

поверхні функціональної місткості. Аналіз результатів досліджень показав, що процес ЗТП-сушіння сировини у ФМ із полімерного матеріалу не має суттєвої залежності від адгезійних властивостей її внутрішніх поверхонь та реалізується з досить високою інтенсивністю.

Список літератури

1. Погожих, М. І. Наукові основи теорії й техніки сушіння харчової сировини в масообмінних модулях [Текст] : дис. ... д-ра техн. наук : 05.18.12 : захищена 04.06.02 : затв. 15.10.02 / Погожих М. І. – Х., 2002. – 212 с.

2. Оно, С. Молекулярная теория поверхностного натяжения в жидкостях [Текст] / С. Оно, С. Кондо. – М. : Ин. лит., 1963. – 291 с.

3. Потапов, В. А. Рациональные режимы сушки овощей смешанным теплоподводом [Текст] : дис. ... канд. техн. наук : 05.18.12 : захищена 10.06.94 : утв. 6.10.94 / Потапов В.А. – Одесса, 1994. – 190 с.

Отримано 30.10.2011. ХДУХТ, Харків.

© М.І. Погожих, М.М. Цуркан, 2011.

УДК 687:658.628

В.О. Захаренко, д-р техн. наук, проф.

Л.О. Чуйко, канд. техн. наук, доц.

ДО ПИТАННЯ ДОСЛІДЖЕННЯ ПОРИСТОЇ БУДОВИ ТКАНИН

Проведено дослідження мікропористої структури тканин із різним волокнистим складом модифікованим сорбційним методом та макропористої структури тканин методом капілярного просочення.

Проведено исследование микропористой структуры тканей с разным волокнистым составом модифицированным сорбционным методом и макропористой структуры тканей методом капиллярной пропитки.

Research of microcellular structure of fabrics with different fibred composition the modified сорбційним method is conducted, i makroporystoy structure of fabrics by the method of capillary impregnation.

Постановка проблеми у загальному вигляді. На фізико-механічні властивості тканин значною мірою впливає їх пориста структура. Від неї залежить міцність, деформованість, вологоутримуючі властивості, а також режими обробки тканин під час прасування виробів із них. Гігієнічні властивості, тобто їх паро- та повітропроникність, також значною мірою залежать від їх пористої побудови.

Крім того, внесення під час виготовлення сучасних тканин різного роду синтетичних домішок, ускладнення переплетіння тканин також суттєво впливають на споживчі властивості цих тканин, а тому вивчення закономірностей пористої будови тканин є важливим моментом для оцінки споживчих властивостей тканин. Це диктує, з одного боку, необхідність установлення закономірностей формування структури під впливом добавок і узагальнення інформації про нові властивості продуктів, а з іншого – розробку нових і вдосконалення загальноприйнятих методів дослідження й контролю.

Актуальність і необхідність такого роду моніторингу тканин визначається тим, що в цих змінах об'єктивно виявляються певні тенденції, пов'язані як із властивостями самих тканин, так і з технологіями їх створення.

Аналіз останніх досліджень і публікацій. У працях [1; 2] проводилось дослідження пористої побудови різноманітних тканин та водоутримуючої здатності тканин із різним волокнистим складом. Визначалась диференціальна функція розподілу пор (ДФР) за радіусами $f(r)$ в області мікропор сорбційним методом і водоутримуючі властивості тканин методом термограм сушіння. 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. Особливістю зразків, що досліджувалися в роботах [1; 2], було те, що вони мали типовий асортимент тканин різного волокнистого складу, але не мали домішок синтетичних волокон, що сьогодні вельми актуально.

Мета та завдання статті. Метою роботи є проведення моніторингу пористої структури тканин з різним волокнистим складом у широкому спектрі радіусів пор – як в області мікропор, так і в макропоровій зоні. Будемо використовувати для дослідження диференціальної пористості в мікропоровій області модифікований сорбційний метод визначення ДФР пор за радіусами, детально описаний у роботі [3], а в макропоровій області – метод капілярного просочування тканин водою, що визначається за [4]

Виклад основного матеріалу дослідження. Сьогодні основним методом визначення мікропористої структури тканин є сорбційний метод, тобто визначення ДФР мікропор за радіусами здійснюється на основі аналізу експериментальних ізотерм сорбції-десорбції. Основним недоліком цього методу під час визначення пористої будови тканин є відсутність аналітичного виразу ДФР – $f(r)$, бо вона знаходиться графічним диференціюванням ізотерм сорбції-десорбції. Для усунення цього недоліку нами в роботі [3] запропоновано метод апро-

ксимації ізотерм сорбції-десорбції аналітичним, сталі якого одночасно входять також і в рівняння, що є аналітичним виразом для диференціальної функції розподілу $f(r)$ пор за радіусами:

$$W = W_0 \exp\left(-\frac{a \ln r + \epsilon}{r}\right), \quad (1)$$

де a і ϵ – сталі, що знаходяться з експериментальних ізотерм сорбції-десорбції; W – поточне значення вологовмісту при сорбції-десорбції; W_0 – гігроскопічне значення вологовмісту при сорбції-десорбції.

