



DOI: 10.31388/2220-8674-2022-1-6

УДК 631.354.022

О. М. Шокарев, к.т.н. доц.,

ORCID: 0000-0001-8646-4524

К. О. Шегеда, інженер,

Б. В. Болтянський, к.т.н., доц.

ORCID: 0000-0003-2072-4025

О. О. Шокарев, інженер.

*Таврійський державний агротехнологічний університет**імені Дмитра Моторного*

e-mail: alexandr.shokarev@gmail.com

РІЗАЛЬНІ ПРИСТРОЇ ДЛЯ ЗБИРАННЯ НЕЗЕРНОВОЇ ЧАСТИНИ ВРОЖАЮ ПРИ КОМБАЙНОВОМУ ЗБИРАННІ ЗЕРНОВИХ КУЛЬТУР МЕТОДОМ ОБЧІСУВАННЯ РОСЛИН НА КОРЕНІ

Анотація. Однак основним стримуючим чинником щодо широкого впровадження у виробництво нової зернозбиральної техніки залишається проблема збирання обчесаного на корені стеблостою. Для зрізання обчесаних стебел найбільш компактним і технологічно надійним є сегментний пальцьовий різальний апарат зі зворотно-поступальним рухом ножа, а для очищення зони різання використовується транспортуючий механізм, який виконано у вигляді контуру нескінченного ланцюга із закріпленими на ньому граблинами. Вони розташовані над різальним апаратом паралельно площині сегментів, на яких транспортуються зрізані обчесані стебла до зони викидного вікна. Але при використанні малогабаритного вищезгаданого різального пристрою виникає проблема урівноваження поперечних коливань та очищення граблин в зоні формування валка. В статті обґрунтовані геометричні параметри різального апарату на основі нескінченного ланцюга з активним валкоутворювачем. В процесі вивчення механіко-технологічних особливостей взаємодії обчесаних стебел з робочими органами різального пристрою були вирішені наступні завдання: обрана схема транспортування маси стебел, що формує і укладає валок між рушіями комбайна; в результаті кінематичного аналізу транспортуючого механізму було визначено, що в місці розвороту граблини складаються сприятливі умови для очищення цього механізму від стебел і формування валка. Розроблена фізична модель процесу взаємодії стебла з поверхнею валкоутворювача у вигляді двох відбиваючих вальців, які утворюють єдине ціле з



зірочками транспортуючого механізму. Використання такого апарату зменшить вібрацію різального пристрою та підвищить якість очищення граблин в зоні формування валка.

Ключові слова: обчісування рослин, різальний пристрій, валкоутворювач.

Постановка проблеми. До нових технологій збирання зернових культур відноситься комбайнове збирання методом обчісування на корені [1, 2].

Розробки такого способу ведуться у Таврійському агротехнологічному університеті [1, 3].

Особливість даного способу полягає у тому, що обчісувальний пристрій, що прикріплений до комбайну замість жнивarki, виконує обмолот зернових культур на корені з наступним збором та доопрацюванням обчісаного вороху у комбайні.

Незернова частина врожаю (обчісані стеблини) у молотильно-сепарувальній пристрій комбайна не потрапляють, в результаті чого досягається істотне підвищення пропускнуої здатності комбайна; зменшення втрат зерна та його травмування; зменшення енергоємності комбайна.

Однак невирішеність до теперішнього часу проблеми збирання обчісаного стеблостою вважається основним стримуючим фактором при широкому впровадженні в виробництво зернозбиральної техніки обчісувального типу.

Для підвищення надійності технологічного процесу обчісування зернових культур треба підвищити в першу чергу надійність робочих органів різального пристрою комбайна, зокрема транспортуючого механізму.

Аналіз останніх досліджень. На даний час використовується різальний пристрій сільськогосподарських машин, який включає різальний апарат, над котрим розміщено транспортуючий механізм у вигляді нескінченного гнучкого елемента, на якому закріплені граблини транспортуючі. (А. С. 1601791 ССРСР, / А. Н. Шокарев, Н. Н. Данченко, А. В. Авдеев, В. П. Гаврилов, В. И. Тарасенко, А. Ф. Бинчев).

