

# АНАЛІЗУВАННЯ СУЧАСНИХ МЕТОДІВ І ЗАСОБІВ КОНТРОЛЮ ПОКАЗНИКІВ ЯКОСТІ ТЕКСТИЛЬНИХ ВОЛОКОН

**Л. Чурсіна**, доктор технічних наук, професор, завідувач кафедри,

**Т. Кузьміна**, доктор технічних наук, професор,

**Г. Тіхосова**, кандидат технічних наук, доцент,

Херсонський національний технічний університет, м. Херсон

## АНАЛИЗ СОВРЕМЕННЫХ МЕТОДОВ И СРЕДСТВ КОНТРОЛЯ КАЧЕСТВА ТЕКСТИЛЬНЫХ ВОЛОКОН

Л. Чурсина, доктор технических наук, профессор, заведующая кафедрой,

Т. Кузьмина, доктор технических наук, профессор,

А. Тихосова, кандидат технических наук, доцент,

Херсонский национальный технический университет, г. Херсон

## ANALYSIS FOR MODERN CONTROL METHODS AND DEVICES OF TEXTILE FIBRES QUALITY

L. Chursina, Doctor of Technical Sciences, Professor, Department Head,

T. Kuzmina, Doctor of Technical Sciences, Professor,

H. Tihosova, Candidate of Technical Sciences, Assistant Professor,

Kherson National Technical University, Kherson

У статті проведено аналіз існуючих методів і засобів оцінювання показників якості текстильних волокон, визначено основні тенденції й напрями їхнього розвитку, встановлено, що для розроблення нових методів контролю та визначення показників якості і приладової бази для їх реалізації є необхідним використання сучасних цифрових технологій оброблення інформації.

**К**онкурентоспроможність продукції, обумовлена співвідношенням її якісних і вартісних показників, відіграє істотну роль як при вирішенні питань економічної ефективності підприємств на внутрішньому ринку країни, так і в процесах інтеграції української економіки у світову економічну систему. У зв'язку з цим якість продукції розглядається як важливий стратегічний фактор у конкурентній боротьбі.

Мета даного дослідження — аналіз існуючих та пошук новітніх методів і засобів оцінювання показників якості текстильних матеріалів.



Л. Чурсіна



Т. Кузьміна



Г. Тіхосова

Для забезпечення необхідної якості текстильної продукції та сертифікаційних випробувань контролю підлягають численні характеристики властивостей

вихідної сировини, напівфабрикатів і готової продукції. Для цього використовують різноманітні методи й технічні засоби. Однак, рівень технічної оснащеності українських випробувальних лабораторій контрольно-вимірювальним устаткуванням не можна вважати задовільним. Протириччя між необхідністю забезпечення високої якості продукції та неможливістю здійснення оперативного та достовірного контролю параметрів стає здебільшого очевидним. Тому сьогодні назріла нагальна потреба у розроблянні й оснащенні текстильних підприємств новими інструментальними засобами випробування. Для розв'язання цієї проблеми мають бути використані останні досягнення науки, засоби комп'ютерної техніки та інформаційних технологій.

Комп'ютерні та інформаційні технології вийшли на якісно новий рівень, що дозволяє без значних капітальних вкладень вирішувати складні завдання створення приладової техніки для оцінювання якості текстильних матеріалів. За умови правильної постановки завдань, обгрунтованого вибору методів і програмно-технічних засобів можна помітно скоротити строки й знизити витрати на дослідницьких і проектно-конструкторських етапах розроблення виробів. Очевидною перевагою комп'ютерних технологій є можливість використання їх на всіх етапах вимірювального процесу, включаючи операції збирання, передачі й перетворення інформації, оброблення зібраних даних і подання отриманих результатів, що відповідають найвищим вимогам до їхнього змісту й форми. Потрібно відзначити високу оперативність і вірогідність, необхідні під час ухвалення обгрунтованих рішень на будь-якому рівні управління виробництвом або підприємством.

