

## Секція 5. ТОВАРОЗНАВСТВО ТА ЕКСПЕРТИЗА НЕПРОДОВОЛЬЧИХ ТОВАРІВ

УДК 681.3

### ВІДНОВЛЕННЯ РОЗПОДІЛУ ПОР У ШКІРЯНИХ ВИРОБАХ

**В.О. Захаренко, О.Г. Дьяков, Ж.В. Воронцова**

*Розглянуто питання, пов'язані з можливістю відновлення повної кривої  $f(r)$  об'ємного диференціального розподілу пор за експериментально знайденою частиною кривої розподілу для великих радіусів пор. Розв'язання цієї задачі базується на основі знайденого в попередніх працях зв'язку між  $f(r)$  і функцією логарифмічного нормального розподілу випадкової величини  $P(r)$ . Відновлення кривої здійснюється методами чисельного аналізу на основі нелінійної регресії загального вигляду із застосуванням математичної системи Mathcad.*

**Ключові слова:** диференціальний розподіл пор, шкіра, логарифмічно нормальний розподіл, математична система Mathcad.

### ВОССТАНОВЛЕНИЕ РАСПРЕДЕЛЕНИЯ ПОР В КОЖАНЫХ ИЗДЕЛИЯХ

**В.А. Захаренко, А.Г. Дьяков, Ж.В. Воронцова**

*Рассмотрены вопросы, связанные с возможностью восстановления полной кривой  $f(r)$  объёмного дифференциального распределения пор по экспериментально найденной части кривой распределения для больших радиусов пор. Решение этой задачи базируется на основе найденной в предыдущих работах связи между  $f(r)$  и функцией логарифмического нормального распределения случайной величины  $P(r)$ . Восстановление кривой осуществляется методами численного анализа на основе нелинейной регрессии общего вида с применением математической системы Mathcad.*

**Ключевые слова:** дифференциальное распределение пор, кожа, логарифмически нормально распределение, математическая система Mathcad.

### RENEWAL OF PORES DISTRIBUTION IN LEATHER PRODUCTS

**V. Zakharenko, A. Diakov, Zh. Vorontsova**

*The questions concerning the possibility of a complete curve  $f(r)$  volumetric differential distribution of pores according to the experimentally found part of the*

---

© Захаренко В.О., Дьяков О.Г., Воронцова Ж.В., 2015

distribution curve for large radii of pores are considered in the article. This problem's solution is grounded on the basis of the connection between  $f(r)$  and function of logarithmic normal distribution of casual amount  $P(r)$  found in previous works. The supposition that volumetric distribution of pores is based on logarithmically normal distribution lies in the grounds of the research. During the curve renewal the methods of numerical analysis on the basis of common non-linear regression with the use of mathematical system Mathcad are used.

A standard function genfit of mathematical packet Mathcad was used for obtaining differential function of distribution. It was found that the exactness of the initial vector stipulation sufficiently influences the possibility of the distribution curve renewal. Under condition of the initial vector stipulation, which sufficiently differs from real one, the violation of the calculation process and obtaining of wrong data becomes possible.

**Keywords:** differential division of pores, leather, logarithmically normal distribution, mathematical system Mathcad.

**Постановка проблеми у загальному вигляді.** Однією з основних структурних характеристик натуральної шкіри, що визначає її фізико-хімічні й товарознавчі властивості, є її диференціальна функція розподілу (ДФР) пор за радіусами  $f(r)$ . Об'ємна ДФР записується таким чином

$$f(r)_v = \frac{\Delta V}{V_n \Delta r}, \quad (1)$$

де  $\Delta V$  – об'єм пор в інтервалі радіусів  $r, r + \Delta r$ ;  $V_n$  – загальний об'єм пор у шкірі.

