

УДК675.023.25

СМАЧИЛО О.В., КАСЬЯН Е.Є.

Київський національний університет технологій та дизайну

## ОПТИМІЗАЦІЯ ТЕХНОЛОГІЙ ЕМУЛЬСІЙНОГО ЗНЕЖИРЕННЯ ТА ЗНЕЖИРЕННЯ-ВИБІЛЮВАННЯ ХУТРА

**Мета.** Досліджено вплив параметрів процесів знежирення та знежирення-вибілювання на показники ефективності знежирення та вибілювання, а також на властивості хутрового напівфабрикату.

**Методика.** В роботі використано рототабельний план другого порядку Бокса-Хантера, а також комплекс фізико-хімічних та фізико-механічних методів досліджень хутрового напівфабрикату.

**Наукова новизна.** Отримано математичні моделі процесу знежирення зворотними емульсіями, що дало можливість оптимізувати процеси знежирення та знежирення-вибілювання для забезпечення необхідних властивостей хутрового напівфабрикату.

**Практична значимість.** Визначені оптимальні умови проведення процесів емульсійного знежирення та вибілювання дають змогу отримати хутровий напівфабрикат високої якості з гарним зовнішнім виглядом та необхідними експлуатаційними характеристиками.

**Ключові слова:** хутровий напівфабрикат, емульсійні системи, математичне моделювання, знежирення, вибілювання, межа міцності, еластичність, оптимальні параметри процесу.

**Вступ.** Оброблення хутрового напівфабрикату та одягу з хутра і відновлення його споживчих властивостей є найбільш трудомісткою і проблематичною задачею. Для знежирення хутрового напівфабрикату та хімічного чищення виробів із хутра ще досить активно використовують перхлоретилен (ПХЕ), який іноді замінюють "вологим" чищенням, що є екологічно більш безпечним у порівнянні із традиційним "сухим". Проте впровадження у виробництво "вологого" чищення стримується великою вартістю самої технології та обладнання [1].

Емульсійні системи дозволяють поєднати переваги "сухого" знежирення (легкість видалення жирових речовин) та позитивні якості "вологого" (видалення водорозчинних забруднень) [2]. У зв'язку з цим для підвищення ефективності процесів знежирення хутрової сировини й напівфабрикату та чищення хутрових виробів є актуальним застосування водних емульсійних систем зворотного типу, що також дає можливість використовувати існуюче обладнання.

Процеси знежирення хутрових шкур при підготовці до фарбування та чищення хутрових виробів часто супроводжуються процесом вибілювання. Поєднання процесів емульсійного знежирення та вибілювання хутра забезпечить оптимальне видалення жирових та інших забруднюючих речовин з волосяного покриву і шкірної тканини, а також при необхідності допоможе усунути натуральне забарвлення пігментованого волосу та жовтизну непігментованого волосу.

**Постановка завдання.** В роботі [3] наводяться результати досліджень впливу компонентів зворотних емульсій для знежирення та вибілювання хутрових шкур на показники ефективності знежирення вибілювання, а також та на властивості хутрового напівфабрикату. За допомогою методу математичного планування експерименту визначено оптимальні склади зворотних емульсій для обробки хутра.

Настільки ж важливим завданням є отримання оптимальних параметрів процесів знежирення та знежирення-вибілювання з метою підвищення ефективності обробки хутрових шкур шляхом видалення з волосяного покриву і шкірної тканини одночасно жирових і водорозчинних речовин та отримання хутрового напівфабрикату високої якості з необхідним комплексом властивостей при зменшенні витрат хімічних матеріалів та із значною економією часу.

**Результати дослідження.** З метою виявлення оптимальних параметрів процесу знежирення та їх впливу на властивості хутрового напівфабрикату у роботі використаний рототабельний план другого порядку Бокса-Хантера (табл. 1). Факторами впливу вибрано:  $X_1$  – витрата ЗЕ (рідинний коефіцієнт (РК));  $X_2$  – температура процесу знежирення, °С;  $X_3$  – тривалість процесу знежирення, хв.

Функціями відгуку в математичних моделях процесу знежирення вибрані наступні якісні показники знежиреного хутрового напівфабрикату:

$Y_1$  – ступінь знежирення, %;  $Y_2$  – видовження шкірної тканини при навантаженні 4,9 МПа, %;  $Y_3$  – міцність волосу, Н.

Характеристика плану подана в табл. 1.

