

О.М. Васильковський, доц., канд. техн. наук, В.І. Гуцул, доц., канд.техн. наук,
Д.С. Савченко, асп.

Кіровоградський національний технічний університет

Обґрунтування геометричних параметрів дискового очисника лап парових культиваторів

Стаття присвячена теоретичним дослідженням дискового очисника стояків лап парових культиваторів. В статті представлено результати аналізу роботи класичного вирізного диску на основі яких запропоновано підвищити ефективність роботи дискового очисника встановленням захоплювальних пальців. Крім того, описані основні геометричні параметри запропонованого очисника та розглянуто умови захвату стебел захоплювальними пальцями. Наведено оцінку кута защемлення між робочими органами очисника у момент дотику до стебла.

дисковий очисник, ніж, культиватор, грабельний ефект, захоплювальні пальці

Отримання високих врожаїв сільськогосподарських культур передбачає складну та послідовну роботу цілого комплексу машин та агрегатів. Одним з найважливіших етапів цієї роботи є підготовка поля до сівби. Ускладнює роботу той факт, що в останні роки все частіше запозичується зарубіжна техніка, при цьому відповідних змін до базової технології вирощування с/г культур не вноситься, в результаті чого господарства перед посівом, стикаються з проблемою залишених не подрібненими стеблами культури – попередника.

В результаті під час підготовки поля до посіву високопродуктивними безпліцевими агрегатами виникає не тільки налипання ґрунту на робочі знаряддя, а й явище «грабельного ефекту», що полягає в накопиченні рослинних решток, особливо грубостеблових культур, внаслідок перевищення їх довжини відносно відстані між стояками робочих органів культиваторів. Грабельний ефект призводить до зниження продуктивності агрегатів та зростанню витрат палива за рахунок збільшення кількості зупинок на очищення робочих органів від забивань [1, 2, 3].

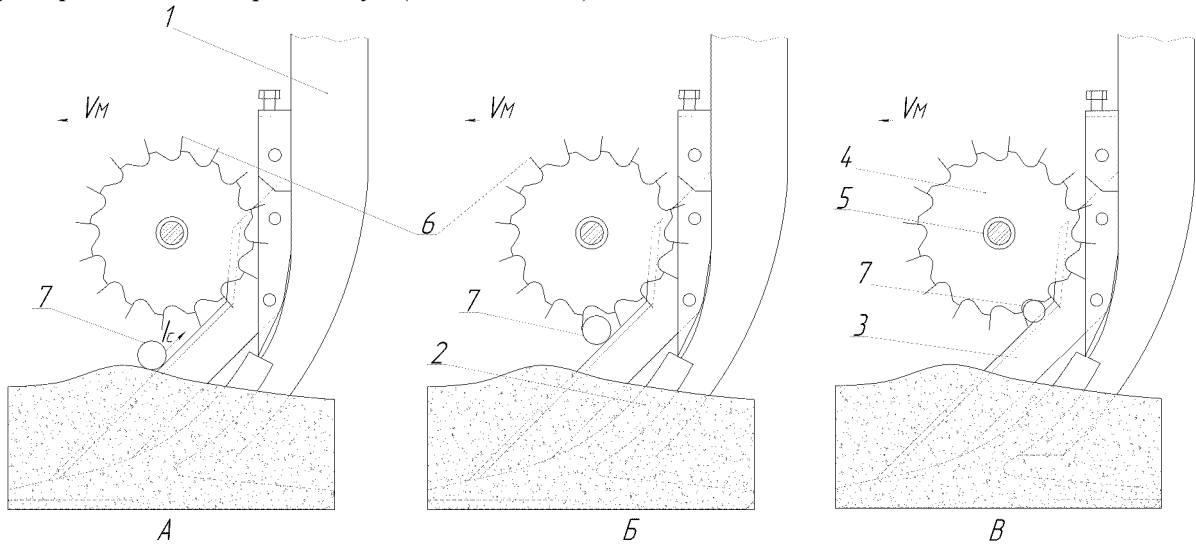
На кафедрі СГМ для вирішення цієї актуальної проблеми запропоновано застосовувати активні робочі органи - дискові очисники, які встановлюються на стояках лап культиваторів [4].

