

## ПРОГРЕССИВНЫЕ ТЕНДЕНЦИИ РАЗРАБОТКИ ИЗМЕЛЬЧИТЕЛЕЙ НЕЗЕРНОВОЙ ЧАСТИ УРОЖАЯ К ЗЕРНОУБОРОЧНЫМ КОМБАЙНАМ

*Установлено прогрессивные тенденции разработки измельчителей-разбрасывателей незерновой части урожая к зерноуборочным комбайнам. Приведена сравнительная оценка ширины разбрасывания незерновой части урожая отечественными и зарубежными зерноуборочными комбайнами.*

**Ключевые слова:** измельчители-разбрасыватели, барабан измельчителя, незерновая часть урожая, зерноуборочный комбайн.

## PROGRESSIVE TENDENCIES IN DEVELOPMENT OF GRINDERS OF NOT GRAIN PART OF THE CROP TO COMBINE HARVESTERS

*It is established progressive tendencies of development of grinders spreaders of straw to combine harvesters. The comparative assessment of width of scattering of straw is given by domestic and foreign combine harvesters.*

**Key words:** grinders spreaders, grinder drum, not grain part of a crop, combine harvester.

УДК 631.352

## МОДЕРНІЗАЦІЯ ПОДРІБНЮВАЧА РОСЛИННИХ РЕШТОК ПР-4,5

**О.Ф. Говоров**, канд. техн. наук  
ННЦ „ІМЕСГ”

---

*Наведено розроблені пропозиції по покращенню надійності конструкції робочого процесу подрібнювача, збільшення строку роботи ножів до перезаточування та підвищення ширини смуги розподілення подрібненої із валка соломи з 4,5 до 6 м.*

**Ключові слова:** подрібнювач, рослинні рештки, різальний апарат, три-мач, ножі дволезові, чотирилезові, смуга розподілення подрібненої соломи.

---

**Проблема.** За останні 20 років кількість органічних добрив, що вносяться у ґрунт в нашій країні зменшилась приблизно у 7 разів. Тому рослини забирають із ґрунту значно більше поживних речовин, ніж їх вноситься, в результаті цього щорічні втрати гумусу із ґрунтів за роз-

---

© О.Ф. Говоров.

Механізація та електрифікація сільського господарства. Вип. 97. 2013.

рахунками учених - ґрунтознавців становлять близько 20 млн. тонн. Тому, якщо не запровадити негайних заходів по збереженню гумусу, то гордість українських землеробів - найкращі чорноземи перетворяться у малородючі землі.

Зрозуміло, що швидко збільшити виробництво гною практично неможливо. Для цього потрібні не тільки величезні кошти, яких держава не має, а й значний час.

Але досвід провідних аграрних країн показує, що реальним шляхом зменшення втрат гумусу в ґрунтах і покращення їх родючості, який не потребує великих фінансових витрат, є підвищення ефективності використання поживних решток, які залишаються на полях після збирання урожаю. В цих країнах поживні залишки (стерня, стебла бур'янів, валки соломи) подрібнюються спеціальними машинами – подрібнювачами. При роботі такого подрібнювача поживні залишки не тільки скошуються, а й подрібнюються на частинки довжиною до 15 см і рівномірно розподіляються по полю.

Після такого подрібнення рослинні рештки надійно покриваються шаром ґрунту, навіть при його обробітці дисковими знаряддями, які зараз широко використовуються нашими хліборобами. В результаті цього забезпечується розкладання рослинних залишків в анаеробних умовах і ефективне збагачення ґрунту органікою.

Зараз в переважній більшості наших господарств стерня кукурудзи, соняшнику і ріпаку, висота якої сягає 40 см, навіть плугами загортається не повністю, а валок соломи взагалі не можливо загортати і тому часто спалюється, в результаті чого втрачається велика кількість органіки.

Тому в ННЦ „ІМЕСГ” розроблений двоярусний подрібнювач рослинних решток ПРР-4,5, який забезпечує скошування рослин або їх залишків на двох рівнях, тобто подрібнення здійснюється уже в процесі скошування, який захищений патентом України № 47340.

**Аналіз останніх досліджень і публікацій.** Цей подрібнювач (рис.1) складається із рами, яка встановлена на двох ходових колесах, розміщених позаду рами і обладнаних гідроциліндрами для переведення машини у транспортне положення. До передньої частини рами закріплена сниця для з'єднання подрібнювача з трактором.

На рамі закріплена центральна секція, до боків якої шарнірно закріплені два крила, обладнані гідроциліндрами для їх переведення в транспортне положення, а також опорні колеса для копіювання рельєфу поля.