**Таблиця 1.** Характеристика плану

Характеристика	$x_1$	$x_2$ , °С	$x_3$ , хв
Нульовий рівень	15	20	10
Інтервал варіювання	10	10	5
Верхній рівень	25	30	15
Нижній рівень	5	10	5

Оцінка значущості коефіцієнтів регресії проводилась за критерієм Стюдента, а адекватності моделей - за критерієм Фішера [4]. Розрахунки та побудова оптимальних областей виконувались за допомогою програми Statistica 5 (рис. 1). В результаті отримані математичні моделі процесу знежирення, що описують вплив вихідних параметрів на властивості хутрового напівфабрикату.

$$Y_1 = 87,12 + 24,92X_1 + 6,61X_2 + 16,06X_3 + 5,38X_1X_2 + 4,38X_1X_3 + 4,88X_2X_3 - 18,10X_1^2 - 10,15X_2^2 - 17,57X_3^2 \quad (1)$$

$$Y_2 = 41,04 - 2,63X_1 - 2,08X_2 - 3,59X_3 - 0,13X_1X_2 - 0,13X_1X_3 + 0,13X_2X_3 - 3,56X_1^2 - 2,14X_2^2 - 1,08X_3^2 \quad (2)$$

$$Y_3 = 182,4 - 5,03X_1 - 1,83X_2 - 6,37X_3 - 1,88X_1X_2 + 5,63X_1X_3 - 0,63X_2X_3 - 10,39X_1^2 - 12,16X_2^2 - 13,04X_3^2 \quad (3)$$

Як видно з рівнянь регресії (1)-(3), зростання кожного з трьох факторів процесу знежирення по-різному впливає на якість хутрового напівфабрикату. Так, на ефективність знежирення позитивно впливають всі три досліджувані фактори, причому найбільший вплив мають РК і тривалість обробки хутрових шкур. Звичайно, із збільшенням РК покращується омивання хутрових шкур емульсією і підвищується ступінь дифузії розчинених жирових речовин зі шкірної тканини та волосу. При підвищенні температури покращується видалення зі шкури нежирових забруднень та посилюються солюбілізація і гідротропний вплив органічного розчинника на жирові забруднення, що також прискорює їх видалення зі шкури. Зростання тривалості обробки дозволяє збільшити ефективність даної обробки, що теж позитивно впливає на ефективність знежирення.

На видовження шкірної тканини при навантаженні 4,9 МПа зростання всіх означених факторів впливає негативно, особливо тривалість процесу. Оскільки пластичність і тягучість шкірної тканини, які характеризуються видовженням більше 30 %, залежить від ефективності жирування хутрових шкур та розподілу жирувальних матеріалів у товщі шкірної тканини, то цілком вірогідно, що із збільшенням РК, температури і тривалості процесу зростає вимивання жирувальних матеріалів зі шкірної тканини, що спричиняє її жорсткість і знижує еластичність[5].

Аналогічний за характером вплив факторів на показник міцності волосу. У цьому варіанті, як і в попередньому, зростання РК і тривалості обробки пояснює деструктивний вплив органічного розчинника на кератин волосу і таким чином знижує його міцність і призводить до крихкості і ламкості. Температурний фактор на міцність волосу впливає найменше завдяки високій термостійкості кератину внаслідок наявності в ньому дисульфідних зв'язків.

Аналізуючи вплив факторів знежирення на властивості хутрового напівфабрикату можна

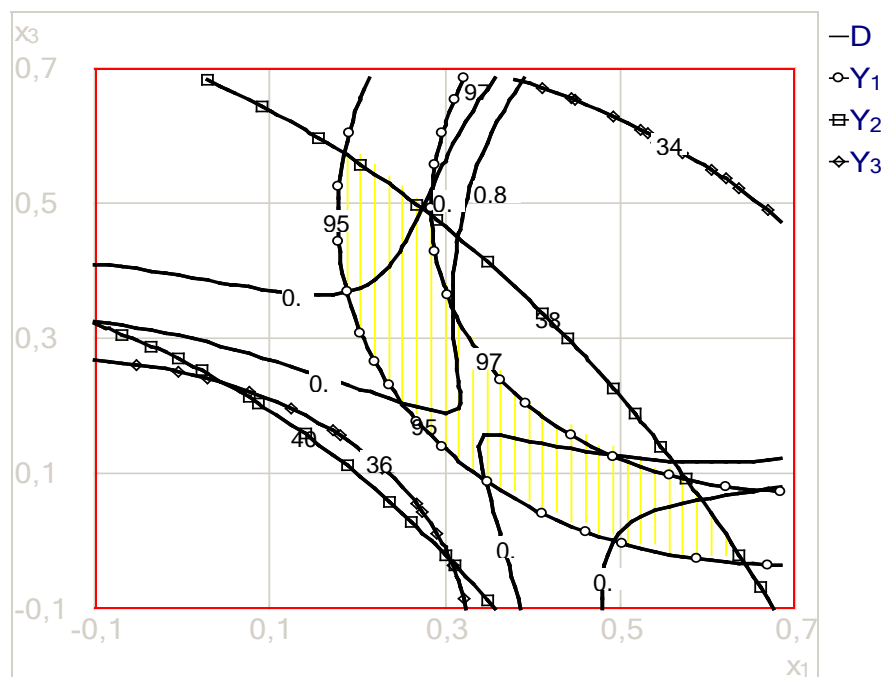


Рис. 1. Оптимальна область параметрів процесу емульсійного знежирення та показники хутрового напівфабрикату

