

А. Ф. Капитанов, Г. И. Знова

ОПТИМИЗАЦИЯ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ПАРАМЕТРОВ РОВНИЧНЫХ И ПРЯДИЛЬНЫХ МАШИН ХЛОПКОПРЯДИЛЬНОГО ПРОИЗВОДСТВА ПРИ ВЫРАБОТКЕ ТРИКОТАЖНОЙ ПРЯЖИ

Регламентированные технологические режимы носят ориентировочный характер в силу различия условий работы отдельных хлопкопрядильных предприятий, в связи с чем последние систематически работают над поиском заправочных параметров оборудования.

Для решения этой задачи в условиях Гродненской хлопкопрядильной фабрики МЛП БССР был применен метод круглого восхождения по поверхности отклика. Математические методы планирования эксперимента ранее применялись в работах [1, 2].

В качестве объектов оптимизации были избраны: прядильная машина П-66-5м и ровничная Р-168-3. Работа проводилась в два этапа: I — оптимизация параметров прядильной машины; II — оптимизация параметров на ровничной машине.

Неизменными условиями опыта являлись: 1) сырье — сортировка вторая, гребенная; 2) параметры технологии (кроме ровничной и прядильной машины); 3) толщина пряжи $T=11,5$ текс (№ 85) и коэффициент крутки пряжи ($\alpha = \text{const}$); 4) температурно-влажностный режим.

На первом этапе работы в качестве критерия оптимизации использовалась прочность пряжи, на стадии проверки оптимума — неровнота по прочности и обрывность на 1000 вер/ч.

Методика определения этих показателей обеспечи-

вала наличие статистического различия по показателю прочности нити — на протяжении всего эксперимента, а по неровноте и обрывности — на стадии проверки оптимума.

Регулируемые параметры и уровни варьирования представлены в табл. 1.

Таблица 1

Уровень	Кодовое обозначение	X_1 (номер шаблона)	X_2	X_3	X_4
Основной	0	10	2,2	24,75	59,35
Интервал варьирования	E	2	0,4	3,5	6,85
Верхний	+1	12	2,6	28,33	66,2
Нижний	-1	8	1,8	21,25	52,5

Примечание. X_1 — разводка в задней зоне вытяжного прибора; X_2 — частная вытяжка в задней зоне вытяжного прибора ВР-2; X_3 — общая вытяжка в вытяжном приборе; X_4 — крутка ровницы.

В плане эксперимента на прядильной машине принято, что

$$X_4 = X_1 X_2 X_3,$$

т.е. имеем неполный факторный эксперимент типа 2^{4-1} .

Рабочая матрица и результаты испытаний пряжи по прочности представлены в табл. 2.

Расчет коэффициентов регрессии [2] дал следующие результаты: $b_0 = 178,4$; $b_1 = -0,31$; $b_2 = 6,8$; $b_3 = -0,18$; $b_4 = 1,5$.

Величина ошибки при определении коэффициента В регрессии составила 1,74. В соответствии с этим для нахождения оптимума в расчет принимались факторы $b_2 = 6,8 > 1,74$ и $b_4 = 1,5$.

В соответствии с методом [2] для поиска оптимума было рассчитано шесть мысленных опытов. В производственных условиях были реализованы два варианта заправки машин:

$$X_1 = 10; X_2 = 2,0; X_3 = 24,28; X_4 = 60,8;$$

$$X_1 = 10; \quad X_2 = 1,8; \quad X_3 = 24,28; \quad X_4 = 66,2.$$

Таблица 2

Номер опыта	X_1	X_2	X_3	X_4	Прочность одиночной нити, гс
0	10	2,2	24,28	60,8	168,0
1	8	1,8	21,25	52,5	182,5
2	12	1,8	21,25	66,2	197,0
3	8	2,6	21,25	66,2	176,5
4	12	2,6	21,25	52,5	158,5
5	8	1,8	28,33	66,2	175,0
6	12	1,8	28,33	52,5	186,5
7	8	2,6	28,33	52,5	181,0
8	12	2,6	28,33	66,2	169,0

Примечание. Нулевые уровни факторов X_3 , X_4 отличались от запланированных (табл. 1) ввиду невозможности их установки без изменений в конструкции машины.

Результаты второго варианта были значительно лучше фабричных как по прочности, так по неровноте и обрывности.