Унікальні властивості шкіри зумовлені її широким спектром радіусів пор, які охоплюють як мікропорову область (радіус пор менше 0,1 мкм), так і макропорову (радіус пор більше 0,1 мкм). Поділ пор на макро- і мікропори є умовним у зв'язку з тим, що для визначення ДФР шкіри використовують різні методи: сорбційний метод для області мікропор [1], метод «повітропроникності» в макропоровій області [2], продавлювання гасу [3], метод вдавлення ртуті. Є дані про експериментальне визначення ДФР як в області мікропор [4], так і в області макропор [5], але використовувати отримані експериментальні результати неможливо, особливо під час створення штучних пористих систем, оскільки вони описують тільки окремі ділянки загальної ДФР, а функція розподілу пор для натуральної шкіри єдина.

Таким чином, розробка методів визначення диференціального розподілу пор у широкому діапазоні радіусів у технічних виробках, що мають пористу структуру, є достатньо складною як у разі проведення експериментальних досліджень, так і під час обчислення та

інтерпретації отриманих результатів. Сьогодні не існує єдиної методики отримання експериментальних результатів шляхом загальної ДФР пор за радіусами для технічних виробів.

У статті [5] розглянуто підхід, що дає можливість визначити об'ємну функцію розподілу пористої структури тіла для області макропор. У деяких випадках ця характеристика не дозволяє об'єктивно оцінити якість виробу й призводить до необхідності проведення подальших уточнюючих досліджень.

**Аналіз останніх досліджень і публікацій.** Як уже зазначалося вище, питання відновлення функціональної залежності відомої структури за наслідками експериментальних досліджень є складним. Якщо для лінійних залежностей існують певні методи, що дозволяють із застосуванням методу найменших квадратів відновити коефіцієнти функціональної залежності, то у разі нелінійної структури відновлення залежності є складним завданням, і існують різні підходи до його рішення [6]. В основі всіх підходів, які дозволяють знаходити невідомі коефіцієнти досліджуваної залежності, лежать чисельні методи аналізу. Так, наприклад, у праці [6] розглянуто методи отримання оцінок коефіцієнтів нелінійних залежностей за допомогою стандартних обчислень на комп'ютері.

Метод ліанеризації полягає в послідовному використанні лінійного методу найменших квадратів. Проте при цьому використовується апроксимуюче лінійне розкладання досліджуваної залежності. Знаходячи помилку отриманого рішення, послідовно його покращуємо, поки не буде виконано умову за заданою точністю рішення. Недоліком цього методу є, як правило, повільна збіжність, значення отримуваних у процесі розв'язання параметрів можуть істотно коливатися, і іноді ітераційний процес може не сходитися.

При методі найшвидшого спуску також розглядається сума квадратів помилок і за допомогою певної ітераційної процедури знаходиться її мінімум. Цей метод має хорошу збіжність, але на практиці час збіжності може бути значним. Він добре працює, коли поточна точка знаходиться далеко від бажаної і, у міру наближення до неї, підвищується ймовірність «зигзагоподібної» поведінки напряму руху до оптимуму.

Доцільніше застосувати стандартну програму математичного пакету Mathcad, яка дозволяє вирішувати подібні завдання з достатньою для практичного застосування точністю.

**Мета статті** – розгляд і обґрунтування підходів до визначення параметрів диференціальної функції об'ємного розподілу пор, які дозволяють описати весь діапазон можливих радіусів пористого тіла й побудови функції розподілу.

**Виклад основного матеріалу дослідження.** В основі дослідження лежить припущення, що об'ємний розподіл пор ґрунтується на логарифмічно нормальному розподілі [7]. Щільність логарифмічно нормального розподілу задається формулою

$$P(r) = \begin{cases} 0 & \text{при } r < 0 \\ \frac{1}{\alpha \cdot r \sqrt{2\pi}} \exp\left(-\frac{(\ln r - \beta)^2}{2\alpha^2}\right) & \end{cases}, \quad (2)$$

де  $\alpha$  і  $\beta$  – параметри розподілу.

