

Математическое Моделирование Процесса Получения Кожгалантерейных Изделий По Химической Технологии

*Турдиева Угилой¹, Исмаилов Нурулла Туйчибаевич²,
Дехканов Гафуржан Дехканович³*

Аннотация: Кожа животных и изделия из нее широко используются в различных отраслях промышленности. Промышленные изделия из кожи, в том числе детские сумки, женские сумки и коляски, а также обувь из сырой кожи, благодаря своей красоте, биологической активности и высокому качеству занимают важное место и широко используются. Одежда из изделий из коровьей и телячьей кожи обычно обрабатывается химическими и природными методами, чтобы хорошо сохранять тепло, не пропускать влагу, иметь высокую стойкость к различным воздействиям пламени и эластичность. Математическое моделирование технологических процессов позволяет определить технологические параметры.

Ключевые слова: Сырье, Кожа животных, химических элементов С (углерод), Si (кремний), S (фосфат), Cl (хлор), K (калий), Ca (кальций) и Cr (хром), химический метод, математическое моделирование, качество, температурная эффективность.

В статье проведено технологическое и математическое моделирование экспериментальных результатов, полученных при выделке изделий из говяжьей, телячьей, овечьей и козьей кожи методом наименьших квадратов. Корреляционный статус экспериментальных результатов представлен в таблице-1

Таблица -1.

x	x_1	x_2	x_3	...	x_{n-1}	x_n
y	y_1	y_2	y_3	...	y_{n-1}	y_n

В этом случае необходимо создать аналитическую связь, максимально четко освещающую результаты эксперимента. Для создания таких параметров мы используем метод наименьших квадратов $f(x, a_1, a_2, \dots, a_k)$ следующего математического моделирования небольшого числа. [1..5]

В этом процессе функция $f(x, a_1, a_2, \dots, a_k)$ должна быть задана таким образом, чтобы результирующие квадраты u , $f(x, a_1, a_2, \dots, a_k)$ имели смещения в единицах размера $Y_i = f(x, a_1, a_2, \dots, a_k)$ должно быть меньше размеров смещения (см. рис. 1).

$$S(a_1, a_2, \dots, a_k) = \sum_{i=1}^n [y_i - Y_i]^2 = \sum_{i=1}^n [y_i - f(x, a_1, a_2, \dots, a_k)]^2 \rightarrow \min (1)$$

Математическое моделирование проводилось в два этапа:

1. По результатам эксперимента был определен внешний вид выбранного соединения.
2. $Y=f(x, a_1, a_2, \dots, a_k)$, выбирается коэффициент корреляции в функции, и эта корреляция выводится через a_i в первой функции.

¹ Докторантка 2-й ступени Наманганский институт текстильной промышленности

² д. ф. т. н. (PhD), Наманганский инженерно-технологический институт, Республика Узбекистан. г. Наманган

³ Ассистент, Наманганский инженерно-технологический институт, Республика Узбекистан. г. Наманган



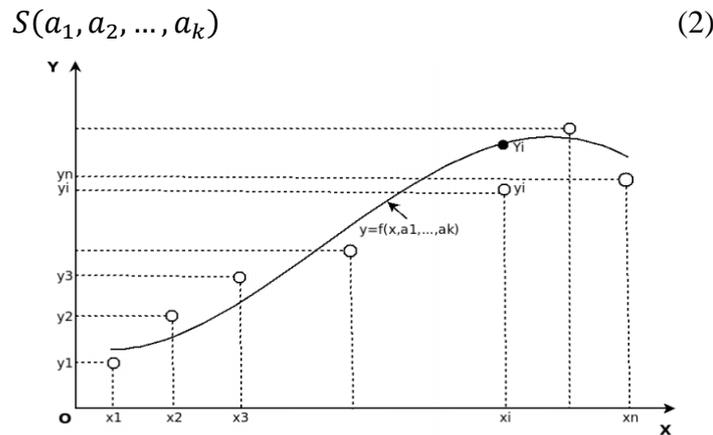


Рисунок 1. Аналитическая зависимость выхода продукта от температуры.

