УДК: 677.12 https://doi.org/10.35546/kntu2078-4481.2021.1.16

О.А. ГИЧ
Херсонський національний технічний університет
ORCID: 0000-0002-1107-6743
М.Й. РАСТОРГУЄВА
Херсонський національний технічний університет
ORCID: 0000-0002-0824-4726
О.В.ЗАКОРА
Херсонський національний технічний університет
ORCID: 0000-0001-6760-2370

АНАЛІЗ ПРОБЛЕМИ ПЕРЕРОБКИ ТЕХНІЧНИХ КОНОПЕЛЬ У ПРЯДОМОСПРОМОЖНЕ ВОЛОКНО

У статті проведено моніторинг наукового матеріалу для визначення реального стану питання переробки конопляної сировини у текстильні вироби побутового призначення та можливості інтенсифікації текстильного виробництва за рахунок засвоєння новітніх способів котонізації технічних конопляних волокон.

З'ясовано, що в Україні активно розвивається мережа підприємств, що анонсують випуск і реалізацію текстильної продукції, яка виготовлена з використанням конопель. Проте запропонована продукція власного виробництва представлена в основному нетканими і крученими виробами, а частка текстильних виробів з тканих і трикотажних полотен у порівнянні із конопляною продукцією імпортного походження невелика. Це обумовлено тим, що для її виготовлення потрібно застосовувати складні процеси переробки конопляних волокон у пряжу, для розвитку яких наразі в Україні відсутні відповідні технології. Отже розвиток технологій глибинної переробки технічних конопель у прядильноспроможне волокно є тим актуальним напрямком вітчизняної текстильної промисловості, який може забезпечити стале зростання коноплепереробної галузі на власній сировинній базі.

Наведено порівняльні характеристики найбільш поширених методів котонізації луб'яних волокон. Аналізуючи їх переваги і недоліки та розглядаючи руйнування інкрустуючих речовин у комплексних технічних волокнах конопель як модель процесу очищення від домішок, висунуто припущення, що до них можна застосовувати відомі технології очищення за допомогою ультразвуку у водному середовищі, що підтверджено позитивним досвідом використання ультразвукової кавітації для очищення поверхонь тканин від бруду, розробкою кавітаційних апаратів для екстракції пектинових речовин рослинної сировини та застосуванням ультразвукової обробки для інтенсифікації процесу механічної котонізації пеньоволокна. Дані дослідження дозволили обґрунтувати доцільність використання ультразвукової кавітації у технологіях переробки технічних конопель у прядомоспроможне волокно.

Ключові слова: текстильні матеріали, технічні коноплі, конопляне волокно, котонізація, ультразвукова кавітація.

О.А. ГЫЧ
Херсонский национальный технический университет
ORCID: 0000-0002-1107-6743
М.Й. РАСТОРГУЕВА
Херсонский национальный технический университет
ORCID: 0000-0002-0824-4726
О.В.ЗАКОРА
Херсонский национальный технический университет
ORCID: 0000-0001-6760-2370

АНАЛИЗ ПРОБЛЕМЫ ПЕРЕРАБОТКИ ТЕХНИЧЕСКОЙ КОНОПЛИ В ПРЯДИЛЬНОСПОСОБНОЕ ВОЛОКНО

В статье проведен мониторинг научного материала для определения реального состояния вопроса переработки конопляного сырья в текстильные изделия бытового назначения и возможности интенсификации текстильного производства за счет освоения новых способов котонизации технических конопляных волокон.

Установлено, что в Украине активно развивается сеть предприятий, которые анонсируют выпуск и реализацию текстильной продукции, производимой с использованием конопли. Однако

предлагаемая продукция собственного производства представлена в основном неткаными и крученными изделиями, а доля текстильных изделий из тканых и трикотажных полотен по сравнению с конопляной продукцией импортного происхождения невелика. Это обусловлено тем, что для ее изготовления нужно применять сложные процессы переработки конопляных волокон в пряжу, для развития которых сейчас в Украине отсутствуют соответствующие технологии. Таким образом, развитие технологий глубокой переработки технической конопли в прядильноспособное волокно является тем актуальным направлением отечественной текстильной промышленности, которое может обеспечить устойчивый рост коноплеперерабатывающей отрасли на собственной сырьевой базе.

Приведены сравнительные характеристики наиболее распространенных методов котонизации лубяных волокон. Анализируя их преимущества и недостатки и рассматривая разрушение инкрустирующих веществ в комплексных технических волокнах конопли как модель процесса очистки от примесей, выдвинуто предположение, что к ним можно применять известные технологии очистки с помощью ультразвука в водной среде, что подтверждается положительным опытом использования ультразвуковой кавитации для очистки поверхностей тканей от грязи, разработкой кавитационных аппаратов для экстракции пектиновых веществ растительного сырья и применением ультразвуковой обработки для интенсификации процесса механической котонизации пеньоволокна. Данные исследования позволили обосновать целесообразность использования ультразвуковой кавитации в технологиях переработки технической конопли в прядильноспособное волокно.

Ключевые слова: текстильные материалы, техническая конопля, конопляное волокно, котонизация, ультразвуковая кавитация.

O.A. HYCH
Kherson National Technical University
ORCID: 0000-0002-1107-6743
M.I. RASTORHYIEVA
Kherson National Technical University
ORCID: 0000-0002-0824-4726
O.V. ZAKORA
Kherson National Technical University
ORCID: 0000-0001-6760-2370

ANALYSIS OF THE PROBLEM OF PROCESSING INDUSTRIAL HEMP INTO SPINNABLE FIBER

The article monitors scientific material to determine the real state of the issue of processing of hemp raw materials into household textiles and the possibility of intensifying of textile production through the development of new methods of industrial hemp fiber cottonization.

