

2. Пенчук О.П. Удосконалення технології дублювання напіввовняних тканин для створення деталей одягу з прогнозованою формостійкістю : автореф. дис. на здобуття наук. ступеня канд. техн. наук : КНУТД. – К., 2006. – 23 с.

3. Тихомиров В.Б. Планирование и анализ эксперимента (при проведении исследований в легкой и текстильной промышленности) / Тихомиров В.Б. – М. : Легкая индустрия, 1979.

4. Тихомиров В.Б. Математические методы планирования эксперимента при изучении нетканых материалов / Тихомиров В.Б. – М. «Легкая индустрия», 1968.–156 с.

Надійшла 20.6.2012 р.

Рецензент: д.т.н. Либа В.П.

УДК 677: 025

Л.Є. ГАЛАВСЬКА, С.Ю. БОБРОВА
Київський національний університет технологій та дизайну

РОЗРОБКА МЕТОДУ ВИЗНАЧЕННЯ НАСКРІЗНОЇ ПОРИСТОСТІ ТРИКОТАЖУ

Стаття присвячена розробці експериментального методу визначення характеристик наскрізних пор кулірного трикотажу платированого переплетення з використанням сучасних електронних засобів та комп'ютерних програм.

Article is devoted to development of a method of definition of weft plated knitted fabric through void characteristics with use of modern electronic means and computer programs.

Ключові слова: пористість, наскрізна пористість, периметр пори, площа пори, гідравлічний діаметр пори, трикотаж функціонального призначення.

Постановка проблеми

Основною функцією одягу є захист організму людини від різноманітних впливів навколишнього середовища. Він призначений для створення комфортного мікроклімату тіла людини. Існують певні гігієнічні, естетичні, експлуатаційні вимоги, яких необхідно дотримуватись при проектуванні та виробленні трикотажу для одягу. Всі вимоги до матеріалів та одягу залежать від його функціонального призначення. Використання двох видів сировини з діаметрально протилежними гігроскопічними властивостями та їх чітке пошарове розмежування в структурі інтегрованого трикотажу дає змогу створювати трикотажні полотна певного функціонального призначення. Для виготовлення термобілизни та одягу спортивного призначення у якості внутрішнього шару інтегрованого трикотажу доцільно використовувати синтетичну сировину, гідрофобну за своїми властивостями, яка виконує функцію капілярного насоса по відведенню вологи від тіла людини, а для зовнішнього шару – натуральну або синтетичну сировину, що має гарні гідрофільні властивості та забезпечує швидке виведення пароподібної вологи у навколишнє середовище.

Пористість трикотажу є однією з важливих характеристик, що має суттєвий вплив на ергономічні показники його якості, які забезпечують регулювання теплообміну організму людини з навколишнім середовищем, зокрема повітро-, паропроникність та теплопровідність. Саме від характеру наскрізних пор залежать перераховані вище споживчі властивості трикотажних виробів функціонального призначення, зокрема білизняних, панчішно-шкарпеткових, спортивних та інших. Однак нормативи для показників пористості трикотажних полотен відсутні і тому при проектуванні трикотажних полотен та виробів побутового призначення зазвичай пористість не визначають. Виняток складають лише спеціальні фільтрувальні матеріали. Відсутній також стандартизований метод визначення пористості трикотажних полотен. Виявлення взаємозв'язку між параметрами в'язання та лінійними розмірами наскрізних пор трикотажного полотна дозволить прогнозувати його ергономічні показники якості.

Аналіз останніх досліджень та публікацій

Пористість виражається у наявності порожніх проміжків (пор) між окремими елементами структури твердого тіла. Тобто пористою є не лише структура матеріалу, а й сама сировина, яка за рахунок цього здатна поглинати з навколишнього середовища вологу. Під пористістю розуміють процентний вміст пор у матеріалі. До показників пористості відносять наступні характеристики: поверхневу пористість – показує відсоткове відношення суми площ наскрізних пор до площі елемента трикотажу, на якому вони розміщені; об'ємну пористість – показує відсоткову частку повітряних проміжків лише між нитками; загальну пористість – характеризує відсоткову частку всіх проміжків між нитками, всередині ниток та волокон.