Головним недоліком розглянутого різального пристрою є низька надійність процесу валко утворення при збільшенні ширини захвату і утворенні валка по центру пристрою.

Цей недолік пояснюється тим, що в зоні викидного вікна (зона валкоутворення), очищення транспортуючих граблин від рослинної маси та утворення валка відбувається тільки за рахунок різкої зміни напрямку руху і збільшення лінійної швидкості граблин при їх повороті[4, 5].

У момент зміни напрямку руху стебла відбувається його різкий зліт.



Це призводить до того, що погіршується операція пропуску зрізаних стебел через вікно, знижується якість валка, порушується технологічний процес різання.

Також недоліком розглянутого різального пристрою є проблема урівноваження поперечних коливань різального апарату зі зворотно поступальним рухом.

При рівномірному обертанні кривошипу механізму приводу, ніж та інші деталі різального апарату мають змінні за напрямком прискорення.

Сили інерції, які виникають при цьому, спричиняють динамічний тиск у механізмах.

Цей тиск передається на весь різальний пристрій, що викликає коливання, які приводять до зменшення надійності технологічного процесу зрізання стеблин та довговічності різального пристрою [4, 5].

Формування мети статті. Метою статті є вдосконалення різального пристрою, в якому шляхом модернізації конструктивно-технологічної схеми, основаної на новій сукупності конструктивних елементів, їх взаємному розташуванні і наявності зв'язків між ними, забезпечується підвищення надійності технологічного процесу валкоутворення зрізаних стеблин і забезпечується урівноваженням сил інерції різального пристрою.

Основна частина. Поставлена мета може вирішуватись кількома альтернативними варіантами, наприклад тим, що в різальному пристрої, що містить різальний апарат та транспортуючий механізм у вигляді двох нескінченних гнучких елементів, встановлено активний валкоутворювач у вигляді двох відбиваючих вальців, один з яких обертається за годинниковою стрілкою, а другий – за протигодинниковою.

Це дозволяє ліквідувати зліт зрізаного стебла в момент зміни напрямку руху, що в свою чергу поліпшує умови транспортування зрізаних рослин в зоні викидного вікна.

Встановлення двох активних відбиваючих вальців, які утворюють єдине ціле з зірочками транспортуючого механізму. Рух відбиваючих вальців синхронізована з двома гілками транспортуючого механізму, забезпечує підвищення надійності технологічного процесу валкоутворення зрізаних стеблин.

Різальний пристрій містить: різальний апарат сегментного типу 1, встановлений під кутом до горизонту, над яким розташовані два транспортуючих механізми 2 у вигляді двох нескінченних гнучких елементів 5 з жорстко закріпленими на них граблинами 3, які встановлюються паралельно площині різального апарата (рис. 1). На відстані, що дорівнює ходу ножа від граблин 3, на гнучкому елементі 5 під кутом до них жорстко кріпляться граблини 4, які встановлюються

паралельного горизонту. Граблини 3 і 4 виконані такими, що не виступають за передню кромку ножа 1. Транспортуючі механізми містять відбиваючі вальці 6, які утворюють активний валкоутворювач в зоні викидного вікна 7.