It has been established that a network of enterprises, which announce the release and sale of textile products made using hemp, is actively developing in Ukraine. However, the offered products of our own production are represented mainly by non-woven and twisted products, and the share of textiles from woven and knitted fabrics in comparison with hemp products of imported origin is small. This is due to the fact that for its production it is necessary to apply complex processes of processing hemp fibers into yarn, for the development of which there are currently no appropriate technologies in Ukraine. Thus, the development of technologies for the deep processing of industrial hemp into spinning fiber is that topical direction of the domestic textile industry, which can ensure sustainable growth of the hemp processing industry on its own raw material baseю

Comparative characteristics of the most common methods of cottonization of bast fibers are given. Analyzing their advantages and disadvantages and considering the destruction of encrusting substances in complex industrial hemp fibers as a model of the cleaning process from impurities, it was suggested that known cleaning technologies using ultrasound in an aqueous medium can be applied to them, which is confirmed by the positive experience of using ultrasonic cavitation for cleaning surface from dirt, the development of cavitation devices for the extraction of pectin substances of plant raw materials and the use of ultrasonic treatment to intensify the process of mechanical cottonization of hemp fiber. These studies made it possible to substantiate the advisability of using ultrasonic cavitation in technologies for processing industrial hemp into spinning fiber.

Key words: textile materials, industrial hemp, hemp fiber, cottonization, ultrasonic cavitation.

Постановка проблеми

У розвинутих країнах світу спостерігається зростання попиту на екологічно чисті вироби, виготовлені з натуральної сировини. Ця тенденція намітилася ще на початку 21-го століття, коли на одязі ряду професійних модельєрів і дизайнерів з'являлися зображення конопляного листка, який став позначкою модного тренду. Таким чином, світ моди швидко зреагував на новітні тенденції в інших

сферах життя, де вже давно стала відбуватися реабілітація конопель і використання її властивостей [1]. Тому останніми тенденціями у сфері індустрії моди став розвиток модних ліній одягу, специфічна особливість яких заснована на унікальних властивостях конопляного волокна [2]. Враховуючи той факт, що коноплі є традиційною українською культурою для виробництва текстилю, чому сприяють місцеві кліматичні умови, що дають змогу вирощення рослин високої якості [3], розвиток технологій глибинної переробки технічних конопель у прядильноспроможне волокно є тим актуальним напрямком вітчизняної текстильної промисловості, який може забезпечити становлення і зростання коноплепереробної галузі на власній сировинній базі.

Аналіз останніх досліджень і публікацій

Аналіз публікацій з проблем отримання і використання конопляної сировини в Україні показав, що наукова робота ведеться в основному у двох напрямках: селекційні розробки і технології первинної переробки конопель.

Вітчизняні селекціонери досягли значних успіхів у своїй галузі, результатом чого стало отримання на базі Інституту луб'яних культур НААН України високоякісних сортів однодомних рослин конопель з відсутністю наркотичних речовин, що дозволило зняти заборону з культивування конопель в багатьох країнах та повернути цінну сировину у світове виробництво [4]. Колектив науковців Інституту луб'яних культур надалі продовжує вести активну селекційну роботу в напрямі створення сортів конопель спеціального призначення у відповідності до сфери застосування (одні більш придатні для харчової промисловості, інші – для легкої промисловості тощо) з повною відсутністю наркотичних властивостей та більш високим врожаєм волокна та насіння [5]. Проте, в основному вирощування конопляної культури направлене на використання її у виробництві целюлози та паперу, ізоляційних й будівельних матеріалів, продуктів харчування й косметичних засобів, пресованих виробів, технічного текстилю тощо. Винятком є тільки Китай, який вирощує промислові коноплі для виготовлення одягового текстилю [6].

Розробка і удосконалення технологій первинної переробки конопляної сировини займає велику частку у наукових пошуках вітчизняних дослідників. Цим напрямком активно займаються науковці Інституту луб'яних культур, а також співробітники Херсонського національного технічного університету, зокрема кафедри товарознавства стандартизації та сертифікації та інші. Ними проведений глибокий аналіз сучасного світового і вітчизняного ринку текстилю, виготовленого з використанням конопель [1], проаналізовано можливості традиційної вітчизняної та передових світових технології механічної переробки стебел трести конопель [5], розглянуто перспективні сфери використання коноплесировини у виробництві товарів різного призначення [7]. З метою отримання довгого і короткого конопляного волокна високої якості науковцями запропоновані або удосконалені різні способи переробки коноплесировини для створення інноваційної продукції з новими якісними характеристиками [3], винайдені оптимальні режими роботи технологічного обладнання [8]. В Інституті луб'яних культур завершуються роботи з розробки та впровадження першої вітчизняної переробної лінії для виділення конопляного волокна [9], що забезпечує одержання однотипного волокна з мінімальним вмістом костриці за мінімальних витрат електроенергії та людських ресурсів. Але аналіз даних розробок показав, що вдосконалення традиційних технологій первинної переробки конопель поки що не дають бажаних результатів з отримання конопляних волокон, придатних для виготовлення з них пряжі середньої лінійної густини побутового призначення. Для подальшого їх використання необхідне застосування технологій глибинної переробки конопляного лубу у волокно, які на сьогоднішній час в Україні відсутні [5].

Аналіз вітчизняного ринку текстилю, який проведений за інтернет-виданнями, дозволив зробити висновок, що в Україні розвивається мережа підприємств, що анонсують випуск і реалізацію текстильної продукції, яка виготовлена з використанням конопляних волокон. Проте запропонована продукція власного виробництва представлена лише нетканими виробами, а все, що пов'язане з пряжею, тканинами, трикотажем, імпортується з-за кордону. Так, наприклад, за матеріалами, представленими на сайті «Техническая конопля в Украине и других странах» [10], в Україні налічується 321 підприємство, пов'язане з просуванням продукції з конопель різного призначення, з яких лише 3 підприємства мають безпосереднє відношення до виробництва текстильної продукції з конопель: «HEMPS» (Житомирська обл.), «DevoHome» (м. Київ) та «Alengroup» (м. Київ). Це зумовлено тим, що на сьогодні в країні немає умов для розвитку даного напрямку.

