

Ю.В. Березовський

Херсонський національний технічний університет,
Бериславське шосе, 24, Херсон-8, 73008, Україна,
+380 552 32 6981, berezov.sky.ua@gmail.com

ТЕХНІЧНІ РІШЕННЯ ПРОЦЕСУ ТІПАННЯ ЛУБ'ЯНОЇ СИРОВИНИ



Вступ. Статтю присвячено вирішенню проблем розвитку наукових основ ресурсозберігаючих технологій комплексної переробки луб'яних культур.

Постановка задачі. В останні роки дуже загострилася проблема екологічно збалансованого розвитку країни. Визначено кризові риси структурної виробничої схеми переробки луб'яної сировини в Україні з метою вироблення адекватних сценаріїв її розвитку.

Мета. Розробка теоретичних аспектів отримання луб'яного волокна з заданими якісними показниками.

Матеріали й методи. У процесі дослідження використано методи теоретичного узагальнення і порівняння, аналізу й синтезу. Розглянуто питання пошуку шляхів підвищення якості та розширення асортименту високоякісної луб'яної продукції різних способів оброблення.

Результати. Узагальнено сучасний рівень вітчизняних і зарубіжних наукових робіт, присвячених проблемам і перспективним напрямкам розвитку первинної обробки луб'яних волокон. Опрацьовано теоретичні питання більш ефективного використання наявної в країні лляної сировини.

Висновки. На основі проведених досліджень анатомічної та хімічної будови луб'яних стебел, конструкцій групи м'яльно-трясильних, тіпально-очисних машин для попередньої обробки технічного волокна теоретично обґрунтовано й експериментально доведено необхідність створення нового пристрою механічної переробки цих культур для отримання волокна з заданими якісними показниками.

На основі розробленого механізму відокремлення костри й розволокнення пучків технічних луб'яних волокон запропоновано нові способи руйнування стебла, що базуються на процесах стиснення, зламу, ковзного згину, скобління, інерційних сил, тертя, тиску й натягу, які сприяють руйнуванню цілісності стебла та підвищенню ступеня його розволокнення.

Висновки. Розроблено інноваційну конструкцію тіпального вузла для обробки луб'яної сировини, що забезпечує підвищення ефективності порушення зв'язків між деревиною й волокном луб'яної сировини, відділення волокна від костриці та інших неволоконистих домішок, універсальність використання тіпального вузла для переробки стебел луб'яних культур.

Ключові слова: волокно, льон, сировина, якість, очищення, переробка, обладнання, виробництво.

Льон та коноплі з давніх часів використовувалися людиною, їх застосовували в різних сферах господарської діяльності. Вітчизняні луб'яні рослини є цінними культурами в екологічному та агротехнічному аспекті. Вони є цінною сировиною для текстильної, медичної, косметичної промисловості. Складові луб'я-

них культур та їх властивості широко використовують при виробництві тканин для одягу як звичайного, так і спеціального призначення, марлі, вати, інших товарів медичного, у тому числі й оборонного призначення, виробів різного технічного застосування, для виробництва целюлози й паперу тощо [1–4].

Волокно є основною цінною складовою цих рослин і нині зростання попиту на лляне та

конопляне волокно у світі, в основному, пов'язане з розширенням нетрадиційного його використання — для заміни синтетичних матеріалів в автомобільній літакобудуванні, в целюлозно-паперовій промисловості. При цьому не менш важливе значення для народного господарства має насіння цих культур. З них виготовляють олію, оліфу, косметичні та лікувальні препарати, зоогігієнічні засоби, кормові добавки [5–7].

Однією з причин ускладнення економічної, екологічної та соціальної ситуації останнім часом в Україні є практично зупинена діяльність вітчизняної легкої промисловості та основної частини переробної, які працювали на продукції луб'яних культур. Занепад окремих аграрних підгалузей відбувся в перші роки незалежності України, коли не змогли своєчасно в повній мірі скористатися отриманими політичними й економічними можливостями та втратили, серед іншого, льонарство та коноплярство [4, 8, 9].

Статистичні дані минулих років свідчать, що до 1992 року Україна входила в число світових лідерів з виробництва льоноволокна. Валовий збір становив понад 100 тис. тонн щорічно, або 13–16 % світового обсягу. На той час близько 40 тис. тонн волокна перероблялося вітчизняними підприємствами, решта експортувалася за кордон на суму понад 40 мільйонів доларів США.

Льонарство й коноплярство були високо-рентабельними галузями для сільгоспвиробників та підприємств первинної переробки. Займаючи 7–12 % посівних площ у господарствах, які вирощували луб'яні культури, продукція льону-довгунця і конопель забезпечувала значну частину всіх грошових надходжень від рослинництва, що дозволяло успішно вирішувати питання економічного й соціального розвитку села [6, 7, 10].

Льон-довгунець і коноплі для українських сільгоспвиробників Полісся були традиційними технічними культурами, які давали одночасно три види продукції: волокно, насіння

та кострицю. Кожна складова цієї продукції і на сьогодні має важливе народногосподарське значення.

Завдяки унікальним споживчим властивостям продукція льонарства й коноплярства користується значним попитом як в Україні, так і за її межами [1, 7, 11–13].

За останні два десятиліття льонарство і коноплярство зазнали найбільшого занепаду порівняно з іншими галузями сільського господарства. При цьому Україна втратила провідні позиції у світовому виробництві луб'яних культур. Так, посівні площі льону-довгунцю зменшилися майже в 25 разів, валовий збір волокна — в 28,8, насіння — у 23,5 рази. Якщо частка льоноволокна, виробленого в Україні, в структурі світового виробництва у 1990–1992 рр. становила 15,7 %, то в 2007 році — менше 1 % [10, 14, 15]. Раніше льонарство було провідною галуззю господарства в Чернігівській, Житомирській та Волинській областях, а її рентабельність сягала 130–140 %, що сьогодні може здаватися фантастичним показником. Валовий збір льоноволокна становив 15,5 тис. тонн, або 15 % від заготовленого по Україні. Прикро, але за роки незалежності площі під льоном скоротилися на Волині з 25,3 тис. га до 225 га, а врожайність знизилася вдвічі [7, 10, 16]. Нині виробничі процеси пов'язані з втратою цінного волокна й насіння, вирощені льон і коноплі переважно йдуть на корм худобі або ж взагалі спалюються на полях. Деструктивні процеси в галузях призвели не тільки до втрати зовнішнього ринку волокна — джерела валютних надходжень в країну, а й спонукали до зменшення використання його на підприємствах і до повної зупинки вітчизняних льонокомбінатів [7, 10, 17, 18].

