

УДК 687.02

М.А. ЧИЖИК

Омский государственный институт сервиса

**МЕТОД КОМПЛЕКСНОЙ ОЦЕНКИ СВОЙСТВ СОЕДИНЕНИЙ
ДЕТАЛЕЙ ШВЕЙНЫХ ИЗДЕЛИЙ**

У статті розглянуто метод комплексної оцінки властивостей з'єднань деталей швейних виробів, одержаних механічним і фізико-хімічним способами. Метод передбачає пошук оптимізуючої області зміни технологічних параметрів процесу для заданих значень показників якості з'єднання. В основу методу покладено алгоритм конструювання графічних моделей багатофакторних, багатокомпонентних систем, що дозволяє наочно оцінити досліджуваний процес, оперативно встановити оптимальні режими з'єднань, а також прогнозувати їх характеристики.

Ключові слова: метод, з'єднання, властивості, графічна модель, оптимальні режими, показники якості.

Процессы соединения деталей швейных изделий, занимают наибольший объём по трудоёмкости изготовления, именно в этих процессах заложены максимальные резервы роста производительности труда и обеспечения качества выпускаемой продукции. Главной задачей при использовании любого из существующих способов соединения является получение швов с заданными показателями качества. Показатели качества соединений разнообразны и зависят от технических требований к изделию. С практической точки зрения наиболее значимыми признаны показатели, характеризующие механические свойства. Обеспечение заданного уровня качества соединений представляет собой сложную многофакторную задачу, связанную, прежде всего, с поиском оптимальных параметров их образования.

Объекты и методы исследования

В настоящее время определение механических свойств соединений осуществляется преимущественно экспериментальными методами [1–3]. Однако при всех их достоинствах данные методы не позволяют объективно оценивать качество шва одновременно по нескольким показателям, а также устанавливать оптимальные параметры процесса соединения, обеспечивающие заданные показатели качества. Кроме того, они не дают наглядного представления об объекте исследования.

Постановка задачи

Задачей настоящего исследования является разработка метода комплексной оценки свойств соединений, обеспечивающего эффективность, достоверность и наглядную интерпретацию полученных результатов. В основу метода положен научно обоснованный, чётко формализованный геометрический аппарат [4, 5]. Сущность метода заключается в определении оптимизирующей области изменения технологических параметров для заданных значений показателей качества соединения путем нахождения пересечения гиперповерхности с гиперплоскостью уровня, при этом гиперповерхность задают экспериментальными данными механических свойств швов, гиперплоскость уровня – оптимальными значениями показателей качества.

Оценку свойств соединений осуществляют в следующей последовательности: определяют механические свойства соединений; получают экспериментальные зависимости свойств соединений от параметров их образования; разрабатывают графическую оптимизационную модель процесса соединения; выполняют оптимизацию параметров процесса и комплексную оценку свойств соединений.

Вначале выделяют наиболее значимые характеристики механических свойств соединения, а также технологические параметры его образования. Задают режимы соединения, варьируя технологическими параметрами. Определяют механические свойства соединения стандартными методами [1, 2]. В результате получают экспериментальные данные, характеризующие зависимость механических свойств соединения от технологических параметров в виде набора точек.

Разработку графической оптимизационной модели процесса соединения осуществляют следующим образом: задают гиперповерхность на чертеже экспериментальными кривыми зависимости свойств соединения (χ_i , ϕ_i) от технологических параметров x_1 , x_2 , x_3 . При этом кривые могут быть подобраны определенного класса, с определенным расположением относительно исходных точек для каждого показателя. Данная задача может быть решена с помощью вычисления аппроксимирующих или интерполирующих кривых, соответствующих всем или нескольким точкам из исходного набора данных. Выбирают и задают оптимальные значения показателей качества $\chi_i = \chi_{\text{оптим}}$, $\phi_i = \phi_{\text{оптим}}$ которые геометрически будут являться гиперплоскостью уровня. Затем находят пересечение гиперповерхности с гиперплоскостью уровня, которое будет являться оптимизирующей областью ABC ($A_1B_1C_1$, $A_2B_2C_2$) изменения параметров для заданных оптимальных значений показателей качества. Такое построение применимо при различном числе параметров и показателей качества, количество и тех, и других может увеличиваться в зависимости от требований прикладной задачи.

