

Секція 5 ТОВАРОЗНАВСТВО ТА ЕКСПЕРТИЗА НЕПРОДОВОЛЬЧИХ ТОВАРІВ

УДК 687:658.628

М.П. Головка, д-р техн. наук, проф.

В.О. Захаренко, канд. техн. наук, доц.

Н.М. Василенко, студ.

ОСОБЛИВОСТІ ПОРИСТОЇ БУДОВИ ТКАНИН З РІЗНИМ ВОЛОКНИСТИМ СКЛАДОМ

Проведено дослідження мікропористої структури тканин з різним волокнистим складом. Модифіковано сорбційний метод дослідження мікропористої структури тканин, шляхом використання апроксимуючого рівняння, що описує ізотерми сорбції-десорбції, сталі якого одночасно являються сталими для визначення диференціальної функції розподілу (ДФР) пор за радіусами.

Проведено исследование микропористой структуры тканей с разным волокнистым составом. Модифицирован сорбционный метод исследования микропористой структуры тканей, путем использования аппроксимирующего уравнения, которое описывает изотермы сорбции-десорбции, постоянные которого одновременно являются постоянными для определения дифференциальной функции распределения (ДФР) пор по радиусам.

Research of microcellular structure of fabrics is conducted with different fibered composition. The sorption method of research of microcellular structure of fabrics is modified, by the use of approximating equalization, which describes isotherms sorption-desorption, permanent which simultaneously are permanent for determination of differential function of distributing (DFR) of pores on radiuses

Постановка проблеми у загальному вигляді. Пориста структура тканин характеризує їх гігієнічні властивості, зокрема, їх паро- та повітропроникність, які являються одними з основних під час проведення експертизи цих видів товарів. Внесення при виготовленні сучасних тканин різного роду синтетичних домішок, ускладнення переплетіння тканин при їх виготовленні може суттєво вплинути на споживні властивості цих тканин, а тому вивчення закономірностей, що обумовлюють гігієнічні показники, являється важливим моментом. Це диктує, з одного боку, необхідність встановлення закономірностей формування структури під впливом добавок і узагальнення інформації про нові властивості продуктів, а з іншого – розробку нових і вдоскона-

лення загальноприйнятих методів дослідження і контролю, що підвищують ефективність і якість експертизи як на окремих стадіях технологічного процесу, так і під час зберігання. Актуальність і необхідність такого роду моніторингу тканин визначається тим, що в цих змінах об'єктивно виявляються певні тенденції, пов'язані як з властивостями самих тканин, так і синтетичних домішок, технології утворення.

Аналіз останніх досліджень і публікацій. У працях [1; 2] проводилось комплексне дослідження властивостей різноманітних тканин. Визначалась диференціальна функція розподілу пор (ДФР) за радіусами $f(r)$ в області мікропор. ДФР, наведенні у працях [1; 2], відрізняються для різних тканин; всього авторами досліджувалось шість видів різних за волокнистим складом тканин: бавовняні, вовняні, триацетатні та ін. Відмінність в ДФР для тканин зумовлена, на наш погляд, властивостями самої функції $f(r)$. В роботах [1] і [2] $f(r)$ визначається як:

$$f(r) = \frac{dW}{dr}, \quad (1)$$

де dW – вклад у вологовміст радіусів пор від r до $r + dr$.

Таке визначення часто використовується в літературі [3], але не завжди зручно ним користуватися, так як $f(r)$ у вигляді [1; 2] залежить від пористості зразка. Крім того, із графіків, що наведені у працях [1; 2], важко визначити відсоткове значення пор у заданому інтервалі радіусів $\Delta r = r_1 - r_2$. Для цього слід знати вклад мікрокапілярів до загальної пористості. Відмінності $f(r)$ для різних тканин, які спостерігаються для мікропор у працях [1; 2], зумовлені саме неоднаковою пористістю цих тканин в області мікропор, що ілюструє таблиця, яку наведено там же.

