

УДК 633.522

DOI: <https://doi.org/10.32515/2414-3820.2023.53.85-93>**В.О. Шейченко**, проф., д-р техн. наук*Полтавський державний аграрний університет, м. Полтава, Україна**e-mail: vsheychenko@ukr.net***С.П. Коропченко**, ст. наук. співр., канд. техн. наук*Інститут лубяних культур НААН України, м. Глухів, Україна**e-mail: pererobka-ilk@i.ua***І.А. Дудніков**, доц., канд. техн. наук, **Ю.Б. Скоряк**, асп.*Полтавський державний аграрний університет, м. Полтава, Україна**e-mail: igor.dudnikov@pdau.edu.ua, e-mail: yuliia.skoriak@pdau.edu.ua***Я.М. Сало**, зав. лаб.*Львівська філія УкрНДІПВТ ім. Л. Погорілого, с.Магерів, Україна*

Техніко-технологічні рішення інтенсифікації перероблення конопляної сировини

Розроблено технологію перероблення конопляної соломи в однотипний луб із заданим вмістом костриці та довжиною. Встановлено, що збільшення інтенсивності дій робочих органів на оброблюваний луб зменшує вміст костриці як у крупностебловій так і у дрібностебловій фракціях стебел. Закостриченість лубу характеризувалася: для дрібностеблової фракції – 13,8, середньостеблової – 11,2, крупностеблової – 10,8%, відповідно. Використання другого та третього етапів перероблення забезпечує одержання лубу з закостриченістю 0,8, 1,7 і 1,9%, відповідно.

Розроблено експериментальну універсальну лінію виробництва однотипного волокна із трести конопель, соломи конопель, трести льону-довгунця із стандартними показниками якості – рівнем закостриченості волокна та лубу конопель не більше 5%.

Розроблено та виготовлено лінію перероблення луб'яних культур. До основних переваг лінії віднесено: можливість використання в невеликих господарствах, перероблення трести конопель різної якості та ступеня вилежуваності, простота конструкції, низькі показники металоємності та енергоспоживання, невеликі габарити, можливість переробляти сировину як з рулону, так і з тюка, одержання волокна або лубу з низьким відсотком закостриченості (не перевищує 5%, а за умов перероблення трести зимового приготування – до 1%), висока продуктивність (перероблення до 1тони трести за годину).

технічні коноплі, технології збирання, технології первинної переробки конопель, обладнання виробництва однотипного волокна

Постановка проблеми. Розвиток сучасних технологій первинної та вторинної переробки усіх складових рослини промислових конопель став основним стимулюючим чинником суттєвого розширення напрямків їх використання. За таких умов подальше динамічне збільшення обсягів виробництва конопляної продукції широкого спектру використання потребує відповідних техніко-технологічних рішень, направлених на підвищення якості сировини. Ця сировина повинна володіти широким спектром споживчих властивостей та відповідним діапазоном їх кількісних і якісних характеристик. Такі обставини обумовлюють пошук більш системних рішень щодо обґрунтування відповідних енергоощадних технологій збирання, первинної переробки та технічних засобів для їх здійснення.

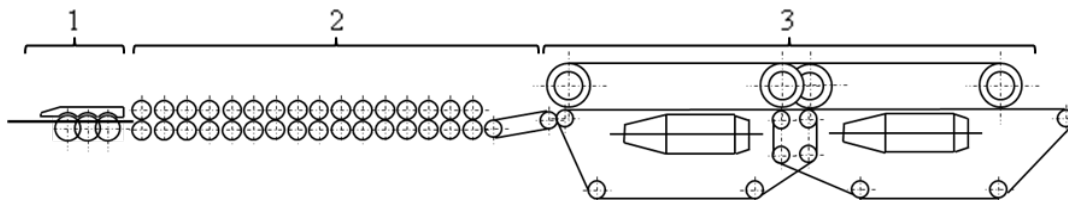
Аналіз основних досліджень і публікацій. На первинну переробку сировина надходить в тюках або рулонах [1, 2]. Рівень вилежуваності та закостриченості сировини визначають в залежності від технологій збирання, видів технологічних операцій та їх кількості [3-5].

Розрізняють наступні технології перероблення сировини:

- одержання довгого волокна;
- одержання волокна з хаотично розташованими волокнами в масі (однотипне).