Результаты и их обсуждение

Рассмотрим более подробно основные этапы метода применительно к соединениям деталей швейных изделий, выполненных ниточным способом. В качестве объектов исследования выбраны соединения, полученные на текстильных материалах с использованием машины челночного стежка.

Основные механические и структурные характеристики тканей и швейных ниток, применяемых для испытаний, приведены в табл. 1, 2.

Таблица 1. Физико-механические свойства тканей

Ткань	Волокнистый состав	Поверхностная плотность, г/м ²	Толщина ткани, мм	Переплетение
Костюмная №1	основа НКМб; оплетка ПрШрс; сердечник НПУ	228	0,59	Саржа 2/1
Костюмная №2	основа ПрШрс; уток НКМб: оплетка ПрШрс; сердечник НПУ	186	0,39	Саржа 2/1
Костюмная №3	38% Вис; 38% Пэ; 24% Па	122	0,58	Сложное
Костюмная №4	100% Пэф	230	0,4	Саржа 2/1
Джинс-стрейч	50% Пэф; 40% х/б; 10% спандекс	135	0,66	Саржа 2/1
Вельвет	95% х/б; 5% эластан	292	0,71	Ворсовое
Плащевая	100% Пэф	264	0,38	Полотняное
Сорочечная	100% Пэф	289	0,25	Комбинированное

Таблица 2. Физико-механические свойства нитей

Название нитей	Ideal	Dortak	Bestex
Волокнистый состав	100% Пэф	100% Пэф	100% Пэф
Линейная плотность M_L , текс	28	32	37
Разрывная нагрузка, Н	77,6	93,7	97,0
Разрывное удлинение, мм	81,7	83,7	94

К наиболее значимым показателям качества ниточных соединений деталей швейных изделий следует отнести прочность (характеризуется разрывной нагрузкой шва в поперечном направлении, P_p , Н) и жесткость (E , мкН*см²). Данные показатели качества в большей степени зависят от технологических параметров машины: длины стежка (x_1), натяжения игольной нити (x_2), номера иглы (x_3). Интервалы варьирования параметров выбраны с учетом свойств текстильных материалов и возможностей оборудования (швейной машины 1022 кл.): x_1 – длина стежка – от 2 мм до 4 мм (с шагом 1 мм); x_2 – натяжение игольной нитки – от 0,2 до 0,6 Н (с шагом 0,2 Н); x_3 – толщина швейной нитки – 28, 32 и 37 текс. Для выполнения проб швов задают режимы соединения и проводят испытания по определению прочности и жесткости ниточных швов [1, 2]. Режимы соединения и экспериментальные данные, характеризующие зависимость прочности и жесткости от технологических параметров, приведены в табл. 3.

Таблица 3. Результаты исследований механических свойств ниточных соединений
(авторская разработка)

№	Технологические параметры			Механические показатели качества	
	x_1	x_2	x_3	P_p , Н	E , мкН*мм ²
1	2	0,2	28	322	172504
2	3	0,2	28	266	152602
3	4	0,2	28	168	140326
4	2	0,4	28	308	185101
5	3	0,4	28	189	163950
6	4	0,4	28	136	142124
7	2	0,6	28	228	197749
8	3	0,6	28	161	178783
9	4	0,6	28	112	146941
10	2	0,2	32	367	181392
11	3	0,2	32	265	142022
12	4	0,2	32	169	123383
13	2	0,4	32	351	202054
14	3	0,4	32	217	170210
15	4	0,4	32	142	139473
16	2	0,6	32	253	213812
17	3	0,6	32	163	184177
18	4	0,6	32	103	162674
19	2	0,2	37	372	205630
20	3	0,2	37	257	163598
21	4	0,2	37	197	127123
22	2	0,4	37	351	247097
23	3	0,4	37	234	192614
24	4	0,4	37	173	152050
25	2	0,6	37	306	262618
26	3	0,6	37	198	203279
27	4	0,6	37	147	163152

На рис. 1 приведена схема построения чертежа оптимизационной модели трех параметров по двум показателям качества ниточного соединения.