Аграрії скаржаться, що в Україні сьогодні практично відсутня глибока переробка вітчизняного льону, а виробників готової продукції на його основі можна порахувати на пальцях. Головні споживачі льону — харчова (ПАТ «Ніжинський жировий комбінат»),

хімічна (ТОВ «Факторія»), фармацевтична («Ліктрави»), легка промисловість (Харківський канатний завод та Кіровоградська шпиготно-мотузкова фабрика). На превеликий жаль, єдиний спеціалізований олійноекстракційний завод у Донецьку, який спеціалізувався на переробці насіння цієї культури, через військові дії в регіоні призупинив свою діяльність на невизначений термін. Крім текстильного виробництва (компанії «Галерея льону», «Житомирський льон»), продукція льонарства, як утеплювачі, використовується в будівництві (підприємство «Лінтекс»), як шумо- та звукоізоляційні матеріали — в автомобільній промисловості.

Причинами такого катастрофічного стану в льонарстві та коноплярстві є:

1) неготовність льоно- і коноплезаводів до нових форм господарювання, пов'язаних з необхідністю самим вирощувати та переробляти лляну, конопляну сировину, відсутність у них сучасної матеріально-технічної бази, фахівців, відповідної льонозбиральної та переробної техніки;

2) порушення єдиної взаємопов'язаної системи, утвореної лляним і конопляним комплексами України, до складу яких входить низка галузей, підприємств, науково-дослідних установ, лабораторій, інших організацій, об'єднаних тісними виробничими, технологічними й економічними взаємозв'язками;

3) перехід економіки від жорсткого планування до ринкових умов без проведення структурної перебудови та державного регулювання призвів до розпаду виробничих, технологічних і економічних зв'язків між окремими галузями й підприємствами лляного і конопляного комплексів та до відсутності вторинної і поглибленої переробки сировини;

4) вузька сфера застосування продукції луб'яних культур в Україні порівняно з розвиненими країнами світу.

Україна просто втрачає свою доступну сировинну базу, яка ґрунтується на вирощуванні й переробці льону та конопель — традицій-

них для нашої країни технічних культур, а в економічному плані — незалежність у виробництві товарів промислового використання і народного споживання, виготовлених з натурального волокна.

Тому вирішення питання розвитку льонарства та коноплярства в Україні є важливим і актуальним для сьогодення, а проблеми, пов'язані з технічним оснащенням підприємств первинної переробки луб'яної сировини, застосуванням нових конструкційних елементів, способів і технологій обробки, що здатні забезпечити випуск інноваційної продукції, яка мала б певні конкурентні переваги перед аналоговою продукцією або ж найближчим попередником, необхідно вирішувати з позицій сучасної техніки і науки, із застосуванням особливих неординарних підходів із використанням передового досвіду переробки луб'яних культур.

АНАЛІЗ ДОСЛІДЖЕНЬ ТА ВИДІЛЕННЯ НЕВИРІШЕНИХ ПРОБЛЕМ

Теорія та практика технічного переоснащення підприємств, модернізація технологічного обладнання, використання високопродуктивного устаткування з обробки луб'яної сировини, що розкриті в наукових джерелах [5–8, 13, 19, 20], дають підставу стверджувати, що на сучасній стадії розвитку легкої промисловості України одержання значних результатів в переробці стеблистого матеріалу льону та конопель, передусім тих, які є мало затребувані, можливе лише через впровадження у промисловість інноваційних рішень проблем переробки з врахуванням анатомічних і фізико-механічних властивостей зазначених культур, існуючих та майбутніх потреб споживчого ринку, конструктивних особливостей і передових високотехнологічних нововведень з обробки луб'яного матеріалу новими пристроями.

На основі проведених теоретичних та експериментальних досліджень встановлено неефективність використання традиційної технології переробки вітчизняних луб'яних куль-

тур з розділенням на довге й коротке волокно, а також недоцільне використання наявного технологічного спорядження. Аналіз технічних і технологічних перспектив, розкритих у наукових працях [7, 21, 22], вказує на те, що для отримання однотипної волокнистої маси потрібно застосовувати різноманітне досить габаритне обладнання.

Сьогодні відбуваються дискусії та формулюються певні наукові засади встановлення сучасних технологій переробки та обробки стеблового луб'яного матеріалу, конструювання високотехнічного сучасного обладнання або його вузлових складових, впровадження яких може ефективно поліпшувати якісні та кількісні характеристики кінцевої продукції. Однак, мало розв'язаними залишаються питання проектування та використання вузлових з'єднань м'яльної і тіпальної машин, інноваційні впровадження в яких можуть суттєво покращити процес виділення та очищення луб'яного волокна.

На тлі тотального засилля синтетичних і штучних матеріалів у середовищі перебування людини все гостріше постає питання використання натуральних складових, оскільки завдяки своїм безпечним, природним, а подекуди цінним цілющим властивостям, вони можуть забезпечити довкілля від виникнення глобальних кризових екологічних ситуацій [4, 9]. Тому досить актуальними стали питання розширення і ефективного використання ресурсів з великою часткою натурального продукту. Оскільки луб'яні культури є чи не єдиним рослинним ресурсом в легкій та інших сферах промисловості Європейського континенту, зацікавленість виробників ними постійно зростає. Країни ЄС для потреб будівельної, автомобільної та інших галузей все частіше використовують біоматеріали й складові частини рослинного походження, до яких належать льон і коноплі. Саме для задоволення цих потреб в Європі розширюють площі вирощування льону та конопель, що розширює можливості екологізації суспільства шля-

хом виробництва напівфабрикатів, готової продукції, що мають в своїй основі значний відсоток натуральних матеріалів [8, 10, 19, 20].

Дотепер питанням виробництва й застосування продуктів переробки лубоволокнистих культур займалися чимало науковців, але все ще не знайдено універсальних прийомів одержання волокнистого матеріалу, при цьому обладнання, яке використовується в промисловості потребує суттєвих змін, оскільки має значну кількість складових, що впливає на металоємність і енергоємність установок, знижує продуктивність, економічну ефективність машин.

Вирішення питань пошуку, проектування вузлових з'єднань пристрою з обробки лубоволокнистої сировини та оцінка перспектив їх подальшого використання, можливості покращення кількісних та якісних показників оброблювального стеблового матеріалу стало метою роботи. В роботі охарактеризовано перспективні напрями розвитку переробної галузі легкої промисловості, особливості технологічного процесу обробки лубоволокнистої сировини та шляхи підвищення ефективності їх переробки.

ДОСЛІДЖЕННЯ ТА ОБҐРУНТУВАННЯ ОТРИМАНИХ РЕЗУЛЬТАТІВ

Із стрімким розвитком технічного прогресу застосування сучасних методів поглибленої переробки волокна льону-довгунця і конопель в котонін дозволяє на існуючому в Україні бавовнопрядильному обладнанні виготовляти пряжу як в оригінальному вигляді, так і в поєднанні з бавовною, шовком, вовною чи синтетичними волокнами.