Мета та завдання статті. Нами, у низці випадків [3; 4] – для взутвєвої шкіри, кукурудзяного зерна – $f(r)$ визначалася як:

$$f(r) = \frac{dW}{W_0 dr}, \quad (2)$$

де $W_0 = \Sigma dW$ – максимальний вологовміст у області мікропор.

Добуток $f(r) dr$, дорівнює, як виходить з (2), dW/W_0 (ймовірність знаходження N числа пор у інтервалі радіусів від r до $r + dr$), графічно відображається елементарною фігурою, яка має основу dr та обмежена зверху графіком функції $f(r)$. Із (2) видно, що в $f(r)$ входять відносні значення вологовмісту, що виключає вплив на $f(r)$ пористості зразка. Така $f(r)$ буде залежати тільки від волокнистого складу ниток,

тобто визначається їхньою природою і може являтися фізичною характеристикою пористого матеріалу, яка визначає його гігієнічні та теплозахисні властивості. Дослідження пористої структури тканин, які за побудовою пористої структури значно відрізняються від класичних, які мають моноволокнисту будову є метою даної роботи.

Виклад основного матеріалу дослідження. Сучасний рівень методики визначення функції розподілу $f(r)$ в області мікропор для тканин зумовлює необхідність її істотного удосконалення, що і з'явилося одним із завдань даної роботи. Основним недоліком сорбційного методу при визначенні пористої будови тканин є відсутність аналітичного виразу ДФР $-f(r)$, тому що вона знаходиться графічним диференціюванням ізотерм сорбції-десорбції. Для усунення цього недоліку нами запропоновано метод апроксимації ізотерм сорбції-десорбції аналітичним виразом постійні якого одночасно входять також і у рівняння, що є аналітичним виразом для диференціальної функції розподілу $f(r)$ пор за радіусами. Одне із рівнянь, що використовувалось для знаходження аналітичного виразу, що описує ізотерми сорбції-десорбції, було рівняння набрякання

$$\frac{du}{d\tau} = k(u_0 - u), \quad (3)$$

де u – поточний вологовміст продукту, від. од.; τ – час, с; k – постійна набрякання, с; u_0 – граничне значення при набряканні, від. од.

Динаміка заповнення пор контролюється рівнянням масопереносу

$$\frac{du}{d\tau} = \frac{a_m}{l^2} u_0 \cdot \int_{r_{\min}}^{r_{\max}} f(r) dr, \quad (4)$$

де a_m – коефіцієнт дифузії рідкої вологи, m^2/s ; l – характерний розмір зразка продукту, м; $f(r)$ – диференціальна функція розподілу пор за радіусами, m^{-1} ; r_{\max} , r_{\min} – максимальний і мінімальний радіуси пор, що заповнюються в процесі набрякання, відповідно, м.

Виконуючи низку перетворень, враховуючи, що при набряканні мінімальний радіус пор буде зростати, і роблячи допущення, що розподіл пор в тканинах підкоряється логарифмічно-нормальному розподілу одержали рівняння для ДФР [5]

$$f(r) = \frac{b-a+a \ln(r)}{r^2} \exp\left(-\frac{a \ln(r)+b}{r}\right), \quad (5)$$

де b , a – постійні, які знаходять із ізотерм сорбції десорбції.

Якщо для диференціальної функції розподілу пор за радіусами ввести $f(r)$ як (2), то отримаємо рівняння, яке дозволяє визначати вологовміст продукту залежно від радіуса пор, – аналітичний вираз, що описує ізотерми сорбції–десорбції харчових продуктів [5]

$$u = u_0 \exp\left(-\frac{a \ln(r)+b}{r}\right). \quad (6)$$

Використання приведеної залежності, у разі відповідного вибору значень параметрів a , b , u_0 , дозволяє знаходити значення рівноважної вологості кривих сорбції–десорбції у всьому діапазоні відносних вологостях повітря, аж до його гігроскопічного значення. Перехід від радіусів пор (r) до відносних вологостей повітря (ϕ) здійснюється за допомогою формули Кельвіна

$$r = \frac{2\sigma V_0}{RT \ln \phi}, \quad (7)$$

де σ – поверхневий натяг, Н/м; V_0 – молярний об'єм конденсуючої фази, м³/моль; R – газова постійна, Дж/моль·К; T – температура, К.

