

УДК 677.11.021

ТОЛМАЧОВ В.С., КУЗЬМІНА Т.О.  
Херсонський національний технічний університет

## ЕКСПРЕС-ОЦІНКА ПОКАЗНИКА ГНУЧКОСТІ ЛЛЯНОГО ВОЛОКНА СУЧАСНИМИ СЕНСОРНИМИ МЕТОДАМИ

*У роботі наведено аналіз методів оцінки гнучкості лляного волокна та запропоновано новий непрямий метод, який заснований на сенсорному аналізі сировини.*

**Ключові слова:** волокно, гнучкість.

*Толмачов В.С., Кузьміна Т.О. Експрес-оцінка показника гнучкості лляного волокна сучасними сенсорними методами. В роботі приведен анализ методов оценки гибкости льняного волокна и предложен новый косвенный метод, который основан на сенсорном анализе сырья.*

**Ключевые слова:** волокно, гибкость.

*Tolmachov V. S., Kuzmina T. O. The fiber flax raw materials quality determination by modern sensory methods. The paper presents analysis methods for assessing flexibility flax fiber and proposed new indirect method, which grounds on raw materials sensory analysis.*

**Keywords:** fiber, flexibility.

**Постановка проблеми у загальному вигляді та її зв'язок з важливими науковими і практичними завданнями.** Оцінка лляної сировини має важливе значення, оскільки від визначених якісних показників сировини залежать технологічні режими, якість виготовленої продукції та її вартість. В даний час якісні характеристики волокна визначаються експериментально. Оскільки якість пряжі в першу чергу залежить від властивостей вихідного льняного волокна, методики визначення його показників якості постійно удосконалюються. Широке впровадження обчислювальної техніки та електроніки дозволяє підвищити якість оцінки та звести до мінімуму вплив суб'єктивного фактора на результати.

На сьогоднішній день оцінка якості лляної сировини проводиться згідно чинних державних стандартів [1 – 3], в яких застосовується старе обладнання та прилади, а простих, точних і надійних експрес-методів оцінки якості лляної сировини бракує, тому створення нових методологій оцінювання та приладів є актуальним завданням.

**Аналіз останніх досліджень, у яких започатковано вирішення проблеми.**

Огляд літературних даних дозволив виявити серед безлічі показників якості лляних волокон гнучкість як один із значущих під час визначення прядильної

здатності сировини. Коефіцієнт кореляції гнучкості з номером волокна в середньому становлять 95%.

За стандартом ДСТУ 4015-2001 [3] гнучкість визначається за допомогою приладу ГВ-2 (рис.1).

Для визначення гнучкості використовують пасма тіпаного льону масою 420 мг. При цьому волокна, довжина яких менша за 270 мм, видаляють вручну, а волокна, що виступають, підрізають ножицями до 270 мм. Підготовлені пасма закладають у спеціальні касети або розміщують на столі між аркушами паперу під тягарем близько 7,5 кг і витримують протягом 6 годин для випрямлення і впорядкування їхньої форми.

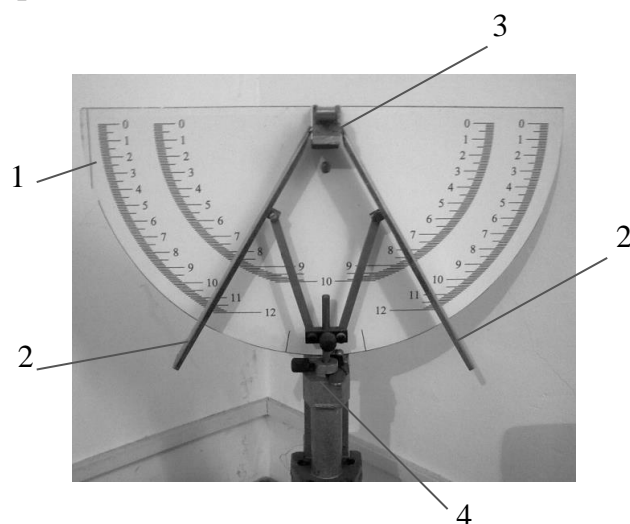


Рис. 1. Загальний вигляд гнучкоміра ГВ-2: 1 – вимірювальна напівкругла лінійка; 2 – полицьки; 3 – кріплення для зразка; 4 – корпус приладу

Кожне з 30 підготовлених пасом розміщують на шарнірно закріплених полицях приладу ГВ-2, коли вони перебувають у горизонтальному положенні, таким чином, щоб кінці волокон збігалися з контрольними лініями на шкалі. Посередині пасмо притискають до основи пластинкою і за допомогою клямки щиток механізму і полиці приладу плавно опускають. Після того, як вони опустяться, за шкалою приладу визначають абсолютний прогин обох кінців пасма в міліметрах. Обчислення проводять до першого десяткового знака із наступним округленням до цілого числа.

