

**РАСЧЕТНЫЕ ФОРМУЛЫ ДЛЯ ОПРЕДЕЛЕНИЯ  
ИСПАРИТЕЛЬНОЙ СПОСОБНОСТИ СУШИЛЬНОГО АППАРАТА  
И СКОРОСТИ ШЛИХТОВАНИЯ  
ХЛОПЧАТОБУМАЖНОЙ ПРЯЖИ**

*В.Л. МАХОВЕР, Г.С. ЗАРУБИНА, Т.В. СМИРНОВА*

(Ивановская государственная текстильная академия)

В настоящее время для расчета скорости шлихтования используется формула [1]:

$$v = \frac{Q \cdot 10^8}{60m_0 T_\phi (W_1 - W_2)}, \text{ м/мин,} \quad (1)$$

где  $Q$  – испарительная способность сушильной части шлихтовальной машины, кг/ч;  $W_1, W_2$  – влажность пряжи после отжима и после сушки, %;  $m_0$  – число нитей в основе;  $T_\phi$  – линейная плотность пряжи, текс.

Эта формула не учитывает кинетику процесса и зависимость испарительной способности от определяющих параметров.

Целью настоящего исследования является получение расчетных формул для

скорости шлихтования хлопчатобумажной пряжи на машине ШБ-11/140 по исходным данным табл. 1, которые были получены по номограмме [2; 3, с. 173].

Из формулы (1) получаем:

$$\frac{Q}{60v} = T_\phi m_0 (W_1 - W_2) \cdot 10^{-8}, \text{ кг/м.} \quad (2)$$

Это выражение показывает, что величина  $k = \frac{Q}{60v}$  не зависит от теплового режима сушки, так как при постоянных  $W_1$  и  $W_2$  правая часть (2) не зависит от условий сушки.

Результаты расчета по формуле (2) при  $P=1 \cdot 10^5$  Па приведены в табл. 2. При этом  $W_1 = 100\%$  и  $W_2 = 10\%$  [2], [3].

Таблица 1

Фактическая линейная плотность пряжи $T_{\text{ф}}$ , текс	Число нитей в основе $m_0$								
	2000	2500	3000	3500	4000	4500	5000	5500	6000
$P=1 \cdot 10^5$ Па									
50	45	36	30	24	22,5	21	19	17	16
40	56	44	36,5	30	28	26	22	20	18
25	76	60	50	41	38	36	31	28	26
20	82,5	66	55	44	41,5	39	34	30,5	28
12,5	111	92	73	59	55	52	45	41	37,5
$P=3 \cdot 10^5$ Па									
50	68	54	46	36	34	32	28	25	23
40	82	66	55	44	41	38	33	30	27,5
25	103	81	68	54	51	47	41	37	34
20	115	92	77	61	58	52	46	42	38
12,5	150	120	100	90	75	70	60	55	50
$P=5 \cdot 10^5$ Па									
50	91,5	72	60	49	46	43	37	34	31
40	107	85	72	57	55	51	43	40	36
25	131	104	87,5	70	64	60	53	48	44
20	147,5	118	98	88,5	73,5	69	58,5	54	49
12,5	190	152	126,5	111	95	89	76	69	64

Примечание.  $P$  – среднее избыточное давление пара в сушильных барабанах.

Таблица 2

$T_{\text{ф}}$ , текс	Параметры	Число нитей в основе $m_0$				
		2000	3000	4000	5000	6000
50	$v$ , м/мин	45	30	22,5	19	16
	$k$ , кг/м	0,090	0,135	0,180	0,225	0,2700
	$Q$ , кг/ч	243	243	243	256,5	259,2
40	$v$ , м/мин	56	36,5	28	22	18
	$k$ , кг/м	0,072	0,108	0,144	0,1800	0,2160
	$Q$ , кг/ч	241,92	236,52	241,92	237,6	233,28
25	$v$ , м/мин	76	50	38	31	26
	$k$ , кг/м	0,045	0,0635	0,0900	0,1125	0,1350
	$Q$ , кг/ч	205,2	202,5	205,2	209,25	210,6
20	$v$ , м/мин	82,5	55	41,5	34	28
	$k$ , кг/м	0,0360	0,0540	0,0720	0,0900	0,108
	$Q$ , кг/ч	178,2	178,2	179,28	183,6	181,4
12,5	$v$ , м/мин	111	73	55	45	37,5
	$k$ , кг/м	0,0225	0,0338	0,0450	0,0563	0,068
	$Q$ , кг/ч	149,85	147,83	148,5	151,88	151,9

Аналогичные расчеты проведены при давлении пара в барабанах  $P=3 \cdot 10^5$  Па и  $P=5 \cdot 10^5$  Па.

