

УДК 633:521:677.11

СПОСІБ ТА ПРИЛАДИ ДЛЯ ВИЗНАЧЕННЯ ЛІНІЙНОЇ ЩІЛЬНОСТІ ЛЛЯНОГО ВОЛОКНА

*Головій О.В.,
Литвинова А.Є.*

ІНСТИТУТ ЛУБ'ЯНИХ КУЛЬТУР НААН

У статті подано опис конструкції двох приладів для реалізації способу визначення лінійної щільності лляного волокна. Викладено результати експерименту, що підтвердив наявність кореляційного зв'язку між лінійною щільністю лляного волокна у зразку та часом проходження крізь зразок порції повітря заданого об'єму під заданим тиском. Запропонований спосіб для визначення лінійної щільності лляного волокна може знайти застосування в лабораторіях селекційних установ, підприємств первинної переробки та текстильної промисловості.

В Інституті луб'яних культур НААН останніми роками приділяється значна увага розробці способів та приладів для визначення морфологічних показників рослин конопель та льону-довгунця а також фізико-механічних властивостей конопляної та лляної сировини.

Якість лляних виробів безпосередньо залежить від фізико-механічних властивостей волокон, з яких вони виготовлені. З тонких волокон, тобто з волокон, у яких низька лінійна щільність, можна виготовити текстильні та трикотажні вироби з високими споживчими властивостями. У зв'язку з цим отримання сортів льону-довгунця з більш тонкими волокнами є одним з основних завдань селекції.

Показник лінійної щільності лляного волокна залежить не тільки від характеристик сорту. На лінійну щільність суттєво впливають природні умови, в яких відбувається процес формування волокон у стеблах рослин льону-довгунця, терміни збирання, температура та вологість повітря, кількість опадів під час вилежування, ступінь вилежування трести на момент її збирання тощо. Тому лінійну щільність лляного волокна важливо визначати й під час приготування трести в господарствах, й на підприємствах первинної переробки та текстильної промисловості.

Відомий гравіметричний спосіб визначення лінійної щільності лляного волокна базується на підрахунку кількості відрізків певної довжини у пробі певної маси [1-3]. Дані наших досліджень свідчать, що достовірність цього способу недостатньо висока. Так, при аналізі двох проб, вирізаних із суміжних ділянок зразка волокна, виробленого за однією й тією ж технологією зі стебел рослин одного й того ж сорту, зібраних з однієї й тієї ж ділянки, можуть бути отримані значення лінійної щільності, які відрізняються одне від одного більш ніж на 40%. Причиною цього є незначна кількість волокна у зразку, що піддається аналізу (10 мг відрізків довжиною по 10 мм). На результати підрахунку впливає також фактична

довжина відрізків волокна. Наприклад, похибка довжини в 0,5 мм призводить до похибки результату підрахунку лінійної щільності у 5%. Впливає на результат й суб'єктивна думка виконавця аналізу щодо того, чи вважати частково розщеплений відрізок волокна одним елементом, або двома окремими. Процедура підрахунку є досить тривалою і супроводжується значним навантаженням на органи зору виконавця аналізу. В одній пробі часто знаходиться понад 500 відрізків, а їх підрахунок займає від 20 до 30 хвилин. До недоліку гравіметричного способу можна віднести й необхідність руйнування зразка, що часто унеможлиблює подальше його дослідження. Виходячи з вищесказаного, актуальним є завдання розробки нового способу визначення лінійної щільності лляного волокна, який дозволив би позбутися недоліків, притаманних гравіметричному способу, й який можна було б застосувати в наукових селекційних установах, в лабораторіях підприємств первинної переробки та текстильної промисловості.

Відомий спосіб визначення лінійної щільності волокна бавовни, що заснований на аналізі результатів випробування волокна в повітряному потоці [4].

Нами зроблено припущення, що лінійна щільність лляного волокна має кореляційний зв'язок з часом проходження крізь зразок волокна певної маси, порції повітря заданого об'єму під заданим тиском. З метою перевірки цього припущення нами розроблено та виготовлено експериментальний зразок приладу й проведено його випробування.

