

**В.М. Ходорчук**

*Луцький національний технічний університет*

## **АНАЛІЗ ПРИСТРОЇВ ДЛЯ РОЗПУШУВАННЯ СТРІЧКИ ЛЬОНУ**

*В статті проаналізовано пристрої льонозбиральних машин для здійснення розпушування стрічки стебел льону, виявлено їх недоліки та окреслено шляхи удосконалення таких пристроїв для поліпшення якості розпушування стрічки стебел льону. Якість роботи розпушувальних пристроїв оцінювалась за виконанням встановлених агротехнічних вимог. Наведені у статті розпушувальні пристрої для стеблової стрічки льону можуть використовуватися під час реалізації різних технологій збирання льону.*

*Ключові слова:* розпушувальний пристрій, кожух, напрямна поверхня, палець, льоновище, стрічка стебел льону.

**V.Khodorchuk**

## **ANALYSIS OF FLAX RIBBON LOOSENING DEVICES**

*To achieve high volumes of production of high-quality raw materials, it is critically important to introduce advanced technologies and equipment in flax growing. Despite the fact that the modern market of equipment is currently represented mainly by expensive foreign models, Ukraine has the potential to create its own production of flax harvesting machines. This is made possible thanks to international cooperation with world brands and the use of the significant experience of domestic scientists who have devoted their work to studying the working processes of specialized equipment and flax growing machines. The article analyzes the devices of flax harvesting machines for loosening the flax stalk tape, identifies their shortcomings and outlines ways to improve such devices to improve the quality of loosening the flax stalk tape. The quality of the loosening devices was assessed by fulfilling the established agrotechnical requirements. The loosening devices for flax stalk tape presented in the article can be used during the implementation of various flax harvesting technologies.*

*Keywords:* loosening device, casing, guide surface, finger, flax stalk, ribbon of flax stalks.

**Постановка проблеми.** Відродження льонарства в Україні відкриває широкі перспективи для розв'язання комплексу економічних, соціальних та екологічних питань. Сьогодні світовий ринок демонструє стабільне зростання попиту на продукцію з льону завдяки її багатофункціональності, а природні умови Українського Полісся вважаються одними з найбільш сприятливих для культивування цієї рослини. Історично саме льон виступав фундаментом добробуту поліських сіл, тому державне стимулювання цієї галузі є стратегічно важливим завданням загальнонаціонального рівня [1-4].

Для досягнення високих обсягів виробництва якісної сировини критично важливо впроваджувати передові технології та обладнання в льонарстві. Попри те, що сучасний ринок техніки наразі представлений переважно дорогими іноземними зразками, Україна має потенціал для створення власного виробництва льонозбиральних машин. Це стає можливим завдяки міжнародній кооперації зі світовими брендами та використанню вагомого досвіду вітчизняних науковців, які присвятили свої праці вивченню робочих процесів спеціалізованого обладнання та машин льонарства [1-4].

Одним із пріоритетних напрямів у цій сфері залишається вдосконалення технологічних операцій, зокрема підвищення якості розпушування стеблових стрічок льону. Модернізація відповідних пристроїв льонозбиральних машин дозволить значно покращити якість збиральних операцій безпосередньо на полі, що є актуальним викликом для сучасної аграрної науки та інженерії [1-4].

**Аналіз останніх досліджень і публікацій.** Сучасна наука має у своєму розпорядженні чимало вітчизняних та закордонних досліджень, що присвячені вивченню процесів розпушування стеблових стрічок льону та інших подібних рослинних матеріалів за допомогою спеціалізованих машин. Проте, попри наявний науковий доробок, на сьогодні спостерігається певний дефіцит комплексного системного аналізу розпушувальних пристроїв, які застосовуються в межах різних технологій збирання льону. Нестача такого аналітичного підходу обмежує можливості для точного виявлення конструктивних недоліків і стримує пошук ефективних шляхів для подальшої модернізації та вдосконалення цієї техніки [1-9].

**Постановка завдань.** Основне завдання цієї роботи полягає у детальному аналізі конструктивних особливостей та принципів функціонування пристроїв, призначених для розпушування стеблових стрічок льону. У процесі роботи особлива увага приділяється виявленню технічних недоліків існуючих механізмів, що дозволяє визначити конкретні напрями їхньої модернізації. Кінцевою ціллю цього пошуку є суттєве покращення якості процесу розпушування стрічки льону, що безпосередньо впливає на ефективність подальшої переробки льоносировини.