Достаточно малые значения функции объясняются тем фактом, что при условии (минимума) она равна нулю во всех своих производных. Таким образом, нахождение минимальной функции было выполнено путем решения этого алгебраического уравнения.

$$\begin{cases} \frac{\partial S}{\partial a_1} = 0 \\ \frac{\partial S}{\partial a_2} = 0 \\ \dots \\ \frac{\partial S}{\partial a_k} = 0 \end{cases} \quad (3)$$

Если параметры a_i $Y=f(x, a_1, a_2, \dots, a_k)$ линейны по отношению к параметрам функции из линейного уравнения k с неизвестным k , то система строится по следующим уравнениям (4).

$$\begin{cases} \sum_{i=1}^n 2[y_i - f(x, a_1, a_2, \dots, a_k)] \frac{\partial f}{\partial a_1} = 0 \\ \sum_{i=1}^n 2[y_i - f(x, a_1, a_2, \dots, a_k)] \frac{\partial f}{\partial a_2} = 0 \\ \dots \\ \sum_{i=1}^n 2[y_i - f(x, a_1, a_2, \dots, a_k)] \frac{\partial f}{\partial a_k} = 0 \end{cases} \quad (4)$$

Для вычисления параметров a_i в системе уравнений выражаются в кратном $(k-1)$ представлении на уровне $Y = \sum_{i=1}^k a_i x^{i-1}$, и следующие (4) уравнения приводятся к системному представлению:

$$\begin{cases} a_1 n + a_2 \sum_{i=1}^n x_i + a_3 \sum_{i=1}^n x_i^2 + \dots + a_k \sum_{i=1}^n x_i^{k-1} = \sum_{i=1}^n y_i \\ a_1 \sum_{i=1}^n x_i + a_2 \sum_{i=1}^n x_i^2 + a_3 \sum_{i=1}^n x_i^3 + \dots + a_k \sum_{i=1}^n x_i^k = \sum_{i=1}^n x_i y_i \\ \dots \\ a_1 \sum_{i=1}^n x_i^k + a_2 \sum_{i=1}^n x_i^{k+1} + a_3 \sum_{i=1}^n x_i^{k+2} + \dots + a_k \sum_{i=1}^n x_i^{2k-2} = \sum_{i=1}^n x_i^k y_i \end{cases} \quad (5)$$

Затем система линейных уравнений (5) записывается в матричном виде.

$$Ax = V, \quad (6)$$

Матричная строка A коэффициентов перед неизвестными в уравнении V матричной строки свободные члены уравнения были вычислены с использованием приведенной ниже формулы.

$$V_{i,j} = \sum_{k=1}^n x_k^{i+j-2}, \quad i = 1, \dots, k+1, j = 1, \dots, k+1, \quad (7)$$

$$V_i = \sum_{k=1}^n y_k x_k^{i-1}, \quad i = 1, \dots, k+1. \quad (8)$$



В (5) системе отсчета чисел задаются параметры

$$Y = a_1 + a_2x + a_3x^2 + \dots + a_{k+1}x^k \quad (9)$$

В ходе исследования определяются химический состав, физические и механические свойства готового изделия и готовых петель из шкур различных животных. Также кожа будет отличаться в зависимости от вида сырья, в зависимости от способа дубления, характера и состава подпитки. Поэтому для использования кож из шкур животных различного ассортимента они были проведены на основании нормативных документов, представленных в таблице-1, с целью определения химических свойств готового продукта.[3..4]

При производстве кожгалантереи количество веществ экстрагируется на основе органических растворителей, с помощью соединений химических элементов С (углерод), Si (кремний), S (фосфат), Cl (хлор), K (калий), Ca (кальций) и Cr (хром), осуществляется производство различных шкур животных и изделий из кожи. С целью определения неизвестных параметров процесса производства кожи на основе следующей таблицы (табл.1) рассчитывали прочность на разрыв овечьих, козлиных, телячьих и коровьих шкур при заданной температуре.[5..6]

Физико-химические и механические свойства кожи, полученной из коровьих и телячьих шкур, должны соответствовать требованиям стандарта ГОСТ 940-81. [6].

Таблица 2 Физико-химические показатели готовой кожи.

