

УДК 677.075

Л.Є. ГАЛАВСЬКА, Н.Р. КОНАХЕВИЧ, Н.М. ЗАЩЕПКІНА

Київський національний університет технологій та дизайну

## ДОСЛІДЖЕННЯ ПАРОПРОНИКНОСТІ КУЛІРНОГО ТРИКОТАЖУ ФУНКЦІОНАЛЬНОГО ПРИЗНАЧЕННЯ

У статті розглянуто результати досліджень паропроникності бікомпонентного кулірного трикотажу функціонального призначення, виробленого гладким плюшевим переплетенням. Встановлено математичні залежності, що описують взаємозв'язок між параметрами в'язання та показником паропроникності трикотажу. Зазначені залежності дають змогу підібрати оптимальні параметри в'язання для забезпечення заданого рівня паропроникності

**Ключові слова:** інтегрований трикотаж, бікомпонентний трикотаж, функціональний трикотаж, трикотаж плюшевого переплетення, паропроникність, коефіцієнт паропроникності

Людський організм у процесі життєдіяльності постійно виділяє у підодяговий простір пароподібну вологу, об'єм якої залежить від кліматичних умов, характеру праці та індивідуальних особливостей людини. Комфортний стан людини у значній мірі залежить від спроможності матеріалу забезпечувати виведення залишків пароподібної вологи з підодягового простору. На теперішній час ступінь комфорту став одним з основних критеріїв при проектуванні одягу [1]. У ході боротьби за споживача поширеною помилкою вітчизняних виробників трикотажної продукції, зокрема одягу для спорту, туризму та відпочинку, є нехтування таким показником полотен, як їх паропроникність. Адже для трикотажу з синтетичних видів сировини, які доволі часто використовуються у виробництві трикотажного одягу, характерний низький рівень паропроникності. Тому саме цей показник слід враховувати при оцінці полотен для одягу функціонального призначення, вироблених із застосуванням хімічних волокон.

### **Об'єкти та методи дослідження**

Об'єктом дослідження є процес перенесення пароподібної вологи крізь структуру інтегрованого кулірного трикотажу, виробленого гладким плюшевим переплетенням. У роботі використано теоретико-експериментальний метод. Для обробки результатів досліджень застосовано загальновідомий метод статистичної обробки даних традиційного активного експерименту.

### **Постановка завдання**

Паропроникність характеризує здатність полотен пропускати водяні пари з середовища з підвищеною вологістю повітря в середовище з меншою вологістю. Цей показник у значній мірі визначає гігієнічність текстильного матеріалу. При недостатній паропроникності полотна людина в одязі з нього відчуває задуху. Паропроникність прийнято характеризувати коефіцієнтом паропроникності, який визначається як маса водяних парів, що перейшли крізь одиницю площі матеріалу або виробу за одиницю часу у разі заданої товщини повітряного прошарку між поверхнею випаровування води та елементарною пробою. Коефіцієнт паропроникності трикотажних полотен визначається згідно ДСТУ 3672-97 (ГОСТ 30568-98) [4]. Суть методу полягає у визначенні паропроникності полотен в умовах, близьких до умов експлуатації. Крім того, слід зазначити, що згідно цього стандарту паропроникність характеризується не усталеним коефіцієнтом паропроникності, а вживається термін «показник паропроникності», якому надається визначення – «кількість парів поту, що пройшли крізь одиницю площини полотна чи виробу протягом одиниці часу».

Автором роботи [2] у ході розробки методу комплексної оцінки та дослідження гігієнічних показників якості трикотажу запропоновано власну методику визначення паропроникності. За основу в даній методиці автором взято основну схему досліджень, яка побудована на випаровуванні води зі стакана, закритого зразком досліджуваного матеріалу. У даній роботі досліджено вплив на паропроникність геометричних розмірів стакану; наявність чи відсутність перепаду температур між водою у стакані та атмосферою; висота повітряного прошарку між поверхнею води та пробою; час випаровування та попереднє витримання зразків в умовах, аналогічних умовам випробування, ще до початку досліджу; кількість прань. Зроблено висновки щодо впливу кожного з перерахованих факторів. Однак у роботі відсутні дослідження впливу параметрів в'язання, зокрема заправної довжини нитки в петлі, на паропроникність трикотажу. Крім того автор роботи досліджує трикотажні полотна з одного виду сировини. Нас же цікавить паропроникність інтегрованих трикотажних полотен, утворених з двох видів сировини з діаметрально протилежними гігроскопічними властивостями.

