

УДК 631.361.8:631.572:631.544.7

Кравчук В., д-р техн. наук, проф., чл.-кор. НААН України., Занько М., канд. техн. наук, ст. наук. співроб., Кальчук В., інженер (УкрНДІПВТ ім. Л. Погорілого)

Подрібнювач незернової частки врожаю: характеристики і важливість застосування його в сучасних технологіях

Наведено результати випробувальних досліджень універсального подрібнювача соломи у валках УСМ-170 (МПП «Либідь»). Встановлено, що подрібнення соломи з одночасним розкиданням її на полі є доцільним і ефективним з екологічної точки зору, сприяє біологічній активізації ґрунту та його протиерозійному захисту. Дослідження подрібнювача проведено під час його роботи за призначенням у технології обробітку ґрунту.

Ключові слова: валок обмолоченої соломи, технологія подрібнення та розкидання соломи, незернова частина урожаю (НЧУ), подрібнювач-розкидач соломи з валків, мульчування, ступінь подрібнення соломи.

Постановка проблеми у загальному вигляді та її зв'язок із важливими практичними завданнями. Практика зерновиробництва свідчить, що підготовчою та широко поширеною операцією, яка передуює реалізації операції «мульчування» [1], є «укладання» соломи на поле. Як правило, для цього найчастіше використовується валкова комбайнова технологія, згідно з якою зерно і незернова частина врожаю (НЧУ) в зернозбиральному комбайні проходить роздільно. Зерно після обмолоту надходить у бункер, а НЧУ укладається комбайном у валок, а потім подрібнюється та загортається в ґрунт.

Аналіз останніх досліджень і конструкційних розробок, у яких започатковано розв'язання цієї проблеми. Подрібнення соломи з одночасним розкиданням на полі є доцільним та ефективним з екологічної точки зору. Внесена в ґрунт солома перетворюється в гумус, що сприяє біологічній активізації ґрунту, а також його протиерозійному захисту. Реальний ефективний шлях призупинення деградації ґрунтів – цілеспрямовано використовувати побічну продукцію рослинництва (солому зернових і бобових культур, стебла кукурудзи, соняшника, ріпака тощо) як органічне добриво у поєднанні з іншими чинниками інтенсифікації землеробства. Мульча з рослинних (соломистих) решток, яка вкриває поверхню ґрунту, підвищує його інфільтраційну здатність, позитивно впливає на фізичні, хімічні і біологічні властивості ґрунту та різко зменшує поверхневий стік води, попереджує водну та вітрову ерозію [2]. Мульчування, як ніякий інший фактор, істотно сприяє збереженню придатності ґрунту до обробітку ґрунтообробними машинами, родючості, ефективному використанню вологи, збільшенню поживних речовин в ґрунті, забезпечує отримання запланованої врожайності сучасних високоінтенсивних гібридів і сортів. Встановлено, що удобрювальна ефективність тонни подрібненої і загорнутої у ґрунт соломи еквівалентна трьом-п'яти тоннам напівперепрілого гною. У Лісостеповій зоні України співвідно-

шення зерна і соломи колосових культур можливе на рівні 1: (1,2-1,5), круп'яних культур – 1: (2,0-2,7). За середньої урожайності зерна 40,0 ц/га виробництво соломи залежно від кліматичних та погодних умов зони Лісостепу на площі 2,5 тис. га може становити біля 150 тис. тонн.

Мета роботи. Дослідити процес подрібнення та розподіл рослинних решток на поверхні поля відповідними типами машин, зокрема:

- розподіл рослинних решток під час збору врожаю комбайнами, які дообладнані подрібнювачами;
- частковий розподіл рослинних решток різними типами дискових борін, культиваторів чи інших ґрунтообробних машин;
- розподіл рослинних решток автономними подрібнювачами.

Найбільш ефективним технічним засобом для мульчування соломи є застосування автономних подрібнювачів, оскільки вони дозволяють оперативну регулювати якість подрібнення та розсівання на полі, враховувати зміни умов роботи – стан поверхні поля, стан валка соломи (потужність та видовий склад) тощо. Ринок сільськогосподарської техніки пропонує широку гаму подрібнювачів рослинних залишків різних марок вітчизняного і зарубіжного виробництва. На їхньому фоні вигідно вирізняється універсальний мульчувач соломи УМС-1,7 виробництва вітчизняного Малевого приватного підприємства «ЛИБІДЬ» [3-4]. На його дослідження і спрямована ця стаття.

