

## ЗАСТОСУВАННЯ ЕЛЕМЕНТІВ ІНФРАЧЕРВОНОЇ СПЕКТРОСКОПІЇ У МЕТОДАХ ОЦІНЮВАННЯ ЯКОСТІ ЛЛЯНОЇ СИРОВИНИ

Толмачов В.С., пошукач, Кузьміна Т.О., д-р техн. наук, професор,  
Чермошенцева К.М., аспірантка  
Херсонський національний технічний університет

*У роботі наведено аналіз шляхів застосування методів інфрачервоної спектроскопії для визначення показників якості лляної сировини, а також сучасний підхід до вирішення цих питань.*

*In work the analyze of ways of use a methods of infra-red spectroscopy for definition the indicators of quality a linen raw material and also a modern approach in decision of these questions are given.*

Ключові слова: лляна сировина, ступінь вилежаності, лінійна щільність, інфрачервоний датчик, інфрачервоний випромінювач.

Якість готової продукції з вмістом лляних волокон залежить від фізико-механічних властивостей лляної сировини.

На сьогоднішній день пошук шляхів застосування у сенсорному аналізі нових підходів під час визначення показників якості сировини і продукції становить актуальне завдання.

Аналіз результатів наукових досліджень та патентних джерел [1,2] свідчить про можливість застосування елементів сенсорного аналізу у визначенні таких показників луб'яної сировини, як колір, ступінь вилежаності [3], довжина, лінійна щільність волокна [4,5,6] та ін.

Мета дослідження полягає у створенні більш ефективних та швидкодіючих методів непрямого вимірювання показників якості лляної сировини.

За результатами теоретичного дослідження було визначено шляхи використання електронних сенсорів при визначенні показників якості лляної сировини. Наприклад, показник вилежаності лляної трести визначається за допомогою приладу ОВЛ-1, де в якості сенсора використовується фотоелемент. Показник кольору визначається за допомогою спектрофотометра «Радуга-1» або компаратора кольору ЕКК і КК. Вони однаково оцінюють характер зміни кольірних характеристик стандартних зразків льоноволокна, що входять до різних груп за кольором, але з різною відтворюваністю. В цих приладах як сенсор також використовуються фотоелементи (фотосенсори).

Таким чином, за рахунок використання електронних сенсорів у вимірювальних приладах можна визначати як прямі, так і непрямі фізичні величини. Використовуючи фотосенсори можна визначати показник вилежаності лляної трести, колір волокна, довжину волокна та інші фізико-механічні показники.

Подібні методи застосовували науковці Коробов Н.А., Матрохін О.Ю., Шаломін О.А., Гусев Б.М. у своїх роботах [7,8,9], де в якості електронного сенсора використовували комп'ютерний сканер та спеціальне програмне забезпечення. У визначенні лінійної щільності з використанням ефекту звукопоглинання матеріалу [10] роль сенсора відіграє звуковий мікрофон подібний до акустичного сенсору відчуття людини.

Аналіз літературних та патентних джерел показує, що для визначення лінійної щільності можна використовувати ефект просвічування волокна.

Кількісний зв'язок між інтенсивністю  $I$  пройденого крізь речовину випромінювання, інтенсивністю падаючого випромінювання  $I_0$  і величинами, що характеризують поглинаючу речовину, описується законом Бугера-Ламберта-Бера.

Закон Бугера-Ламберта-Бера визначає поступове послаблення паралельного монохроматичного (однobarвного) пучка світла при поширенні його в поглинаючій речовині. Якщо потужність пучка, що увійшов до шару речовини товщиною  $d$ , дорівнює  $I_0$ , то згідно із законом Бугера-Ламберта-Бера потужність пучка при виході з шару буде дорівнювати (1):

$$I(d) = I_0 e^{-k_\lambda d} \quad (1)$$

де  $I_0$  – інтенсивність вхідного пучка світла,  $d$  – товщина шару речовини, крізь яку проходить світло,  $k_\lambda$  – показник поглинання.