Однак, на сьогодні в нашій країні недостатньо теоретичних робіт у сфері комп'ютерного розпізнавання й вимірювання властивостей текстильних матеріалів, зокрема волокон, а практично реалізованих систем ще менше. Тому виникає необхідність у систематизації знань щодо цього науково-практичного напрямку, а також у розвитку методичного аспекту процесу створення й використання комп'ютерної техніки та інформаційних технологій під час аналізу й визначення властивостей текстильних матеріалів.

Розширення сфери використання модифікованого лляного волокна зробило необхідним створювати з використанням сучасної лабораторної та комп'ютерної техніки нові надійні, швидкодіючі й достатньо прості методи контролю якості лляного компонента в суміші. Найважливішим завданням у вирішенні проблеми оцінювання якості модифікованих лляних волокон є розроблення методології визначення їх геометричних параметрів. Існують методи визначення довжини та тонини модифікованого лляного волокна [1, 2]. Вони базуються на визна-

ченні геометричних параметрів катоніну (модифікованого лляного волокна) та інших волокон методом промірювання одиничних волокон. Довжина вимірюється за найбільшою відстанню між кінцями в розпрямленому вигляді ручним методом за допомогою лінійки [6]. З похибкою  $\pm 0,5$  мм. За результатами довжини груп волокон з інтервалом в 1 мм визначають зведені характеристики довжини: середню арифметичну, штапельну та модальну довжину.

Другим показником якості текстильних волокон є лінійна густина, як один із найважливіших показників якості лляного волокна. Тонкі волокна, тобто волокна з високим метричним номером, звичайно, мають кращі технологічні властивості та є цінною сировиною для текстильної промисловості, бо саме з них можна отримати міцніші й тонші вироби.

Зараз лінійну густина найчастіше визначають гравіметричним методом, шляхом різання волокон на відрізки завдовжки 10 мм і підрахунку кількості окремих волокон у наважці масою 10 мг [1]. Звичайно в одній наважці від 300 до 800 волокон, а підрахунок триває до 30 хв. та супроводжується значним навантаженням зору лаборанта.

Ці традиційні методи визначення геометричних параметрів модифікованого лляного волокна є трудомісткими і потребують багато часу, бо вихідні дані для обчислення одержуються шляхом прямих вимірень, які під час використання існуючого лабораторного устаткування пов'язані з тривалими операціями, впливом суб'єктивних факторів, що не може забезпечити високу точність їх викривань. Так, наприклад, під час аналізу двох проб, вирізаних із суміжних ділянок одного й того ж пасма лляного волокна, часто отримують істотно відмінні значення лінійної густини. Використання методу світлової мікроскопії для визначення тонини волокон може тривати декілька годин роботи кваліфікованого лаборанта і характеризується високою вартістю та складністю приладів.

Заміна цих трудомістких методів більш швидкодіючими і точними є актуальним завданням сьогодення.

Всеросійським НДІ з переробки луб'яних культур (Росія, м. Кострома) створено систему кваліметрії льону, основою якої є закономірності формування технологічної цінності лубоволокнистої продукції за сукупністю параметрів нерівномірності лляних стебел і волокон [4]. Однак, вона недостатньо адаптована до міжнародних систем оцінювання лляної продукції [5, 6—8].

Відома група оптичних методів, які є неруйнівними і характеризуються максимальною швидкодією, побудовані на основі методів аналізу оптичних образів. Переважно це методи визначення лінійної та поверхневої густини матеріалів та неруйнівний

контроль вмісту льону в суміші з бавовною [9—12].

Існує оптичний метод контролю ступеня розволокнення, засміченості та вмісту лляного компонента в суміші з бавовною [13, 14], який ґрунтується на використанні відбиття та поглинання інфрачервоного (ІЧ) випромінювання відповідної довжини хвилі за допомогою ІЧ-оптоелектронних перетворювачів. Метод апробований у лабораторних умовах, але промисловий зразок перетворювача ще досі не виготовлений. Є багато різновидів високопродуктивних оптичних аналізаторів [15].