Виклад основного матеріалу. Універсальний мульчувач соломи УМС-170 призначений для якісного подрібнення соломи у валках усіх видів зернових, а також гречки, сої, рису, ріпака та інших технічних культур у всіх ґрунтово-кліматичних зонах України, крім зони гірського землеробства. Агрегатуються мульчувач з тракторами класу 14 кН (рис. 1).

Мульчувач (рис. 1-4) складається з таких основних вузлів: рами, навісного пристрою, ротора (рис. 5) з робочими органами (ножі двобічні), редуктора (рис. 4),

карданного вала, ремінної передачі, кришки-кожуха з розподільником для подрібнених решток, супортів, опорних коліс.



Рис. 1 – Мульчувач соломи УМС-170 в агрегаті з трактором МТЗ-892

Рама являє собою зварну конструкцію, на якій закріплені робочі органи та основні вузли мульчувача (табл. 1). На передній балці рами встановлено фартухи, які нахиляють стерню технологічної культури перед входженням її в зону дії робочих органів і попереджують викидання ротором подрібнених решток у передню зону мульчувача. Ротор складається зі встановленого в підшипникових опорах вала з кронштейнами, розміщеними у визначеному порядку, на яких закріплюються ножі. Вал ротора перед установленням на мульчувач динамічно балансується.

Агрегатуються мульчувач з тракторами класу 1,4 кН за допомогою триточкової системи навішування (рис. 3).



Рис. 2 – Універсальний мульчувач соломи УМС-170 в агрегаті з трактором МТЗ-892 (вигляд мульчувача – ззаду зліва)



Рис. 3 – Універсальний мульчувач соломи УМС-170 в агрегаті з трактором МТЗ-892 (вигляд мульчувача – збоку зліва)



Рис. 4 – Редуктор механічного приводу мульчувача УМС-170



Рис. 5 – Ротор з робочими органами: центральна труба та двобічні ножі

Підготовка до роботи та опис технологічного процесу. Перед початком роботи мульчувач агрега-

тують з трактором на його триточкову навіску в такій послідовності:

Таблиця 1 – Технічна характеристика мульчувача УМС - 170

Найменування показників призначення	Значення показників за результатами випробувань
Конструкційна ширина захвату, м	1,7
Ротор подрібнювальний: - тип робочого органу для подрібнення соломи - кількість ножів на роторі, шт. - крок ножів на валу ротора, мм - мінімальна відстань ножів від поверхні ґрунту, мм - геометрична форма ножа - площа, в якій рухаються ножі ротора - частота обертання ротора, об/хв	Ніж двобічний (двосічний) 64 170 50 Прямий, з двобічною заточкою Вертикальна 3000
Привод ротора для подрібнення соломи: - тип приводу	Механічний (від ВВП трактора)
Кількість опорних коліс, шт: Габаритні розміри (в робочому/транспортному положенні), м - довжина x ширина x висота	2 1,60x2,05x1,10
Агрегаткування: - потужність двигуна трактора, кВт (к.с.)	45 - 66 (60 - 90) 540
Маса мульчувача, кг	450

- під'їжджають трактором (заднім ходом) до мульчувача і за допомогою гідроциліндра трактора встановлюють навіску в кронштейни рами;

- зафіксують навіску металевими пальцями і застопорюють пружинними фіксаторами;

- з'єднують центральну тягу з рамкою навіски мульчувача (стяжками на навісці трактора), встановлюють у горизонтальне положення раму мульчувача;

- встановлюють та приєднують вилку карданного вала до вала відбору потужності (ВВП) трактора, попередньо впевнившись, що внутрішні вилки карданних шарнірів знаходяться в одній площині.

Переведення з робочого положення в транспортне і навпаки здійснюють за допомогою силового гідроциліндра трактора.