Компанія «HEMPS» [11] займається випуском та збутом модного сучасного та екологічно чистого взуття з конопляної тканини. Конопляний бренд «DevoHome» [12] зосередив свої сили на виробництві натурального текстилю з конопляного волокна і одягу з конопель. В асортимент входять такі товари, як пледи, ковдри, подушки, матраци, шуби, які наповнені конопляним волокном, а також пропонують дитячий текстиль, дитячі пелюшки і навіть одяг з конопель – шкарпетки, жилетки, сукні. Проте більша частина продукції створена з тканих і трикотажних полотен зарубіжних виробників. Підприємство «Alengroup» розробило проєкт екологічно чистого взуття, одягу і аксесуарів для людей, які

прагнуть здоров'я душі й тіла [13]. В останні роки фірма намагається досягти результатів з переробки конопляної сировини для отримання пряжі і тканин власного виробництва та активно проводить у цьому напрямку дослідження.

Але основна частка вітчизняних підприємств переробляє текстильну конопляну сировину у різноманітну продукцію, яка не потребує виготовлення прядомоспроможного волокна: ковдри та подушки з наповнювачем з конопляних волокон, мотузки, шпагати, канати, паливні брикети, розсипні утеплювачі тощо [14, 15].

Останнім часом камвольно-суконним комбінатом «Чексіл» апробовані технології виготовлення коноплевмісних тканин для виконання приватного замовлення з давальної сировини. Коноплевмісна пряжа лінійної густини 125 текс з додаванням 50% хімічних волокон, що дозволяє отримати її за апаратною системою прядіння, використовується для тканин технічного призначення. Зображення деяких зразків тканин, виготовлених на КСК «Чексіл», показано на рис. 1.

Рис. 1. Конопляні тканини технічного призначення

З таких тканин виготовляють верхню частину взуття, аксесуари (кепки, сумки), взуттєві застілки тощо. Також існує досвід отримання коноплевмісної пряжі за апаратною системою прядіння із суміші вовни з технічними коноплями вітчизняного виробництва. Але дана пряжа має низьку якість.

Не дивлячись на те, що широке коло науковців і виробників тісно займаються проблемою переробки конопляної сировини у текстильні вироби, основною і складною проблемою залишається одержання конопляного волокна, придатного для виготовлення пряжі.

Формулювання мети дослідження

Метою даного дослідження є аналіз існуючих способів переробки технічних конопель у прядомоспроможне волокно і визначення перспективних напрямків для отримання коноплевмісної пряжі побутового призначення.

Викладення основного матеріалу дослідження

Лляна і конопляна підгалузі вітчизняної текстильної промисловості є тим потенціалом, який спроможний задовольнити вимоги ринку текстильних товарів та забезпечити економічне зростання країни [16, 17]. Враховуючи той факт, що збільшенню біомаси коноплесировини сприяють кліматичні умови, а продукція з конопель, яка використовується у багатьох галузях економіки, має унікальні фізико-механічні і споживні властивості [18], можна стверджувати, що конопляна підгалузь стає стратегічним сегментом промисловості України, а технічна конопля – важливим джерелом прядильної сировини. Для того, щоб отримати якісну прядильну сировину, науковцями і досвідом роботи льонопереробних підприємств доведено, що технічне конопляне волокно необхідно піддавати процесам котонізації [19].

Котонізація – це технологічний процес підготовки луб'яних волокон до прядіння, сутність якого міститься у спеціальній обробці волокон для перетворення їх у матеріал, схожий за довжиною та лінійною густиною на бавовняне волокно, з метою отримання можливості переробки його на бавовнопрядильному обладнанні [20]. Питанням різних способів котонізації луб'яних волокон присвячені численні праці сучасних науковців, у яких розроблені і удосконалені технології отримання котоніну, у тому числі екологічно безпечні, які дозволяють отримувати котоніновмісні текстильні матеріали (пряжу, тканини, трикотаж) високої якості із заданими властивостями [21 – 23]. Проте залишається невирішеним питання отримання конопляного котоніну з необхідними властивостями, яке гальмується особливостями складної фізично взаємопов'язаної структури комплексних волокон конопель та їх хімічним складом [24]. Для визначення можливих оптимальних напрямків глибинної переробки конопель у прядоме волокно проаналізуємо існуючі способи котонізації луб'яних волокон.

Найбільш поширеними способами котонізації луб'яних волокон є: механічний, хіміко-механічний, біомеханічний та фізико-механічний. Сама назва даних способів вказує на те, що ядро їх складає механічний спосіб, а інші способи котонізації слід розглядати, як способи, що інтенсифікують основний процес руйнування стебел луб'яних волокон [20]. Сутністю їх є максимальна деструкція пектинових речовин і лігніну з наступним виводом їх разом з іншими супутниками целюлози і отримання волокна з лінійною густиною та довжиною, близькою до бавовняного.

Механічний спосіб є класичним традиційним способом котонізації [22], у результаті якого здійснюється механічна дія на волокно з використанням режимів розтягу, згину-зламу, поперекового

стискання, чесання, штапелювання тощо для подрібнення і скорочення грубих волокнистих комплексів, що викликає порушення зв'язків між елементарними волокнами. Часто даний спосіб доповнюють фізичним впливом (дії температури, вологи, тиску тощо). Механічний спосіб котонізації найбільш дешевий, проте волокна залишаються жорсткими та пошкоджуються у процесі обробки. Тому волокна механічного способу котонізації в основному використовуються у сумішній пряжі із бавовною, віскозою, вовною, іноді з додаванням хімічних волокон за кардною системою прядіння (частка котоніну не перевищує 50%).

