

УДК 677.017

СМИКАЛО К. О., ЗАКОРА О. В.

Херсонський національний технічний університет

ОЦІНКА ВОРСИСТОСТІ ТКАНИН ВАГОВИМ МЕТОДОМ

Мета. Розробити метод для об'єктивного визначення показника ворсистості тканин.

Методика. У роботі використані аналітичний та експериментальний методи дослідження. Аналітичний метод дозволив обґрунтувати вибір методу дослідження ворсистості тканин. В якості експериментального методу дослідження застосований ваговий метод визначення показників ворсистості тканин з використанням прикладної комп'ютерної програми TourView.

Результати. Дані наукових досліджень показали, що оцінка ворсистості тканин є необхідною умовою для розробки оптимальних технологічних режимів виробництва та прогнозування поверхневих властивостей тканин. Аналіз сучасних методів дослідження ворсистості тканин дозволив обґрунтувати і обрати ваговий метод, який складається з таких етапів: отримання збільшеного зображення поверхні тканини та визначення реального діаметру ворсинок засобами прикладної комп'ютерної програми; видалення ворсинок з поверхні тканини термічним способом; визначення маси видаленого ворсу як різниці між початковою масою зразків тканини та масою тканини без ворсу; розрахунок кількісного показника ворсистості тканини. Отриманий кількісний показник називається індексом ворсистості тканини і показує сумарну довжину ворсу, яка віднесена до одиниці площі тканини.

Наукова новизна. Розроблений ваговий метод визначення показників ворсистості тканин та вперше запропонований кількісний показник – індекс ворсистості тканини.

Практична значимість. Запропонований метод визначення ворсистості тканин не потребує спеціального обладнання та може бути використаний у виробничих і лабораторних умовах. Об'єктивну оцінку тканини за індексом ворсистості можна використовувати при проведенні порівняльного аналізу тканин, які мають різний характер і ступінь ворсистості, у процедурі експертизи тканин та при проектуванні тканин із заданими поверхневими властивостями.

Ключові слова: ваговий метод, індекс ворсистості, поверхневі властивості, діаметр волокна.

Вступ. Ворсистість, як основна властивість волокнистих матеріалів, має значний вплив не тільки на зовнішній вигляд текстильних виробів, але й на перебіг технологічних процесів їх виготовлення [1]. Утворюючись на стадії формування пряжі, характер ворсистості передається через напівфабрикати і проявляється у тому чи іншому ступені у готових виробах – тканинах, трикотажних полотнах тощо, посилюючи чи погіршуючи їх властивості. При цьому присутній негативний взаємовплив ворсинок і робочих поверхонь технологічного обладнання: ворсинки заплутуються і ускладнюють переробку текстильних напівфабрикатів, а робочі поверхні за рахунок тертя додатково розпушують їх поверхневий шар, що змінює структуру текстильних матеріалів і ще більше погіршує умови переробки [2]. Таке становище на всіх стадіях виробництва потребує постійного контролю параметрів ворсистості, але складність механізму її утворення і прояву гальмує розробку методик її визначення. Тому застосування методологічних підходів у питанні визначення характеру і показників ворсистості текстильних матеріалів, зокрема тканин, є актуальним для текстильного виробництва.

Аналіз попередніх досліджень. Вплив явища ворсистості на поверхневі властивості текстилю та на параметри процесів переробки, а особливо впровадження у текстильне

виробництво новітніх технологій обробок поверхонь текстильних матеріалів [2] обумовили потребу у більш детальному вивченні характеру ворсистості. З цієї причини розширено номенклатурний ряд показників ворсистості, але здебільшого для пряжі [3], та розроблено регресійні моделі, що описують вплив ворсистості пряжі на поверхневі властивості тканин [4-5]. Тобто ступінь ворсистості тканин в основному намагаються оцінювати через призму ворсистості пряжі. Останнім часом для характеристики ворсистості пряжі використовують індекс ворсистості [6], який показує сумарну (загальну) довжину або кількість ворсинок на одиницю її довжини та визначається оптичним і ваговим методами [1]. Але відсутність репрезентації таких результатів на оцінку ворсистості тканин обмежують його використання рамками прядильного виробництва.