Прилад містить вимірювальну камеру, що сполучається повітропроводом із пристроєм для створення тиску повітря. До складу засобу для створення тиску повітря входить корпус та еластична діафрагма, що з'єднана із штоком. Шток має можливість переміщуватись у вертикальному напрямку у напрямних кронштейна. На кронштейні розташований спускний механізм та контакти, що вмикають сигнальну лампу в момент початку руху штока та вимикають її в момент закінчення руху. Для підйому штоку у вихідне положення слугує важіль. До комплексу приладу входить також шаблон, призначений для формування зразка волокна.

Прилад працює наступним чином. За допомогою важеля шток разом із діафрагмою піднімають у верхнє положення, де він фіксується засувом спускного механізму. При цьому камера наповнюється повітрям, що поступає крізь вимірювальну камеру та повітропровід. Зразок волокна намотують на шаблон, після чого його знімають та вводять у вимірювальну камеру. Приводять в дію спускний механізм. Під дією гравітаційних сил шток разом із діафрагмою починають рухатись вниз та примушують повітря рухатись з камери у вимірювальну камеру. Час, за який відбувається переміщення штока та діафрагми від крайнього верхнього до крайнього нижнього положення, визначають за допомогою сигнальної лампи та секундоміра [5].

За допомогою приладу нами вивчено взаємозв'язок між лінійною щільністю лляного волокна, визначеною гравіметричним методом, та часом

проходження крізь зразок цього волокна порції повітря під заданим тиском. Було відібрано 104 зразки довгого волокна льону-довгунця різних сортів, різного кольору та з різним ступенем вилежування. Маса кожного зразка дорівнювала $4,9 \pm 0,1$ г. Кожен зразок волокна перед веденням у вимірювальну камеру приладу намотували на шаблон певної довжини. Це забезпечило для всіх зразків однакову ступінь заповнення вимірювальної камери волокном. Об'єм порції повітря, що проходив крізь кожен зразок, дорівнював $2,6 \text{ дм}^3$, тиск повітря – 720 Па. Кожен зразок вводили у вимірювальну камеру двічі – спочатку одним кінцем мотка, потім іншим. Для кожного зразка за допомогою секундоміру двічі визначали час проходження повітря та розраховували середнє арифметичне значення.

Після цього для кожного зразка визначали лінійну щільність гравіметричним способом. З середини кожного зразка вирізали 10-ти міліметрові відрізки, з яких відбирали п'ять проб масою по 10 мг. Для кожної з п'яти проби зразка підраховували кількість окремих волоконцець та визначали лінійну щільність за формулою

$$T = 1000 \frac{m}{L \times n}$$

де, m – маса проби, мг;

L – довжина волоконцець, мм;

n – число окремих волоконцець у пробі, шт.

З п'яти отриманих значень розраховували середнє арифметичне. З метою зменшення впливу суб'єктивного фактора на результати аналізів кожній пробі було присвоєно умовний номер, за яким не можна було визначити саме до якого зразка належить та чи інша проба. Крім цього, кожна з п'яти проб аналізувалась різними виконавцями.

В результаті математичної обробки експериментальних даних нами отримано рівняння регресії, яке відображує взаємозв'язок між середньоарифметичними значеннями часу проходження повітря крізь зразки волокна (t) та середньоарифметичними значеннями лінійної щільності (L), що було отримано гравіметричним способом, $L = 14,6193 - 0,0710 \times t$ (коефіцієнт кореляції $r = 0,82$, $F_{\text{факт.}} = 109,34$; $F_{\text{табл.}} = 3,9505$).

Випробування приладу виявило ряд конструктивних недоліків, основним з яких є недостатня довговічність гумової діафрагми, яка з часом втратила еластичність, що позначилось на стабільності тиску повітря. Незручним виявився спосіб відліку часу проходження порції повітря крізь зразок волокна за допомогою секундоміру. Недоліком конструкції експериментального зразка приладу було також те, що заповнення робочої камери для створення тиску відбувалось крізь вимірювальну камеру, яка мала незначну пропускну здатність. Через такий спосіб заповнення робочої камери повітрям втрачався робочий час, який можна було б використати безпосередньо на виконання аналізу.

З метою усунення перелічених вище недоліків нами розроблено, виготовлено та випробувано удосконалений варіант приладу для визначення лінійної щільності лляного волокна (рис.1).