Інструментальні методи визначення й оцінювання якісних показників різних матеріалів для текстильної промисловості сьогодні використовуються досить широко, однак, висока вартість приладів, складність і трудомісткість вимірень обмежує їхнє практичне застосування.

Найбільшою популярністю користуються засоби контролю лляних волокон фірм Uster (Швейцарія), Keisokki (Японія), Textechno (Німеччина) [16, 17].

Сучасні комплекси контролю довжини волокон у продуктах прядіння контролюють волокнистість матеріалів у процесі виробництва пряжі (вовняної, напіввовняної, хімічної, лляної тощо), визначають довжину волокна та обробляють результати у напівавтоматичному режимі [17]. В основу їх роботи покладено ємнісний метод. Сигнал, одержуваний під час проходження заздалегідь підготовленого для контролю зразка між обкладками вимірювального конденсатора, передається в програму комп'ютера для розрахунку параметрів довжини: середньої довжини волокна, середнього квадратичного відхилення, відсоткового вмісту коротких волокон, максимальної довжини волокна, коефіцієнта варіації за довжиною, розподілу волокон за довжиною.

Розвиток оптичних методів контролю дозволив розробити нові прилади, робота яких ґрунтується на методах аналізу оптичних образів — OFDA і Laserscan [15, 18]. Перший розроблено для оцінювання тонини на основі аналізу оптичного образу, сканованого лазерним променем. Процедuru підготовки проб, проведення випробувань та аналізу отриманих результатів наведено в нормативній документації, розробленій міжнародною організацією виробників вовни IWTO.

Метод визначення тонини вовни за допомогою приладу Air-Flow базується на використанні формули Коцені у спрощеному вигляді [15]:

$$Q = K \cdot \Delta P \cdot \bar{d}^2, \quad (1)$$

де  $Q$  — середня густина потоку (рідини чи повітря),  $\text{см}^3/\text{с}$ ;  $K$  — константа Крцені;  $\Delta P$  — зміна тиску на об'єкт (наприклад, зразок вовни), що знаходиться в потоці,  $\text{г}/\text{см}^2$ ;  $d$  — квадрат середньої тонини вовни.

Однак, ці методи не можуть бути використані для визначення довжини й тонини волокон рослинного походження, оскільки їх структура і стан поверхні, особливо модифікованого лляного волокна, значно відрізняються від вовни. Наведені прилади здатні обробляти спеціально підготовлені компактні проби волокна тільки у водних розчинах.

Для модифікованого лляного волокна характерний досить великий ступінь їх розщеплюваності, що значно ускладнює визначення їхньої лінійної густини. Відсутність на цей час доступних автоматизованих інструментальних засобів і алгоритмів для визначення якісних характеристик рослинних волокон (зокрема лляних) дозволяє порушувати питання стосовно розроблення досконаліших методів та алгоритмів.

Сучасний розвиток комп'ютерної техніки та методів оброблення зображень дозволяє здійснювати процедуру контролю геометричних параметрів автоматично. Для цього достатньо отримати скановане зображення стандартного зразка.

Цифрові методи поділяються на дві категорії — структуровані та неструктуровані. Перші побудовані на використанні великих обчислювальних (програмних) блоків, що оперують не окремими зображеннями, а векторами відліків  $\bar{y}$  (вихідна послідовність, відгук чи реакція системи) [20]. Другі не можна представити великими стандартними блоками. Неструктуровані методи, як правило, використовують на початковій стадії пошуку розв'язання змістовних задач оброблення зображень і в міру знаходження розв'язку вони перетворюються у структуровані.

