

УДК 687.023:621.791

**ГРАФИЧЕСКАЯ МОДЕЛЬ ОПТИМИЗАЦИИ
ПАРАМЕТРОВ НИТОЧНОГО СОЕДИНЕНИЯ ДЕТАЛЕЙ ОДЕЖДЫ**

**THE GRAPHIC OPTIMIZATION MODEL
OF THE PARAMETERS OF THREAD CONNECTIONS IN CLOTHES DETAILS**

М.А. ЧИЖИК
M.A. CHIZHIK

**(Омский государственный институт сервиса)
(Omsk State Institute of Service)**
E-mail: margarita-chizhik@rambler.ru

Предложен геометрический метод построения оптимизационных моделей многофакторных процессов, обеспечивающий наглядность представления экспериментальных исследований. Сформулирован алгоритм определения оптимальной области параметров в зависимости от заданных значений оптимизирующих факторов. Построена графическая модель опти-

мизации параметров ниточного соединения деталей одежды, раскroенных из джинсовой ткани с вложением эластичных нитей.

The geometric method of construction of optimization models of multifactor processes, assuring a clear overview of experimental studies, has been offered herein. The algorithm of definition of parameter field depending on the given values of optimizing factors has been formulated. The graphic optimization model of the parameters of thread connections in clothes details cut out from denim with elastic threads has been constructed.

Ключевые слова: ниточное соединение, моделирование, оптимизация, параметры, факторы, начертательная геометрия, многомерное пространство, чертеж Радищева.

Keywords: thread connection, designing, optimization, parameters, factors, descriptive geometry, multi-dimensional space, Radishchev's drawing.

На сегодняшний день в производстве швейных изделий основным способом соединения деталей одежды остается ниточное соединение. Это объясняется универсальностью его применения, разнообразием параметров образования и свойств, сравнительной легкостью изготовления, широким выбором оборудования для его получения и т.д.

Постоянное обновление и расширение ассортимента текстильных материалов и швейных ниток требует подбора оптимальных режимов соединения деталей, обеспечивающих получение швов с заданными показателями качества. Обеспечение заданного уровня качества соединений представляет собой сложную многофакторную задачу, связанную, прежде всего, с поиском оптимальных параметров их образования.

Вопросам выбора оптимальных режимов соединения деталей одежды посвящено большое количество работ, среди которых особого внимания заслуживают исследования В. Ф. Шаньгиной и П. П. Кокеткина [1], [2]. Анализ этих и других работ показал, что для решения задач оптимизации процессов соединения широко используются математические методы планирования эксперимента, линейного программирования и регрессионного анализа. Авторами получены математические модели в виде уравнений регрессионной зависимости критериев оптимизации от

управляемых параметров соединения. Однако, даже если эти уравнения являются адекватными, то для нахождения допустимой оптимальной области параметров процесса требуется решение отдельной задачи, например, задать сетку возможных значений параметров и для каждого узла сравнивать значения полученной функции с заданными значениями показателей качества. Решение такой задачи возможно только с использованием ЭВМ, при этом существующие на сегодняшний день программные продукты не позволяют получать графическую визуализацию для числа параметров $k > 2$.

Все это делает актуальным вопрос о разработке методов построения и анализа моделей, учитывающих множество независимых параметров, факторов и обеспечивающих наглядность представления экспериментальных данных.

Обеспечение наглядности можно достичь с помощью многомерной начертательной геометрии, представляя исходные данные и полученные результаты в виде графической модели, которая является линейным или нелинейным подпространством многомерного пространства и отношений между ними. Наиболее удобным для графического представления модели многомерного пространства является чертеж Радищева [3]. Доказанная с точки зрения аксиоматической теории адекватность данного чертежа в качестве модели мно-

гомерного пространства позволяет достоверно использовать ее для решения задач оптимизации [4].

Суть построения оптимизационной модели на чертеже Радищева заключается в следующем. Допустим, имеется многокомпонентная система (x_1, x_2, \dots, x_n) и несколько независимых оптимизирующих факторов (f_1, f_2, \dots, f_k) , где f_i – зависимости параметров и оптимизирующих факторов, для которых задан набор табличных данных, полученный в результате измерений, наблюдений и т. д. Для определения оптимизирующей области параметров в зависимости от значений оптимизирующих факторов:

- задают гиперповерхность оптимизирующих факторов путем подбора кривых определенного класса, имеющих определенное расположение относительно исходных точек для каждого фактора f_i ;

- выбирают и задают оптимальные значения факторов $f_i = f_{i \text{ оптим}}$, которые будут геометрически являться гиперплоскостью уровня;

- определяют область пересечения гиперповерхности с гиперплоскостью уровня в пространстве n и получают оптимизирующую область изменения параметров для заданных оптимальных значений факторов.

Рассмотрим действие вышеприведенного алгоритма при решении прикладной задачи швейного производства – оптимизации процесса ниточного соединения деталей одежды.