В результате математической обработки исходных данных установлено, что испарительная способность  $Q$  в большей мере зависит от избыточного давления пара в сушильных барабанах и линейной

плотности шлихтуемой пряжи и мало зависит от числа нитей в основе.

В табл. 3 приведены усредненные значения  $\bar{Q}$  испарительной способности сушильного аппарата, полученные на основании табл. 2 и таких же таблиц при  $P=3 \cdot 10^5$  Па и  $P=5 \cdot 10^5$  Па.

Таблица 3

$T_{\phi}$ , текс	12,5	20	25	40	50
$P=1 \cdot 10^5$ Па					
$\bar{Q}$ , кг/ч	150,2	179,5	206,2	238,4	246,9
$P=3 \cdot 10^5$ Па					
$\bar{Q}$ , кг/ч	204,9	247,1	274,4	354,7	369,1
$P=5 \cdot 10^5$ Па					
$\bar{Q}$ , кг/ч	258,9	321,8	352,3	466,2	495,0

По данным табл. 3 построены графики, изображенные штрихами на рис. 1. Каждый график соответствует своему значению линейной плотности пряжи.

С небольшой погрешностью можно принять, что все прямые пересекаются в одной воображаемой точке  $P = -1,7, 10^5$  Па и  $\bar{Q} = 75$  кг/ч. Для математического описания этих графиков каждый из них ищем в виде:

$$\bar{Q} = a + bP. \quad (3)$$

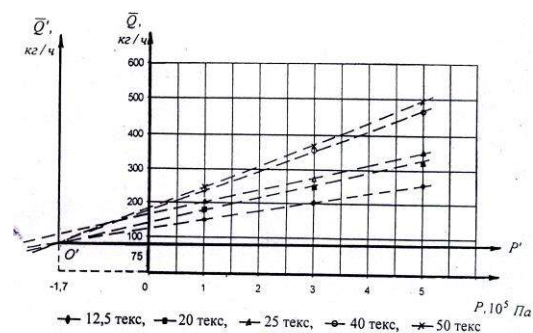


Рис. 1

Так как в точке  $P = -1,7, 10^5$  Па  $\bar{Q} = 75$  кг/ч, из уравнения (3) получаем:

$$a = 75 + 1,7b. \quad (4)$$

С учетом выражения (4) исходное уравнение (3) будет:

$$\bar{Q} = 75 + 1,7b + bP = 75 + (1,7 + P)b, \quad (5)$$

где, как и ранее, давление  $P$  выражено в  $10^5$  Па.

Для упрощения дальнейших расчетов перенесем оси координат  $PO\bar{Q}$  (рис. 1) в

точку  $O'$  с координатами  $P = -1,7; \bar{Q} = 75$ .

При этом

$$\bar{Q} = \bar{Q}' + 75; \quad P = P' - 1,7. \quad (6)$$

В новой системе координат  $P'O'\bar{Q}'$  с учетом выражений (6) уравнение (5) примет вид:

$$\bar{Q}' = P'b. \quad (7)$$

Рассчитанные по методу наименьших квадратов [4] значения коэффициента  $b$  представлены в табл. 4, а коэффициент  $a$  определяется по формуле (4).