**Рис. 1.** Подрібнювач рослинних решток ПРР-4,5

Центральна секція і крила зверху перекриті сталевими листами і в робочому положенні утворюють спільну платформу, яка по периферії обладнана обичайкою, утворюючи кожух для роботи різальних апаратів. Причому передня і задня частини обичайки виконані із зварних ланцюжків, а її бічні частини виготовлені із сталевих листів.

На передній частині рами встановлений роздавальний редуктор, ведучий вал якого головним карданним валом з'єднаний з ВВП трактора, а його три ведені вала проміжними карданними валами з'єднані з ведучими валами кінцевих редукторів, закріплених на платформі центральної секції і бокових крил, а на їх ведених валах встановлений центральний і два бокових різальних апарати.

Усі три різальних апарати однакової конструкції. Вони двоярусного типу зі співвісним розміщенням осей шарнірів закріплення ножів на обох кінцях тримача.

Як показали приймальні випробування, подрібнювач ПР-4,5 задовільно виконує технологічний процес і забезпечує необхідні експлуатаційно-технологічні та показники якості виконання технологічного процесу (наведені в таблиці).

**Таблиця.** Технічна характеристика подрібнювача рослинних решток ПРР-4,5

№ п/п	Назва технічної характеристики	Значення характеристик
1	Робоча ширина захвату	4,5 м
2	Максимальна робоча швидкість	10 км/год
3	Кількість робочих органів	3
4	Діаметр різального апарата	1,5 м
5	Кількість ярусів зрізу	2
6	Кількість ножів одного ярусу різального апарата	2
7	Відстань між ножами верхнього і нижнього ярусів	15 см
8	Загальна кількість ножів	12
9	Частота обертання різального апарата	1000 хв <sup>-1</sup>
10	Висота зрізу рослинних решток	50-200 мм
11	Максимальна довжина подрібнених частин	15 см
12	Маса подрібнювача	1900 кг

Позитивним фактором подрібнювача ПР-4,5 є також те, що він агрегується з тракторами класу 1,4 і 2,0. Справа в тому, що подрібнення поживних залишків здійснюється в один період з осіннім обробітком ґрунту і тому „орні” трактори класів 3,0 і більше в цей період використовуються на обробітку ґрунту, а трактори класів 1,4 і 2,0 менше завантажені.

Після завершення приймальних випробувань, проведених Львівською філією УкрНДПВТ ім. Л. Погорілого, які показали, що подрібнювач забезпечує річний економічний ефект 71535 гривень, ВАТ „Красилівський машинобудівний завод” поставив подрібнювач на серійне виробництво під маркою ПР-4,5.

При використанні серійних подрібнювачів ПР-4,5 в господарствах, при загальних позитивних їх характеристиках, виявились і суттєві недоліки.

Основним недоліком цього подрібнювача є те, що робоча ширина розподілення подрібнених частинок рослинних решток дорівнює робочій ширині скошування рослин, тобто 4,5 м. В результаті цього подрібнювач можна використовувати при подрібненні валків соломи після збирання зернових комбайном з шириною захвату жниварки до 4,5 м. Але сучасні комбайни мають ширину захвату жниварки до 6 м.

Тому при подрібненні валків соломи утворених комбайном з шириною захвату жнивarki 6 м, ширина смуги розподілення соломи буде дорівнювати 4,5 м, а між цими смугами будуть чисті смуги, на які подрібнена солома не буде попадати взагалі, що згідно агротехнічним вимогами недопустимо.

