

О. А. ГИЧ, М. Й. РАСТОРГУЄВА, О. В. ЗАКОРА

Херсонський національний технічний університет

ДОСЛІДЖЕННЯ ВПЛИВУ ПРОЦЕСУ ЧЕСАННЯ НА ГЕОМЕТРИЧНІ ХАРАКТЕРИСТИКИ КОНОПЛЯНОГО ВОЛОКНА

У статті проведено аналіз можливості переробки імпортованої коноплесировини для отримання текстильних виробів побутового призначення за вітчизняними технологіями переробки луб'яних волокон. В якості механічного впливу на геометричні характеристики конопель обґрунтовано вибір процесу чесання.

Ключові слова: конопляне волокно, текстильні матеріали, довжина і товщина волокон, процес чесання.

O. HYCH, M. RASTORHYIEVA, O. ZAKORA

Kherson National Technical University

STUDY OF THE CARDING PROCESS INFLUENCE ON THE GEOMETRIC CHARACTERISTICS OF HEMP FIBER

The article analyzes the possibility of processing imported hemp raw materials to obtain household textiles using domestic technologies for processing best fibers. The choice of the carding process is justified as a mechanical effect on the geometric characteristics of hemp. A preliminary visual analysis of samples of hemp fibers, which is imported by a domestic enterprise in order to obtain yarn using a carded spinning system, has been carried out. As a result of the analysis of morphometric characteristics, it was found that the resulting fiber is hemp cottonin. The length and thickness of cottonin vary considerably. Such dimensional characteristics do not allow using it for the manufacture of household yarn. To further break down the complex hemp fibers and reduce their length, a carding process is applied. The study of the effect of the carding process was carried out while implementing five carding cycles on a laboratory fiber mixer, which is an imitation of the carding process on carding equipment in a production environment. After each carding cycle, a card canvas is formed, in which the fibers are evenly mixed and oriented in the longitudinal direction. Sizing of hemp fibers occurs after each carding cycle. According to the dimensional characteristics, staple and modal diagrams of the length distribution and diagrams of the diameter distribution of hemp fibers were constructed. It was found that as a result of the carding process, the average length and thickness of hemp fibers decreased significantly while maintaining the normalized breaking load. But at the same time, the proportion of long fibers remains and a rather high linear density of the fibers remains, which does not allow them to be processed into yarn using a carded spinning system. It is recommended that you continue with the mechanical processing process or use carded hemp fiber to make yarn using the machine's wool spinning system.

Key words: hemp fiber, textile materials, fiber length and thickness, carding process.

Постановка проблеми

Дослідження геометричних характеристик луб'яних волокон, до яких відноситься конопляне волокно, є важливим завданням технологій їх переробки, так як обумовлює асортиментну приналежність даних волокон, вибір процесів їх переробки та якість майбутніх текстильних матеріалів [1]. Великий діапазон варіювання даних характеристик створює проблеми при виборі обладнання і технологічних режимів переробки луб'яних волокон у прядомоспроможне волокно. Останнім часом вітчизняний ринок текстильної сировини активно поповнюється імпортованим конопляним волокном. Українські виробники намагаються переробляти його у текстильні вироби різного призначення, але велика нерівномірність розмірних характеристик обумовлює пошук додаткових технологій обробки, основною з яких залишається механічний вплив на волокно. Тому дослідження у даному напрямку носять актуальний характер.

Аналіз останніх досліджень і публікацій

Відомо, що одним із основних і відповідальних механічних впливів на лубоволокнисті матеріали є процес чесання, у результаті якого відбувається подрібнення грубих технічних волокон на більш тонкі, розпрямлення і орієнтація довгих волокон, вичісування коротких та очищення їх від костри і деяких домішок [2, 3]. В основному цей процес досліджується для льняних волокон, а визначення якості прочосу та розмірних характеристик компонентів отриманого чесаного продукту має досить приблизний характер. Так, у роботі [4] проведений аналіз процесу чесання льняних волокон за допомогою параметра «розщепленість» і виявлений ступінь впливу переходів льоночесальної машини на даний параметр у вигляді функціональної залежності, що більше представляє інтерес як теоретичний матеріал. Для перетворення технічної коноплі у штапельоване волокно запропонована технологічна лінія з використанням чесальних машин [5], які дозволили знизити лінійну густину штапельованого волокна у 2 рази. Але дана сировина призначена в основному для виготовлення виробів технічного призначення, так як у своєму об'ємі має досить велику частку довгих волокон (більше 150 мм) зі значною нерівномірністю за товщиною. У роботі [6] для переробки волокон коноплі пропонується використання у структурі технологічного ланцюжка льонопереробного обладнання з модернізованими робочими органами гребеневого поля, основними елементами яких є голкові планки різних типів, які сприяють подовжньому розщепленню волокна і зменшенню нерівномірності за довжиною. Авторами доведена ефективність їх використання, але дослідження в цьому напрямку тривають.

