

Л.Є. ГАЛАВСЬКА, Т.В. ЄЛІНА
Київський національний університет технологій та дизайну
А.А. ДЕМЧИШИН, Н.М. АУШЕВА
Національний технічний університет України "КПІ"

МЕТОДИ ОТРИМАННЯ ІНФОРМАЦІЇ ПРО МЕТРИЧНІ ТА СТРУКТУРНІ ХАРАКТЕРИСТИКИ ТРИКОТАЖУ

У роботі розглянуто сучасні методи та обладнання для дослідження будови та структурних характеристик трикотажу з метою отримання інформації, необхідної для створення тривимірних геометричних моделей трикотажу. Проаналізовано особливості використання цифрового мікроскопу, тривимірного сканера та томографа для визначення основних параметрів структури трикотажу

Ключові слова: трикотаж, структура трикотажу, метричні характеристики трикотажу, мікроскопія, 3D-сканування.

L.YE. GALAVSKA, T.V. IELINA
National Technical University of Ukraine Kiev Polytechnic Institute, Kyiv, Ukraine
A.A. DEMCHYSHYN, N.M. AUSHEVA
Kyiv National University of Technologies and Design, Kyiv, Ukraine

METHODS OF INFORMATION ACQUISITION ABOUT METRIC AND STRUCTURAL PROPERTIES OF THE KNITTED FABRIC

Abstract – We present results of research of state-of-art methods and equipment for study of metric and structural properties of knitted fabric. It was found out that the methods of information acquisition about metric and structural properties of knitted fabrics depend on 3D model required precision, the aim of 3D model creation and available facilities.

Such knitted fabrics basic properties as loop step, loop row height, yarn knitting angle, yarn tangent at the point of crossing can be acquired with digital microscopy installation. To make 3D model complete, information about fabric thickness can either be calculated or measured with a gauge. Information got from 3D optical scanner can be used for estimation of abrasive properties of knitted fabric, its bearing surface structure and yarn distribution. In case 3D model has a requirement on knowledge about distribution of fibers within the yarn structure, it is necessary to use 3D tomography installation.

Keywords: knitted fabric, structure of the knitted fabric, metrical properties of the knitted fabric, microscopy, 3d scanning.

Постановка задачі

Проблема побудови у комп'ютерному середовищі тривимірних геометричних моделей текстильних матеріалів потребує уважного вивчення фізико-механічних властивостей цих матеріалів. За визначенням, до текстильних відносяться матеріали, виготовлені з волокон та ниток, а також самі волокна та нитки. Оскільки фізико-механічні властивості текстильних виробів багато в чому залежать від їх структурних та геометричних характеристик, значна увага при розробці їх геометричних моделей приділяється визначенню розмірів, конфігурації та взаємного розташування волокон та ниток в них.

Аналіз останніх досліджень та публікацій

Текстильні матеріали умовно розділяють на три рівні ієрархії, причому рівень волокон називають мікрорівнем, рівень ниток та пряжі – мезорівнем, а рівень готових текстильних полотен – макрорівнем. Атомний та молекулярний рівень в контексті тривимірного моделювання структури трикотажу не розглядається. Відомо, що довжина бавовняного волокна складає від 6 мм (пух) до 52 мм, товщина – 15-20 мкм. Вовняні волокна в залежності від типу характеризуються наступними розмірами [1]: пух – товщина 14-25 мкм, довжина 30-80 мм, волокна напівтонкої вовни мають товщину 25-34 мкм та довжину 40-150 мм, вовна напівгруба характеризується товщиною волокон 34-40 мкм та довжиною 50-200 мм, а груба – товщину 40-67 мкм і довжину 10-250 мм. Для формування загального уявлення про порядок товщини текстильних матеріалів різних ієрархічних рівнів, можна скористатися даними таблиці 1.

Таблиця 1

Товщина текстильних матеріалів

| Група матеріалів | Орієнтовне значення товщини |
|------------------|-----------------------------|
| волокно | $10^{-4} - 10^{-5}$ м |
| нитка | 10^{-3} м |
| полотно | 10^{-2} м |

На даний час існує декілька загальновідомих способів одержання інформації про трикотажне полотно для побудови тривимірних геометричних моделей та їх використання в комп'ютерних експериментах. Відомості про використання аналізу зображень при вивченні ворсистості текстильних ниток розглядається у роботах [2-4]. Методика вивчення характеру зміни діаметру нитки, пров'язаної в петлю, докладно описана в роботі [5]. Вивчення параметрів структури трикотажу за допомогою цифрового мікроскопу здійснено у роботі [6]. Зазвичай в дослідженнях використовують один з існуючих методів, але

узагальнюючого аналізу особливостей використання кожного з них не проведено. Найбільш розповсюдженим залишається поки що проведення експериментальних досліджень у лабораторних умовах за допомогою традиційних стандартизованих методик та інструментальних методів. Однак, все більшої популярності набувають засоби вимірювання, що спираються на потужні обчислювальні можливості сучасних комп'ютерів та оптичних або лазерних вимірювальних приладів.