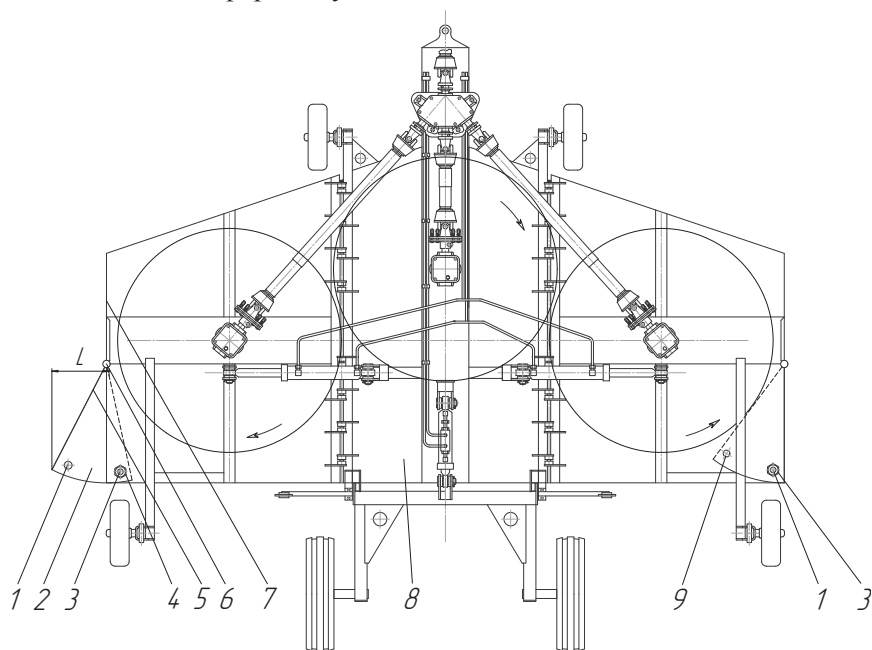
Іншим за важливістю недоліком подрібнювача ПР-4,5 є високі навантаження на різальний апарат, особливо при подрібненні стерні кукурудзи, яка є найбільш енергоємною культурою. Причина в тому, що у двоярусному різальному апараті цього подрібнювача осі шарнірів закріплення ножів верхнього і нижнього ярусів на обох кінцях тримача співвісні між собою. Тому при роботі подрібнювача ножі верхнього і нижнього ярусів розпочинають перерізування стебла практично одночасно, що викликає двократне зростання ударних навантажень. Це обумовлює скорочення строку служби підшипників різального апарата і карданних валів, а також викликає вібрацію конічних редукторів, що обумовлює ослаблення болтів їх кріплення до платформи і появу тріщин у платформі.

Крім того, при подрібненні стерні кукурудзи одночасна взаємодія двох ножів з залишком стебла викликає значне нахилення стерні у напрямку колової швидкості ножів. у результаті цього стерня перерізується ножем нижнього ярусу раніше, ніж ножем верхнього ярусу. Тобто зрізаний кусок стебла втрачає зв'язок з прикореневою його частиною, а ніж верхнього ярусу при цьому лише врізався (заглибився) в кусок уже скошеного стебла. Тому цей кусок стебла починає рухатись разом з ножем верхнього ярусу, оскільки він нічим не утримується. Це призводить до забивання різального апарата і втрати роботоздатності подрібнювача. Тому тракторист змушений зупиняти агрегат і очищати ці ножі від неперерізанних стебел, що зумовлює зниження продуктивності подрібнювача.

Недоліком подрібнювача ПР-4,5 є також недостатній строк використання ножів до їх перезаточування. Так при подрібненні стерні кукурудзи на площі 24 га заточені леза ножів затупляються настільки, що необхідно їх перезаточувати. Тобто заточені ножі забезпечують роботу ножів тільки половину зміни. Тому кожну зміну необхідно зупиняти подрібнювальний агрегат, демонтувати ножі і проводити їх перезаточування, що обумовлює зниження продуктивності агрегату.

**Результати досліджень.** Аналіз робочого процесу подрібнювача ПР-4,5 показав, що вищевказані його недоліки можна усунути шляхом незначної модернізації конструкції.

Так збільшення ширини смуги розподілення подрібненої соломи по поверхні поля досягається шляхом незначної зміни конструкції кожуха подрібнювача. Для цього кожний боковий щиток обичайки кожуха розділений на дві частини. Причому передня його частина 7 (рис.2) відносно напрямку руху подрібнювача залишається без змін (вона приварена до платформи 8), а до неї вертикальним шарніром 6 прикріплена поворотна задня частина 5, вільний кінець якої обладнаний горизонтальною накладкою 2, виготовленою у вигляді сектора круга і розміщеною під платформою 8. В накладці 2, на однакових відстанях від осі шарніра 6 просвердлено два отвори 1 і 9, а в платформі 8 біля її краю і на такій же відстані від осі шарніра 6 також просвердлений отвір 3. Завдяки наявності двох отворів 1 і 9 у накладці 2 задні поворотні частини 5 бокових щитків обичайки можуть закріплюватись болтами 4 до платформи 8 у двох положеннях.



**Рис. 2.** Конструкційна схема модернізованого подрібнювача рослинних решток ПР-4,5М: 1,9 – отвори у накладці; 2 – накладка; 3 – отвір у платформі; 4 – болт; 5 – задня поворотна частина щитка; 6 – вертикальний шарнір; 7 – передня частина щитка; 8 – платформа

При подрібненні стерні будь-якої культури, стебел рослин-сидератів і бур'янів та валків соломи, обмолоченої комбайном з шириною жниварки до 4,5 м, накладка 2 задньої поворотної частини 5 бокового щитка закріплюється до платформи 8 болтом 4, яким проходить через отвори 1 у накладці 2 і 3 у платформі 8. При цьому передня 7 і поворотна задня 5 частини бокового щитка розміщуються в одній площині (див. правий бік рис. 2) і ширина смуги розподілення подрібнених частинок стебел по поверхні поля буде становити 4,5 м, тобто як у подрібнювача ПР-4,5.