Якщо  $\beta = \ln \gamma$  і  $1/\sqrt{2\pi} \approx 0,4$ , формула (2) буде мати такий вигляд:

$$P(r) = \frac{0,4}{\alpha \cdot r} \exp\left(-\frac{1}{2\alpha^2} \left(\ln \frac{r}{\gamma}\right)^2\right). \quad (3)$$

У цьому випадку об'ємна функція розподілу пор може бути записана у вигляді

$$f(r) = \frac{1}{\bar{r}^2} r^2 P(r), \quad (4)$$

$$\text{де } \bar{r}^2 = \int_{r_{\min}}^{r_{\max}} r^2 P(r) dr.$$

Остаточний вираз для об'ємної функції розподілу пор має вигляд

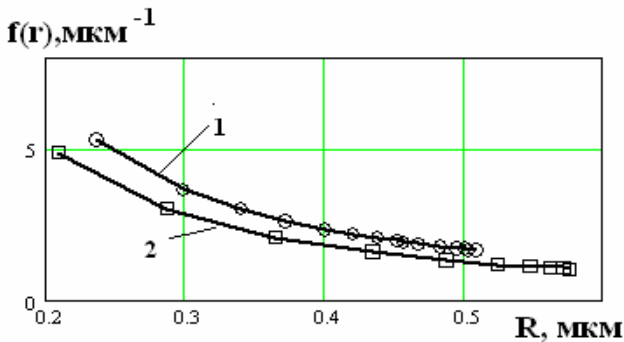
$$f(r) = \frac{0,4}{\alpha} \exp\left(-\frac{1}{2\alpha^2} \left(\ln \frac{r}{\gamma}\right)^2\right) \cdot \frac{r}{\bar{r}^2} \quad (5)$$

Завдання відновлення функції (5) полягає в знаходженні коефіцієнтів  $\alpha$ ,  $\gamma$  і  $\bar{r}^2$ . Структура залежності (5) нелінійна й для знаходження невідомих коефіцієнтів доцільно використовувати стандартну програму математичного пакету Mathcad [9].

Особливістю всіх ітераційних процедур, які реалізуються чисельними методами, є завдання «хороших» значень початкових умов. У разі вдало підібраних початкових значень ітераційний метод збігається швидше. Якщо існують декілька локальних мінімумів разом

із абсолютним, то вибір невдалої початкової точки може призвести до помилкового стаціонарного значення. Немає єдиного механізму набуття значень точок початкового наближення для всіх завдань нелінійного оцінювання.

Початковими даними для визначення коефіцієнтів в (5) є експериментальні точки, що відображають розподіл пор у зразку в області макропор. На рис. 1 наведений графік розподілу пор для двох зразків шкіри: натуральної та штучного дублення, пористість якої становить 0,38 (крива 1) і штучної шкіри, пористість якої становить 0,47 (крива 2).



**Рис. 1. Графік розподілу пор за радіусами в області макропор:  
1 – натуральна шкіра; 2 – штучна шкіра**

Це типові графіки, які виходять в результаті дослідження пористих тіл методом «повітропроникності». Для визначення значень невідомих коефіцієнтів функції розподілу пор за радіусами була використана стандартна функція genfit математичного пакету Mathcad. Фрагмент програми пакету Mathcad, яка обчислює значення невідомих коефіцієнтів функції об'ємного розподілу пор, наведений на рис 2. Початковими даними для обчислення були вектори  $R$  і  $f$  отримані в результаті експерименту (метод продавлювання повітря через пори, просочені гасом [4]). Значення початкових даних для проведення обчислень записані у векторах  $VS1$  і  $VS2$ , які мали такий вигляд:  $VS1 = [1,2 \ 0,11 \ 0,006]$ ,  $VS2 = [1,18 \ 0,061 \ 0,006]$ . Ці значення були визначені з огляду на можливий графік функції розподілу пор і ґрунтувалися на результатах попередніх досліджень і літературних даних [7]. У результаті обчислень були отримані вектори  $P1 = [1,186 \ 9,942^{-3} \ 4,373^{-4}]$  і  $P2 = [1,166 \ 0,011^{-3} \ 5,759^{-4}]$ , що визначають об'ємну функцію розподілу пор для введених початкових даних.

