

ОПТИМИЗАЦИЯ ПРОЦЕССА ФОРМИРОВАНИЯ ТКАНИ БАЛЛИСТИЧЕСКОГО НАЗНАЧЕНИЯ ИЗ АРАМИДНЫХ НИТЕЙ НА СТАНКЕ DORNIER С ЦЕЛЬЮ ПОВЫШЕНИЯ ЕЕ БРОНЕЗАЩИТНЫХ СВОЙСТВ

О.Е. ЧЕРНЯЕВА, Т.Ю. КАРЕВА

(Ивановская государственная текстильная академия)

E-mail: info@igta.ru

Получена математическая модель, характеризующая влияние параметров натяжения основных нитей и момента заступа на баллистические свойства ткани, на основании которой выявлено, что наилучшие результаты баллистических испытаний по проверке защитных свойств ткани получены при установке максимальных параметров натяжения основы и момента заступа.

The mathematical model characterizing influence of basic threads tension and the moment of spade on the fabric ballistic properties parameters is received, on the basis of which it is revealed that the best results of the ballistic tests for the fabric protective properties are drawn by setting maximum parameters of the warp tension and the spade moment.

Ключевые слова: рисунок переплетения, математическая модель, арамидная нить, натяжение основных нитей, положение заступа, баллистические свойства ткани.

В настоящее время на рынке текстильной промышленности появляется оборудование, оснащенное компьютерной техникой, способное стремительно реагировать на изменения ассортимента перерабатываемого сырья и выпускаемой продукции. Ярким представителем такого оборудования может служить ткацкий рапирный станок фирмы DORNIER. Он удобен в эксплуатации и обеспечивает быстрый переход на выпуск новых артикулов ткани. Станок отвечает самым высоким требованиям, имеет возможность переработки самых различных видов и линейных плотностей пряжи – от синтетических тончайших 7 денье до более грубых комплексных нитей 220 текс, а также самой грубой фасонной пряжи линейной плотностью 333 текс. Одновременная прокладка нескольких уточин позволяет получать новые рисунки переплетения. На станке возможно любое чередование 12 цветов или видов уточин, а в отдельных случаях (при выработке жаккардовых тканей) – до 16 цветов. Станок приспособлен к производству самых раз-

нообразных видов тканей: ткани для автомобильных предохранительных мешков, высокоплотные тентовые ткани и маркизеты из хлопчатобумажной, льняной и акриловой нити, парусина, фильтровальные ткани из натуральных и синтетических волокон, ситовые ткани из синтетических моноситей и металлической проволоки, сетчатые ткани, однослойные транспортные ткани, многослойные, пуленепробиваемые ткани, ткани для применения в электронике из стеклянной нити или ровницы из волокон ароматического полиамида, декоративные и обивочные ткани из стеклянной пряжи, а также многие другие ткани.

Для выявления оптимальных заправочных параметров выработки ткани баллистического назначения из арамидных нитей на станках DORNIER были проведены экспериментальные исследования методом факторного эксперимента. Параметры заправки исследуемой ткани в момент проведения экспериментов приведены в табл. 1.

Таблица 1

Наименование параметра	Значение
Ширина заправки ткани по берду, см	99,53
Плотность ткани по основе, нит/см	25,5
Плотность ткани по утку, нит/см	26,5
Номер берда, зуб/1см	85
Уработка ткани по основе, %	13
Уработка ткани по утку, %	1

Таблица 2

Факторы	Уровни факторов			Интервал варьирования J_i
	-1	0	+1	
Натяжение основных нитей X_1 , сН/текс	40	45	50	5
Положение заступа X_2 , град	330	345	355	15

Уровни и интервалы варьирования факторов приведены в табл. 2.

За центр эксперимента был принят технологический режим, установленный на предприятии исходя из опыта производства данных тканей. В качестве варьируемых факторов были приняты натяжение основных нитей и положение заступа, как наиболее значимые технологические параметры, оказывающие наибольшее влияние на напряженность процесса формирования

ткани на ткацком станке согласно исследованиям, ранее проводимым другими авторами. В качестве критерия оптимизации – результаты баллистических испытаний по проверке защитных свойств сформированной ткани, а именно скорость пули при пробивании пакета ткани [1]. Матрица планирования эксперимента и результаты баллистических испытаний приведены в табл. 3.

Таблица 3

№ опыта	Рандомизированный порядок опытов	Значение факторов				Значения выходного параметра Y_{ju} в повторных опытах, сН/текс														
		кодированные		натуральные																
		x_1	x_2	X_1	X_2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
1	3	+	+	50	355	573	559	580	570	570	557	573	545	557	563	549	542	548	532	525
2	4	-	+	40	355	538	539	526	539	554	548	548	554	562	539	546	557	559	538	552
3	2	+	-	50	330	546	526	536	509	545	554	528	521	548	515	522	535	557	540	504
4	1	-	-	40	330	532	552	528	535	478	540	528	494	502	540	546	525	519	552	529
№ опыта	Рандомизированный порядок опытов	Значение факторов				Значения выходного параметра Y_{ju} в повторных опытах, сН/текс					\bar{Y}_j	$S_j^2\{Y\}$	Y_{Rj}							
		кодированные		натуральные																
		x_1	x_2	X_1	X_2	16	17	18	19	20										
1	3	+	+	50	355	539	524	535	522	535	549,9	325,25	582,75							
2	4	-	+	40	355	535	521	538	525	514	541,6	172,67	556,75							
3	2	+	-	50	330	511	526	533	556	530	532,1	250,09	518,75							
4	1	-	-	40	330	536	536	518	525	533	527,4	342,46	492,75							
										$\sum_{j=1}^N$	2151,0	1090,47								