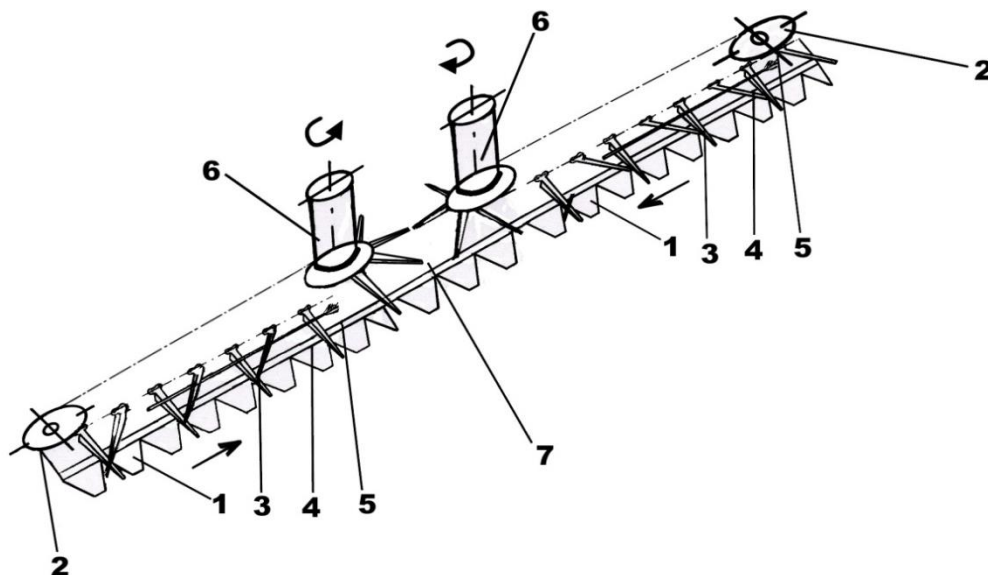


Рисунок 1. Схема різального пристрою, який має різальний апарат зі зворотньо поступовим рухом

Відбиваючі вальці утворюють єдине ціле з зірочками транспортуючих механізмів 2.

Відбиваючі вальці 6 відносно транспортуючих граблин 4 розташовані під кутом, який дорівнює куту до горизонту, під яким встановлено різальний апарат 1.

Відбиваючі вальці 6, як і гілки транспортуючих механізмів 2, рухаються в протилежному напрямку до викидного вікна 7.

Різальний пристрій працює таким чином. Стеблини зрізуються різальним апаратом 1. В момент зрізання граблина 3 взаємодіє з рослинами та переорієнтує їх так, що в результаті зрізані стеблини попадають на граблини 4, які закріплені на гнучкому елементі 5. Зрізана маса переміщується на граблях 4 понад зоною різання до місця формування валка. Зона зрізання постійно очищується від зрізаних стеблин граблями 3. Очищення граблин 4 здійснюється за рахунок різкого збільшення лінійної швидкості в момент розгортання граблин. В цей час зрізані стебла взаємодіють з відбиваючою поверхнею вальця 6 та змінюють напрям руху в потрібну область простору – зону викидного вікна 7. Поверхня відбиваючого вальця 6, яка розташована під гострим кутом до транспортуючих граблин 4, запобігає зльоту стебел у викидному вікні 7. Стебла при взаємодії з

поверхнею відбивача 6 отримують прискорення і змінивши траєкторію проходять скрізь вихідне вікно 7. Тим самим поліпшується пропуск зрізаних стебел, повністю очищується зона різання у районі вихідного вікна 7, підвищується якість валка.

Наступний варіант, це коли мета досягається тим, що в різальному пристрої встановлено різальний апарат на основі нескінченного ланцюга на якому закріплені сегментні ножі. Різальний апарат обертається над протиризальними пальцями. Очистку зони різання та відвід зрізаних стеблин здійснюється транспортуючим механізмом у вигляді нескінченного гнучкого елемента, на якому закріплені граблини [5, 6]. Це дозволяє забезпечити безперервний зріз, очистку зони різання і транспортування з неї зрізаних стеблин при повному врівноваженні пристрою, що виключає вібрацію.