Робота [3] присвячена розробці методу прогнозування паропроникності текстильних матеріалів, що враховує динамічні техногенні та кліматичні умови експлуатації. Автором досліджено вплив різноманітних факторів навколишнього середовища на паропроникність текстильних матеріалів. У якості об'єкту досліджень використано тканини різні як за сировинним складом, так і за структурою. Споживчі властивості трикотажних полотен внаслідок особливостей структуроутворення значно відрізняються від тканин. Зокрема паропроникність залежить від структурних характеристик трикотажу та гігроскопічних властивостей сировини, з якої його вироблено. Варіювання зазначених характеристик дозволяє сформувати оптимальний мікроклімат у підодяговому просторі у відповідності до функціонального призначення. У роботі відсутні відомості щодо дослідження паропроникності трикотажу. Тому є потреба у дослідженні впливу параметрів структури трикотажу та виду сировини на його паропроникність.

Паропроникність через текстильні полотна і виробу відбувається переважно крізь наскрізні пори (аналогічно проходженню повітря) та сорбцією пари з підодягового середовища волокнами полотна, внутрішнім переносом вологи в структурі полотна та її десорбцією у навколишнє середовище з меншою вологістю повітря. Звідси витікає залежність паропроникності полотен від гігроскопічності складових його волокон та структури матеріалу. У ході проектування трикотажних полотен для створення комфортного одягу певного функціонального призначення однією з важливих задач, що потребують вирішення, є забезпечення відведення надлишків вологи від шкіряного покриву тіла людини. Одним із шляхів вирішення цієї проблеми є дослідження характеру впливу параметрів в'язання на паропроникність трикотажу та математичне моделювання зазначених процесів.

Виходячи з вищевикладеного матеріалу метою досліджень є встановлення взаємозв'язку між параметрами в'язання інтегрованого трикотажу та коефіцієнтом паропроникності. Наявність відповідних математичних залежностей дозволить проектувати інтегровані трикотажні полотна з заданим рівнем паропроникності у відповідності до їх функціонального призначення.

#### ***Результати та їх обговорення***

Для надання полотну певних функціональних властивостей, що забезпечать комфортний стан людини, зразки кулірного трикотажу вироблено гладким плюшевим переплетенням із застосуванням двох видів сировини з діаметрально протилежними гігроскопічними властивостями.

Петельна структура зазначеного переплетення передбачає використання двох систем ниток, які у процесі в'язання накладаються в остовах петель одна на одну. Таким чином, одержуємо інтегрований трикотаж, у якому з виворітної сторони полотна, що контактуватиме з тілом людини, розташується гідрофобний вид сировини, що виконує функцію «капілярного насоса» по відведенню вологи, а з лицьової – гідрофільний, який забезпечує виведення вологи у навколишнє середовище. Дослідні зразки трикотажу вироблено на двоциліндровому круглопанчішному автоматі 10-го класу. У якості плюшевої нитки використано гідрофобний вид сировини: поліефірні та поліпропіленові комплексні текстуровані нитки, а у якості ґрунтової обрано гідрофільний вид сировини: бавовняну, вовняну пряжі та віскозні нитки. Заправні дані представлено у табл. 1.

Таблиця 1. Заправні дані досліджуваних зразків трикотажних полотен

(авторська розробка)

№ зразка	Вид сировини	
	плюшева нитка	ґрунтова нитка
1	Поліефірні нитки (ПЕ) 16,7 текс X 2	Бавовняна пряжа (Б) 30 текс
2	Поліефірні нитки (ПЕ) 16,7 текс X 2	Вовняна пряжа (В) 31 текс
3	Поліефірні нитки (ПЕ) 16,7 текс X 2	Віскозні нитки (Віс) 16,7X3 текс
4	Поліпропіленові нитки (ПП) 16,7X2 текс	Бавовняна пряжа (Б) 30 текс
5	Поліпропіленові нитки (ПП) 16,7X2 текс	Вовняна пряжа (В) 31 текс
6	Поліпропіленові нитки (ПП) 16,7X2 текс	Віскозні нитки (Віс) 16,7X3 текс