Хіміко-механічний спосіб котонізації ґрунтується на обробленні волокон хімічними розчинами, що сприяють видаленню практично усіх супутників целюлози у більшому обсязі [25]. В результаті збільшується інтенсивність подрібнення комплексного волокна, в окремих випадках до елементарних волокон, що створює передумови для отримання більш тонкої, рівномірної і якісної за структурою пряжі. Хімічна деструкція сприяє збільшенню білизни, гігроскопічності, повітропроникності і м'якості виробів. Проте даний спосіб котонізації має низку суттєвих недоліків, які обмежують перспективи його використання: високу матеріало- та енергоємність, відсутність контролю видалення супутників целюлози, високий рівень екологічної небезпеки сировини.

Найстарішим способом котонізації є біомеханічний, сутність якого полягає у біологічному розкладанні супутників целюлози під дією різних мікроорганізмів та видалення їх з волокон [26]. Даний спосіб дозволяє досягти найбільш повної деінкрустації лубоволокнистої сировини з широким варіюванням глибини котонізування при максимальному збереженні параметрів целюлози. При цьому наявність недоліків стримує розвиток і застосування технологій біомеханічної котонізації, до яких відносяться: тривалість технологічного процесу із-за повільної дії мікроорганізмів; недостатня надійність результату з отримання волокна необхідної якості (лігнін майже не піддається біологічній деструкції); зниження фізико-механічних властивостей целюлози; необхідність промивки у водному середовищі сировини, що несе за собою додаткові витрати.

Останнім часом у окрему групу виділяють біохімічний спосіб впливу на луб'яні волокна і вироби з них з метою поліпшення якості сировини і напівфабрикатів [27]. Він заснований на використанні ферментів (органічних каталізаторів білкової природи) для розщеплення пектинових домішок луб'яних волокон і отримання волокна високої якості. Даний спосіб вважається перспективним напрямком у технологіях глибинної переробки і наразі вишукуються оптимальні поліферментні суміші, здатні ефективно каталізувати реакції деградації нецелюлозних полісахаридів луб'яних волокон [28].

Фізико-механічний спосіб – порівняно новий напрямок у котонізації луб'яних волокон [20]. По суті це механічний спосіб руйнування супутників целюлози, однак одночасно використовують інші способи впливу на волокно, такі як температура, тиск, ультразвукові коливання, електроімпульсні розряди тощо. При обробці сировини гарячою парою з надлишковим тиском відбувається пластифікація пектино-лігнінового комплексу, що сприяє екстрагуванню їх з волокон і порушенню механічних зв'язків між елементарними волокнами. Але даний спосіб має високу енергоємність процесу. Додатковий вплив ультразвуку у повітряному середовищі підвищує інтенсивність механічного впливу на комплексне волокно, але при збільшенні ступеня деструкції інкрустуючих речовин пошкоджується целюлозна складова, що обмежує вихід супутників целюлози.

Електроімпульсний спосіб котонізації є об'єктом активних досліджень сучасних науковців [29]. Сутність процесу видалення інкрустуючих речовин полягає у дії електричних розрядів на волокнисту масу, занурену у воду, у результаті чого ударні хвилі, швидкісні потоки рідини, акустичне випромінювання, що утворюються у водно-волокнистій суміші, видаляють лігнін і пектинові речовини у хімічно незміненому вигляді за короткий проміжок часу, що забезпечує екологічність процесу котонізації. Можливість електроімпульсного способу котонізації технічного конопляного волокна доведена у роботі [20] шляхом отримання конопляного котоніну з необхідними геометричними параметрами і використання його у сумішах для виготовлення трьохкомпонентної пряжі лінійної густини 42 текс за кардною системою прядіння. Для застосування даної технології у промисловості необхідні подальші дослідження зі створення високопродуктивного обладнання і оптимізації режимів котонізації.

Аналізуючи представлені вище способи котонізації луб'яних волокон і розглядаючи руйнування інкрустуючих речовин у комплексному технічному волокні як модель процесу очищення від домішок, доречно припустити, що до нього можна застосувати відомі технології очищення, наприклад, за допомогою ультразвуку у водному середовищі, які широко використовуються у техніці для очищення різних поверхонь [30]. Проходження ультразвуку великої інтенсивності через рідину викликає місцеве зниження тиску, у результаті чого виникає акустична кавітація, що представляє собою процес утворення бульбашок у рідинному середовищі з їх подальшим спаданням і вивільненням великої кількості енергії, яка супроводжується гідравлічним ударом [31]. При цьому спостерігається комплекс фізичних явищ (короткочасні імпульси тиску (до 106 Па), адіабатичний нагрів газу у бульбашці до 104°С та широкий спектр електромагнітних випромінювань), який впливає на сировину, що оброблюється, та піддає її

інтенсивній ерозії [20]. Відомий позитивний досвід використання ультразвукової кавітації для очищення поверхонь тканин від бруду при збереженні міцності тканин і одночасному знезараженні [32], що доводить можливість її використання для обробки текстильної конопляної сировини. Підтвердженням цьому є розробка кавітаційних апаратів для екстракції пектинових речовин амаранту [33] та спроби застосування ультразвукової обробки у водному середовищі для інтенсифікації процесу механічної котонізації пеньковолокна [34], у результаті чого автори отримали конопляне волокно підвищеної прядильної спроможності для виготовлення сумішної пряжі середньої лінійної густини. Дані дослідження є обґрунтуванням доцільності використання фізико-механічного способу котонізації технічних конопляних волокон із застосуванням ультразвукової обробки у технологіях підготовки конопляної сировини до прядіння, що потребує ретельних наукових пошуків і є об'єктом подальших досліджень, місце якого теоретично визначене у загальній схемі переробки конопель (рис. 2).

