

УДК 677.489:658.62.018

## **РАЗРАБОТКА МЕТОДИКИ ПРОЕКТИРОВАНИЯ КАЧЕСТВА СМЕСИ РАЗЛИЧНЫХ ВИДОВ ВОЛОКОН**

*А.Ю. МАТРОХИН, Н.В. БУТОРИНА, Б.Н. ГУСЕВ*

**(Ивановская государственная текстильная академия, ЗАО ФПК “Чайковский текстильный дом”)**

Основным сырьем для хлопчатобумажной промышленности служат хлопковые и химические волокна, перерабатываемые совместно в различных сочетаниях. Теоретические основы составления смесей в хлопкопрядильном производстве заложены проф. А.Г.Севостьяновым [1], где проектирование и оценивание смеси волокон проводили отдельно по каждому простому свойству с учетом одного или нескольких единичных показателей. Недостаток данного метода заключается в разрозненном использовании показателей свойств волокон, которое не дает представления о качестве смеси волокон, как о единой совокупности ее свойств.

Согласно исследованию [2] оптимизацию состава смеси волокон следует проводить с использованием эмпирических зависимостей показателя прочности смешанной пряжи от показателей основных свойств волокон.

Данные выражения учитывают совместное влияние основных свойств волокон на прочность пряжи, тем не менее, один прогнозируемый показатель (разрывная нагрузка) не может в полной мере охарактеризовать качество пряжи. Анализ известных работ по проектированию качества смеси волокон позволил прийти к выводу о необходимости применения методов квалиметрии [3] для комплексного реше-

ния изучаемой нами проблемы.

На первом этапе проведен анализ информации о применяемых в текстильной промышленности вариантах смешивания химических волокон с хлопковыми. В результате сформирована матрица возможных вариантов двухкомпонентных смесей

(табл.1), которая позволит производителю на начальном этапе проектирования выбрать вид химических волокон и ориентировочную долю их вложения, руководствуясь предпочтениями потребителей данной продукции.

Таблица 1

Доля химического волокна, %	Вид химического штапельного волокна					
	полинозное, 0,13; 0,17 текс	сиблоновое, 0,13; 0,17 текс	вискозное, 0,17 текс	ПЭ, 0,17; 0,33 текс	полиамидное, 0,17 текс	ПАН, 0,33; 0,22 текс
менее 10		×	×			
15					×	
15...20				×	×	
20...30			×		×	
25...33				×		
30			×			
33	×	×	×	×		
33...45		×				
45	×	×		×		×
50	×	×	×	×		
33...67				×		
45...67				×		
67				×		
более 67			×			

На втором этапе проектирования осуществляли корректировку предварительно выбранной доли химических и хлопковых волокон на основе комплексного показателя качества смеси волокон, учитывающего основные технологические свойства последних.

При построении комплексного показателя качества предварительно выбирали перечень простых свойств и соответствующих им количественных показателей. При этом основной акцент делали на гармонизации единичных показателей, представленных в [4] и [5].

Рассматривали два варианта формирования комплекса единичных показателей. В одном случае предусматривалось использование всех нормируемых единичных показателей по каждому компоненту смеси отдельно, в другом – использование единого перечня показателей.

В конечном итоге был выбран второй вариант, представленный в табл. 2, положительной стороной которого является гармоничное сочетание показателей, характерных как для хлопкового, так и для химического компонентов.

Таблица 2

Простое свойство	Количественный показатель
Прочность	Удельная $P_y$ разрывная нагрузка, сН/текс
Деформируемость	Относительное удлинение $\epsilon_r$ при разрыве, %
Протяженность	Штапельная массодлина $L_{шт}$ , мм (для хлопкового волокна)
	Модальная (номинальная) длина $L_{мод}$ , мм (для химического волокна)
	Относительное отклонение $\delta l$ средней длины от модальной, %
Толщина	Средняя линейная плотность $\bar{T}$ , текс (для хлопкового волокна)
	Номинальная линейная плотность $T_{ном}$ , текс (для химического волокна)
Дефектность	Массовая доля Z пороков, %
Оттеночность	Коэффициент $K_0$ отражения света, %

На следующей стадии формирования комплексного показателя качества методом экспертных оценок осуществляли ранжирование установленных единичных показателей. Опрос экспертов проводился с учетом различного ассортимента выраба-

тываемой пряжи.

В качестве примера представлены результаты ранжирования единичных показателей для пряжи суровой кардной для спецодежды (табл. 3).

Таблица 3

Значения коэффициентов весомости единичных показателей, $\alpha_i$						
$P_y$	$\varepsilon_p$	$L_{шт}, L_{мод}$	$\delta l$	$\bar{T}, T_{ном}$	$Z$	$K_0$
0,32	0,12	0,21	0,08	0,11	0,09	0,07

При переводе единичных показателей качества в безразмерные единицы учитывали особенность формирования безразмерных (дифференциальных) показателей качества и осуществляли обоснованный подбор базовых значений.