У ткацькому виробництві ворсистість тканин, як правило, визначається органолептично [7] або опосередковано через коефіцієнт шорсткості поверхні [8], для чого використовують різне обладнання [8]. Методів об'єктивної оцінки ворсистості на сьогодні небагато. Найбільш розповсюдженими є оптичні методи оцінки, суть яких полягає в аналізі графічного зображення поверхні тканини. Методики оптичного дослідження ворсистості тканин дозволяють отримати інформацію про щільність ворсинок на поверхні, їх хвилястість та рівномірність розподілу [1,9], однак певні труднощі виникають з детермінуванням короткого ворсу [10]. Загальним недоліком оптичних методів є складність процесу обробки даних, до якого все одно залучаються органолептичні методики, що посилюють суб'єктивність дослідження. Використання штучних нейронних мереж для аналізу зображення може спростити процес обробки, однак точність результатів, як показують дослідження [10], залишається на недостатньому рівні. Менш розповсюдженими методами оцінки ворсистості є механічні. У роботі [11] розроблена техніка механічної диференціації тканин з різною ворсистістю. Представлена авторами методика дозволяє оцінювати ворсистість на поверхні через сенсорний аналіз. Однак проведення експерименту пов'язане із використанням складного медичного обладнання, а результати можуть бути застосовані лише для аналізу туше тканини. Таким чином, аналіз наукових джерел довів, що відомі методи оцінки ворсистості тканин мають суб'єктивну складову, що знижує точність проведення дослідження і обмежує використання зазначених методик.

Постановка завдання. Основним завданням даної роботи є розробка методу визначення показника ворсистості тканин, який дозволить надати об'єктивну оцінку явища ворсистості.

Результати дослідження. Аналіз вагового методу визначення ворсистості пряжі [12] дозволив висунути гіпотезу про можливість його використання для визначення показників ворсистості тканин за умови внесення необхідних змін у порядок дослідження. Для цього в умовах лабораторії кафедри експертизи, технології і дизайну текстилю Херсонського національного технічного університету проведено експеримент, для реалізації якого у якості дослідних зразків обрано тканини з асортименту ткацького виробництва ТОВ «Vladi» (м. Харків), виготовлені з вовняної та змішаної пряжі. В основі обґрунтування вибору даних зразків лежить їх сировинний склад, що обумовлює виражений характер ворсистості текстильних виробів, виготовлених з вовняних волокон. Зовнішній вигляд дослідних зразків наведено на рис. 1.