Технологічний процес подрібнення рослинних решток проходить так. Під час руху мульчувача по полю передня балка в певній мірі придавлює передню частину валка і стерню. Після цього вся маса потрапляє в зону руху ножів, передня робоча зона леза яких направлена в напрямку обертання ротора. Ножі зрізають рештки рослин, подрібнюють і спрямовують всю масу до дефлектора. Положенням дефлектора регулюється розкидання соломи на поверхні ґрунту.

Привод ротора здійснюється від ВВП трактора через телескопічну карданну передачу, редуктор і ремінну передачу.

Висота зрізання рослинних решток регулюється опорними колесами мульчувача. Ширина смуги розкидання подрібненої маси регулюється розподільником для подрібнених решток, розміщеним у кришці-кожусі ротора.

Експлуатаційна оцінка мульчувачів УМС проведена на базі УМС-170 в рядових умовах експлуатації на двох агрофонах під час подрібнення і розсівання полем соломи озимої пшениці та ріпака (табл. 2). Валок соломи озимої пшениці (рис. 6) був сформований зернозбиральним комбайном серії John Deere барабанного

типу, ширина захвату жатки якого становила 6 м. Така барабанна молотарка ефективно обмолочує хлібну масу, але не подрібнює соломку. Маса 1 погонного метра валка становила 5,5 кг. Висота стерні досягала 25 см, бо в цьому господарстві немає потреби збирати її і кудись везти з поля. Тому весь комплекс робіт з технологічною культурою в господарстві спрямований на те, щоб мати мінімум затрат з упорядкуванням соломи і залишити її на полі.

Таблиця 2 - Умови роботи мульчувача УМС-170 під час проведення експлуатаційних випробувань

Найменування показника	Значення показника за даними випробувань	
Місце випробувань	ПП «АГРОСИСТЕМА - ПЛЮС» (Київська область, м. Тетіїв)	
Вид роботи	Подрібнення соломи озимої пшениці	Подрібнення соломи ріпака
Технологічний матеріал	Солома (у валках) озимої пшениці	Поживні рештки (у валках) ріпака
Вологість соломи, %	17	15
Засміченість валка рослинною масою бур'янів, %	5	8
Фракційний склад незернової частини урожаю у валках, мм	80-150	100-250
Товщина стебел стерні, на яких лежить валок, мм	2-3	2-5
Висота стерні до проходу подрібнювача, см	25,0	78,1

Ріпак – своєрідна технологічна культура. Жорстке стебло, на відміну від соломи зернових культур, тільки частково піддається подрібненню в молотильній системі молотарки. Внаслідок цього довжина стебел у валку становила 250 мм. А висота стерні, на якому вкладається валок, досягає 78 см (табл. 2).

Випробування засвідчили, що режим роботи та конструкція подрібнювального ротора (частота обертання, ножі з високоякісної сталі та їх кількість, ширина захвату, параметри робочої камери ротора під кожухом, ступінь подрібнення маси і її кількісне вираження у фракціях та діапазон регулювання положення напрямних розкидачів) забезпечують розподіл подрібненої маси по всій ширині, з якої зрізано жаткою комбайна за один прохід (рис. 7-8). Ширина смуги розкидання досягає 5,4 м, що фактично відповідає рівню ширини захвату зернової жатки комбайна (6 метрів). Мульчувач також піддає дії своїх ножів високу стерню, завдяки чому вона зменшується до 7,3 і 11 см за вихідних показників 25 см і 78,1 см, відповідно (табл. 3).

Проведені також аналогічні дослідження під час мульчування валків сої. Результати підтвердили високу технологічну надійність та якість подрібнення і розсівання на полі НЧУ і цієї культури.

Отримані результати (табл. 3) засвідчили, що мульчувач УМС-170 забезпечує задовільне подрібнення та розкидання подрібненої маси незернової частини урожаю у валках, сформованих молотарками зернозбиральних комбайнів. Під час мульчування НЧУ пшениці, ріпака і сої він виконує технологічний процес на достатньо високій робочій швидкості – (5,2-6,8) км/год. Якість подрібнення обмолоченої соломи у валку, що зазнала попереднього незначного подрібнення під час обмолоту в барабанно-молотильній

системі зернозбирального комбайна – задовільна. Фракційний склад подрібнених решток соломи озимої пшениці розміром до 50 мм становить 89,3 %, ріпака – 84,4 %. Середній розмір часток подрібненої соломи становить 2,75 - 2,88 см, що є хорошим показником подрібнення. Кількість подрібнених рослинних решток від 0 до 50,0 мм сягає 88,3 - 92,02 %, що також відповідає вимогам (не менше 50 %).