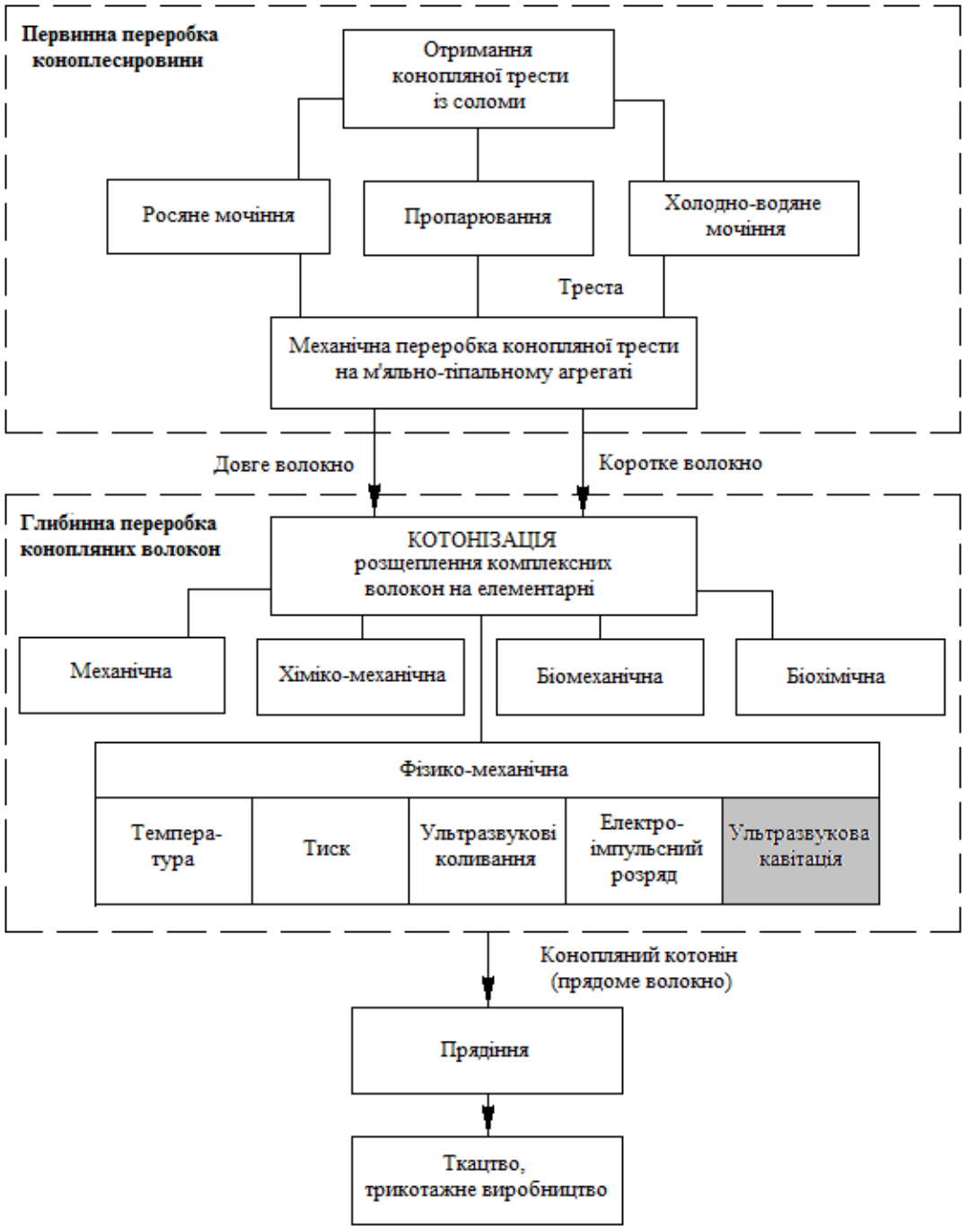

Рис. 2. Теоретична схема визначення об'єкту дослідження (складено по [3, 20])

Висновки

1. Аналіз наукових досліджень у галузі переробки луб'яних волокон показав, що рівень

розвитку традиційних технологій первинної переробки конопель не дозволяє отримати конопляні волокна, придатні для виготовлення з них пряжі середньої лінійної густини побутового призначення.

2. Аналіз вітчизняного ринку текстилю продемонстрував, що конопляна продукція є привабливою для підприємницьких кіл, які паралельно з реалізацією імпортних коноплевмісних товарів намагаються самотужки переробляти коноплесировину у готові вироби, а отже назріла нагальна потреба здійснювати ефективну переробку технічних конопель у ткані і трикотажні вироби та насичувати ними вітчизняний ринок товарів, для чого необхідно розробляти інноваційні технології виробництва прядомих волокон.

3. Проведений порівняльний аналіз різних способів котонізації луб'яних волокон та досвід їх використання дозволив обґрунтувати вибір можливого оптимального напрямку глибинної переробки конопель у прядомоспроможне волокно. Для подальших досліджень обрано фізико-механічний спосіб котонізації, який заснований на використанні ультразвукової кавітації як перспективного механізму екстрагування пектинових речовин із комплексних конопляних волокон і отримання волокна, придатного для переробки у пряжу.

Список використаної літератури

1. Бойко Г.А. Аналіз сучасного світового та вітчизняного ринку текстильної продукції з конопляного волокна / Г.А. Бойко, Л.А. Чурсіна, Т.О. Кузьміна // Товарознавчий вісник: збірник наукових праць. – Випуск 10 / Редкол.: відп. ред. д.т.н., професор Байдакова Л.І. – Луцьк: РВВ Луцького НТУ, 2017.– С. 45 – 51.