### Викладення основного матеріалу.

Будова та принцип роботи розпушувального пристрою стрічок льону ворушилки ВЛ-2 детально відображені на схемі, де показано особливості цієї машини, здатної одночасно обробляти дві паралельно вкладені стрічки. Конструкція машини базується на рамі 1, що спирається на приводні колеса 3, які через спеціальну уповільнювальну ланцюгову передачу надають руху робочим органам. Головними елементами, що безпосередньо взаємодіють із сировиною, є диски 5, оснащені фігурними зубами 6 та знімною решіткою 7.

Під час руху агрегату в складі з трактором робочий процес відбувається завдяки обертанню зубів 6 за годинниковою стрілкою. Вони підхоплюють стебла льону з поверхні поля, піднімають їх угору та водночас зміщують назад. У цей момент відбувається інтенсивне розпушування матеріалу: стебла ефективно відокремлюються від землі та рослинного покриття, після чого знову вкладаються на льоновище у підготовленому стані.

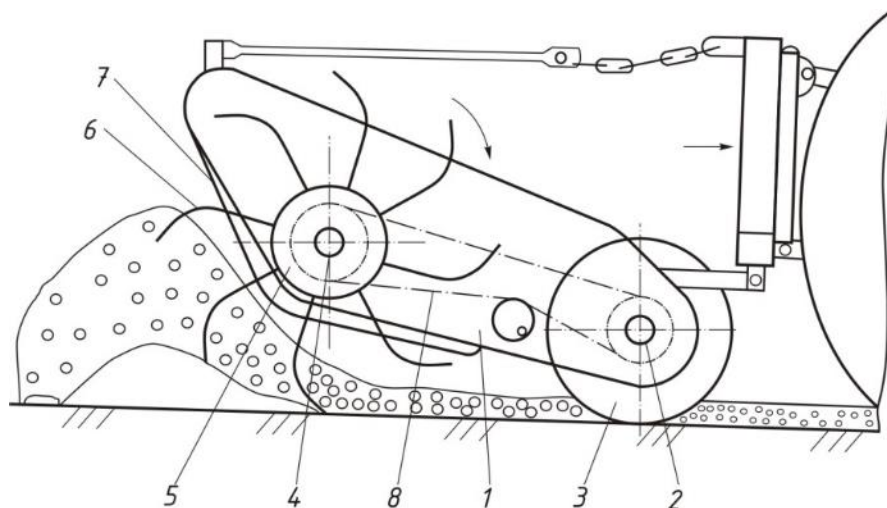


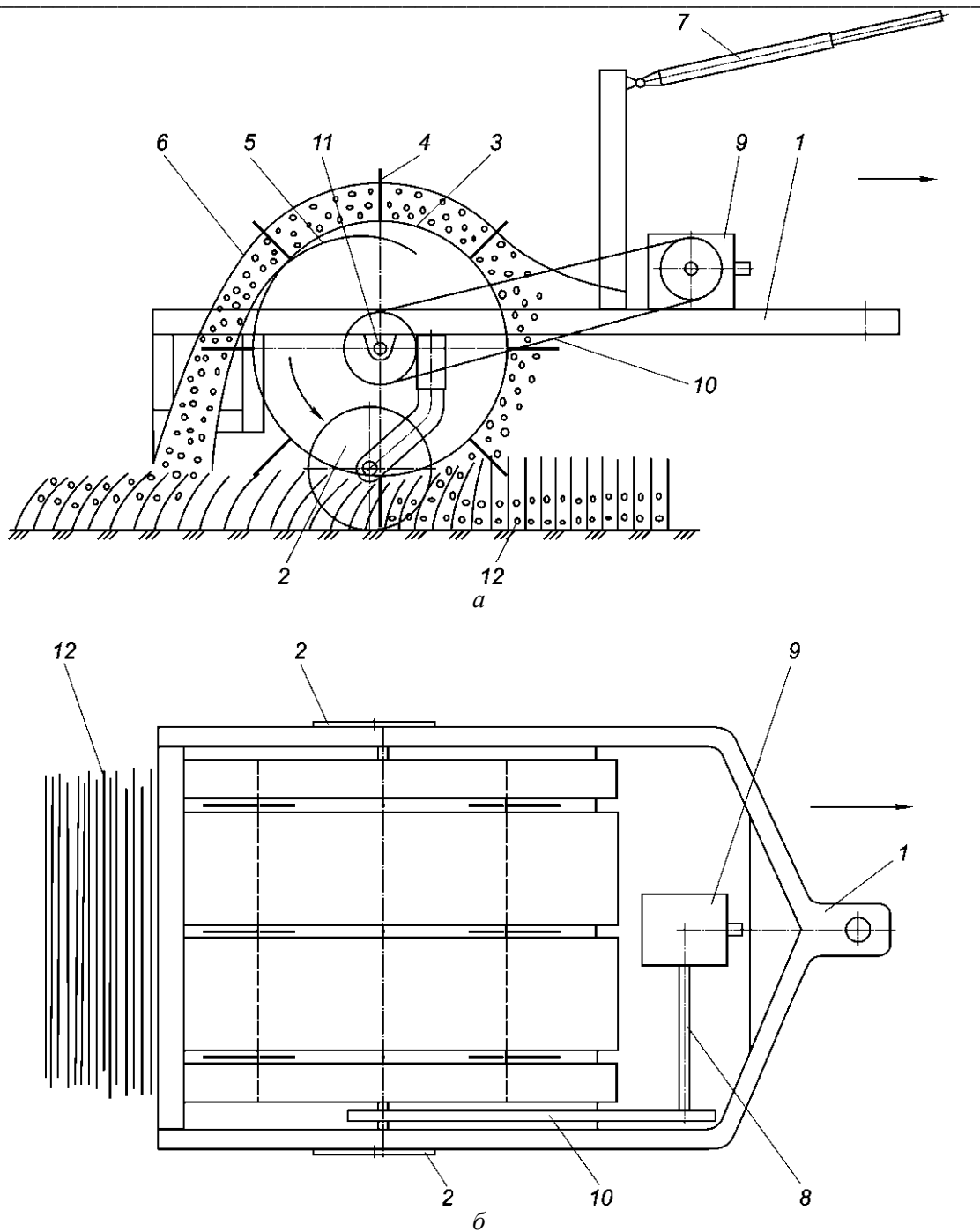
Рис. 1. Схема ворушилки стрічок льону ВЛ-2: 1 – рама; 2, 4 – вали; 3 – колесо опорно-приводне; 5 – диск; 6 – зуб; 7 – решітка знімна; 8 – уповільнювальна ланцюгова передача

Результати випробувань даної машини свідчать про загалом задовільні показники її роботи, проте було виявлено певний конструктивний прорахунок. Проблема полягає у специфічній формі зубів, крайні частини яких зігнуті в бік, протилежний напрямку обертання дисків. Через таку особливість робочі органи не завжди здатні ефективно захоплювати стебла, що лежать у нижньому шарі стрічки безпосередньо біля землі, що призводить до часткового недобору льоносировини під час оброблення.