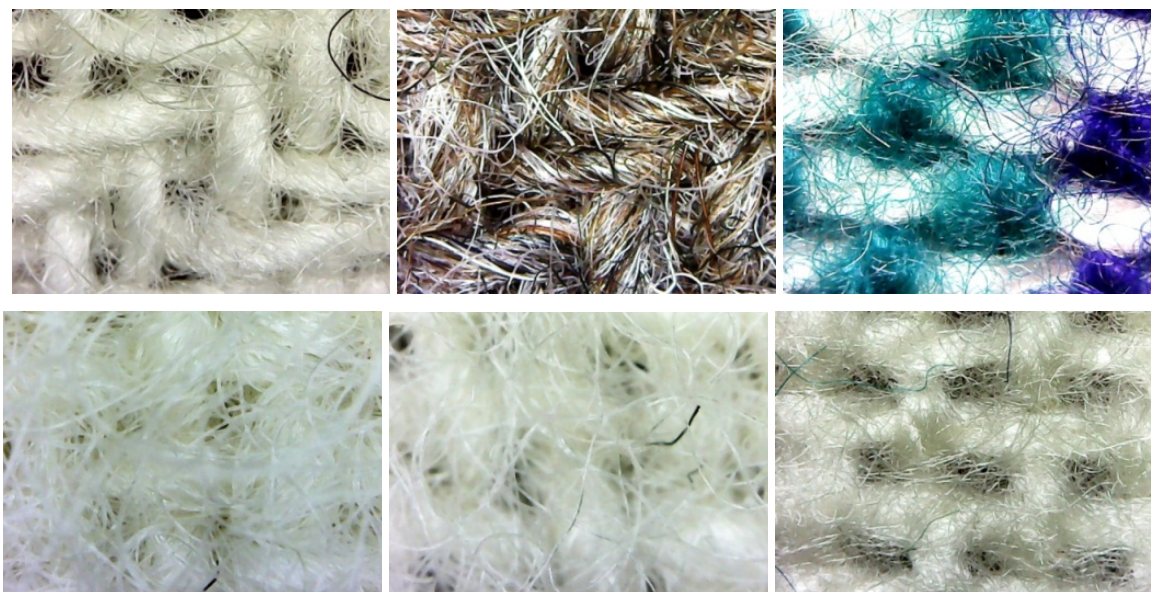


Рис. 1. Мікрофотографії вовняних тканин, обраних для дослідження

Етапи дослідження ворсистості вовняних тканин представлено на рис.2.



Рис.2. Етапи дослідження ворсистості тканин ваговим методом

У залежності від того, з якою метою визначається характер ворсистості тканини (розробка дизайну, оптимізація технологічних параметрів ткацтва, вибір виду опорядження тощо) для дослідження обирається необхідна поверхня тканини (лицьова або виворітна) або дослідження проводяться одночасно для обох поверхонь. Тканина, для якої необхідно дослідити ворсистість, витримується протягом доби у стандартних кліматичних умовах [13]. Для тканин з невеликим рапортом переплетення площа дослідних зразків дорівнює 1 дм². Для тканин складної фактури площа зразків узгоджується з розміром рапорту переплетення. Розмір дослідних зразків обумовлений необхідністю отримання значущих даних результатів зважування видаленого ворсу, так як його частка у масі тканини невелика. Для дослідження підготовлено по 10 дослідних зразків кожної тканини, кількість яких визначена за результатами попереднього експерименту, що забезпечує довірчу ймовірність 95%, прийняту для текстильної промисловості.

Реальні значення діаметра ворсинок можна визначати за будь-якими відомими методами, наприклад, за аналізом збільшеного зображення поверхні тканини або шляхом вимірювання поперекових зрізів волокон [14]. У даній роботі збільшені зображення поверхні тканини отримані за допомогою мікроскопу типу Bresser Erudit ICD 20-40x, відеокамери Sigeta UCMOS 1300 1.3MP, яка передає зображення на персональний комп'ютер, та програмного середовища ToupView [15]. На рис.3. наведено робоче вікно програми ToupView.