Петельна структура і значна пористість трикотажу забезпечує більш високу повітро- та паропроникність трикотажних виробів, їх високу сорбційну та теплоізоляційну здатність. Порівняно з тканинами трикотаж має більшу кількість наскрізних пор, розмір яких також більший. Це забезпечує більшу швидкість поглинання пароподібної та рідкої вологи, що в значній мірі полегшує вентиляцію підодягового простору.

Унаслідок зміни щільності в'язання розміри наскрізних пор можуть змінюватися у доволі широких межах. Таким чином, шляхом регулювання параметрів в'язання можна досягнути оптимальних параметрів структури трикотажу у відповідності до його функціонального призначення та забезпечити ергономічність

виробів з нього.

Поняття загальної, об'ємної та поверхневої пористості вперше введені проф. Кукінім Г.Н. та Соловйовим А.Н. [1]. Гензером М.С. [2] проведено глибокий аналіз факторів, що впливають на пористість текстильних матеріалів. У роботі [3] запропонована методика розрахунку характеристик пористості кулірного трикотажу. Однак зазначена методика не дає можливості теоретично розрахувати таку характеристику наскрізних пор, як їх периметр, внаслідок складності встановлення взаємозв'язку між параметрами в'язання та зазначеною характеристикою.

Відомий стандартизований метод визначення шляхом теоретичних розрахунків об'ємної пористості нетканних матеріалів. Зазначений метод не дає можливості з'ясувати розміри та характер розподілу пор.

Компанією РМІАРР (США) створено ряд приладів для визначення пористості найрізноманітніших матеріалів, у тому числі і текстильних. Для визначення пористості текстильних матеріалів компанія пропонує порометр капілярних потоків другого покоління (Advanced Capillary Flow Porometr) [4]. Принцип роботи приладу полягає у попередньому заповненні пор рідиною та подальшому її витісненні під дією струменю стисненого нейтрального нереагуючого газу. З точки зору дослідження характеристик наскрізних пор у трикотажних полотнах є ймовірність відхилень у визначенні реальних розмірів наскрізних пор, а саме їх площі і периметра, внаслідок набухання волокон під час заповнення пор рідиною. Зазначений прилад дає змогу з'ясувати розподіл пор за розміром, найбільший розмір пори, середній діаметр потоку крізь пори, діапазон розмірів пор. Однак прилад не дає можливості встановити лінійні розміри наскрізних пор, а саме їх площу та периметр. Оскільки в трикотажних полотнах форма пор є величиною невизначеною, то у розрахунках швидкості фільтрації повітря оперують величиною гідравлічного діаметра пор, який представляє собою відношення площі наскрізної пори до її периметра. На сьогоднішній день відсутній вітчизняний досвід щодо експериментальних методів визначення характеристик наскрізних пор трикотажних полотен.

Мета і завдання дослідження

Виходячи з викладеного вище, для прогнозування теплопровідності, повітро- та паропроникності трикотажу функціонального призначення є потреба у розробці методу визначення характеристик наскрізних пор у його структурі, а саме: периметра, площі наскрізних пор та їх частки в елементі петельної структури трикотажу (петлі).

Виклад основного матеріалу

У ході досліджень розроблено експериментальний метод визначення характеристик наскрізних пор в структурі трикотажу з використанням комп'ютерних засобів. Суть методу полягає у наступному. За допомогою електронного мікроскопу (usb digital microscope MM-2288-5X-S) одержуємо макрофотографії досліджуваних зразків трикотажу. У нашому випадку використано зразки бікомпонентного кулірного трикотажу гладкого платированого переплетення шести варіантів заправки, а саме: з використанням двох видів гідрофобної сировини (поліпропіленової та поліефірної текстурованих комплексних ниток) у якості ґрунтової нитки та трьох видів гідрофільної (бавовняної та вовняної пряжі, віскозних гладких комплексних ниток) у якості платировочної. Крім того, кожен вид зразка вироблено на в'язальному обладнанні при п'яти рівнях заправної довжини нитки в петлі з метою виявлення характеру впливу параметрів в'язання на характеристики наскрізних пор трикотажу.