Рангові алгоритми позбавлені такого характерного недоліку, як просторова інерційність. Структуровані нелінійні алгоритми здійснюють перетворення виду:

$$\bar{y} = \{y_k\} = F(x) = \{\Phi_k(x_k)\}, \quad (2)$$

де  $\Phi_k(x_k)$  — нелінійна функція, що визначається деякою підмножиною рангів і порядкових статистик вибірки, утвореної відліками сигналу з деякого околу даного елемента, у послідовності впорядкованих відліків сигналу.

Відомо [20], що у процесі використання лінійних фільтрів вплив окремих деталей зображення проявляється на результуючому зображенні на відстані порядку розмірів апертури фільтра. Внаслідок цього відбувається розмивання границь деталей при згладжуванні зображень, перекичування форми деталей при їхньому виділенні з фону тощо.

Методи рангових перетворень дозволяють здійснити нелінійне посилення високочастотної складової зображення, що сприяє підвищенню детальності зображень, але при цьому процедура супроводжується зменшенням контрастності тонкоструктурних

об'єктів. Можливим варіантом усунення цього недоліку є використання зважених рангових перетворень, окремим випадком яких є медіанна фільтрація [21].

Рангові алгоритми використовують у процедурах оброблення зображень для стандартизації, згладжування, посилення детальності, виділення об'єктів з фонові частини, виділення границь, визначення статистичних характеристик тощо. Вони інваріантні до просторових зв'язків і до розмірності сигналу. Крім цього, рангові алгоритми можна використовувати для розв'язання багатьох інших завдань оброблення зображень, наприклад, для діагностики статистичних характеристик перекручувань відео-сигналу, стандартизації зображень, визначення статистичних характеристик відеосигналу й вимірювання текстурних ознак.

У різницевих методах вихідне зображення сканують двома апертурами (зразками) з різною роздільною здатністю [20]. В одній апертурі роздільна здатність відповідає нормі, у другій — нижче норми. Результат формується шляхом розрахунку зображень за алгоритмом:

$$L^*(i, j) = k[L(i, j) - \bar{L}(i, j)] + c, \quad (3)$$

де  $\bar{L}(i, j)$  — середнє арифметичне значення яскравості елементів змінної апертури із центром в елементі з координатами  $(i, j)$  розміром  $n \times m$ ;

$k$  — коефіцієнт підсилення контрастності;

$c$  — константа (часто  $c = 128$ ).

$\bar{L}(i, j)$  розраховують за формулою:

$$\bar{L}(i, j) = \frac{1}{nm} \sum_{k=i-\lfloor \frac{n}{2} \rfloor}^{i+n-\lfloor \frac{n}{2} \rfloor-1} \sum_{l=j-\lfloor \frac{m}{2} \rfloor}^{j+m-\lfloor \frac{m}{2} \rfloor-1} L(k, l) \quad (4)$$

Для посилення локальних контрастів деталей і поліпшення візуального сприйняття зображень використовують корекцію фонові складові, на яку накладається високочастотна текстура об'єктів і деталей зображення. Створення нових класів методів нечіткого маскуваннн базується на нелінійних перетвореннях локальних контрастів з використанням методів подання детальної складові зображення через локальний контраст.

Якщо під час досліджень сформованих зображень не використовується весь діапазон можливих градацій яскравості, що обумовлює їхню низьку інформативність, застосовують методи розтягуваннн. Прикладом таких методів є метод підвищення якості зображень шляхом нелінійного перетвореннн значень відеосигналу, яке ґрунтується на лінійному розтягуванні або гамма-корекції [20—22].

При забезпеченні нелінійного розтягуваннн використовують формулу:

$$L^*(i, j) = R \left( \frac{L(i, j) - L_{\min}}{L_{\max} - L_{\min}} \right)^\alpha, \quad (5)$$

де  $L_{\min}, L_{\max}$  — відповідно мінімальна й максимальна яскравості елементів зображення;

$L(i, j)$  — елемент зображення з координатами  $(i, j)$ ;

$R$  — максимальне значення яскравості елементів зображення;

$\alpha > 0$ .