2. Ніколайчук Л.Г. Сучасний асортимент товарів із технічних конопель / Л.Г. Ніколайчук // Вісник Хмельницького національного університету, №3, 2018 (261). – С. 130 – 134.

3. Ляліна Н. П. Розвиток наукових основ первинної переробки стебел ненаркотичних конопель для отримання волокон різного функціонального призначення : дис. докт. техн. наук : 05.18.02 / Наталя Петрівна Ляліна – Херсон, 2015. – 335 с.

4. Вировец В.Г. Селекция ненаркотической посевной конопли : монография / В.Г. Вировец // Сумы : Издательский дом «Эллада», 2015. – 332 с.

5. Бойко Г.А. Вітчизняний та європейський досвід з переробки безнаркотичних конопель / Г.А. Бойко, Л.А. Чурсіна, Т.О. Кузьміна // Вісник ХНТУ №2(61), 2017 р. – С. 126 – 130.

6. Марченко Ж. Ю. Напрями використання коноплепродукції у світі / Ж. Ю. Марченко. // Луб'яні та технічні культури. – 2015. – Вип. 4. – С. 159-165.

7. Бойко Г. Технічні коноплі: перспективи розвитку ринку в Україні / Г. Бойко, Г. Тіхосова, А. Кутасов // Товари і ринки. 2018. №1. – С. 110 – 120.

8. Клевцов К.Н. Розвиток наукових основ ресурсозберігаючих технологій комплексної переробки луб'яних культур: дис. докт. техн. наук : 05.18.02 «Технологія зернових, бобових, круп'яних продуктів і комбікормів, олійних і луб'яних культур» / К.М. Клевцов. – Херсон, 2013. – 279 с.

9. Лінія переробки луб'яних культур – високоефективне обладнання для одержання конопляного волокна [Електронний ресурс]. – Режим доступу: http://ibc-naas.com/2020/07/21/лінія-переробки-лубяних-культур-ви/.

10. Техническая конопля в Украине и других странах [Електронний ресурс]. – Режим доступу: http://tku.org.ua/предприятия-отрасли.

11. Компания «Hemps» [Електронний ресурс] – Режим доступу: https://hemps.prom.ua.

12. Компанія DevoHome [Електронний ресурс] – Режим доступу: https://devohome.com.ua/.

13. Информация о предприятии AG - Alengroup [Електронний ресурс] – Режим доступу: http://tku.org.ua/ru/company/277.

14. Общество с ограниченной ответственностью «Агро-Ханф» [Електронний ресурс] – Режим доступу: https://agrohanf.com.ua/ru.

15. Компания «Линен оф Десна» [Електронний ресурс] – Режим доступу: http://linenofdesna.com/ru/.

16. Примаков О. А. Економічна ефективність конопляної галузі в сучасних умовах виробництва / О. А. Примаков, І. О. Маринченко, М. П. Козорізенко // Вісник КНУТД. – 2014. – №1. – С. 84-89.

17. Михайлова Л. І. Оцінка економічного потенціалу виробництва продукції коноплярства в Україні / Л. І. Михайлова, Л. В. Коренівська // Економіка АПК. – 2020. – №1. – С. 33.

18. Пушкар Г.О. Проблеми формування асортименту товарів з волокна конопель / Г.О. Пушкар, Б.Д. Семак // Вісник ХНТУ №4(51), 2014 р. – С. 117 – 122.

19. Кулемкин Ю.В. Определение путей адаптации льночесальных машин для переработки волокон конопли / Ю.В. Кулемкин, А.В. Привалов, Г.М. Травин // Материалы всероссийской научно-практической конференции. – Кострома: КГУ им. Н.А. Некрасова, 2013. – С.55-59.

20. Расторгуєва М.Й. Розробка технології отримання багатокомпонентної пряжі з використанням конопляного котоніну : дис. канд. техн. наук : 05.19.03 / Марія Йосипівна Расторгуєва. –

Херсон, 2007. – 180 с.

21. Григорян Г.С. Котонізація льняного волокна в умовах текстильних підприємств / Г.С. Григорян // Легка промисловість. – 1997. – № 1. – С. 9 -10.

22. Защепкина Н.Н. Котонизация короткого волокна льна на оборудовании хлопкопрядильных фабрик: дис. канд. техн. наук: 05.19.03 / Н.Н. Защепкина. – Херсон, 1999. – 138 с.

23. Краснянская О.Н. Разработка ресурсосберегающей технологии котонирования льняных волокон: дис. канд. техн. наук: 05.19.03 / О.Н. Краснянская. – Херсон, 2004. – 141 с.

24. Выровец В.Г. Справочник коноплевода / Выровец В.Г., Гилязетдинов Р.Н., Голобородько П.А. // К.: Урожай, 1994. – 80 с.

25. Сарібеков Г.С. Хімічна обробка коротких луб'яних волокон для виготовлення пряжі / Г.С. Сарібеков // Вісник КНУТД. №2. – 2011. – С. 156 – 159.

26. Чешкова А.В. Получение изделий с вложением биокотонизированного льноволокна / А.В. Чешкова, Б.Н. Мельникова и др. // Текстильная промышленность. – 1998. – № 3. – С. 32-33.

27. Analysis of retted and non flax fibers by chemical and enzymatic means / [C. Mooney, T. Stolle-Smits, H. Shols та ін.]. // Biotechnol. – 2001. – №89. – С. 205–216.

28. Чешкова А.В. Перспективы ферментативной маломодульной технологии как способа модификации льноволокна / А.В. Чешкова, В.А. Логинова // Физика волокнистых материалов: структура, свойства, наукоемкие технологии и материалы (SmarTex-2013): сборник материалов международного научно-практического семинара (27-28 мая 2013 года). – Иваново: Текстильный институт ИВГПУ. – 2013. – С.75-80.