відмітити, що найвагомим є фактор  $X_1$  і досить вагомим фактор  $X_3$ , які інтенсивно впливають на ефективність знежирення. Температурний фактор  $X_2$  є найменш вагомим для всіх вихідних змінних, причому для  $Y_2$  і  $Y_3$  зростання температури є небажаним.

На основі математичної обробки отриманих регресійних моделей визначені параметри процесу знежирення у кодованих одиницях і натуральних величинах, при яких вихідні змінні досягають максимальних значень  $u_{max}$  (табл. 2). Як видно з табл. 2, максимальному значенню кожної вихідної змінної відповідають різні параметри процесу знежирення. Причому, розбіжність цих параметрів досить значна, що свідчить про їх індивідуальний вплив на знежирення і якість хутрового напівфабрикату. Однак, значущість усіх вихідних змінних (ступеня знежирення та міцності й тягучості напівфабрикату) є рівновеликою, тобто всі три показники є дуже важливими для ефективного виконання процесу знежирення.

**Таблиця 2.** Фактори та показники знежирення

Показник напівфабрикату	Кодовані			Натуральні			$u_{max}$
	$X_1$	$X_2$	$X_3$	$x_1$ , РК	$x_2$ , °С	$x_3$ , хв	
Ступінь знежирення, %	0,768	-0,032	0,568	22,68	19,68	12,84	99,80
Видовження шкірної тканини при наванта- женні 4,9 МПа, %	-0,332	-0,482	-1,0	11,68	15,18	5,00	44,54
Міцність волосу, Н	-0,332	-0,032	-0,3	11,86	19,68	8,50	36,80

Якщо процес описується декількома рівняннями регресії, тобто важливими є декілька вихідних змінних, то у цьому випадку необхідно вирішувати компромісну задачу – визначати екстремальне значення однієї функції відгуку за умови обмежень, що накладаються на інші функції відгуку та на границі областей дослідження. Оптимум параметрів, що досягається з урахуванням виконання цих умов, як правило, називають умовним або відносним.

Зважаючи на те, що температура є найменш вагомим фактором і найменше впливає на зростання всіх вихідних змінних, її величину слід залишити на нульовому рівні, тобто 20 °С.

Зниження температури до нижнього рівня є нераціональним з урахуванням додаткових затрат і зниження ефективності знежирення. Інші фактори (РК і тривалість) варіюють у межах плану експерименту (від -1,68 до +1,68 у кодованих одиницях).

Користуючись рівняннями регресії (1)-(3), розраховані так звані умовно оптимальні (або раціональні) значення  $u_{opt}$  показників хутрового напівфабрикату, які досить тісно корелюються з експериментальними значеннями цих показників (табл. 3).

Таблиця 3. Умовно оптимальні фактори та показники знежирення

Характеристика рівня	Кодовані			Натуральні			У <sub>1opt</sub>	У <sub>2opt</sub>	У <sub>3opt</sub>
	X <sub>1</sub>	X <sub>2</sub>	X <sub>3</sub>	X <sub>1</sub> , РК	X <sub>2</sub> , °С	X <sub>3</sub> , хв			
Рівноважний	0,368	0,118	0,218	18,68	21,18	11,09	97,86	38,46	35,42
Функція Харінгтона	0,368	0,168	0,268	18,68	21,68	11,34	98,69	38,12	35,25
Верхній оптимум	0,47	0	0,14	19,7	20	10,7	97,86	38,48	35,39
Нижній оптимум	0,3	0	0,36	18,0	20	11,8	96,94	38,48	35,32
Нульовий	0,38	0	0,22	<b>18,8</b>	<b>20</b>	<b>11,1</b>	97,02	38,67	35,48
Нульовий (експериментальні значення)				19	20	11	97,5	37,8	34,6

Таким чином, оптимальними умовами знежирення хутрового напівфабрикату в емульсійних системах можна вважати: витрата емульсії або РК – 19; температура процесу – 20 °С; тривалість емульсійного знежирення – 11 хв.