Довге волокно одержують за допомогою обладнання, яке потребує перероблення сировини із паралельністю стебел. Таке обладнання складається з ліній:

- м'яльно-тіпального агрегату, на якому виробляється довге паралізоване волокно (рис. 1);
- ліній короткого волокна, які переробляють відходи тіпання (рис. 2).



1 – шароформуюча машина; 2 – м'яльна машина; 3 – тіпальна машина

Рисунок 1 – Схема агрегату для виділення довгого волокна

Джерело: розроблено автором

Лінії для виділення довгого волокна конопель формують у складі шароформуючої машини з зубчатими дисками типу СПК-2, м'яльної машини ПМГ-1, тіпальної машини ШПО-2 або ТДК [5-6].

Тіпальна машина призначена для оброблення конопляної трести і відноситься до машин двосторонньої дії. Пропускна спроможність, за умов перероблення конопель, від 900 кг/год залежить від сировини та організації проведення технологічного процесу.

До ліній з перероблення відходів тіпання, плутанини та кудельної трести конопель відносять куделеприготувальні машини. Типовим представником зазначеного типу машин є КПП-3, що має продуктивність, за умов перероблення відходів тіпання, близько 250 кг/год волокна та низькосортної трести – 80-140 кг/год. Машина складається з двох секцій. До складу першої секції входить живильний транспортер 1 (рис. 2), кілковий барабан 2, призначений для стоншування шару відходів тіпання, м'яльна 3, тіпальна 4 і трясильна 5 частини. Другу секцію з'єднано з першою стрічковим передавальним транспортером. Ця секція складається з м'яльної та трясильної частин і виносного транспортера.

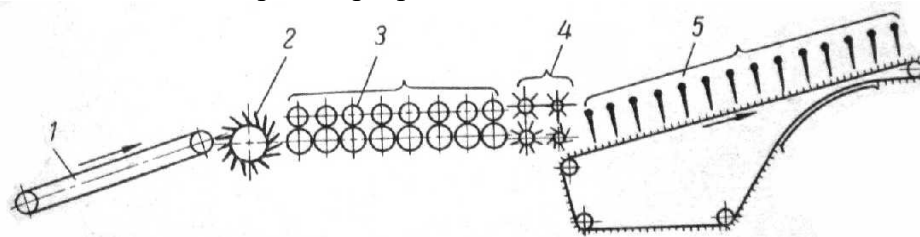


Рисунок 2 – Технологічна схема першої секції машини КПП-3

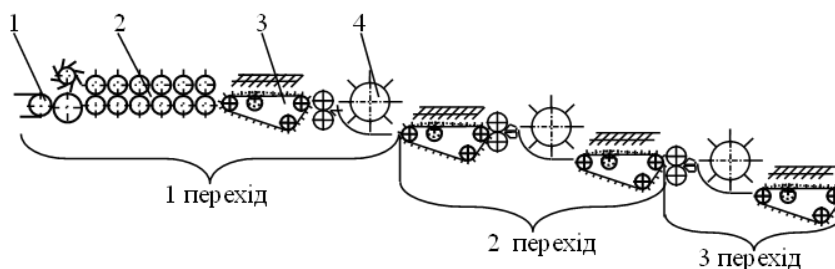
Джерело: розроблено автором

Постановка завдання. Метою досліджень є підвищення ефективності виробництва коноплепродукції із сировини, одержаної за новими технологіями збирання, завдяки техніко-технологічному оновленню її галузі перероблення.

Виклад основного матеріалу. Інститутом луб'яних культур НААН України проведено низку досліджень, направлених на одержання однотипного волокнистого матеріалу із сировини, яку отримано за технологіями, що передбачають використання с.-г. машин загального призначення. Розроблено технологічні процеси та комплекти

обладнання, у яких відсутнє затиснення сировини, а необхідний рівень очищення і довжина волокнистих комплексів забезпечуються поступовим збільшенням кількості впливів на оброблюваний матеріал. Технічними рішеннями, в залежності від потреби споживача, передбачено комплектування як стаціонарних, так і мобільних переробних комплексів.