Для оцінки наскрізної пористості обрано лицьову сторону трикотажу, оскільки її опорна поверхня більш гладка, що в свою чергу дає можливість більш чітко виділити наскрізні пори в елементі структури трикотажу (петлі). Дослідження характеристик пор у структурі трикотажу передбачає виконання певних операцій із його макрозображенням в програмі Corel Draw. На першому етапі завантажуюмо макрофотографію зразка трикотажу в програму Corel Draw. Інструментом «прямоугольник» виділяємо площу, яку займає одна петля. Копіюємо на іншу сторінку та зафарбовуємо прямокутник у чорний колір (рис. 1, 2).

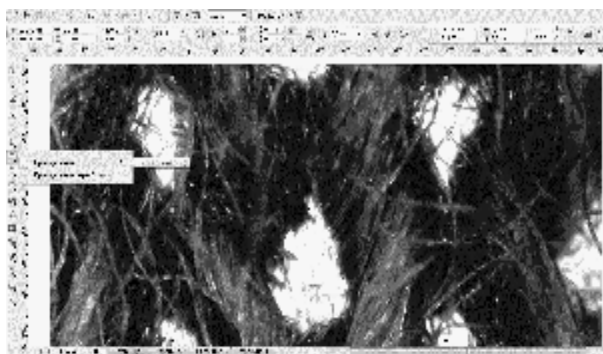


Рис. 1. Виділення петлі інструментом «Прямоугольник»



Рис. 2. Відтворення у вигляді прямокутника чорного кольору площі, яку займає одна петля

На зображенні зразка трикотажу інструментом «Безье» окремо виділяємо пори, що знаходяться в області голкової та платинної дуг, зафарбовуємо їх у білий колір та копіюємо їх на зафарбований у чорний

колір прямокутник, що відповідає площі однієї петлі. Для з'ясування часток та площ кожної з пор та в цілому площі та частки обох пор в елементі структури трикотажу (петлі) створюємо на фоні чорного прямокутника, що відповідає площі однієї петлі, три зображення: фігуру білого кольору, яка відповідає формі пори в області голкової дуги, платинної дуги та дві фігури разом (рис. 3, 4).

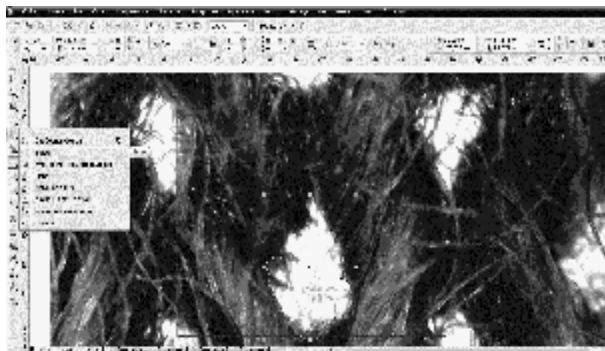


Рис. 3. Виділення пор інструментом «Безьє»

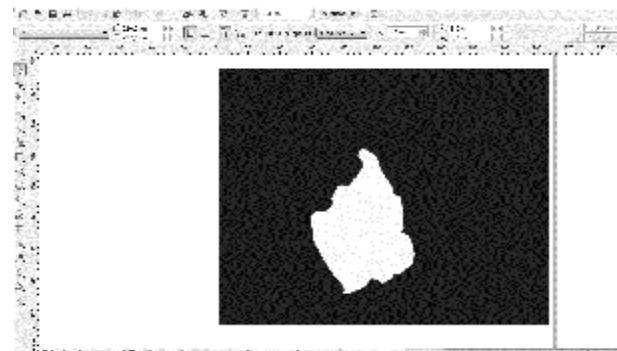


Рис. 4. Зображення пори в області голкової дуги у чорному прямокутнику, що відповідає площі петлі

Наступний етап полягає у збереженні одержаних зображень у монохромному режимі у форматі BMP засобами графічного редактора Paint (рис. 5). Даний режим дозволяє чітко відділити чорний колір від білого, що забезпечить подальший розрахунок площ пор без відхилень.

