

УДК 677.11.021.151.2

Дослідження впливу диференціації процесів пневмотранспортування відходів тіпання на якість короткого льоноволокна

В.К. Палійчук¹, В.Л. Куликівський², В.М. Боровський³

Житомирський національний агроекологічний університет (м. Житомир, Україна),

¹ e-mail: palyichukln@gmail.com, ORCID: 0000-0003-2587-8314;

² e-mail: kylikovskiyv@ukr.net, ORCID: 0000-0002-4652-0285;

³ e-mail: borovskiyvm@gmail.com, ORCID: 0000-0002-1759-8155

У даний час основною причиною, що обмежує розширення сфери використання короткого льоноволокна, є його невисока якість внаслідок значного вмісту костриці та сміттєвих домішок. В результаті досліджень встановлено, що змішування відходів, одержаних після м'яльної машини з відходами першої, другої тіпальних секцій двосекційного МТА та третьої тіпальної секції чотирьохсекційного м'яльно-тіпального агрегату, підвищує щільність завантаження першої трясильної і сушильної машини агрегату КПАЛ, як наслідок погіршуються умови виділення насипної костриці та підсушування. У результаті чого відбувається засмічення більш чистих відходів першої, другої тіпальних секцій двосекційного та третьої тіпальної секції чотирьохсекційного МТА, із вмістом костриці 35...69 %, відходами м'яльної машини, що містять 268...280 % костриці. Зниження витрат на одержання волокнистого продукту обумовлено виключенням операцій підсушування сировини перед механічною переробкою, а також зменшенням енергоємності та матеріаломісткості технологічного обладнання за рахунок скорочення деяких операцій технологічного процесу, зменшення інтенсивності обробки, а також застосування більш ефективних видів впливів.

В статті акцентовано увагу на диференційованому підході до відбору відходів тіпання. Запропоновано енергозберігаючий прийом зниження вмісту костриці у відходах тіпання за допомогою розмежування місця їх пневмотранспортування від м'яльно-тіпального агрегату до лінії переробки короткого волокна. Удосконалення технологічного процесу обробки льоноволокна шляхом диференціації пневмотранспортування відходів тіпання від МТА, за вмістом костриці, на різні секції куделеприготувального агрегату, забезпечує підвищення якості короткого волокна. Після застосування запропонованих схем пневмотранспортування відходів тіпання, спостерігається зниження вмісту костриці в короткому льоноволокну на 6...10 %, а його якість підвищується на 1...2 номери.

Ключові слова: агрегат, відходи тіпання, диференціація процесів, інтенсифікація обробки, коротке льоноволокно, костриця, пневмотранспортування, секція, якість.

Постановка проблеми. В сучасних умовах одним із головних завдань первинної переробки сировини льону є підвищення якості короткого льоноволокна, яке може використовуватися не лише для одержання текстильної продукції за традиційною технологією, а й для виробництва паперової целюлози, вати та катоніну. Тільки висока якість обробки короткого лляного волокна, яка передбачає у першу чергу максимальне видалення костриці, може забезпечити його використання для виробництва зазначених видів продукції, в яких Україна відчуває велику потребу, оскільки не вирощує бавовну та має обмежений запас деревини.

В умовах різкого збільшення вартості енергоносіїв та інших матеріальних ресурсів, підвищення якості короткого льоноволокна доцільно здійснювати не за рахунок енергетичних і матеріальних затрат, а шляхом вдосконалення та оптимізації технологічних

процесів, які забезпечували б високу якість продукції та були ресурсозберігаючими.

Таким чином, пошук та розробка нових способів вдосконалення і оптимізації технологічних процесів обробки відходів тіпання на сучасному м'яльно-тіпальному та куделеприготувальному агрегатах з метою зниження вмісту костриці у льоноволокну при збереженні його цінних фізико-механічних властивостей в сучасних ринкових умовах є актуальною проблемою.

Аналіз науково-технічної літератури [1, 2] з вдосконалення механізованої технології обробки лляного волокна показав, що дана проблема лишається невирішеною. Тому, доцільно провести нові дослідження із оптимізації технології обробки відходів тіпання на агрегатах та розмежування їх за вмістом костриці ще під час пневмотранспортування відходів від м'яльно-тіпального до куделеприготувальних агрегатів з наступною роздільною обробкою.