Розроблено технологію отримання лубу, у якій передбачено перероблення сухої маси із хаотичним розташування стебел конопель. Запропоновані техніко-технологічні рішення уможливили комплексно механізувати процеси як збирання, так і первинної переробки стебел [1, 2]. Відмічені технології базуються на використанні як добре відомих, широко апробованих і удосконалених механічних дій на стебла, так їх комбінацій: м'яльно-скребкових, тіпально-чесальних, трясильно-вібраційних. Проведеними дослідженнями встановлено, що застосування в декілька переходів тіпально-чесальних та трясильно-вібраційних операцій уможливило отримання лубу із заданими параметрами за довжиною та вмістом костриці (рис. 3).



1 – живильна, 2 – м'яльна, 3 – трясильно-вібраційна, 4 – тіпально-чесальна частини

Рисунок 3 – Принципова технологічна схема виділення лубу конопель

Джерело: розроблено автором

Використання м'яльно-скребкових дій забезпечує ефективне руйнування зв'язків між луб'яним шаром і деревиною. Це сприяє зниженню вмісту залишкової костриці в лубі на подальших етапах. На другому етапі поряд із руйнуванням зв'язків між луб'яним шаром і деревиною здійснюють очищення сировини. Досягається це завдяки високошвидкісним діям тіпально-чесального барабану. Остаточне очищення лубу від костриці здійснюють поєднанням спільних впливів трясіння та вібрації, що дозволяє інтенсифікувати видалення вільної костриці із зони оброблення.

Проведеними дослідженнями встановлено, що зі збільшенням інтенсивності дії робочих органів на оброблюваний луб за переходами сировини, вміст костриці в ній зменшується як у крупностебловій так і у дрібностебловій фракціях стебел. Основний обробіток стебел відбувається на першому переході. За таких умов заокостриченість лубу характеризувалася наступними показниками: для дрібностеблової фракції – 13,8, середньостеблової – 11,2, крупностеблової – 10,8%, відповідно. Використання другого та третього етапів перероблення забезпечує одержання лубу з заокостриченістю 0,8, 1,7 і 1,9%, відповідно (рис. 4).

Встановлено, що збільшення інтенсивності оброблення призводить до відповідного зменшення середньовагової довжини лубу для всіх вибраних фракцій. Луб за таких умов стає м'якшим (рис. 5).

Таким чином, запропонована технологія перероблення конопляної соломи дозволяє одержувати однотипний луб в залежності від кількості переходів із заданими параметрами за вмістом костриці та довжиною.

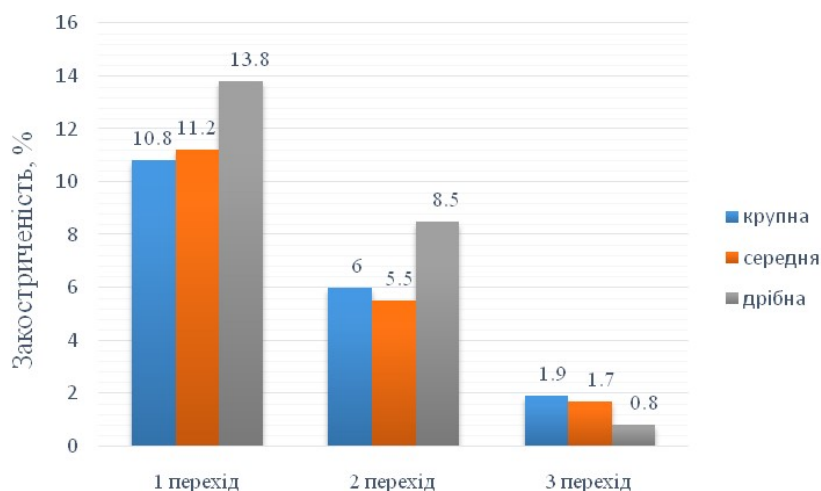


Рисунок 4 – Динаміка змінення закостриченості лубу за етапами перероблення

Джерело:[2]