Показник поглинання характеризує властивості речовини і залежить від довжини хвилі  $\lambda$  світла, що поглинається. Ця залежність називається спектром поглинання речовини.

На практиці інфрачервоний спектр поглинання представляють у графічному вигляді в залежності від частоти  $\nu$  (або довжини хвилі  $\lambda$ ) ряду величин, що характеризують поглинаючу речовину:

$$\text{коефіцієнт пропускання} \quad T(\nu) = \frac{I(\nu)}{I_0(\nu)}, \quad (2)$$

$$\text{коефіцієнт поглинання} \quad A(\nu) = \frac{[I_0(\nu) - I(\nu)]}{I_0(\nu)} = 1 - T(\nu), \quad (3)$$

$$\text{оптична густина} \quad D(\nu) = \ln \left[ \frac{1}{T(\nu)} \right] = c(\nu) \cdot cd, \quad (4)$$

де  $c(\nu)$  – показник поглинання,  $c$  – концентрація поглинаючої речовини,  $d$  – товщина поглинаючого шару речовини.

Оскільки  $D(\nu)$  пропорційна  $c(\nu)$  і  $c$ , то вона майже завжди застосовується для кількісного аналізу за спектрами поглинання.

В дослідженнях використовувалася рошенцева треста льону сорту Чарівний різного ступеня вилежаності. Основні характеристики досліджуваних партій визначались відповідно до стандартів, результати наведено в табл. 1.

**Таблиця 1 – Характеристика різних партій льонотрести**

| Партія трести | Відокремлюваність, од | Діаметр стебел, мм | Вміст волокна, % (ПК-2М) | Розривне навантаження, даН | Вміст довгого волокна, % (СМТ-200М) |
|---------------|-----------------------|--------------------|--------------------------|----------------------------|-------------------------------------|
| 1             | 1,4                   | 1,7                | 40,5                     | 41                         | 40,1                                |
| 2             | 3,8                   | 2                  | 34,5                     | 30                         | 34,7                                |
| 3             | 4,6                   | 2,3                | 36,3                     | 31                         | 35,6                                |
| 4             | 6,2                   | 2                  | 33,7                     | 25                         | 33,9                                |
| 5             | 7,1                   | 2,1                | 30,5                     | 18                         | 23,7                                |

Примітка. У таблиці наведено середні значення, відхилення від середнього становить 1,5 – 2 %

Для проведення дослідження волокно отримували з трести за допомогою верстата СМТ-200М. З кожної партії лляного волокна була виділена наважка масою 100 г.

Лінійна щільність визначалася базовим та сенсорним методами.

Відповідно до базового методу беруть волоконця льону, попередньо підрахувавши кількість волоконця та визначають їх лінійну щільність за формулою (5), за отриманими результатами розраховується середня лінійна щільність всього зразка:

$$T = \frac{m_c \cdot 10^6}{1000 \cdot l_c \cdot n} = \frac{10^3 \cdot m_c}{l_c \cdot n} \quad (5)$$

де  $T$  – лінійна щільність, текс;

$n$  – кількість волокон у жмені;

$l_c$  – довжина вирізки з середньої частини жмені, мм;

$m_c$  – маса вирізаної частини проби, мг.

Отримані результати середньої лінійної щільності для кожної партії волокна наведені у табл. 2.

Попередні досліди показали, що для реалізації запропонованого способу спеціально підготовлений зразок лляного волокна розташовують між джерелом інфрачервоного випромінювання та інфрачервоним фотосенсором (рис. 1).

Інфрачервоне випромінювання, що проходить крізь волокнистий матеріал, попадає на фотосенсор, постійна напруга з якого підсилюється і в подальшому фіксується цифровим вольтметром.