В соответствии с этим за оптимальный вариант приняты параметры заправки прядильной машины, соответствующие второму опыту, которые оставались постоянными на втором этапе эксперимента¹. В качестве критерия оптимизации ровничной машины также использовалась прочность пряжи, а при оптимальном варианте заправки ровничной и прядильной машин определялись неровнота по прочности одиночной нити и обрывность на прядильной машине.

Регулируемые параметры и уровни варьирования представлены в табл. 3.

¹ Ввиду неизвестности фактора X_1 в дальнейших опытах принято $X_1 = 8$.

Таблица 3

Уровень	Кодовые обозначения	X_1 (номер блона) ша-	X_2 (номер шаблонна)	X_3
Основной	0	7	11	2,3
Интервал варьирования	E	2	3	1
Верхний	+1	9	14	3,3
Нижний	-1	5	8	1,3

Примечание. X_1 — разводка в вытяжном приборе между первым и вторым цилиндрами; X_2 — разводка в вытяжном приборе между третьим и четвертым цилиндрами; X_3 — соотношение частных вытяжек.

План полного факторного эксперимента типа 2^3 и результаты испытаний прочности пряжи, получаемой из ровницы соответствующих вариантов при ранее найденной оптимальной заправке машины, представлены в табл. 4.

Таблица 4

Номер опыта	X_1	X_2	X_3	Прочность одиночной нити, гс
0	7	11	2,3	182,5
1	9	14	3,3	166,0
2	5	14	3,3	179,5
3	9	8	3,3	159,0
4	5	8	3,3	183,0
5	9	14	1,3	181,5
6	5	14	1,3	190,0
7	9	8	1,3	184,5
8	5	8	1,3	187,5

Расчет коэффициентов регрессии дал следующие результаты: $b_0=178,9$; $b_1=-6,19$; $b_2=0,31$; $b_3=-6,93$.
В связи с тем, что рассчитанная ошибка коэффи-

коэффициентов регрессии составила 1,8, значимыми факторами признаны X_1 и X_3 , так как $6,19 > 1,8$; $6,93 > 1,8$.

В соответствии с методом [2] рассчитывались мысленные опыты, из числа которых был реализован опыт с параметрами заправки ровничной машины:

$$X_1 = 5; X_2 = 11; X_3 = 1,4.$$

Установка этих параметров на машине позволила получить следующие результаты (табл. 5).

Таблица 5

Показатели	Обычный вариант заправки, %	Найденный вариант заправки, %
Средняя прочность одиночной нити	100	109
Средняя неровнота по прочности одиночной нити	100	90
Обрывность на 1000 ьер-ч на прядильных машинах	100	67

Сравнение результатов проводилось по двум сторонам одной и той же прядильной машины, заправленной по обычному и найденному режимам, причем неизменно найденный режим давал лучшие результаты, чем обычный.

Проведенный эксперимент позволяет рекомендовать следующие заправочные параметры машин при выработке пряжи $T=11,5$ текс (№ 85) для трикотажа (табл. 6).

Таблица 6

Машина	Параметры заправки	Заправка Гродненской ХПФ	Рекомендуемая заправка
Прядильная	Разводка в задней зоне вытяжного прибора, номер шаблона	8	8
	Частная вытяжка в задней зоне вытяжного прибора	2,54	1,8
	Общая вытяжка в вытяжном приборе	24,28	24,28
Ровничная	Крутка ровницы, кр/м	60,8	66,2
	Разводка в вытяжном приборе между I и II цилиндрами, номер шаблона	7	5
	Разводка в вытяжном приборе между III и IV цилиндрами, номер шаблона	11	11
	Соотношение частных вытяжек	1,97	1,4

В ы в о д ы

Примененный метод крутого восхождения по поверхности отклика является эффективным средством поиска оптимального режима оборудования и может с успехом применяться не только для существующей техники и технологии, но и при внедрении нового оборудования и сырья.

Найденные заправочные параметры позволяют улучшить физико-механические свойства пряжи и снизить обрывность на 33 %, что дает экономический эффект 18,5 руб. на 1 т пряжи.

Л и т е р а т у р а

1. Тихомиров В.Б. Математические методы планирования эксперимента при изучении нетканых материалов. М., 1968.
2. Налимов В.В., Чернова Н. А. Статистические методы планирования экстремальных экспериментов. М., 1965.