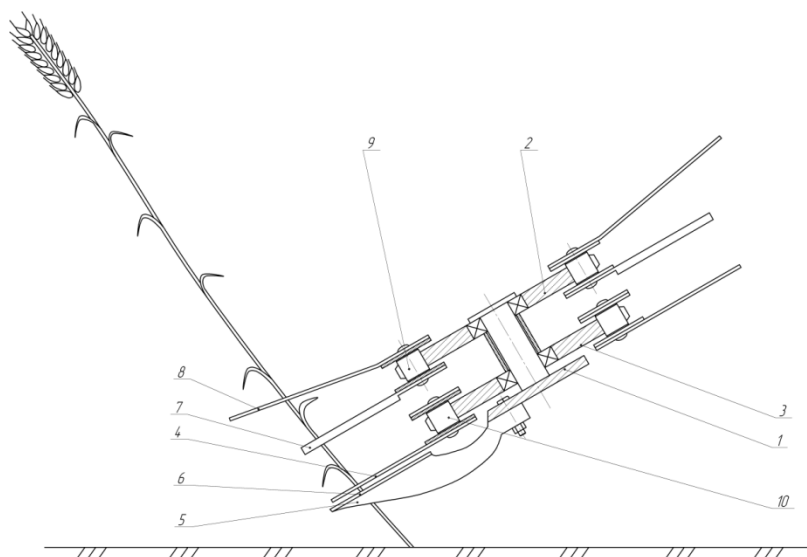


Рисунок 2. Різальний пристрій з різальним апаратом на основі нескінченного ланцюга. Вид з боку

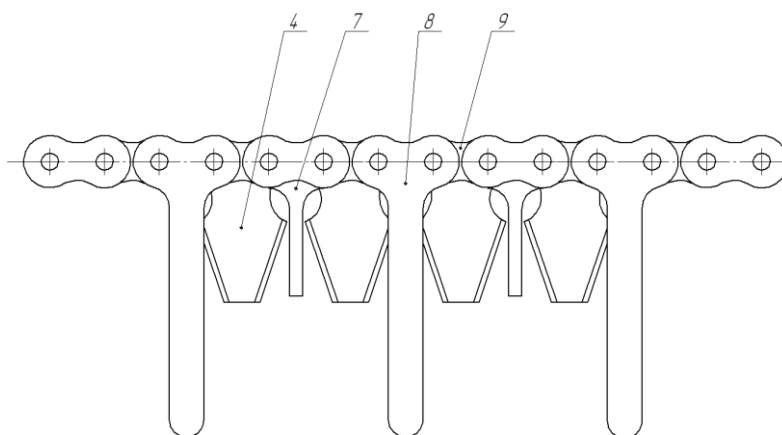


Рисунок 3. Фрагмент різального пристрою з різальним апаратом на основі нескінченного ланцюга. Вид зверху



Різальний пристрій містить: різальний апарат 1 на основі нескінченного ланцюга 10, на якому закріплені сегментні ножі 4 (рис. 2, 3). Нескінченний ланцюг приводиться до руху зірочкою 3 і обертається без коливань над протирізальними пальцями 5 з протирізальними пластинами 6. Над різальним апаратом розташовано транспортуючий механізм 9 у вигляді нескінченного гнучкого елемента з жорстко закріпленими на ньому граблями 7, які встановлюються паралельно площині різального апарата. На відстані, що дорівнює ходу ножа від граблів 7, на гнучкому елементі 9 під кутом до них жорстко кріпляться грабліни 8. Транспортуючий механізм 9 приводиться до руху зірочкою 2.

Різальний пристрій працює таким чином. Стеблини зрізуються різальним апаратом 1 на основі нескінченного ланцюга 10 за рахунок взаємодії сегментних ножів 4 та протирізальних пластин 6. В момент зрізання грабліна 7 взаємодіє з рослинами та переорієнтує їх так, що в результаті зрізані стеблини попадають на грабліни 8, які закріплені на гнучкому елементі 9. Зрізана маса переміщується на граблях 8 над зоною різання до місця формування валка. Зона зрізання постійно очищується від зрізаних стеблин граблями 7. Очищення граблів 8 здійснюється за рахунок різкого збільшення лінійної швидкості в момент розгортання граблів.

Наступний варіант, це коли мета досягається тим, що в різальному апараті у вигляді нескінченного тягового елемента з сегментними ножами, для очистки зони різання та відводу зрізаних стеблин, встановлено транспортуючі грабліни, таким чином рух граблів синхронізований з рухом сегментних ножів. Це дозволяє забезпечити безперервний зріз, очистку зони різання і транспортування з неї зрізаних стеблин.

Різальний апарат містить: нескінченний ланцюг 1, на нижній площині якого закріплені сегментні ножі 2, на верхній площині нескінченного гнучкого тягового елемента 1 жорстко закріплені транспортуючі грабліни 3 (рис. 4, 5). Сегментні ножі 2 обертається без коливань над протирізальними пальцями. Для забезпечення якісного зрізу рослин різальний апарат встановлений під кутом до горизонту.

