

УДК 675.6.026

**СТАТИСТИЧНА ОПТИМІЗАЦІЯ ТЕХНОЛОГІЧНОГО ПРОЦЕСУ  
ФАРБУВАННЯ ХУТРА ПО ТИПУ „ТЕХНОЛОГІЯ – ВЛАСТИВІСТЬ” ДЛЯ  
ШЕСТИФАКТОРНОГО ЕКСПЕРИМЕНТУ****О.П. КОЗАРЬ**

Мукачівський технологічний інститут

*Розроблена статистична оптимізація технологічного процесу фарбування натурального хутра по типу „технологія – властивість” для шестифакторного експерименту за допомогою методу Гауса-Зейделя. Дана математична модель теоретично підтверджує достовірність експериментально отриманих результатів.*

Процес фарбування натурального хутра, якщо його розглядати з фізико-хімічної точки зору, представляє собою невід’ємну, сукупну єдність чотирьох стадій: дифузії барвника в розчині, сорбції його активною поверхнею волосяного покриву та шкіряної тканини, активної дифузії фарбуючих речовин в структуру елементарних волокон та фіксація вказаних речовин з активними центрами. В зв’язку з цим аналіз будь-якого процесу фарбування потрібно починати з оцінки факторів, які керують дифузійним переносом частинок барвника із розчину до зовнішньої поверхні волосин та шкіряної тканини, вивчення механізму переміщення барвника з периферії до центру кожного елементарного волокна [1]. При створенні нових способів фарбування дуже важливо, щоб протягом короткого часу перебування хутра в фарбувальному розчині барвник швидко переходив із розчину на хутро, а потім, на наступних стадіях, також швидко перерозподілявся з поверхні в середину волосу.

Удосконалення процесів нейтралізації та фарбування волосяного покриву хутра з метою скорочення витрат барвників та інших хімматеріалів, і при цьому отримання насиченого забарвлення на хутрі, здійснювали, досліджуючи сорбцію ряду кислотних барвників вітчизняного виробництва волосяним покривом хутра в залежності від ряду факторів: виду і концентрації ПАР (при нейтралізації та фарбуванні), концентрації барвника, рН розчину, виду та концентрації інтенсифікатора в фарбувальному розчині.

***Об’єкти та методи дослідження***

Для дослідження використовувалось хутро білого кроля, обробленого за єдиною технологією. При фарбуванні хутра в даному дослідженні використовувалися середньовирівняючі кислотні барвники: кислотний коричневий К, кислотний бордо. Зразки хутра фарбували в умовах термостатування.

Для створення рецептів фарбування на великих хутрових підприємствах

використовують об'єктивні способи аналізу результатів, засновані на існуванні залежності між відбиттям світла від забарвленого зразка і вмістом барвника на хутрі, яка дозволяє порівняти за показниками характеристики кольору заданих і отриманих забарвлень. Деякі із способів передбачають розрахунок рецептури за допомогою ЕОМ. Інструментальний метод розрахунку має ряд переваг. Головна із них - знаходження точного рецепту і, відповідно, найвищого технічного ефекту, при мінімальній кількості використовуваних барвників та матеріалів. Однак цей спосіб потребує використання складної техніки і організації обчислювального центру, а також трудомістку підготовчу роботу, яка включає накопичення даних, які б характеризували барвники, індивідуальність сировини і технологічний процес підготовки та фарбування хутра. Простішим є спосіб, який передбачає розрахунок рецептури фарбування безпосередньо у фарбувально-викінчувальному виробництві. З цією метою в деяких випадках використовують залежність між коефіцієнтом відбиття забарвленого хутра і концентрацією барвника на волосяному покриві, яке виражається рівнянням Гуревича-Кубелки-Мунка[2,3,4]. Для визначення вибірковості барвника хутром користувались приладом ФОРУ 4.2. За критерій оцінювання інтенсивності забарвлення приймали коефіцієнт поглинання забарвлених зразків  $\alpha_\lambda$ , який в даному дослідженні характеризує інтенсивність забарвлення хутра як функцію технологічних параметрів процесу. Оскільки при фіксованих умовах фарбування інтенсивність забарвлення хутра залежить від розподілу барвника між волосяним покривом та шкірною тканиною, то, відповідно, критерій оцінювання для хутра, який використовувався нами, характеризує не тільки повноту вибирання барвника із фарбувального розчину, а й глибину профарбовування волосу та шкірної тканини (в поперечному перерізі).