Сорбційні дослідження проводились на лабораторній установці, побудованій на основі тензометричного методу Мак-Бена [5]. Об'єктами дослідження були 10 зразків текстильних тканин з різним волокнистим складом вітчизняних та імпортованих виробників. При цьому, основу зразків за номерами № 1–6 склали натуральні волокна, а для домішок використовували синтетичні волокна, а в чотирьох зразках № 7–10 основу склали синтетичні волокна.

На рисунках 1 та 2 наведено диференціальні функції розподілу $f(r)$ пор за радіусами для тканин, які містять

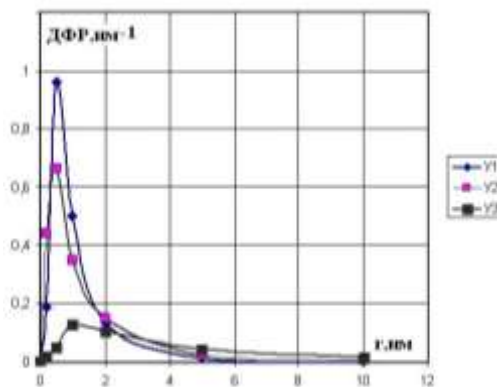


Рисунок 1 – ДФР тканин із різним волокнистим складом: №1 – лляна (90% віскози, 10% поліестеру); №2 – бавовна (85% бавовни, 15% поліестеру); №3 – сорочкова (100% бавовни)

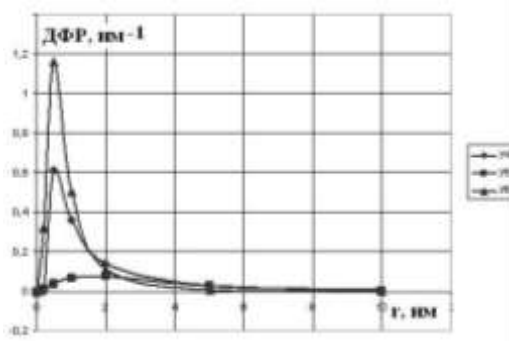


Рисунок 2 – ДФР тканин із різним волокнистим складом: №4 – мікротельвет (90% бавовни, 10% поліестеру); №5 – вовна (90% вовни, 10% поліестеру); №6 – трикотаж (70% віскози, 30% поліестеру)

натуральні волокна. Для синтетичних тканин сорбція пари з повітря відсутня, що вказує на відсутність мікрокапілярів у цих тканинах. Такий підхід дозволяє провести експертизу тканин за їх пористою структурою, а значить, визначити фактичні й порівняльні й якісні показники та їх динаміку під час вимірювання рівноважного вологовмісту тканин за умов різних відносних вологостей повітря під час зберігання. Такий підхід робить експертизу тканин також об'єктивною, оскільки зводиться до розрахунку однозначних об'єктивних фізичних величин.

Аналіз рисунків 1 та 2 показує, що не всі тканини мають однакові мікрокапіляри. За ступенем зменшення сполучення з водою їх можна розташувати таким чином. Якщо порівнювати максимальні значення ДФР, які в даному випадку характеризують кількість мікрокапілярів у зразках та їх дисперсність, то максимальне число має зразок № 6 (ДФР = 1,16 нм⁻¹), потім № 1 (ДФР = 0,96 нм⁻¹), № 2 (ДФР = 0,66 нм⁻¹), № 4 (ДФР=0,60 нм⁻¹), № 3 (ДФР=0,13 нм⁻¹), і № 5 (ДФР=0,0756 нм⁻¹). Тобто максимальну кількість мікрокапілярів мають: лляна тканина (зразок №1), катонова (зразок №2), трикотажна (зразок №6) та мікрowelвет (зразок №4), решта досліджуваних тканин, тобто сорочкова і вовняна тканини мають малу кількість мікрокапілярів.

Таким чином, найбільшим сполученням з вологою володіють: віскозна, лляна, катонова та мікрowelветова тканини, що пояснюється максимальним значенням дрібних пор із радіусом 0,5 нм. Далі за цим показником ідуть сорочкова та вовняна тканини. Тканини, до складу яких входить тільки синтетичні волокна, сорбційних властивостей не мають.