Різальний апарат працює наступним чином. Стебла зрізуються сегментними ножами 2. В мить зрізу грабліна 3 взаємодіє боковою поверхнею з рослинами та переорієнтує їх таким чином, що вони опиняються на верхній поверхні грабліни 3. Зрізана маса переміщується на граблях 3 над зоною різання до місця формування валка. Зона різання постійно очищується від зрізаних стеблин граблями 3. Очищення граблів 3 здійснюється за рахунок різкого збільшення лінійної швидкості в момент розвороту граблів.

При використанні двох останніх варіантів є можливість

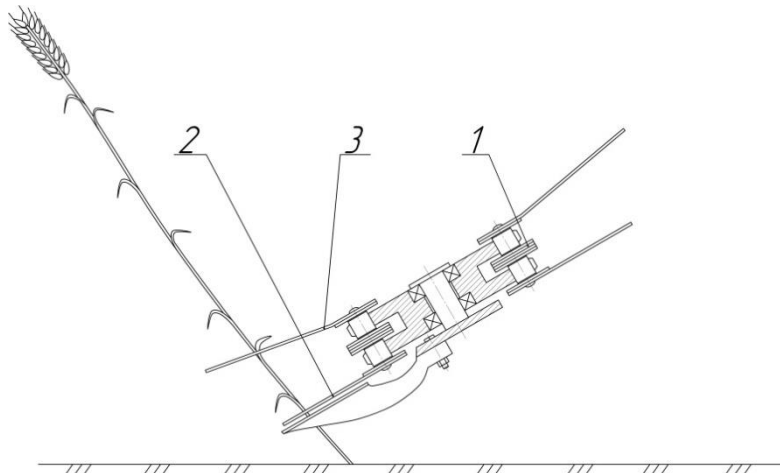


Рисунок 4. Різальний пристрій з одним нескінченним ланцюгом. Вид з боку

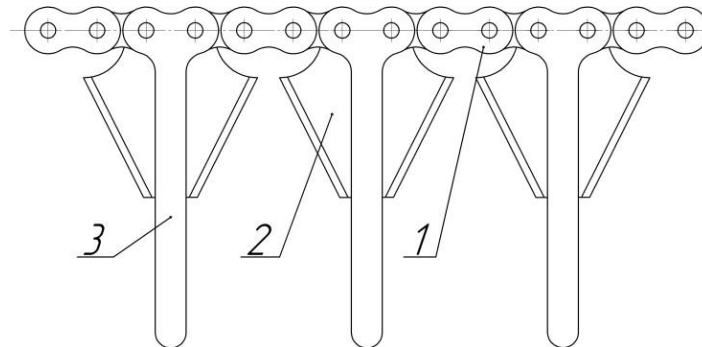


Рисунок 5. Фрагмент різального пристрою з одним нескінченним ланцюгом. Вид зверху

встановлення двох активних відбиваючих вальців, які утворюють єдине ціле з зірочками транспортуючого механізму. Тим самим поліпшується пропуск зрізаних стебел, повністю очищується зона різання у районі вихідного вікна [7, 8].

Висновок. В процесі вивчення механіко-технологічних особливостей взаємодії обчесаних стебел з робочими органами різального пристрою були вирішені наступні завдання: обрана схема транспортування потопаючої маси стебел, що формує і укладає валок між рушіями комбайна; в результаті кінематичного аналізу транспортуючого механізму було визначено, що в місці розвороту граблини складаються сприятливі умови для очищення його від стебел і формування валка. Фізичне моделювання процесу взаємодії стебла з відбиваючою поверхнею валкоутворювача визначило умови, що забезпечують зміну напрямку руху зрізаних стеблин в потрібну область простору.

Розроблена фізична модель процесу взаємодії стебла з поверхнею валкоутворювача у вигляді двох відбиваючих вальців, які утворюють єдине ціле з зірочками транспортуючого механізму, дає можливість



розробити і виготовити лабораторно - польову установку для фізичного моделювання процесу взаємодії зрізаних стебел з обертаючою поверхнею валкоутворювача [8].