Аналізуючи роботу запропонованого дискового очисника зазначимо, що для класичного суцільного диску процеси захвату стебла та його розрізання відбуваються практично одночасно. При сприятливому положенні стебла в момент його контакту з диском відбувається надійний захват і перерізання. У несприятливому випадку, під дією існуючих сил (сил тертя, реакції леза і диска, сил, що виникають під час розрізання) стебло може зупинити свій рух і піддаватися механічному деформуванню з боку зубців диска, розрізатися частково і т. і.

З метою відокремлення процесу захвату стебла диском від процесу його розрізання необхідно доповнити вирізні диски захоплювальними пальцями. Весь процес у даному випадку можна умовно розділити на три етапи: на першому - стебло рухається по лезу ножа під напором ґрунту та дією інерційних сил (рис. 1а); на другому -стебло захоплюється пальцями і рухається під їх дією (рис. 1б); на третьому етапі відбувається перерізання стебла (рис. 1в).

Для опису параметрів диска з пальцями використаємо наступні геометричні позначення (рис. 2): $OA = OD = R$ – радіус твірної диска без пальців; $AB = l$ - довжина

пальця; $BC = h$ – різниця між радіусом кола, яке описують кінці пальців та радіусом R ; $OF = R_1$ – відстань від центру диска до леза; α – кут між радіусом, проведеним до кінця пальця і самим пальцем; ψ – гострий кут між пальцем й прямою, на якій лежить радіус, що проведений до початку пальця (рис. 2). Для визначення останнього кута робимо припущення, що у той момент, коли палець досягає верхньої границі леза, він утворював з нею прямий кут ($\angle ABF = 90^\circ$).



(А – рух стебла під напором ґрунту та дією інерційних сил; Б – захоплення стебла пальцями;

В – перерізання стебла.)

1 – стояк, 2 – лапа, 3 – плоский ніж, 4 – вирізний диск, 5 – вал, 6 – пальці, 7 – стебло, 8 – ґрунт

Рисунок 1 - Схема роботи дискового очисника з захоплюючими пальцями

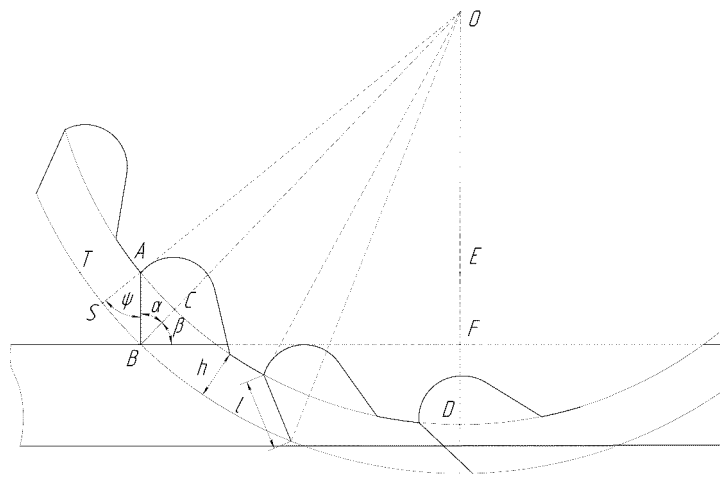


Рисунок. 2 - Схема визначення геометричних параметрів дискового очисника з пальцями

Тоді, вказані параметри будуть пов'язані між собою наступними співвідношеннями:

$$l = R_1 - \sqrt{R^2 + R_1^2 - (R + h)^2}. \quad (1)$$

$$\alpha = \arccos \frac{R_1}{R + h}. \quad (2)$$

$$\psi = \arccos \frac{\sqrt{R^2 + R_1^2 - (R + h)^2}}{R}. \quad (3)$$

Для визначення умов захвату стебла дисковим очисником виділимо два характерних положення стебла на початку його взаємодії з пальцем диска. Перше положення (рис. 3а): стебло тільки торкається до кінчика пальця. Деформація стебла є пружною, реакція N_1 на стебло з боку пальця спрямована по радіусу до його центра. Очевидно, що у такому положенні стебло не захоплюється.

Відстань l_1 від центра стебла до вертикальної осі диска у цьому випадку визначається за формулою:

$$l_1 = \sqrt{(R + h + r)^2 - (R_1 - r)^2}, \quad (4)$$

де r – радіус стебла.