Аналіз механічного впливу процесу чесання на геометричні показники конопляного волокна проаналізовано у роботі [7]. Автор досліджує вплив товщини і довжини волокон на умови виготовлення і структуру нетканих матеріалів і доводить значення початкової ідентифікації природних волокон для забезпечення якості текстильного матеріалу, який виготовлений з них. Автор наводить дані про результат

взаємодії волокон з гарнітурою чесальної машини, у результаті чого вихідні розмірні характеристики волокон змінюються. Так як характер і ступінь такої зміни, за даними [7], суттєво залежить від походження й початкових розмірних характеристик природних волокон, то необхідність у попередньому морфометричному дослідженні конопляних волокон актуальна. Автор встановлює залежність поздовжнього руйнування окремих волокон від кількості циклів чесання і зазначає, що після п'яти циклів чесання середньостатистичні розміри волокон зменшуються у 6,3 рази, що дозволяє використовувати їх для формування нетканих матеріалів із заданими властивостями.

При вирішенні питання отримання необхідних для подальшої переробки розмірних характеристик конопляного волокна постає необхідність контролю і збереження показників міцності волокон, як умови можливості одержання текстильних матеріалів із заданими властивостями. Для визначення взаємозв'язку між параметрами обробки целюлозних волокон (льону і конопель) і міцністю пучка волокон у [8] проведено експериментальні дослідження розривних характеристик після етапів вимочування, тіпання, чесання і котонізації волокон. Отримана експоненціальна залежність показала, що після кожного етапу відбувається зменшення міцності на 27 % і, як стверджують автори, втрати міцності відбуваються не за рахунок зменшення целюлозної складової волокон, а за рахунок змін в ультраструктурі волокна, що потребує додаткових досліджень.

В результаті проведеного аналізу літератури встановлено, що механічна переробка лубоволокнистої сировини представляє інтерес для виробників текстильної продукції, як найбільш доступний засіб у сучасних текстильних технологіях. Але при цьому постає питання отримання волокна з такими розмірними характеристиками, які забезпечать формування з нього пряжі заданого призначення.

Формулювання мети дослідження

Метою дослідження є визначення ступеню механічного впливу процесу чесання конопляного волокна на його розмірні характеристики і з'ясування можливості використання чесаного продукту для отримання коноплевмісної пряжі за кардною системою прядіння.

Виклад основного матеріалу

Популярність імпортової коноплесировини різного ступеня обробки серед вітчизняних виробників текстильної продукції обумовлена намаганням створення з неї зразків побутового текстилю, який має високу конкурентоспроможність, за існуючими технологіями переробки лляних волокон [9, 10]. Вибір технологічних параметрів переробки конопляної сировини залежить від морфометричних характеристик волокон, тобто від їх довжини, товщини і коефіцієнта варіації за довжиною і товщиною.

Попередній візуальний аналіз конопляних волокон, які є одним із зразків, що потрапляють на український ринок текстилю та обрані предметом даного дослідження, свідчить про те, що дане волокно пройшло первинну переробку та процес механічної котонізації. Довжина конопляного котоніну змінюється від 10 до 270 мм, а лінійна густина знаходиться у межах від 4,46 до 9,3 текс [11, 12]. Такі розмірні характеристики не дозволяють використовувати його для виготовлення пряжі побутового призначення. Тому для подальшого розщеплення комплексних конопляних волокон і зменшення їх довжини необхідно провести додаткову механічну обробку, в якості якої обрано процес чесання.

Для проведення дослідження впливу механіки процесу чесання на геометричні характеристики конопляного котоніну використаний лабораторний змішувач волокон «Лаборміксер» ФМ-10 [13], який дозволяє розпушувати, змішувати і подовжньо орієнтувати волокна, що представляє собою імітацію процесу чесання на чесальному обладнанні у виробничих умовах (рис. 1). У результаті формується волокнистий напівфабрикат – чесальний холст. Принцип дії приладу полягає у тому, що волокна, які подаються у прилад живильним валиком, знімаються пружними голками розпушувального барабану при їх обережному прочісуванні і впорядкуванні в напрямку обертання барабану, нашаровуються один на одне і рівномірно змішуються, утворюючи тонке полотно.