У процесі розробки нових та вдосконалення існуючих прийомів технологічного процесу отримання короткого волокна має бути відома кількісна оцінка впливу того чи іншого фактору на показники якості льоноволокна. Тільки за цих умов новий технологічний прийом, або оптимізуючі фактори можуть бути рекомендовані підприємствам, льонозаводам для широкого впровадження. На жаль, такі розробки майже відсутні в теорії та практиці механічної обробки текстильної сировини. У зв'язку з цим, в галузі первинної переробки волокнистих матеріалів, теоретичні та практичні розробки із даної тематики є актуальними, оскільки дозволяють спрогнозувати вихідні характеристики короткого волокна, такі як вміст костриці, міцність волокна при застосуванні оптимальних параметрів обробки на агрегаті, а також після розмежування зон відбору відходів тіпання перед обробкою короткого льоноволокна на куделеприготувальних агрегатах.

Аналіз результатів останніх досліджень та публікацій. Встановлено, що вміст костриці у відходах тіпання залежить від місця їх виділення в м'яльно-тіпальному агрегаті (МТА) [3, 4]. У відходах тіпання, що утворилися після м'яльної машини та першої секції тіпальної машини, вміст костриці складає приблизно 250 %, а другої секції – лише 40...60 %. Однак, у традиційних схемах пневмотранспортування всі відходи від м'яльних та тіпальних машин об'єднуються в один потік і направляються на трясильні машини куделеприготувальних агрегатів (КПАЛ). Подальша обробка усіх цих відходів здійснюється за однаковою технологією.

У той же час відходи, які утворюються в процесі проминання трести на м'яльній машині та тертя у першій секції тіпальної машини, суттєво відрізняються за властивостями від відходів після другої секції даного агрегату [4, 5]. Відходи після першої секції в більшій мірі закростричені, довговолоконні та мають підвищену вологість у порівнянні із сировиною одержаною після другої секції.

Змішування усіх цих відходів перевантажує першу трясильну машину і сушильну машину агрегату КПАЛ, що погіршує умови виділення із них костриці та висушування, а також зумовлює замічення чистих відходів другої секції [5, 6].

Тому, в подальших дослідженнях акцентовано увагу на диференційованому підході до відбору відходів тіпання.

Мета досліджень. Удосконалення і оптимізація технологічних процесів для підвищення якості короткого льняного волокна за рахунок інтенсифікації обробки відходів тіпання на куделеприготувальному агрегаті, розмежування відходів за вмістом костриці при їх одержанні та пневмотранспортуванні до наступної стадії обробки.

Результати досліджень. Недоліком існуючих на підприємствах, льонозаводах схем пневмотранспортування є об'єднання відходів від окремих складових частин м'яльно-тіпального агрегату в один потік, хоча вони мають різний фізичний склад і технологічні властивості. Переробка відходів у такий спосіб, тобто зі змішуванням різних за механічним складом і властивостями напівпродуктів короткого волокна, усереднює якість останнього, не дозволяє формувати партії льоноволокна підвищеної якості, зводить до нуля можливість енергозбереження процесу переробки. У зв'язку з цим, удосконалено схеми компонування машин системи пневмотранспортування для двосекційних та чотирьохсекційних агрегатів (рис. 1, 2). Окремі машини, вузли та механізми позначені на схемах таким чином:

1. Шароформуюча машина СМК.
2. М'яльна машина М-100-Л.
3. М'яльно-тіпальний агрегат МТА-1Л.
4. Трясильна машина ТГ-135Л.
5. Колковий підживлювач.
6. Куделеприготувальний агрегат КПАЛ.
7. Трясильна машина з верхнім гребінним полем.
8. Трясильна машина з нижнім гребінним полем.
9. Тіпальна машина.
10. Сушильна машина СКП-10КУ.
11. Вентилятор ВЦП 7-40.
12. Циклон Ц-4.

У відповідності з першою схемою (рис. 1) відходи тіпання після м'яльної машини та першої секції тіпальної машини об'єднуються в потік і направляються на першу трясильну машину.