Нині існують різні технологічні можливості, за якими відходи переробки (костриця) використовуються для виробництва целюлози, костроплит для будівельної та меблевої промисловості, паливних костробрикетів й інших виробів.

Сьогодні паперова промисловість споживає майже половину всього лісоматеріалу в світі.



Рис. 1. Валовий збір льону за період 2010–2016 рр., тис. т

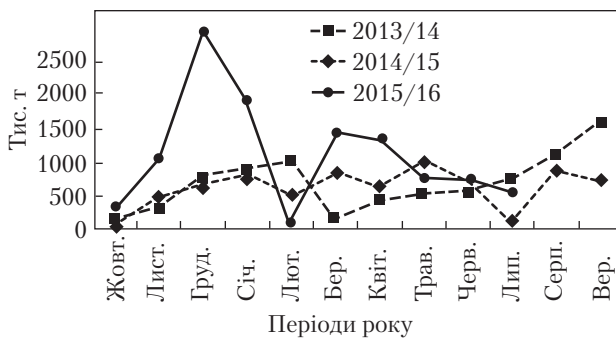


Рис. 2. Динаміка переробки насіння льону за періодами року, тис. т

У той же час, за даними USDA, посіви 1 га конопель дають паперу в 4 рази більше, ніж дерево, і можуть вирощуватися у всіх кліматичних зонах. Папір, виготовлений з конопель, зберігається до 1500 років [10].

У багатьох країнах світу розроблені заходи з теплозбереження житла, а це, в свою чергу, передбачає використання екологічно чистих ізоляційних матеріалів, для виготовлення яких найбільш придатними є льон і коноплі. Будинки, побудовані з конопляних костроблоків, за міцністю не поступаються цементним, але мають кращу теплоізоляцію. Суміш конопляного волокна з пластмасовими біопродуктами дає ефективне, міцне покриття для дахів з тривалим терміном служби.

Країни ЄС в різних галузях промисловості все більше використовують біоматеріали та їх складові, зокрема льон і коноплі. Для цього в Європі заплановано вирощування понад

400 тис. га конопель і 120–150 тис. га льону-довгунця [10].

Використання льоно- і коноплепродукції здійснюється комплексно, в різних напрямках, із застосуванням сучасного технологічного обладнання для її переробки. З огляду на прагнення України до Євроінтеграції, вона приречена на розвиток цих галузей.

У зв'язку з переходом української промисловості на альтернативні види палива розкриваються широкі можливості для використання льону і конопель як додаткового джерела енергії. Теплотвірна здатність стебел конопель є рівною кам'яному вугіллю. За підрахунками європейських науковців, конопляна біомаса дає можливість виробити таку кількість метану і метанолу, що на 90 % забезпечить світ електроенергією і тим самим дозволить відсунути на другий план використання вугілля, нафти, природного газу та ядерної енергії.

За підсумками трьох останніх сезонів виробництво льону олійного в Україні демонструє позитивну тенденцію. Так, площа посівів льону олійного в поточному сезоні сягнула абсолютного рекорду в аналізованому періоді – 62,15 тис. га, а збиральна площа склала 62,06 тис. га. Проте за означений період виробництво льону-довгунця в поточних економічних умовах не користується високою популярністю (рис. 1) [10, 23].

При цьому переробка насіння льону олійного не демонструє яскраво вираженої сезонності. Незначний сектор ринку і його експортна орієнтованість призводять до того, що обсяги переробки в той або інший період залежать від наявності замовлень на постачання, у першу чергу – експортних. За 2015–2016 рр. надзвичайно високі показники були у грудні й січні – 2,90 і 1,94 тис. т відповідно [10–12, 23]. Динаміку переробки насіння льону наведено на рис. 2.

Виробництво льняного волокна має позитивну динаміку протягом трьох останніх сезонів, корелюючи з розміром посівних площ під

льоном-довгунцем, однак показники продовжують залишатися невисокими (рис. 3).

Зростання галузі стримується малими обсягами доступної сировини внаслідок непопулярності культури льону-довгунця серед українських фермерів [24]. За підсумками досліджуваного періоду показники імпорту льонопродукції та лляного насіння скоротилися (рис. 4). При цьому закупівля на зовнішніх ринках насіння льону припинилася зовсім, а імпорт лляної олії наближається до нульової позначки. Це пояснюється, серед іншого, поступовим нарощуванням внутрішнього виробництва льону олійного і збільшенням обсягів його переробки.

Показники експорту льонопродукції і лляного насіння протягом трьох останніх сезонів демонструють зростання за більшістю позицій, що видно з рис. 5. Найбільшою і швидкозростаючою в сукупному обсязі експорту по галузі залишається частка насіння льону [10–12, 23].

Збільшилася протягом зазначеного періоду також і відносна частка лляної олії в структурі експорту, тоді як частка шроту/макухи льону скорочується.

З наведеного аналізу видно, що в переробній лляній галузі за останнє десятиліття переважає культивування олійного льону серед інших видів волокнистих рослин. Отримані значні прибутки від експортно-орієнтованого виробництва лляного насіння спонукали сільгоспвиробників розширювати збиральну площу під зазначену культуру. За такої ситуації все гостріше поставало питання переробки стеблового матеріалу, оскільки насіння йшло

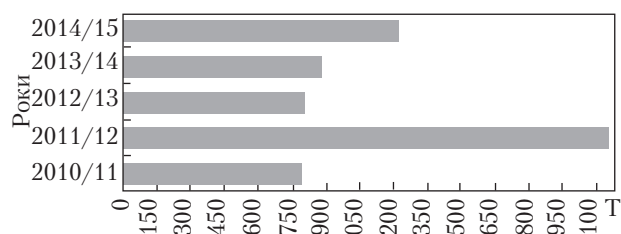


Рис. 3. Обсяги виробництва лляного волокна, т

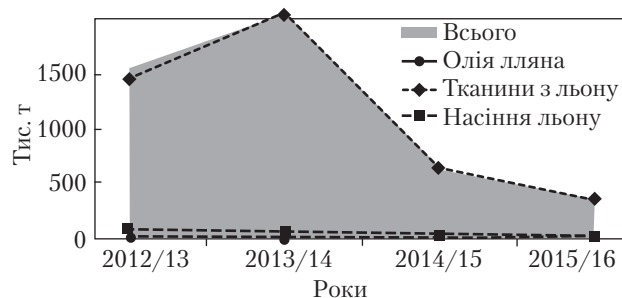


Рис. 4. Валовий збір льону за період 2010–2016 рр., тис. т

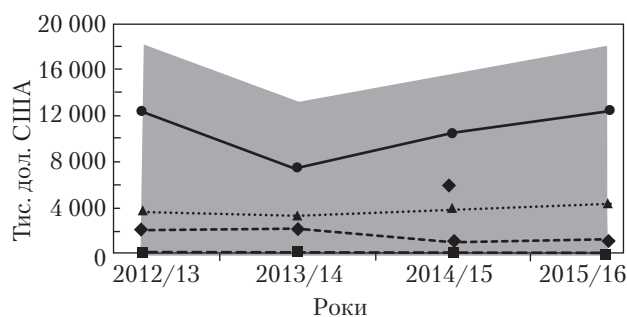


Рис. 5. Обсяги експорту насіння льону і льонопродукції, тис. дол. США

на експорт, а стеблиста частина була незатребуваною у вітчизняній промисловості. Стебла часто просто залишали на полях або спалювали, що призводило також і до виникнення екологічно небезпечних ситуацій.

