

ОПТИМИЗАЦИЯ ПАРАМЕТРОВ ЗАПРАВКИ НА КОЛЬЦЕВОЙ ПРЯДИЛЬНОЙ МАШИНЕ

Н.В. СТЕПНОВ, А.С. СМИРНОВ

(Московский государственный текстильный университет им. А.Н.Косыгина)

В условиях производства конкретного хлопкопрядильного предприятия эффективность использования кольцепрядильных машин во многом зависит от высоты H_n намотки пряжи на патрон и диаметра кольца d_k .

Анализируя эффективность работы кольцевой прядильной машины методом причинно-следственных связей [1], было выявлено, что частота вращения веретен n_v , линейная плотность пряжи $T_{пр}$, диаметр прядильного кольца d_k и высота намотки H_n находятся в тесном взаимодействии. В ходе исследования установлено общее (Γ_{ij}) и непосредственное (g_{ij}) влияние каждого из факторов на критерии оптимизации. Вычислен эффект сопутствия ($\Gamma_{ij}-g_{ij}$) как разность между общим и непосредственным влиянием (табл. 1).

Т а б л и ц а 1

Направление связей	Γ_{ij}	g_{ij}	$\Gamma_{ij}-g_{ij}$
1→4	1	0,536	0,464
2→4	1	0	1
3→4	1	1	0
1→3	0,464	0	0,464
2→3	1	1	0

1→2	0,464	0,464	0
-----	-------	-------	---

Анализ табл. 1 показал, что:

1) существует причинно-следственная связь между частотой вращения веретен, линейной плотностью, диаметром кольца и высотой подъема кольцевой планки ($\Gamma_{ij}=1$, $\Gamma_{ij}-g_{ij}=0,464$);

2) непосредственное влияние оказывают друг на друга диаметр кольца и частота вращения веретен ($g_{ij}=1$), диаметр кольца и высота намотки ($g_{ij}=1$);

3) существует косвенное влияние высоты намотки на частоту вращения веретен ($\Gamma_{ij}-g_{ij}=1$), линейной плотности на диаметр кольца ($\Gamma_{ij}-g_{ij}=0,464$);

4) возникает как непосредственное, так и косвенное влияние линейной плотности на частоту вращения веретен ($g_{ij}=0,536$; $\Gamma_{ij}-g_{ij}=0,464$).

Установлено, что данная многофакторная взаимосвязь оказывает существенное влияние на затраты труда, капитальные вложения и себестоимость пряжи. В силу этого необходимо построить математические модели, описывающие связь технологических и экономических параметров.

Математическое моделирование процесса прядения проводилось для пряжи линейных плотностей $T_{пр}=(10 \dots 29)$ текс, при различных диаметрах колец ($d_k=42,45,48,50,55$ мм) и разной высоте намотки на початок $H_n = 200-240$ мм [2].

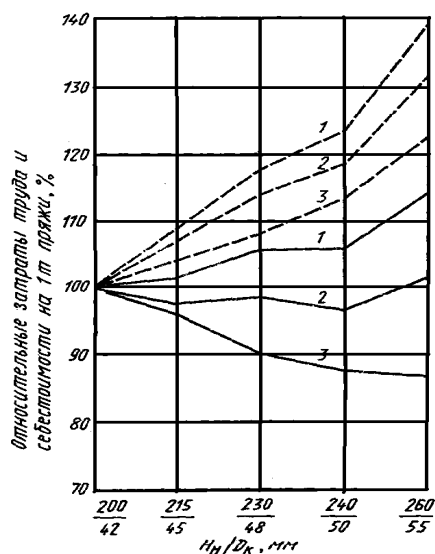


Рис. 1

В ходе аналитического исследования получен график (рис. 1: ---- — относительная себестоимость, %; — — — — относитель-

ные затраты труда, %), показывающий влияние диаметра кольца и высоты намотки на относительные затраты труда и себестоимость на 1 т пряжи, выработанной на кольцевой прядильной машине П-75А для линейных плотностей: 1 — $T_{пр}=10$ текс, 2 — $T_{пр}=18,5$ текс, 3 — $T_{пр}=29$ текс. Относительные затраты труда и себестоимость вырабатываемой пряжи выражались в процентах от аналогичных затрат при использовании машин с параметрами $H_n=200$ мм и $d_k=42$ мм.

Для выбора оптимальных параметров заправки (диаметра прядильного кольца d_k и высоты намотки H_n) использовалась методика математического моделирования [3], позволившая получить регрессионные уравнения, описывающие влияние параметров заправки кольцевой прядильной машины на затраты труда и себестоимость пряжи (табл.2,3).