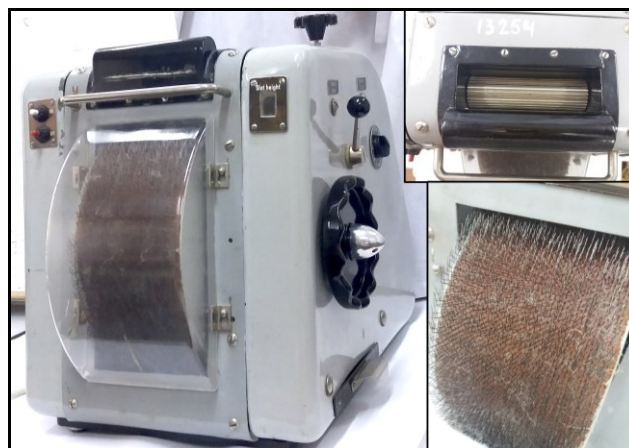


Рис. 1. Лаборміксер ФМ-10

Із загальної маси конопляних волокон, що представляють собою пак вагою 185 кг, відібрано 3 проби за методикою [14] та проведена їх витримка при стандартних кліматичних умовах [15]. Результати досліджень зміни розмірних характеристик конопляних волокон після процесу чесання представлені як середнє арифметичне з трьох проб.

Визначення довжини конопляних волокон проведено методом проміру одиничних волокон [16] та за отриманими результатами побудовані штапельні діаграми розподілу довжини (рис. 2–7).

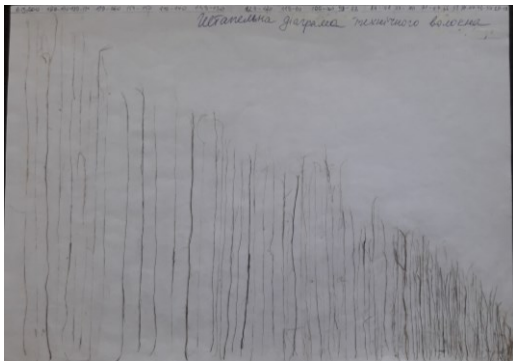


Рис. 2. Штапельна діаграма (вихідне волокно)

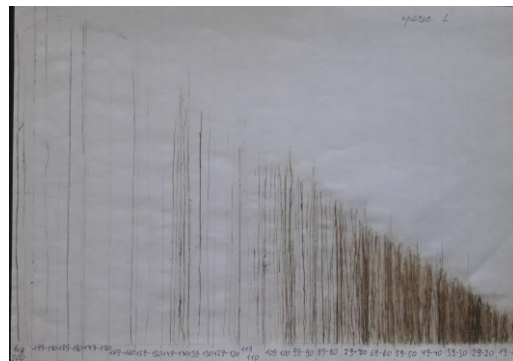


Рис. 3. Прочіс 1

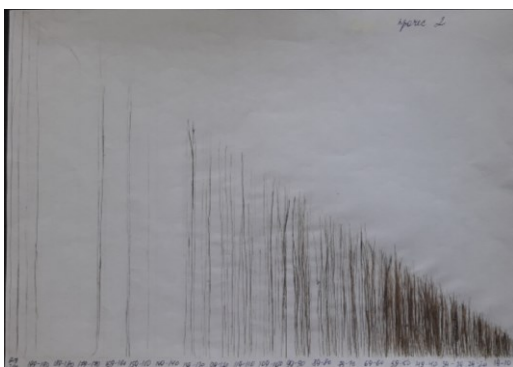


Рис. 4. Прочіс 2

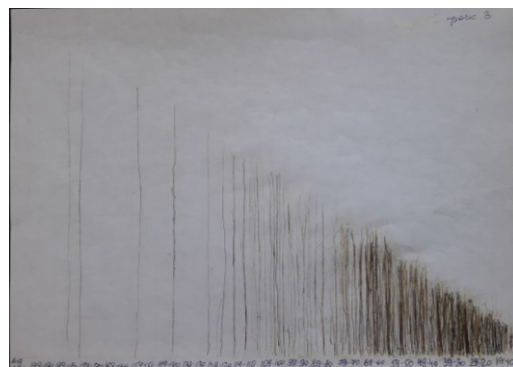


Рис. 5. Прочіс 3

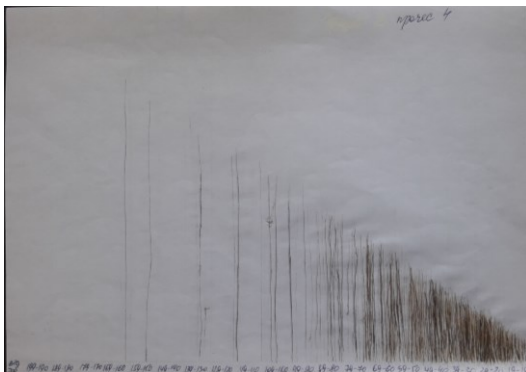


Рис. 6. Прочіс 4

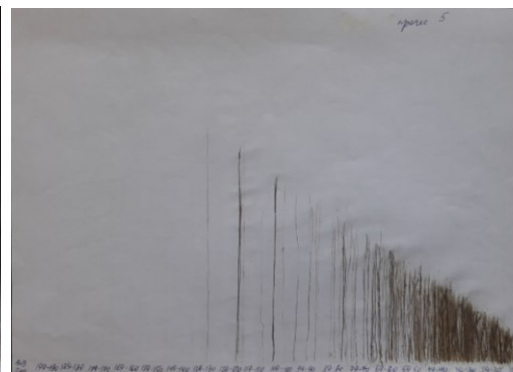


Рис. 7. Прочіс 5

На рис. 8–13 представлені модальні діаграми розподілу довжини конопляних волокон, які показують кількість волокон у групах після кожного циклу чесання.