№	Показания к применению	Коровья кожа	Телячья кожа	Овечья кожа	Козья кожа	норма,
						ГОСТ 940-81
1.	Содержание влаги, %:	15,9	14,5	13,5	12,9	10-16
2.	Содержание золы, %:	4,45	5,35	7,45	10,4	
3.	Содержание оксида хрома, не менее %	6,5	4,4	1,36	5,9	3,3 0,6-2,0
4.	Количество экстрагируемых веществ на основе органических растворителей, не менее %	5,38	4,09	4,69	4,38	3,7
5	Температура созревания, °с	95	87	80	85	80-95
6	Прочность при разрыве 10 МПа, не менее %	3	2,5	1,3	2,0	1,3
7	относительное удлинение при напряжении 5 МПа, %:	30	35,3	40,8	32,0	15-40

Для этого процесса были созданы математическая модель и аналитическая функция для каждого случая, и эта математическая модель была проиллюстрирована на основе следующей таблицы.

Таблица 2 модель:

t_i	95	87	80	85
u_i	3	2,5	1,3	2,0

Где t_i - температура, u_i - степень неоднородности продукта.

$$S(a_1, a_2, \dots, a_k) = \sum_{i=1}^4 [u_i - U_i]^2 = \sum_{i=1}^4 [u_i - f(t_i, a_1, a_2, a_3, a_4)]^2 \rightarrow \min$$

$$f(t_i, a_1, a_2, a_3, a_4) = a_1 + a_2t_i + a_3t_i^2 + a_4t_i^3$$

Для этого процесса система уравнений (8) первоначально выводится из системы дифференциальных уравнений (3).



$$\begin{cases} \sum_{i=1}^4 2[u_i - a_1 - a_2 t_i - a_3 t_i^2 - a_4 t_i^3] = 0 \\ \sum_{i=1}^4 2[u_i - a_1 - a_2 t_i - a_3 t_i^2 - t_i^3] t_i = 0 \\ \sum_{i=1}^4 2[u_i - a_1 - a_2 t_i - a_3 t_i^2 - a_4 t_i^3] t_i^2 = 0 \\ \sum_{i=1}^4 2[u_i - a_1 + a_2 t_i + a_3 t_i^2 + a_4 t_i^3] t_i^3 = 0 \end{cases} \quad (9)$$

(9) уравнения выводят из системы следующую систему уравнений (10)

$$\begin{cases} 4a_1 + a_2 \sum_{i=1}^4 t_i + a_3 \sum_{i=1}^4 t_i^2 + a_4 \sum_{i=1}^4 t_i^3 = \sum_{i=1}^4 u_i \\ a_1 \sum_{i=1}^4 t_i + a_2 \sum_{i=1}^4 t_i^2 + a_3 \sum_{i=1}^4 t_i^3 + a_4 \sum_{i=1}^4 t_i^4 = \sum_{i=1}^4 t_i u_i \\ a_1 \sum_{i=1}^4 t_i^2 + a_2 \sum_{i=1}^4 t_i^3 + a_3 \sum_{i=1}^4 t_i^4 + a_4 \sum_{i=1}^4 t_i^5 = \sum_{i=1}^4 t_i^2 u_i \\ a_1 \sum_{i=1}^4 t_i^3 + a_2 \sum_{i=1}^4 t_i^4 + a_3 \sum_{i=1}^4 t_i^5 + a_4 \sum_{i=1}^4 t_i^6 = \sum_{i=1}^4 t_i^3 u_i \end{cases} \quad (10)$$

Полученные в результате уравнения (10) могут быть вычислены с использованием системной обратной матрицы для уточнения неизвестных коэффициентов.

$$\begin{pmatrix} 36113652,46 & 2462822,31 & 169025,31 & 11675,37 \\ 2462822,31 & 169025,31 & 11675,37 & 811,72 \\ 169025,31 & 11675,37 & 811,72 & 56,80 \\ 11675,37 & 811,72 & 56,80 & 4 \end{pmatrix} \begin{pmatrix} a_1 \\ a_2 \\ a_3 \\ a_4 \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} 55036,41 \\ 3803,67 \\ 264,66 \\ 18,54 \end{pmatrix}$$

(10) уравнения путем решения системы $a_1 = 0,428583953$;

$a_2 = -18,19291922$; $a_3 = 256,70876777$; $a_4 = -1199,709248$ зависимость и $F = -1199,71 + 256,71 \cdot X_1 - 18,19 \cdot X_2 + 0,43 \cdot X_3$ определены параметры функции.