На рис. 2 представлена графическая оптимизационная модель ниточного способа соединения текстильного материала (Джинс-стрейч) строчкой челночного стежка.

Координатные оси на чертеже обозначены следующими символами: x_1 – длина стежка (мм); x_2 – натяжение игольной нитки (Н); x_3 – толщина швейной нитки (текс); x_4 – жесткость ниточного шва (E , мкН*см²); x_5 – разрывная нагрузка ниточного шва в поперечном направлении (P_p, H).

С целью задания гиперповерхности используют экспериментальные графики зависимостей разрывной нагрузки ниточного шва в поперечном направлении и жесткости соединения от длины стежка при различных значениях толщины швейной нитки и натяжения игольной нитки. Для этого эксперимент по определению разрывной нагрузки ниточного шва в поперечном направлении представлен как 0-плоскость с координатами $P_p = 322$; $x_1 = 2,0$; $x_2 = 0,2$; $x_3 = 28$.

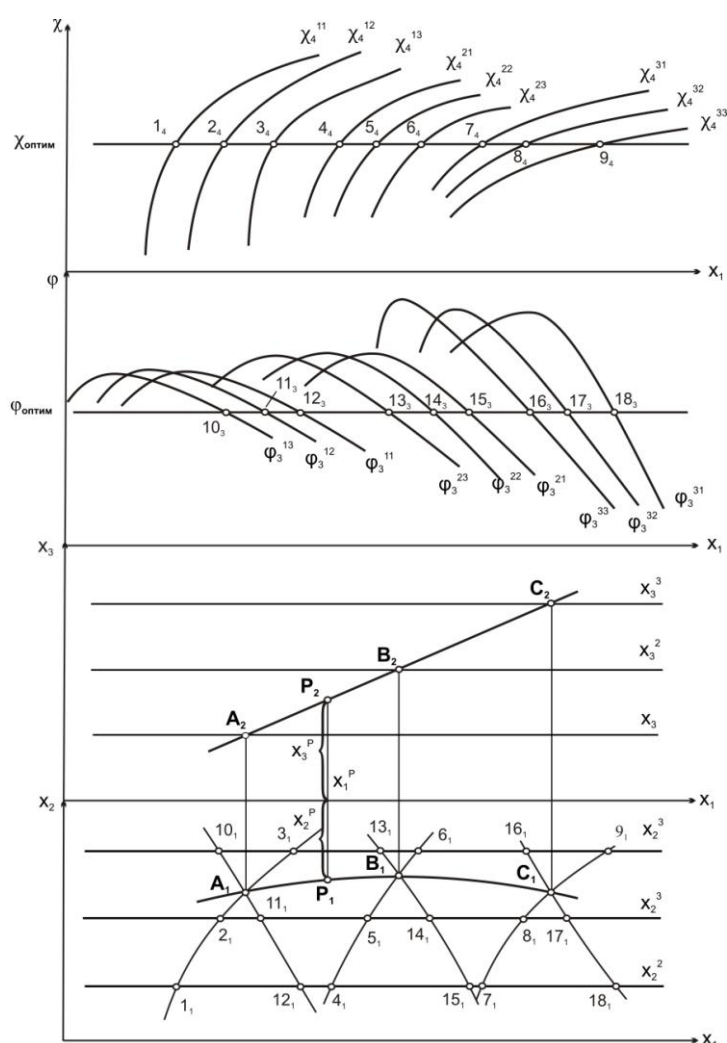


Рис. 1. Схема построения чертежа оптимизационной модели (авторская разработка)

Варьируя параметр x_1 и присваивая ему значения 3,0 и 4,0, получают ещё две 0-плоскости. Тогда через три экспериментальные 0-плоскости можно провести аппроксимирующую 1-поверхность χ_4^{11} .