Мета і завдання дослідження

Виходячи з вищевикладеного зрозуміло, що вимоги до інформації про структуру текстильних матеріалів і, зокрема трикотажу, залежать від її подальшого використання. Дані, необхідні для побудови тривимірної геометричної моделі структури трикотажу, підбираються у відповідності до типу моделі та характеру подальших віртуальних експериментів. Таким чином, необхідно розглянути та проаналізувати існуючі способи отримання інформації про структуру трикотажу та обґрунтувати оптимальні шляхи визначення кожного виду структурних характеристик.

Виклад основного матеріалу

Одержати інформацію про деякі характеристики будови трикотажного полотна можна за допомогою цифрових мікроскопів. Так, у роботі [6] при вивченні параметрів петельної структури трикотажу переплетення гладь, за допомогою цифрового мікроскопу (usb digital microscope MM-2288-5X-S) зроблено макрофотографії досліджуваних зразків та зафіксовано виміри таких показників, як: петельний крок, висота петельного ряду, кут нахилу петельної палички у площині полотна, кут нахилу дотичної у точці переплетення.

На рис.1 зображена макрофотографія зразка трикотажу переплетення гладь, виготовленого з віскозної нитки лінійної густини 28x2 текс у вікні спеціалізованого програмного забезпечення Shiny Vision, яке дозволяє не тільки отримати фото заданого масштабу, але й зафіксувати необхідні розміри об'єктів зображення.

Дані, отримані у ході експерименту використані для побудови тривимірних геометричних моделей (рис.2) досліджуваних зразків з ідентичними параметрами структури (з використанням усереднених значень). При цьому слід зауважити, що двовимірне зображення надає лише інформацію про проекцію нитки, зігнутої в петлю, на площину полотна. Дані, необхідні для побудови тривимірної моделі, такі як товщина полотна, отримуються за допомогою товщиноміра. Але загальновідомим є той факт, що товщиномір стискає полотно, і дані про товщину, отримані за допомогою товщиноміра не надають достатньо точного уявлення про товщину полотна у вільному стані.