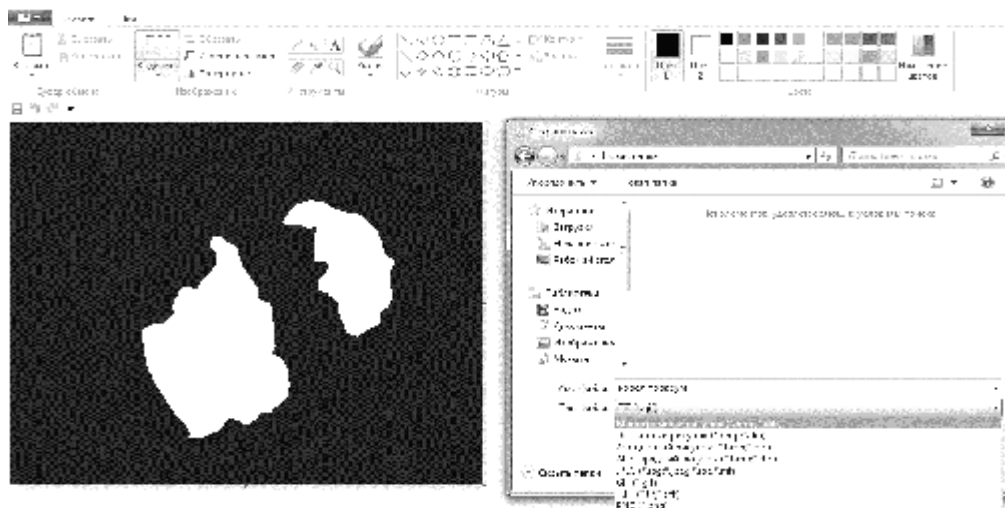


Рис. 5. Збереження зображення у вигляді монохромного рисунку

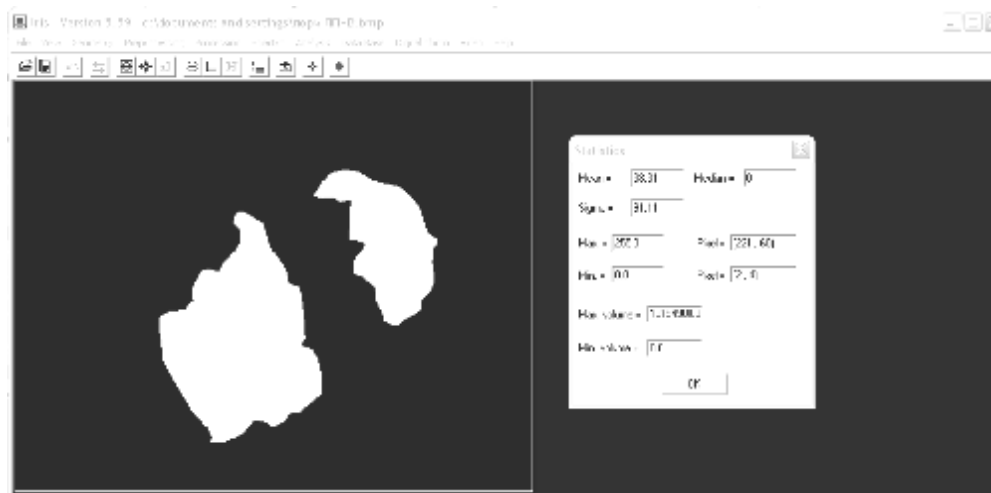


Рис. 6. Вікно «Statistics» програми Iris

Далі засобами програми Iris розраховуємо частину на чорному фоні пікселів білого кольору, що відповідає площі пор, та загальну кількість пікселів у прямокутнику, що відповідає площі, яку займає одна петля. Для цього виділяємо попередньо створене одне з трьох монохромних зображень за допомогою

інструменту «Statistics» (рис. 6). Розділивши одержане значення «Mean» (38,31 – частка пікселів білого кольору) на значення «Max» (255,0 – загальна кількість пікселів у прямокутнику), отримуємо значення однієї з наступних часток наскрізних пор: частки, яку складає наскрізна пора в області голкової дуги; частки, яку складає пора в області платинної дуги та частки обох пор в елементі структури трикотажу. Помноживши одержані величини на площу елемента структури трикотажу (петлі), отримуємо відповідні площі пор.

Як зазначалося вище, на рівень повітропроникності впливає не лише частка пор, а й їх лінійні розміри. Форма та розміри пор у структурі трикотажу залежать від багатьох факторів, зокрема параметрів в'язання. Встановлення теоретичних залежностей, що описують взаємозв'язок між розмірами пор (площею й периметром) та параметрами в'язання є складною задачею. Таким чином, для прогнозування показників якості трикотажу необхідно мати експериментальний метод визначення не лише частки та площі наскрізних пор, а й величини їх периметру. Тому наступним етапом запропонованого нами методу є визначення периметру пор засобами програми AutoCAD.