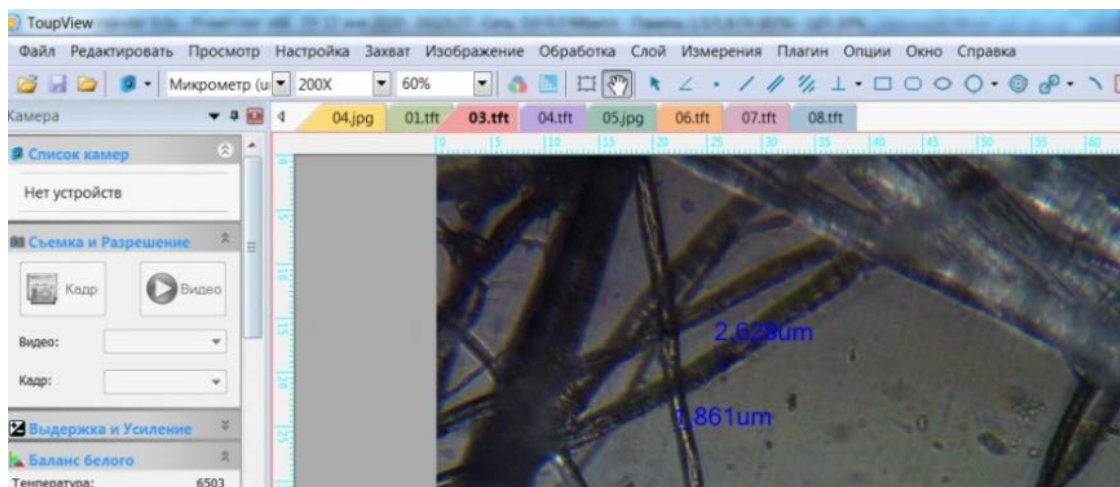


Рис.3. Робоче середовище програми ToupView

За отриманими мікрофотографіями визначається фактичний діаметр d_e ворсинок шляхом вимірювання їх поперечних розмірів за допомогою інструментів програми.

Зважування зразків тканин здійснюється з точністю 0,001 г на аналітичних електронних вагах фірми Radwag (Польща) серії AS...R2 [16].

Видалення ворсу з поверхні тканини здійснюється термічним способом з використанням газової горілки за методикою, представленою у [12], що імітує процес опалення вовняних тканин в технологіях опорядження. Тривалість термічної обробки,

відстань між полум'ям та поверхнею тканини, а також температура відповідають зазначеним у [17] параметрам.

Після видалення ворсу на поверхні тканини залишається нагар (рис.4). Його необхідно максимально видалити для забезпечення точності результатів, при цьому не повинна порушуватись структура дослідного зразка. Наприклад, для видалення нагару рекомендується застосовувати спеціальні щітки, струмінь повітря, тример або інше.

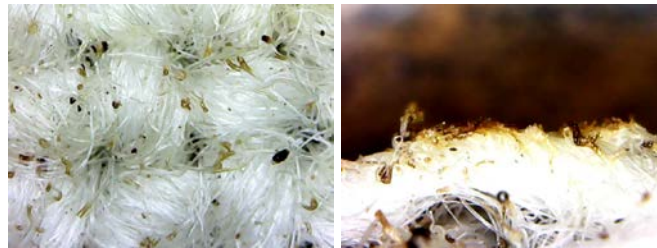


Рис.4. Мікрофотографія поверхні тканини після термічної обробки

Після видалення ворсу зразки повторно зважуються на вагах. Маса видаленого ворсу M_v дослідного зразка визначається, як різниця між масою зразка до обробки M_1 і масою зразка без ворсу M_2 (г):

$$M_v = M_1 - M_2 \quad (1)$$

Використовуючи відому формулу для розрахунку діаметра волокна [18], визначається лінійна густина ворсинок:

$$T = \frac{\gamma \cdot d_v^2}{0,0357^2 \cdot 10^{-3}} \quad (2)$$

де γ – об'ємна густина волокон, мг/мм³ [18]; d_v – діаметр волокна, мм.

Знаючи масу видаленого ворсу та лінійну густину ворсинок можна розрахувати сумарну довжину ворсу:

$$L = \frac{M_v}{T} \quad (3)$$

Сумарну довжину ворсу, яка віднесена до одиниці площі тканини (у даному випадку до 1 дм²), пропонується назвати індексом ворсистості тканини (за аналогією з індексом ворсистості пряжі, який показує сумарну довжину ворсу, що віднесена до одиниці довжини пряжі).

Фізичний зміст показника «індекс ворсистості тканини» міститься у тому, що він дозволяє проводити порівняльний аналіз тканин, які мають різний характер і ступінь ворсистості. Таким чином, даний показник є універсальним, а ваговий метод визначення ворсистості може бути використаний для об'єктивної оцінки ворсистості тканин з різними поверхневими властивостями.

