

УДК 631.352

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

*Кіровоградський національний технічний університет, м. Кіровоград, Україна,  
E-mail: asbdv@ukr.net*

## Перспективні напрямки вдосконалення конструкцій технічних засобів для подрібнення рослинних решток

Наведений напрям розробки та вдосконалення сільськогосподарських машин для подрібнення рослинних решток в Україні є новим та дуже актуальним. Представлено аналіз результатів польових випробувань двох типів подрібнювачів рослинних решток вітчизняного виробництва. Основним показником роботи даного типу машин обрано співвідношення розмірів решток стебел після подрібнення в залежності від використання граблин. Одним із способів підвищення якості подрібнення є встановлення додаткового пасивного робочого органу - граблини, для орієнтації стебел перпендикулярно лезам ножів робочих органів подрібнювачів. Наведені результати випробувань свідчать про доцільність використання граблин для даного типу сільськогосподарської техніки.

**подрібнювач, коток-подрібнювач, стебла, довжина, рослинні рештки, граблина**

**Д. В. Богатырёв, доц., канд. техн. наук, В. М. Сало, проф., д-р техн. наук, О. А. Кислун, доц., канд. техн. наук**

*Кировоградский национальный технический университет, г. Кировоград, Украина*

**Перспективные направления совершенствования конструкций технических средств для измельчения растительных остатков**

Приведенное направление разработки и совершенствования сельскохозяйственных машин для измельчения растительных остатков в Украине является новым и очень актуальным. Представлен анализ результатов полевых испытаний двух типов измельчителей растительных остатков отечественного производства. Основным показателем работы данного типа машин избран соотношение размеров остатков стеблей после измельчения в зависимости от использования граблей. Одним из способов повышения качества измельчения является установление дополнительного пассивного рабочего органа - граблин, для ориентации стеблей перпендикулярно лезвиям ножей рабочих органов измельчителей. Приведенные результаты испытаний свидетельствуют о целесообразности использования граблей для данного типа сельскохозяйственной техники.

**измельчитель, каток-измельчитель, стебли, длина, растительные остатки, граблина**

**Постановка проблеми.** В останні роки Україну заповнили нетрадиційні, а в ряді випадків і невідомі до цього часу для працівників села технології виробництва продукції рослинництва. Розпочалися зміни з використання імпортованих комбайнів, які залишали на полях практично всю незернову частину врожаю. Такі прийоми дозволили підвищити продуктивність процесів збирання, скоротити загальні терміни жнив, але виникла проблема подальшої переробки рослинних решток. Для наших виробників найбільш простим шляхом її вирішення виявилось масове використання дискових ґрунтообробних знарядь. Як результат – руйнування структури поверхневих родючих шарів ґрунту, змінання цінних у агротехнічному відношенні агрегатів, переведення їх в пиловидний безструктурний стан, переущільнення нижніх шарів ґрунту, порушення процесів аерації і інфільтрації, зниження запасів продуктивної вологи в нижніх

© В Д.В. Богатирьов, В.М. Сало, О.А. Кислун, 2016

горизонтах. За кордоном в таких випадках використовують спеціальні машини – подрібнювачі рослинних решток (ПРР). В Україні подібні машини є маловідомими, дорогими та сприймаються виробниками сільськогосподарської продукції, як процес в змісті технології що потребує додаткових затрат і може бути не обов'язковим. Крім цього, за характерними для кожного типу даних машин конструктивними особливостями, при використанні в традиційних для України технологіях виробництва, вони не завжди і не після кожної культури забезпечують необхідну якість подрібнення рослинних решток [1].

**Аналіз останніх досліджень і публікацій.** На ринку сільськогосподарської техніки України ПРР представлено двома основними групами: з вертикальною та горизонтальною віссю обертання активних робочих органів. В Україні набули поширення ПРР з вертикальною віссю обертання фірм «Schutle» (Канада), «Kunh» (Франція), «Joskin» (Бельгія), «Del Morino» (Італія) та «MCMS» (Польща). Вітчизняними фахівцями також розроблено пробні партії ПРР: ПН-2 «Білоцерків-МАЗ», ПР-2,6 «Агрореммаш», ПРУ-2,8 «Бердянськільмаш» та інші. Подрібнювачі з горизонтальною віссю обертання представлено фірмами «Kunh» (Франція) «Mashio» (Італія), «Rhino» та «John Deere» (США) [2].