Алгоритм визначення полягає у виконанні наступних дій. У програму AutoCAD завантажуюмо попередньо одержані монохромні зображення пор. Для цього обираємо меню «Вставка» – «Растровое изображение». Точка лівого нижнього кута зображення є початком координат. Інструментом «Дуга» максимально точно виділяємо пори (важливо вибрати прив'язку натисканням кнопки на рядку стану та поставити галочку біля пункту «Конточка»). Це дозволить створити замкнену область. Далі обираємо на панелі інструментів пункт «Область». Виділяємо пору прямокутним виділенням так, щоб усі елементи дуги, що обмежують пору, потрапили у прямокутник. Натискаємо «Enter» та слідкуємо за рядком команд, де повинно висвітлитись, що знайдено замкнений контур і створено область. Для того, щоб визначити периметр пори, з рядка меню обираємо «Сервис» – «Сведения» – «Геометрия и масса». Виділяємо створену область і у діалоговому вікні виводиться текстове меню AutoCAD зі значеннями периметру пор (рис. 7). Зазначену послідовність дій виконуємо для кожної пори окремо.

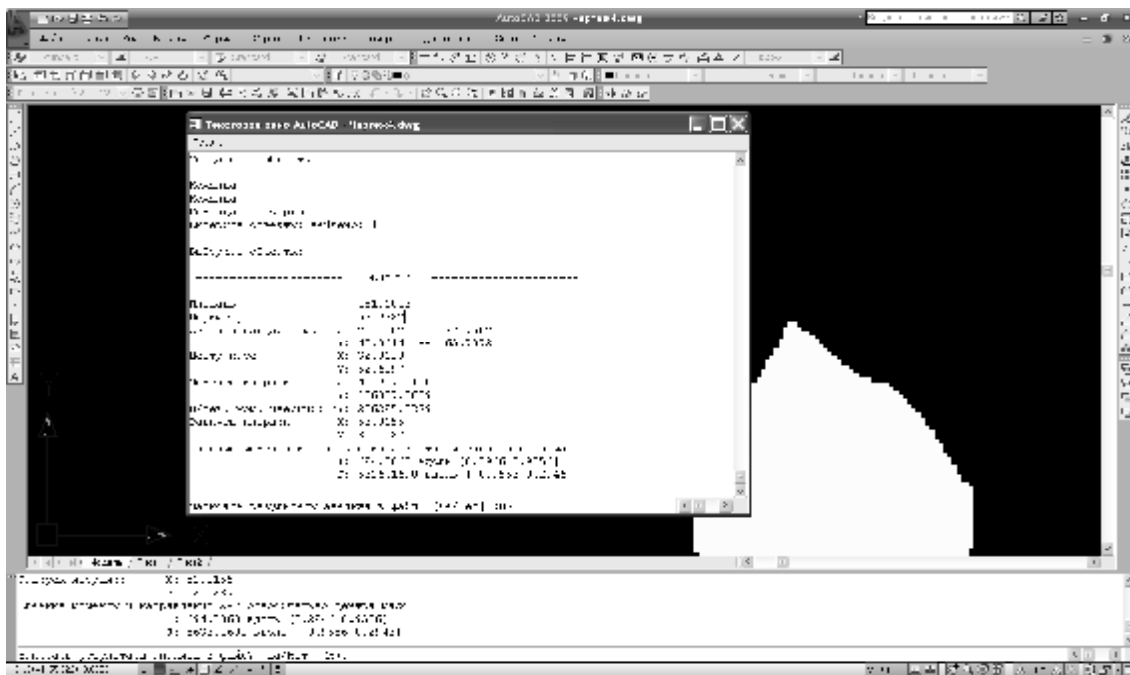


Рис. 7. Вікно з визначеними величинами

У таблиці 1 представлено значення наскрізної пористості, встановлені на підставі вище описаного методу та виконання теоретичних розрахунків у відповідності до методики, запропонованої у роботі [3].