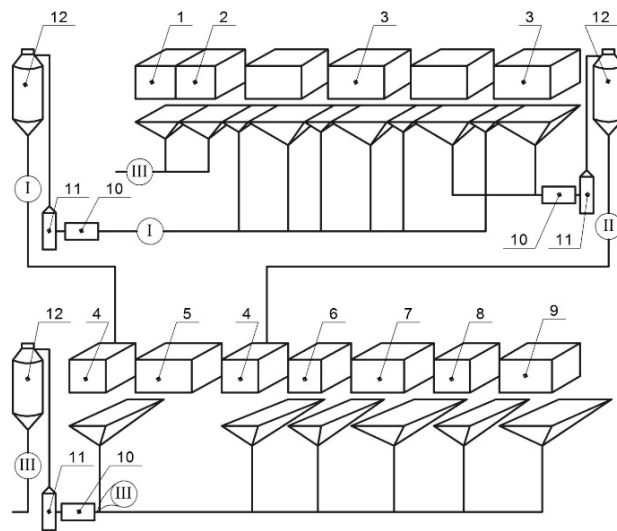


Рис. 1. Удосконалена схема пневмотранспортування відходів тіпання від м'яльної та двосекційної тіпальної машини

В другій схемі (рис. 2) використана чотирьохсекційна тіпальна машина. У відповідності до неї,

відходи від м'яльної машини, першої та другої секції тіпальної машини агрегату, об'єднуються в перший потік і направляються на першу трясильну машину для обробки (за схемою В). Відходи від третьої та четвертої секції тіпальної машини об'єднуються у другий потік і направляються для обробки за схемою С (рис. 2). Згідно із представленими структурними схемами пневмотранспортування відходів тіпання від м'яльно-тіпального агрегату та КПАЛ, всі напівпродукти і відходи, які виділяються від МТА після м'яльної машини, містять у відповідності з експериментальними даними, отриманими в умовах льонозаводу, 268...280 % костриці від маси волокна. Відходи тіпання, виділені після першої тіпальної секції агрегату, містять костриці лише 60...78 %.

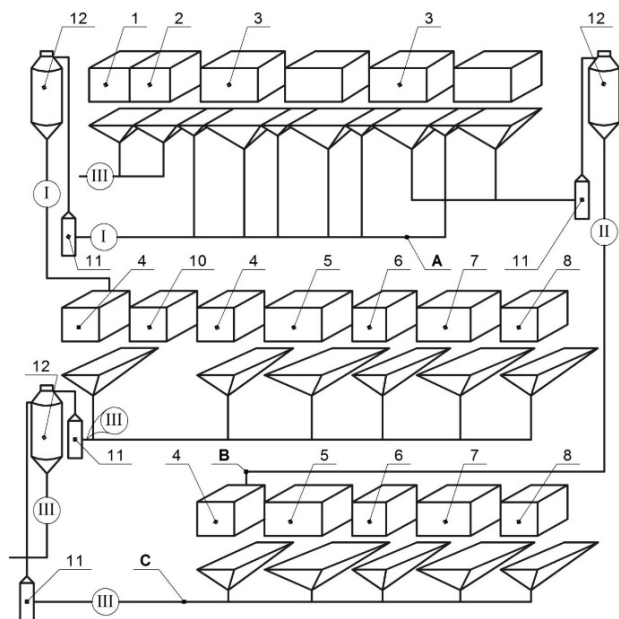


Рис. 2. Удосконалені схеми пневмотранспортування відходів тіпання при виробництві короткого льоноволокна: А – схема диференційованого пневмотранспортування відходів тіпання від МТА; В – схема пневмотранспортування відходів з підвищенням вмістом костриці; С – схема пневмотранспортування відходів тіпання зі зменшеним вмістом костриці

У відходах тіпання, виділених після обробки на другій тіпальній секції міститься 52...56 % костриці. В таблиці 1 наведені результати десятикратних замірів вмісту костриці у відходах тіпання, похибка досліду склала 5...7 %.

Аналіз якості відходів тіпання здійснювали як із-під двосекційного м'яльно-тіпального агрегату, так і чотирьохсекційного МТА, у відповідності з представленими структурними схемами (рис. 1, 2). Із даних таблиці 1 випливає, що відходи тіпання після м'яльної машини МТА (відходи 1)

містять костриці у 10 разів більше, ніж відходи одержані після третьої тіпальної секції чотирьохсекційного м'яльно-тіпального агрегату (відходи 4). У відходах одержаних після м'яльної машини МТА міститься не лише довговолокниста недоробка, але й насипна костриця.