Присваивая параметру x_2 значение 0,3 и варьируя параметр x_1 , получают тройку экспериментальных 0-плоскостей, которые определяют аппроксимирующую 1-поверхность χ_4^{12} . Аналогично получают χ_4^{13} . Затем, присваивая параметру x_3 значение 32, параметру x_2 значение 0,2 и варьируя параметр x_1 , получают тройку экспериментальных 0-плоскостей, которые определяют аппроксимирующую 1-поверхность χ_4^{21} . Аналогично получают χ_4^{22} , χ_4^{23} . Присваивая параметру x_3 значение 37 и варьируя параметры x_1 и x_2 , получают 0-плоскости, определяющие аппроксимирующие 1-поверхности χ_4^{31} , χ_4^{32} , χ_4^{33} .

Совокупность 1-поверхностей χ_4^{11} , χ_4^{12} , χ_4^{13} , χ_4^{21} , χ_4^{22} , χ_4^{23} , χ_4^{31} , χ_4^{32} , χ_4^{33} образует каркас гиперповерхности разрывной нагрузки ниточного шва в поперечном направлении (P_p , Н). Также получим каркас гиперповерхности жесткости ниточного соединения (E , мкН*см²).

При конструировании гиперповерхности вид аппроксимирующей кривой определен путем построения точечного графика полученных экспериментальных данных. Так как эксперимент для каждого измерения проводился только один раз, экспериментальные данные получены с некоторой погрешностью. Поэтому целесообразно строить приближающую функцию таким образом, чтобы уменьшить и сгладить влияние погрешности измерений. Такое сглаживание достигается методом наименьших квадратов.

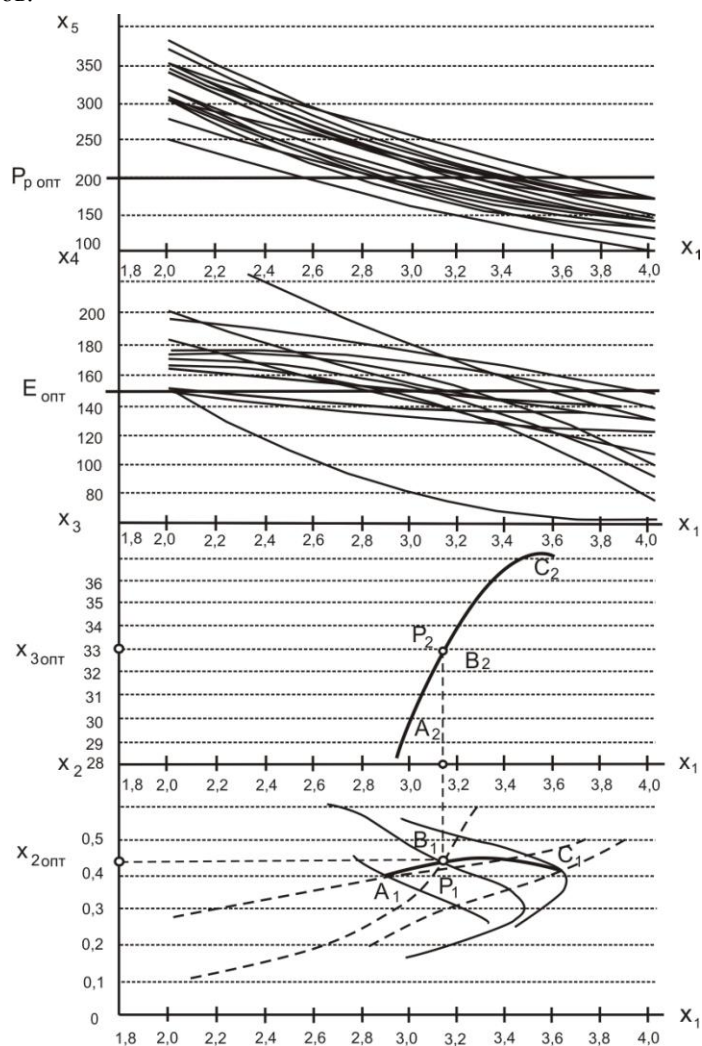


Рис.2. Графическая оптимизационная модель соединения текстильного материала (Джинс-стрейч) ниточным способом (авторская разработка)

Для расслоения гиперповерхностей принимают один из параметров, например x_3 , постоянной величиной со значением $x_3 = 28$, при этом параметры x_1 и x_2 варьируются.