Є подібна машини ВЛ-3 з трьома секціями розпушувальних пристроїв, яка відразу розпушує три стеблові стрічки на льоновищі. Чим більше секцій, то зрозуміло, що зростає продуктивність роботи льонозбиральної машини, але якість розпушування може погіршуватися. Збільшення швидкості руху машини також може спричинити погіршення її якості роботи.

Наступний варіант технічного рішення, запатентований в Україні, представлений конструкцією розпушувача (рис. 2), що базується на використанні вертикальних дисків 3 із робочими органами у вигляді прямолінійних пальців 4. Основою машини слугує рама 1 з двома самоустановлювальними опорними колесами 2, на якій змонтовано вал 11 із трьома жорстко закріпленими дисками 3. Кожен диск оснащений радіальними пальцями 4, розміщеними з однаковим інтервалом. Над дисками встановлено спеціальний кожух 6 та напрямні поверхні 5, радіус кривини яких перевищує радіус самих дисків. Привод механізму здійснюється від вала відбору потужності трактора через систему, що включає конічний редуктор 9 та пасову передачу 10, а за переведення агрегату з робочого у транспортне положення відповідає гідроциліндр 7.

Процес роботи цього пристрою розпочинається під час руху вздовж стрічки льону на льоновищі, коли обертові пальці 4 підхоплюють стеблову стрічку 12, відокремлюючи її від рослинного покриття льоновища. Льоносировина спрямовується у простір між напрямними поверхнями 5 та кожухом 6, де вона поступово вивільняється від зачеплення з пальцями й рівномірно розстиляється на поверхні поля. Така послідовність дій забезпечує якісну обробку матеріалу без його пошкодження.