Висновки. На основі аналізу існуючої методики дослідження ворсистості пряжі запропонований ваговий метод визначення показника ворсистості тканини, який ґрунтується на принципі визначення маси видаленого ворсу та подальшого аналітичного розрахунку показників ворсистості тканини.

Вперше запропоновано ввести показник ворсистості тканини – індекс ворсистості, який дозволяє об'єктивно оцінити тканини з різним характером і величиною ворсу.

Запропонований метод об'єктивної оцінки ворсистості вовняних тканин може бути використано для тканин іншого сировинного складу, але при інших умовах проведення експерименту, для чого необхідно провести додаткові дослідження.

Врахування індексу ворсистості тканин в процесі їх проектування сприяє оптимізації режимів технологічної переробки волокнистих матеріалів.

Література

1. Noman Haleem and Xungai Wang. Recent research and developments on yarn hairiness // *Textile Research Journal* – 2015, Vol. 85(2) p.211–224.
2. Schick M. Surface Characteristics of Fibers and Textiles / M. Schick. – New York, 1977. – (Routledge). – (10.1201/978020373781).
3. Srinivasan, V.; Balamurugan, S. Hair Severity: A new yarn hairiness parameter. / Srinivasan, V.; Balamurugan, S. // *Textile Magazine-Madras* – 2007. – №49(1). P. 68.
4. Balci Kilic, Gonca; Okur, Ayşe. Effect of yarn characteristics on surface properties of knitted fabrics / Gonca Balci Kilic & Ayşe Okur // *Textile Research Journal* – 2019. – № 89(12) P.2476-2489.
5. Ozkaya Y. A., Acar M., Jackson M. R. Hair density distribution profile to evaluate yarn hairiness and its application to fabric simulations // *Journal of the Textile Institute*. – 2007. – T. 98. – №. 6. – C. 483-490
6. ISO 10290:2018(en) Textiles – Cotton yarns – Basis for specification [Електронний ресурс]. Режим доступу: <https://www.iso.org/obp/ui/#iso:std:iso:10290:ed-2:v1:en> [in English]
7. STANDARD B., ISO B. S. Sensory analysis – Methodology – General guidance for establishing a sensory profile. – 2003.
8. Mooneghi, Sara Asghari; Saharkhiz, Siamak; Varkiani, S. Mohammad Hosseini. Surface roughness evaluation of textile fabrics: a literature review. / Mooneghi, S. A. // *Journal of Engineered Fibers and Fabrics* – 2014. – № 9(2). 155892501400900201.
9. Semnani, D., et al. Surface roughness measurement of weft knitted fabrics using image processing / D. Semnani // *Fibres & Textiles in Eastern Europe* – 2011. – №3(86). P.55-59.

References

1. Haleem, N., & Wang, X. (2015). Recent research and developments on yarn hairiness. *Textile Research Journal*, 85(2), 211-224.
2. Schick, M. J. (2017). *Surface characteristics of fibers and textiles: Part II*. Routledge.
3. Srinivasan, V., & Balamurugan, S. (2007). HAIR SEVERITY: A new yarn hairiness parameter. *TEXTILE MAGAZINE-MADRAS*, 49(1), 68.
4. Balci Kilic, G., & Okur, A. (2019). Effect of yarn characteristics on surface properties of knitted fabrics. *Textile Research Journal*, 89(12), 2476-2489.
5. Ozkaya, Y. A., Acar, M., & Jackson, M. R. (2007). Hair density distribution profile to evaluate yarn hairiness and its application to fabric simulations. *Journal of the Textile Institute*, 98(6), 483-490.
6. ISO 10290:2018(en) Textiles – Cotton yarns – Basis for specification Retrieved from: <https://www.iso.org/obp/ui/#iso:std:iso:10290:ed-2:v1:en> [in English]
7. STANDARD, B., & ISO, B. (2003). Sensory analysis – Methodology – General guidance for establishing a sensory profile.
8. Mooneghi, S. A., Saharkhiz, S., & Varkiani, S. M. H. (2014). Surface roughness evaluation of textile fabrics: a literature review. *Journal of Engineered Fibers and Fabrics*, 9(2), 155892501400900201.
9. Semnani, D., Hasani, H., Behtaj, S., & Ghorbani, E. (2011). Surface roughness measurement of weft knitted fabrics using image processing. *Fibres & Textiles in Eastern Europe*, (3 (86)), 55-59.
10. Haleem, N., & Wang, X. (2013). A comparative study on yarn hairiness results from manual test and