Переробка стебlistого матеріалу льону олійного за технологією льону-довгунця неможлива, адже вони різняться між собою анатомічними й фізико-технологічними властивостями. При цьому незацікавленість держави у виробництві власної волокнистої продукції призвела до занепаду первинної переробки лубоволокнистих культур, що спричинило майже повне зникнення цієї галузі [7, 21, 24, 25]. Технологічне обладнання заводів первинної обробки луб'яних рослин на сьогодні є непридатним, оскільки воно фізично й морально застаріле. Деякі вітчизняні переробники для ведення своєї господарської діяльності комплектували устаткування з декількох непридатних машин або ж завозили закордонне

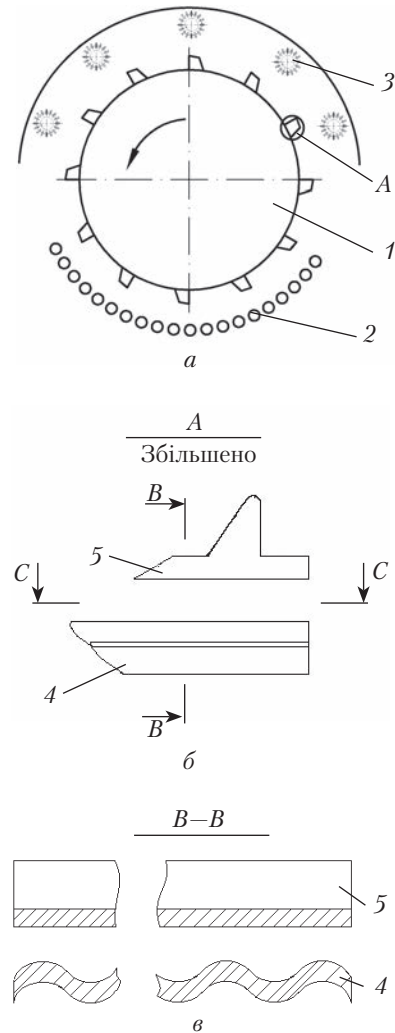
вживане обладнання, що мало ще достатні виробничі показники. Проте цього замало для тих обсягів лубоволокнистого матеріалу, що отримують в Україні [10, 11, 26, 27].

В ситуації затребуваності сучасного висококоєфективного обробного вітчизняного устаткування, простих технологій переробки, що стануть доступними для суб'єктів економічної діяльності, необхідно завдяки сучасним науковим досягненням проектувати вузлові елементи та устаткування з переробки лубоволокнистого матеріалу, які спроможні обробляти стебловий матеріал, що має широкий діапазон властивостей, а також володіють вагомими універсальними функціональними можливостями з переробки сировини.

Для лубоволокнистих культур м'яття й тіпання є основними процесами технологічної обробки луб'яних рослин, вони відіграють провідну роль у відокремленні волокнистої частини від деревної і саме вони першочергово впливають на якісні та кількісні показники одержуваного волокна. Тому вирішення питання переробки стеблового матеріалу необхідно проводити саме через удосконалення зазначених процесів обробки сировини та пошук або модернізацію спорядження, що відповідає за ці процеси.

У ході досліджень було виконано ряд розробок з покращення процесу виділення волокна зі стебла на початковій стадії обробки сировини — плющенні, м'ятті, для надання результативного поштовху наступними процесами обробки стеблового матеріалу [6, 27, 28]. Для більш ефективної обробки стебел луб'яних культур стало необхідним вдосконалення процесу тіпання.

За результатами інформаційного аналізу, експериментальних і теоретичних досліджень на базі Херсонського національного технічного університету було спроектовано тіпальний вузол для обробки луб'яної сировини [29]. Вузол призначений для тіпання луб'яної пром'ятої сировини з метою очищення волокна від деревини та інших неволокнистих домі-



шок. Ця деталь є складовою частиною агрегату з переробки луб'яної сировини.

В основу створення пристрою було покладено завдання удосконалення конструкції тіпального вузла для обробки луб'яної сировини, в якому за рахунок конструктивних особливостей можливо було б забезпечити ефективні умови порушення залишкових зв'язків між деревиною і волокном пром'ятої луб'яної сировини, очищення волокна від костриці та інших неволокнистих домішок, розширення можливостей переробки інших видів сировини, тобто підвищити не лише його універсальність та ефективність, а й роботу агрегату з переробки луб'яної сировини в цілому.

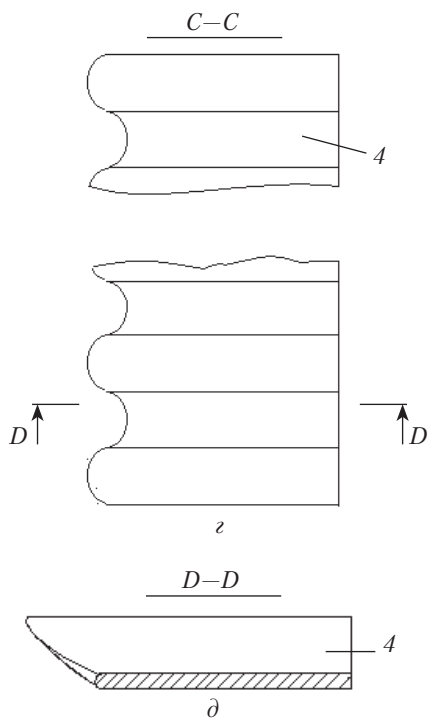


Рис. 6. Конструкція тїпального вузла для обробки луб'яної сировини (а), збільшена проекція бильної планки і тїпального ножа (б), переріз бильної планки й тїпального ножа (в), бильна планка (вигляд зверху) (г), переріз бильної планки (д)

Окреслене завдання вирішується тим, що в тїпальному вузлі для обробки луб'яної сировини, який складається з тїпального барабана з розміщеними бильними планками, над якими знаходяться тїпальні ножі, та решітки, що розміщена під тїпальним барабаном бильні планки мають хвилястий профіль у поперечному перерізі, а їх робоча кромка виконана зрізанням під тупим кутом відносно напрямку руху бильних планок, при цьому профіль кожної бильної планки зміщений відносно профілю сусідніх бильних планок на півперіоду хвилі, а зверху на поверхні тїпальних ножів виконано виступ у вигляді гребеня. При цьому в середині тїпального вузла над тїпальним барабаном змонтовано планчаті валки з можливістю їх обертання на осях, а решітку виконано з можливістю переміщення відносно тї-

пального барабана для регулювання зазору між решіткою і тїпальним барабаном.