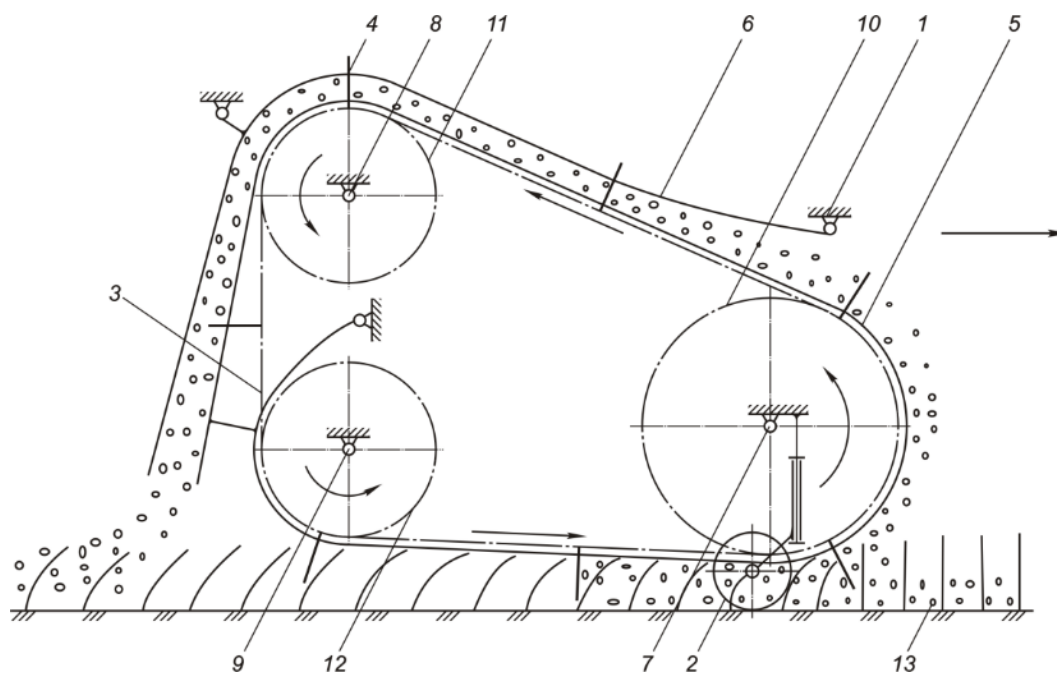


**Рис. 2. Схема пристрою для розпушування стрічки льону (а – вигляд збоку; б – вигляд зверху):** 1 – рама; 2 – колесо опорне самоустановлювальне; 3 – диск з пальцями; 4 – палець; 5 – поверхня напрямна; 6 – кожух захисний; 7 – гідроциліндр; 8 – привод; 9 – редуктор конічний; 10 – передача пасова; 11 – вал дисків; 12 – стеблова стрічка льону

Порівняльний аналіз цієї конструкції з попередньою конструкцією пристрою виявляє низку суттєвих переваг. Завдяки збільшеному діаметру дисків машина здатна піднімати стебла на значно більшу висоту, що сприяє їхньому кращому провітрюванню. Окрім того, особливості взаємодії пальців зі стрічкою дозволяють значно ефективніше підіймати навіть ті стебла, що щільно прилягають до землі або прилипли до неї. Таким чином, це технічне рішення демонструє вищу якість роботи та є прогресивнішим порівняно з аналогами.

Чергова конструкція розпушувального пристрою (рис. 3) базується на використанні ланцюгового механізму, що дозволяє ще ефективніше обробляти льоносировину. Основою машини є рама 1 з двома самоустановлювальними колесами 2, на якій змонтовано три паралельні горизонтальні вали 7, 8 і 9. На кожному валу закріплені відповідні зірочки 10, 11 і 12, що утримують три ланцюги 3 із прикріпленими до них робочими органами у вигляді прямолінійних пальців 4. Як і

в попередніх варіантах конструкції, робоча зона доповнена напрямними поверхнями 5 та захисним кожухом 6, а рух усім механізмам передається від вала відбору потужності трактора.