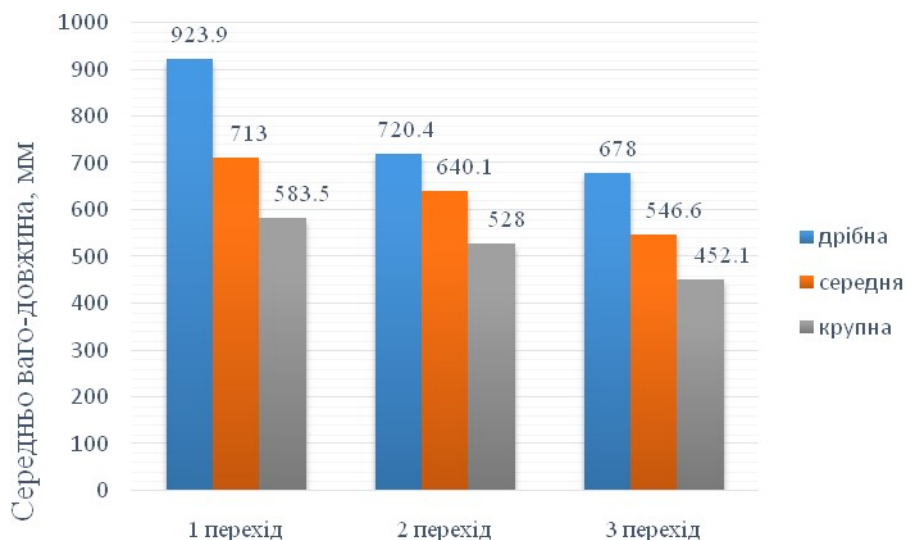


Рисунок 5 – Розподіл середньовагової довжини лубу за переходами

Джерело:[2]

Для перероблення трести різної якості і ступеня вилежуваності запропоновано технологію одержання однотипного волокна (рис. 6), яка включає наступні процеси: розмотування рулону або розбирання тюка, формування шару сировини до перероблення, м'яття, тіпання, трясіння, пакування готового волокна, видалення одержаної костриці, відведення пилу.

Виробництво однотипного волокна за даною технологією, передбачає перероблення сировини, стебла у якій не є паралельними. Використання при проведенні збиральних робіт потужних, доступних машин і агрегатів, що широко застосовують у технологіях збирання різноманітних сільськогосподарських культур, уможливило суттєво зменшити витрати на реалізацію технологічних операцій збирання конопель. Варто відзначити, що використання сировини з хаотичним розташуванням стебел у масі не виключає інтенсифікацію впливів на матеріал. За таких перспективних



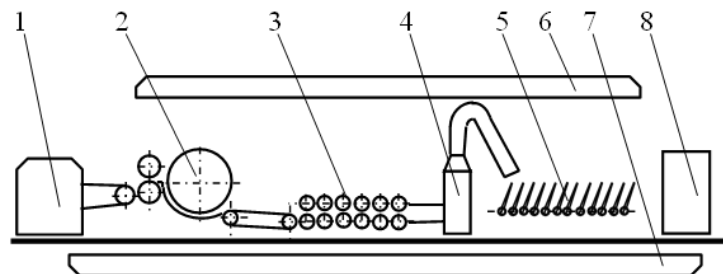
Рисунок 6 – Схематичне зображення технології одержання однотипного волокна

Джерело: розроблено автором

умов зменшується кількість операцій з перероблення сировини, металоємність і енергоспоживання переробного обладнання. Волокно, отримане за відзначеною технологією, має великий спектр використання у різних галузях народного господарства.

Технічну реалізацію технології одержання однотипного волокна проведено у декілька етапів. Серед них: розроблення схеми, відпрацювання робочих органів, обґрунтування режимів функціонування агрегату (рис. 7). Згідно до розробленої схеми на першому етапі перероблення формують шар сировини з рулону або тюка. Для цього використовують дії шароформуючої машини, де завдяки її робочим органам потоншують і збагачують шар сировини. Потім сировину подають у м'яльну машину. Внаслідок інтенсивного впливу м'яльно-скребкових дій рифлених вальців на стебла відбувається руйнування зв'язків між волокном та деревиною. Пром'ятий сирець надходить до дезінтегратора, де відбувається відділення залишків костриці від волокна, з одночасним частковим зменшенням довжини волокнистих комплексів. На останньому етапі перероблення завдяки дії робочих органів трясильної машини відбувається очищення волокна від насипної костриці.

Технологічна схема розробленої експериментальної лінії одержання однотипного волокна (рис. 7) складається з таких ділянок: розмотувач, шароформуюча машина, м'яльна машина, дезінтегратор, трясильна машина, система вентиляції, система видалення костриці, пресування волокна.



