

Список использованных источников

1. Кривобородова, Е. Ю. Визуализация графических образов фигуры и модели / Е. Ю. Кривобородова, О. В. Покровская, Н. А. Шестопалова // В мире оборудования. – 2002. – №4. – С. 18-19.
2. Who supplies what from where in term of CAD and MIS // Apparel International, vol. 26, № 1, January, 1995, p. 45-53.
3. Трофимова, Т. И. Курс физики / Т. И. Трофимова. – Москва : Высшая школа, 1994. – 524 с.

SUMMARY

Article is devoted to a problem of as much as possible exact definition of values of linear dimensional attributes under facsimiles of a body of the person.

The offered technique of contact less measurement of a figure of the person provides high enough accuracy of results (the error of linear projective measurements makes no more than 0,4 %) and allows to use it for reception of authentic data at studying dimensional attributes of a body of the person.

УДК 677.022.484.4

ОПТИМИЗАЦИЯ ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО ПРОЦЕССА ПРОИЗВОДСТВА КОМБИНИРОВАННОЙ ВЫСОКОРАСТЯЖИМОЙ ПРЯЖИ ПНЕВМОМЕХАНИЧЕСКИМ СПОСОБОМ ПРЯДЕНИЯ

А.С. Дягилев.

*Работа выполнена под руководством
д.т.н., профессора Когана А.Г.*

На кафедре ПНХВ УО «ВГТУ» разработан технологический процесс получения комбинированной высокорастяжимой пряжи на пневмомеханических прядильных машинах БД-200 и ППМ 120. Отличительной особенностью данной технологии является возможность формирования комбинированной высокорастяжимой пряжи путем подачи комплексной эластомерной нити в рабочую зону прядильной камеры [1]. Для нового технологического процесса актуальна задача оптимизации, направленная на поиск оптимальных значений как одной, так и нескольких физико-механических характеристик комбинированной высокорастяжимой пряжи. Необходимо произвести выбор целевого параметра оптимизации. К комбинированной высокорастяжимой пряже могут предъявляться разные требования при переработке в различный ассортимент текстильных изделий.

При формировании комбинированной высокорастяжимой пряжи на пневмомеханической прядильной машине наибольшее влияние на физико-механические свойства комбинированной пряжи оказывают крутка волокнистого компонента и предварительное растяжение эластомерного компонента [2], которые и были взяты в качестве входных факторов эксперимента: X_1 – крутка (500 – 1000, интервал варьирования 250), кр/м; X_2 – предварительное растяжение эластомерной нити (200 – 400, интервал варьирования 100), %.

В условиях РУП «БПХО» и лабораторных условиях кафедры ПНХВ и кафедры ткачества УО «ВГТУ» был проведен полный факторный эксперимент для пряжи линейной плотностью 50 текс, в качестве эластомерного сердечника использовалась эластомерная нить Дорластан линейной плотностью 15 текс, обкручающий компонент – хлопок 100%.

На комбинированную высокорастяжимую пряжу пневмомеханического способа прядения не существует нормативных документов, характеризующих ее физико-

механические свойства, поэтому использовались государственные отраслевые стандарты для эластомерных [3] и текстурированных [4] нитей. Критериями оптимизации были определены следующие показатели физико-механических свойств комбинированной пряжи: Y_1 – разрывная нагрузка, сН; Y_2 – коэффициент вариации по разрывной нагрузке, %; Y_3 – коэффициент вариации по линейной плотности, %; Y_4 – разрывное удлинение, мм; Y_5 – коэффициент вариации по разрывному удлинению, %; Y_6 – извитость, %; Y_7 – растяжимость, %; Y_8 – устойчивость извитости, %.