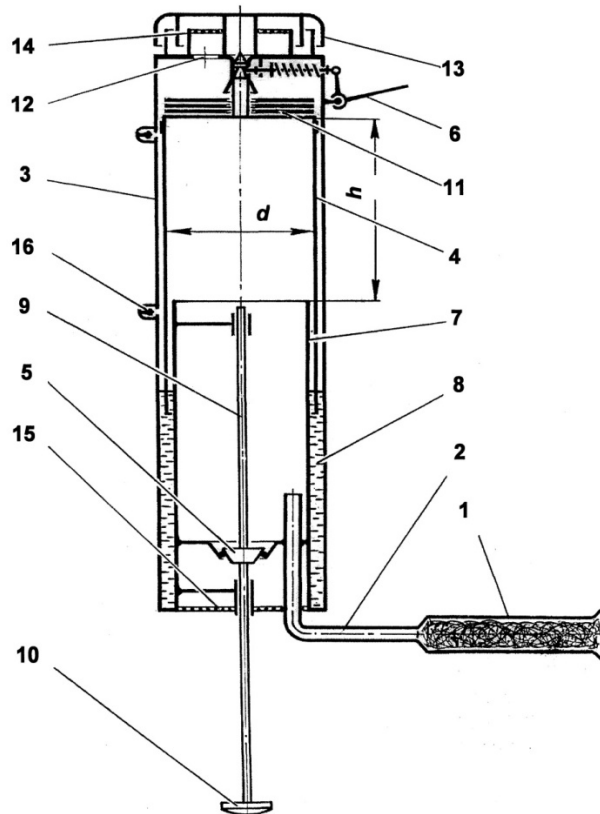


Рис. 1 – Удосконалений варіант приладу для визначення лінійної щільності лляного волокна.

Основним елементом удосконаленого варіанта приладу є пристрій для створення тиску повітря, який з'єднаний повітропроводом 2 з вимірювальною камерою 1. Пристрій для створення тиску повітря складається з вертикального корпусу 3, поршня 4, заслінки впускного клапана 5 та спускного механізму 6. Стінка поршня 4 знаходиться в проміжку між корпусом 3 та внутрішнім циліндром 7. Кільцевий зазором, заповнено робочою рідиною 8, яку використано в якості засобу для унеможливлення проникнення повітря в зазор між поршнем та циліндром. Головною перевагою такого конструктивного рішення є те, що робоча рідина (за певних значень її питомої ваги та в'язкості) створює стабільні й дуже незначні сили опору поршню під час його переміщення під дією гравітаційних сил. У випадку використання інших засобів ущільнення зазору між поршнем та циліндром (наприклад, гумових манжетів) досягнути стабільності сил опору було б практично неможливо. В процесі експлуатації пристрою, через поступове зношування манжетів та поверхонь, по яких вони ковзають, сили тертя будуть суттєво змінюватись. Це неодмінно позначиться на величині тиску повітря й на достовірності отриманих результатів. Піднімання поршня 4 у верхнє положення здійснюється за допомогою штока 9, на якому встановлено заслінку впускного клапана 5 та рукоятку 10. Таке розташування заслінки дозволяє автоматично відкривати отвір впускного клапана в момент початку переміщення поршня вгору та автоматично закривати клапан в після опускання штока 9 у вихідне

положення. Тиск повітря, за необхідності регулюється дискретно, шляхом змінювання кількості дисків 11. Для виходу повітря з корпусу назовні із простору над поршнем 4 (під час його піднімання) та для входу повітря (під час опускання) слугує отвір 12. Для очищення повітря, яке поступає зовні всередину корпусу, слугують канали лабіринту 13 та фільтри 14 та 15. До складу експериментального зразка приладу входить також пристрій для відліку часу (на схемі не показаний). На корпусі 3 встановлено безконтактні оптичні датчики 16. Сигнали від них поступають на пристрій для відліку часу, що дозволяє визначити час проходження порції повітря крізь зразок волокна. Датчики реагують на смугу флуоресцентної фарби, що розташована на зовнішній поверхні поршня.

Удосконалений варіант приладу працює наступним чином. За допомогою рукоятки 10 шток 9 разом з поршнем 4 піднімають вгору. В цей момент клапан 5 автоматично відкривається і повітря через фільтр 15 та впускний отвір клапану починає надходити у простір під поршнем 4. Повітря, що знаходиться над поршнем 4, виштовхується назовні через отвір 12, фільтр 14 та канали лабіринту 13. Досягнувши крайнього верхнього положення поршень автоматично фіксується засувом спускного механізму 6. Після цього шток 9 опускають в нижнє положення. Отвір вхідного клапану 5 автоматично закривається. В цьому стані пристрій для створення тиску повітря готовий до роботи (рис. 2).