$$\begin{aligned}
 P1 &:= \text{genfit}(R1, f1, VS1, F1) & P1 &= \begin{pmatrix} 1.185 \\ 9.958 \times 10^{-3} \\ 4.383 \times 10^{-4} \end{pmatrix} & G1(x) &:= F1(x, P1)_1 \\
 r &:= 0.005 \div 0.01 \div 0.8 \\
 P2 &:= \text{genfit}(R2, f2, VS2, F1) & P2 &= \begin{pmatrix} 1.166 \\ 0.011 \\ 5.759 \times 10^{-4} \end{pmatrix} & G2(x) &:= F1(x, P2)_1
 \end{aligned}$$

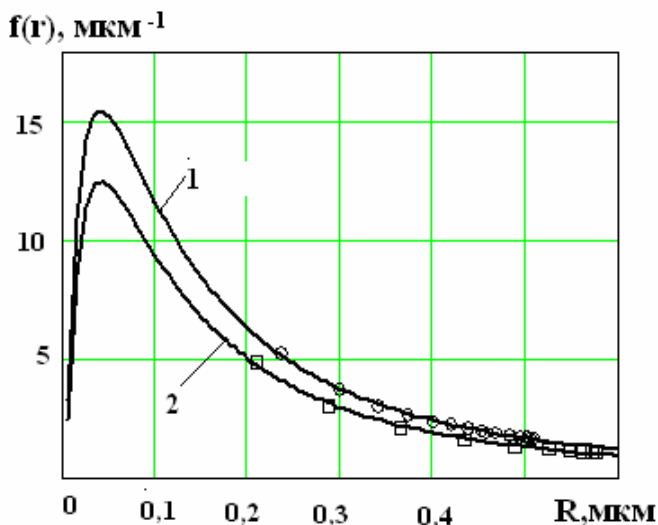


Рис 2. Диференціальна функція розподілу пор у шкірах за радіусами:  
 1 – натуральна шкіра; 2 – штучна шкіра

У результаті обчислень було отримано графік розподілу об'ємної щільності розподілу пор  $G1(r)$  і  $G2(r)$ .

Аналіз ДФР шкір, наведених на рис. 2, показує, що обидві криві мають максимум близько 0,04 мкм, тобто максимум припадає на мікропорову область. При цьому максимум для штучної шкіри становить 79% відносно натуральної шкіри, тоді як пористість для натуральної шкіри  $\Pi_{\text{нат.}}$ , навпаки, становить 80% від штучної:  $\Pi_{\text{нат.}} = 0,8 \Pi_{\text{шт.}}$ . Це вказує, що технології виготовлення штучних шкір за

пористою структурою сьогодні ще значно відстають від технологій виготовлення натуральних шкір.

**Висновки.** Запропонований і апробований підхід дозволяє отримати об'ємну функцію розподілу пор у виробках зі шкіри.

Для отримання функції розподілу використовувалася стандартна функція *genfit* математичного пакету *Mathcad*. Було встановлено, що на можливість відновлення кривої розподілу істотно впливає точність задання початкового вектора. У разі задання початкового вектора, що істотно відрізняється від реального, можливе порушення процесу обчислення й отримання неправильних даних. Визначення умов отримання достовірної інформації про функцію розподілу та вплив на її вигляд похибок експериментальних даних є окремим завданням і вимагає подальшого вивчення.

### Список джерел інформації / References

1. "Pore size measurement using new NIST traceable microsphere standards" (2014), available at: <http://www.pharmaceutical-int.com/article/pore-size-measurement-using-new-nist-traceable-microsphere-standards.html>

2. Roohollah Bagherzadeh (2013), "A theoretical analysis and prediction of pore size and pore size distribution in electrospun multilayer nanofibrous materials", *Journal of Biomedical Materials Research*, Part A, pp. 2-4.