Таким чином, аналіз сучасних тенденцій розвитку та удосконалення засобів контролю показників якості текстильних волокон показав, що перспективним є використання сучасних інформаційних технологій на всіх етапах вимірювального процесу, включаючи операції збираннн, передачі й перетвореннн інформації, обробки зібраних даних. Так для скануваннн і обробки зображення волокон пропонується використовувати пакет програм Image Processing Toolbox (IPT) середовища Matlab, що включає більше 100 функцій, реалізує найпоширеніші методи й алгоритми обробки зображень. Використання пакету IPT дає можливість досить швидко будувати сценарії рішеннн складних завдань обробки зображень.

Алгоритми можуть бути реалізовані як автономний програмний продукт у вигляді Windows-додатка. Вибір програмного середовища дозволяє успішно реалізувати розроблені алгоритми визначеннн геометричних параметрів волокон, причому акцент зроблено на якомога більшу візуалізацію всіх компонентів програми та простоту її застосуваннн користувачем.

У наступних публікаціях авторами будуть представлені результати теоретичних досліджень розробки нового методу отриманнн та обробки інформації про геометричні властивості модифікованого лляного волокна, що базується на сучасних цифрових технологіях шляхом комп'ютерного моделюваннн в середовищі Matlab.

## ВИСНОВКИ

1. Застосуваннн статистичного аналізу під час оцінюваннн якості модифікованих лляних волокон дає можливість отримати реальні й достовірні дані, необхідні для ухваленнн обґрунтованих рішеннн стосовно поліпшеннн якості продукції. Для оцінюваннн якості короткого лляного волокна треба розробити методику і пристрій, що дозволять здійснювати неруйнівний контроль і вимірюваннн основних характеристик лляного волокна: довжини, тонини, лінійної густини, закостриченості, розволокненнн (розщепленості) та вмісту лляного компонента в суміші з бавовною.

2. Для забезпеченнн можливості контролю за якістю текстильної продукції, зокрема модифікованих лляних волокон, автоматизації процесу контролю, скороченнн терміну перевірки й часу ухваленнн рішеннн про якість волокон запропоновано метод вимірюваннн геометричних параметрів модифікованого лляного волокна, що ґрунтується на використанні

сучасної комп'ютерної техніки та цифрових технологій оброблення інформації.

3. Етапи процесу визначення параметрів модифікованих лляних волокон за новим методом: отри-

мання оцифрованого зображення; імпортування зображення у графічний редактор; зчитування показників структури та властивостей; оброблення результатів вимірень. ■