На основе приведенных выше системных матриц программа Mathcad, Exsel, GeoGebra может быть использована для построения функции и диаграммы влияния температуры t_i , силы неоднородности продукта u_i (см. рисунок 1).

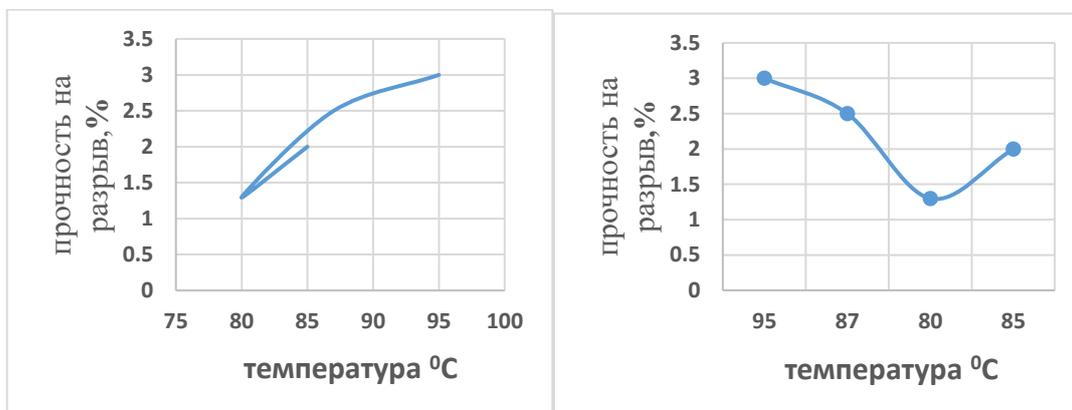


Рисунок 1. Влияние прочности продукта на разрыв при температуре приготовления в зависимости от химического элемента;

(a) - в эксперименте (v) - при математическом моделировании

Вывод.

Исследование общих нормальных напряжений, физико-механических свойств кожи при растяжении, изгибе и скручивании, возникающих в поперечном сечении кожевенного сырья, полученного в технологическом процессе подготовки кожевенного сырья к потреблению, показало, что получаемая цельная кожа ткани совместимы друг с другом. При повышении температуры нормативные требования, а по некоторым показателям даже превосходят эти требования.

На графиках показаны кривые, представляющие изменение прочности кожного изделия на разрыв на единицу температуры. Благодаря полученным результатам можно анализировать амплитудные и частотные характеристики температуры химической реакции кожи. Также с помощью приведенных уравнений можно учесть обезжиривающие и упругие свойства кожи и



определить возможность стабилизации динамического процесса производства изделий из кожи, приготовленных с их помощью.

Список литературы

1. И.И.Мигушов.Механика текстелной нити и ткани.М.Легкая индустрия 1980 г. С.130-137.
2. Nurulla Ismailov¹, Y , Nargiza Nabidjanova² , Dilrabo Rayimberdiyeva² , Rashida Ergasheva² and Saida Mamatkulova³ Economic efficiency of production of knitted fabrics per unit of time. E3S Web of Conferences 538, 04013 (2024) <https://doi.org/10.1051/e3sconf/202453804013> IPFA 2024
3. Разумеев К.Э. Особенности измерения крутки в продукте с переменной круткой / К.Э. Разумеев, П.М. Мовшович, А.Н. Гурев // Изв. вузов. Технология текстильной промышленности, 2006–№4, с. 29–31
4. C.I.Chu, C.H.Liu, J.Y.Jiang. Drafting force of twin spun yarn. Textile Research Journal, Vol. 73, No. 9, 2003, pp. 815-818.
5. В.И.Кравсов, Надвилло А. М. математическая модел выбора мақбулных параметров гибких деформируемых элементов / Вестник №5. – 2001. –с. 41-60.
6. Н. Т. Исмаилов. Технология производства армированной пряжи на кольцепрядильной машине. Диссертация на соискание ученой степени доктора технических наук, (PhD) Наманган, 2023. Стр. 41-46.