Для визначення диференціальної пористості тканин в області макропор (радіус пор $\geq 10^{-7}$ м) нами в даній роботі пропонується простий метод, заснований на просочуванні зразків водою. Методика визначення ДФР пор за радіусами в тканинах полягає в наступному. Капіляри тканин при контакті з рідиною (водою) просочуються нею. При цьому висота підйому вологи залежить від радіусів мікрокапілярів, а точніше від радіуса меніска, який утворюється всередині капіляра водою. Зв'язок між радіусом капіляра r і висотою підймання води h виражається за формулою

$$h = \frac{2\alpha \cos \mathcal{G}}{\rho g r}, \quad (2)$$

де α – поверхневий натяг води; ρ – густина води; g – прискорення вільного падіння; $\cos \mathcal{G}$ – змочування тканин (у разі повного змочування $\cos \mathcal{G}=1$).

Якщо один кінець тканини опустити у воду на 5 мм, а інший закріпити вертикально, то волога через деякий час розподілиться в тканині залежно від кількості мікрокапілярів із різними радіусами. При цьому, чим більше в тканині буде мікрокапілярів з малими радіусами, тим вище буде підніматися вода. А тому, якщо ми поділимо тканину на ділянки, то приріст вологи по висоті буде визначати кількісний приріст мікрокапілярів з радіусами, що відповідають висоті h за формулою (2) у даному клаптику тканини.

Для визначення ДФР пор за радіусами в досліджуваних тканинах тканину розміром 40×100 мм висушували за сталої температури 105°C до постійної маси і зважували на аналітичних терезах. Потім кінець шириною 40 мм занурювали у воду на глибину 5 мм. Просочування водою здійснювалося доти, поки вага зразка не залишалася сталою. Після цього зразок розрізали на 5 ділянок розміром 20×40 мм. Ділянку, що знаходилась у воді, для подальших розрахунків не використовували. Кожну ділянку зважували і визначали вологовміст W . Приріст вологовмісту в даному випадку визначає приріст кількості капілярів з радіусами $r_1 - r_2 = \Delta r$, де r_1 та r_2 визначаються за формулою Лапласа, а саме:

$$r = \frac{2\alpha}{P}, \quad (3)$$

де α – поверхневий натяг води; P – тиск води в капілярі.

Чим вище знаходилась ділянка від поверхні води, тим з меншими радіусами капіляри зволожували тканину. Диференціальну функцію розподілу пор за радіусами знаходили за формулою

$$f(r) = \frac{\Delta W}{W_0 \Delta r}, \quad (4)$$

де ΔW – приріст вологовмісту окремої ділянки тканини; $W_0 = \sum \Delta W$ – загальний вологовміст усіх ділянок тканини.

Одержані результати ДФР пор за радіусами, розраховані за наведеною вище методикою, подано на рисунках 3 та 4.

Аналіз рис. 3 і 4 показує, що існує розбіжність у мікрокапілярах, які знаходяться в натуральних та напівнатуральних тканинах. Так вовняна тканина, як і годиться характеризується найбільшим вмістом макрокапілярів, що забезпечують її гігієнічні властивості – високу повітропроникність. Як не дивно, але лляна тканина має найменше значення мікрокапілярів, а також капілярів з радіусами до 1,5 мм. І решта

тканин (бавовняна, котонова та мікроельветова) мають приблизно однакову кількість макрокапілярів. Дещо більший вміст макрокапілярів серед цієї групи зразків має бавовняна тканина.

Відхилення

ДФР для лляної тканини в бік меншого вмісту макропор можна пояснити відсутністю значної кількості макропор безпосередньо в досліджуваному діапазоні (від 0,2 мм до 1,6 мм) і наявністю в неї дещо більших за величиною пор, які в даній роботі не визначалися. Тобто методика не дозволила охопити весь діапазон макропор, які, можливо, існують у деяких зразках волокон.

