

## ОБГРУНТУВАННЯ КОНСТРУКЦІЇ КАТКА-ПОДРІБНЮВАЧА ДЛЯ РОБОТИ ПО АГРОФОНУ РОСЛИННИХ РЕШТОК ГРУБОСТЕБЛОВИХ КУЛЬТУР

Коновий А.В., аспірант

*Науковий керівник: Волик Б.А., к.т.н.,*

Дніпровський державний аграрно-економічний університет

м. Дніпро, Україна

**Постановка проблеми.** Органічні добрива, до яких відносять в тому числі і подрібнені та заорані рослинні рештки культури попередника являють собою важливий фактор підтримання родючості ґрунту. Особливо важливим є те, що вони містять потрібні для живлення мінеральні речовини у легкодоступній формі. Але проблема полягає в тому, що таке добриво вимагає відповідної підготовки: рештки повинні бути подрібнені до раціонального значення довжини і заорані на оптимальну з точки зору агрономічної глибини. Особливо це критичним є для решток грубостеблових культур, бо біологічні процеси ідуть в них повільніше. Тому, проблема якісного подрібнення існує і вирішити її можна лише шляхом раціоналізації конструктивних і кінематичних параметрів подрібнювача.

**Основні матеріали дослідження.** Оглядом літературних джерел окреслені наступні варіанти використання післязбиральних рослинних решток:

- Заорювання без подрібнення на глибину орного шару;
- Подрібнення і перемішування з поверхневим шаром ґрунту
- Подрібнення і рівномірне розкидання по поверхні поля

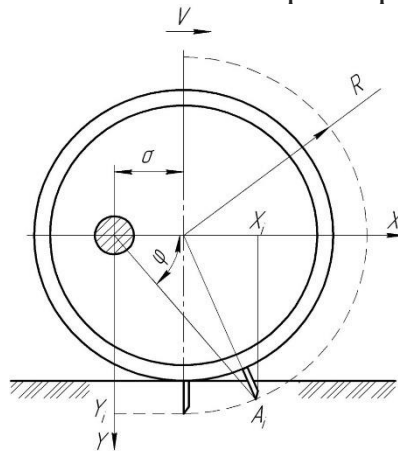
Всі три варіанти використовують в залежності від прийнятої технології вирощування культур.

Система органічного землеробства передбачає заорювання рослинних решток в поверхневий (до 15 см) шар ґрунту, тому подрібнення рослинних решток є обов'язковим. Але, існує суттєве обмеження. Подрібнення не повинно бути занадто дрібним, бо це ускладнює роботу сошників. Аналізом літературних джерел рекомендацій щодо оптимального розміру решток не виявлено. Тому, за основу приймаємо досвід роботи відомого фермера І.І. Лазаренка (Ф.Г. «Ірій» Новомосковського району Дніпропетровської області), який для грубостеблових культур вважає за оптимальний розмір 10-15 см.

Післязбиральний агрофон може бути двох видів: 1. Збирають тільки качани, а стебла лишають стояти на полі не подрібненими 2.

Грубо подрібнені рештки укладають на поверхню поля. В обох випадках для подрібнення використовують катки-подрібнювачі, які конструктивно складаються з барабану і радіально встановлених ножів. В разі стоячих стебел ножі врізаються в рослинну масу і завдяки обертанню її подрібнюють. Подрібнені рештки вкладають на поверхню поля, де остаточно подрібнюють за рахунок підпірного різання ножами. Катки різного конструктивного виконання відрізняються діаметром барабана і кількістю ножів.