3. Пат. 24214 Україна, МПК А43В 23/00. Модифікований спосіб визначення диференціальної пористості шкіри в макропорівній зоні / Захаренко В.О., Михайлов В.М.; ХДУХТ – № 200700658 ; заявл. 22.01.2007 ; опубл. 22.06.2007, Бюл. № 9. – 6 с.

Zakharenko, V.A., Mikhailov, V.M. (2007). Modified method of determining the differential porosity of the skin in macroporous zone [Modyfikovanyi sposib vyznachennia dyferencial'noi' porystosti shkiry v makroporovij zoni], Ukraine, Pat. 24214, 6 p.

4. Пат. 17613 Україна, МПК (2006) А43В 23/00. Спосіб визначення диференціальної пористості натуральної та штучної шкіри в макропорівній зоні / Захаренко В.О., Михайлов В.М.; ХДУХТ – № 200600835 ; заявл. 30.01.2006 ; опубл. 16.10.2006 Бюл. № 10. – 5 с.

Zakharenko, V.A., Mikhailov, V.M. (2006), Method of determining differential porosity of natural and artificial leather in macroporous zone, *Declarative patent of Ukraine* [Sposib vyznachennia dyferencial'noi' porystosti natural'noi' ta shtuchnoi' shkiry v makroporovij zoni], Ukraine, Pat. 17613, 5 p.

5. Захаренко В.О. До питання дослідження пористості будови тканин / В.О. Захаренко, Л.О. Чуйко // Прогресивна техніка та технології харчових виробництв ресторанного господарства і торгівлі : зб. наук. пр. – Х. : ХДУХТ. –2011. – Вип. 2 (14). – С. 120–125.

Zakharenko, V.A., Chuiko, L.A. (2011). "To the research question of the porous structure of the tissues", *Progressive techniques and technologies of food production in the restaurant industry and trade* [Do pytannia doslidzhennia porystoi' budovy tkanyn], *Progressyvnna tehnik ta tehnologii' harchovyh vyrobnyctv*

restorannogo gospodarstva i torgovli], Kharkov, Issue 2 (14), pp. 120-125.

6. Дрейпер Н. Прикладной регрессионный анализ / Н. Дрейпер, Г. Смит. – М.: Вильямс, 2007. – 912 с.

Draper, N., Smit, G. (2007), *Applied Regression Analysis [Prykladnoy rehressyonnyy analiz]*, Williams, Moscow, 912 p.

7. Захаренко В. А. Логарифмически нормальное распределение пор в натуральной коже / В. А. Захаренко, А. В. Павлин. – М.: Изв. вузов. Технол. легкой пром-сти, 1981. – № 4, С. 29–34.

Zakharenko, V.A., Pavlik, A.V. (1981), "Log-normal distribution of the pores in natural leather", *Math. universities. Tehmol. Light Industry* ["Log-normal distribution of the pores in natural leather", *Math. universities. Tehmol. Light Industry*], Moscow, No. 4, pp. 29-34.

8. Очюв В. Ф. Mathcad 14 для студентов и инженеров: русская версия. – СПб.: BHV-Петербург, 2009. – 530 с.

Ochkov, V.F. (2009), *Mathcad 14 for students and engineers: the Russian version [Mathcad 14 dlya studentov y inzhenerov: russkaya versyya]*, BHV-In Petersburg, St. Petersburg, 530 p.

9. Дьяконов В. П. Mathcad 11/12/13 в математике: Справочник. – М.: Горячая линия: Телеком, 2007. – 960 с.

Deaconov, V.P. (2007), *Mathcad 11/12/13 in mathematics [Mathcad 11/12/13 v matematyke]*, Hotline, Telecom, Moscow, 960 p.

**Захаренко Віталій Олександрович**, д-р техн. наук, проф., факультет товарознавства і торговельного підприємництва, Харківський державний університет харчування та торгівлі. Адреса: вул. Клочківська, 333, м. Харків, Україна, 61051. Тел.: (057)349-45-60.