В умовах центрального Степу України найбільшого поширення набувають ПРР з вертикальною віссю обертання активних робочих органів. Даний тип ПРР з шириною захвату до 4 м виготовляють начіпними, а з більшою шириною захвату – причіпними з розкладною конструкцією рами. Особливої уваги виробники приділяють опорним пристроям ПРР, від чіткості спрацювання яких суттєво змінюватимуться якісні параметри безпідпорного різання. На ПРР начіпного типу використовують колеса які самовтановлюються у кількості від одного до чотирьох на кожну секцію. На високопродуктивних ПРР встановлюють гідрофіковані опорні пристрої з функцією копіювання поверхні поля для якісного виконання процесу подрібнення.

Порівнюючи найбільш розповсюджені подрібнювачі рослинних решток встановлено [2], що питома енергоємність агрегатів з вертикальною віссю обертання активних робочих органів на 37% менша ніж з горизонтальною (при однаковому значенні таких параметрів: як робоча швидкість агрегату, висота зрізування, ширина захвату та маса). Це пояснюється тим, що ПРР з вертикальною віссю обертання мають простішу конструкцію робочих органів, меншою їх кількістю на одиницю ширини захвату, а також нижчою (на 60%) частотою обертання цих органів. Також робочі органи ПРР з вертикальною віссю обертання є менш складними у виготовленні та набагато легшими.

Проаналізувавши конструктивно-експлуатаційні показники виконання технологічного процесу ПРР з активними робочими органами встановлено наступні шляхи подальшого удосконалення:

- найбільш сприятливими з точки зору енергоємності процесу, на сьогодні, є ПРР з вертикальною віссю обертання активних робочих органів;
- для розшаровування, рівномірного розкидання по поверхні поля валків і раціонального спрямування стебел та рослинних решток в зону різання-подрібнення можна розглядати як варіант встановлення спеціальних робочих органів;
- для раціональної орієнтації рослинних решток конструкція активного робочого органу одночасно з функцією підрізання-подрібнення повинна створювати всмоктувальний повітряний потік.

Найбільш конструктивно простими у виготовленні та експлуатації є подрібнювачі з горизонтальною віссю обертання робочих органів. А особливо ті, що мають у якості робочого органу барабан (циліндр) з ножами. Цей тип ПРР в нашій країні представлено фірмою «DAL-BO» (СС-Канада-США), Metalurgiscascarabelot

(Бразилія), Rite Way Mfg. Co. Ltd (Канада) та багатьма іншими. Але й вони потребують глибокого аналізу і удосконалення:

- для досягнення максимального використання власної ваги ПРР з горизонтальною віссю обертання з активними робочими органами без приводу конструкція рами, зчипки та транспортних коліс повинна мати необхідні механізми, які дозволять спрямувати результуючу силу ваги на те лезо ножа, що виконує різання;
- встановити раціональну схему розташування, кількість та орієнтацію ножів на барабані;
- особливої уваги потребує встановлення раціональних параметрів леза ножа, що дозволить використовувати принцип «самозагострення» з урахуванням фізико-механічних властивостей частинок ґрунту і рослинних решток при їх взаємодії;
- введення в конструкцію котка елементів орієнтації рослинних решток в просторі з метою підвищення рівномірності та якості подрібнення.

Суттєвий внесок у дослідження процесу перерізування стебел рослин лезом ножа внесли В.П. Горячкін, М.М. Летошнев, Є.М. Гутьяр, Г.А. Хайліс, Є.С. Босой, В.А. Резчиков, М.Є. Резнік, Я.С. Гуков, П.В. Сисолін, М.К. Лінник але ці дослідження зроблено переважно для соломорізок, косарок, жниварок або фрезерних ґрунтообробних органів. Говоров О.Ф. [3] спробував визначити енергію, що передається від ножа до стеблини лише для подрібнювачів рослинних решток з вертикальною віссю обертання.