1 – розмотувач; 2 – шароформуюча машина; 3 – м'яльна машина; 4 – дезінтегратор;
5 – трясильна машина; 6 – система вентиляції; 7 – система видалення костриці; 8 – пресування волокна

Рисунок 7 – Технологічна схема експериментальної лінії одержання однотипного волокна
Джерело: розроблено автором

Дослідженнями експериментальної лінії одержання однотипного волокна встановлено спроможність перероблення лубоволокнистої сировини різної якості. Цю сировину можливо одержувати за технологіями збирання, які базуються на використанні сільськогосподарських машин загального призначення. Експериментальна лінія передбачає перероблення соломи, трести різних способів приготування та вилежуваності. Також отримано позитивні результати за умов перероблення трести льону (табл. 1). Сировина на перероблення надходила у рулонах з хаотичним розташуванням стебел у масі.

Таблиця 1 – Показники якості волокна за результатами перероблення сировини різної якості експериментальною лінією одержання однотипного волокна

Сировина	Показники якості			
	Розривне навантаження скрученої стрічки, даН	Масова частка, %		Сорт (для конопель). Номер (для льону-довгунця).
		костриці	лапи (для конопель)	
Треста конопель	18,7	1,0	1,6	3
Солома конопель	26,4	2,1	4,3	2
Треста льону-довгунця	11,5	12,5	-	3

Джерело: розроблено автором

За результатами проведених досліджень відмічено універсальність експериментальної лінії, що уможливило перероблення вибраного виду сировини (трести конопель, соломи конопель, трести льону-довгунця) в однотипну волокнисту масу. За таких умов показники якості відповідали стандартним, а заостриченість волокна та лубу конопель не перевищувала 5%. Для одержання волокна льону з низькою заостриченістю доцільно продовжити дослідження, у яких передбачити збільшення дій на оброблюваний матеріал.

З метою втілення в життя запропонованої технології переробки Інститутом луб'яних культур НААН спільно з компанією «ХЕМТЕХНО» розроблено та виготовлено лінію перероблення луб'яних культур (рис. 8).



Рисунок 8 – Загальний вигляд лінії перероблення луб'яних культур

Джерело: [6]

Лінія для перероблення луб'яних призначена для виробництва однотипного волокна з трести промислових конопель (табл. 2). Лінія переробляє вихідну сировину у вигляді сформованої поковки у вигляді рулону або тюка зі стебел із хаотичним розташуванням їх у шарі. За результатами перероблення трести різної якості одержують волокно різної довжини та розщепленості із заокостриченням не більше 5%.

Таблиця 2 – Технічна характеристика лінії ЛПЛ

№ п/п	Показник	Значення
1	Розрахункова продуктивність ЛПЛ (переробка вхідної сировини), т/год	до 1
2	Заокостриченість волокна, %	0-5
3	Потужність електрообладнання (без системи аспірації пилу), кВт	35
4	Рекомендована кількість операторів, чел	5
5	Габарити лінії: довжина, м ширина, м висота, м	20 4 5

Джерело: розроблено автором

До основних переваг лінії віднесено: можливість використання в невеликих господарствах, перероблення трести конопель різної якості та ступеня вилежуваності, простота конструкції, низькі показники енергоспоживання (в межах 80 кВт), невеликі габарити, можливість переробляти сировину як з рулону, так і з тюка, одержання волокна з низьким відсотком заокостриченості, що не перевищує 5%, а за умов перероблення трести зимового приготування – до 1%), висока продуктивність до 1тону трести за годину.

Висновки за результатами проведених досліджень:

1. Розроблено технологію перероблення конопляної соломи в однотипний луб із заданими параметрами за вмістом костриці та довжиною. Встановлено, що зі збільшенням інтенсивності дій робочих органів на оброблюваний луб за переходами сировини, вміст костриці в ній зменшується як у крупностебловій, так і у дрібностебловій фракціях стебел. Основний обробіток стебел відбувається на першому переході. За таких умов заокостриченість лубу характеризувалася наступними показниками: для дрібностеблової фракції – 13,8, середньостеблової – 11,2, крупностеблової – 10,8%, відповідно. Використання другого та третього етапів перероблення забезпечує одержання лубу з заокостриченістю 0,8, 1,7 і 1,9%, відповідно.