#### ЛІТЕРАТУРА

1. Котонізоване льоноволокно. Технічні умови: ТУ.У.05495816.005—2000. [Чинні від 2000-25-02]. — Старий Самбір, 2000. — 6 с.
2. Котонин из короткого льняного волокна. Технические условия: ТУ 17 У 00306710.079—2000. [Введен в действие 2000-01-08]. — Херсон, 2000. — 17 с.
3. Грищенкова В. А. Высокогигиенические ткани из льна // Текстильная промышленность. — 1998. — № 3. — С. 7—8.
4. Пашин Е. Л. Совершенствование системы квалиметрии льна // Текстильная промышленность. Научный альманах. Специальный выпуск журнала. — 2005. — № 7—8. — С. 29—31.
5. Kessler W., Blum A., Werner G.N. Entwicklung Objektiver Qualitätskriterien für Flax (Об'єктивна розробка критеріїв якості льону) // Teil. Melliand Textilberichte. — 1988. — № 69. — P. 854—858.
6. Anon. Objective assessment techniques for flax fiber and yarn quality (Об'єктивні методи оцінювання льону та якості пряжі) // LIRA Report. — 1989. — N. 532. — P. 101.
7. Wasiko J., Cierpucha W. Quality requirements for cottage turbine—scotched flax fiber with respect to standardization (Вимоги до якості льоноволокна мають бути стандартизовані) // Natural Fibres. — 1992. — № 35—36. — P. 51—57.
8. C.I.L.C. L'appréciation scientifique de la qualité du lin // Fibra. — 1992. — № 1. — T. 20. — 20 с.
9. Шляхтенко П.Г., Садовский В.В., Виноградов Б.А., Сергеев А.В. Оптический способ контроля волокно-содержащих материалов // Текстильная промышленность. — 1994. — № 1. — С. 31—32.
10. Шляхтенко П.Г., Труевцев Н.Н., Ветрова Ю.Н. Оптический метод измерения коэффициента распрямленности волокон в волокнистых лентах // Известия высших учебных заведений. Технология текстильной промышленности. — 1987. — № 4. — С. 9—10.
11. Пат. № 2024011 Россия, МКИ G01 N 21/86. Способ контроля поверхностной плотности слабопоглощающих волокносодержащих материалов: Пат. № 2024011 Россия, МКИ G01 N 21/86 П.Г. Шляхтенко, О. М. Суриков, А.В. Зиновьев и др. (Россия). — Оpubл. 30.11.94. — 3 с.
12. Пат. № 1723503 СССР, МКИ G01 N 21/55. Способ контроля оптической анизотропии светорассеяния плоских волокнистых материалов и устройство для его осуществления: Пат. № 1723503 Россия, МКИ G01 N 21/55 П.Г. Шляхтенко, О.М. Суриков (Россия). — Оpubл. 30.03.88. — 2 с.
13. Бабич С.С., Кузьміна Т.О., Ляліна Н.П. Метод оцінки якості модифікованого льняного волокна // Легка промисловість. — 1999. — № 3. — С. 24.
14. Kuzmina T.O., Babich S.S., Fomenko N.S. Evaluation Method of the Modified Flax Fibre Quality (Еволюційний метод визначення якості модифікованих лляних матеріалів) // Symposium: Hemp, Flax and Other Bast Fibrous Plant Production, Technology and Ecology Symposium (September 24—25, 1998). — Poznan, Poland: Institute of Natural Fibres, 1998. — P. 72—76.
15. Разумеев К.Э. Современные методы инструментального определения свойств шерстяного волокна // Текстильная промышленность. Научный альманах. Специальный выпуск журнала. — 2005. — № 1—2. — С. 12—19.
16. Коробов Н.А. Развитие теории и практики построения методов измерения характеристик строения текстильных материалов с использованием современных информационных технологий: Автореф. дис. ... д-ра техн. наук: 05.19.01 / Московский государственный текстильный ун-т им. А. Н. Косыгина. — М., 2007. — 35 с.
17. Разин С.Н., Пашин Е.Л. Оптимизация процесса получения модифицированного льняного волокна. — Режим доступа: <http://www.textileclub.ru>
18. Dark Fibre detector and the dark fibre classifier. — Режим доступа: [www.csiro.au](http://www.csiro.au)
19. Прибор OFDA для измерения тонины волокон // Текстильная промышленность. — 1994. — № 1. — С. 34—36.
20. Катаева С.Б., Немирова Л.Ф. Использование компьютерных технологий для оценки структурных характеристик нитей // Текстильная промышленность. Научный альманах. Специальный выпуск журнала. — 2006. — № 8. — С. 2—5.
21. Рожков С.А., Рудакова А.В., Решетняк Ю.С. Моделирование алгоритма генерации эталонов для систем автоматического контроля качества текстильных материалов // Математическое моделирование в образовании, науке и промышленности: Сборник научных трудов. — СПб.: Санкт-Петербургское отделение МАН ВШ, 2005. — С. 76—81.
22. Рудаков П.И., Сафонов И.В. Обработка сигналов и изображений. MATLAB 5.x: Монография / Под общ. ред. к.т.н. В.Г. Потемкина. — М.: ДИАЛОГ-МИФИ, 2000. — 416 с.