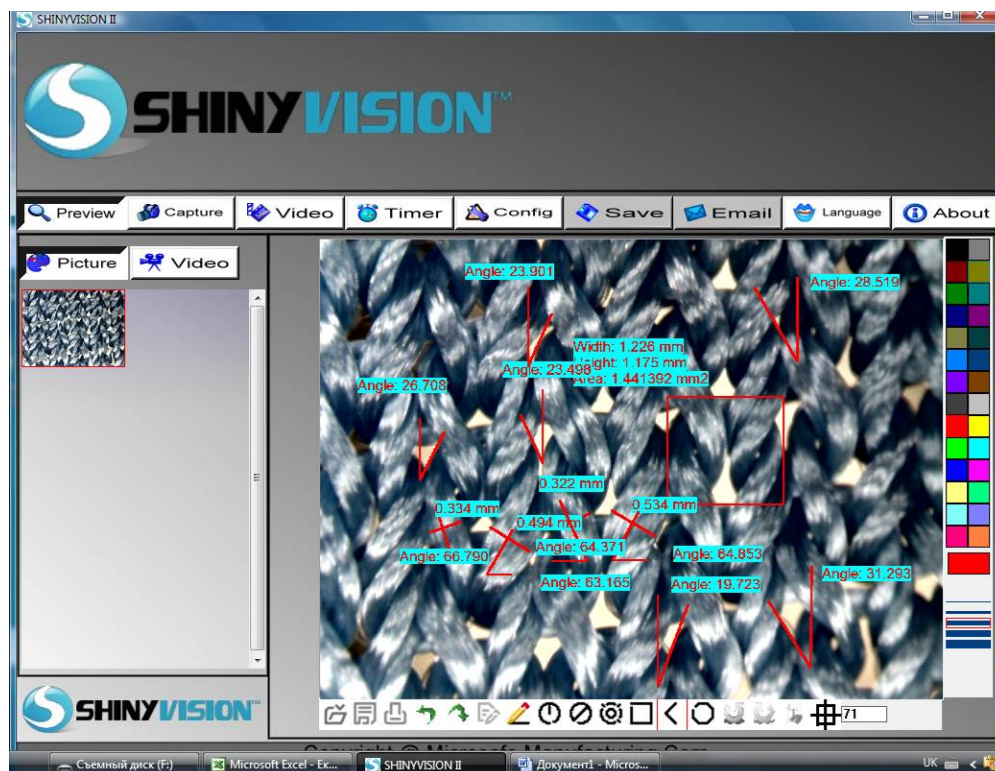


Рис. 1. Макрофотографія віскозного трикотажного полотна, приведеного в умовно-рівноважний стан

Найбільш зручним способом дослідження внутрішньої структури непрозорого об'єкту є рентгенівська томографія. Оскільки волокно поглинає більше променів, ніж повітря, послаблення сигналу дозволяє побудувати зображення, які потім за допомогою комп'ютерної обробки, формуються у 3D карту. Томографія не тільки надає можливість побачити структуру ниток без руйнування, але дозволяє

використовувати один і той самий зразок для вивчення змін, які відбуваються всередині текстильного матеріалу до навантаження, під час навантаження та релаксації. Але сучасні томографи – надзвичайно дорогі прилади, що обмежує доступ до їхнього використання для значного числа вітчизняних дослідників.

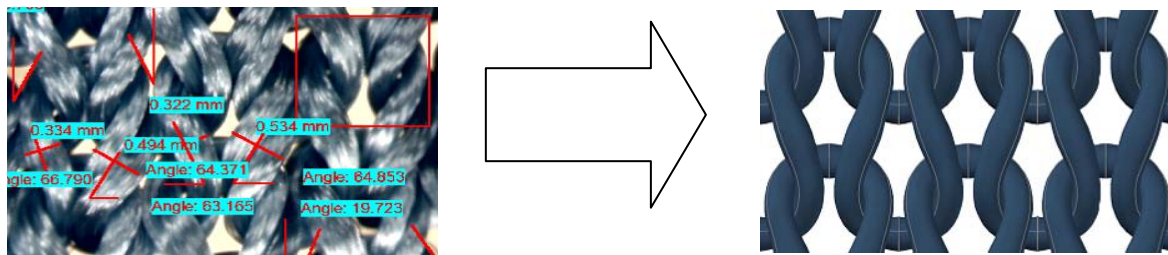


Рис. 2. Побудова тривимірної геометричної моделі структури трикотажу на основі даних, отриманих за допомогою цифрового мікроскопу та товщиноміра

У загальноінженерній практиці найбільш поширеним способом отримання тривимірного образу об'єкта в комп'ютерному середовищі є тривимірне сканування. За методом сканування можна виділити два типи 3D-сканерів: контактний, принцип дії якого ґрунтується на контакті щупа сканера з об'єктом, та безконтактний пристрій, який аналізує розподіл відбитих хвиль поверхнею об'єкта. Контактний сканер недоцільний для аналізу поверхонь текстильних матеріалів, через їх легку змиальність. Безконтактні пристрої поділяються на дві категорії: активні та пасивні сканери.

Пасивні сканери використовують для аналізу наявне відбите світло. Активні сканери випромінюють на об'єкт спрямовані хвилі та фіксують їх відображення для аналізу. Можливі типи використовуваного випромінювання - світло, ультразвук або рентгеновські промені (томографи). Отримані методом сканування 3D-моделі в подальшому можуть бути оброблені засобами САПР і, надалі, бути вихідними для автоматизованої системи технологічної підготовки виробництва (CAM) та інженерних розрахунків (CAE).