Відомі дослідження науковців Національної лабораторії ґрунту університету штату Алабама (США) D.L Ashford, Andrew J. Price, Ted S. Kornecki, Landy R. Raper [4-5]. Основний напрям їх досліджень направлений на оптимізацію параметрів котків-подрібнювачів та технології (агростроків) щодо їх використання. Але теоретичні напрацювання, щодо визначення конструктивних параметрів, енергетичних витрат машинами даного типу відсутні.

Основний недолік існуючих конструкцій подрібнювачів є неможливість подрібнення рослинних решток при їх розташуванні паралельному вісі обертання ножів робочих органів.

Науковцями кафедри сільськогосподарського машинобудування розроблено конструкції подрібнювачів рослинних решток (рис. 1-2), які мають додатковий пасивний робочий орган – граблину. Встановлення граблін попереду робочих органів з ножами дозволить спрямувати стебла для подальшого подрібнення.



а



б

а – коток-подрібнювач КП-4,5; б – подрібнювач рослинних решток ПН-1,5

Рисунок 1 – Подрібнювачі рослинних решток розроблені науковцями кафедри сільськогосподарського машинобудування КНТУ

На нашу думку наукові дослідження необхідно спрямувати на розробку нових та удосконалення відомих конструкцій подрібнювачів рослинних решток адаптованих до умов виробництва, як і обґрунтування раціональних конструктивних та технологічних параметрів їх робочих органів є цілком актуальними [6-7].

**Постановка завдання.** Мета дослідження полягає у визначенні впливу використання граблин на якість виконання процесу подрібнення рослинних решток робочими органами.

Завдання дослідження: експериментально дослідити вплив використання граблин перед робочими органами на якість виконання процесу подрібнення.

Об'єктом дослідження є технологічний процес подрібнення рослинних решток технічними засобами. Предмет дослідження – закономірності впливу параметрів і режимів роботи подрібнювачів рослинних решток на якісні показники.

Дослідження проводили на двох типах подрібнювачах: з приводними робочими органами (ножами) та на безприводному (коток-подрібнювач).

**Виклад основного матеріалу.** Для встановлення перспективних шляхів удосконалення конструкції даних машин необхідно мати інформацію про основні особливості і закономірності протікання процесу подрібнення. До групи даних факторів, на наш погляд, можна віднести:

- орієнтацію в просторі стеблостою, що підлягає подрібненню;
- поступальна швидкість агрегату;
- використання додаткових робочих органів.

Для перевірки процесу роботи подрібнювача при наявності впливу фактора розташування стебел сояшнику були вибрані і попередньо очищені від зайвих решток рядки. Стебла сояшнику штучно були орієнтовані в просторі під різними кутами нахилу до горизонту як за (+30°, +60°), так і проти напрямку руху агрегату (-30°, -60°), а також враховувалася з прямостоячими стеблами - (90°) та самий негативний випадок - лежачі стебла (0°). За показник якості був прийнятий відсотковий вміст в загальному об'ємі подрібнених стебел рослинних решток розмірами < 100 мм. Попередньо була визначена маса стебла та підраховано кількість стебел сояшнику у рядку. При визначенні маси стебел враховувалась їх вологість, розміри [7-8].

Вплив взаємного розташування ножів роторів і стебел в момент їх контакту на якість подрібнення перевірявся по двох варіантах: при співпаданні вісі ротора з віссю рядка та розташуванні вісі ротора по середині міжряддя. Аналіз результатів свідчить про те, що різниця між значеннями якісних показників при різному взаємному розташуванні ножів роторів і рядків стебел в момент їх контакту незначна і знаходиться в межах статистичної похибки. Отже приділяти особливу увагу узгодженню положення і кількості робочих органів відносно поздовжньої вісі рядків не варто. Для котка-подрібнювача цей фактор не є впливовим із-за того, що подрібнення відбувається в результаті перебивання решток ножами після притискання їх до ґрунту.

А от орієнтація стебел в просторі має досить стабільний і вагомий вплив на якість подрібнення. Причому зі збільшенням кута нахилу стебел за напрямом руху агрегату показник якості зростає на 7...8%. Причиною цього може бути попередній жорсткий контакт стебел об рамну конструкцію подрібнювача, зламування їх і відкидання на поверхню поля в зону недосяжності ножів. В даному випадку стебла просто не потрапляють в умовну камеру подрібнення [7] або під барабани з ножами котка-подрібнювача [8].