Например, по показателю  $\varepsilon_p$  в качестве базового значения для обоих компонентов использовали наилучшее нормативное значение химического волокна  $\|\varepsilon_p^{хим}\|$ , так как значение этого показателя для хлопкового волокна нормативным документом не регламентируется.

Такой подход позволил не только восполнить недостающее базовое значение, но и оценить фактические значения  $\varepsilon_p$  обоих компонентов смеси относительно одной величины. При подстановке значений  $\|\varepsilon_p^{хим}\|$  и  $\varepsilon_p$  в соответствующий дифференциальный показатель  $q_{\varepsilon_p}$  учитывалось, что увеличение  $\varepsilon_p$  химических волокон для смешанной пряжи является негативным фактором, так как в этом случае увеличивается доля нагрузки, приходящаяся на менее растяжимые волокна хлопкового компонента. Вследствие этого для химического компонента выражение  $q_{\varepsilon_p}$  запишем в виде  $\|\varepsilon_p^{хим}\|/\varepsilon_p^{хим}$ .

В то же время для улучшения механических свойств смешанной пряжи необходимо сглаживать различия между компонентами по относительному удлинению. С этой целью подбирали хлопковое волокно с повышенными значениями  $\varepsilon_p$ . В результате для хлопкового компонента выражение  $q_{\varepsilon_p}$  имеет вид  $\varepsilon_p^{хл}/\|\varepsilon_p^{хим}\|$ .

Требования, предъявляемые к химическим и хлопковым волокнам по показателю прочности (удельной разрывной нагрузке), различны. Однако в готовых смешанных изделиях эти волокна работают совместно. Следовательно, фактические значения  $P_y$  каждого компонента необходимо сравнивать с наилучшим базовым значением  $\|P_y\|$  из двух компонентов, используя подход, аналогичный приведенному выше.

Наилучшим значением считается значение, большее по модулю. Если  $\|P_y^{хл}\| > \|P_y^{хим}\|$ , то дифференциальный показатель  $q_{P_y}$  для химического компонента следует записывать в виде  $P_y^{хим}/\|P_y^{хл}\|$ , а для хлопкового компонента – в виде  $P_y^{хл}/\|P_y^{хл}\|$ . Если же  $\|P_y^{хл}\| < \|P_y^{хим}\|$ , то дифференциальный показатель  $q_{P_y}$  для химического компонента имеет вид  $P_y^{хим}/\|P_y^{хим}\|$ , а для хлопкового компонента:  $P_y^{хл}/\|P_y^{хим}\|$ .

По геометрическим показателям  $L_{ном}$  и  $T_{ном}$  химических волокон нормативные значения определены, однако качественной градации волокон по этим показателям не проводится, что затрудняет выбор базовых значений. Поэтому при формировании соответствующих дифференциальных показателей для обоих компонентов смеси в качестве базовых приняты лучшие нормативные значения  $\|L_{шт}\|$  и  $\|\bar{T}\|$  хлопковых волокон.

В отношении показателя  $Z$  для каждого компонента смеси базовые значения приняты из соответствующих нормативных

документов, так как для разных видов волокон под дефектами (пороки, посторонние примеси) понимаются различные явления.

В качестве базового значения показателя  $K_0$  приняты значения, соответствующее абсолютно белому цвету (100%).

Для хлопковых волокон норм по показателю  $\delta l$  нет, поэтому базовым значением этого показателя для хлопкового и химического компонентов принято наилучшее нормативное значение для химических волокон  $\|\delta l^{\text{хим}}\|$ , поскольку изначально предполагается, что по протяженности химические волокна равномернее, чем хлопковые.

Следующий шаг построения комплексного показателя состоял в свертывании дифференциальных показателей с помощью арифметического способа усреднения. Общий вид выражения комплексного показателя качества двухкомпонентной смеси представлен в виде

$$Q = \gamma_x Q_x + \gamma_y Q_y \quad (1)$$

или

$$Q = \left[ \sum_{i=1}^n (q_i)_x \alpha_i \right] \gamma_x + \left[ \sum_{i=1}^n (q_i)_y \alpha_i \right] \gamma_y, \quad (2)$$

где  $Q_x$  и  $Q_y$  – комплексные показатели качества соответственно хлопкового и химического волокон;  $\gamma_x$  и  $\gamma_y$  – доли вложения соответственно хлопкового и химического волокон;  $q_i$  –  $i$ -й дифференциальный показатель качества.

Методика проектирования качества смеси волокон состоит из трех операций. Первая связана с предварительным накоплением базовых значений комплексного показателя качества для каждого конкретного состава смеси. Базовые – это наибольшие значения комплексного показателя, рассчитанные при типовых составах смесей для выработки пряжи той или иной качественной градации (В, I или II сорта).

Вторая операция заключается в количественном оценивании качества рабочей смеси. При этом задаются составом рабо-

чей смеси с учетом вида пряжи и наличия сырья на складе и по формуле (2) рассчитывают для этой смеси комплексный показатель качества.

В процессе последней операции проектирования расчетное значение комплексного показателя качества смеси сравнивают с базовыми значениями комплексного показателя качества с целью принятия, в зависимости от ситуации, того или иного решения.