Рис. 8. Діаграма розподілу довжини



Рис. 9. Діаграма розподілу після 1 прочісу (вихідне волокно)



Рис. 10. Діаграма розподілу після 2 прочосу



Рис. 11. Діаграма розподілу після 3 прочосу



Рис. 12. Діаграма розподілу після 4 прочосу



Рис. 13. Діаграма розподілу після 5 прочосу

Зведені дані щодо відсоткового відношення розподілу конопляних волокон за групами довжин після кожного циклу чесання представлені у таблиці 1.

Таблиця 1

Розподіл конопляних волокон за групами довжини

Кількість прочосів	Кількість волокон пухової групи, %	Кількість прядомих волокон, %	Кількість довгих волокон, %
Вихідне волокно	6,6	44,8	48,6
1 прочіс	6,9	49,3	43,8
2 прочіс	7,7	49,5	42,8
3 прочіс	8,1	52,4	39,5
4 прочіс	13,1	60,8	26,1
5 прочіс	15,5	65,7	18,8

Аналіз результатів свідчить про те, що у вихідному волокні переважають довгі волокна, а кількість волокон прядомої групи недостатня для того, щоб переробляти його у пряжу за кардною системою прядіння. У процесі чесання група прядомих волокон поступово збільшується і досягає 65,7 %, а група довгих волокон зменшується майже на 30 %, що демонструє ефективність механічного впливу чесання на розмірні характеристики конопляного волокна. Але при цьому у дослідній пробі залишаються довгі волокна. Їх частка складає 18,8 %, а довжина максимально довгого волокна складає 134 мм, що менше у порівнянні з вихідним волокном на 129 мм.

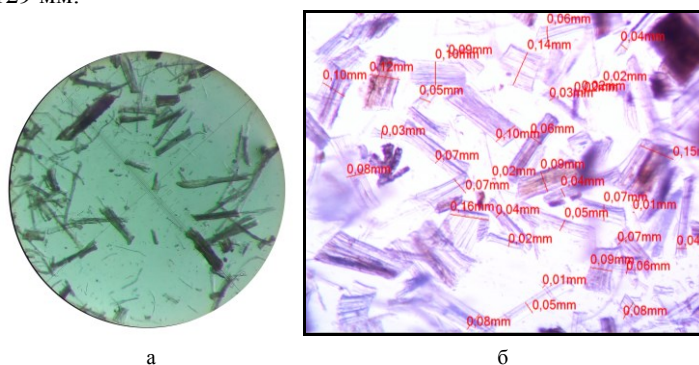


Рис. 14. Дослідження діаметра конопляних волокон: а) вид в окулярі мікроскопа мікропрепаратів волокон; б) вимірювання діаметрів волокон за допомогою програми TourView (зображення на комп'ютері)

Оцінка товщини конопляних волокон проведена мікроскопічним методом, для чого використаний мікроскоп МБС-10 (див. рис. 14, а). Сутність даного методу полягає у вимірюванні діаметра 20 мікропрепаратів волокон довжиною 2 мм з наступним математичним розрахунком лінійної густини волокон [17]. Для підрахунку діаметрів волокон застосовано цифрову камеру-окуляр Sigeta UCMOS 1300 1.3 MP [18], яка передає зображення досліджуваного об'єкта на екран комп'ютера і за допомогою програми TourView [19] відбувається обробка даних (у даному випадку вимірювання діаметра волокон), рис. 14, б.

За середніми результатами проведених вимірювань побудовані діаграми розподілу діаметра волокон, які представлені на рис. 15–20.

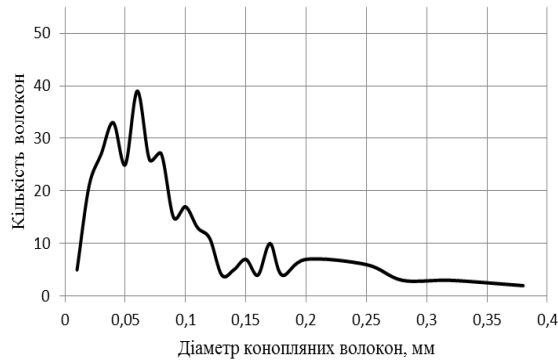


Рис. 15. Діаграма розподілу діаметра

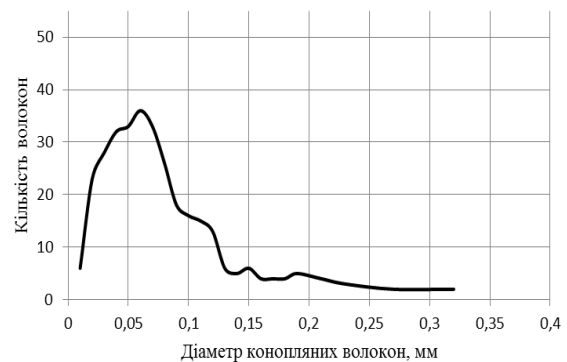


Рис. 16. Діаграма розподілу після 1 прочосу (вихідне волокно)