Даний метод вимагає тривалого часу підготовки проби близько 6 годин і навичок у проведенні вимірювань.

Для визначення гнучкості також існує прилад ГВ-3, якій має у своєму складі електричні елементи, які дозволяють певним чином автоматизувати процес вимірювання (рис. 2).

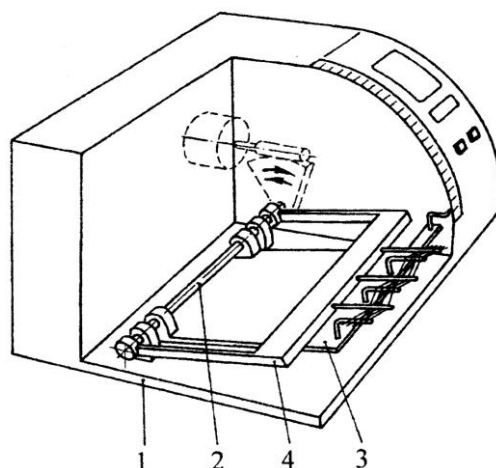


Рис. 2. Загальний вигляд гнучкоміра ГВ-3: 1 – вимірювальна напівкругла лінійка; 2 – полицки; 3 – кріплення для зразка; 4 – корпус приладу

З патентних джерел можна побачити, що існують інші методології, методи та прилади призначені для визначення гнучкості лляного волокна [4, 5].

На рисунку 3 представлена загальна схема одного з таких приладів [4]. Робота з приладом включає операції підготовки проби і випробування із застосуванням багаторазового знакозмінного вигину проби волокна, закріпленої консольно на кінці маятника і взаємодіючої при його переміщенні з опорою у вигляді пластини із кромкою. Гнучкість визначають по числу коливань маятника до повної його зупинки.

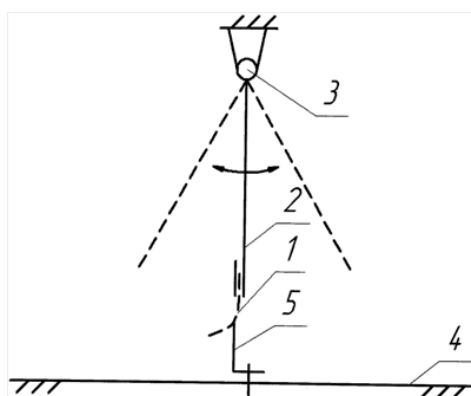


Рис. 3. Загальний вигляд приладу: 1 – підготовлена проба; 2 – маятник; 3 – шарнір; 4 – нерухома основа; 5 – пластина з кромкою

Цей спосіб оцінки гнучкості волокна реалізується наступним чином. Перед випробуванням формують пробу волокна певної маси і довжини. Підготовлену пробу 1 закріплюють консольно на вільному кінці маятника 2, який закріплений в

шарнірі 3. Під маятником на нерухомій основі 4 закріплена опора у вигляді пластини з кромкою 5. Величина консольної ділянки проби волокна, довжина маятника і висота опори вибираються з умови, при якій під час кочення маятника проба буде взаємодіяти з опорою. За таких умов в початковий момент випробувань маятник із закріпленою пробєю відхиляють на певний постійний кут і відпускають. Після цього буде відбуватися багаторазовий знакозмінний вигин проби волокна. Амплітуда коливання маятника буде поступово зменшуватися до повного його зупинення. Це час коливань або їх число буде визначати згинальну жорсткість волокна, яка в процесі випробування змінюється. Результат вимірювання буде залежати не тільки від початкової гнучкості волокна, але і від її зміни при багаторазовому вигині, а це підвищить інформативність результатів аналізу.

Використання даного способу дозволяє підвищити точність і інформативність результатів у порівнянні з використанням приладів ГВ-1 та ГВ-2.

Інший підхід у визначенні гнучкості полягає у випробуванні волокна зростаючим навантаженням в осьовому напрямку шляхом його стиснення, а оцінку гнучкості волокна здійснюють за величиною сили стискання в момент втрати поздовжньої стійкості волокон, що дозволяє враховувати згинальну жорсткість (рис. 4).