Если принять, что x_2 изменяется дискретно, принимая последовательно значения 0,2; 0,4; 0,6, а x_1 принимает значения 2,0; 3,0; 4,0 при каждом значении x_2 , то получают 2-поверхности оптимизации при каждом значении параметра x_2 для двух показателей качества.

Задают оптимальные значения факторов $P_{p\text{ опт}} = 200$ и $E_{\text{опт}} = 170\ 000$, которые геометрически представляют гиперплоскости уровня, и получают 1-поверхности пересечения 2-поверхностей с заданными гиперплоскостями уровня – 123 ($1_4\ 2_4\ 3_4$, $1_1\ 2_1\ 3_1$) и 10 11 12 ($10_4\ 11_4\ 12_4$, $10_1\ 11_1\ 12_1$). В рассматриваемом примере значение оптимального уровня разрывной нагрузки ниточного соединения принято 200 Н. Значение оптимального уровня жёсткости шва устанавливалось с учётом жёсткости текстильного материала, на котором он выполнялся, например, для ткани «Джинс-стрейч» значение оптимального уровня жёсткости принято $170\ 000\ \text{мкН}\cdot\text{см}^2$. В результате пересечения 1-поверхностей 123 ($1_1\ 2_1\ 3_1$) и 10 11 12 ($10_1\ 11_1\ 12_1$) получают 0-плоскость А (A_1, A_2).

Далее присваивают параметру x_3 значение $x_3 = 32$, при этом x_2 изменяется дискретно, принимая последовательно значения 0,2; 0,4; 0,6, а x_1 принимает значения 2,0; 3,0; 4,0 при каждом значении x_2 . Тогда получают 2-поверхности оптимизации двух показателей качества для каждого значения параметра x_2 . Определяют 1-поверхности 456 ($4_4\ 5_4\ 6_4$, $4_1\ 5_1\ 6_1$) и 13 14 15 ($13_3\ 14_3\ 15_3$, $13_1\ 14_1\ 15_1$) пересечения полученных 2-поверхностей оптимизации с заданными гиперплоскостями уровня $P_{p\text{ опт}}$ и $E_{\text{опт}}$. 0-плоскость В (B_1, B_2) является результатом пересечения 1-поверхностей 456 ($4_1\ 5_1\ 6_1$) и 13 14 15 ($13_1\ 14_1\ 15_1$). Затем присваивают параметру x_3 значение $x_3 = 37$, x_2 изменяется дискретно, принимая последовательно значения 0,2; 0,4; 0,6, а x_1 принимает значения 2,0; 3,0; 4,0 при каждом значении x_2 . Таким образом получают 2-поверхности оптимизации двух показателей качества для каждого значения параметра x_2 . Определяют 1-поверхности 789 ($7_4\ 8_4\ 9_4$, $7_1\ 8_1\ 9_1$) и 16 17 18 ($16_3\ 17_3\ 18_3$, $16_1\ 17_1\ 18_1$) пересечения полученных 2-поверхностей оптимизации с заданными гиперплоскостями уровня $P_{p\text{ опт}}$ и $E_{\text{опт}}$. 0-плоскость С (C_1, C_2) получают пересечением 1-поверхностей 789 ($7_1\ 8_1\ 9_1$) и 16 17 18 ($16_1\ 17_1\ 18_1$).

Дискретное число полученных 0-плоскостей образует 1-поверхность АВС ($A_1B_1C_1, A_2B_2C_2$), которая определяет область оптимизации параметров x_1, x_2, x_3 , если показатели качества имеют значения $P_{p\text{ опт}} = 200\ \text{Н}$, $E_{\text{опт}} = 170\ 000\ \text{мкН}\cdot\text{см}^2$. Для того чтобы выбрать комбинацию параметров, при которых ниточный шов будет обладать разрывной нагрузкой $P_{p\text{ опт}} = 200\ \text{Н}$ и жёсткостью $E_{\text{опт}} = 170\ 000\ \text{мкН}\cdot\text{см}^2$, необходимо выбрать значение одного из параметров, например, толщина швейной нитки $x_3 = 33$ текс, и определить 0-плоскость P (P_1, P_2) с координатой $x_3 = 33$, принадлежащую 1-поверхности АВС ($A_1B_1C_1, A_2B_2C_2$). Две другие координаты 0-плоскости $P(x_1^P, x_2^P)$ определяют значения остальных параметров: длина стежка $x_1 = 3,15\ \text{мм}$ и натяжение игольной нитки $x_2 = 0,45\ \text{Н}$.