Таблиця 1. Вміст костриці у відходах тіпання

Тип відходів тіпання	Вміст костриці, %		
	мінімальний	максимальний	середнє значення
М'яльна машина МТА (відходи 1)	268	280	274
Перша тіпальна секція двосекційного МТА (відходи 2)	60	78	69
Друга тіпальна секція двосекційного МТА (відходи 3)	52	56	54
Третя тіпальна секція чотирьохсекційного МТА (відходи 4)	31	39	35

Змішування відходів, одержаних після м'яльної машини з відходами першої, другої тіпальних секцій двосекційного МТА та третьої тіпальної секції чотирьохсекційного м'яльно-тіпального агрегату, підвищує щільність завантаження першої трясильної і сушильної машини агрегату КПАЛ, що погіршує умови виділення насипної костриці та підсушування. В наслідок чого відбувається засмічення більш чистих відходів першої, другої тіпальних секцій двосекційного та третьої тіпальної секції чотирьохсекційного МТА (відходи 2, 3, 4), із вмістом костриці 35...69 %, відходами м'яльної машини (відходи 1), що містять 268...280 % костриці.

Щоб підвищити ступінь видалення костриці з короткого волокна, запропоновано відходи тіпання після м'яльної секції агрегату (відходи 1) із подальшої обробки на КПАЛ виключити, а відходи першої, другої тіпальних секцій двосекційного та третьої тіпальної секції чотирьохсекційного МТА (відходи 2, 3, 4) використати для виробництва короткого льоноволокна. Досліджувалися три схеми диференційованої обробки відходів тіпання. Згідно першої схеми відходи 1 направляли на першу трясильну машину ТГ-135Л, а відходи 2 на другу. Потім отримане коротке волокно об'єднували в один потік та визначали його якість, у відповідності з ДСТУ 5015:2008 [7] та ДСТУ 4015:2001 [8]. Результати десятикратних дослідів, похибка яких не перевищувала 7 %, представлені в таблиці 2.

Таблиця 2. Фізико-механічні властивості короткого льняного волокна, отриманого при диференціації процесів пневмотранспортування відходів тіпання

Тип короткого льноволокна	Фізико-механічні показники	
	Вміст костриці, %	Розривне навантаження, кгс
Волокно 1 (традиційна схема пневмотранспортування)	29	7,5
Волокно 2 (пневмотранспортування від першої тіпальної секції (схема В))	23	14,1
Волокно 3 (пневмотранспортування від другої тіпальної секції)	21	14
Волокно 4 (пневмотранспортування від третьої та четвертої тіпальних секцій (схема С))	15	16,5

У відповідності з другою схемою, відходи 1 від м'яльної машини направляли на спеціально відведений майданчик, а від першої тіпальної секції МТА (відходи 2) на першу трясильну секцію агрегату КПАЛ, отримуючи коротке волокно номера 2.

За третьою схемою, відходи із-під другої тіпальної секції МТА (відходи 4) направляли на другу трясильну машину агрегату КПАЛ і отримували коротке волокно номера 4. Як доказ необхідності введення чотирьохсекційних тіпальних секцій, для підвищення якості короткого волокна, був проведений додатковий експеримент обробки відходів тіпання після другої секції агрегату МТА (відходи 3) на другій трясильній машині КПАЛ з отриманням короткого льноволокна номер 3. Після проведення кожного дослідження відбирали проби волокна і аналізували за двома показниками якості: вміст костриці та міцність скрученої стрічки (розривне навантаження).

Дослідженнями встановлено, що при використанні першої технологічної схеми вміст костриці в короткому волокні зменшується на 6 %, у порівнянні з традиційною схемою та підвищує якість льноволокна на один номер. Друга схема із використанням чотирьохсекційних тіпальних машин дає ще більш високі результати. Якість короткого волокна підвищується на два номери.

Висновки. Запропоновано енергозберігаючий прийом зниження вмісту костриці у відходах

тіпання за допомогою розмежування місця їх пневмотранспортування від м'яльно-тіпального агрегату до лінії переробки короткого волокна.