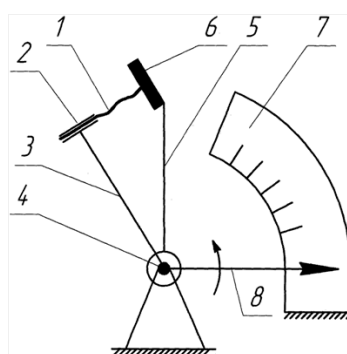


Рис. 4. Загальний вигляд приладу: 1 – підготовлена проба; 2 – маятник; 3 – шарнір; 4 – нерухома основа; 5 – пластина з кромкою

Такий метод оцінки забезпечує можливість спростити аналіз, підвищити точність і інформативність результатів випробування при оцінці гнучкості волокна.

Але відомо, що швидким методом є сенсорний або органолептичний метод, точність і достовірність якого залежить від здібностей і кваліфікації осіб, які проводять оцінку. Цей метод не виключає можливості використання деяких технічних засобів, що грають роль сенсорів, замінюючи сенсори людини. Сенсорний метод застосовується у різних галузях виробництва, за його допомогою

може визначатися якість текстильної продукції, кондитерських, тютюнових, парфумних виробів та іншої продукції.

Питанням оцінки показників якості лляного волокна приділяється увага багатьма дослідниками, використовуються прямі і непрямі методи, знаходяться залежності між різними властивостями волокна.

**Цілі статті.** Мета дослідження полягає у визначенні кореляційної залежності між показником гнучкості лляного волокна та результатами сенсорного методу з використанням електронних сенсорів, заснованого на просвічуванні волокна інфрачервоним випромінюванням і контролю інтенсивності випромінювання, яке пройшло крізь волокно.

**Виклад основного матеріалу дослідження з повним обґрунтуванням отриманих наукових результатів.** Запропонований сенсорний метод призначений для прогнозування показника гнучкості шляхом просвічування підготовленого зразка волокна світлом певної інтенсивності, яке проходить крізь волокно та попадає на фотосенсор [6-8].

Запропонований в роботі метод базується на розробленому пристрої ПВПС-1, зовнішній вигляд та блок-схему якого зображено на рис. 5-6.

Зв'язок між інтенсивністю випромінювання, що пройшло крізь речовину, інтенсивністю падаючого випромінювання і величинами, що характеризують поглинаючу речовину, описується законом Бугера-Ламберта-Бера.

За законом Бугера-Ламберта-Бера, визначають поступове послаблення паралельного монохроматичного (однобарвного) пучка світла при поширенні його в поглинаючій речовині. Якщо потужність пучка, що увійшов до шару речовини з товщиною  $d$ , дорівнює  $I_0$ , то, згідно з законом Бугера-Ламберта-Бера, потужність пучка на виході з шару буде визначатися за формулою (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.

Величина фотоструму дає уявлення про відносну величину потоку випромінювання, що досягає фотосенсора. При розміщеному у вимірювальній камері зразка величина фотоструму менше, ніж без нього, що пояснюється частковим відбиванням від поверхні речовини, частковим поглинанням та розсіюванням.

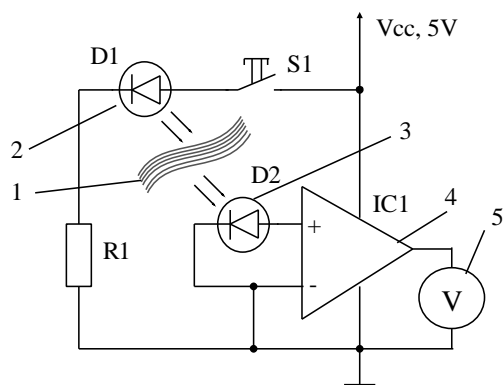


Рис. 5. Блок-схема приладу ПВПС-1:

- 1 – досліджуваний матеріал;
- 2 – інфрачервоний світлодіод;
- 3 – фотосенсор (фотодіод);
- 4 – електронний підсилювач;
- 5 – вольтметр.

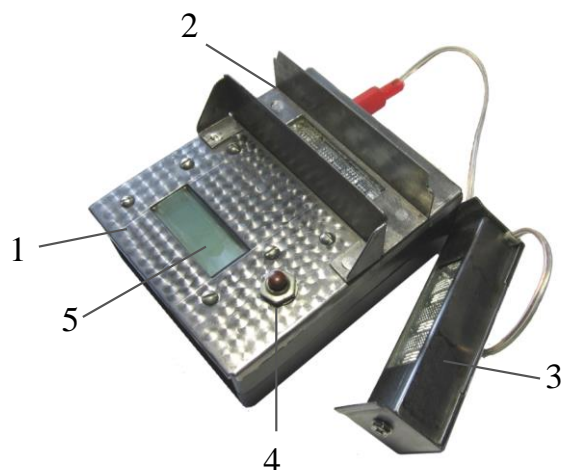


Рис. 6. Зовнішній вигляд приладу:

- 1 – корпус приладу;
- 2 – вимірювальна камера;
- 3 – джерело інфрачервоного випромінювання;
- 4 – кнопка керування приладом;
- 5 – цифровий індикатор.