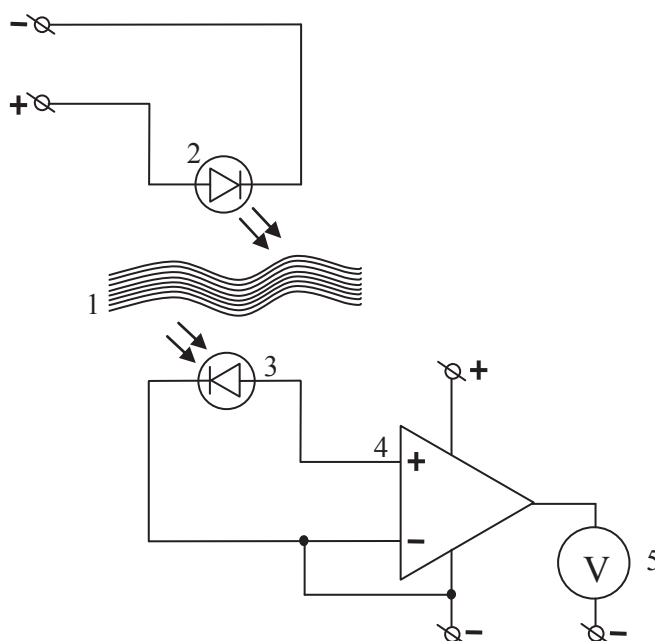
Таблиця 2 - Показники приладу при дослідженні зразків різних партій льонотрести

| Номер досліду   | Лінійна щільність, текс | Показник приладу (значення величини напруги на виході підсилювача), В |
|-----------------|-------------------------|---|
| 1               | 19,76                   | 0,291   |
| 2               | 16,18                   | 0,161   |
| 3               | 15,19                   | 0,108   |
| 4               | 9,50                    | 0,062   |
| 5               | 8,83                    | 0,051   |
| Коеф. кореляції |                         | 0,93  |

Величина інфрачервоного випромінювання, що проходить крізь лляне волокно, залежить від величини його поглинання, яке, в свою чергу, корелює з показником лінійної щільності (табл. 2).

Перед випробуванням на експериментальному пристрої беруть лляні волокна і роблять з них штапель довжиною 90 мм та масою 1 г.

Маса волокна була вибрана з попередніх досліджень, які враховували технічні особливості пристрою і були найбільш розпізнані, а показники якості при цих параметрах мають широкі діапазони визначень та вищий коефіцієнт кореляції з показниками лінійної щільності.



1 – волокно; 2 – джерело інфрачервоного випромінювання; 3 – інфрачервоний фотосенсор;  
4 – підсилювач; 5 – цифровий вольтметр

Рис. 1 – Структурна схема експериментального пристрою

Аналіз отриманих даних табл. 2 показує, що показник лінійної щільності залежить від світлопоглинання волокна, яке описується величиною напруги, визначеної з виходу підсилювача за допомогою цифрового вольтметра. Це також підтверджується теоретично з літературних джерел, виходячи з того, що інфрачервоне випромінювання має певну енергію, яка під час проходження крізь волокно частково поглинається, відбивається і розсіюється, і чим тонші волокна, тим більше втрачається енергії і тим менше значення напруги ми отримуємо на виході лінійного перетворювача.

Отримане рівняння регресії для обох випадків має вигляд (7) і дає можливість перетворення значення напруги в значення лінійної щільності.

$$y = -4,7401 + 60,9492 \cdot x \quad (7)$$

**Висновки.** В результаті проведених експериментальних досліджень встановлено, що показники лінійної щільності, отримані базовим способом та за допомогою сенсорного аналізу, можна вважати подібними, про це свідчить коефіцієнт кореляції, який дорівнює 0,93.

Застосування розроблених елементів сенсорного аналізу дозволить підвищити точність процесу визначення показників якості лляної сировини та зменшити витрати праці експертів, що, в свою чергу, збільшить ефект від економії часу на проведення випробувань.