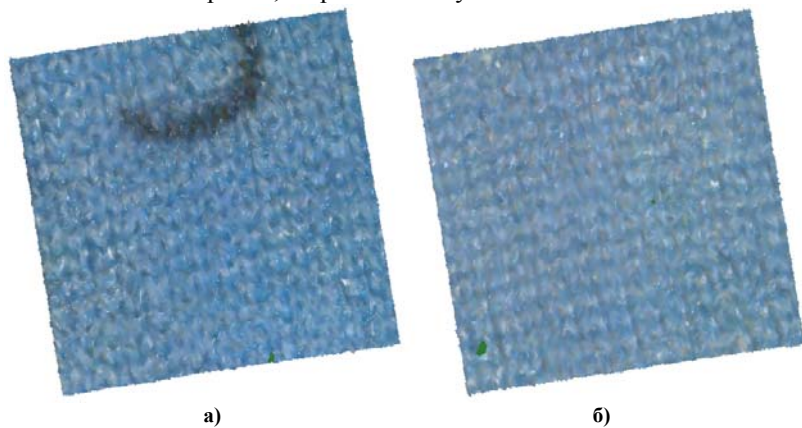


Рис. 3. Модель зразка трикотажу переплетення гладь до та після прання

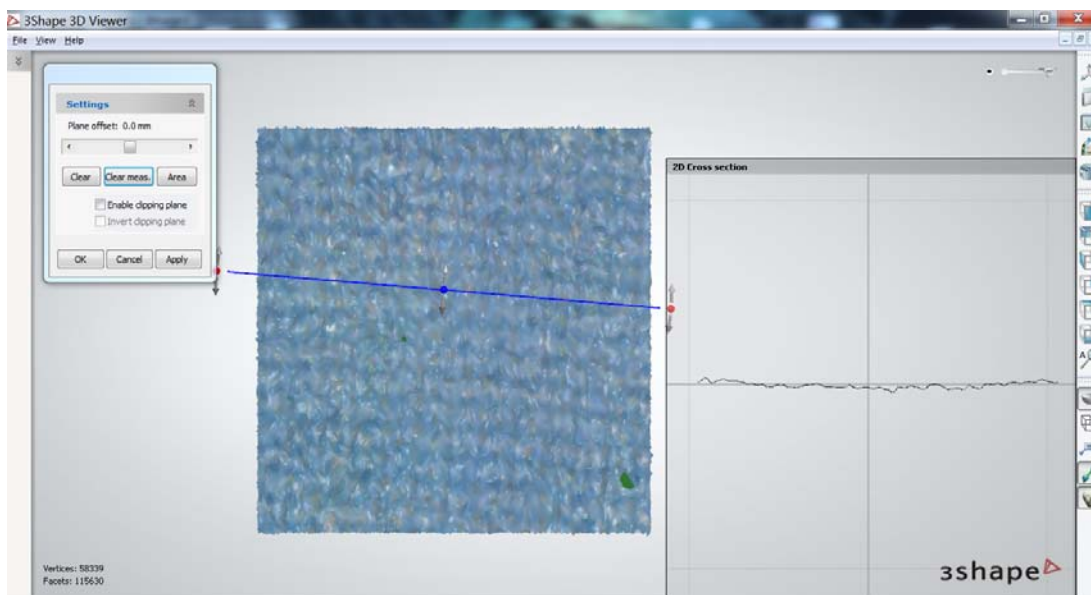


Рис. 4. Перетини поверхні січними площинами

Для вивчення характеру розподілу волокнистої маси по товщині трикотажного полотна проведено сканування зразків трикотажу безконтактним активним сканером TRIOS компанії 3Shape A/S на основі когерентного джерела світла та одержана модель у вигляді сукупності трикутників з накладеними

текстурами. На рис. 3 представлені скановані моделі зразка до та після прання. На рис. 4 показано перетин одержаної поверхні у вікні спеціалізованого програмного забезпечення 3Shape 3D Viewer.

Як видно з моделі, тривимірний сканер дозволяє одержати тільки поверхню зразка, а не тривимірну твердотісну модель. При скануванні зразків виявлено, що якість сканування залежить від матеріалу з якого зроблено зразок. Матеріали, які мають високу здатність щодо відбиття світлових променів, не можуть бути зафіксовані на сканері з достатньою точністю.

Зображення перерізу полотна по лініям, паралельним лінії петельного ряду, надає інформацію про розподіл волокнистої маси по товщині полотна у вільному стані, без стискання товщиноміром.

Висновки

В ході роботи розглянуті сучасні засоби отримання інформації про структурні та метричні характеристики текстильних матеріалів. З'ясовано, що у відповідності до необхідної точності, мети створення моделі та доступності обладнання, можуть бути обрані відповідні шляхи отримання та обробки графічної інформації. Цифровий мікроскоп надає інформацію про такі параметри структури полотна як петельний крок, висота петельного ряду, кут нахилу палички остову петлі, кут нахилу дотичної у точці переплетення. Але для побудови тривимірної моделі необхідно використовувати також значення товщини полотна, яка може бути розрахована теоретично, або одержана з використанням товщиноміра. Модель, отримана за допомогою 3D сканера може бути використана для оцінки абразивних властивостей матеріалу, його опорної поверхні, характеру розподілу маси волокон по товщині. Для вивчення характеру розподілу волокон всередині пряжі необхідно використовувати 3D томографи.