Минимальный показатель натяжения нитей основы выбирался с учетом того,

что при меньшем показателе натяжения наблюдалась затруднительная выработка

ткани: повышенная мшеность основных нитей в зоне зевобразования, шишковатая поверхность выработанной ткани, вследствие чего наблюдалась высокая обрывность основных нитей и пониженная производительность ткацкого станка. При установке натяжения более 50 сН/текс основные нити, не выдерживая нагрузки, лопались. Таким образом, запредельные показатели натяжения основных нитей из обработки эксперимента, как технологически нерациональные, были исключены. Момент заступа 345° – параметр, рекомендованный фирмой при монтаже. Моменты заступа 330 и 355° –соответственно минимальный и максимальный параметры согласно техническим характеристикам ткацкого станка.

Методика проведения статистической обработки экспериментальных данных широко известна, поэтому мы полностью ее здесь не приводим. В результате проведенных расчетов было получено, что эксперимент воспроизводим.

Рассчитаем коэффициенты математической модели по формулам:

$$b_0 = \left(\sum_{j=1}^N \bar{Y}_j \right) / N, \quad (1)$$

$$b_i = \left(\sum_{j=1}^N x_{ij} \bar{Y}_j \right) / N, \quad (2)$$

$$b_{ij} = \left(\sum_{j=1}^N x_{ij} x_{ij} \bar{Y}_j \right) / N. \quad (3)$$

В нашем случае

$$b_0 = 537,75; \quad b_1 = 13; \quad b_{12} = 3,6.$$

Записываем предварительный вид математической модели:

$$Y = 537,75 + 13x_1 + 32x_2 + 3,6x_1x_2.$$

Проверим значимость коэффициентов полученной модели. Для этого определим дисперсию коэффициентов регрессии по формулам:

$$S^2 \{b_i\} = \frac{S^2 \{Y\}}{m'N}, \quad (4)$$

$$S \{b_i\} = \sqrt{S^2 \{b_i\}}, \quad (5)$$

$$S^2 \{b_i\} = 3,4,$$

$$S \{b_i\} = 1,8.$$

Найдем расчетное значение критерия Стьюдента:

$$t_{Ri} = \frac{|b_i|}{S \{b_i\}}, \quad (6)$$

$$t_{R0} = 298,75, \quad t_{R1} = 7,22,$$

$$t_{R2} = 17,77, \quad t_{R12} = 2.$$

Согласно [2] при $P_d=0,95$; $k=f=76$ находим табличное значение критерия Стьюдента: $t_r=1,99$. Так как $t_{R0} > t_r$, $t_{R1} > t_r$, $t_{R2} > t_r$, $t_{R12} > t_r$, то все коэффициенты математической модели являются статистически значимыми. Таким образом, окончательный вид математической модели, где факторы имеют кодированные значения, примет следующий вид:

$$Y = 537,75 + 13x_1 + 32x_2 + 3,6x_1x_2.$$

График данной математической модели представлен на рис. 1.

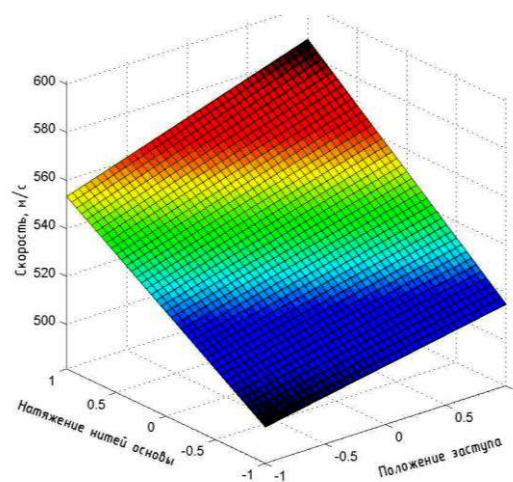


Рис. 1

ВЫВОДЫ

1. Методом факторного эксперимента проведен анализ зависимости баллистических свойств арамидной ткани, выработанной на станках DORNIER, от установленного на станке натяжения основных нитей и момента заступа.

2. Получена математическая модель, характеризующая влияние параметров натяжения основных нитей и момента заступа на баллистические свойства ткани.

3. Наилучшие результаты баллистических испытаний по проверке защитных свойств ткани получены при установке

максимальных параметров натяжения основы и момента заступа.

ЛИТЕРАТУРА

1. Григорян В.А., Кобылкин И.Ф., Маринин В.М., Чистяков Е.Н. Материалы и защитные структуры для локального и индивидуального бронирования. – М, 2008.

2. Маховер В.Л. Применение математико-статистических методов исследования в ткацком производстве. – Иваново, 1993.

Рекомендована кафедрой проектирования текстильных изделий. Поступила 21.12.09.