В роботах [1,2] досліджена залежність якісних показників подрібнення решток соняшника і кукурудзи серійними катками традиційної конструкції. Підтверджено, що подрібнення залежить в основному від: швидкості поступового руху агрегату і діаметру барабана. Проте, якщо процес подрібнення решток проходить достатньо якісно, то мульчування не забезпечує рівномірності і якість його виконання бажано покращити. Досягти цього можна особою формою робочого органу, або раціоналізацією траєкторії руху ножів. Нами пропонується варіант віброударної дії ножів. Для цього барабани встановлені на ексцентрикових опорах з ексцентриситетом до 10 мм. У відповідності до розрахункової кінематичної схеми (рис.1.) траєкторія леза ножа може бути описана системою параметричних рівнянь



**Рис. 1. Розрахункова схема катка**

$$X_i = (R + a \cdot \cos \varphi) \cdot \cos \varphi \quad (1)$$

$$Y_i = (R + a \cdot \cos \varphi) \cdot \sin \varphi \quad (2)$$

Проаналізуємо кінематику одного окремо взятого ножа за один повний цикл обертання довкола осі ексцентрика.

Центральний кут  $\varphi = \omega \cdot t$ .

де  $\omega = \frac{V}{L}$  – кутова швидкість;

$t$  – час;

$V$  – поступова швидкість агрегату;

$L = R + a \cdot \cos \varphi$  – довжина твірної траєкторії ножа.

Приймаємо вихідне положення ножа таким, що співпадає з напрямком осі X.

Координати леза ножа в прийнятій системі координат при початковому положенні  $\varphi = 0$ :

$$X_0 = (R + a)Y_0 = 0.$$

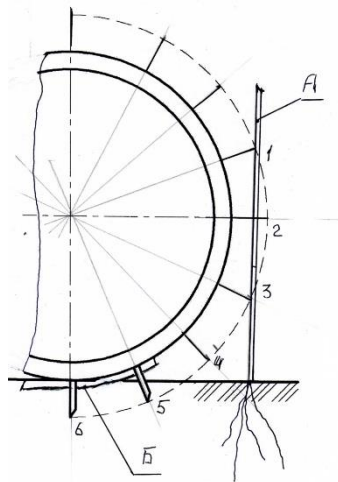
Один повний оберт ніж виконає за час

$$T = \frac{2 \cdot \pi \cdot R}{V} \quad (3)$$

Час між послідовними положеннями ножа

$$t = \frac{T}{n} = \frac{2 \cdot \pi \cdot R}{n \cdot V}, \quad (4)$$

Раціональною є схема в якій задіяні 3 ножі (рис.2.): ніж 1 входить в рослинну масу, ніж 2 активно її ріже, ніж 3 знаходиться на етапі виходу, ножі 4,5,6 подрібнюють рослинні рештки, що знаходяться на поверхні поля



**Рис. 2. Розрахункова схема до визначення кількості ножів на барабані**

Для дотримання такої схеми необхідно, щоб між ножами був кут 22.5 градусів, або 16 ножів на барабані. Різання буде найбільш ефективним, коли швидкість леза ножа буде максимальною в напрямку руху агрегату, тобто в напрямку X. Швидкість в напрямку Y особливого значення не має, бо в цьому напрямку лезо ножа діє своєю боковою поверхнею і в основному відділяє масу від загального масиву, хоча відділені рештки падають на ґрунт під власною вагою.

Швидкість леза дорівнює першій похідній від рівняння траєкторії

$$V_X = \frac{dX}{d\varphi} = (R - a \cdot \sin\varphi) \cdot \cos\varphi - (R + a \cdot \cos\varphi) \cdot \sin\varphi + V \quad (5)$$

$$V_Y = \frac{dY}{d\varphi} = (R - a \cdot \sin\varphi) \cdot \sin\varphi - (r + a \cdot \cos\varphi) \cdot \cos\varphi \quad (6)$$

Абсолютна швидкість леза

$$V_{\Sigma} = \sqrt{V_X^2 + V_Y^2} \quad (7)$$

Амплітуда коливання  $A = 2 \cdot a$ ,

де  $a$  – ексцентриситет ексцентрика

Частота коливань залежить від поступової швидкості агрегату

$$f = 1/T$$

**Результати досліджень.** На підтвердження раціональності внесених конструктивних змін кафедрою тракторів і сільськогосподарських машин ДДАЕУ разом з ДП «Гуляйпільський механічний завод» ПАТ «Мотор–Січ» були виконані експериментальні дослідження. Для проведення досліджень були виготовлені три ексцентрикові вали з різними ексцентриситетами. Інші конструктивні зміни в машину не вносились. Дослідження залежності тягового опору виконувались у відповідності до матриці експерименту (табл.1) У зв'язку з тим, що план експерименту повинен бути симетричним, значення швидкості округлені