Використання додаткових робочих органів – граблин при всіх варіантах розташування стебел в просторі забезпечує незначне, але стабільне підвищення показника подрібнення (2...3%). Більш вагомий ефект від їх використання (до 5%)



спостерігається при подрібненні лежачих стебел. При цьому показник подрібнення значно менше залежить від поступальної швидкості агрегату. За таких умов робоча швидкість може бути збільшена майже на 1 м/с., що є вагомим фактором для підвищення загальної продуктивності машини [7].

Встановлення граблин попереду барабану з ножами дозволяє обернути стебла таким чином, щоб зменшити поперечний перетин перерізу стебла. Аналіз відеофіксації процесу подрібнення показує, що граблини орієнтують стебла під кутами  $82^\circ \dots 102^\circ$  до осі обертання барабану з ножами. Показник подрібнення збільшується на 6-7% при швидкостях руху агрегату 22-24 км/год на таких культурах як соняшник та кукурудза [8-9].

Згідно з вимогами до виконання технологічного процесу подрібнення, запропонованими ННЦ "ІМЕСГ" УААН, розміри рослинних решток не повинні перевищувати 200 мм. За даним показником майже 100% подрібнених рослинних решток не перевищують заданого граничного значення завдяки використанню граблин.

**Висновки.** На підставі проведених досліджень можна зробити висновок, що за якісним показником виконання технологічного процесу запропоновані зміни до конструкцій подрібнювачів є цілком працездатні і придатні до широкого використання за певних ґрунтових та кліматичних умов. Одним із шляхів покращення показника подрібнення рослинних решток може бути введення до відомої конструкції машини додаткових робочих органів. Разом з тим забезпечення високої ефективності їх роботи потребує теоретичного обґрунтування їх раціональних конструктивних та технологічних параметрів.

## Список літератури

1. Сало В.М. Вітчизняне технічне забезпечення сучасних процесів у рослинництві / В.М. Сало, Д.В. Богатирьов, С.М. Лещенко, М.І. Савицький // Техніка і технології АПК. – Дослідницьке: УКРНДПВТ ім. Л. Погорілого, 2014 – № 10 (61) – С. 16-19.
2. Богатирьов Д.В. Обґрунтування перспективних напрямів конструкцій подрібнювачів рослинних решток. / Д.В. Богатирьов, В.М. Сало, В.І. Носуленко, Д.В. Мартиненко // [Електронний ресурс] Конструювання, виробництво та експлуатація сільськогосподарських машин: Зб. наук. праць. – 2012. – Вип. 42. – С. 39-44. (Режим доступу: [http://www.kntu.kr.ua/doc/zb\\_42\\_1/](http://www.kntu.kr.ua/doc/zb_42_1/))
3. Говоров О.Ф. Машини для скошування і подрібнення рослин або їх решток і розподілення частинок по поверхні ґрунту / О.Ф. Говоров, Я.С. Гуков, В.К. Мойсеєнко // Механізація та електрифікація сільського господарства. – 2010. – Вип. 94. – С. 29-48.
4. Ashford D.L. Use of a mechanical roller-crimper as an alternative kill method for cover crop / Ashford D.L., D.W. Reeves // American Journal of Alternative Agriculture – 2003. – 18(1) – P.37-45.
5. Korniecki T.S. Performance of Different Roller Designs in terminating rye cover crop and reducing vibration / [Текст] T.S. Korniecki, A.J. Price // Applied Eng. Agric – Alabama, USA – 22(5) – P.633-641.
6. Сало В.М. Технічне забезпечення процесів подрібнення рослинних решток / [Електронний ресурс] В.М. Сало, Д.В. Богатирьов // Журнал «Пропозиція». – 2015. – №9 С.42-47. (Режим доступу: <http://www.propozitsiya.com/?page=149&itemid=5026&number=171> )
7. Сало В.М. Обґрунтування основ для моделювання процесу подрібнення рослинних решток / [Електронний ресурс] В.М. Сало, І.О. Уманець., І.М. Семеняка, О.М. Гайденок // Праці ТДАТУ. – 2010. – Вип. 10, Т.8. – С.105-110. (Режим доступу: [http://nauka.tsatu.edu.ua/print-journals-tdatu/10-8/10\\_8/15.pdf](http://nauka.tsatu.edu.ua/print-journals-tdatu/10-8/10_8/15.pdf))
8. Богатирьов Д.В. Аналіз господарських випробувань котка-подрібнювача рослинних решток соняшника / [Електронний ресурс] Д.В. Богатирьов, В.М. Сало // Конструювання, виробництво та експлуатація сільськогосподарських машин. Загальнодержавний міжвідомчий науково-технічний збірник. – 2013. – Вип. 43, ч.1 – С. 12-17. (Режим доступу: [http://www.kntu.kr.ua/doc/zb\\_43\\_1/](http://www.kntu.kr.ua/doc/zb_43_1/) )
9. Богатирьов Д.В. Експериментальні дослідження впливу швидкості руху котка-подрібнювача на якість подрібнення рослинних решток кукурудзи / Д.В. Богатирьов, В.М. Сало, С.М. Лещенко, Ю.В. Мачок // [Електронний ресурс] Сільськогосподарські машини. – Луцьк, 2015. – Вип.31.– С. 10-17. (Режим доступу: <http://agrmash.info/zb/31/4.pdf> )