Розглянемо друге характерне положення (рис. 3б): більша частина стебла (його перерізу) попадає в зону, що покривається пальцями при обертанні диска. Реакція N_1 на стебло з боку пальця визначається напрямом лінійної швидкості, тобто вона спрямована по дотичній до кола яке описує кінець пальця. Для повної визначеності розглянемо таке положення стебла, при якому пряма дії реакції N_1 проходить через його центр (для стебла, яке знаходиться далі за рухом, вказана пряма проходить нижче його центра). Очевидно, що у цьому випадку стебло обов'язково захоплюється пальцем диска.

Відстань l_2 від точки дотику стебла і леза до вертикальної осі диска обчислюється за формулою:

$$l_2 = \sqrt{(R + h)^2 + r^2 - (R_1 - r)^2}. \quad (5)$$

Введемо позначення:

$$\delta = l_1 - l_2 \quad (6)$$

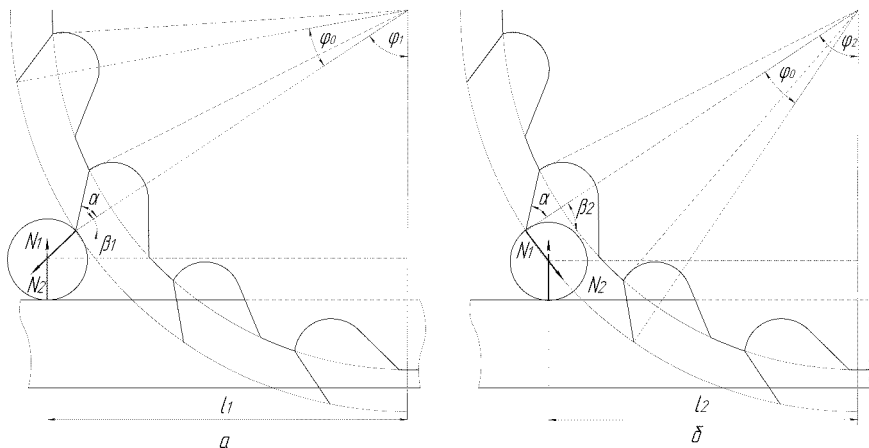


Рисунок 3 - Схема сил, що діють під час захвату стебла пальцями дискового очисника

Якщо до одного з пальців стебло тільки доторкнулося, а до контакту з наступним пройшло відстань не меншу за δ , то воно гарантовано захоплюється

останнім. Якщо ж вказана пройдена відстань менша за δ , то стебло попадає в проміжне становище, в якому ймовірність його захвату пальцем диска близька до нуля.

Для оцінки кута защемлення позначимо через γ кут між лезом та пальцем у момент дотику пальця до стебла. З метою аналізу можливості виникнення ефекту «ножниць» на стадії захвату стебла пальцем диска та визначити умови уникнення цього ефекту, визначимо межі, в яких цей кут може змінюватися.

В роботі [5] стверджується, що стебло почне перерізатися при умові:

$$\gamma < \varphi_1 + \varphi_2, \quad (7)$$

де φ_1, φ_2 – кути тертя пальця і леза.

Кут γ являє собою суму (рис. 4):

$$\gamma = \alpha + \beta, \quad (8)$$

де α – кут, який визначається за формулою (2) (він є сталою величиною для даного диска);

β – кут між лезом і радіусом, який проходить через кінець пальця (він є змінною величиною).

Визначимо мінімальне значення кута β за формулою (рис. 5):

$$\beta_{\min} = \arcsin \frac{R_1 - 2r}{R + h}. \quad (9)$$

Отже, значення кута γ має знаходитись в межах:

$$\gamma \geq \alpha + \beta_{\min}, \quad (10)$$

де кути $\alpha, \beta_{\min}$, обчислюється за формулами (2) і (9) відповідно.