#### Література

1. Соловьев А.Н., Кирюхин С.М., Оценка качества и стандартизация текстильных материалов. – М.: Легкая индустрия, 1974. – 245 с.
2. Городов В.В., Лазарева С. Е., Лунев И.Я. и др. Испытание лубоволокнистых материалов. – М.: Легкая индустрия, 1960. – 208 с.
3. Патент 27248. Способ определения качества материалов, а именно льнотресты / Пашин Е.Л., Жуплатова Л.М., Прима Л.И., Шамин В.Б. Опубл. 15.08.2000. Бюл. №3.
4. Патент 38082 А Україна, МПК G 01 N 33/36. Спосіб визначення якості волокнистого матеріалу, а саме лінійної щільності довгого волокна льону / Головій О.В., Жуплатова Л.М. (Україна); ІЛК УААН. – №2000053004; Заявл. 26.05.2000; Опубл. 15.05.2001. Бюл. №4.
5. Патент 83772 Україна, МПК G 01 N 33/36. Пристрій для визначення лінійної щільності волокнистого матеріалу / Головій О.В., Жуплатова Л.М., Мохер Ю.В., Толмачов В.С. (Україна); ІЛК УААН. – №2007 05413; Заявл. 17.05.2007; Опубл. 11.08.2008. Бюл. №15.
6. Патент 634093. Способ измерения линейной плотности волокнистых материалов / Мухитдинов М.М., Мусаев Е.С., Назаров У.У., Рожков В.М., опубл. 25.11.1978 Бюл. №43.
7. Коробов Н.А. Развитие теории и практики построения методов измерения характеристик строения текстильных материалов и с использованием современных информационных технологий: Автореф. дис. д-ра тех. наук: 05.19.01 / Моск. гос. текстиль. ун-т. – М., 2007. – 36 с.
8. Матрохин А.Ю., Коробов Н.А., Гусев Б.Н. Компьютерное измерение показателей протяженности группы волокон // Известия ВУЗов Технология текстильной промышленности. – №1(259) 2001.–С.106.
9. Матрохин А.Ю., Шаломин О.А., Коробов Н.А., Гусев Б.Н., Лонида Т. Разработка универсального компьютерного метода измерения показателей протяженности хлопкового волокон // Известия ВУЗов Технология текстильной промышленности. –№6 (275) 2003. – С.115.
10. Патент 43165 Україна, МПК G 01B 11/00. Спосіб визначення лінійної щільності та ступеня вимочування волокна / Толмачов В.С., Кузьміна Т.О., Гілязетдінов Р.Н., Коропченко С.П., Москаленко Б.І., (Україна); ХНТУ – № 2009 00730; Заявл. 02.02.2009; опубл. 10.08.2009 Бюл. №15.
11. ДСТУ 4149:2003. Треста лляна. Технічні умови. – На заміну ГОСТ 24383-89; Введ. 01.01.2004. – К.: Держспоживстандарт України, 2004.– 14 с.

УДК 664.724

## ДОСЛІДЖЕННЯ ПРОЦЕСУ ЗБЕРІГАННЯ ЗЕРНА В ГЕРМЕТИЧНИХ УМОВАХ

**Шаповаленко О.І., д-р техн. наук, професор, Дмитрук Є.А., д-р техн. наук, професор, Шаран А.В., канд. техн. наук, доцент, Грегірчак Н.М., канд. техн. наук, доцент, Штика Я.А., аспірант, Чернишевич О.І., магістрант**

*Робота присвячена дослідженню особливостей протікання біохімічних процесів в зерні кукурудзи, яке зберігається в герметичному середовищі при різних умовах.*

*The article is dedicated to the research of the peculiarities of biochemical processes in corn that is preserved in airtight environment with different conditions.*

Ключові слова: герметичне середовище, поліетиленові рукави, анаеробне дихання, інтенсивність дихання, біохімічні властивості.

Останніми роками в Україні та світі істотно зріс інтерес до новітніх, більш економічно вигідних, технологій зберігання зерна, що пов'язано з розширенням площ посівів зернових культур, світовою економічною кризою та моральною застарілістю багатьох способів зберігання зерна, що застосовуються в