Математичну модель розробленого вимірювального пристрою можна описати законом Бугера-Ламберта-Бера, згідно з яким оптична щільність шару підготовленого зразка певної товщини прямо пропорційна коефіцієнту поглинання цієї сировини.

Результати просвічування штапелю дають можливість оцінити проміжки між волоконцями, тим самим виявити певну залежність показань приладу від показника гнучкості. Отримані дані вимірювань наведено у графічному виді на рис.7.

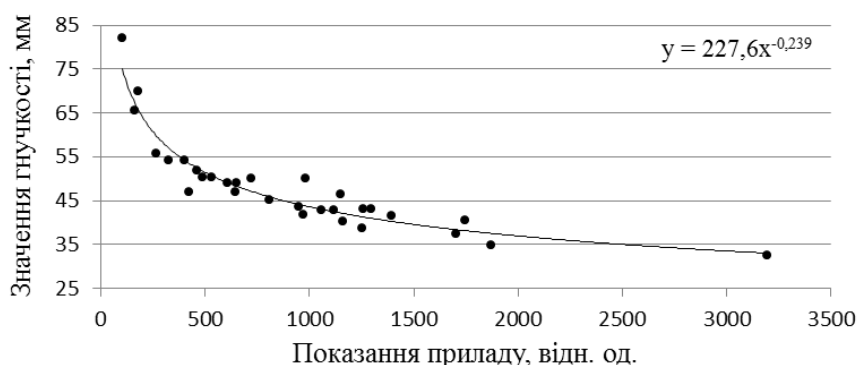


Рис. 7. Зв'язок показань приладу з гнучкістю лляного волокна

Аналіз отриманих даних показує наявність зворотного кореляційного зв'язку показань приладу з показником гнучкості на рівні статистичної значущості 0,05 (коефіцієнт кореляції 0,78).

**Висновки.** У результаті проведених теоретичних та експериментальних досліджень з визначення залежності фізико-механічних показників якості лляного тіпаного волокна від світлопоглинаючих властивостей, запропоновано метод, заснований на просвічуванні волокна інфрачервоним світловим потоком, який можна використовувати для експрес оцінювання гнучкості лляного волокна.

Експериментально визначено основні параметри дослідного зразка приладу ПВПС-1 та розроблено рекомендації з його практичного застосування.

Макетний зразок приладу ПВПС-1 випробувано в наукових лабораторіях Дослідної станції луб'яних культур Інституту сільського господарства Північного Сходу м. Глухів Сумської області (акти виробничих випробувань № 1-3 від 14.11.2011 р.).

#### Література:

1. Треста лляна. Технічні умови : ДСТУ 4149:2003. - [Чинний від 2003-02-24]. – К. : Видав-во стандартів, 2004. – 14 с. - (Національний стандарт України).
2. Волокно лляне коротке. Технічні умови : ДСТУ 5015-2008. - [Чинний від 2003-02-24]. – К. : Держспоживстандарт України, 2009. - 10 с. - (Національний стандарт України)).
3. Льон тіпаний. Технічні умови : ДСТУ 4015-2001. - [Чинний від 2001-03-30]. - К. : Держстандарт України, 2001. - 12 с. – (Національний стандарт України).
4. Пат. 2368902 РФ МПК G 01 N 33/36. Способ оценки гибкости волокна или луба лубяных культур / Пашина Л. В., Пашин Е.Л.; опубл. 27.09.2009; Бюл. №47.
5. Пат. 2367948 РФ МПК G 01 N 33/36. Способ оценки гибкости волокна или луба лубяных культур / Пашина Л. В.; опубл. 14.07.2008; Бюл. №45.
6. Патент 634093 СССР Способ измерения линейной плотности волокнистых материалов / Мухитдинов М. М., Мусаев Е. С., Назаров У. У., Рожков В. М.; опубл. 25.11.78; Бюл. №43.
7. Пат. 53463 Україна, МПК G 01 B 11/00. Спосіб визначення лінійної щільності волокнистих матеріалів / Толмачов В. С., Кузьміна Т. О., Гілязетдінов Р. Н., Коропченко С. П., Москаленко Б. І.; заявник та патентовласник Херсонський національний технічний університет. - №u2010 03573; заявл. 29.03.2010; опубл. 11.10.2010; Бюл. №19.
8. Марманов В.А. Основы научных исследований и техника эксперимента механико-технологических процессов первичной лубяных волокон / В.А. Марманов, А.Н. Пигалов. - Ярославль: Ярославский политехнический институт, 1989. - С.62-88.