10. Noman Haleem, Xungai Wang A comparative study on yarn hairiness results from manual test and two commercial hairiness metres // The Journal of The Textile Institute – 2013. – №104:5, P.494-501. 10.1080/00405000.2012.745235.
11. Breugnot C. et al. Mechanical discrimination of hairy fabrics from neurosensorial criteria // Textile research journal. – 2006. – Т. 76. – №. 11. – С. 835-846.
12. Zhigang Xia, Xin Wang, Wenxiang Ye and Weilin Xu. Experimental Investigation on the Effect of Singeing on Cotton Yarn Properties // Textile Research Journal. – 2009. №79(17). p.1610–1615
13. International Organization for Standardization. ISO 139: 2005 Textiles –standard atmospheres for conditioning and testing. – 2005.
14. Матеріалознавство та експертиза текстильних виробів: навч. посіб. для вузів / М.Й.Расторгуюєва, В.В.Євтушенко, О.В.Горізонтова. – Херсон, 2009. – 206 с.
15. Instructions to ToupView. [Електронний ресурс]. Режим доступу: <http://www.touptek.com/product/showproduct.php?lang=en&id=103> (дата звернення 1.12.2019).
16. Redwag balances and scales. [Електронний ресурс]. Режим доступу: <https://radwag.com/en/> (дата звернення 1.12.2019).
17. ГОСТ ISO 10047-2013 Материалы текстильные. Метод определения времени горения поверхности тканей. [Чинний 2013]. Київ, 2013. 24 с.
18. Кобляков А. И. и др. Лабораторный практикум по текстильному материаловедению //М.: Легпромбытиздат. – 1986. – С. 263.
- two commercial hairiness metres. *Journal of The Textile Institute*, 104(5), 494-501.
11. Breugnot, C., Bueno, M. A., Renner, M., Ribot-Ciscar, E., Aimonetti, J. M., & Roll, J. P. (2006). Mechanical discrimination of hairy fabrics from neurosensorial criteria. *Textile research journal*, 76(11), 835-846.
12. Xia, Z., Wang, X., Ye, W., Xu, W., Zhang, J., & Zhao, H. (2009). Experimental investigation on the effect of singeing on cotton yarn properties. *Textile research journal*, 79(17), 1610-1615.
13. International Organization for Standardization. (2005). ISO 139: 2005 textiles–standard atmospheres for conditioning and testing.
14. Rastorguyeva, M. J. (2009). Materialoznavstvo ta ekspertyza tekstylnyx vyrobiv: navch. posib. dlya vuziv.[Materials Science and Textile Expertise: Tutorial. tool. for high school] Rastorguyeva M.J., Yevtushenko V.V., Gorizontova O.V.–Xerson. [in Ukrainian].
15. Instructions to ToupView. Retrieved from: <https://radwag.com/en/>
16. Redwag balances and scales. Web-site. Retrieved from: <https://radwag.com/en/>
17. GOST ISO 10047-2013. Materialyi tekstilnyie. Metod opredeleniya vremeni gorennya poverhnosti tkaney [Textile materials. Method for determining the burning time of a tissue surface] State standard. [in Russian]
18. Koblyakov, A. I., Kukin, G. N., & Solovev, A. N. (1986). Laboratornyi praktikum po textil'nomy materialovedeniyu uchebnik dlya vuzov. [Lab workshop on textile materials science]. М.: Legprombytizdat, 263 [in Russian].