Таблица 4

$T_{\phi}$ , текс	50	40	25	20	12,5
$b$	62,75	58,95	42,42	36,97	27,56

При рассчитанных значениях коэффициентов  $a$  и  $b$  получаем для каждой линейной плотности пряжи  $T_{\phi}$  свое уравнение (3), описывающее соответствующий график на рис. 1. Для обобщения пяти полученных уравнений аппроксимацию графика  $b = b(T_{\phi})$ , показанного на рис. 2, осуществляем зависимостью:

$$b = b_0 + b_1 T_{\phi} + b_2 T_{\phi}^2. \quad (8)$$

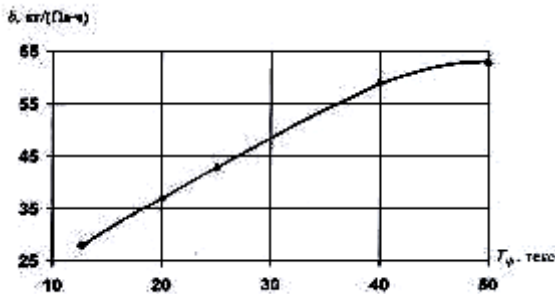


Рис. 2

Постоянные коэффициенты  $b_0$ ,  $b_1$  и  $b_2$  определяем из условия, чтобы график рис. 2 проходил через точки:  $T_\phi = 12,5$ ;  $b = 27,5$ ;  $T_\phi = 25$ ;  $b = 42,42$  и  $T_\phi = 50$ ;  $b = 62,75$ . Подставив координаты этих точек в уравнение (8), получаем систему трех алгебраических уравнений с тремя неизвестными коэффициентами.

Путем решения этой системы методом Крамера [4] находим  $b_0 = 9,57$ ;  $b_1 = 1,56$  и  $b_2 = -0,01$ .

Таким образом, уравнение (8) примет вид:

$$b = 9,57 + 1,56T_\phi - 0,01T_\phi^2. \quad (9)$$

Средняя погрешность расчета коэффициента  $b$  по формуле (9) составляет менее 1,05 %.

Окончательно формулы (3) и (4) с учетом зависимости (9) будут:

$$\begin{aligned} b &= 9,57 + 1,56T_\phi - 0,01T_\phi^2, \text{ кг/(Па·ч)}, \\ a &= 75 + 1,7b, \text{ кг/ч}, \\ \bar{Q} &= a + b(P \cdot 10^{-5}), \end{aligned} \quad (10)$$

где  $10 \leq T_\phi \leq 50$  текс,  $1 \cdot 10^5 \leq P \leq 5 \cdot 10^5$  Па,  $2000 \leq m_0 \leq 5000$  нитей.

Таким образом, уравнения (10) позволяют рассчитать испарительную способность сушильных барабанов, а следовательно, по формуле (1) при  $Q = \bar{Q}$  и ско-

рость шлихтования.

В качестве примера рассмотрим определение скорости шлихтования при следующих исходных данных:  $P = 3 \cdot 10^5$  Па;  $T_\phi = 12,5$  текс;  $m_0 = 4000$ ;  $W_1 = 100\%$ ,  $W_2 = 10\%$ . По формулам (10) последовательно находим:  $b = 9,57 + 1,56 \cdot 12,5 - 0,01 \cdot 12,5^2 = 27,56$  кг/(Па·ч);  $a = 75 + 1,7 \cdot 27,56 = 121,852$  кг/ч;  $\bar{Q} = 121,852 + 27,56 (3 \cdot 10^{-5} \cdot 10^5) = 204,532$  кг/ч;  $v = 204,532 \cdot 10^8 / (60 \cdot 4000 \cdot 12,5 \cdot 90) = 75,8$  м/мин.

## ВЫВОДЫ

Полученные расчетные формулы для определения скорости шлихтования хлопчатобумажной пряжи на машине ШБ-11/140 позволяют определить скорость шлихтования, учитывая факторы, от которых зависит испарительная способность.

## ЛИТЕРАТУРА

1. Маховер В.Л. Совершенствование и анализ процессов на шлихтовальных машинах. Книга вторая. – Иваново: ИГТА, 2003.
2. Машина шлихтовальная барабанная ШБ-Л-3М. Паспорт ШБ-Л-3М ПС. Включает исполнения: ШБ-11/140-Л-3М-2; ШБ-11/140-Л-3М-1. – Иваново, 1989.
3. Дружинина Р.Д., Брут-Бруляко А.Б., Иванникова И.М. и др. Льготкачество: Справочник. 3-е изд., перераб. и доп./Под ред. Р.Д. Дружининой. – М.: Легпромбытиздат, 1985.
4. Бронштейн И.Н., Семендяев К.А. Справочник по математике для инженеров и учащихся втузов. – М.: Физматгиз, 1962.

Рекомендована кафедрой ткачества. Поступила 13.05.09.