Удосконалення технологічного процесу обробки льноволокна шляхом диференціації пневмотранспортування відходів тіпання від МТА, за вмістом костриці, на різні секції куделеприготувального агрегату, забезпечує підвищення якості короткого волокна. Після застосування запропонованих схем пневмотранспортування відходів тіпання, спостерігається зниження вмісту костриці в короткому льноволоку на 6...10 %, а його якість підвищується на 1...2 номери.

Література

1. Дьячков В. А. Теоретические основы технологии производства лубяных волокон: монография. Кострома: КГТУ, 2009. 271 с.
2. Макаев В. І., Клевцов К. М., Соболев О. А. Нові підходи у виробництві лляного волокна високої якості. *Вестник Херсонского национального технического университета*. 2009. № 3 (36). С. 90-92.
3. Лисих А. Ю. Механічний процес підготовки сировини для одержання короткого лляного волокна. *Загальнодержавний міжвідомчий науково-технічний збірник. Конструювання, виробництво та експлуатація сільськогосподарських машин*. 2017. Вип.47, ч. II. С. 123-130.
4. Марков В. В. Первичная обработка льна и других лубяных культур. Москва: Легкая и пищевая промышленность, 1981. 376 с.
5. Кебець О. М., Гілязетдінов Р. Н., Головій О. В., Хилевич В. С. Ефективність знекостричення трести льону складовими частинами агрегату. *Науковий вісник Національного аграрного університету*. 2002. Вип. 47. С. 125-127.
6. Чеботарев В. П., Изюитко В. М., Лукомский А. Е. Обоснование конструктивно-технологической схемы линии выработки короткого льноволокна. *Научно-технический прогресс в сельском хозяйственном производстве*. 2014. Т. 1. С. 205-209.
7. ДСТУ 5015:2008. Волокно лляне коротке. Технічні умови. [Чинний від 2009-01-01]. Київ, 2009. 10 с. (Національний стандарт України).
8. ДСТУ 4015:2001. Лён тіпаний. Технічні умови. [Чинний від 2002-01-01]. Київ, 2002. 12 с. (Національний стандарт України).

References

1. Diachkov, V. A. (2009). *Teoretycheskye osnovy tekhnolohyy proyzvodstva lubianykh volokon* [Theoretical basis of the production technology of bast fibers]. Kostroma: KHTU [in Russian].

2. Makaiev, V. I., Klevtsov, K. M., Sobolev, O. A. (2009). Novi pidkhody u vyrobnytstvi llianoho volokna vysokoi yakosti [New approaches in the production of high quality flax fiber]. *Bulletin of Kherson National Technical University*, 3 (36), 90-92 [in Ukrainian].

3. Lysykh, A. Y. (2017). Mekhanichnyi protses pidhotovky syrovyny dlia oderzhannia korotkoho llianoho volokna [Mechanical process of preparing raw materials for the production of short flax fiber]. *National Interagency Scientific and Technical Collection of Works. Design, Production and Exploitation of Agricultural Machines*, 47, part. II, 123-130 [in Ukrainian].

4. Markov, V. V. (1981). Pervichnaya obrabotka lina i drugih lubyanyih kultur [Primary processing of flax and other bast crops]. Moscow: Legkaya i pischevaya promyshlennost [in Russian].

5. Kebets, O. M., Hiliazetdinov, R. N., Holovii, O. V., Khylevych, V. S. (2002). Efektyvnist znekostrychen-

nia tresty lonu skladovymy chastynamy ahrehatu [Effectiveness of removing the chaff from the flax truss with the components of the unit]. *Scientific Bulletin of the National Agrarian University*, 47, 125-127 [in Ukrainian].

6. Chebotarev, V. P., Yzoytko, V. M., Lukomskyi, A. E. (2014). Obosnovanye konstruktivno-tekhnolohycheskoi skhemy lynny vyrabotky korotkoho lnovolokna [The substantiation of the constructive and technological scheme of the production line of short flax fiber]. *Scientific and technical progress in agricultural production*, 1, 205-209 [in Russian].

7. Volokno lliane korotke. Tekhnichni umovy [Short flax fibre. Specifications]. (2009). *DSTU 5015:2008 from 1t January, 2009*. Kyiv: Derzhstandart Ukraine [in Ukrainian].

8. Lon tipanyi. Tekhnichni umovy [Scutched flax. Specifications]. (2002). *DSTU 4015:2001 from 1t January, 2002*. Kyiv: Derzhstandart Ukraine [in Ukrainian].