**Dmitriy Bohatyrov, Assos. Prof., PhD tech. sci., Vasyl Salo, Prof., DSc., Oleg Kuslyn, Assos. Prof., PhD tech. sci.**

*Kirovohrad national technical university, Kirovohrad, Ukraine*

### **Perspective directions of improving the design of means for crushing plant residues**

Worldwide production trend of environmentally friendly crop production leads to the search for new technologies for growing crops and developing the necessary technology. The need for fertilizers feed plants are always topical issue, but man-made pollution fertilizers fertile soil affects the quality of agricultural products, which can lead to increased morbidity. The widespread use of pesticides has created specific problems related to the acquisition of weeds, pests and pathogens resistance to them. Our country is not enough attention paid to the established type of agricultural machinery, whose work would be aimed at improving topsoil naturally, that is - the creation of the ground layer of crushed plant residues with partial wrapping them. Such a layer of crushed stems (plant residues) will naturally maintain soil micro flora and will not only maintain but also increase over time humus content.

Reproduced the direction of development and improving agricultural machines for crushing plant in Ukraine remains a new and very important. The analysis of the results of field tests of two types Choppers residues domestic production. The main indicator of the type of machines chosen aspect ratio remains after crushing the stems, depending on the use of guides. One way to improve the quality of grinding is an extra passive working body - guides for orientation stems perpendicular edges of working blades shredder. The results of the tests show the feasibility of using guides for this type of agricultural machinery.

One way of improving your grinding plant residues can be input to the famous design of additional working machines. However, providing high efficiency of their work requires theoretical justification of rational design and process parameters.

**crusher, crimper, stems, length, plant remains, guide**

Одержано 26.01.16

**УДК 631.354.633.1**

**Д. А. Дерев'янку, доц., канд. с.-г. наук**

*Житомирський національний агроекологічний університет, м.Житомир, Україна*

*E-mail: aulin52@mail.ru*

## **Дослідження травмування насіння робочими елементами протруювача при проходженні технологічного процесу**

При проходженні технологічного процесу протруювання насіння зернових культур перед сівбою, на травмування зернівок впливають робочі елементи похилого, горизонтального та вертикального гвинтових шнеків, а також камера змішування протруювача .

На травмування зернівок впливають такі фактори як кут нахилу спіралі гвинта, швидкість руху, заповнення, зворотне зсипання, затиснення, притиснення, защемлення, оберти гвинта, відцентрова сила змішувача, радіус польоту, висота падання, тяжіння та час знаходження зернівок під дією цих чинників.

При потраплянні насіння у камеру змішування протруювача на зернівки діє відцентрова сила, маса, удари з поверхнею змішувача, сили руху опору, швидкості обертання, що безумовно впливає на травмування насіння.

На різних стадіях технологічного процесу протруювання відбувається травмування насіння, але більше при транспортуванні шнековими транспортерами і в камері змішування.

**травмування, оберти, відцентрова сила, ударяння, зернівка**

© Д. А. Дерев'янку, 2016