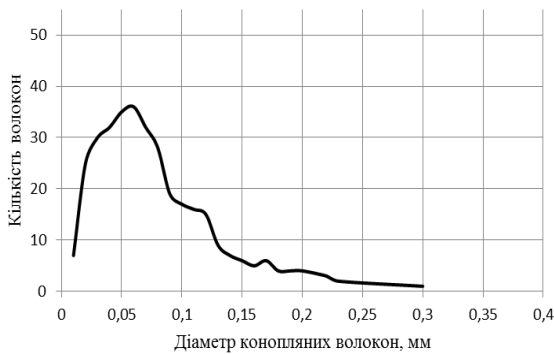


Рис. 17. Діаграма розподілу після 2 прочосу

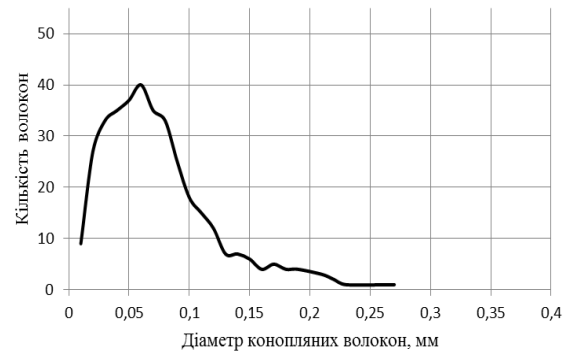


Рис. 18. Діаграма розподілу після 3 прочосу

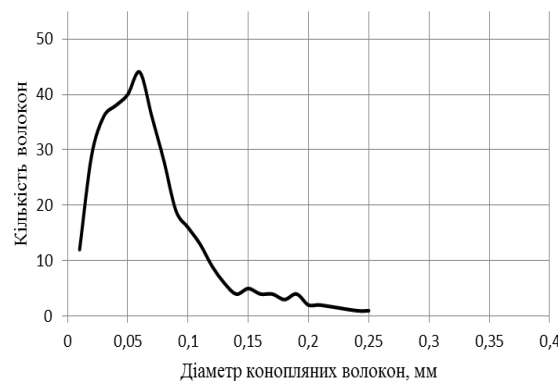


Рис. 19. Діаграма розподілу після 4 прочосу

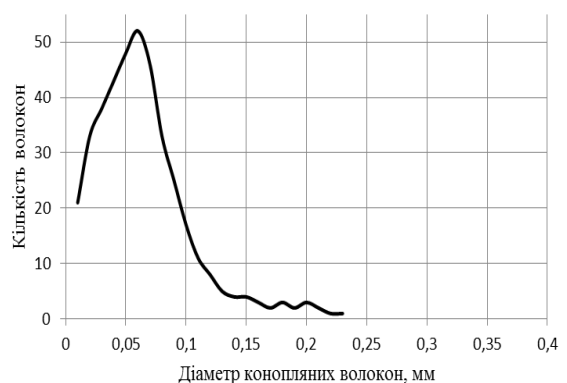


Рис. 20. Діаграма розподілу після 5 прочосу

Зведені дані щодо зміни лінійної густини конопляних волокон після кожного циклу чесання представлені у таблиці 2.

Таблиця 2

Зміна лінійної густини конопляних волокон

Кількість прочосів	Середній діаметр волокон, мм	Лінійна густина волокон, текс
Вихідне волокно	0,083	8,22
1 прочіс	0,078	7,29
2 прочіс	0,075	6,71
3 прочіс	0,073	6,36
4 прочіс	0,069	5,68
5 прочіс	0,065	5,01

Аналіз результатів свідчить про те, що вихідні конопляні волокна мають велику кількість товстих волокон діаметром від 0,1 до 0,38 мм (рис. 10), які складають 29,3 % загальної кількості волокон. Отже за товщиною дане конопляне волокно не придатне для отримання пряжі середньої лінійної щільності за кардною системою прядіння. Після процесів чесання спостерігається поступове зменшення товщини конопляних волокон. Загальна кількість товстих волокон після п'ятого прочосу становить 16,3 %. Значення лінійної густини конопляних волокон у підсумку знизилось на 39 % та дорівнює 5,01 текс.

При зменшенні розмірних характеристик волокон у процесі чесання необхідно проводити контроль їх міцності, яке нормується і впливає на властивості готових текстильних виробів. Тому наступним етапом роботи є визначення впливу процесу чесання на розривні характеристики конопляних волокон за стандартною методикою з використанням штапельного динамометру ДШ-3М [20]. Результати представлені у таблиці 3.