Розроблено спосіб фарбування хутра кроля індивідуальними кислотними барвниками в кольори червоно-коричневої гама, який містить дві стадії:

1) нейтралізація в розчині складу, г/л:  $\text{NH}_4\text{OH}$  - 4,0;  $\text{NaCl}$ - 20,0;  $\text{MEA}$ - 3,0 тривалість 30 хв температура 35-40<sup>0</sup>С, РК=20;

2) фарбування в розчині: барвник - 6% від маси зразка;  $\text{Na}_2\text{SO}_4$ - 10% від маси зразка;  $\text{CH}_3\text{COOH}$  (30%-на)-2,0 г/л;  $\text{MEA}$ - 2,5 г/л; бутанол - 20,0 г/л, РК=25, температура 35-40<sup>0</sup>С, тривалість 2 год. Далі зразки промивають теплою проточною водою.

#### ***Постановка задачі***

Основною метою даного дослідження є здійснення статистичної оптимізації

технологічного процесу фарбування хутра за запропонованим способом, який би пов'язував шість технологічних параметрів та інтенсивність забарвлення волосяного покриву хутра і встановлення оптимуму досліджуваного процесу.

### **Результати та їх обговорення**

Базуючись на експериментальних даних по фарбуванню хутра кроля кислотними барвниками, здійснена статистична оптимізація даного технологічного процесу за методом Гауса-Зейделя [5], яка пов'язує шість технологічних параметрів та інтенсивність забарвлення волосяного покриву хутра. Статистична оптимізація процесу нейтралізації та фарбування хутра кислотними барвниками, з використанням інтенсифікаторів - МЕА та бутанолу, проводилась по типу „технологія – властивість” для шестифакторного експерименту. Оптимум досліджуваного процесу шукали почерговою зміною кожного вхідного параметра до досягнення оптимуму вихідної змінної. Отримано рівняння множинної регресії, розв'язком якого є оптимальні значення вхідних змінних, тобто, точка оптимуму:

$$y = -57,98 + 3,99x_1 + 6,51x_2 + 5,03x_3 + 17,49x_4 + 22,35x_5 + 3,35x_6 - 0,84x_1^2 - 0,98x_2^2 + 0,30x_3^2 - 1,85x_4^2 - 5,87x_5^2 - 0,09x_6^2$$

де  $x_1$  – концентрація МЕА в нейтралізаційному розчині, г/л;

$x_2$  – концентрація  $\text{NH}_4\text{OH}$  (25%-го) в нейтралізаційному розчині, г/л;

$x_3$  - концентрація МЕА в фарбувальному розчині, г/л;

$x_4$  – концентрація кислотного барвника, в % від маси зразка;

$x_5$  – тривалість фарбування, год,  $x_6$  – концентрація бутанолу в фарбувальному розчині, г/л.

Основне завдання статистичної оптимізації даного експерименту – досягнення оптимуму інтенсивності забарвлення хутра при проведенні процесу в системі „нейтралізація – фарбування”. Для цього проведено кодування технологічних факторів (табл.1).

**Таблиця 1**  
**Кодування технологічних параметрів**

Параметри	- 1	0	+1
$x_1$	0	1,5	3
$x_2$	0	2	4
$x_3$	0	1,5	2,5
$x_4$	1,5	3,0	6,0
$x_5$	0,25	1	2,5
$x_6$	0	10	20

Початковий крок = 0,5. Точність = 0,0001.

Після кодування рівняння множинної регресії має вигляд:

$$y = +43,37 + 2,18x_1 + 5,18x_2 + 7,24x_3 + 8,14x_4 + 8,00x_5 + 14,70x_6 - 1,9x_1^2 - 3,92x_2^2 + 0,48x_3^2 - 9,36x_4^2 - 4,49x_5^2 - 9,40x_6^2$$

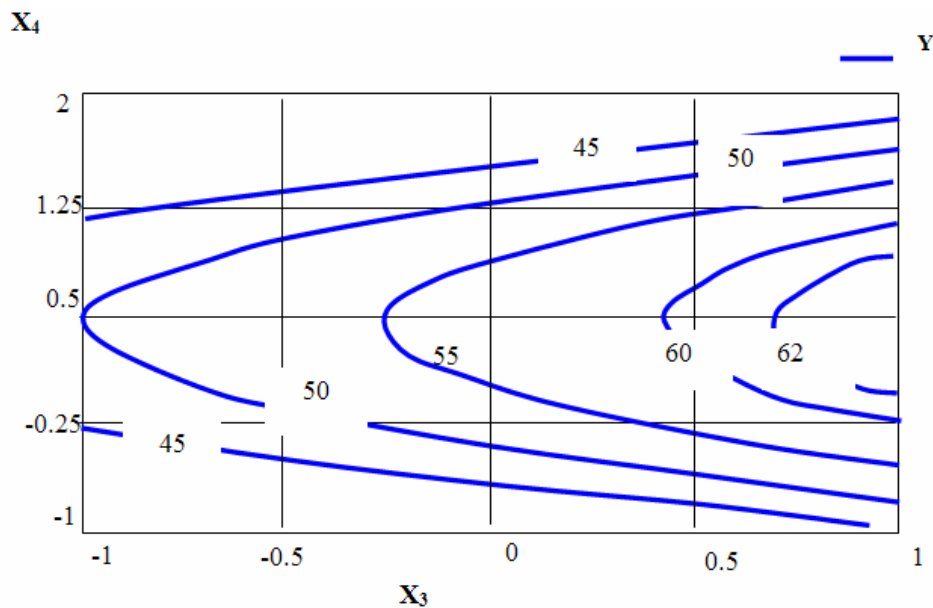
Точка оптимуму як результат оптимізації представлена в табл. 2