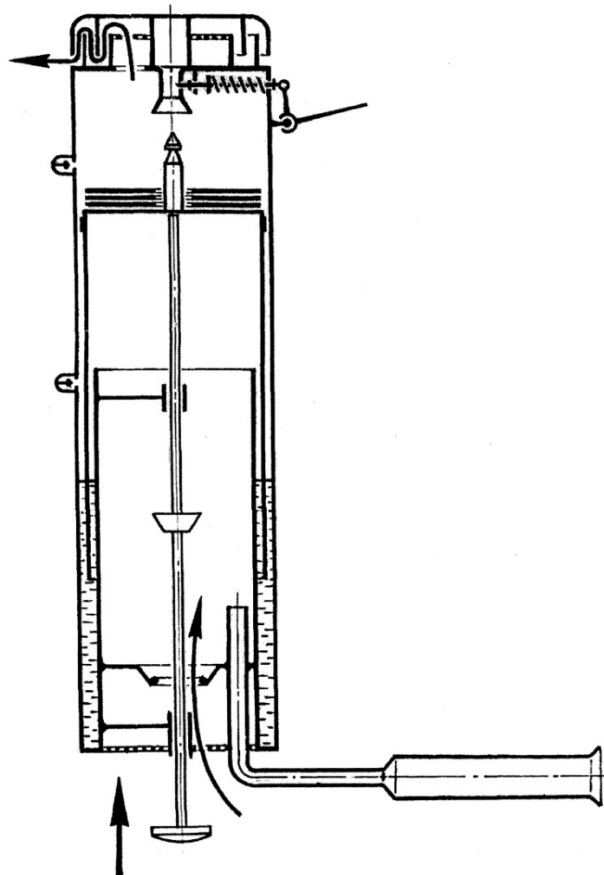


Рис. 2 – Приведення приладу у робочий стан

Потім у вимірювальну камеру 1 закладають підготовлену до аналізу пробу волокна, вмикають пристрій для відліку часу й за допомогою важеля приводять до дії спускний механізм 6. Під дією гравітаційних сил поршень 4 починає опускатися і виштовхує повітря по повітропроводу 2 у вимірювальну камеру 1. В момент початку руху верхній безконтактний датчик надсилає у пристрій для відліку часу сигнал про початок відліку часу (рис.3).

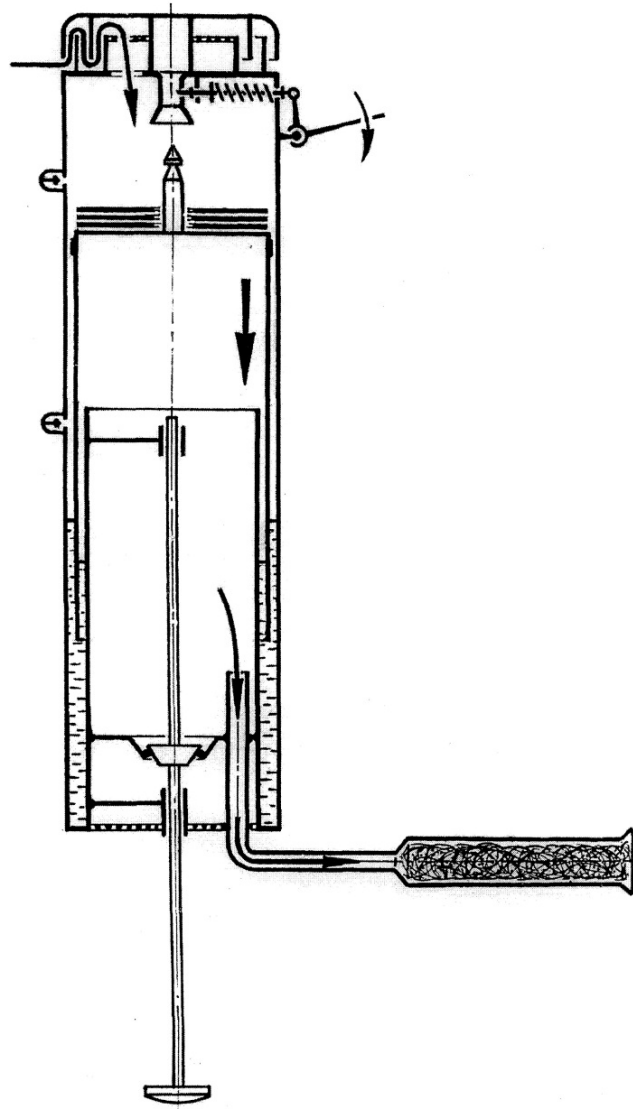


Рис. 3 – Процес вимірювання

За час, протягом якого відбувається переміщення поршня від крайнього верхнього до крайнього нижнього положення, у вимірювальну камеру 1 виштовхується порція повітря об'ємом