Таблиця 3

Зміна розривного навантаження конопляних волокон

Номер зразка	Розривне навантаження, Н	Кількість волокон	Маса волокон, мг
1	19,47	20	0,7
2	17,97	15	0,6
3	17,33	15	0,5
4	10,35	25	0,3
5	8,20	25	0,2

У результаті механічного впливу процесу чесання відбувається зменшення поперекових розмірів комплексних волокон, що викликає зменшення їх розривного навантаження. Але при цьому загальний рівень міцності волокон залишається у межах норми [21].

Висновки

1. За результатами аналізу літературних джерел встановлено, що для реалізації технологій механічної переробки коноплесировини необхідне ретельне попереднє дослідження геометричних характеристик конопляних волокон, а також динаміки їх зміни у процесі переробки.

2. Проведено дослідження геометричних характеристик конопляних волокон імпортного походження та з'ясовано, що дане волокно пройшло первинну переробку та процес механічної катонізації. Однак довжина і товщина волокон варіюється у великих межах, що не дозволяє використовувати його для виготовлення текстильних виробів побутового призначення. Тому для подальшого розщеплення комплексних конопляних волокон і зменшення їх довжини запропонована додаткова механічна обробка, в якості якої обрано процес чесання.

3. Встановлено, що у результаті проведення процесу чесання відбулась зміна геометричних характеристик конопляних волокон. Середня довжина і товщина волокон зменшилась при збереженні нормованого значення розривного навантаження. Але при цьому залишаються довгі волокна (до 134 мм), частка яких складає 18,8 %. Лінійна густина конопляних волокон знизилась на 39 % та дорівнює 5,01 текс.

4. Результати даного дослідження демонструють ефективність механічного впливу чесання на розмірні характеристики конопляного волокна. Однак для отримання конопляного волокна, придатного для використання за кардною системою прядіння, необхідно продовжувати процес його механічної переробки. В отриманому вигляді його можливо використовувати для виготовлення сумішної пряжі за апаратною системою прядіння шерсті.

Література

1. Ляліна Н.П. Розвиток наукових основ первинної переробки стебел ненаркотичних конопель для отримання волокон різного функціонального призначення : дисертація на здобуття наукового ступеня доктора технічних наук / Ляліна Н.П. – Херсон, 2015. – 335 с.
2. Слізков А. М. Механічна технологія текстильних матеріалів. Частина I. (Прядильне та крутильне виробництва) / А. М. Слізков, Т.О. Якубовська, І. А. Прохорова. – К. : КНУТД, 2014. – 432 с.
3. Механическая технология текстильных материалов : учеб. для вузов / А.Г. Севостьянов, Н.А. Осьмин, В.П. Щербаков и др. – М. : Легпромбытиздат, 1989. – 512 с.
4. Исаев И.А. Использование параметра «расщепленность» как основы для математического описания процесса чесания льняных волокон на льночесальных машинах и агрегатах / И.А. Исаев, В.И. Жуков, П.А. Исаев // Известия вузов. Технология текстильной промышленности. – 2013. – № 4(346). – С. 35–37.
5. Королева Е.Н. Исследование линий для переработки технической конопли в однотипную и штапельированную пеньку / Е.Н. Королева, Э.В. Новиков, А.В. Безбабченко, Д.М. Шевалдин // Научно-технический бюллетень Всероссийского НИИ масличных культур. – 2018. – Вып. 3 (175). – С. 85–91.
6. Кулемкин Ю.В. Модернизация гребенного поля льночесальной машины для переработки волокон конопли / Ю.В. Кулемкин, А.В. Привалов, Г.М. Травин // Известия вузов. Технология текстильной промышленности. – 2014. – № 5(353). – С. 130–133.
7. Кучеренко Є.В. Розробка технології одержання високоеластичних волокнистих матеріалів із вторинної сировини : дис. на здобуття наукового ступеня доктора філософії : 161 – хімічні технології / Є.В. Кучеренко. – Київ, 2020. – 152 с.