Як зазначалося вище, паропроникність текстильних матеріалів відіграє одну з вирішальних ролей у формуванні споживчих властивостей одягу з них, оскільки з нею пов'язана нормалізація мікроклімату у підодяговому просторі, а відповідно і нормалізація тепло– та вологообміну. Тому даний ергономічний показник якості необхідно враховувати при виготовленні одягу у відповідності до його функціонального призначення. Паропроникність розроблених зразків бікомпонентного кулірного трикотажу досліджено у відповідності до стандартизованих методів [4, 5]. Для створення умов близьких до експлуатаційних усі зразки перед проведенням досліджень були просочені хімічним розчином, що імітує піт людини, а потім висушені та витримані у нормальних кліматичних умовах.

З метою виявлення характеру впливу параметрів в'язання на рівень паропроникності інтегрованого трикотажу у ході досліджень реалізовано однофакторний експеримент. У якості фактора обрано заправну довжину нитки в петлі ґрунту  $l_p$ . Область визначення вхідного параметра  $5,6 \div 7,1$  мм, інтервал варіювання 0,5мм. Заправна довжина нитки в петлі ґрунту змінювалась на п'яти рівнях шляхом повороту регулювального гвинта, що визначає положення кулірного клина. Для обробки результатів досліджень застосовано метод визначення регресійної однофакторної математичної моделі (РОФМ) при традиційному плані активного експерименту.

У ході досліджень виявлено, що параметри структури та характеристики сировини суттєво впливають на рівень паропроникності трикотажу, оскільки виступають у ролі визначальних факторів, що формують його пористість.

На підставі проведеного однофакторного експерименту одержано наступні математичні залежності, що описують зв'язок між вхідним параметром  $\ell_2$  та показником паропроникності  $B_n$ :

$$\text{для зразка №1} \quad B_n = 0,01 + 0,09 \cdot \ell_2 \quad (1)$$

$$\text{для зразка №2} \quad B_n = 0,21 \cdot \ell_2 - 0,68 \quad (2)$$

$$\text{для зразка №3} \quad B_n = 0,25 \cdot \ell_2 - 0,92 \quad (3)$$

$$\text{для зразка №4} \quad B_n = 0,09 \cdot \ell_2 - 0,20 \quad (4)$$

$$\text{для зразка №5} \quad B_n = 0,17 \cdot \ell_2 - 0,68 \quad (5)$$

$$\text{для зразка №6} \quad B_n = 0,20 \cdot \ell_2 - 0,85 \quad (6)$$

За встановленими математичними залежностями побудовані відповідні графіки залежності коефіцієнта паропроникності розроблених зразків інтегрованого трикотажу від заправної довжини нитки в петлі ґрунту (рис.1).

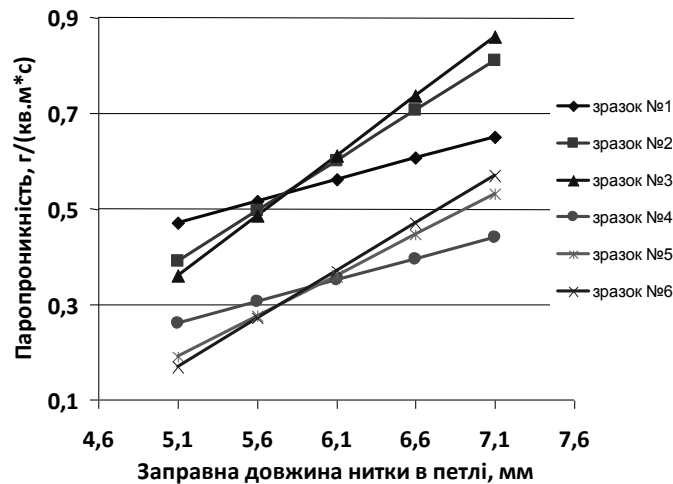


Рис.1. Графіки залежності коефіцієнта паропроникності зразків трикотажу від зміни заправної довжини нитки в петлі ґрунту  $Y(X) = B_n(\ell_2)$  (авторська розробка)