29. Малюшевская А.П. Разработка основ ресурсосберегающей технологии глубокой переработки льноволокна с использованием электроразрядной нелинейной объемной кавитации: дис. канд. техн. наук: 05.19.03 / А.П. Малюшевская. – Николаев, 2005. – 189 с.

30. Луговской А.Ф. Ультразвуковая кавитация в современных технологиях / А. Ф. Луговской, Н. В. Чухраев. – К.: ВПЦ «Київ. ун-т», 2007. – 244 с.

31. Кавітація [Електронний ресурс]. – Режим доступу: https://uk.wikipedia.org/wiki/Кавітація#:~:text=Кавіта́ція%20(від%20лат.,cavitation%2C%20нім.

32. Яхно О.М. Исследование возможностей технологии ультразвуковой кавитационной очистки эластичных поверхностей / О. М. Яхно, Е. А. Луговская, А. В. Мовчанюк // Вісник НТУУ «КПІ». Машинобудування : збірник наукових праць. – 2010. – № 58. – С. 234–240.

33. Луговський, О. Ф. Ультразвукові кавітаційні апарати для реалізації екологічно безпечної технології вилучення пектину з вторинної рослинної сировини / О. Ф. Луговський, І. М. Берник // Вісник НТУУ «КПІ». Машинобудування : збірник наукових праць. – 2010. – № 58. – С. 82–86.

34. Дорофеев В.В., Разумеев К.Э., Захаров В.Н., Бубнов Г.Г., Семенов А.В. Сравнительная оценка прядильной способности котонизированного волокна технической конопли после ударно-волнового воздействия / Швейная промышленность. №4. – 2013. – С. 41-42.

References

1. Boyko H.A. Analiz suchasnoho svitovoho ta vitchyznyanoho rynku tekstylnoyi produktsiyi z konoplyanoho volokna / H.A. Boyko, L.A. Chursina, T.O. Kuzmina // Tovaroznavchyy visnyk: zbirnyk naukovykh prats. – Vypusk 10 / Redkol.: vidp. red. d.t.n., profesor Baydakova L.I. – Lutsk: RVV Lutskoho NTU, 2017.– pp. 45 – 51.

2. Nikolaychuk L.H. Suchasnyy asortyment tovariv iz tekhnichnykh konopel / L.H. Nikolaychuk // Visnyk Khmelnytskoho natsionalnoho universytetu, №3, 2018 (261). – pp. 130 – 134.

3. Lyalina N. P. Rozvytok naukovykh osnov pervynnoyi pererobky stebel nenarkotychnykh konopel dlya otrymannya volokon riznoho funktsionalnoho pryznachennya : dys. dokt. tekhn. nauk : 05.18.02 / Natalya Petrivna Lyalina – Kherson, 2015. – 335 p.

4. Vyrovets V.H. Selektsyya nenarkotycheskoy posevnoy konoply : monohrafyya / V.H. Vyrovets // Sumy : Yzdatelskyy dom «Éllada», 2015. – 332 p.

5. Boyko H.A. Vitchyznyanyy ta yevropeyskyy dosvid z pererobky beznarkotychnykh konopel / H.A. Boyko, L.A. Chursina, T.O. Kuzmina // Visnyk KHNTU №2(61), 2017 r. – pp. 126 – 130.

6. Marchenko ZH. YU. Napryamy vykorystannya konopleproduktsiyi u sviti / ZH. YU. Marchenko. // Lub'yani ta tekhnichni kultury. – 2015. – Vyp. 4. – pp. 159-165.

7. Boyko H. Tekhnichni konopli: perspektyvy rozvytku rynku v Ukrayini / H. Boyko, H. Tikhosova, A. Kutasov // Tovary i rynky. 2018. №1. – p. 110 – 120.

8. Klevtsov K.N. Rozvytok naukovykh osnov resursozberihayuchykh tekhnolohiy kompleksnoyi pererobky lubyanykh kultur: dys. dokt. tekhn. nauk : 05.18.02 «Tekhnolohiya zernovykh, bobovykh, krupyanykh produktiv i kombikormiv, oliynykh i lubyanykh kultur» / K.M. Klevtsov. – Kherson, 2013. – 279p.

9. Liniya pererobky lubyanykh kultur – vysokoefektyvne obladnannya dlya oderzhannya konoplyanoho volokna [Elektronnyy resurs]. – Rezhym dostupu: http://ibc-naas.com/2020/07/21/liniya-pererobky-lubyanykh-

kultur-vy/.

10. Tekhnycheskaya konoplya v Ukrayne y druhykh stranakh [Elektronnyy resurs]. – Rezhym dostupu: http://tku.org.ua/predpryyatyya-otrasly.

11. Kompanyya «Hemps» [Elektronnyy resurs] – Rezhym dostupu: https://hemps.prom.ua.

12. Kompaniya DevoHome [Elektronnyy resurs] – Rezhym dostupu: https://devohome.com.ua/.

13. Ynformatsyya o predpryyatyy AG - Alengroup [Elektronnyy resurs] – Rezhym dostupu: http://tku.org.ua/ru/company/277.

14. Obshchestvo s ohranychennoy otvet·stvennostyu «Ahro-Khanf» [Elektronnyy resurs] – Rezhym dostupu: https://agrohanf.com.ua/ru.

15. Kompanyya «Lynen of Desna» [Elektronnyy resurs] – Rezhym dostupu: http://linenofdesna.com/ru/.

16. Prymakov O. A. Ekonomichna efektyvnist konoplyanoyi haluzi v suchasnykh umovakh vyrobnytstva / O. A. Prymakov, I. O. Marynchenko, M. P. Kozorizenko // Visnyk KNUTD. – 2014. – №1. – pp. 84-89.