Такий підхід дозволяє провести експертизу тканин за його пористої структури, а отже, і визначити його фактичні та порівняльні якісні показники і їх динаміку по вимірюванню рівноважного вологовмісту тканин за різних відносних вологостях повітря зберігання. А також, такий підхід робить експертизу тканин об'єктивною, оскільки зводить до розрахунку однозначних об'єктивних фізичних величин.

У табл. 1 наведені експериментальні результати рівноважного вологовмісту та гігроскопічні значення для різних видів тканин. Аналіз цих величин показує, що різні зразки мають неоднакове сполучення з водою. За ступенем зменшення сполучення з водою їх можна розташувати таким чином: №8, №4, №2, №10, решта зразків приблизно мають однаково низьке сполучення з водою – їх гігроскопічність знаходиться у межах 0,075...0,1.

Таблиця 1 – Значення рівноважного вологовмісту тканин

| Зразок, № | Відносний вологовміст, % | | | | а нм | b нм | ц ₀ |
|--------------|--------------------------|--------|--------|--------|---------|---------|----------------|
| | 20 | 40 | 60 | 80 | | | |
| 1 | 0,0058 | 0,0065 | 0,0078 | 0,0097 | 0,512 | 0,770 | 0,013 |
| 2 | – | 0,026 | 0,0380 | 0,1070 | –1,220 | 0,251 | 0,180 |
| 3 | 0,0290 | 0,0370 | 0,0890 | 0,1080 | 0,330 | 0,787 | 0,170 |
| 4 | – | 0,0250 | 0,0390 | 0,1020 | 4,040 | 3,28 | 0,190 |
| 5 | 0,0160 | 0,0190 | 0,0430 | 0,0610 | 0,328 | 1,274 | 0,088 |
| 6 | 0,0310 | 0,0370 | 0,0890 | 0,1200 | 0,089 | 1,043 | 0,15 |
| 7 | 0,0290 | 0,0320 | 0,0860 | 0,1040 | – 0,345 | 0,745 | 0,108 |
| 8 | 0,0340 | 0,0430 | 0,0760 | 0,1150 | 0,756 | 1,488 | 0,200 |
| 9 | 0,0370 | 0,0450 | 0,0810 | 0,0950 | – 0,167 | 0,611 | 0,102 |
| 10 | 0,0580 | 0,0650 | 0,0690 | 0,0950 | 0,988 | 1,091 | 0,160 |

Таблиця 2 – ДФР пор за радіусами тканин з різною структурою волокон

| Зразок | Радіус пор, нм | | | | | Наявність максимуму |
|---------------|----------------|--------|-------|-------|---------|---------------------|
| | 0,669 | 0,908 | 1,171 | 2,114 | 4,836 | |
| 1- кашемір | 0,055 | 0,114 | 0,120 | 0,083 | 0,033 | мах |
| 2-фланель | 1,422 | 1,280 | 0,886 | 0,171 | – | – |
| 3- тік | 0,113 | 0,173 | 0,233 | 0,134 | 0,046 | мах |
| 4- скатертина | 0,322 | 0,735 | 0,535 | 0,269 | 0,0362 | мах |
| 5-декоративна | 0,330 | 0,282 | 0,235 | 0,129 | 0,04300 | – |
| 6-міткаль | 0,455 | 0,366 | 0,286 | 0,135 | 0,0267 | – |
| 7-сагин | 0,734 | 0,578 | 0,417 | 0,145 | 0,0820 | – |
| 8-рушнікова | 0,163 | 0,168 | 0,157 | 0,110 | 0,0470 | мах |
| 9-ситець | 0,686 | 0,483 | 0,330 | 0,116 | 0,0200 | – |
| 10-бязь | – | 0,0031 | 0,066 | 0,079 | 0,0410 | мах |