**Таблиця 2**  
**Точка оптимуму**

Технологічні параметри		Значення	
		розрах.	експер.
$x_1$	Концентрація МЕА в нейтралізуючому розчині, г/л	2,37	3,0
$x_2$	Концентрація гідроксиду амонію(25%) в нейтралізуючому розчині, г/л	3,32	4,0
$x_3$	Концентрація МЕА в фарбувальному розчині, г/л	2,5	2,5
$x_4$	Концентрація барвника в фарбувальному розчині, % від маси зразка	4,73	6,0
$x_5$	Тривалість фарбування, год	1,9	2,0
$x_6$	Концентрація бутанолу в фарбувальному розчині, г/л	17,8	20,0

Значення оптимуму  $Y_{\text{опт}} = 64,511$ .

За результатами оптимізації процесу фарбування хутра кислотними барвниками побудована діаграма «технологія – властивість» для параметрів  $x_3$  і  $x_4$  при фіксованих оптимальних значеннях інших технологічних параметрів. Криві відгуку в кодованих одиницях представлені на рис. 1.



**Рис. 1** Криві відгуку для параметрів  $x_3$  і  $x_4$  при фіксованих оптимальних значеннях інших технологічних параметрів

### **Висновки**

Таким чином, “послідовна” оптимізація і оптимізація з використанням методу Гауса-Зейделя дають близькі результати, що теоретично підтверджує достовірність експериментально отриманих результатів. Поряд з цим, внаслідок взаємодії факторів між собою, значення оптимальних концентрацій, розрахованих за рівнянням регресії, дещо менші оптимальних концентрацій параметрів нейтралізації та фарбування, знайдених експериментально.

### **ЛІТЕРАТУРА**

1. Мельников Б.Н., Морыганов П.В. Теория и практика интенсификации процессов крашения. –М.: Легк. индустрия, 1969, – 272с.
2. Шиканова И.А., Технология отделки шерстяных тканей. –М.: Легк. индустрия, 1972, – 364с.
3. Лаптев Н.Г., Богословский Б.М. Химия красителей. –М.: Изд-во “Химия” /Под ред. Л.И.Беленького, 1970.
4. Кирилков Е.А. Цветоведение.- М.: Легпромиздат, 1987.
5. Бондарь А.Г., Статюха Г.А. Планирование эксперимента в химической технологии. – К.: Изд-ое об’єднання «Вища школа», 1976, – 184с.

УДК 539.3 – 620.1

## **ДЕЯКІ ФІЗИКО-МЕХАНІЧНІ АСПЕКТИ У ДЕФЕКТОСКОПІЇ МЕТАЛЕВИХ КОНСТРУКЦІЙ**

**М.Г. СТАЩУК<sup>1</sup>, В.Г. ГОРОПАЦЬКИЙ<sup>2</sup>, В.Ф. ЛАЗАР<sup>3</sup>**

<sup>1</sup> Національний університет „Львівська політехніка”, м. Львів, Україна

<sup>2</sup> ДП «НДІ «Система», м. Львів, Україна

<sup>3</sup> Мукачівський технологічний інститут

*Запропоновано математичну модель та відповідну методичку для врахування залежності показів засобу вимірювання від фізико-механічних характеристик металу давача та фізико-хімічних характеристик середовища. Наведено результати аналітичних досліджень, що підтверджують доцільність врахування фізико-механічних та фізико-хімічних аспектів під час вимірювань та атестування засобів вимірювань.*

### **Постановка задачі**

Засоби вимірювання та діагностики використовуються здебільшого у складних умовах експлуатації: дії механічних навантажень, впливу електромагнітного, температурного полів, фізико-хімічних факторів середовища тощо. Основні функційні