17. Mykhaylova L. I. Otsinka ekonomichnoho potentsialu vyrobnytstva produktsiyi konoplyarstva v Ukrayini / L. I. Mykhaylova, L. V. Korenivska // Ekonomika APK. – 2020. – №1. – p. 33.

18. Pushkar H.O. Problemy formuvannya asortymentu tovariv z volokna konopel / H.O. Pushkar, B.D. Semak // Visnyk KHNTU №4(51), 2014 r. – pp. 117 – 122.

19. Kulemkyn YU.V. Opredelenye putey adaptatsyy lnochesalnykh mashyn dlya pererabotky volokon konoply / YU.V. Kulemkyn, A.V. Pryvalov, H.M. Travyn // Materyaly vserossyyskoy nauchno-praktycheskoy konferentsyy. – Kostroma: K·HU ym. N.A. Nekrasova, 2013. – pp.55-59.

20. Rastorhuyeva M.Y. Rozrobka tekhnolohiyi otrymannya bahatokomponentnoyi pryazhi z vykorystannyam konoplyanoho kotoninu : dys. kand. tekhn. nauk : 05.19.03 / Mariya Yosypivna Rastorhuyeva. – Kherson, 2007. – 180 pp.

21. Hryhoryan H.S. Kotonizatsiya lnyanoho volokna v umovakh tekstylnykh pidpryyemstv / H.S. Hryhoryan // Lehka promyslovist. – 1997. – № 1. – pp. 9 -10.

22. Zashchepkyna N.N. Kotonyzatsyya korotkoho volokna lna na oborudovanyy khlopkopryadylnykh fabryk: dys. kand. tekhn. nauk: 05.19.03 / N.N. Zashchepkyna. – Kherson, 1999. – 138 p.

23. Krasnyanskaya O.N. Razrabotka resursosberehayushchey tekhnolohyy kotonyrovanyya lnyanykh volokon: dys. kand. tekhn. nauk: 05.19.03 / O.N. Krasnyanskaya. – Kherson, 2004. – 141 p.

24. Vyrovets V.H. Spravochnyk konoplevoda / Vyrovets V.H., Hylyazetdynov R.N., Holoborodko P.A. // K.: Urozhay, 1994. – 80 p.

25. Saribekov H.S. Khimichna obrobka korotkykh lubyanykh volokon dlya vyhotovlennya pryazhi / H.S. Saribekov // Visnyk KNUTD. №2. – 2011. – pp. 156 – 159.

26. Cheshkova A.V. Poluchenye yzdelyy s vlozhenyem byokotonyzyrovannoho lnovolokna / A.V. Cheshkova, B.N. Melnykova y dr. // Tekstylnaya promyshlennost. – 1998. – № 3. – pp. 32-33.

27. Analysis of retted and non flax fibers by chemical and enzymatic means / [S. Mooney, T. Stolle-Smits, N. Shols ta in.]. // Biotechnol. – 2001. – №89. – pp. 205–216.

28. Cheshkova A.V. Perspektyvy fermentatyvnoy malomodulnoy tekhnolohyy kak sposoba modyfykatsyy lnovolokna / A.V. Cheshkova, V.A. Lohynova // Fyzyka voloknystykh materyalov: struktura, svoystva, naukoemkye tekhnolohyy y materyaly (SmarTex-2013): sbornyk materyalov mezhdunarodnoho nauchno-praktycheskoho semynara (27-28 maya 2013 hoda). – Yvanovo: Tekstyl'nyy ynstytut YVHPU. – 2013. – pp.75-80.

29. Malyushevskaya A.P. Razrabotka osnov resursosberegayushchey tekhnologii glubokoy pererabotki l'novolokna s ispol'zovaniyem elektrorazryadnoy nelineynoy ob"yemnoy kavitatsii: dis. kand. tekhn. nauk: 05.19.03 / A.P. Malyushevskaya. – Nikolayev, 2005. – 189 p.

30. Lugovskoy A.F. Ul'trazvukovaya kavitatsiya v sovremennykh tekhnologiyakh / A. F. Lugovskoy, N. V. Chukhrayev. – K.: VPTS «Kiïv. un-t», 2007. – 244 p.

31. Kavítatsíya [Yelektronniy resurs]. – Rezhim dostupu: https://uk.wikipedia.org/wiki/Kavítatsíya#:~:text=Kavítatsíya%20(víd%20lat.,cavitation%2C%20ním.

32. Yakhno O.M. Issledovaniye vozmozhnostey tekhnologii ul'trazvukovoy kavitatsionnoy ochistki elastichnykh poverkhnostey / O. M. Yakhno, Ye. A. Lugovskaya, A. V. Movchanyuk // Vísnik NTUU «KPÍ». Mashinobuduvannya : zbírnik naukovikh prats'. – 2010. – № 58. – p. 234–240.

33. Lugovs'kiy, O. F. Ul'trazvukoví kavítatsíyní aparati dlya realízatsíï yekologíchno bezpechnoï tekhnologíï viluchennya pektinu z vtorinnoï roslinnoï sirovini / O. F. Lugovs'kiy, Í. M. Bernik // Vísnik NTUU «KPÍ». Mashinobuduvannya : zbírnik naukovikh prats'. – 2010. – № 58. – pp. 82–86.

34. Dorofeyev V.V., Razumeyev K.E., Zakharov V.N., Bubnov G.G., Semenov A.V. Sravnitel'naya otsenka pryadil'noy sposobnosti kotonizirovannogo volokna tekhnicheskoy konopli posle udarno-volnovogo vozdeystviya / Shveynaya promyshlennost'. №4. – 2013. – p. 41-42.