Суттєва відмінність конструктивного виконання тїпального вузла для обробки луб'яної сировини полягає в специфічній формі бильних планок і тїпальних ножів, їх розміщенні і взаємодії та введені до вузла планчатих валків.

Використання вищезазначеного конструктивного рішення бильних планок, тїпальних ножів, вдалого їх розміщення і взаємодії дозволяє забезпечити підвищення ефективності умов порушення залишкових зв'язків між деревиною і волокном пром'ятої луб'яної сировини, відділення волокна від костриці та інших неволокнистих домішок, що суттєво підвищує роботу та ефективність агрегату.

На рис. 6, а схематично представлено конструкцію тїпального вузла для обробки луб'яної сировини, а на рис. 6, б – збільшеній проекції конструктивне виконання бильної планки й тїпального ножа.

Тїпальний вузол для обробки луб'яної сировини складається з тїпального барабана 1, решітки 2, що розміщена під тїпальним барабаном 1, планчатих валків 3, які змонтовано з можливістю обертання на осях та розміщено в середині тїпального вузла над тїпальним барабаном 1. На тїпальному барабані 1 закріплені бильні планки 4, що мають хвилястий профіль у поперечному перерізі, робоча кромка яких виконана зрізанням під тупим кутом відносно напрямку руху бильних планок, над якими розміщені тїпальні ножі 5, що мають зверху виступ у вигляді гребеня.

Тїпальний вузол для обробки луб'яної сировини працює наступним чином. Шар луб'яної сировини, який було попередньо пром'ято в м'яльній частині агрегату з переробки луб'яної сировини, за допомогою пари живильних вальців рівномірно подається в зону обробки тїпального вузла. Робочими органами тїпального барабану 1 тїпального вузла для обробки луб'яної сировини є бильні планки 4 та тїпальні ножі 5. Вони закріплені на тїпальному барабані 1, що здійснює обертання від привода,

почергово діють на матеріал пром'ятої луб'яної сировини, перехвачують його, згинають та переміщують уздовж шару луб'яного матеріалу.

На рис. 6, в показано переріз бильної планки й тіпального ножа $B-B$, а на рис. 6, г представлено вигляд бильної планки зверху $C-C$, на рис. 6, д – її переріз $D-D$.

Використання бильних планок 4, що мають хвилястий профіль у поперечному перерізі, робоча кромка яких виконана зрізанням під тупим кутом відносно напрямку руху бильних планок, забезпечує достатньо високий ступінь відділення костриці та інших неволокнистих домішок від волокна. Завдяки специфічній конфігурації робочої кромки бильних планок 4 луб'яний матеріал, що піддається їх дії, ковзає по робочій кромці, піддаючись ковзному згину та зсуву костриці відносно волокна, а волокна завдяки своїй природній гнучкості легко огинають контури бильних планок 4, що підвищує ефективність очищення волокна. Край робочої кромки бильних планок 4 заокруглений по радіусу, що запобігає можливому значному пошкодженню волокна. Бильні планки 4 на тіпальному барабані 1 розміщені так, що профіль кожної з них зміщений відносно профілю сусідніх на півперіоду хвилі. Завдяки такій конфігурації забезпечується більша зона піддавання матеріалу пром'ятої луб'яної сировини дії зазначених планок. Тіпальні ножі 5 діють на матеріал пром'ятої луб'яної сировини, зіскоблюючи костру з поверхні волокна. Вони мають на поверхні виступ у вигляді гребеня, що при дії на матеріал пром'ятої луб'яної сировини створює додаткові інерційні сили й інші сили: тертя, тиск, натягнення. При взаємодії такого виступу з матеріалом пром'ятої луб'яної сировини луб'яний матеріал ковзає по закругленій поверхні вершини гребеня тіпальних ножів 5, при цьому елементи луб'яного матеріалу набувають обертого руху відносно центра кривизни вершини гребеня тіпальних ножів 5. Волокно завдяки своїй природній гнучкості легко огинає контури вершини гребеня тіпальних ножів 5, але костринки

не згинаються разом з волокном, а виходять із шару луб'яного матеріалу, що сприяє відділенню костри та значно полегшує подальше її видалення інерційними силами. За рахунок зміни напрямку відносно швидкості відбувається зміна абсолютної швидкості елементів шару при дії бильних планок 4 і тіпальних ножів 5. Із зміною абсолютної швидкості елементів пряди, у момент взаємодії їх з робочими органами тіпального барабану 1 тіпального вузла для обробки луб'яної сировини, виникає велике прискорення елементів шару в ділянці взаємодії. Сили інерції, що спричинені цим прискоренням, досягають значної величини і змінюються пропорційно квадрату швидкості робочих органів тіпального барабану 1. Інерційні сили, а разом з ними і інші сили (тертя, тиск, натягнення), що виникають в шарі при тіпанні, забезпечують видалення з оброблюваного матеріалу костриці та інших неволокнистих домішок.

Завдяки дії бильних планок 4 і тіпальних ножів 5 тіпального барабану 1 та виникаючих центробіжних сил частина луб'яного матеріалу переміщується в бік планчатих валків 3, що розміщені в середині тіпального вузла над тіпальним барабаном 1. Луб'яний матеріал ударяється об контури планок зазначених валків, вибиваючи при цьому кострицю із шару луб'яного матеріалу. Планчаті валки 3 не зафіксовані та можуть обертатися навколо своєї осі.

Відокремлена від волокна костриця та інші неволокнисті домішки просипаються крізь решітку 2, що розміщена під тіпальним барабаном 1. Після тіпання волокно подається до трясильної частини агрегату з переробки луб'яної сировини.

У тіпальному вузлі за рахунок можливості зміни положення решітки 2 відносно тіпального барабану 1 зазор між решіткою 2 і тіпальним барабаном 1 є регульованою величиною. При зменшенні зазору ступінь очищення волокна збільшується за рахунок збільшення кутів вигину шару сировинного матеріалу по планках решітки 2 та збільшення сил тертя,

тиску, натягнення, при збільшенні — навпаки. Регулювання зазору між решіткою 2 і тіпальним барабаном 1 дає можливість впливу на інтенсивність обробки луб'яного матеріалу залежно від його початкового стану.

При зменшенні відстані між живильним вузлом та зоною тіпання в тіпальному вузлі якість очищення волокна підвищується. Шар луб'яного матеріалу отримує дії від бильних планок 4 і тіпальних ножів 5 тіпального барабана 1 в тому випадку, якщо він утримується у живильному вузлі.