2. Розроблено технологію та комплект обладнання одержання однотипного волокна із сировини, яку отримано завдяки збиранню трести у весняний період. Запропонована технологія включає процеси розмотування рулону або розбирання тюка, формування шару сировини до переробки, м'яття, тіпання, трясіння, пакування готового волокна, видалення одержаної костриці, відведення пилу. В залежності від потреби споживача технічними рішеннями передбачено комплектування як стаціонарних, так і мобільних переробних комплексів.

3. Розроблено експериментальну універсальну лінію виробництва однотипного волокна із трести конопель, соломи конопель, трести льону-довгунця зі стандартними показниками якості, а також рівнем заокостриченості волокна та лубу конопель не більше 5%.

4. Розроблено та виготовлено лінію перероблення луб'яних культур. До основних переваг лінії віднесено: можливість використання в невеликих господарствах, перероблення трести конопель різної якості та ступеня вилежуваності, простота конструкції, низькі показники металоємності та енергоспоживання, невеликі габарити, можливість переробляти сировину як з рулону, так і з тюка, одержання волокна або лубу з низьким відсотком заокстриченості (не перевищує 5%, а за умов перероблення трести зимового приготування – до 1%), висока продуктивність (перероблення до 1 тони трести за годину).

Список літератури

1. Вировець В.Г., Баранник В.Г., Гілязетдінов Р.Н. Коноплі: монографія / за ред. М.Д. Мигалья, В.М. Кабанця. Суми : Видавничий будинок “Еллада”, 2011. 384 с. URL: <http://surl.li/draag> (дата звернення: 20.10.2023).
2. Вировець В.Г., Лайко І.М., Мигаль М.Д., Коропченко С.П. Коноплярство: наукові здобутки і перспективи: монографія / за ред. І.О. Маринченка, Guo Chunjing. Суми : ФОП Щербина І.В., 2018. 158 с.
3. Sheichenko V., Marynchenko I., Dudnikov I., Korchak M. Development of technology for the hemp stalks preparation. *Independ. J. Manag. Prod.* 2019. Vol. 10. P. 687–701. URL: <http://surl.li/mumup> (дата звернення: 20.10.2023).
4. Коропченко С.П., Мохер Ю.В. Підсумки науково-дослідних робіт з механічної переробки конопель на підприємствах малого та середнього бізнесу. *Engineering sciences: development prospects in countries of Europe at the beginning of the third millennium: Collective monograph.* 2018. Vol. 2. Riga : Izdevnieciba "BaltijaPublishing". P. 112-137. URL: <http://surl.li/mumue> (дата звернення: 24.10.2023).
5. Довідник конопляра / І.О. Маринченко та ін. Суми, 2017. 18 с.
6. Лінія переробки луб'яних культур – високоефективне обладнання для одержання конопляного волокна. *Інститут луб'яних культур*: веб-сайт. URL: <http://surl.li/muivj> (дата звернення: 30.10.2023).

References

1. Vyrovets, V.H., Barannyk, V.H. & Hiliyazetdinov, R.N. (2011). *Konopli [Hemp]*. M.D. Myhalia, V.M. Kabantsia (Eds.). Sumy : Vydavnychiy budynok “Ellada”. Retrieved from <http://surl.li/draag> [in Ukrainian].
2. Vyrovets, V.H., Laiko, I.M., Myhal, M.D. & Koropchenko, S.P. (2018). *Konopliarstvo: naukovy zdobutky i perspektyvy [Hemp growing: scientific achievements and prospects]*. I.O. Marynchenka (Eds.). Guo Chunjing. Sumy : FOP Shcherbyna I.V. [in Ukrainian].
3. Sheichenko V., Marynchenko I., Dudnikov I., Korchak M. Development of technology for the hemp stalks preparation. *Independ. J. Manag. Prod.* 2019. Vol. 10. P. 687–701. Retrieved from <http://surl.li/mumup> [in English].
4. Koropchenko, S.P. & Mokher, Yu.V. (2018). *Pidsumky naukovo-doslidnykh robit z mekhanichnoi pererobky konopel na pidpriemstvakh maloho ta serednoho biznesu. [Results of research works on the mechanical processing of hemp at small and medium-sized enterprises]. Engineering sciences: development prospects in countries of Europe at the beginning of the third millennium. Vol. 2.* Riga : Izdevnieciba "Baltija Publishing". P. 112-137. Retrieved from <http://surl.li/mumue> [in Ukrainian].
5. Marynchenko, I.O. et al. (2017). *Dovidnyk konopliara [Hemp grower's guide]* Sumy, [in Ukrainian].
6. *Liniia pererobky lubianykh kultur – vysokoefektyvne obladnannia dlia oderzhannia konoplianoho volokna [The line for the processing of bast crops is a highly efficient equipment for the production of hemp fiber]. Instytut lubianykh kultur: veb-sait. surl.li.* Retrieved from <http://surl.li/muivj> [in Ukrainian].