После реализации матрицы планирования и проведения корреляционно-регрессионного анализа экспериментальных данных с помощью пакета прикладных программ «STATISTICA» было определено, что Y_1 имеет сильную прямую связь с Y_4 ($r=0,727$) и сильную обратную связь с Y_5 ($r=-0,819$), при этом Y_4 и Y_5 имеют между собой сильную обратную связь ($r=-0,805$). Так же Y_6 имеет функциональную связь с Y_7 ($r=0,996$), это обусловлено тем, что растяжимость (R) и степень извитости (E) пряжи определяются на основании одних и тех же исходных данных:

$$R = \frac{l_2 - l_1}{l_1} \cdot 100 \text{ и } E = \frac{l_2 - l_1}{l_2} \cdot 100, \quad (1)$$

где

l_1 – длина мотка нити с грузом предварительного натяжения, мм;

l_2 – длина мотка нити под действием растягивающей нагрузки, мм.

При решении задачи оптимизации технологического процесса производства комбинированной высокорастяжимой пряжи целесообразно исключить показатель извитости (Y_6), разрывное удлинение (Y_4) и коэффициента вариации по разрывному удлинению (Y_5).

Коэффициенты регрессионных моделей физико-механических свойств комбинированной высокорастяжимой пряжи пневмомеханического способа прядения линейной плотностью 50 текс:

- для разрывной нагрузки:

$$F_p = 564.9 + 19.816X_1 + 59.983X_2 - 76.25XX_2 - 109.4X_1^2 - 55.9X_2^2 \quad (2)$$

- для коэффициента вариации по разрывной нагрузке:

$$F_{C_{VP}} = 11.13 + 0.3383X_1 + 0.516X_2 - 0.805X_1X_2 - 0.75X_1^2 + 0.145X_2^2 \quad (3)$$

- для коэффициента вариации по линейной плотности:

$$F_{C_{VT}} = 6.4 + 3.085X_1 + 0.685X_2 + 8.845X_1X_2^2 + 5.71X_1^2 + 3.36X_2^2 \quad (4)$$

- растяжимость:

$$F_R = 181.82 - 16.323X_1 - 21.806X_2 - 69.235X_1X_2 - 26.585X_1^2 - 48.555X_2^2 \quad (5)$$

- устойчивость извитости:

$$F_B = 95 - 2.456X_1 + 4.111X_2 - 25.705X_1X_2 - 9.365X_1^2 - 29.45X_2^2 \quad (6)$$

Для удовлетворения требованиям, предъявляемым к комбинированной высокорастяжимой пряже в процессе ткачества, на зависимости показателей пряжи физико-механических свойств пряжи были наложены ограничения и тем самым получена система неравенств (7), ограничивающая область значений для параметров технологического процесса при производстве комбинированной пряжи линейной плотностью 50 текс.

$$\begin{cases} F_p \geq 550cH \\ F_{C_{vp}} \leq 11,5\% \\ F_{C_{vt}} \leq 8\% \\ F_R \geq 165\% \\ F_B \geq 80\% \end{cases} \quad (7)$$

$$\begin{cases} F_p \rightarrow \max \\ F_{C_{vp}} \rightarrow \min \\ F_{C_{vt}} \rightarrow \min \\ F_R \rightarrow \max \\ F_B \rightarrow \max \end{cases} \quad (8)$$

Каждый из оптимизируемых показателей комбинированной пряжи (8) может служить целевой функцией при решении задачи оптимизации физико-механических характеристик пряжи для конкретного ассортимента изделий. Для решения задачи оптимизации по каждому параметру (8) с наложением ограничений

(7) в границах факторного пространства $\begin{cases} -1 \leq X_1 \leq 1 \\ -1 \leq X_2 \leq 1 \end{cases}$ использовалась система

компьютерной математики Maple, и были найдены компромиссные решения для каждого из параметров (таблица 1).