При подрібненні валка соломи після роботи комбайна з шириною захвату жниварки понад 4,5 м накладка 5 закріплюється до платформи 8 болтом 4, який проходить через отвори 9 у накладці 5 і 3 у платформі 8. При цьому задній кінець поворотної частини 5 щитка відхиляється від кожуха подрібнювача на величину  $L$  (див. лівий бік рис. 2), а між заднім кінцем поворотної частини 5 і задньою перфорованою стінкою обичайки кожуха подрібнювача утворюється вікно для вилітання подрібнених частинок.

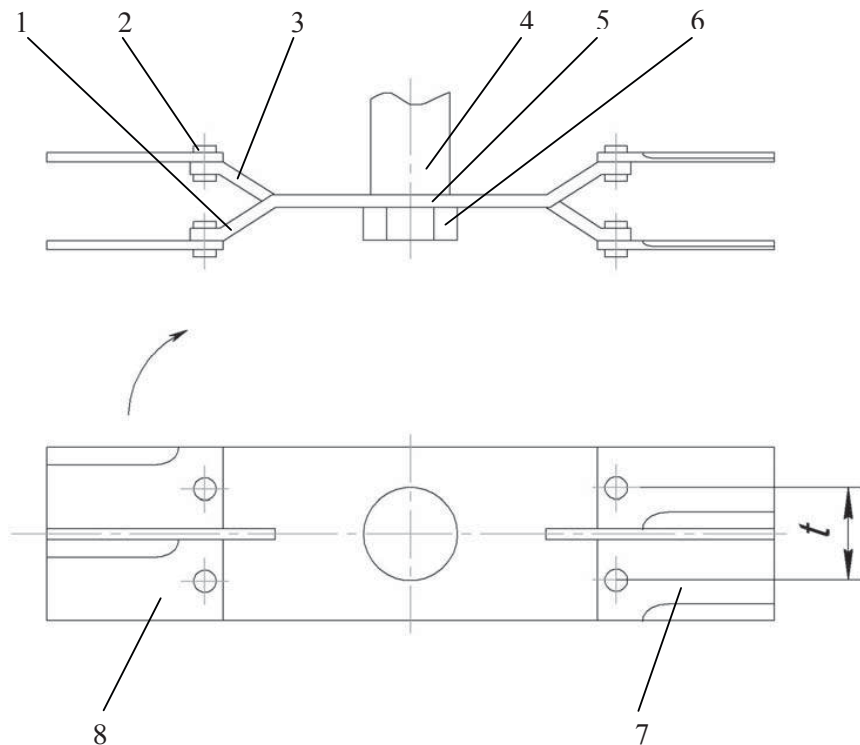
При цьому під час роботи подрібнювача частинки подрібненої соломи вилітають через задню перфоровану частину обичайки і розподіляються по поверхні поля смугою шириною 4,5 м. Крім того, через вікна між задніми кінцями поворотних частин 5 бокових щитків і задньою частиною обичайки додатково вилітають подрібнені частинки соломи і розподіляються по поверхні поля двома додатковими смугами шириною по 0,75 м. В результаті цього загальна ширина смуги розподілення частинок по поверхні поля становить 6 м і цей подрібнювач може використовуватись для подрібнення валків соломи після роботи комбайна з захватом жниварки до 6 м.

Зменшення ударних навантажень на різальний апарат при роботі подрібнювача і усунення забивання ножів верхнього ярусу скошеними кусками стерні кукурудзи досягається шляхом застосування нової конструкції різального апарата.

Принципова відмінність нової конструкції різального апарата від його аналога у подрібнювачі ПР-4,5 полягає в тому, що осі шарнірів закріплення ножів верхнього і нижнього ярусів на одному кінці тримача не співвісні між собою, а осі шарнірів закріплення ножів верхнього ярусів зміщені вперед за напрямком колової швидкості ножів на відстань  $t$ , що перевищує максимально можливий діаметр стебла.

Для забезпечення такого взаєморозміщення ножів розроблена нова конструкція тримача. Цей тримач (рис. 3) виготовлений у ви-

гляді сталеві пластини 5, яка на обох кінцях розділена на дві смуги 1 і 3, причому смуга 3 верхнього ярусу відігнута угору, а смуга 1 нижнього ярусу відігнута униз і до їх кінців шарнірами 2 закріплені ножі 7 і 8. Тримач 5 закріплений до торця приводного вала 4 притисним болтом 6.