Залежно від виду луб'яного матеріалу, його стану та якості можна регулювати зазори між бильними планками 4 та тіпальними ножами 5 тіпального барабана 1.

За рахунок зміни частоти обертання тіпального вузла можна одержувати волокно з різним ступенем заокругленості. До того ж, конструкційна особливість бильних планок 4 та тіпальних ножів 5 дозволяє здійснювати обробку луб'яного матеріалу з різними технологічними характеристиками. Максимальна частота обертання тіпального барабана 1, допустима для цієї конструкції, практично може бути використана й при обробці недолежаної сировини, а також сировини з підвищеною вологістю.

Залежно від типу й фізико-механічних показників якості луб'яного матеріалу у складі агрегату з переробки луб'яної сировини може бути встановлено один або декілька тіпальних вузлів для ефективного очищення луб'яної сировини від костриці та інших неволокнистих домішок.

Наведена конструкція тіпального вузла для обробки луб'яної сировини дозволить підвищити універсальність устаткування з переробки стебел луб'яних культур завдяки можливості переробки всіх видів вітчизняної лубоволокнистої сировини.

Застосування тіпального вузла для обробки луб'яної сировини у вищевикладеній конструкції дозволяє забезпечити підвищення ефективності порушення залишкових зв'язків між

деревиною і волокном пром'ятої луб'яної сировини, відділення волокна від костриці та інших неволокнистих домішок, що в цілому підвищує ефективність роботи всього агрегату з переробки луб'яної сировини. Запропоновані технічні рішення дозволяють покращити ефективність видалення костриці та неволокнистих домішок як під час процесу тіпання, так і продовжити це на подальших технологічних операціях загального технологічного ланцюгу одержання волокна, що на виході виробництва дає можливість отримати більш якісне волокно та більшу його кількість. Запропоноване конструктивне рішення було успішно апробовано на Старосамбірському льнокомбінаті.

Таким чином, використання удосконалень конструктивних особливостей частин тіпального вузла для обробки луб'яної сировини може не тільки покращити ефективність очищення волокнистої продукції, а й розширити можливості переробки вітчизняної лубоволокнистої сировини, тобто підвищити універсальність та ефективність її переробки в цілому. Волокно, отримане в результаті застосування нововведень, дозволяє втілювати в життя поглиблену переробку лубоволокнистих рослин, розширити асортиментний ряд товарів на його основі, використовувати в різних галузях, стимулювати сільгоспвиробників до вирощування льону, конопель та їх первинної переробки, що, в свою чергу, підвищує їх роль як провідних технічних культур. З іншого боку, цей процес спонукатиме до зниження соціальної напруги на селі та зменшення залежності від іноземного постачання бавовни та шерсті, навіть і за наявності валютних асигнувань у цьому секторі. Перспективи використання запропонованих технічних рішень можуть сприяти модернізації лляної і конопляної галузей виробництва, розвитку легкої промисловості та екоринку України, збільшенню робочих місць та залученню висококваліфікованих спеціалістів у зазначену сферу економіки.

ВИСНОВКИ

Тільки інноваційні рішення здатні змінити ситуацію на краще й підвищити конкурентоспроможність льоно- і коноплепродукції за рахунок кращої її якості і нижчих витрат на виробництво. Впровадження нових технологій переробки льону й конопель дає можливість отримувати продукцію з новими споживчими і функціональними властивостями, що може значно розширити сферу їх використання та підвищити економічну привабливість галузей.

Виходячи зі світових тенденцій, слід зазначити, що льонарство і коноплярство належать до інвестиційно-привабливих галузей, подальша доля яких залежить насамперед від державної політики, зацікавленості інвесторів і комплексного підходу до їх розвитку.

Представлене конструктивне виконання тіпального вузла для обробки луб'яної сировини надає можливість вирішити питання промислової переробки різних видів вітчизняної

лубоволокнистої сировини, збільшивши універсальність технологічної схеми переробки. Наведена інноваційна розробка дозволяє підвищити ефективність очищення сирцю за рахунок покращення умов порушення залишкових зв'язків між деревиною і волокном пром'ятої луб'яної сировини, очищення волокна від костриці та інших неволокнистих домішок. Застосування зазначеного агрегату в промислових умовах може не лише позитивно вплинути на отримання більшої кількості якісного волокна, а й спонукати до ширшого залучення трудових ресурсів в слаборозвинених регіонах та одержання відповідного соціально-економічного зростання вітчизняної легкої промисловості. Таким чином, за підтримки держави з впровадження подібних розробок, що сприяють розширенню виробництва інноваційної продукції, реальним є підвищення конкурентоспроможності вітчизняних товарів та більш стрімке зростання економіки.

СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ

1. Наталенко И. Льяных дел мастер! URL: <http://latifundist.com/blog/read/305-lnyanyh-del-master> (дата звернення: 07.04.17).
2. Березовський Ю.В. Товарознавча характеристика властивостей льону. *Товарознавчий вісник*. 2012. № 5. С. 23–28.
3. Горач О.О. Удосконалення технології одержання трести з соломи льону олійного з використанням штучного зволоження: дис... канд. тех. наук: 05.18.01. ХНТУ. Херсон, 2009. 206 с.
4. Березовський Ю.В. Екологічно безпечні текстильні товари на основі лляних волокон. *Товари і ринки*. 2013. № 2 (16). С. 176–183.
5. Сай В.А. *Технологія вирощування, збирання та первинної переробки льону олійного*. Луцьк, 2012. 168 с.
6. Березовський Ю.В. Застосування нових технічних рішень у виробництві лляної продукції. *Вісник ХНТУ*. 2014. № 4 (51). С. 51–58.
7. Тіхосова Г.А. Розвиток наукових основ технологій первинної переробки волокон льону олійного: дис. ... доктора техн. наук: 05.18.01. ХНТУ. Херсон, 2011. 358 с.
8. Березовський Ю.В. Оцінка необхідності розвитку та підтримки виробництва екологічно безпечної лляної продукції в Україні. *Вісник ХНТУ*. 2014. № 2 (49). С. 51–55.
9. Березовський Ю.В. Теоретичні аспекти розвитку екобрендингу лляних та льономісних товарів в Україні. *Товарознавство та інновації*. 2013. Вип. 5. С. 24–33.
10. Свояченко М. Лен и конопля: реалии и перспективы возрождения. URL: http://www.ua-fashion.net/index.php?option=com_content&view=article&id=23&Itemid=17&lang=uk (дата звернення: 16.02.17).
11. Обзор рынка льна Украины в 2016 году. URL: <http://marketing.rbc.ua/news/21.09.2016/8445> (дата звернення: 21.09.16).
12. В Украине увеличились объемы переработки льна. URL: <http://ubr.ua/market/agricultural-market/v-ukraine-uvlechilis-obemu-pererabotki-lna-460006> (дата звернення: 28.12.2016).
13. Новиков Э.В., Смирнов Б.И. О первичной обработке льяной тресты. URL: http://www.russianflax.ru/info/articles/article/o_perv_obrabotke.html (дата звернення: 12.02.17).
14. Рынки. Льяной рай. URL: <http://msb.aval.ua/ru/news/?id=25138> (дата звернення: 24.05.2016).

