _{тр.} м/мин	n, мин ⁻¹	Коэффициенты для (9)		
		A ₂	m ₂	R ²
Треста перележалая (слабая) Зона 1 (одностороннее трепание)				
12	300	0,0345	0,207	0,81
	350			
	400			
20	300	0,0374	0,192	0,90
	350			
	400			
36	300	0,0967	0,162	0,93
	350			
	400			
Зона 2 (двустороннее трепание)				
12	300	0,0253	0,169	-
	350			
	400			
20	300	0,0433	0,171	-
	350			
	400			
36	300	0,0830	1,207	-
	350			
	400			
Треста нормальной вылежки Зона 1 (одностороннее трепание)				
12	300	0,0526	0,179	0,92
	350			
	400			
20	300	0,0684	0,177	0,82
	350			
	400			
36	300	0,0617	0,163	0,82
	350			
	400			
Зона 2 (двустороннее трепание)				
12	300	0,0182	0,209	-
	350			
	400			
20	300	0,0345	0,141	-
	350			
	400			
36	300	0,0967	0,118	-
	350			
	400			

Примечание. R² (в табл. 1 и 2) – коэффициент детерминации.

Например:

– для обработки тресты нормальной вылежки в трепальной машине агрегата АЛС-1 в зоне 1 при $n = 300 \text{ мин}^{-1} = \text{const}$ и переменной $V_{\text{тр}} = 12 \dots 36 \text{ м/мин}$ интенсивность рассчитывается по следующей зависимости:

$$Z_{V_{\text{тр}}} = Z_{0V_{\text{тр}}} + 0,268n^{0,227}V_{\text{тр}}, \quad (10)$$

– для обработки тресты нормальной вылежки в зоне 1 при $V_{\text{тр}} = 20 \text{ м/мин} = \text{const}$ и переменной $n = 300 \dots 400 \text{ мин}^{-1}$

интенсивность можно определить по зависимости:

$$Z_n = 0,0684V_{\text{тр}}^{0,177}n. \quad (11)$$

На рис. 1 представлен график расчетных (по зависимости (11) для $V_{\text{тр}} = 20 \text{ м/мин}$) и экспериментальных значений интенсивности изменения массовой доли костры, по которому видно, что полученные модели можно применять для расчета интенсивности изменения массовой доли костры в процессе трепания.

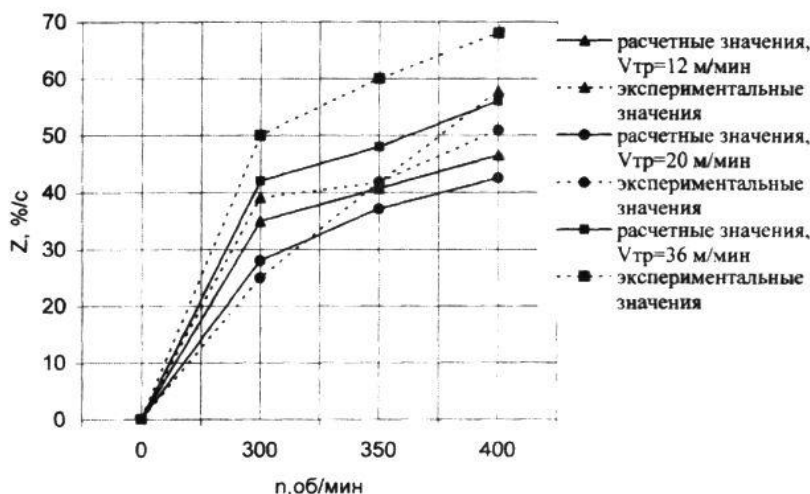


Рис. 1

Аналогичные зависимости интенсивности можно записать для тресты перележалой, а также для второй зоны. Следует стремиться к увеличению интенсивности изменения массовой доли костры при одновременном сохранении длинного волокна.

ВЫВОДЫ

Разработаны математические модели для расчета интенсивности обработки длинного льняного волокна трепанием (по массовой доле костры) в зависимости от скорости транспортирования материала и частоты вращения трепальных барабанов, которые позволяют выбрать наиболее рациональные режимы обработки льнотресты как при эксплуатации агрегата АЛС-1, так и при создании нового оборудования.

ЛИТЕРАТУРА

1. Новиков Э.В. Обоснование параметров и характеристик малогабаритной трепальной машины: Дис. ... канд. техн. наук. – Кострома, 1998.
2. Новиков Э.В., Корабельников А.Р. О теоретико-экспериментальных моделях процесса трепания длинного трепаного волокна // Сб. молодых ученых КГТУ. – Кострома, 2004, №5.
3. Соркин Н.Б. Элементы общей теории литерования // Сб. научн. трудов. – ЦНИИХПром, Ташкент, 1965, вып. 10.
4. Левитский И.Н. Новое в обескостривании лубоволокнистых материалов: Монография. Т1.2. – Кострома, 1994.
5. Севостьянов А.Г., Севостьянов П.А. Моделирование технологических процессов (в текстильной промышленности). – М.: Легпишепром, 1984.

Рекомендована кафедрой теории механизмов и машин и проектирования текстильных машин. Поступила 11.05.04.