Рис. 6 – Валок обмолоченої соломи озимої пшениці, сформований барабанним комбайном «John Deere»



Рис. 7 – Мульчувач УМС-170 в агрегаті з трактором МТЗ-892 під час подрібнення та розсівання соломи озимої пшениці з валка



Рис. 8 – Мульчувач УМС-170 забезпечує подрібнення та розсівання соломи пшениці фактично по всій ширині захвату жатки комбайна, з якої сформовано валок

Таблиця 3 – Якість виконання технологічного процесу

Найменування показника	Значення показника за даними випробувань			
Місце випробувань	ПП «АГРОСИСТЕМА - ПЛЮС» (Київська область, м. Тетіїв)			
Вид роботи	Подрібнення та розкидання на полі НЧУ			
Солома технологічної культури	Озима пшениця		Ріпак	
Конструкційна ширина захвату, м	1,7			
Висота стерні після проходу подрібнювача, см	7,3		11,0	
Робоча швидкість, км/год	5,2		6,8	
Ширина смуги розкидання рослинних решток, м	5,4		5,4	
Подрібнення рослинних решток за фракціями, %:	Зліва	Центр	Справа	
від 0 до 50,0 мм	88,3	92,02	89,3	84,4
50,1 – 100,0 мм	8,0	5,86	7,5	7,3
100,1-150,0 мм	3,4	2,12	3,2	5,3
150,1-200,0 мм і більше	-	-	-	3,0
Середній розмір часток, см	2,88	2,75	2,84	23,6
Ступінь подрібнення, раз	8,7	9,1	8,8	3,3
Нерівномірність розподілу подрібненої маси по ширині смуги розкидання, %	26,7	22,2	33,2	27,6



Рис. 9 – Подрібнена солома пшениці (в центральній зоні захвату мульчувача)

Експлуатаційно-технологічне оцінювання роботи мульчувача проведено під час подрібнення та розкидання на полі соломи з валків озимої пшениці та ріпака (табл. 4). Мульчувач працював в агрегаті з трактором МТЗ-892.

Таблиця 4 – Показники експлуатаційно-технологічного оцінювання мульчувача на подрібненні соломи ріпака

Найменування показників	Значення показників за даними випробувань	
Маса 1 погонного метра валка, кг	5,5	7
Валок сформовано комбайном з жаткою, м	6,0	6,0
Швидкість руху, км/год:		
- робоча	5,2	6,8
Ширина, м:		
- захвату мульчувача	1,7	
Продуктивність за годину часу, га/год:		
- основного	3,1	4,1
- змінного	2,6	3,4
Експлуатаційно-технологічні коефіцієнти:		
- надійності технологічного процесу	1,00	1,00
- використання змінного часу, не менше	0,83*	0,82
Питомі витрати пального, л/га	5,3	4,0

Висока робоча швидкість мульчувача УМС-170 в агрегаті з трактором МТЗ-892 - 5,2 км/год (продуктивність – 3,1 га за годину основного часу) і 6,8 км/год під час подрібнення валків соломи ріпака дозволили забезпечити достатньо високу продуктивність – 4,1 га за годину основного часу. Мульчувач – технологічно надійний, збоїв у роботі не відмічено.

Економічне оцінювання мульчувача: годинні експлуатаційні затрати роботи агрегата «мульчувач УМС-170 + трактор МТЗ-892» становлять 473,88 грн./год. У структурі годинних експлуатаційних витрат агрегата (трактор + мульчувач) «тракторна» складова займає 86 %, мульчувача – 14 %. У розрахунку на одиницю виробітку прями експлуатаційні витрати складають: на подрібненні валків соломи озимої пшениці – 182,26 грн/га, на подрібненні валків соломи ріпака – 139,38 грн/га.