**Рис. 3. Схема розпушувального пристрою для стеблової стрічки льону:** 1 – рама; 2 – колесо самоустановлювальне опорне; 3 – ланцюг з пальцями; 4 – прямолінійний палець; 5 – поверхня напрямна; 6 – кожух; 7, 8, 9 – горизонтальний вал; 10, 11, 12 – вертикальна зірочка; 13 – стеблова стрічка льону

Функціонування розпушувального пристрою відбувається під час руху агрегату вздовж вкладених стрічок льону. Ланцюгова передача активує пальці, які підхоплюють стебла стрічки льону, повністю відокремлюючи їх від рослинного покриву льоновища. Стебла спрямовуються у простір між кожухом та напрямними, де вони проходять крізь робочу зону пристрою, поступово звільняються від зачеплення та знову вкладаються на землю для подальшого підсушування.

Головною перевагою такої ланцюгової схеми є можливість піднімати стрічку льону на ще більшу висоту порівняно з дисковими аналогами. Це не лише гарантує якісне відривання стебел від ґрунту, але й створює ідеальні умови для їхнього інтенсивного провітрювання. Крім того, конструкція дозволяє забезпечити виконання додаткової корисної операції – підрівнювання стрічки безпосередньо в процесі її розпушування, що суттєво підвищує якість підготовки сировини. Підрівнювання стрічки тут можна забезпечити як активними, так і пасивними робочими органами.

**Висновки.** Проведений аналіз наявних конструкцій розпушувальних пристроїв свідчить про те, що вони не завжди забезпечують належну якість обробки стеблової маси. Часто цей процес супроводжується значними втратами сировини, механічним пошкодженням стебел та погіршенням ключових характеристик сформованих стрічок. Найбільш критично ці недоліки проявляються під час роботи у складних умовах, спричинених несприятливою погодою або незадовільним станом самого льоновища. Такі чинники негативно позначаються не лише на технологічних показниках, а й на загальній продуктивності збиральної техніки.

Розв'язання цієї проблеми вбачається в удосконаленні конструкції розпушувальних пристроїв. Шлях до підвищення ефективності та якості роботи лежить через системне узгодження технічних параметрів із режимами функціонування робочих органів розпушувальних пристроїв. Такий підхід дозволить стабілізувати процес розпушування та мінімізувати вплив зовнішніх факторів на результат роботи.

#### Список використаних джерел

1. Шейченко В. О., Хайліс Г. А. Теорія і розрахунок апаратів для підбирання та обертання : монографія. Ніжин : Видавець ПП Лисенко М. М., 2014. 240 с.
2. Дідух В. Ф., Ковалишин С. Й., Дударев І. М., Тараймович І. В. Технології вирощування, збирання та переробки льону-довгунця : навч. посіб. Львів : Львівський НАУ, 2013. 324 с.

3. Толстушко Н. О., Хайліс Г. А., Толстушко М. М. Рулонні прес-підбирачі : монографія. Луцьк : ІВВ Луцького НТУ, 2018. 164 с.
4. Хайліс Г. А., Волошин В. І., Толстушко М. М. Аналіз роботи розпушувача стеблової стрічки льону. Сільськогосподарські машини. Зб. наук. ст. 2006. Вип. 14. С. 202 – 209.
5. Волошин В. І. Машини для ворущіння стеблової стрічки льону. Сільськогосподарські машини. Зб. наук. ст. 2007. Вип. 16. С. 24 – 27.
6. Пат. 23714 У Україна, МКИ А01D45/06. Розпушувач стрічки льону / Г.А. Хайліс, В.І. Волошин, Л.М. Поліщук, Н.О. Толстушко, М.М. Толстушко (Україна). – №U200612728; Заявл. 04.12.2006; Опубл. 11.06.2007, Бюл. №8.
7. Пат. 31491 У Україна, МПК А01D45/00. Розпушувач стрічки льону / Г.А. Хайліс, В.І. Волошин, А.Ю. Горбовий, М.Г. Грушецька, М.А. Демидюк, Н.О. Толстушко, М.М. Толстушко, Ю.В. Федорусь (Україна). – №U200713948; Заявл. 12.12.2007; Опубл. 10.04.2008, Бюл. №7.
8. Depoortere. Machines de récolte. URL: <https://www.depoortere.be/Machines-de-recolte>.
9. Union. Machines. URL: <https://www.unionmachines.com/nl/machines>.
10. Dehondt Technologies. La passion le lin. URL: <http://www.dehondt-lin.com/>.

**Рецензент: Шейченко Віктор Олександрович**, доктор технічних наук, професор кафедри агроінженерії та автомобільного транспорту Полтавського державного аграрного університету.