

## ОПТИМИЗАЦИЯ ПРОЦЕССА ИЗГОТОВЛЕНИЯ ТКАНИ С ЭФФЕКТОМ ПЕРЕМЕННОЙ ПЛОТНОСТИ

А.Н. КОНОВ, В.В. КРАСНОСЕЛОВА, В.А. СИНИЦЫН

(Ивановская государственная текстильная академия)

Ткань с эффектом переменной плотности "Лоза" включает орнамент узора, сформированный вертикальными и горизонтальными полосами полотняного переплетения. Плотность расположения нитей основы в уплотненных полосах составляет 432 нити/дм, в разреженных 222 нити/дм. Плотность расположения нитей утка в уплотненных полосах составляет 273 нити/дм, в разреженных 147 нитей/дм. При раппорте узора 100 нитей основы и 28 нитей утка, средняя плотность ткани по ос-

нове 263 нити/дм, а по утку 163 нити/дм. При выработке данной ткани использована основная пряжа линейной плотности 14,3 текс и уточная пряжа 18,5 текс. Уработка нитей основы в ткани 4,6%, а нитей утка 5,0%.

При нормализации процесса изготовления данной ткани на ткацком станке АТПР-100 использовали центральный композиционный ротатбельный эксперимент (ЦКРЭ).

Таблица 1

Факторы	Значения факторов					Интервал варьирования
	$x_i = -1,682$	$x_i = -1$	$x_i = 0$	$x_i = 1$	$x_i = 1,682$	
Величина заступа $X_1$ , мм	17,5	21	26	31	34,5	5
Длина пружины рычага $X_2$ основного регулятора, мм	144,0	144,8	145,9	147,0	147,8	1,1
Расстояние $X_3$ от первой ремизки до первого прутка ламельного прибора, мм	305	325	355	385	405	30

В табл. 1 приведены значения выбранных факторов в натуральных значениях ( $X_i$ ) на пяти кодированных уровнях ( $x_i$ ). Взаимосвязь натуральных и кодированных значений факторов определяли по формуле [1]:

$$X_i = X_{oi} + x_i I_i, \quad (1)$$

где  $X_{oi}$ ,  $I_i$  – натуральное значение основного уровня  $i$ -го фактора и его интервал варьирования.

Исследования [2] показывают, что при изготовлении тканей с переменной плотностью расположения нитей утка оценить

напряженность процесса их изготовления можно по характеру изменения натяжения нитей основы при наработке разреженной по утку полосы тканого изделия. Поэтому при проведении эксперимента в качестве выходных параметров принято среднее натяжение нитей основы в раппорте узора ткани по основе при формировании середины разреженной по утку полосы ткани в момент заступа ( $F_{cp,z}^p = Y_{U1}$ ), при максимальном раскрытии (первая ремиза вверху) зева ( $F_{cp,zев}^p = Y_{U2}$ ) и при переднем положении берда ( $F_{cp,пр}^p = Y_{U3}$ ). В рабочей

матрице (табл. 2) приведены результаты исследования натяжения  $Y_{ui}$  нитей основы при выработке ткани "Лоза".

Искомыми выражениями проведенного эксперимента являются полиномы второго порядка:

$$Y_{R1} = 24,746 + 0,412x_1 + 1,395x_2 - 0,45x_3 - 0,163x_1x_2 - 0,313x_1x_3 - 0,563x_2x_3 - 0,632x_1^2 - 0,119x_2^2 - 0,809x_3^2, \quad (2)$$

$$Y_{R2} = 28,820 + 0,235x_1 + 1,425x_2 - 0,65x_3 - 0,125x_1x_2 - 0,40x_1x_3 - 0,975x_2x_3 - 0,607x_1^2 + 0,648x_2^2 - 0,908x_3^2, \quad (3)$$

$$Y_{R3} = 27,611 + 0,131x_1 + 1,286x_2 - 0,278x_3 - 0,037x_1x_2 - 0,688x_1x_3 - 1,038x_2x_3 - 0,742x_1^2 + 0,177x_2^2 - 0,955x_3^2. \quad (4)$$

По формулам (2...4) вычислены расчетные значения выходных параметров  $Y_{Rui}$  (табл. 2). Для определения значимости коэффициентов регрессии использовали критерий Стьюдента, а при проверке гипотезы об адекватности полученных моделей – критерий Фишера.

В связи с тем, что при формировании разреженной по утку полосы ткани наибольшее значение принимает натяжение основных нитей от процесса зевобразования при максимальном раскрытии зева, оптимизация процесса изготовления ткани

"Лоза" проведена по минимальному значению данного параметра.

С помощью табл.2 определено минимальное расчетное значение натяжения нитей основы от процесса зевобразования:  $Y_{m2} = 25,160$  Н (п.13). Кодированные значения факторов при этом:  $x_1=0$ ;  $x_2=0$ ;  $x_3=1,682$ , а натуральные их значения  $X_1=26$  мм;  $X_2=145,9$  мм и  $X_3=405$  мм.

Подставив кодированное значение фактора  $x_3=1,682$  в уравнение (3), получим зависимость

$$Y_{m2} = 25,158 - 0,439x_1 - 0,215x_2 - 0,125x_1x_2 - 0,607x_1^2 + 0,648x_2^2. \quad (5)$$

Определим частные производные уравнения (5) по  $x_1$  и  $x_2$  и запишем систему уравнений:

$$\begin{cases} \frac{\partial F(x)}{\partial x_1} = -0,438 - 0,125x_2 - 1,214x_1 = 0, \\ \frac{\partial F(x)}{\partial x_2} = -0,215 - 0,125x_1 + 1,296x_2 = 0. \end{cases} \quad (6)$$

Решением данной системы уравнений являются  $x_1=-0,340$  и  $x_2=-0,199$ .