Аналогічним чином проведена оптимізація параметрів процесу емульсійного знежирення-віблювання хутра [6]. Оптимальними параметрами цього процесу вважаються: витрата емульсії або РК – 20; температура процесу – 20 °С; тривалість знежирення-віблювання – 30 хв.

**Висновки.** Ефективне видалення жирів та інших речовин з поверхні волосу та шкірної тканини, а також достатньо високий ступінь білизни та якості напівфабрикату можна отримати, вибілюючи його протягом 25 хвилин при температурі 20 °С та рідинному коефіцієнті 20.

Збільшення величин зазначених параметрів від оптимальних буде супроводжуватись втратою фізико-механічних показників надмірного знежирення шкірної тканини та волосяного покриву.

Отримані оптимальні умови проведення процесів емульсійного знежирення та вибілювання дають змогу отримати хутровий напівфабрикат високої якості з гарним зовнішнім виглядом та необхідними експлуатаційними характеристиками.

#### Список використаних джерел

1. Федорова А. Ф. Технология химической чистки и крашения / А. Ф. Федорова. - М. : Легпромбытиздат, 1990. – 320 с.
2. Runge F. Electric field induced structure change in nonionic water-in-oil microemulsions / F. Runge, W. Rohl // Ber. Bunsenges. phys. Chem. – 1999. - № 4. – P. 485–490.
3. Смачило О. В. Розробка складів зворотної емульсії для знежирення та знежирення-віблювання хутра / О. В. Смачило, Е. Є. Касьян // Вісник Хмельницького національного університету. – 2014. – № 3. – С. 254–258.
4. Ахназарова С. Л. Методы оптимизации эксперимента в химической технологии / С. Л. Ахназарова, В. В. Кафаров – М. : Высшая школа, 1985. – 327 с.

5. Смачило О. В. Вплив емульсійної обробки на характеристики міцності та деформації шкірної тканини / О. В. Смачило // Вісник Хмельницького національного університету. – 2006. – № 6. – С. 257–260.

6. Пат. 2255111 Україна. Состав для отбеливания волосяного покрова меховых шкур / [Григорьев Б. С., Богданов Н. В., Комиссарова Л. В. [ и др.]. – № 2004103492/12 ; заявл. 02.06.2004 ; опубл. 27. 06. 2005, Бюл. № 14.

## **ОПТИМИЗАЦИЯ ТЕХНОЛОГИЙ ЭМУЛЬСИОННОГО ОБЕЗЖИРИВАНИЯ И ОБЕЗЖИРИВАНИЕ-ОТБЕЛИВАНИЯ МЕХА**

СМАЧИЛО И.В., КАСЬЯН Э.Е.

*Киевский национальный университет технологий и дизайна*

**Цель.** Исследовано влияние параметров процессов обезжиривания и обезжиривание-отбеливания на показатели эффективности обезжиривания и отбеливания, а также на свойства мехового полуфабриката.

**Методика.** В работе использованы рототабельный план второго порядка Бокса-Хантера, а также комплекс физико-химических и физико-механических методов исследований мехового полуфабриката.

**Научная новизна.** Получены математические модели процесса обезжиривания обратными эмульсиями, что позволило оптимизировать процессы обезжиривания и обезжиривание-отбеливания для обеспечения необходимых свойств мехового полуфабриката.

**Практическая значимость.** Определены оптимальные условия проведения процессов эмульсионного обезжиривания и отбеливания позволяют получить пушной полуфабрикат высокого качества с красивым внешним видом и необходимыми эксплуатационными характеристиками.

**Ключевые слова:** пушной полуфабрикат, эмульсионные системы, математическое моделирование, обезжиривание, отбеливание, предел прочности, эластичность, оптимальные параметры процесса.

## **OPTIMIZATION OF EMULSION DEGREASING AND DEGREASING-BLEACHING TECHNOLOGIES FOR FUR**

SMACHYLO O.V., KASYAN E.E.

*Kyiv National University of Technology and Design*

**The Aim.** The influence of process parameters degreasing and degreasing-bleaching on performance indicators degreasing and bleaching, as well as the properties of the semi-finished product of fur.

**Methods.** In the work used rotatable plan of the second order Box-Hunter, as well as complex physic-chemical and physico-mechanical methods of investigation of fur.

**Scientific novelty.** Obtained of mathematical model of the process of degreasing with an inverse emulsion which made it possible to optimize the processes of degreasing and degreasing-bleaching to ensure the required properties of a furry.

**Practical significance.** Identified optimal conditions of process emulsion degreasing and bleaching which allows to obtain high-quality semi-finished fur with beautiful appearance and operational characteristics.

**Keywords:** semi-finished product of fur, emulsion systems, mathematical modeling, degreasing, bleaching, tensile strength, elasticity, optimal process parameters.