Таблиця 1

#### Рівні варіювання факторів експерименту

Найменування факторів	Кодування факторів	Одиниця виміру	Рівні варіювання факторів		
			верхній (+1)	основний (0)	Нижній (-1)
Швидкість руху	$X_1$	м/с	3,0	2,5	2,0
Діаметр барабана	$X_2$	мм	520	490	460
Амплітуда коливань	$X_3$	мм	10	5	0

За результатами статистичної обробки заміряних значень тягового зусилля отримано рівняння регресії

$$P = 1,1 + 0,1 \cdot X_1 + 0,2 \cdot X_2 + 0,2 \cdot X_3 + 0,4 \cdot (X_1)^2 + 0,3 \cdot (X_2)^2 + 0,1 \cdot (X_3)^2$$

За результатами аналізу масивів експериментальних даних по просіюванню взятих ґрунтових проб отримані значення якісних показників подрібнення решток і кришення ґрунту для катка з раціональним значенням амплітуди коливань 5 мм:

$$\text{Ступінь подрібнення : } K = 70 \cdot 11 / 197,5 = 3,9$$

$$\text{Коефіцієнт структурності ґрунту } K_C = 112 / 547 = 0,2$$

$$\text{Коефіцієнт структурності мульчі } K_{CM} = 43 / 647 / 11 = 0,079$$

**Висновки.** Внесені конструктивні зміни в цілому позитивно вплинули на якісні показники роботи модернізованого агрегату.

Ступінь подрібнення решток становить 3,9, проти 3,8 у серійної машини, що в умовах мілкого заорювання досить важливе. Значний вплив вібрація має на зниження тягового опору, в середньому на 7-10%. Аналіз рівняння регресії показує, що тяговий опір має квадратичну залежність від швидкості поступового руху і діаметру барабана. Така поведінка цілком зрозуміла, бо практично всі природні процеси, що

пов'язані з рухом, мають таку залежність. Квадратична залежність від діаметру можна пояснити тим, що від діаметру залежить кутова швидкість обертання, тобто все зводиться до швидкості. Раціональне значення амплітуди коливань з точки зору мінімізації тягового опору становить 5 мм, що відповідає ексцентриситету 2,5 мм. З метою запобігання передачі коливань на трактор є сенс зменшити вагу катка і одночасно підвищити вагу рами.

### **Список літератури**

1. Богатирьов Д.В. Сало В.М. Аналіз господарських випробувань котка-подрібнювача рослинних решток соняшника *Конструювання, виробництво та експлуатація сільськогосподарських машин. Загальнодержавний міжвідомчий науково-технічний збірник*. 2013. Вип. 43, ч.1. С.12-17.

2. Богатирьов Д.В. Сало В.М., Лещенко С.М., Мачок Ю.В. Експериментальні дослідження впливу швидкості руху котка-подрібнювача на якість подрібнення рослинних решток кукурудзи *Сільськогосподарські машини*. Луцьк, 2015. Вип.31. С. 10-17.

3. Механико-технологические свойства стеблей сельскохозяйственных культур. Приборы и методы их изучения. URL: <https://mehanik-ua.ru/leksiya-po-mtsskhm/183-tekhnologicheskie-svoystva-steble.html>

4. В.О.Єщенко, Копитко П.Г., Опришко В.П., Костогриз П.В. Основи наукових досліджень в агрономії: Підручник. К.: Дія. 2005. 288 с.

5. Цилюрик Я. Поверхневий обробіток і рослинні рештки. URL: <https://www.zerno-ua.com/journal/2019/may-2019-god/poverhneviy-obrobitok-i-roslinni-reshtki>

6. Рослинні рештки в технології Ноу-Тілл, правила управління. Блог компанії «Агромир». URL: <http://blog.agromir-notill.com/ua/roslinni-reshtki-v-tekhnologi%D1%97-nou-till-pravila-upravlinnya/>