Аналіз зразків тканин, які виготовлені із синтетичних та штучних волокон, показує (рис. 4), що практично всі вони відрізняються за макропористою структурою. Так, зразок №6,

який складається із 70% віскозних волокон (натуральний шовк) та 30% поліестеру має незначну кількість макропор (друге місце). Меншу кількість макропор від цього зразка має тільки зразок №7 який 100% складається з поліестеру. Зразок №9 містить 50% віскозних та 50% синтетичних волокон, у результаті чого має значно більшу кількість макропор. Аналогічно збільшення макропор спостерігається і для зразка №8. І значну кількість макропор має зразок №10, який на 100%

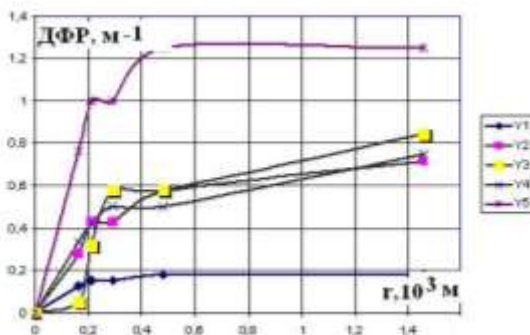


Рисунок 3 – ДФР пор за радіусами натуральних тканин: №1 – лляна; №2 – котон; №3 – бавовняна; №4 – мікроельвет; №5 – вовняна

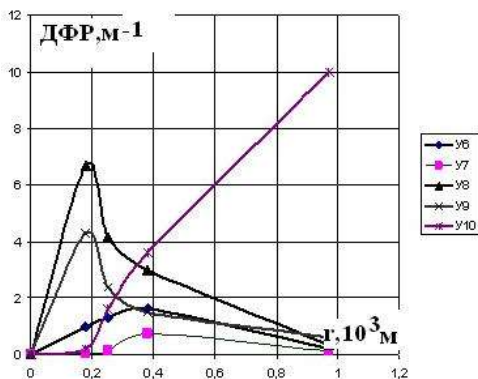


Рисунок 4 – ДФР пор за радіусами синтетичних тканин із різним волокнистим складом: №6 – трикотаж; №7 – тафта; №8 – органза; №9 – атлас; №10 – шовк

складається з штучного шовку. Крім того, характер кривих ДФР на рис 4 для тканин, що містять синтетичні та штучні волокна помітно відрізняється від ДФР тканин, що містять натуральні волокна – рис. 3. Криві на рис. 4 мають чітко виражений максимум пор відповідного радіуса (максимум відсутній тільки для зразка №10), тоді як для тканин з натуральних волокон такий максимум відсутній для всіх зразків. Тобто тканини з натуральних волокон характеризуються рівномірним характером розподілу пор у макропоровій зоні, тоді як тканини з синтетичних та штучних волокон мають тенденцію до дискретного характеру ДФР. Порівняння рисунків 3 і 4 з рисунками 2 і 1 показує, що в цілому синтетичні та штучні волокна мало впливають на кількість макропор у тканинах, чого неможна сказати по відношенню до мікрокапілярів, які ми розглядали вище.

Висновки. Проведено дослідження мікропористої та макропористої структури тканин з різним волокнистим складом. Дослідження пористої структури тканин з різним волокнистим складом показує, що вплив синтетичних та штучних волокон більш виражений при вивченні макропористої побудови тканин.

Розроблено метод визначення диференціальної функції розподілу пор за радіусами (ДФР) для тканин із різним волокнистим складом в макропоровій області (радіус пор більше 10^{-7} м), що дозволяє охопити практично весь спектр радіусів пор, що впливають на гігієнічні показники тканин.

Список літератури

1. Луцык, Р. В. Пористая структура и влагообменные свойства тканей различных типов. [Текст] / Р. В. Луцык, С. И. Орлова, И. В. Мельник // Известия вузов. Технология легкой промышленности. – 1985. – № 4. – С. 26.

2. Головкин, М. П. Дослідження особливостей пористої побудови тканин з різним волокнистим складом [Текст] / М. П. Головкин, В. О. Захаренко, Н. М. Василенко // Прогресивні техніки та технології харчових виробництв ресторанного господарства і торгівлі : зб. наук. пр. – Х. : ХДУХТ, 2010 – Вип. 1 (11). – С. 78–83.

3. Захаренко, В. А. Нахождение аналитического выражения для кривых сорбции-десорбции сыпучих материалов [Текст] / В. А. Захаренко // Механика сыпучих материалов : V Всесоюз. науч. конф. : [тезисы]. – Одесса, 1991. – С. 65.

4. Орлов, И. В. Исследование макропористой структуры некоторых текстильных материалов / И. В. Орлов, С. Т. Довгоша, Р. В. Луцык // Известия вузов. Технология легкой промышленности. – 1972. – № 5. – С. 32.

5. Гинзбург, А. С. Массообменные характеристики пищевых продуктов [Текст] / А. С. Гинзбург, И. М. Савина. – М. : Легкая и пищевая пром-сть, 1982. – 280 с.

Отримано 30.10.2011. ХДУХТ, Харків.

© В.О. Захаренко, Л.О. Чуйко, 2011.