**Рис. 3.** Двоярусний різальний апарат з послідовною роботою ножів: 1 – смуга нижнього ярусу; 2 – шарнір закріплення ножа; 3 – смуга верхнього ярусу; 4 – приводний вал; 5 – тримач; 6 – притисний болт; 7 – ніж верхнього ярусу; 8 – ніж нижнього ярусу

При роботі цього різального апарата ножі 7 верхнього ярусу рухаються попереду суміжних з ними ножів 8 нижнього ярусу. Тому спочатку ножем 7 верхнього ярусу зрізується верхня частина стебла, а потім ножем 8 нижнього ярусу відповідно його нижня частина.

Тому при використанні такого різального апарата на стерні кукурудзи виключається можливість забивання його ножів 7 верхнього



ярусу кусками стернин, оскільки при зрізуванні верхньої частини стернини ножом 7 вона утримується від переміщення її нижньою частиною, яка ще не зрізується. Тільки після завершення зрізування верхньої частини стернини ножом 8 зрізується її нижня частина і при цьому вона утримується від переміщення прикореневою частиною, тобто ножі 7 і 8 працюють послідовно і незалежно один від одного.

Завдяки цьому будуть зменшені простої подрібнювача для очищення ножів його верхнього ярусу і відповідно підвищиться його продуктивність.

Крім того, завдяки послідовній роботі ножів верхнього і нижнього ярусів у 2 рази знизяться ударні навантаження на різальний апарат і механізм його приводу та вібрація, яка передається на конічні редуктори та кожух подрібнювача, що забезпечить збільшення строку експлуатування подрібнювачів у господарствах.

Збільшення строку роботи ножів різального апарата до їх перезаточування досягається шляхом розробки ножів нової конструкції.

Для використання на малозасмічених ґрунтах предметами високої твердості (камінцями, кусками металу і інш.) розроблений ніж з двома отворами для закріплення до шарніра тримача та різальними кромками, загостреними по усій довжині ножа з обох його боків. Для використання на ґрунтах, засмічених предметами високої твердості, на яких ніж з отвором на вільному кінці може зруйнуватись при співударянні з такими предметами, розроблений ніж з одним отвором для приєднання до тримача, але з двома різальними кромками, виконаними таким же чином, як і одна різальна кромка ножа подрібнювача ПР-4,5.

При використанні ножів з одним отвором, але двома різальними кромками, якщо одна різальна кромка затупиться або вищербиться при співударянні з предметом високої твердості, ніж демонтується з подрібнювача, повертається на 180° навколо поздовжньої осі і встановлюється на місце, на що витрачається не більше 5 хвилин.

При використанні ножів з двома отворами після спрацювання різальних кромок на одному кінці ножа, ніж закріплюють до тримача другим отвором.

Тому при використанні розроблених нових конструкцій ножів строк роботи подрібнювача до їх перезаточування збільшується у 2 рази.

**Висновки.** Запропонована модернізація подрібнювача ПР-4,5, при незначному удосконаленні його конструкції і збереженні маси, забез-

печує збільшення ширини смуги розподілення по полю подрібненої із валка соломи з 4,5 до 6,0 м, підвищення надійності його робочого процесу і строку експлуатування та зниження у 2 рази ударних навантажень на різальний апарат за рахунок послідовної роботи ножів верхнього і нижнього ярусів, а також збільшення у 2 рази строк безперервної роботи подрібнювача до перезаточування ножів.

#### **МОДЕРНИЗАЦИЯ ИЗМЕЛЬЧИТЕЛЯ РАСТИТЕЛЬНЫХ ОСТАТКОВ ПР-4,5**

*Приведены разработанные предложения по улучшению надежности конструкции и рабочего процесса измельчителя, увеличения ширины полосы распределения измельченной из валка соломы с 4,5 до 6 м.*

**Ключевые слова:** *измельчитель, растительные остатки, измельчающий аппарат, держатель, ножи, дволезвенные, четырехлезвенные, полоса распределения измельченной соломы.*

#### **MODERNIZATION SHREDDER RESIDUES OF PR 4,5**

*Are developed proposals to improve design reliability and workflow izmelchivaniya, increased bandwidth distribution of chopped straw swath from 4.5 to 6m.*

**Key words:** *chopper, crop residues, food chopper, holder, knives, dvolezvennye, chetyrehlezvennye, bandwidth allocation chopped straw.*