

УДК 361.31

ОБҐРУНТУВАННЯ ПАРАМЕТРІВ ВЕРТИКАЛЬНО-ФРЕЗЕРНОГО АДАПТЕРА ДЛЯ СМУГОВОГО ОБРОБІТКУ ҐРУНТУ

Зінченко М.В., магістрант,

Кувачов В.П., к.т.н., доцент

e-mail: kuvachoff@mail.ru

Таврійський державний агротехнологічний університет

В роботі обґрунтована конструктивно-технологічна схема вертикально-фрезерного адаптера та його основні параметри для Strip-till технології обробітку ґрунту.

Постановка проблеми. Одним з різновидів мінімальної обробки ґрунту при вирощуванні с.-г. культур є спосіб прямого посіву, що дозволяє досягти зниження енерговитрат при підготовці ґрунту і посіву просапних культур, локальної підготовки ґрунту стрічково-смуговим способом на глибину посіву без обробки міжряддя. Така обробка називається стрічково-смуговою (Strip-till), яка відноситься до консервуючої системи обробки ґрунту. Особливість її полягає в обробці ґрунту смугами, між якими ґрунт залишається недоторканим, і природна структура залишається неушкодженою, як при прямому посіві.

Концептуально конструкція машин для Strip-till складається з безлічі секційних елементів на кожний оброблюваний ряд, які, у свою чергу, залежно від умов застосування, скомплектовані з різних складових. Останні, як правило, націлені на виконання п'яти функціональних завдань: розрізування ґрунту; очищення рядка; розпушування; заглиблення в ґрунт; подрібнення. Ефективне застосування технології стрічкової обробітку ґрунту (Strip-till) при значному зниженні енерговитрат можливо за умови раціонального використання робочих органів, що залежить від безлічі факторів (попередника, структури ґрунту, вологості, вирощуваної культури тощо).

За результатами аналізу відомих знарядь для передпосівного обробітку ґрунту встановлено, що активні робочі органи з вертикальною віссю обертання забезпечують якісне фрезерування ґрунту та дозволяє йому довше зберігати оптимальну структуру. При цьому, виконується подрібнення рослинних решток та їх рівномірне розміщення у кореневмісному шарі ґрунту, що позитивно впливає на режим живлення культурних рослин. Але питання, щодо використання активних робочих органів з вертикальною віссю обертання в Strip-till технології обробітку ґрунту, вивчено недостатньо. Таким чином, перспективними та актуальними є дослідження, щодо вдосконалення конструкції вертикально-фрезерного адаптера для Strip-till технології обробітку ґрунту.

Аналіз останніх досліджень. Вивчення процесу взаємодії робочих органів із ґрунтом лежить в основі землеробської механіки, основоположником якої є В.П. Горячкін. Вчений відмічає перспективність застосування ротаційних робочих органів для обробки ґрунту. Теоретичні обґрунтування щодо проектування ротаційних робочих органів розробили Г. Н. Синєков, Ф. М. Канарьов, Ю. І. Матяшин, І. М. Панов. Механіко-технологічні основи обробки ґрунту заклали А. С. Кушнар'єв, продовжили В. І. Ветохін, В.П. Ковбаса.

За результатами аналізу відомих знарядь для передпосівного обробітку ґрунту, встановлено що активні робочі органи з вертикальною віссю обертання забезпечують якісне фрезерування ґрунту, що дозволяє йому довше зберігати оптимальну структуру. При цьому, виконується подрібнення рослинних решток та їх рівномірне розміщення у кореневмісному шарі ґрунту, що позитивно впливає на режим живлення культурних рослин.

Схема технологічного процесу роботи ґрунтообробних робочих органів з вертикальною віссю обертання представлена на рис. 1 а. В якості прототипу запропонованого знаряддя обрано вертикально-фрезерний культиватор Amazone моделі Kreisel Grubber 301 (рис. 2 б).

Таким чином, перспективним є дослідження роботи та вдосконалення конструкції вертикально-фрезерного адаптера для передпосівного обробітку ґрунту за ресурсозберігаючою технологією.