8. Thygesen A., Madsen B., Bjerre A.B., Lilholt H. (2011). Cellulosic Fibers: Effect of Processing on Fiber Bundle Strength, *Journal of Natural Fibers*, 8:3, 161–175.
9. Михайлова Л.І. Оцінка економічного потенціалу виробництва продукції коноплярства в Україні / Л.І. Михайлова, Л.В. Коренівська // *Економіка АПК*. – 2020. – № 1. – С. 33.
10. Бойко Г. Технічні коноплі: перспективи розвитку ринку в Україні / Г. Бойко, Г. Тіхосова, А. Кутасов // *Товари і ринки*. – 2018. – № 1. – С. 110–120.
11. Кирильчук І.Є. Визначення геометричних характеристик конопляного волокна / І.Є. Кирильчук, О.А. Гич, М.І. Расторгуєва // *Молодь – науці і виробництву* – 2018: Інноваційні технології легкої промисловості : матеріали міжнародної науково-практичної конференції здобувачів вищої освіти і молодих учених, 17-18 травня 2018 р., м. Херсон (Україна), 2018 р. – С. 71.
12. Гич О.А. Визначення лінійної густини конопляних волокон / О.А. Гич, М.І. Расторгуєва, К.О. Костюніна // *Матеріали IV-ї Міжнародної науково-практичної конференції «Сучасні технології промислового комплексу: базові процесні інновації – 2018»*, (12–16 вересня 2018 р.). – Херсон : ХНТУ, 2018. – Випуск 4. – С. 189.
13. Лабораторний апарат для змішування елементарних волокон «Лабормиксер» типу FM-10.
14. ДСТУ 5015:2008. Волокно лляне коротке. Технічні умови.
15. ДСТУ ISO 139:2007. Матеріали текстильні. Стандартні атмосферні умови для кондиціювання та випробування (ISO 139:2005, IDT).
16. Гич О.А. Вплив процесу чесання на довжину та товщину конопляного волокна / О.А. Гич, М.І. Расторгуєва // «Молодь – науці і виробництву – 2019: Інноваційні технології легкої промисловості» : матеріали міжнародної науково-практичної конференції здобувачів вищої освіти і молодих учених, 16-17 травня 2019 р., м. Херсон (Україна) / Херсонський національний технічний університет, 2019 р. – С. 41–43.
17. Кукин Г. Н. Текстильное материаловедение (волокна и нити) / Кукин Г. Н., Соловьев А. Н., Кобляков А. И. – М. : Легпромбытиздат, 1989. – 352 с.
18. Камера для микроскопа SIGETA CMOS 1300 1.3MP USB2.0. – URL : <https://oz.com.ua/pr-sifrovaja-kamera-sigeta-cmos-1300-1-3mp.html>.
19. 2010-2015 Touptek Photonics, Zhejiang, P.R.China. Instructions to TouptekView. – URL: <http://www.touptek.com/product/showproduct.php?lang=en&id=103>.
20. Расторгуєва М.І. Матеріалознавство та експертиза текстильних виробів : навч. посіб. для вузів / М.І. Расторгуєва, В.В. Євтушенко, О.В. Горизонтова. – Херсон, 2009. – 206 с.
21. Расторгуєва М.І. Розробка технології отримання багатокомпонентної пряжі з використанням конопляного катоніну : дис. канд. техн. наук : 05.19.03 / Марія Йосипівна Расторгуєва. – Херсон, 2007. – 180 с.