15. Левковська Т.В. Аналіз сировинної бази текстильної промисловості України на сучасному етапі розвитку економіки. *Бізнес-навігатор*. 2013. № 1 (30). С. 91–99.
16. Макаренко П.М. *Ринкова трансформація аграрного сектора: теорія і практика*. Запоріжжя, 2006. 373 с.
17. Евдокимова Ж.В., Вотчинникова С.Н. Волшебник синий лен. URL: <http://www.rea-centre.narod.ru/analis/lien-st-02.htm> (дата звернення: 12.04.17).
18. Поважный А.С. Государственная поддержка развития аграрного сектора экономики: опыт и современные тенденции. *Збірник наукових праць Донецького державного університету управління: «Державне управління економічного розвитку регіону та підприємств»*. 2004. Т. V, № 38. С. 40–46.
19. Березовський Ю.В. Оцінка передумов розвитку ринку товарів з льону в Україні. *Товарознавчий вісник*. 2014. Випуск 7. С. 19–27.
20. Обзор состояния текстильной отрасли. Льняная подотрасль. Котонизированный лен. URL: http://rea-centre.narod.ru/analis/len-01.htm#_top (дата звернення: 02.04.17).
21. Пашин Е.Л., Федосова Н.М. *Технологическое качество и переработка льна-межеумка*. Кострома, 2003. 88 с.
22. Федосова Н.М., Пешкова А.С. Анатомическое строение масличного льна. *Достижения науки и техники АПК*. 2005. № 10. С. 17–18.
23. Украина: рынок льна и продуктов переработки. URL: http://www.proagro.com.ua/research/files/PA_Linseed_2016_Rus_adv.pdf (дата звернення: 22.01.17).
24. Головенко Т.М. Розроблення технології переробки стебел трести льону олійного з метою одержання нетканних матеріалів: дис. ... канд. техн. наук: 05.18.02. ХНТУ. Херсон, 2013. 226 с.
25. Гілязетдінов Р.Н. Развитие научных основ створення інноваційних технологій первинної переробки луб'яних культур: дис. ... д-ра техн. наук: 05.18.01. ХНТУ. Херсон, 2009. 329 с.
26. Валько П.М. Удосконалення технології одержання тіпаного лляного волокна з використанням очищувальних валків: дис. ... канд. техн. наук: 05.18.01. ХНТУ. Херсон, 2011. 179 с.
27. Березовський Ю.В. Використання нових технічних рішень у промисловому виробництві лляної продукції. *Наука та інновації*. 2016. Т. 12, № 4. С. 53–70.
28. Березовський Ю.В. Технічні рішення процесу переробки лляної сировини. *Наука та інновації*. 2017. Т. 13, № 3. С. 25–37.
29. *Патент України № 111013*. Березовський Ю. В. Тіпальний вузол для обробки луб'яної сировини.

Стаття надійшла до редакції 31.07.17

REFERENCES

1. Natalenko, I. L'njanyh del master! URL:<http://latifundist.com/blog/read/305-lnyanyh-del-master>. (Last accessed: 07.04.17) [in Russian].
2. Berezovs'kyj, Yu. V. (2012). Tovaroznavcha charakterystyka vlastyvostej l'onu *Tovaroznavchyi visnyk. (Commodity Bulletin)*, 5, 23–28 [in Ukrainian].
3. Horach, O. O. (2009). *Technology development of trust reception from straw of oil flax with the use of artificial irrigation*. Kherson [in Ukrainian].
4. Berezovskyi, Yu. V. (2013). Ekolohichno bezpechni tekstylni tovary na osnovi llianykh volokon. *Tovary i rynky*, 2(16), 176–183 [in Ukrainian].
5. Sai, V. A. (2012). *Tekhnolohiia vyroshchuvannia, zbyrannia ta pervynnoi pererobky lonu oliinoho*. Lutsk [in Ukrainian].
6. Berezovskyi, Yu. V. (2014). Zastosuvannia novykh tekhnichnykh rishen u vyrobnytstvi llianoi produktsii. *Visnyk KhNTU*, 4(51), 51–58 [in Ukrainian].
7. Tikhosova, H. A. (2011). *Development of scientific basis of primary processing of oil flax fibers*. Kherson [in Ukrainian].
8. Berezovskyi, Yu. V. (2014). Otsinka neobkhidnosti rozvytku ta pidtrymky vyrobnytstva ekolohichno bezpechnoi llianoi produktsii v Ukraini. *Visnyk KhNTU*, 2(49), 51–55 [in Ukrainian].
9. Berezovskyi, Yu. V. (2013). Teoretychni aspekty rozvytku ekobrendynhu llianykh ta lonovmisnykh tovariv v Ukraini. *Tovaroznavstvo ta innovatsii*, 5, 24–33 [in Ukrainian].
10. Svojachenko, M. Len i konoplja: realii i perspektivy vrozozhdenija. URL: http://www.ua-fashion.net/index.php?option=com_content&view=article&id=23&Itemid=17&lang=uk. (Last accessed: 16.02.17) [in Russian].
11. Obzor rynka l'na Ukrainy v 2016 godu. URL: <http://marketing.rbc.ua/news/21.09.2016/8445>. (Last accessed: 21.09.2016) [in Russian].