Як уже зазначалося вище, тобто із формул (7) і (5) слідує, що постійні a та b входять одночасно і в формулу (7) для ізотерм і в формулу (5) для ДФР, що значно спрощує процес знаходження ДФР тканин з використанням розробленої методики, тоді як раніше вона знаходилась графічним диференціюванням ізотерми сорбції, що збільшувало похибку її визначення і ускладнювало одержання її аналітичного вигляду. У табл. 2 наведені ДФР для тканин з різним волокнистим складом. Аналіз табл. 2. показує, що розподіл пор в тканинах суттєво відрізняється: п'ять тканин – кашемір, тік, скатертина, рушнікова та бязь –

мають максимуми для радіусів пор в 0,12нм, 0,908 нм, 0,908 нм, 0,908 нм та 2,114 нм відповідно. Тобто ступінь дисперсності у цих тканин різняться незважаючи на однаковий характер поведінки їх ДФР. Для решти тканин функція розподілу пор плавно зменшується із зростанням їх радіусів. Такі відмінності у поведінці ДФР для різних тканин і пов'язані з особливістю структури їх волокон, що використовуються для їх виробництва.

Висновки. Проведено дослідження мікропористої структури тканин з різним волокнистим складом. Модифікований сорбційний метод досліджен-

ня мікропористої структури тканин, шляхом використання апроксимуючого рівняння, яке описує ізотерми сорбції-десорбції, постійні якого одночасно є постійними для визначення диференціальної функції розподілу пор за радіусами.

Аналіз таблиці показує також, що різні види тканин мають однакове сполучення з вологою. Так, найбільшим сполученням з вологою володіє фланель, що пояснюється максимальним значенням дрібних пор з радіусом 0,669 нм. Далі за цим показником ідуть ситець, міткаль, скатертина і ін.

Таким чином, детальний аналіз натуральних та штучних волокон за їх переплетенням і співставлення його з ДФР тканин дозволяє відмітити вплив пористої будови на особливості їх взаємодії з водяною парою, тобто відмітити особливості їх гігієнічних показників.

Список літератури

1. Луцьк, Р. В. Влияние микропористой структуры тканей на их физико-химические характеристики [Текст] / Р. В. Луцьк., С. И. Орлова, И. В. Мельник // Известия ВУЗов. Технология легкой промышленности. – 1985. – №4. – С. 26.
2. Луцьк, Р. В. Комплексное исследование тканей с различным волокнистым составом [Текст] / Р. В. Луцьк, Б. П. Морин, Е. Г. Сурнин // Известия ВУЗов. Технология легкой промышленности. – 1985. – №3. – С. 23.
3. Захаренко, В. А., Логарифмически нормальное распределение пор в натуральной коже [Текст] / В. А. Захаренко, А. В. Павлин // Известия ВУЗов. Технология легкой промышленности. – 1981. – №4. – С. 29.
4. Захаренко, В. А. Пористая структура кукурузного зерна [Текст] / В. А. Захаренко Ю. А. Савгира // Известия ВУЗов. Пищевая технология. – 1984. – №6. – С.38.
5. Захаренко, В. А. Нахождение аналитического выражения для кривых сорбции-десорбции сыпучих материалов. [Текст] / В. А. Захаренко // Механика сыпучих материалов : V всесоюз. науч. конф: [тез. докл.]– Одесса, – 1991. – С. 65.

Отримано 31.03.2010. ХДУХТ, Харків.

© М.П. Головка, В.О. Захаренко, Н.М. Василенко, 2010.