У результаті аналізу даних, представлених у табл.1, виявлено, що відхилення значень наскрізної пористості, одержаних розрахунковим методом, від експериментальних з використанням комп'ютерних засобів знаходяться в межах $\pm 5\%$. Одержані результати підтверджують доцільність використання розробленого експериментального методу в разі наявності готових трикотажних полотен та можливість використання теоретичного методу [3] ще на етапі проектування параметрів структури трикотажу з метою прогнозування його споживчих властивостей.

Значення наскрізної пористості досліджуваних зразків трикотажних полотен

Заправна довжина нитки в петлі, мм	Вид заправки								
	<i>грунтова нитка</i> : комплексна текстурована поліпропіленова нитка								
	<i>платировочна нитка</i> :								
	вовняна пряжа			віскозна нитка			бавовняна пряжа		
	КЗ, % *	Т, % **	В, % ***	КЗ, %	Т, %	В, %	КЗ, %	Т, %	В, %
5,1	5,22	5,08	-2,64	6,75	6,60	-2,22	3,25	3,13	-3,75
5,5	7,38	7,27	-1,56	9,40	9,44	0,39	4,67	4,83	3,49
6,1	8,23	8,40	2,02	10,10	10,17	0,69	6,16	6,20	0,75
6,6	11,16	11,28	1,08	11,00	11,29	2,64	6,35	6,60	3,94
7,1	13,88	13,57	-2,25	16,27	16,21	-0,37	8,23	8,31	0,94
заправна довжина нитки в петлі, мм	вид заправки								
	<i>грунтова нитка</i> : комплексна текстурована поліефірна нитка								
	<i>платировочна нитка</i> :								
	вовняна пряжа			віскозна нитка			бавовняна пряжа		
	КЗ, %	Т, %	В, %	КЗ, %	Т, %	В, %	КЗ, %	Т, %	В, %
5,1	4,85	4,88	0,60	9,31	9,30	-0,13	3,99	4,10	2,68
5,5	6,89	7,04	2,18	11,97	11,86	-0,99	6,40	6,35	-0,73
6,1	8,33	8,23	-1,20	12,43	12,95	4,18	7,40	7,64	3,24
6,6	10,54	10,44	-0,95	16,45	16,23	-1,36	8,70	8,93	2,64
7,1	11,92	11,89	-0,26	18,35	18,54	1,02	10,30	10,23	-0,73

* – величина наскрізної пористості, одержана на підставі аналізу макрофотографій експериментальних зразків трикотажу з використанням комп'ютерних засобів;

** – величина наскрізної пористості, одержана шляхом проведення теоретичних розрахунків з використанням експериментальних значень щільності та товщини трикотажу;

*** – відхилення значень наскрізної пористості, одержаних розрахунковим методом, від експериментальних з використанням комп'ютерних засобів.

Висновок

Розроблений метод дослідження характеристик пористості трикотажу з використанням відповідного програмного забезпечення дозволяє встановити:

- периметр наскрізних пор, які знаходяться в області голкової та платинної дуг;
- площу наскрізних пор;
- значення величини наскрізної пористості трикотажу.

Даний метод передбачає наявність зразків трикотажних полотен, макрофотографій лицьової сторони та відповідних комп'ютерних засобів.

У разі, якщо необхідно спрогнозувати рівень наскрізної пористості за умови відсутності сировинних ресурсів та обладнання, доречно скористатися теоретичним методом. Якщо ж технолог має у наявності зразки трикотажу, то, скориставшись методом обчислення пористості з використанням комп'ютерних засобів на підставі макрофотографій, він може встановити не лише рівень наскрізної пористості трикотажу, а й лінійні розміри наскрізних пор.

Література

1. Кукин Г.Н. Текстильное материаловедение / А.Н. Соловьёв, Г.Н. Кукин. – М. : Легкая индустрия. – 1967. – Ч. 3. – 302 с.
2. Гензер М.С. Лечебный трикотаж / Гензер М.С. – М. : Легкая индустрия. – 1975. – 264 с.
3. Галавська Л.Є. Теоретичні аспекти визначення показників пористості кулірного трикотажу / Л.Є. Галавська // Вісник КНУТД. – 2012. – № 2. – С. 69–74.
4. <http://www.pmiapp.ru/advcapflow.html>

Надійшла 17.6.2012 р.

Рецензент: д.т.н., проф. Супрун Н.П.