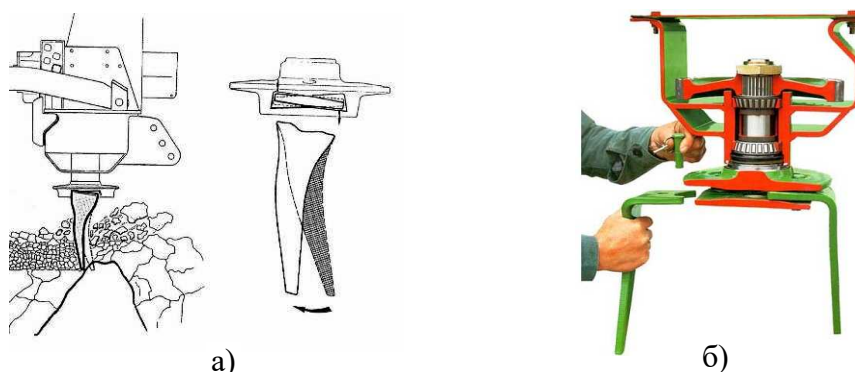


Рисунок 1 - Принципова схема роботи ґрунтообробних робочих органів з вертикальною віссю обертання (а) та будова вертикально-фрезерного культиватора Amazone моделі Kreisel Grubber 301 (б)

Мета статті. Метою досліджень є підвищення ефективності використання вертикально-фрезерного ґрунтообробного знаряддя для смугового обробітку ґрунту, шляхом обґрунтування його оптимальних конструктивно-технологічних параметрів.

Основні матеріали дослідження. На основі аналізу патентної та науково-технічної інформації були визначені переваги та недоліки відомих знарядь аналогічного призначення та запропоноване технічне рішення (рис. 2), що забезпечує рівномірність обробки робочої зони; ефективне рихлення ґрунту, мульчування рослинних решток та їх перемішування; вирівняний профіль дна борозни та обробленої поверхні; стійкість руху машинно-тракторного агрегату та зниження енерговитрат технологічного процесу обробки ґрунту.

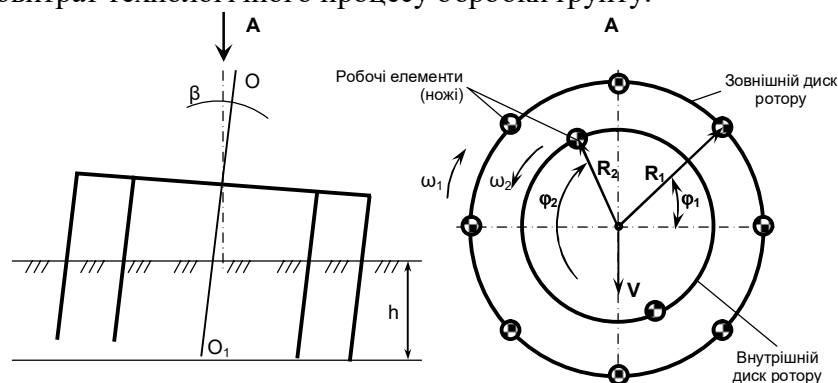


Рисунок 1 – Конструктивно-технологічна схема вертикально-фрезерного адаптера

Положимо, що в загальному випадку кут нахилу осі обертання ротора до вертикалі $\beta > 0$ (рис. 2). Адаптер складається з двох дисків, які обертаються в різних напрямках і мають відповідно радіуси R_1 (зовнішній) та R_2 (внутрішній).

Ширину оброблюваного ґрунту b_i (м) одним робочим елементом можна обчислити за формулою:

$$b = 2R_i + h \cdot \operatorname{tg} \beta, \quad (1)$$

де R_i – радіус i -го диска ротора, м;
 h - глибина обробки ґрунту, м.

Розглянемо диск на якому розміщені рівномірно N робочих елементів. Кожен робочий елемент описує трохойду віддалену від попередньої на відстань L_i (м) рівну:

$$L_i = \frac{2\pi \cdot R_i}{N_i \cdot \lambda_i}, \quad (2)$$

де λ_i – кінематичний показник роботи i -го диска ротора адаптера, що характеризується співвідношенням колової та поступальної швидкостей:

$$\lambda_i = \omega_i \cdot R_i / V,$$

де ω_i – колова швидкість i -го диска ротора, с^{-1} ;

V – поступальна швидкість руху робочого органу знаряддя, м/с.

Для якісного обробітку ґрунту потрібно, щоб величина ширини оброблюваного ґрунту одним робочим елементом була більшою за L :

$$b_i \geq L_i. \quad (3)$$

Після підстановки (1) та (2) в (3) отримуємо рівняння, що дозволяє обчислити мінімальну кількість робочих елементів N_i розміщених на i -му диску адаптеру:

$$N_i \geq \frac{2\pi \cdot R_1}{(2R_1 + h \cdot \operatorname{tg}\beta) \cdot \lambda_i}.$$

На рис. 3 побудована залежність кількості робочих елементів N , розміщених на адаптері від радіусів R_1 та R_2 зовнішнього та внутрішнього диску ротору. При цьому прийнято глибини обробітку $h = 0,1\text{ м}$; кут нахилу осі обертання ротора до вертикалі $\beta = 15^\circ$, а $R_1 = 0,5R_2$.