Представлені на рис.1 графіки ілюструють наступне: зі збільшенням вхідного параметра паропроникність усіх досліджуваних зразків трикотажу зростає. Це можна пояснити тим, що при збільшенні заправної довжини нитки в петлі ґрунту щільність трикотажу зменшується, його наскрізна пористість зростає, і, як наслідок, він пропускає більший об'єм пари. Однак характер зміни кількості пароподібної вологи, що пройшла крізь структуру бікомпонентного трикотажу, різний і залежить від виду сировини гідрофільного та гідрофобного шарів. Так, зі зміною заправної довжини нитки в петлі ґрунту  $\ell_2$  у встановлених експериментом межах від 5,1мм до 7,1мм (збільшенні на 39,22 %) у зразка №1 паропроникність зростає на 38,30 % (в межах від 0,47 г/м<sup>2</sup>с до 0,65 г/м<sup>2</sup>с), у зразка №2 – на 107,69 % (від 0,39 г/м<sup>2</sup>с до 0,81 г/м<sup>2</sup>с), у зразка №3 – на 138,89 % (від 0,36 г/м<sup>2</sup>с до 0,86 г/м<sup>2</sup>с), у зразка №4 – на 69,23 % (від 0,26 г/м<sup>2</sup>с до 0,44 г/м<sup>2</sup>с), у зразка №5 – на 178,95 % (від 0,19 г/м<sup>2</sup>с до 0,53 г/м<sup>2</sup>с), у зразка №6 – на 235,29 % (від 0,17 г/м<sup>2</sup>с до 0,57 г/м<sup>2</sup>с).

Привертає увагу більш широкий діапазон зміни паропроникності у зразків №2, 5 та №3, 6, гідрофільний шар яких утворений з вовняної пряжі та віскозних ниток відповідно, порівняно зі зразками №1, 4, які вироблено з використанням бавовняної пряжі. Звуження діапазону зміни паропроникності зразків №1 та №4 можна пояснити більшою швидкістю протікання сорбційних процесів (насичення поверхні волокон водними парами та проникнення молекул води у міжмолекулярний простір), які супроводжуються набуханням волокон, що у свою чергу і призводить до зменшення розмірів наскрізних пор.

Як видно з графіків (рис.1) в межах використання однакового виду гідрофобної сировини (плюшевої нитки) щільність в'язання має суттєвий вплив на характер та рівень паропроникності. При максимальній щільності в'язання (мінімальна заправна довжина нитки в петлі ґрунту) найвищий рівень паропроникності спостерігається у зразків, гідрофільний шар яких утворений з бавовняної пряжі (зразки №1 та №4). Зменшення щільності в'язання (при  $l_z > 6$  мм) призводить до збільшення рівня паропроникності зразків, гідрофільний шар яких утворений з віскозних ниток (зразки №3 та №6).

При середньому рівні заправної довжини нитки в петлі ( $l_z = 6,1$  мм) найвищий рівень паропроникності спостерігається у зразків №2 та №3 і складає  $0,6 \text{ г/м}^2\text{с}$  та  $0,61 \text{ г/м}^2\text{с}$  відповідно. Заміна гідрофобного виду сировини (плюшевої нитки) з поліефірних на поліпропіленові нитки для усіх варіантів гідрофільної сировини (ґрунтової нитки) при середньому рівні заправної довжини нитки в петлі ґрунту призводить до зменшення паропроникності у 1,6 рази, зокрема у разі використання у якості ґрунтової нитки бавовняної пряжі на 37,5 %, вовняної пряжі – на 40,0 %, віскозної нитки – на 39,3 %. Це пояснюється тим, що при введенні у структуру трикотажу ПП текстурованих ниток товщина і застилистість полотна збільшується за рахунок об'ємності сировини і, як наслідок, зменшується величина та кількість міжниткових проміжків (наскрізних пор) у його структурі. Таким чином, якщо необхідно покращити проникнення пароподібної вологи, що продукується тілом людини, крізь трикотажне полотно, то доцільніше використовувати у якості гідрофобного шару ПЕ нитки. Порівняльний аналіз паропроникності розроблених зразків трикотажних полотен однакових за параметрами в'язання, але різних за видом сировини нитки ґрунту дозволяє стверджувати, що з точки зору покращення показника паропроникності варто використовувати у якості ґрунтової гладкі комплексні віскозні нитки.