Основными объектами исследования являлись ниточные соединения, выполненные на машине челночного стежка 1022-М класса. Стачивание производилось под углами 15, 30 и 75° к нитям основы, так как в данных направлениях швы испытывают наибольшие эксплуатационные нагрузки. Образцы швов были изготовлены с использованием швейных ниток различной линейной плотности на тканях различного волокнистого состава с вложением полиуретановых нитей. Характеристика швейных ниток представлена в табл. 1.

В качестве параметров процесса образования ниточного шва были выбраны: x_1 – длина стежка, мм; x_2 – линейная плотность швейных ниток, текс; x_3 – натяжение игольной нитки, даН. Основанием для выбора указанных параметров являлось то, что они наиболее часто выбираются и регулируются внутри технологического процесса. Усилие нажима лапки на ткань и диаметр иглы приняты постоянными, обеспечивающими качественную строчку.

Т а б л и ц а 1

Наименование швейных ниток	Ideal	Dortak	Bestex
Волокнистый состав	100% Пэф	100% Пэф	100% Пэф
Линейная плотность, текс	28	32	37
Разрывная нагрузка, сН	776	937	970

При проведении эксперимента параметры образования ниточного шва варьировались в следующих пределах: x_1 от 2 до 4 мм с шагом 1 мм; x_2 – 28, 32 и 37 текс; x_3 от 0,2 до 0,6 даН с шагом 0,2 даН.

Критериями оптимизации выступали: f_1 – разрывная нагрузка ниточного шва в поперечном направлении, Н; f_2 – жесткость ниточного шва, мкН·см²; f_3 – разрывная нагрузка ниточного шва в продольном направлении, Н. Определение разрывной нагрузки и жесткости ниточных швов осуществлялось стандартными методами [5], [6].

Следует особо отметить, что количество технологических параметров и критериев

оптимизации может увеличиваться в зависимости от требований прикладной задачи.

При конструировании гиперповерхности возникает необходимость в поиске вида кривой или поверхности определенного класса и порядка, определенным образом расположенную относительно данных точек. Данная задача решается с помощью вычисления аппроксимирующих или интерполирующих кривых, инцидентных всем или нескольким точкам из исходного набора данных. В случае если экспериментальные данные получены с некоторой погрешностью, использование интерполяции может дать приближение плохого качества.

ва. Поэтому целесообразно строить приближающую функцию таким образом, чтобы уменьшить и сгладить влияние погрешности измерений и числа узловых то-

чек эксперимента. Такое сглаживание достигается при конструировании приближающей функции методом наименьших квадратов [7].