$$V = \pi D^2 h / 4$$

де, D – внутрішній діаметр поршня;

h – відстань між крайнім верхнім та крайнім нижнім положенням поршня.

В момент, коли поршень досягне свого крайнього нижнього положення, нижній безконтактний датчик надсилає у пристрій для відліку часу сигнал про припинення відліку часу [6].

Випробування удосконаленого варіанта приладу підтвердили працездатність запропонованої схеми.

Висновки

1. В результаті випробування приладу встановлено наявність кореляційного зв'язку між лінійною щільністю лляного волокна у зразку та часом проходження крізь зразок порції повітря заданого об'єму під заданим тиском.

2. Новий спосіб визначення лінійної щільності лляного волокна та прилад для його реалізації можуть знайти застосування в лабораторіях селекційних установ, підприємств первинної переробки та текстильної промисловості.

3. Тривалість визначення лінійної щільності лляного волокна за способом, що пропонується, у 5-9 разів менша у порівнянні із тривалістю визначення лінійної щільності гравіметричним способом. У 500 разів збільшено масу зразка, що піддається аналізу, завдяки чому підвищено достовірність отримуваних результатів аналізу з визначення лінійної щільності. Зведено до мінімуму вплив на результати досвіду виконавців аналізу.

4. Розроблено, виготовлено та випробувано удосконалений варіант приладу.

Список використаної літератури

1. *Соловьев А.Н., Кирюхин С.М. Оценка качества и стандартизация текстильных материалов.* – Москва: Легкая индустрия, 1974. - 245 с.

2. *Тимонин М.А., Шварцер С.З. Прием и определение качества лубяных культур.* – М.: Колос, 1971. - 251 с.

3. *Испытание лубоволокнистых материалов /Городов В.В., Лазарева С.Е., Лунев И.Я. и др.* – М.: Легкая индустрия, 1969. – 208 с.

4. *Патент 1111107, СССР, МПК G 01N33/36:D01G5/00/ Устройство для определения сорта хлопка-сырца и хлопка-волокна /Воробьев Д.Е., Шварцман П.С., Богданов Ю.В. Заявитель: Ташкентское НПО «Сигнал», заявл. 22.02.1982, опубл. 30.08.1984.32*

5. *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); Інститут луб'яних культур УААН. – №2000053004; Заявл. 26.05.2000; Опубл. 15.05.2001. Бюл. № 4.*

6. *Патент на винахід 83772 А, 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); Інститут луб'яних культур УААН. — № а 2007 05413; Заявл. 17.05.2007; Опубл. 25.04.2008; Бюл. № 15.*

METHOD AND DEVICES FOR DETERMINING THE LINEAR DENSITY OF FLAX FIBER

Holoviy O. V., Lytvynova A. Ye.

The article describes the design of two devices for implementation the method for determining the linear density of flax fiber. The results of the experiment confirmed the presence of correlation between the linear density of flax fiber in the sample and the time of passing through the sample a portion of the air of specified volume at a given pressure. The proposed method for determining the linear density of flax fibers can be used in laboratories of breeding establishments, enterprises of primary processing and textile industry.

СПОСОБ И ПРИБОРЫ ДЛЯ ОПРЕДЕЛЕНИЯ ЛИНЕЙНОЙ ПЛОТНОСТИ ЛЬНЯНОГО ВОЛОКНА

Головий А.В., Литвинова А.Е.

В статье представлено описание конструкции двух приборов для реализации способа определения линейной плотности льняного волокна. Изложены результаты эксперимента, который подтвердил наличие корреляционной связи между линейной плотностью льняного волокна в образце и временем прохождения сквозь образец порции воздуха заданного объема под заданным давлением. Предложенный способ для определения линейной плотности льняного волокна может найти применение в лабораториях селекционных учреждений, предприятий первичной переработки и текстильной промышленности.