Таблица 1 – Зависимость показателей пряжи от параметров технологического процесса

Параметр	Значение показателей физико-механических свойств пряжи	Значения оптимизируемых параметров			
		В натуральных значениях		В кодированных значениях	
		Круглка комбинированной пряжи, кр/м	Предварительное растяжение эластомера, %	X_1	X_2
Разрывная нагрузка, сН (Y_1)	581,44	717,5	350	-0,13	0,5
Коэффициент вариации по разрывной нагрузке, % (Y_2)	10,97	675	301	-0,3	0,01
Коэффициент вариации по линейной плотности, % (Y_3)	4,72	567,5	383	-0,73	0,83
Растяжимость, % (Y_7)	184,35	700	292	-0,2	-0,08
Устойчивость извитости, % (Y_8)	96,34	620	330	-0,52	0,3

При оптимизации технологического процесса прядения комбинированной высокорастяжимой пряжи пневмомеханическим способом целесообразно найти такое компромиссное решение, при котором наблюдается оптимальное сочетание показателей физико-механических свойств пряжи. С этой целью может использоваться обобщенный технологический критерий – функция желательности [5 с. 24]. Таким критерием может служить комплексный показатель качества, для хлопчатобумажных нитей [6 с.276] он имеет вид: $\Pi = \frac{P_p}{T \cdot C_{vp}}$, где P_p - разрывная

нагрузка нити, сН; C_p - коэффициент вариации по разрывной нагрузке, %; T - линейная плотность нити, текс. Для комбинированной высокорастяжимой пряжи комплексный показатель качества может иметь вид:

$$P_{\text{вр}} = \frac{P \cdot R \cdot B}{C_{\text{VP}} \cdot C_{\text{VT}}} \quad Y_9 = \frac{Y_1 \cdot Y_7 \cdot Y_8}{Y_2 \cdot Y_3} \quad (9)$$

По значениям комплексного критерия, рассчитанным по (9) с помощью пакета прикладных программ «STATISTICA», была построена регрессионная модель:

$$F'_{\text{KK}} = 876681.15 - 66234.75X_1 + 3861.20X_2 - 525395X_1X_2 - 297727.88X_1^2 - 494381.64X_2^2 \quad (10)$$

Таким образом, задача оптимизации технологического процесса производства комбинированной высокорастяжимой пряжи пневмомеханического способа прядения сводится к нахождению экстремума функции комплексного критерия (10) с наложением ограничений (7). При оптимизации физико-механических свойств пряжи с целью переработки в конкретный ассортимент изделий в уравнении, описывающем комплексный критерий качества (9), целесообразно оставлять только наиболее значимые для выбранного изделия физико-механические параметры пряжи. Так же можно ограничиться одним наиболее значимым параметром пряжи (таблица 1).

При решении задачи нахождения максимума комплексного критерия (10) в системе компьютерной математики Maple были найдены оптимальные значения входных параметров. В кодированных значениях $X_1 = -0.353$; $X_2 = 0.228$. В натуральных значениях крутка комбинированной пряжи - 662 кр/м; предварительное растяжение эластомера - 323 %. Расчетные и экспериментальные значения целевых параметров в точке максимума комплексного критерия приведены в таблице 2.

Таблица 2 – Параметры пряжи в точке максимума комплексного критерия

Параметр	Расчетное значение	Экспериментальное значение
Разрывная нагрузка, сН	561,15	572,92
Коэффициент вариации по разрывной нагрузке, %	11,10	11,48
Коэффициент вариации по линейной плотности, %	5,64	5,82
Растяжимость, %	182,34	188,42
Устойчивость извитости, %	96,17	100,08

Как видно из таблицы, разность между расчетными и экспериментальными значениями не превышает 5%. Графическое представление решения оптимизационных задач для нахождения экстремумов целевых функций (8, 10) и область Парето входных параметров, ограниченная линиями равного уровня (7), представлена на рисунке 1(а). На рисунке 1(б) представлены линии равного уровня, векторное поле и точка экстремума функции комплексного критерия качества (10) комбинированной высокорастяжимой пряжи.

С использованием методов математического планирования эксперимента получены рациональные физико-механические показатели комбинированной высокорастяжимой пряжи линейной плотностью 50 текс. Физико-механические показатели полученной пряжи обеспечивают возможность ее переработки в ассортимент тканых изделий.