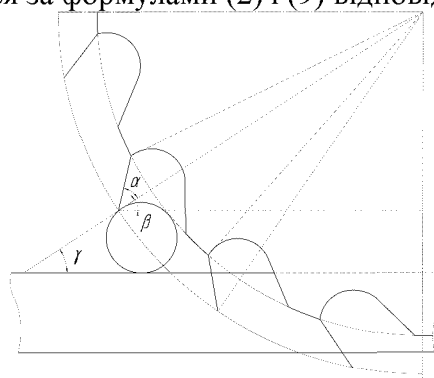


Рисунок 4 – Схема до визначення кута γ в момент захвату стебла

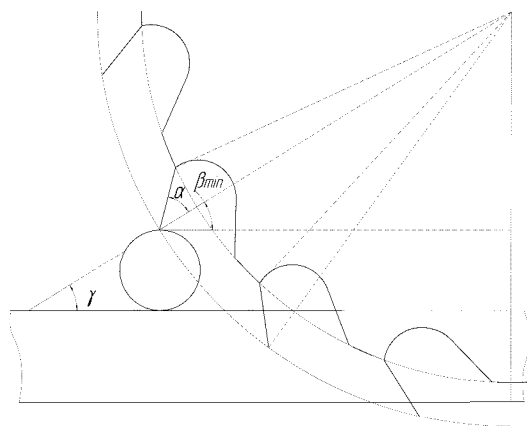


Рисунок 5 - Схема до визначення мінімального значення кута β

Для того, щоб під час захвату стебла не почався процес його перерізання, необхідно, щоб кут γ був більшим за суму кутів тертя $\varphi_1 + \varphi_2$. Враховуючи (10), остання умова гарантовано виконується у випадку $\alpha + \beta_{\min} > \varphi_1 + \varphi_2$. Таким чином для виключення передчасного початку процесу розрізання стебла необхідно, щоб виконувалася умова

$$\arccos \frac{R_1}{R+h} + \arcsin \frac{R_1 - 2r}{R+h} > \varphi_1 + \varphi_2. \quad (11)$$

З метою забезпечення вказаної умови і збільшення значення кута γ пальці повинні кріпитися на диску під кутом ψ (формула (3)) відносно радіального напрямку.

Визначені параметри запропонованого очисника стояків лап культиваторів дозволять відокремити процес захоплення стебел від процесу його перерізання, що сприятиме підвищенню якості роботи і дозволить уникати грабельного ефекту.

Список літератури

1. Таранин В.И. Результаты исследования культиватора к трактору класса 8 // Тракторы и сельскохозяйственные машины. - 1986. - №1. - С. 31-32.
2. Рябцев Г., Стовпа Н. Показатели работы культиватора с упругой подвеской лап // Техника в сельском хозяйстве. - 1971 - №7. - С. 81-82.
3. Инаскян С.А. Новые почвообрабатывающие машины // Тракторы и сельскохозяйственные машины. - 1998. - №11. - С. 12-14.
4. Патент України 55750А, М. Кл. А01В33/00. Грунторозпушувальний робочий орган / Сисолін П.В., Сало В.М., Сисоліна І.П., КНТУ.
5. Морозов І.В. Основи теорії сільськогосподарських машин // Учебный посібник для сільськогосподарських ВУЗів. - Х.: Оригінал, 1992 - С. 92-93.

А. Васильковский, В. Гуцул, Д. Савченко

Обоснование геометрических параметров дискового очистителя лап паровых культиваторов

Статья посвящена теоретическим исследованиям дискового очистителя стояков лап паровых культиваторов. В статье представлены результаты анализа работы классического вырезного диска на основе которых предложено увеличить эффективность работы дискового очистителя установкой захватывающих пальцев. Кроме того, описаны основные геометрические параметры предложенного

очистителя и рассмотрены условия захвата стеблей захватывающими пальцами. Приведена оценка угла защемления между рабочими органами очистителя в момент прикосновения к стеблю.

A. Vasil'kovskiy, V. Guzul, D. Savchenko

Ground of geometrical parameters disk purifier of paws steam cultivators

The article is devoted theoretical research of disk purifier of chimneys of paws of steam cultivators. In the article the results of analysis of work are presented classic carved a disk on the basis of which it is suggested to promote efficiency of work of disk purifier establishment of fascinating fingers. In addition, the basic geometrical parameters of the offered purifier are described and the terms of delight of stems are considered by fingers. The estimation of corner of jamming between the workings organs of purifier is resulted in the moment of touch to the stem.

Одержано 05.09.09