Таблица 2

Параметры	-1	0	1	I_i
X_1	200	215	230	15
X_2	42	45	48	3

Таблица 3

Линейная плотность, текс	Уравнение	H_n/d_k
10 текс Y - относительная себестоимость Z - относительные затраты труда	$Y=108,6111+2,25x_1+6,5833x_2+0,125 x_1 x_2+0,083 x_1^2+0,0833 x_2^2$ $Z=101,2222+0,6667x_1+1,75x_2+0,25 x_1 x_2+0,1667 x_1^2+0,9167 x_2^2$	200/42
18,5 текс Y - относительная себестоимость Z - относительные затраты труда	$Y=106,0476+1,6428x_1+4,6905x_2+0,125 x_1 x_2+0,2143 x_1^2$ $Z=97,0159-0,3928x_1-1,0953x_2+0,1785 x_1 x_2+0,369 x_1^2+1,0953 x_2^2$	215/45
29 текс Y - относительная себестоимость Z - относительные затраты труда	$Y=103,3333x_1+2,8333x_2+0,125 x_1 x_2$ $Z=95,7778-1,25x_1-3,6667x_2-0,25 x_1 x_2+0,0833 x_1^2+0,6667 x_2^2$	230/48

Опыт работы отечественных предприятий показывает, что на частоту вращения веретен существенное влияние оказывает установка баллоноограничителей [4], [5]. Для исследования этого вопроса использовались известные формулы (1), (3), которые позволили оценить эффективность работы кольцевой прядильной машины с баллоноограничителем и без него.

Без баллоноограничителя:

$$n_0 = \frac{\beta_0 \cdot 3 \cdot 10^4 \sqrt{kp_0}}{\pi \cdot 1,1 H_n K_0}, \quad (1)$$

где n_0 — частота вращения веретен в мин^{-1} ; k — коэффициент, характеризующий отношение натяжения нити в баллоне у бегунка к ее прочности на разрыв; p_0 — относительная разрывная нагрузка одиночной нити, Н/текс; H_n — высота подъема кольцевой планки, м; K_0 — коэффициент, учитывающий аэродинамическое сопротивление; β_0

– коэффициент, характеризующий оптимальную конфигурацию формы прядильного баллона, который имеет выражение:

для хлопкопрядильных машин выведена простейшая зависимость:

$$\beta_0 = 0,0279 N_n / R + 2,4032, \quad (2)$$

где R – радиус кольца, м.

Практически при выработке хлопчатобумажной пряжи средней и большой линейной плотности значением этого коэффициента можно пренебречь.

С баллоноограничителем:

$$n_1 = \frac{\beta_1 \cdot 3 \cdot 10^4 \sqrt{kp_0}}{\pi \cdot 1,1 N_n \psi_0 K_1}, \quad (3)$$

где ψ_0 – коэффициент, характеризующий оптимальное отношение высоты нижнего баллона к общей высоте баллона с кольцевым баллоноограничителем в опасном месте намотки; K_1 – коэффициент запаса устойчивости формы баллона.

Для хлопкопрядильных машин рекомендуется экспериментальное значение $\psi_0 = 0,5$; $K_1 = 1,15$.

Тогда для хлопкопрядильных машин будем иметь:

$$\beta_1 = 0,11 \psi_0 N_n / R + 1,4345. \quad (4)$$

В табл. 4 представлены расчетные данные.

Т а б л и ц а 4

Линейная плотность, текс	Высота подъема кольцевой планки Н, мм	Диаметр кольца d, мм	Частота вращения веретен	
			без баллоноограничителя n_0 , мин ⁻¹	с баллоноограничителем n_1 , мин ⁻¹
10	200	42	11420	15500
15	200	45	11450	15230
20	215	45	10830	14435
25	230	45	10295	13745
29	230	48	10305	13500

ВЫВОДЫ

1. Увеличение диаметра и высоты подъема кольцевой планки повышает относительные затраты труда для пряжи всех линейных плотностей.

2. Интенсивность увеличения относительных затрат повышается с уменьшением линейной плотности пряжи.

3. Увеличение диаметра и высоты намотки снижает относительную себестоимость пряжи для линейных плотностей 18,5 и 29 текс.

4. Использование баллоноограничителей повышает производительность машины до 10% и снижает себестоимость пряжи и затраты труда на 1...2%.

5. Получены математические модели, описывающие характер изменения себестоимости и затрат труда.

ЛИТЕРАТУРА

1. Николаев С.Д. Методы и средства исследования технологических процессов в ткачестве. – М.: МГТУ им. А.Н. Косыгина, 2003.
2. Магницкий А.А., Магницкий Н.А. Оптимальные процессы прядения. – М.: Легкая индустрия, 1979.
3. Севостьянов А.Г. Методы и средства исследования механико-технологических процессов текстильной промышленности: Учебник для вузов текстильной промышленности. – М.: Легкая индустрия, 1980.
4. Холодов Н.К. Определение оптимальной рабочей скорости веретен кольцепрядильной машины // Изв. вузов. Технология текстильной промышленности. – 1985, №2.
5. Холодов Н.К. Методика определения расчетных дифференцированных показателей рабочей скорости веретен кольцепрядильных машин // Труды ВНИИЛтекмаш: Вопросы исследования новых способов прядения и конструирования машин прядильного производства. – М., 1985.