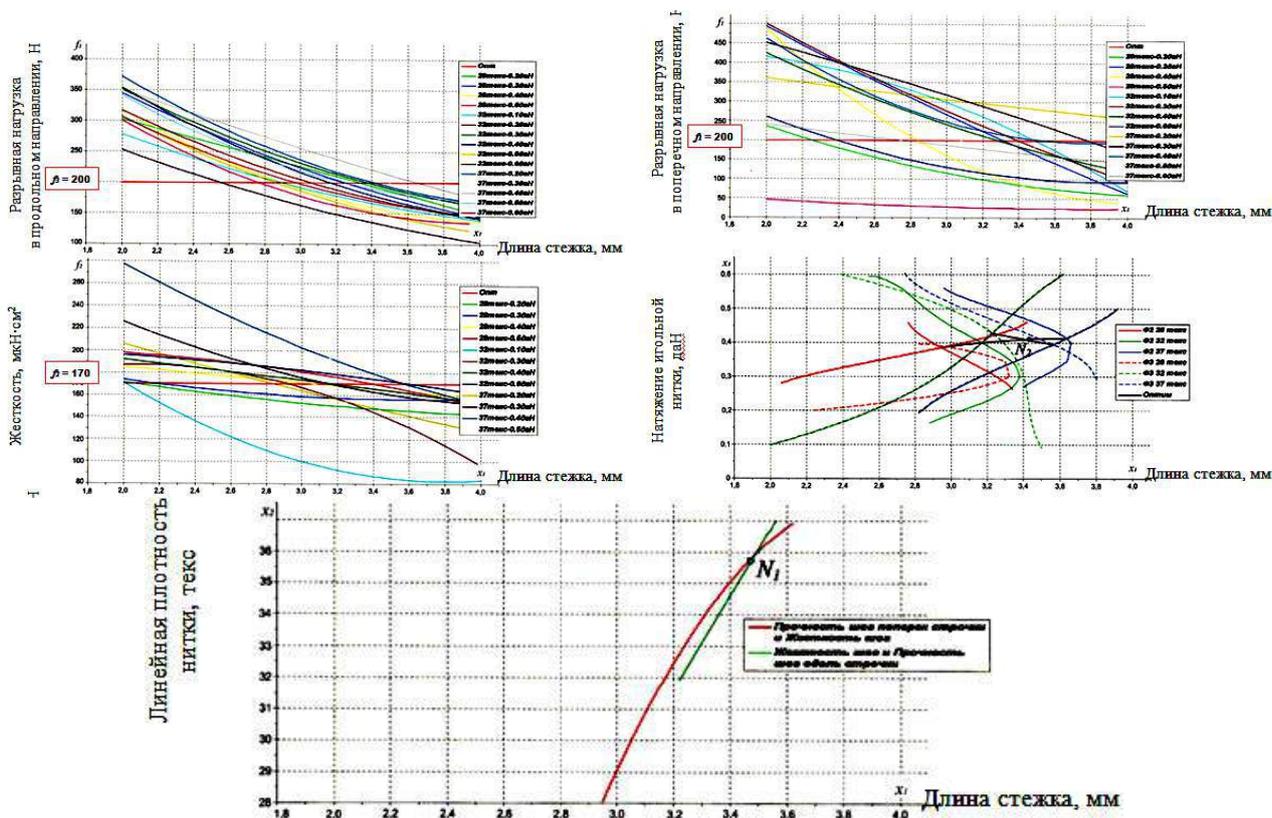


Рис. 1

На рис. 1 представлена оптимизационная модель процесса соединения джинсовой ткани с вложением эластичных нитей (55% ВХ; 40% ВПэф; 5% спандекс) челночной линейной строчкой, выполненной под углом 30° к нитям основы. Линией красного цвета отмечены уровни оптимальных значений критериев оптимизации (гиперплоскости). Например, значения оптимального уровня разрывной нагрузки принято равным $f_{1 \text{ оптим}} = f_{3 \text{ оптим}} = 200$ Н как в продольном, так и в поперечном направлении, а жесткости — $f_{2 \text{ оптим}} = 170 \cdot 10^3$ мкН·см².

В результате построения пересечения гиперповерхности с гиперплоскостью уровня оптимизационной областью является точка N (N_1, N_2), координаты которой $x_1^N = 3,5$; $x_2^N = 36$; $x_3^N = 0,4$, определяют значения параметров процесса образования ниточного шва, у которого $f_{1 \text{ оптим}} =$

$=200$ Н, $f_{2 \text{ оптим}} = 170 \cdot 10^3$ мкН·см² и $f_{3 \text{ оптим}} = 200$ Н.

С целью автоматизации построения чертежей геометрических моделей разработана компьютерная программа, которая позволяет выполнять оптимизацию многофакторных процессов с различным числом параметров в зависимости от заданных значений показателей качества [8].

Таким образом, чертеж Радищева дает возможность наглядно рассматривать процесс ниточного соединения в виде геометрической модели многих переменных ($n \geq 3$) и позволяет определять качество шва при одновременном учете нескольких критериев оптимизации.

ВЫВОДЫ

1. Сформулирован алгоритм определения области пересечения гиперповерхно-

сти с гиперплоскостью на чертеже Радищева, позволяющий получать результаты решений прикладных задач в виде графических оптимизационных моделей.

3. Построена графическая оптимизационная модель процесса ниточного соединения деталей одежды, позволяющая варьировать значениями основных параметров и выбирать режимы, обеспечивающие требуемые свойства шва.

2. Создано программное обеспечение для автоматизации построения чертежей оптимизационных моделей многофакторных процессов.

ЛИТЕРАТУРА

1. *Кокеткин П.П.* Механические и физико-химические способы соединения деталей швейных изделий. – М. : Легкая и пищевая промышленность, 1983.

2. *Шаньгина В.Ф.* Оценка качества соединений деталей одежды. – М., 1981.

3. *Радищев В.П.* О применении геометрии четырех измерений к построению равновесных физико-химических диаграмм // Изв. СФХА. – М., 1947.

4. *Волков В. Я., Чижик М. А.* Графические оптимизационные модели многофакторных процессов: Монография – Омск : ОГИС, 2009.

5. ГОСТ 28073–89. Изделия швейные. Методы определения разрывной нагрузки шва, удлинения ниточных швов, раздвигаемости нитей ткани в швах – введ. 1990 – 01 – 07. – М. : Госстандарт России : Изд-во стандартов, 1989.

6. ГОСТ 10550–93. Материалы для одежды. Методы определения жесткости при изгибе. – Взамен ГОСТ 10550 – 63 ; введ. 1977 – 01 – 01. – М.: Госстандарт России : Изд-во стандартов, 1982.

7. *Богачев К. Ю.* Практикум на ЭВМ. Методы приближения функций. – М. : Изд-во ЦПИ при механико-математическом ф-те МГУ, 2002.

8. Свидетельство об отраслевой регистрации разработки № 5615 Российская федерация. Компьютерная программа "Оптимизация процессов" / О. В. Устинова, В. Я. Волков, М. А. Чижик. – заявл. 31.01.2006; дата регистрации 02.02.2006; дата выдачи 10.02.2006.

Рекомендована кафедрой конструирования швейных изделий. Поступила 30.07.13.