### **Висновки**

На підставі одержаних результатів експериментальних досліджень паропроникності інтегрованого трикотажу, утвореного на базі кулірного гладкого плюшевого переплетення, можна зробити наступні висновки:

- Встановлені математичні залежності, що описують характер впливу на показник паропроникності параметрів в'язання ґрунту трикотажного полотна, дають можливість визначити необхідний рівень заправної довжини нитки в петлі ґрунту, що забезпечить задану величину показника паропроникності.
- Дослідження впливу зміни заправної довжини нитки в петлі ґрунту на паропроникність показали, що зі збільшенням зазначеного вхідного параметра щільність трикотажу зменшується, його наскрізна пористість зростає, і як наслідок він пропускає більший об'єм пароподібної вологи.

- Заміна виду сировини гідрофобного шару інтегрованого трикотажу з поліефірної нитки на поліпропіленову спричиняє зниження рівня паропроникності у 1,6 рази, що пояснюється зміною структурних характеристик трикотажу, зокрема форми та розмірів наскрізних пор.

Список використаної літератури:

1. Горохова О.Ю. Разработка ресурсосберегающей технологии и заправок бикомпонентного трикотажа спортивного и бельевого назначения: дис. ... канд. техн. наук: 05.19.03 / Горохова Ольга Юрьевна – М.: – 2002. – 244 с.
2. Демократова Е.Б. Разработка метода комплексной оценки и исследование гигиенических показателей качества трикотажных полотен: дис. ... канд. техн. наук: 05.19.01 / Демократова Елена Борисовна – М.: – 2006. – 212 с.
3. Нечушкина Е.А. Разработка метода прогнозирования паропроницаемости текстильных материалов: дис. ... канд. техн. наук: 05.19.01 / Нечушкина Елена Алексеевна – М.: – 2010. – 226 с.
4. ДСТУ 3672–97. Полотна і вироби трикотажі. Метод визначення паропроникності і вологопоглинання (ГОСТ 30568–98. Полотна и изделия трикотажные. Метод определения паропроницаемости и влагопоглощения).
5. ГОСТ 22900 – 78. Кожа искусственная и плёночные материалы. Методы определения паропроницаемости и влагопоглощения.

Стаття надійшла до редакції 12.06.2012

#### **Исследование паропроницаемости кулирного трикотажа функционального назначения**

Галавская Л.Е., Конахевич Н.Р., Зашепкина Н.Н.

*Киевский национальный университет технологий и дизайна*

В статье рассмотрены результаты исследований паропроницаемости бикомпонентного кулирного трикотажа функционального назначения, выработанного гладким плюшевым переплетением. Установлены математические зависимости, которые описывают взаимосвязь между параметрами вязания и показателем паропроницаемости трикотажа. Представленные зависимости дают возможность подобрать оптимальные параметры вязания для обеспечения заданного уровня паропроницаемости.

**Ключевые слова:** интегрированный трикотаж, бикомпонентный трикотаж, функциональный трикотаж, трикотаж плюшевого переплетения, паропроницаемость, коэффициент паропроницаемости.

#### **The research of vapour permeability of weft knitted fabric for functional purpose**

Galavska L.E., Konahevytch N.R., Zashchepkina N.N.

*Kyiv national university of technologies and design*

In the article are considered the research results of vapour permeability of bicomponent weft knitted fabric for functional purpose, which is produced by plain plush fabric. Mathematical dependences which describe interaction between parameters of knitting and a vapour permeability factor of knitted fabric are established. The presented dependences allow to select the optimum parameters of knitting for the set level assurance of vapour permeability.

**Keywords:** the integrated knitted fabric, bicomponent knitted fabric, functional knitted fabric, plush knitted fabric, vapour permeability, vapour permeability factor.