Подставляя полученные значения  $x_1$  и  $x_2$  в (5), получаем

$$Y_{m2} = 25,158 - 0,439(-0,340) - 0,215(-0,199) - 0,125(-0,340)(-0,199) - 0,607(-0,340)^2 + 0,648(-0,199)^2 = 25,297, \text{ Н.}$$

Вычислим натуральные значения факторов  $X_1$  и  $X_2$  по формуле (1):

$$X_1 = 26 - 0,340 \cdot 5 = 24,3, \text{ мм,}$$

$$X_2 = 145,9 - 0,199 \cdot 1,1 = 145,7, \text{ мм.}$$

При исследовании обрывности нитей основы при базовом и расчетном вариантах наработка ткани в условиях лаборатории ткачества Ивановского промышленно-экономического колледжа составила по 20 м в каждом случае. Все параметры зап-

Таблица 2

№ п/п	Кодированные значения факторов													Y <sub>u1</sub>	Y <sub>ru1</sub>	Y <sub>u2</sub>	Y <sub>ru2</sub>	Y <sub>u3</sub>	Y <sub>ru3</sub>
	X <sub>0</sub>	X <sub>1</sub>	X <sub>2</sub>	X <sub>3</sub>	X <sub>1</sub> <sup>2</sup>	X <sub>2</sub> <sup>2</sup>	X <sub>3</sub> <sup>2</sup>	X <sub>1</sub> *X <sub>2</sub>	X <sub>1</sub> *X <sub>3</sub>	X <sub>2</sub> *X <sub>3</sub>									
1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	23,000	23,504	26,900	27,464	25,400	25,467	
2	1	1	1	-1	1	1	1	1	1	-1	-1	-1	26,900	26,156	32,600	31,512	29,800	29,475	
3	1	1	-1	1	1	1	1	1	-1	1	-1	-1	21,100	22,166	26,900	26,814	24,000	25,045	
4	1	1	-1	-1	1	1	1	1	-1	-1	1	1	21,100	22,566	26,900	26,962	24,500	24,901	
5	1	-1	1	1	1	1	1	1	-1	-1	-1	1	24,000	23,632	27,500	28,044	25,900	26,655	
6	1	-1	1	-1	1	1	1	1	-1	1	-1	-1	25,000	25,032	29,800	30,492	27,800	27,911	
7	1	-1	-1	1	1	1	1	1	1	-1	-1	-1	19,800	21,642	25,200	26,894	24,600	26,085	
8	1	-1	-1	-1	1	1	1	1	1	1	1	1	20,200	20,790	25,400	25,442	22,100	23,189	
9	1	1,682	0	0	2,829	0	0	2,829	0	0	0	0	24,500	23,651	26,900	27,498	25,900	25,732	
10	1	-1,682	0	0	2,829	0	0	2,829	0	0	0	0	23,000	22,265	28,200	26,707	26,800	25,291	
11	1	0	1,682	0	0	2,8291	0	0	2,8291	0	0	0	25,900	24,409	33,200	30,653	30,100	28,112	
12	1	0	-1,682	0	0	2,8291	0	0	2,8291	0	0	0	24,500	24,409	29,000	30,653	27,800	28,112	
13	1	0	0	1,682	0	0	2,8291	0	0	2,8291	0	0	23,000	21,700	26,500	25,160	25,900	24,442	
14	1	0	0	-1,682	0	0	2,8291	0	0	2,8291	0	0	23,500	23,214	26,900	27,343	25,600	25,377	
15	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	25,000	24,746	28,800	28,820	27,800	27,611	
16	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	24,500	24,746	28,300	28,820	27,400	27,611	
17	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	25,400	24,746	28,000	28,820	26,900	27,611	
18	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	24,000	24,746	28,300	28,820	28,300	27,611	
19	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	25,500	24,746	29,800	28,820	28,300	27,611	
20	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	24,000	24,746	29,800	28,820	26,900	27,611	

равки станка АТПР-100-4, кроме варьируемых факторов, оставались неизменными.

Экспериментальные исследования показали, что обрывность нитей основы в базовом варианте равнялась 0,14, а в расчетном 0,11 обрыва на метр. На основании проведенных исследований в качестве оптимального принят расчетный вариант: величина заступа 24,3 мм; длина пружины рычага основного регулятора 145,7 мм; расстояние от первой ремизки до первого прутка ламельного прибора 405 мм.

## ВЫВОДЫ

1. На основе ЦКРЭ получены адекватные регрессионные уравнения, описывающие изменение натяжения нитей основы в момент заступа, максимального раскрытия зева и прибора от трех факторов: величины заступа, длины пружины рычага основного

регулятора и расстояния от первой ремизки до первого прутка ламельного прибора.

2. Определены оптимальные параметры заправки станка АТПР-100-4 при выработке ткани "Лоза": величина заступа 24 мм; длина пружины рычага основного регулятора 145,7 мм; расстояние от первой ремизки до первого прутка ламельного прибора 405 мм.

## ЛИТЕРАТУРА

1. Севостьянов А.Г. Методы и средства исследования механико-технологических процессов текстильной промышленности. – М.: Легкая индустрия, 1980.

2. Сеницын В.А. Разработка теоретических основ проектирования узорчатых тканей с переменной плотностью, технологий и средств их изготовления: Дис. ... докт. техн. наук. – Иваново, 1998.

Рекомендована кафедрой ткачества. Поступила 07.12.01.