Використання такого апарату зменшить вібрацію різального пристрою та підвищить якість очищення граблин в зоні формування валка.

Список використаних джерел

1. Шабанов П. А., Данченко Н. Н., Голубев И. К. Уборка зерновых культур очесыванием растений на корню. АПК. *Достижения науки и техники*. 1990. №2.

2. A new harvesting technology and its stripper-featured machine system. *Agricultural mechanization in Asia, Africa and Latin America*. 1991. Vol. 22. No. 3. Pp. 9–14.

3. Kiurchev S., Shokarev O., Rud A., Gorbovy O. Results of experimental research in separator dielectric aspiration channel. *Engineering for Rural Development*. Vol. 20. 2021. Pp. 1611–1616. DOI: 10.22616/ERDev.2021.20.TF346.

4. Шокарев А. Н. и др. А. С. 1601971 СССР, Режущее устройство сельскохозяйственных машин. Б.И. 1990 №20.

5. Шокарев О.М. Обґрунтування технологічної схеми та основних параметрів різального пристрою рисозбирального комбайну обчисувального типу. Автореферат дисертації на здобуття наукового ступеня к. т. н. Луганськ.: ЛНАУ, 2002.

6. Шегеда К. О., Данченко М. М. Кінематичний аналіз транспортуючого механізму різального пристрою комбайна обчисувального типу. *Вісник Харківського національного технічного університету сільського господарства ім. П. Василенко*. Технічні науки. Вип.156. Харків, 2015.

7. Шегеда К. О., Шокарев О. М., Шокарев О. О. Механіко-технологічні особливості взаємодії обчесаних стебел з робочими органами різального пристрою Праці ТДАУ. Мелітополь: ТДАУ, 2015. Вип. 15, т. 3. 360 с.

8. Sheheda K., Kiurchev S., Danchenko M., Mykhailova L. Results of research of combine harvester cutterbar. *Engineering for Rural Development*. Vol. 20. P. 2021. 1632–1637. DOI: 10.22616/ERDev.2021.20.TF350.

Стаття надійшла до редакції 18.03.2022 р.



**O. Shokarev, K. Sheheda, B. Boltianskyi, O. Shokarev
Dmitry Motornyi Tavria State Agrotechnological University, Ukraine²**

**CUTTING DEVICES FOR HARVESTING THE NON-GRAIN PART OF THE
HARVEST IN COMBINE HARVESTING OF GRAIN CROPS BY THE
METHOD OF PLANTS AT THE ROOT**

Summary

New combine harvester technology for grain crops also includes combing the plants at the root. However, harvesting of the combed stalks is still a major constraint on the widespread use of the new harvesting technology. The segmented tine cutter with reciprocating blade movement is the most compact and technologically reliable for cutting the combed stalks. A conveyor mechanism designed as an endless chain loop with rakes attached to it is used to clean the cutting area. Rakes are positioned above the cutter bar parallel to the plane of the segments on which the cut stalks are transported to the exhaust window zone. However, using the small-sized above-mentioned cutter bar raises the problem of balancing transverse vibrations and rake clearing in the windrow formation zone. The geometric parameters of a cutting unit based on an endless chain with an active windrower are grounded in the article. A system of equations for determining the range of possible impact point values on the surface of the reflecting roller is obtained. This is used in modeling the interaction of the stalk with the surface of the rollers. This system of equations also makes it possible to determine the maximum height that the stalk can reach in its turning. This is necessary to substantiate the height of the rollers. When studying the mechanical and technological features of interaction between the combed stalks and the working elements of the cutting unit, the following tasks were solved: the chosen scheme of stalks transport forms and places the swath between the working organs of the combine harvester; as a result of kinematic analysis of the transporting mechanism it has been determined that at the place of rake turning there are good conditions for cleaning this mechanism from the stalks and forming a swath. A physical model of the interaction of the stems with the surface of the windrower in the form of two reflecting rollers that form a single unit with the sprockets of the conveying mechanism has been developed. Using such unit would reduce the vibration of the cutter and improve the quality of cleaning the rake in the windrow forming zone.

Key words: combing plants, cutting unit, windrower