Вариантами таких ситуаций и решений могут быть:

1) если требуется получить пряжу I сорта, а составленная смесь согласно базовым значениям соответствует II сорту, то качество рабочей смеси необходимо повысить до уровня I сорта за счет введения более дорогого хлопкового компонента или за счет корректирования (увеличения) доли вложения химического компонента;

2) если требуется получить пряжу I сорта, а составленная смесь соответствует высшему сорту, то качество этой смеси можно снизить до уровня I сорта за счет замены хлопкового компонента на более дешевый или за счет изменения доли вложения химического компонента и т.д.

После принятия соответствующего решения проводится перерасчет комплексного показателя качества для оценивания качества изменившейся смеси. Если качество рабочей смеси удовлетворяет требуемому качеству пряжи, то проектирование смеси считается законченным (в противном случае осуществляют более радикальную корректировку состава смеси).

Рассмотрим пример проектирования качества смеси волокон с использованием комплексного показателя качества. Исходные данные: состав смеси (табл.4 и 5); вид пряжи (пряжа кардная суровая двойного кручения 25,0×2 текс пневмомеханического способа прядения при производстве ткани "Лидер" для специальной одежды).

Первоначально определим средневзвешенные значения показателей качества хлопкового и химического компонентов (табл.4 и 5).

Таблица 4

Наименование волокна	Доля вложения, %	Значения показателей						
		$P_y$	$\varepsilon_p$	$L_{шт}$	$\delta l$	$\bar{T}$	$Z$	$K_0$
5-I (108-Ф)	20	24,6	8,5	31,6	9,2	0,179	2,6	70
5-II (108-Ф)	13	24,1	8,5	31,7	9,2	0,166	2,9	65
Средневзвешенное	$\Sigma 33$	24,4	8,5	31,6	9,2	0,174	2,7	68

Лучшими нормативными значениями согласно [3] являются  $\|P_y^{хл}\| = 36$  сН/текс;

$$\|L_{шт}\| = 40,2 \text{ мм}; \quad \|\bar{T}\| = 0,125 \text{ текс}; \quad \|Z^{хл}\| = 2\%; \\ \|K_0\| = 100\%.$$

Таблица 5

Наименование волокна	Доля вложения, %	Значения показателей						
		$P_y$	$\varepsilon_p$	$L_{мод}$	$\delta l$	$T_{ном}$	$Z$	$K_0$
ПЭ (лавсан) I сорт	67	47,1	38	38	5,7	0,170	0,211	75

Лучшими нормативными значениями согласно [4] являются  $\|P_y^{хим}\| = 49$  сН/текс;

$$\|\varepsilon_p^{хим}\| = 35\%; \quad \|\delta l\| = 2,9\%; \quad \|Z^{хим}\| = 0,206\%; \\ \|K_0\| = 100\%.$$

Далее определим базовые значения единичных показателей качества согласно принятым рекомендациям:  $\|P_y^{хим}\| = 49$  сН/текс;  $\|\varepsilon_p^{хим}\| = 35\%$ ;  $\|L_{шт}\| = 40,2$  мм;  $\|\delta l\| = 2,9\%$ ;  $\|Z^{хим}\| = 0,206\%$ ;  $\|Z^{хл}\| = 2\%$ ;  $\|K_0\| = 100\%$ .

Для расчета комплексного показателя качества подставим все необходимые данные в выражение (2), тогда  $Q = 0,778$ .

Сравнив полученное значение комплексного показателя с базовым ( $Q_{баз} = 0,776$ ), заключаем, что состав рабочей смеси можно откорректировать с целью ее удешевления. Изменив рецептуру смеси до соотношения вида 5-I (17%), 5-II (18%), ПЭ (65%), получим требуемый уровень качества смеси:  $Q = 0,776$ .

## ВЫВОДЫ

1. Сформирована матрица вариантов смешивания волокон, позволяющая на основе потребительских предпочтений вы-

брать вид используемого химического волокна и долю его вложения в смесь.

2. Построен комплексный показатель качества смеси волокон, объединяющий ряд показателей качества, характерных как для хлопкового, так и для химического волокон, направленный на гармонизацию требований, предъявляемых к различным видам волокон.

3. Предложена методика проектирования качества смеси различных видов волокон по совокупности их технологических свойств, разрешающая реализовать алгоритм составления смеси требуемого уровня качества с минимальными издержками.

## ЛИТЕРАТУРА

1. Севостьянов А.Г. Составление смесок и смешивание в хлопкопрядильном производстве. – М.: Гизлегпром, 1954.
2. Ванчиков А.Н. Прядение химических волокон в смеси с хлопком. – М.: Легкая индустрия, 1966.
3. Амиров Ю.Д. Квалиметрия продукции. – М.: Изд-во стандартов, 1996.
4. РСТ Уз 604–93. Волокно хлопковое. Технические условия.
5. ГОСТ 25716–94. Волокно полиэфирное хлопкового типа. Технические условия.

Рекомендована кафедрой материаловедения и товароведения. Поступила 27.05.02.