Аннотація

Исследование влияния дифференциации процессов пневмотранспортирования отходов трепания на качество короткого льноволокна

В.К. Палейчук, В.Л. Куликовский, В.Н. Боровский

В настоящее время основной причиной, ограничивающей расширение сферы использования короткого льноволокна, является его низкое качество вследствие значительного содержания костры и сорных примесей. В результате исследований установлено, что смешивание отходов, полученных после мьяльной машины с отходами первой, второй трепальных секций двухсекционного МТА и третьей трепальной секции четырехсекционного мьяльно-трепального агрегата, повышает плотность загрузки первой трясильной и сушильной машины агрегата КПАЛ, как следствие ухудшаются условия выделения насыпной костры и подсушивания. В результате чего происходит засорение более чистых отходов первой, второй трепальных секций двухсекционного и третьей трепальной секции четырехсекционного МТА, с содержанием костры 35...69 %, отходами мьяльной машины, содержащих 268...280 % костры.

Снижение затрат на получение волокнистого продукта обусловлено исключением операций подсушивания сырья перед механической переработкой, а также уменьшением энергоемкости и материалоемкости технологического оборудования за счет сокращения некоторых операций технологического процесса, уменьшения интенсивности обработки, а также применение более эффективных видов воздействий.

В статье акцентировано внимание на дифференцированном подходе к отбору отходов трепания. Предложено энергосберегающий прием снижения содержания костры в отходах трепания с помощью разграничения места их пневмотранспортирования от мьяльно-трепального агрегата к линии переработки короткого волокна. Совершенствование технологического процесса обработки льноволокна путем дифференциации пневмотранспортирования отходов трепания от МТА, по содержанию костры, на разные секции куделеприготовительного агрегата, обеспечивает повышение качества короткого волокна. После применения предложенных схем пневмотранспортирования отходов трепания, наблюдается снижение содержания костры в коротком льноволокне на 6...10 %, а его качество повышается на 1...2 номера.

Ключевые слова: агрегат, отходы трепания, дифференциация процессов, интенсификация обработки, короткое льноволокно, костра, пневмотранспортирование, секция, качество.

Abstract

Investigation of the influence differentiation of processes pneumatic conveying of scutching wastes on the quality of short flax fiber

V.K. Paliychuk, V.L. Kulykivskyi, V.M. Borovskyi

Currently the main reason for limiting the expansion of the use of short flax fiber is its poor quality due to the significant content of awns and trash. As a result of the research, it was established that mixing the waste received after the crumpling machine with the waste of the first and second breaking units of the two-section crumple-scutching aggregate and the third breaking unit of the four-section crumple-scutching aggregate increases the loading density of the first shaking and drying machine of tow preparing aggregate, as a result, conditions deteriorate selection of bulk awns and drying. As a result an obstruction of more clean wastes is the first, second scutching sections of two-section and three-section scutching sections of the four-section crumple-scutching aggregate, with maintenance of awns 35...69 % and the wastes of crumpling machine, containing 268...280 % awns.

Reducing the cost of obtaining a fibrous product due to the exclusion of operations of drying raw materials before mechanical processing, as well as reducing energy consumption and material intensity of process equipment due to the reduction of certain operations of the process, reducing the intensity of processing, as well as the use of more efficient types of impacts.

The article focuses on a differentiated approach to the removal of wastes. An energy-saving method of reducing the content of awns in scutching wastes is proposed by delineating the place of their pneumatic transport from the crumple-scutching aggregate to the short fiber processing line. Improving the processing of flax fiber by differentiating the pneumatic conveying of scutching wastes from the crumple-scutching aggregate, according to the content of awns, into different sections of the tow preparing aggregate, improves the quality of short fiber. After applying the proposed schemes of pneumatic conveying of scutching wastes, there is a decrease in the content of awns in a short flax fiber by 6...10 % and its quality is increased by 1...2 numbers.

Keywords: *aggregate, scutching wastes, process differentiation, processing intensification, short flax fiber, awn, pneumatic conveying, section, quality.*

Представлено від редакції: В.М. Лук'яненко / Presented on editorial: V.M. Lukianenko

Рецензент: І.Г.Грабар / Reviewer: I.G.Grabar

Подано до редакції / Received: 19.02.2019