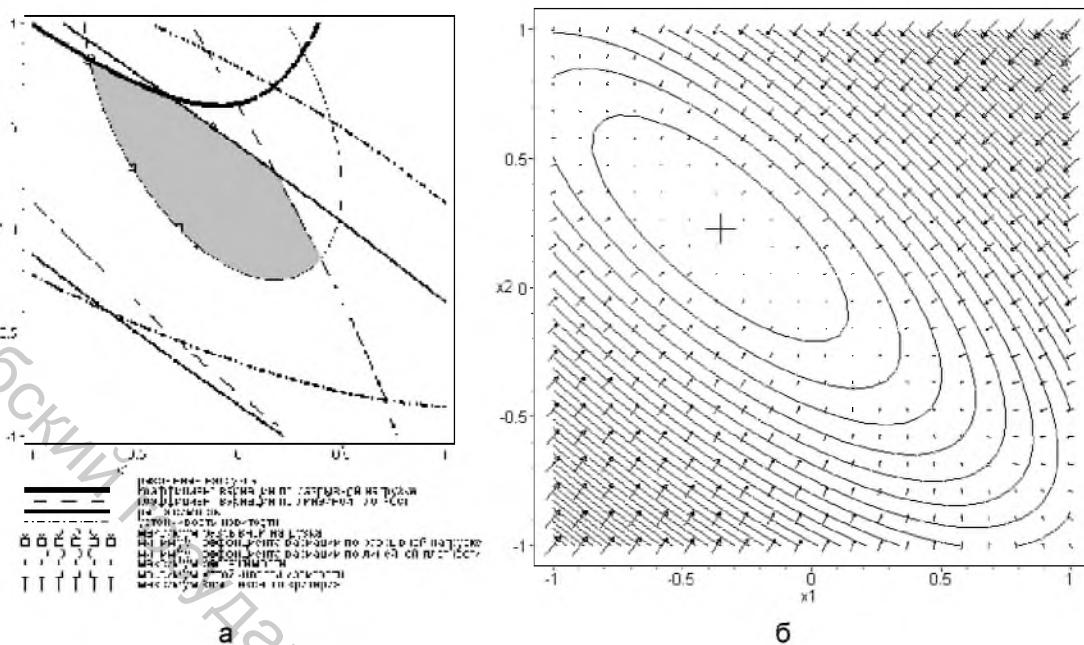


Рисунок 1 – Графическое представление решения оптимизационной задачи
а) Область Парето оптимизируемых параметров; б) Линии равного уровня и векторное поле комплексного критерия

Список использованных источников

1. Дягилев, А. С. Технологический процесс получения высокорастяжимой комбинированной пряжи пневмомеханического способа прядения / А. С. Дягилев, А. Г. Коган // Вестник ВГТУ. – 2007. – № 13. – С. 27-30.
2. Дягилев, А. С. Структура высокорастяжимой комбинированной пряжи пневмомеханического способа прядения / А. С. Дягилев, А. Г. Коган // Текстильная промышленность. Научный альманах. – 2007. – № 8. – С. 12-14.
3. ГОСТ 28843-90. Нить полиуретановая спандекс. Методы испытаний. – Москва : Издательство стандартов, 1991. – 10 с.
4. ГОСТ 23363-2001. Нити синтетические текстурированные. Методы определения показателей извитости. – Введ. 2003-03-01. – Москва : Издательство стандартов, 2001. – 10 с.
5. Тихомиров, В. Б. Планирование и анализ эксперимента (при проведении исследований в легкой и текстильной промышленности) / В. Б. Тихомиров. – Москва : «Легкая индустрия», 1974.
6. Кукин, Г. Н. Текстильное материаловедение (волокна и нити) : учебник для вузов / Г. Н. Кукин, А. Н. Соловьев, А. И. Кобляков. – 2-е изд., перераб. и доп. – Москва : Легпромбытиздан, 1989. – 352 с.

SUMMARY

This article is devoted to spinning process optimization of the combined high-stretchable yarn using open-end spinning machine. Twisting and preliminary stretching of elastomeric yarn Dorlastan 15 tex are optimized for 50 tex combined yarn. Pareto's area of optimization settings is identified and a complex criteria to characterize combined high-stretchable yarn quality is suggested.