Таким образом, графическая оптимизационная модель позволяет, варьируя значениями основных параметров процесса, выбирать режимы, обеспечивающие требуемые свойства ниточного шва.

Апробация модели показала, что установленные по чертежам значения основных параметров режимов процесса обеспечивают получение заданной прочности и жесткости ниточного соединения.

Построение применимо при различном числе параметров и показателей качества, количество и тех, и других может увеличиваться в зависимости от требований прикладной задачи.

Этим подтверждается ее практическая пригодность.

Выводы

Применение метода обеспечивает получение результатов решений прикладных задач в виде графических оптимизационных моделей, позволяющих выполнять комплексную оценку показателей качества швов с учетом технологических параметров процесса. При этом он дает возможность наглядно оценить исследуемый процесс, оперативно установить оптимальные режимы соединений, параметры их образования, а также прогнозировать характеристики исследуемых процессов. Его универсальность проверена на примере процесса соединения текстильных термопластичных материалов способом лазерной сварки [6]. Кроме того данный метод может быть применим не только в вышерассмотренных технологических задачах, но и, например, при синтезе новых материалов, которые будут удовлетворять некоторым оптимизирующим факторам, в решении экологических проблем и т. д.

Список используемой литературы

1. 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. – 12 с.
2. 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. – 6 с.
3. Кокеткин, П. П. Механические и физико-химические способы соединения деталей швейных изделий / П. П. Кокеткин – М. : Легкая и пищевая промышленность, 1984. – 200с.
4. Чижик, М. А. Применение методов инженерной геометрии для решения задач оптимизации многофакторных процессов / М. А. Чижик, В. Я. Волков, Е. Я. Сурженко // Вестник ТГТУ. – 2012. – № 4. С. 840 – 848.
5. Чижик, М. А. , Волков В. Я. Графические оптимизационные модели многопараметрических технологических процессов лёгкой промышленности // Инженерный вестник Дона. – 2012. – № 3. URL : <http://www.ivdon.ru/magazine/archive/n3y2012/901> (доступ свободный).
6. Чижик, М. А., Волков В. Я. Моделирование технологических процессов швейного производства методами многомерной начертательной геометрии // Технология лёгкой промышленности. – № 2 (8 том). – 2010. – Изв. вузов. – С. 70 – 74.

Стаття надійшла до редакції 18.02.2013

Метод комплексной оценки свойств соединений деталей швейных изделий

Чижик М.А.

Омский государственный институт сервиса

В статье рассматривается метод комплексной оценки свойств соединений деталей швейных изделий, полученных механическим и физико-химическим способами. Метод предусматривает поиск оптимизирующей области изменения технологических параметров процесса для заданных значений показателей качества соединения. В основу метода положен алгоритм конструирования графических моделей многофакторных, многокомпонентных систем, позволяющий наглядно оценить исследуемый процесс, оперативно установить оптимальные режимы соединений, а также прогнозировать их характеристики.

Ключевые слова: метод, соединение, свойства, графическая модель, оптимальные режимы, показатели качества.

Method of comprehensive evaluation of the properties of joints of garment parts

M. Chizhik

Omsk State Institute of Service

The article describes a method of comprehensive evaluation of the properties of joints of garment parts, connected mechanically and physicochemically. The method presupposes a search for the optimal variation range of technological parameters of the process for to the given values of the joint quality performance. The method is based on the algorithm of construction of graphical models of multifactor multicomponent systems, which allows to visually evaluate the process under study, and promptly identify the optimal modes of joints, and project their properties.

Keywords: method, joint, properties, graphical model, optimal modes, quality performance.