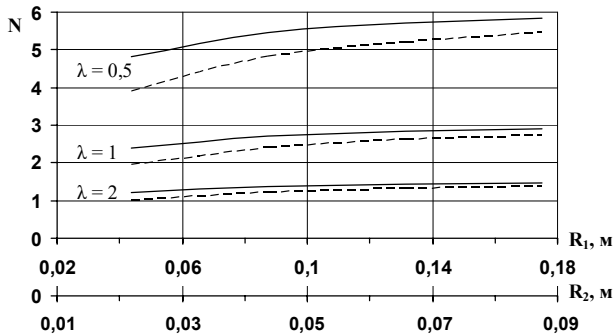


Рисунок 3 - Залежність кількості робочих елементів N , розміщених на адаптері від радіусів R_1 та R_2 зовнішнього (—) та внутрішнього (----) диску ротору

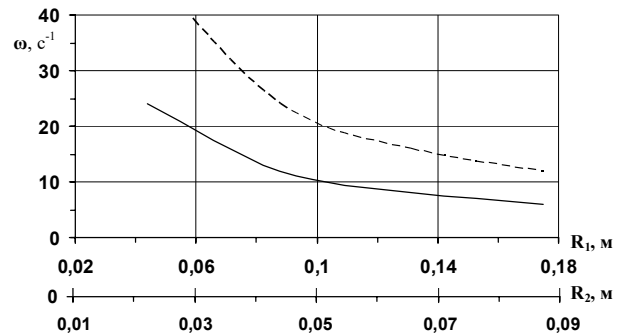


Рисунок 4 - Залежність кулової швидкості ω від радіусів R_1 та R_2 зовнішнього (—) та внутрішнього (----) диску ротору адаптеру

Із аналізу рис. 3 випливає, що із збільшенням радіусу дії вертикально-фрезерного адаптеру від 4 до 17,5 см потрібна кількість робочих елементів для кінематичного показника роботи λ на рівні 1 та 2 майже не змінюється. Це добра ознака того, що оброблення ґрунту смугами під різні культури з різною шириною міжряддя не потребує зміни кількості ножів у ротора. Дещо інша картина спостерігається на рівні $\lambda=0,5$, де в розглянутому діапазоні радіусу ротора потрібна кількість ножів відрізняється на 1. Збільшення кінематичного показника роботи λ говорить про те, що при агротехнічно-допустимих швидкостях поступального руху знаряддя необхідно збільшувати кулову швидкість ротору. А це, як відомо, в квадратичній залежності збільшить опір різання ґрунту, що є не бажаним. Але ж, при цьому необхідно і менша кількість робочих елементів ротору адаптера, що є бажаним. Тому прийнято величину $\lambda=0,7$, що відповідає кількості робочих елементів $N=4$ на розглянутому діапазоні радіусу зовнішнього та внутрішнього диску роторів адаптеру. Це забезпечить якісний обробіток ґрунту без пропусків та багатократного рихлення однієї і тієї ж ділянки.

Для прийнятого рівня кінематичного показника роботи $\lambda=0,7$ та поступальної швидкості руху знаряддя $V = 1,5\text{ м/с}$ на рис. 4 побудована залежність кулової швидкості ω від радіусів R_1 та R_2 зовнішнього та внутрішнього диску ротору.

Із аналізу рис. 4 випливає, що із збільшенням радіусу дії вертикально-фрезерного адаптеру необхідна кулова швидкість зовнішнього та внутрішнього роторів дисків зменшується зворотньопропорційно. Причому, швидкість обертання внутрішнього диску ротору повинна бути в 2 рази більшою за зовнішній. Такий результат свідчить про те, що при проектуванні розглянутого знаряддя необхідно передбачити регулювання його кулової швидкості для зовнішнього диску ротору в діапазоні $\omega_1 = 6 \dots 24\text{ с}^{-1}$, для внутрішнього – $\omega_2 = 12 \dots 48\text{ с}^{-1}$ відповідно.

Висновок. Для запропонованої конструктивно-технологічної схеми вертикально-фрезерного адаптеру для Strip-till технології обробки ґрунту встановлено, що для обраного рівня кінематичного показника роботи $\lambda=0,7$ кількість робочих елементів на кожному з дисків становить $N=4$ в діапазоні зміни радіусу зовнішнього диску від 4 до 17,5 см. При поступальній швидкості руху знаряддя $V = 1,5\text{ м/с}$ кулова швидкість для зовнішнього диску ротору дорівнює $\omega_1 = 6 \dots 24\text{ с}^{-1}$, для внутрішнього – $\omega_2 = 12 \dots 48\text{ с}^{-1}$ відповідно.