За результатами оцінки відмічені позитивні особ-

ливості конструкції мульчувача УМС-170, які роблять його доцільним для використання згідно з призначенням:

- надійність та простота будови, закладені в конструкцію мульчувача, дозволяють якісно виконувати технологічний процес з регламентованою технічними умовами продуктивністю та забезпечити якісний агрофон для майбутніх технологічних операцій – дискування (рис. 10-11) та основного обробітку;
- універсальні робочі органи – двобічні ножі ротора та їхній режим роботи забезпечують якісне подрібнення НЧУ різних технологічних культур без їх заміни іншими робочими органами;
- можливість встановлювати мінімальну робочу висоту ходу ножів у різних умовах роботи.



Рис. 10 – Загортання подрібненої та розсіяної соломи в ґрунт дисковою бороною



Рис. 11 - Загальний вигляд поверхні поля після покриття її подрібненою соломою та поверхневого загортання в ґрунт

Досвід виготовлення в сільськогосподарському виробництві робочих органів, які в процесі виконання технологічного процесу мають обертовий рух, свідчить, що вони в процесі виробництва вимагають балансування з високим ступенем точності. В іншому разі, внаслідок дисбалансу, вони піддають руйнуванню опорні підшипники, маточини, раму. У процесі роботи такі нерівноважені робочі органи є джерелом появи додаткового стуку, шуму, вібрації, які не тільки розбивають всю конструкцію машини, але й негативно впливають на ергономічні умови роботи тракториста, агрегатованого з мульчувачем трактора. Проте тут доцільно об'єктивно зазначити, що підприємство-виробник МПП «ЛИБІДЬ» досконально володіє технологією виробництва та балансування подрібнювальних роторів, яка виключає наявність такого негативного недоліку.

Проста і водночас надійна конструкція та якісна елементна база забезпечують йому достатню технічну надійність. За наробітку в господарських умовах 142 години основного часу відмов не відмічено. Коефіцієнт технічної готовності дорівнює 1,0. Потребуваність тех-

нології подрібнення та розсівання соломи на полі мульчувачами типу УСМ-170 підтверджується широким використанням цієї машини в господарствах.

За результатами випробувань універсальний мульчувач соломи УМС-170 рекомендовано до постановлення на виробництво.

Висновки.

Застосування мульчувача УСМ-170, яке лежить в основі технології подрібнення та розсівання соломи на полі - це:

- найпростіший спосіб утилізації НЧУ з порівняно невеликими витратами пального;
- ефективний протиерозійний захід в умовах можливого виносу ґрунту з поля вітром або водою;
- використання соломи як органічного добрива;
- ефективна та доцільна технологія з екологічної точки зору;
- реальний і ефективний шлях призупинення деградації ґрунту та підвищення його родючості.

Література

1. Машини для обробітку ґрунту та сівби: Посібник, за ред. В.І. Кравчука та Ю.Ф. Мельника – Дослідницьке – УкрНДІПВТ ім. Л. Погорілого. – 2009.– С. 156-158.
2. О. Говоров. Що робити з соломою // Пропозиція: <https://propozitsiya.com/ua/shcho-robity-z-solomoyu>

3. М. Занько. Велика технологія на базі маленької машини // Пропозиція. – 2017. – №7-8). – С. 84-88.

4. Протокол державних приймальних випробувань дослідного зразка № 01-26-2015 «Універсальні мульчувачі соломи УМС-170 та УМС-200». - Дослідницьке, УкрНДІПВТ ім. Л. Погорілого, 2015. – 33 с.

Анотація. Приведены результаты исследований универсального измельчителя соломы у валках УСМ-170 (МЧП «Лыбидь»). Установлено, что измельчение соломы с одновременным разбрасыванием её на поле целесообразно и эффективно с экологической точки зрения, способствует биологической активизации почвы и её противозерозионной защите. Исследования проведены при использовании измельчителя согласно его назначения - для технологии обработки почвы.

Summary. The results of researches of universal straw chopper in the rolls USM-170 (MCP "Lybid") are presented. It has been established that grinding of straw while simultaneously spreading it on the field is expedient and effective from an ecological point of view, promotes biological activation of soil and its anti-erosion protection. The research was carried out using a chopper according to its purpose - for soil tillage technology.

Стаття надійшла до редакції 6 грудня 2018 р.