

УДК 677.024

## **ОПТИМИЗАЦИЯ ПРОЦЕССА ИЗГОТОВЛЕНИЯ ТКАНИ КОМБИНИРОВАННОГО ПЕРЕПЛЕТЕНИЯ С ЭФФЕКТОМ ПЕРЕМЕННОЙ ПЛОТНОСТИ\***

*С.М. КУЗНЕЦОВА*

**(Ивановская государственная текстильная академия)**

В процессе подготовки к выработке тканей комбинированных переплетений, включающих элементы репсов и полурепсов [1], возникают определенные трудности при выборе их параметров заправки и изготовления. Для анализа технологических процессов широко применяются математические методы планирования эксперимента, позволяющие получить математическую модель объекта исследования, оценить степень влияния входных факторов и осуществить оптимизацию процесса.

При оптимизации процесса изготовления ткани с эффектом переменной плотности по основе в продольном и по утку в поперечном направлениях (линейная плотность нитей основы и утка 29 текс; плотность ткани по основе 218 и по утку 240 нитей/дм; уработка основы 7,7 и утка 3,1%; переплетение на базе основного репса 2/2 и основного полурепса 3/1) на ткацком станке СТБ1-180 использовали

\* Работа выполнена под руководством проф., докт. техн. наук Сеницына В.А.

Таблица 1

Факторы	Уровни факторов					Интервал варьирования $J_i$
	$x_i=-1,682$	$x_i=-1$	$x_i=0$	$x_i=1$	$x_i=1,682$	
Величина заступа $X_1$ , мм	7	10	15	20	22	5
Длина пружины основного регулятора $X_2$ , мм	252,5	275,1	263,8	270,5	275,1	6,7
Расстояние от первой ремизки до центра первого прутка ламельного прибора $X_3$ , мм	240	260	290	320	340	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 [2]:

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

где  $X_i$ ,  $X_{oi}$  – натуральное значение  $i$ -го фактора и его основного уровня;  $x_i$  и  $J_i$  –

кодированное значение и интервал варьирования  $i$ -го фактора.

В качестве критерия оптимизации принята обрывность нитей основы при формировании ткани с эффектом переменной плотности, приходящаяся на один погонный метр тканого изделия.

В рабочей матрице РЦКЭ (табл.2) приведены экспериментальные  $Y_u$  значения обрывности нитей основы при выработке данной ткани.

Таблица 2

№ п/п	Кодированные значения										$Y_u$	$Y_{Ru}$
	$x_0$	$x_1$	$x_2$	$x_3$	$x_1^2$	$x_2^2$	$x_3^2$	$x_1 x_2$	$x_1 x_3$	$x_2 x_3$		
1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0,24	0,256
2	1	1	1	-1	1	1	1	1	-1	-1	0,35	0,353
3	1	1	-1	1	1	1	1	-1	1	-1	0,275	0,268
4	1	1	-1	-1	1	1	1	-1	-1	1	0,365	0,371
5	1	-1	1	1	1	1	1	-1	-1	1	0,375	0,378
6	1	-1	1	-1	1	1	1	-1	-1	-1	0,38	0,396
7	1	-1	-1	1	1	1	1	1	1	-1	0,29	0,296
8	1	-1	-1	-1	1	1	1	1	-1	1	0,325	0,318
9	1	1,682	0	0	2,83	0	0	0	0	0	0,33	0,323
10	1	-1,682	0	0	2,83	0	0	0	0	0	0,39	0,383
11	1	0	1,682	0	0	2,83	0	0	0	0	0,36	0,341
12	1	0	-1,682	0	0	2,83	0	0	0	0	0,28	0,286
13	1	0	0	1,682	0	0	2,83	0	0	0	0,27	0,263
14	1	0	0	-1,682	0	0	2,83	0	0	0	0,37	0,363
15	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,265	0,273
16	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,28	0,273
17	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,295	0,273
18	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,27	0,273
19	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,255	0,273
20	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,275	0,273

Искомым выражением результатов проведенного эксперимента является

полином второго порядка:

$$Y_R = 0,27328 - 0,01764x_1 + 0,01644x_2 - 0,02988x_3 - 0,02375x_1x_2 - 0,02x_1x_3 - 0,00125x_2x_3 + 0,0282x_1^2 + 0,01409x_2^2 + 0,01409x_3^2. \quad (2)$$

В соответствии с полученным уравнением вычислены расчетные значения выходного параметра  $Y_{Ru}$  (табл.2). Для определения значимости коэффициентов регрессии использовали критерий Стьюдента, а при проверке гипотезы об адекватности полученной модели – критерий Фишера.

При нахождении оптимальных значений факторов выполнен анализ регресси-

онного уравнения (2) с помощью частных производных.

Анализ результатов табл.2 показывает, что минимальное фактическое и расчетное значения обрывности нитей основы соответствуют опыту №1, при котором фактор  $X_3$  имеет кодированное значение, равное 1.

При этом условии уравнение (2) принимает вид:

$$Y_R = 0,25479 - 0,03764x_1 + 0,01769x_2 - 0,02375x_1x_2 + 0,0282x_1^2 + 0,01409x_2^2. \quad (3)$$

Взяв частные производные  $\frac{\partial Y}{\partial x_1}$  и  $\frac{\partial Y}{\partial x_2}$

от этого выражения и приравняв их к нулю, получим систему

$$\begin{cases} -0,03764 - 0,02375x_2 + 0,0564x_1 = 0, \\ 0,01769 - 0,02375x_1 + 0,02818x_2 = 0, \end{cases} \quad (4)$$

$$X_1 = X_{01} + x_1 Y_1 = 15 + 0,6248 \cdot 5 = 18,1,$$

$$X_2 = X_{02} + x_2 Y_2 = 263,8 - 0,1011 \cdot 6,7 = 263,1,$$

$$X_3 = X_{03} + x_3 Y_3 = 290 + 1 \cdot 30 = 320.$$

При проведении повторного эксперимента на ткацком станке выставлены следующие значения факторов:  $X_1 = 18$  мм;  $X_2 = 263,1$  мм;  $X_3 = 320$  мм. Обрывность нитей основы при этом составила 0,235 обр/м.

Таким образом, анализ полученной регрессионной модели с помощью частных производных позволил выявить оптимальные параметры изготовления ткани с эффектом переменной плотности по основе в продольном и по утку в поперечном направлении:

– величина заступа 18 мм;

решением которой являются величины

$$x_1 = 0,6248 \quad \text{и} \quad x_2 = -0,1011.$$

Имея в виду, что  $x_3 = 1$ , по формуле (1) вычислим окончательные значения факторов в их натуральном выражении, мм:

– длина пружины основного регулятора 263,1 мм;

– расстояние от первой ремизки до переднего прутка ламельного прибора 320 мм.

Установка оптимальных параметров заправки ткацкого станка СТБ1 – 180 при формировании данной ткани обеспечила снижение обрывности нитей основы с 0,300 до 0,235 обр/мин, то есть на 21,7% по сравнению с базовым вариантом.

## ВЫВОДЫ

1. Получено регрессионное уравнение, описывающее изменение обрывности ни-

тей основы при формировании ткани комбинированного переплетения с эффектом переменной плотности по основе в продольном и по утку в поперечном направлениях.

2. Определены оптимальные параметры изготовления узорчатой ткани на станке СТБ1 -180.

## ЛИТЕРАТУРА

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

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

Рекомендована кафедрой ткачества. Поступила 03.12.01.

---