12. V Ukraine uvelichilis' ob#emy pererabotki l'na. URL: <http://ubr.ua/market/agricultural-market/v-ukraine-uvelichilis-obemy-pererabotki-lna-460006>. (Last accessed: 28.12.2016) [in Russian].
13. Novikov, Je. V., Smirnov, B. I. O pervichnoj obrabotke l'njanaj tresty. URL: http://www.russianflax.ru/info/articles/article/o_perv_obrabotke.html. (Last accessed: 14.03.17) [in Russian].
14. Rynki. L'njanaj raj. URL: <http://msb.aval.ua/ru/news/?id=25138>. (Last accessed: 24.05.2016) [in Russian].
15. Levkovska, T. V. (2013). Analiz syrovynnoi bazy tekstylnoi promyslovosti Ukrainy na suchasnomu etapi rozvytku ekonomiky. *Biznes-navihator*, 1(30), 91–99 [in Ukrainian].
16. Makarenko, P. M. (2006). *The market transformation of the agricultural sector: theory and practice*. Zaporozhye [in Ukrainian].
17. Evdokymova, Zh. V., Votchynykova, S. N. Volshebnyk synyj len. URL: <http://www.rea-centre.narod.ru/analiz/liens-t-02.htm>. (Last accessed: 12.04.17) [in Russian].
18. Povazhnyj, A. S., Batchenko, L. O., Djatlova, Ju. V. (2004). State-owned agricultural sector development support Economy: Experience and its contemporary trends. Collection of scientific works of Donetsk State University of Management: «*State control of economic development of the region and enterprises*». 5(38), 40–46 [in Russian].
19. Berезovskiy, Yu. V. (2014). Otsinka peredumov rozvytku rynku tovariv z lonu v Ukraini. *Tovarovnavchyyi visnyk*, 7, 19–27 [in Ukrainian].
20. Obzor sostojanija tekstil'noj otrasli. L'njanaja podotrasl'. Kotonizirovannyj len. URL: http://rea-centre.narod.ru/analiz/len-01.htm#_top. (Last accessed: 12.04.17) [in Russian].
21. Pashyn, E. L., Fedosova, N. M. (2003). *Technological quality and processing of flax-intermediate*. Kostroma [in Russian].
22. Fedosova, N. M., Peshkova, A. S. (2005). Anatomicheskoe stroenye maslychnogo l'na. *Dostyzenyja nauky y tehnyky APK (Achievements of science and technology of the agro-industrial complex)*, 10, 17–18 [in Russian].
23. Ukraina: rynek l'na i produktov pererabotki. URL: http://www.proagro.com.ua/research/files/PA_Linseed_2016_Rus_adv.pdf. (Last accessed: 22.01.17) [in Russian].
24. Holovenko, T. M. (2013). *Processing technology development trusts stalks of flax oil to produce nonwovens*. PhD (Tech.) Kherson [in Ukrainian].
25. Hiliazetdinov, R. N. (2009). *Development of scientific bases of creating innovative technology of primary processing of bast crops*. PhD (Tech.) Kherson [in Ukrainian].
26. Valko, P. M. (2011). *Improving the technology of flax fiber tipanoho using cleaning rolls*. PhD (Tech.) Kherson [in Ukrainian].
27. Berезovskiy, Yu. V. (2016). Vykorystannia novykh tekhnichnykh rishen u promyslovomu vyrobnytstvi llianoy produktsii. *Nauka ta innovatsii*, 12(4), 53–70 [in Ukrainian].
28. Berезovskiy, Yu. V. (2017). Tekhnichni rishennia protsesu pererobky llianoy syrovyny. *Nauka ta innovatsii*, 13(3), 25–37 [in Ukrainian].
29. *Patent of Ukraine № 111013*. Berезovskiy Yu. V. Blowing-cleaning unit for processing bast raw material [in Ukrainian].

Received 31.07.17

Berezovsky, Yu.

Kherson National Technical University,
24, Beryslavsk Highway, Kherson-8, 73008, Ukraine,
+38 055 232 69 81, berezov.sky.ua@gmail.com

TECHNICAL SOLUTION FOR SCUTCHING BAST RAW MATERIAL

Introduction. The research deals with problems of development of scientific framework for resource-saving technologies for complex processing of bast crops.

Problem Statement. In recent years, the problem of sustainable development of the country has aggravated. The critical features of production flowchart for processing bast raw material in Ukraine in order to develop adequate scenarios of its development have been identified.

Purpose. The purpose of the research is to develop theoretical aspects of obtaining bast fibers with given qualitative indicators.

Materials and Methods. The research uses the methods of theoretical generalization and comparison, analysis and synthesis. The search of ways for improving the quality and expanding the assortment of high-quality bast products using different methods of treatment has been discussed.

Results. The modern level of domestic and foreign research works on the problems and promising directions of development of primary processing of bast fibers has been generalized. The theoretical aspects of more efficient use of raw flax materials available in the country have been elaborated.

Conclusions. Based on the research of anatomical and chemical structure of bast stems and configurations of a group of breaking-and-shaking and scutching-and-cleaning machines for pretreatment of industrial fiber, the need of creating a new device for mechanical treatment of these crops to produce fiber with given quality has been theoretically substantiated and experimentally proved. New ways for stem destruction based on the compression, fracture, sliding flexure, scraping, inertial forces, friction, pressure, and tension, which contribute to the stem disintegration and increase in fibers separation, have been proposed. These ways are based on the device for separating the woody parts and deflaking.

Innovational configuration of scutching unit for processing bast raw materials, which provides raising efficiency of breaking the connections between woody part and fiber of bast raw material and separating the fibers from woody part and other non-fibrous impurities have been developed. This scutching unit has universal application for processing the stems of bast crops.

Keywords: fiber, flax, raw material, quality, cleaning, processing, equipment, and production.

Ю.В. Березовский

Херсонский национальный технический университет,
Бериславское шоссе, 24, Херсон-8, 73008, Украина,
+380 552 32 6981, berezov.sky.ua@gmail.com

ТЕХНИЧЕСКИЕ РЕШЕНИЯ ПРОЦЕССА ТРЕПАНИЯ ЛУБЯНОГО СЫРЬЯ

Введение. Статья посвящена решению проблем развития научных основ ресурсосберегающих технологий комплексной переработки лубяных культур.

Постановка задачи. В последние годы очень обострилась проблема экологически сбалансированного развития страны. Определены кризисные особенности существующей структурной производственной схемы переработки лубяного сырья в Украине с целью выработки адекватных сценариев ее развития.

Цель. Разработка теоретических аспектов получения лубяного волокна с заданными качественными показателями.

Материалы и методы. В процессе исследования использованы методы теоретического обобщения и сравнения, анализа и синтеза. Рассмотрены вопросы поиска путей повышения качества и расширения ассортимента высококачественной лубяной продукции различных способов обработки.

Обобщен современный уровень отечественных и зарубежных научных работ, посвященных проблемам и перспективному направлению развития первичной обработки лубяных волокон. Обработаны теоретические вопросы более эффективного использования имеющегося в стране льняного сырья.

Результаты. На основании проведенных исследований анатомического и химического строения лубяных стеблей, конструкций группы мяльно-трясильных, трепально-очистительных машин для предварительной обработки технического волокна теоретически обоснована и экспериментально доказана необходимость создания нового устройства механической переработки этих культур для получения волокна с заданными качественными показателями.

На основании разработанного механизма выделения костры и разволокнения пучков технических лубяных волокон предложены новые способы разрушения стебля, основанные на процессах сжатия, излома, скользящего изгиба, скобления, инерционных сил, трения, давления и натяжения, которые способствуют разрушению целостности стебля и повышению степени его разволокнения.

Выводы. Разработана инновационная конструкция трепального узла для обработки лубяного сырья, обеспечивающего повышение эффективности нарушения связей между древесиной и волокном лубяного сырья, отделение волокна от костры и других неволокнистых примесей, универсальность использования трепального узла для переработки стеблей лубяных культур.

Ключевые слова: волокно, лен, сырье, качество, очистка, переработка, оборудование, производство.