**Захаренко Віталій Олександрович**, д-р техн. наук, проф., факультет товароведения и торгового предпринимательства, Харьковский государственный университет питания и торговли. Адрес: ул. Клочковская, 333, г. Харьков, Украина, 61051. Тел.: (057)349-45-60.

**Zakharenko Vitalii**, Dr. of technical sciences, Faculty of Merchandizing and Trade Business, Professor, Kharkiv State University of Food Technology and Trade. Address: Klochkivska str., 333, Kharkiv, Ukraine, 61051. Tel.: (057)349-45-60.

**Дьяков Александр Георгиевич**, канд. техн. наук, доц., кафедра энергетики та фізики, Харківський державний університет харчування та торгівлі. Адреса: вул. Клочківська, 333, м. Харків, Україна, 61051. Тел.: 057 349-45-00; e-mail: dyakov\_ag@mail.ru.

**Дьяков Александр Георгиевич**, канд. техн. наук, доц., кафедра энергетики и физики, Харьковский государственный университет питания и торговли. Адрес: ул. Клочковская, 333, г. Харьков, Украина, 61051. Тел.: (057) 349-45-00; e-mail: dyakov\_ag@mail.ru.

**Diakov Alexandr**, PhD, Associate Professor, Department of Energetics and Physics, Kharkiv State University of Food Technology and Trade. Address: Klochkivska str., 333, Kharkiv, Ukraine, 61051. Tel.: (057) 349-45-00; e-mail: dyakov\_ag@mail.ru.



**Воронцова Жанна Вадимівна**, канд. пед. наук, доц., кафедра енергетики та фізики, Харківський державний університет харчування та торгівлі. Адреса: вул. Клочківська, 333, м. Харків, Україна, 61051. Тел.: (057) 349-45-00; e-mail: zhvorontsova@mail.ru.

**Воронцова Жанна Вадимовна**, канд. пед. наук, доц., кафедра енергетики и физики, Харьковский государственный университет питания и торговли. Адрес: ул. Клочковская, 333, г. Харьков, Украина, 61051. Тел.: (057) 349-45-00; e-mail: zhvorontsova@mail.ru.

**Vorontsova Zhanna**, PhD, Associate Professor, Department of Energetics and Physics, Kharkiv State University of Food Technology and Trade. Address: Klochkivska str., 333, Kharkiv, Ukraine, 61051. Tel.: (057) 349-45-00; e-mail: zhvorontsova@mail.ru.

*Рекомендовано до публікації д-ром техн. наук, проф. В.М. Михайловим.  
Отримано 15.03.2015. ХДУХТ, Харків.*

УДК 659.154

## **ВПЛИВ ЕСТЕТИЧНИХ ВЛАСТИВОСТЕЙ УПАКОВКИ ТОВАРІВ НА УПОДОБАННЯ СПОЖИВАЧІВ**

**Т.М. Летуа, А.Е. Гасанова, Д.О. Григорець**

*Шляхом маркетингового дослідження проаналізовано вплив естетичних властивостей упаковки товарів на уподобання споживачів. Метою дослідження було визначення елементів упаковки, які впливають на рішення споживачів про покупку відповідного товару. Проаналізовано інновації в упаковці харчових продуктів.*

**Ключові слова:** упаковка, дизайн, композиція, попит.

## **ВЛИЯНИЕ ЭСТЕТИЧЕСКИХ СВОЙСТВ УПАКОВКИ ТОВАРОВ НА ПРЕДПОЧТЕНИЯ ПОТРЕБИТЕЛЕЙ**

**Т.Н. Летуа, А.Э. Гасанова, Д.О. Григорець**

*Путем маркетингового исследования проанализировано влияние эстетических свойств упаковки товаров на предпочтения потребителей. Целью исследования было определение элементов упаковки, влияющих на решение потребителей о покупке данного товара. Проанализированы инновации в упаковке пищевых продуктов.*

**Ключевые слова:** упаковка, дизайн, композиция, спрос.