SMYKALO KATERYNA

ZAKORA OKSANA

Master of Technology and Textile Design
ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-9670-6563>
ResearcherID: E-7755-2017
Kherson National Technical University

Department of Expertise, Technology and Textile
Design,
zoksw@ukr.net
ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-6760-2370>
Kherson National Technical University

ОЦЕНКА ВОРСИСТОСТИ ТКАНЕЙ ВЕСОВЫМ МЕТОДОМ СМЫКАЛО Е. А., ЗАКОРА О. В.

Херсонский национальный технический университет

Цель. Разработать метод для объективного определения показателя ворсистости тканей.

Методика. В работе использованы аналитический и экспериментальный методы исследования. Аналитический метод позволил обосновать выбор метода исследования ворсистости тканей. В качестве экспериментального метода исследования применен весовой метод определения показателя ворсистости тканей с использованием прикладной компьютерной программы ToupView.

Результаты. Данные научных исследований показали, что оценка ворсистости тканей является необходимым условием для разработки оптимальных технологических режимов производства и прогнозирования поверхностных свойств тканей. Анализ современных методов исследования ворсистости тканей позволил обосновать и выбрать весовой метод, порядок которого включает: получение увеличенного изображения поверхности ткани и определения реального диаметра ворсинок средствами прикладной компьютерной программы; удаления ворсинок с поверхности ткани термическим способом; определение массы удаленного ворса как разницы между начальной массой образцов ткани и массой ткани без ворса; расчет количественного показателя ворсистости ткани. Полученный количественный показатель называется индексом ворсистости ткани и показывает суммарную длину ворса, которая отнесена к единице площади ткани.

Научная новизна. Разработан весовой метод определения показателя ворсистости тканей и впервые предложен количественный показатель – индекс ворсистости ткани.

Практическая значимость. Предложенный метод определения ворсистости тканей не требует специального оборудования и может быть использован в производственных и лабораторных условиях. Объективную оценку ткани по индексу ворсистости можно использовать при проведении сравнительного анализа тканей, имеющих различный характер и степень ворсистости, в процедуре экспертизы тканей и при проектировании тканей с заданными поверхностными свойствами.

Ключевые слова: весовой метод, индекс ворсистости, поверхностные свойства, диаметр волокна.

EVALUATION OF FABRIC HAIRINESS BY WEIGHING METHOD SMYKALO K., ZAKORA O.

Kherson national technical university

Purpose. The aim of the study is to develop a methodology for the objective determination of tissue hairiness indicator.

Methodology. The study used analytical and experimental research methods. The weight method for studying the hairiness of tissues was substantiated by the analytical method. As an experimental research method, the weighing method for determining tissue hair indices using the ToupView computer program was used.

Findings. The research results showed that the assessment of tissue hairiness is a prerequisite for the development of optimal technological modes of production and prediction of the surface properties of tissues. The analysis of modern methods for studying the hairiness of tissues has become the criterion for choosing the weight method, the developed algorithm of which includes: obtaining an enlarged image of the surface of the tissue and determining the real diameter of the villi by means of an applied computer program; thermally removed villi from the surface of the fabric; determination of the mass of the removed pile as the difference between the initial mass of tissue samples and the mass of tissue without pile; calculation of a quantitative indicator of tissue hairiness. The obtained quantitative indicator is named the fabric hairiness index and shows the total pile length, which is related to the unit area of the tissue.

Originality. A weighing method for determining fabric hairiness indicators was developed, and a quantitative indicator, the tissue hairiness index, was first proposed.

Practical value. The proposed method for determining the hairiness of tissues does not require special equipment and can be used in production and laboratory conditions. An objective assessment of tissue by the hairiness index can be used in a comparative analysis of tissues of various nature and degree of hairiness, in the examination of tissues and in the design of fabrics with specified surface properties.

Key words: weight method, hairiness index, surface properties, fiber diameter.