References

1. Lialina N.P. Rozvytok naukovykh osnov pervynnoi pererobky stebel nenarkotychnykh konopel dlia otrymannia volokon riznogo funktsionalnogo pryznachennia : dysertatsiia na zdobuttia naukovoho stupenia doktora tekhnichnykh nauk / Lialina N.P. – Kherson, 2015. – 335 s.
2. Slizkov A. M. Mekhanichna tekhnolohiia tekstylnykh materialiv. Chastyna I. (Priadylna ta krutylne vyrobnytstva) / A. M. Slizkov, T.O. Yakubovska, I. A. Prokhorova. – K. : KNUTD, 2014. – 432 s.
3. Mekhanicheskaya tekhnologiya tekstilnykh materialov : ucheb. dlya vuzov / A.G. Sevostyanov, N.A. Osmin, V.P. Sherbakov i dr. – M. : Legprombytizdat, 1989. – 512 s.
4. Isaev I.A. Ispolzovanie parametra «rassheplennost» kak osnovy dlya matematicheskogo opisaniya processa chesaniya lnyanykh volokon na lnochesalnykh mashinakh i agregatah / I.A. Isaev, V.I. Zhukov, P.A. Isaev // *Izvestiya vuzov. Tekhnologiya tekstilnoy promyshlennosti*. – 2013. – № 4(346). – S. 35–37.
5. Koroleva E.N. Issledovanie liniy dlya pererabotki tekhnicheskoy konopli v odnotipnuyu i shtapelirovannuyu penku / E.N. Koroleva, E.V. Novikov, A.V. Bezbabchenko, D.M. Shevaldin // *Nauchno-tekhnicheskij byulleten Vserossiyskogo NII maslichnykh kultur*. – 2018. – Vyp. 3 (175). – S. 85–91.
6. Kulemkin Yu.V. Modernizatsiya grebennogo polya lnochesalnoy mashiny dlya pererabotki volokon konopli / Yu.V. Kulemkin, A.V. Privalov, G.M. Travin // *Izvestiya vuzov. Tekhnologiya tekstilnoy promyshlennosti*. – 2014. – № 5(353). – S. 130–133.
7. Kucherenko Ye.V. Rozrobka tekhnolohii oderzhannia vysokoelastichnykh voloknistykh materialiv iz vtorynnoi syrovyny : dys. na zdobuttia naukovoho stupenia doktora filosofii : 161 – khimichni tekhnolohii / Ye.V. Kucherenko. – Kyiv, 2020. – 152 s.
8. Thygesen A., Madsen B., Bjerre A.B., Lilholt H. (2011). Cellulosic Fibers: Effect of Processing on Fiber Bundle Strength, *Journal of Natural Fibers*, 8:3, 161–175.
9. Mykhailova L.I. Otsinka ekonomichnogo potentsialu vyrobnytstva produktsii konopliarstva v Ukraini / L.I. Mykhailova, L.V. Korenivska // *Ekonika APK*. – 2020. – № 1. – S. 33.
10. Boiko H. Tekhnichni konopli: perspektivy rozvytku rynku v Ukraini / H. Boiko, H. Tikhosova, A. Kutasov // *Tovary i rynky*. – 2018. – № 1. – S. 110–120.
11. Kyrylchuk I.Ie. Vyznachennia heometrychnykh kharakterystyk konoplianooho volokna / I.Ie. Kyrylchuk, O.A. Hych, M.I. Rastorhuieva // *Molod – nauksi i vyrobnytstvu* – 2018: Innovatsiini tekhnolohii lehkoi promyslovosti : materialy mizhnarodnoi naukovo-praktychnoi konferentsii zdobuvachiv vyshchoi osvity i molodykh uchenykh, 17-18 travnia 2018 r., m. Kherson (Ukraina) / Khersonskiy natsionalnyi tekhnichnyi universytet, 2018 r. – S. 71.
12. Hych O.A. Vyznachennia liniinoi hustyny konoplianykh volokon / O.A. Hych, M.I. Rastorhuieva, K.O. Kostyunina // *Materialy IV-yi Mizhnarodnoi naukovo-praktychnoi konferentsii «Suchasni tekhnolohii promyslovoho kompleksu: bazovi protsesni innovatsii – 2018»*, (12–16 veresnia 2018 r.). – Kherson : KhNTU, 2018. – Vypusk 4. – S. 189.
13. Laboratornii apparat dlia smeshyvaniya elementarnykh volokon «Labormyksr» typu FM-10.
14. DSTU 5015:2008. Volokno lliane korotke. Tekhnichni umovy.
15. DSTU ISO 139:2007. Materialy tekstylni. Standartni atmosfery umovy dlia kondytsiuvannia ta vyprobuvannia (ISO 139:2005, IDT).
16. Hych O.A. Vplyv protsesu chesannia na dovzhynu ta tovschynu konoplianooho volokna / O.A. Hych, M.I. Rastorhuieva // «Molod – nauksi i vyrobnytstvu – 2019: Innovatsiini tekhnolohii lehkoi promyslovosti» : materialy mizhnarodnoi naukovo-praktychnoi konferentsii zdobuvachiv vyshchoi osvity i molodykh uchenykh, 16-17 travnia 2019 r., m. Kherson (Ukraina) / Khersonskiy natsionalnyi tekhnichnyi universytet, 2019 r. – S. 41–43.

17. Kukin G. N. Tekstilnoe materialovedenie (volokna i nitej) / Kukin G. N., Solov'ev A. N., Koblyakov A. I. – M. : Legprombytizdat, 1989. – 352 s.
18. Kamera dlya mikroskopa SIGETA MCMOS 1300 1.3MP USB2.0. – URL : <https://oz.com.ua/pr-tsifrovaja-kamera-sigeta-mcmos-1300-1-3mp.html>.
19. 2010-2015 ToupTek Photonics, Zhejiang, P.R. China. Instructions to ToupView. – URL: <http://www.touptek.com/product/showproduct.php?lang=en&id=103>.
20. Rastorhuieva M.I. Materialoznavstvo ta ekspertyza tekstylnykh vyrobiv : navch. posib. dlia vuziv / M.I. Rastorhuieva, V.V. Yevtushenko, O.V. Horizontova. – Kherson, 2009. – 206 s.
21. Rastorhuieva M.I. Rozrobka tekhnolohii otrymannia bahatokomponentnoi priazhi z vykorystanniam konopljanoho kotoninu : dys. kand. tekhn. nauk : 05.19.03 / Mariia Yosypivna Rastorhuieva. – Kherson, 2007. – 180 s.

О. А. ГИЧ

М. Й. РАСТОРГУЄВА

О. В. ЗАКОРА

ORCID ID: 0000-0002-1107-6743

ORCID ID: 0000-0002-0824-4726

ORCID ID: 0000-0001-6760-2370

gych93@ukr.net

dek.tdesign@kntu.net.ua

zoksw@ukr.net

Рецензія/Peer review : 19.05.2021 р.

Надрукована/Printed : 30.06.2021 р.