Література

1. Справочник трикотажника. Крассий Г.Г., Кереев В.Н, Гамерецкая В.И., Сахарная Р.Я. – М.: Техника, 1975. – 320 с.
2. Alagha M J, Oxenham W., Iype C 'The use of an image analysis technique for assessing the structural parameters of friction spun yarns'. J Text I. – 1995. – №85, pp.383–388.
3. Guha A, Amarnath C, Pateria S and Mittal R 'Measurement of yarn hairiness by digital image processing', J Text I. – 2010. – №101, pp. 214–222.
4. Cybulska M. 'Assessing yarn structure with image analysis methods', Textile Res J. – 1999. – № 69, 369–373.
5. Якуничева Е.Н. Разработка метода проектирования параметров петельной структуры одинарного кулирного трикотажа с учётом сжатия пряжи: Дисс... канд. техн. наук / СПбГУТД. – СПб, 2004. – 199 с.
6. Єліна Т.В. Дослідження відповідності розробленої тривимірної геометричної моделі петлі кулирного трикотажу його реальній будові. / Т.В. Єліна // Вісник КНУТД. – 2012. – №5(67). – С.94-99.
7. Аушева Н.М. Геометрія просторової конфігурації нитки в петлі кулирного трикотажу. /Н.М. Аушева, Т.В. Єліна. // Прикладна геометрія та інженерна графіка. Праці. Таврійський державний агротехнічний університет. – Мелітополь ТДАТУ. – 2013. – Вип.4, т. 56.– С. 3-9.
8. Галавська Л.Є. Розробка системи кодування ниток у структурі кулирного трикотажу. / Л.Є. Галавська, Т.В. Єліна, // Вісник ХНУ. – 2012. – №3. – С. 222-227.
9. Єліна Т.В. Розробка алгоритму аналізу даних топологічної моделі нитки в структурі трикотажу / Т. В. Єліна, Л. Є. Галавська // Вісник Хмельницького національного університету. Серія : Технічні науки . – 2013. – № 3. – С. 69-73.

References

1. Krassiy H.H., Kereev V.N, Hameretskaia V.Y., Sakharnaia R.Ya. Spravochnik trykotazhnyka. «Tekhnyka», 1975, 320 p.
2. Alagha M J, Oxenham W., Iype C 'The use of an image analysis technique for assessing the structural parameters of friction spun yarns'. J Text I. – 1995. – №85, pp.383–388.
3. Guha A, Amarnath C, Pateria S and Mittal R 'Measurement of yarn hairiness by digital image processing', J Text I. – 2010. – №101, pp. 214–222.
4. Cybulska M. 'Assessing yarn structure with image analysis methods', Textile Res J. – 1999. – № 69, 369–373.
5. Yakunycheva E.N. Razrabotka metoda proektyrovaniya parametrov petelnoi struktury odynarnoho kulirnogo trykotazha s uchëtom szhatyia priazhy: Dyss... kand. tekhn. nauk / SPbHUTD. – SPb, 2004. – 199 s.
6. Ielina T.V. Doslidzhennia vidpovidnosti rozroblenoi tryvymirnoi heometrychnoi modeli petli kulirnogo trykotazhu yoho realnii budovi. Visnyk KNUVD, 2012. – № 5(67). – pp.94-99.
7. Aushava N.M., Yelina T.V.. Heometriia prostоровoi konfigurasii nytky v petli kulirnogo trykotazhu. Prykladna heometriia ta inzhenerna hrafika. Pratsi.Tavriiskyi derzhavnyi ahrotekhnichniyi universytet – Vyp.4, Vol. 56. – Melitopol TDAU, - 2013. pp. 3-9.
8. Galavska L.Ye. Ielina T.V. Rozrobka systemy koduvannya nytok u strukturi kulirnogo trykotazhu. Visnyk KhNU. – 2012. – №3. – pp. 222-227.
9. Yelina T.V. Rozrobka alhorytmu analizu danykh topolohichnoi modeli nytky v strukturi trykotazhu / T. V. Yelina, L. Ye. Halavska // Visnyk Khmelnytskoho natsionalnogo universytetu. Serii : Tekhnichni nauky . - 2013. - № 3. - pp. 69-73.

Рецензія/Peer review : 15.6.2014 р.

Надрукована/Printed : 16.7.2014 р.

Рецензент: д.т.н., проф. Щербань В.Ю., завідувач кафедри ІТП
Київського національного університету технологій та дизайну