Viktor Sheychenko, Prof., DSc.

Poltava State Agrarian University, Poltava, Ukraine

Serhii Koropchenko, Senior Researcher, PhD tech. sci.

Institute of Linseed Cultures of the National Academy of Sciences of Ukraine, Glukhiv, Ukraine

Ihor Dudnikov, Assoc. Prof., PhD tech. sci., **Yuliia Skoryak**, post graduate

Poltava State Agrarian University, Poltava, Ukraine

Yaroslav Salo, Head of the laboratory

Lviv branch of UkrNDIPVT named after L. Pogorily, village Magheriv, Ukraine

Technical and Technological Solutions for the Intensification of the Processing of Hemp Raw Materials

The technology of processing hemp straw into the same type of straw with a given content of firewood and length has been developed. It was established that increasing the intensity of the actions of the working organs on the processed rind reduces the content of the pith both in the large-stemmed and in the small-stemmed fractions of the stems. The spiciness of the forehead was characterized as follows: for the small-stemmed fraction – 13.8, medium-stemmed – 11.2%, large-stemmed – 10.8%, respectively. The use of the second and third stages of processing ensures the production of lobules with a sharpening of 0.8, 1.7 and 1.9%, respectively.

An experimental universal line for the production of the same type of fiber from hemp tow, hemp straw, long flax tow has been developed with standard quality indicators - the level of fiber and hemp husk no more than 5%.

A line for the processing of bast crops was developed and manufactured. The main advantages of the line include: the possibility of use in small farms, the processing of hemp, hemp of different quality and degree of laying, simplicity of construction, low indicators of metal content and energy consumption, small dimensions, the possibility of processing raw materials both from a roll and from a bale, obtaining fiber or pulp from a low percentage of astringency (does not exceed 5%, and under the conditions of winter preparation trust processing - up to 1%), high productivity (processing up to 1 ton of trust per hour).

technical hemp, technologies of harvesting, technologies of primary processing of hemp, equipment for the production of the same type of fiber

Одержано (Received) 06.11.2023

Прорецензовано (Reviewed) 22.11.2023

Прийнято до друку (Approved) 27.12.2023

УДК 631.352

DOI: <https://doi.org/10.32515/2414-3820.2023.53.93-101>

В.М. Сало, проф., д-р техн. наук, **Д.В. Богатирьов**, доц., канд. техн. наук,

С.М. Лещенко, доц., канд. техн. наук

Центральноукраїнський національний технічний університет, м. Кропивницький, Україна

e-mail: salovm@ukr.net

Щодо надійності технологічного процесу подрібнення пожнивних решток

Робота присвячена пошукам шляхів вирішення проблеми підвищення надійності технологічного процесу подрібнення пожнивних решток із використанням котків-подрібнювачів, робочі органи яких, виготовлені у вигляді ножових барабанів. Представлений огляд та аналіз існуючих типів машин для подрібнення пожнивних решток, обладнаних приводними та безприводними активними робочими органами, відмічені їх переваги та недоліки. Сформульовані шляхи та способи, на які варто звернути увагу при вирішенні задач підвищення якості подрібнення та надійності протікання даного технологічного процесу. Представлений зміст та методи проведення експериментальних польових досліджень процесу подрібнення пожнивних решток барабаном з ножами, встановленими на його поверхні під певним кутом розхилу між сусідніми рядами та зі зміщенням лінії лез відносно осі самого барабана. Доведено, що при певних значеннях вказаних параметрів можна досягти значного підвищення надійності технологічного процесу, практично позбутися негативного явища забивання міжножового простору частинками рослинних стебел та ґрунтом.

котки-подрібнювачі рослинних решток, надійність технологічного процесу, кути встановлення ножів на поверхні барабана, міжножовий простір, частинки стебел рослин, пожнивні рештки

© В.М. Сало, Д.В. Богатирьов, С.М. Лещенко, 2023