

УДК 631.356.2

## ГЕОМЕТРИЧНА МОДЕЛЬ РОБОЧОЇ ПОВЕРХНІ КОПАЧА КОРЕНЕПЛОДІВ

Сокол С.П., кандидат технічних наук

(Дніпропетровський державний аграрно-економічний університет)

*Запропонована модель робочої поверхні викопувального робочого органу, що дозволяє виконати її побудову за заданим законом розподілення твірних*

Робочий орган для викопування коренеплодів є одним з основних вузлів коренезбиральних машин. Від його конструктивних і кінематичних параметрів, відповідно до ґрунтово-кліматичних умов, суттєво залежать якість збирання коренеплодів та характеристики коренезбиральної машини в цілому. У зв'язку з цим проблеми зниження витрат на виконання технологічного процесу під час збирання врожаю коренеплодів, підвищення якості викопування, універсальності та надійності робочих органів є актуальними на сучасному етапі розвитку та використання сільськогосподарської техніки.

Одним із напрямів покращення показників технологічного процесу викопування коренеплодів з різними геометричними та агрофізичними характеристиками є впровадження удосконаленого робочого органу для викопування коренеплодів, що має форму U-подібної викопувальної скоби [1]. Проектування конструкції такого копача з наперед заданими параметрами є важливою задачею, так як дозволяє максимально покращити технологічний процес викопування коренеплодів. У зв'язку з цим бажано щоб при розробці геометричних моделей поверхонь конкретних робочих органів враховувались всі необхідні фактори.

**Аналіз досліджень.** При проектування поверхонь робочих органів для роботи в ґрунті, найкраще використовувати лінійчаті поверхні, такі, які утворюються рухом у просторі прямої лінії [2].

Серед лінійчатих поверхонь важливе місце займають розгортні поверхні [3], тобто ж поверхні, що розгортаються на площину без складок та розтягувань. Такі поверхні мають певні диференціально-параметричні характеристики:

- гаусова кривизна розгортної поверхні дорівнює нулю;
- вектор нормалі до поверхні при русі вдовж твірної не змінює свого положення.

В результаті таких характеристик розгортні поверхні значно менше при виготовленні піддаються жолобленню і мають менший тяговий опір [4], так як скиба ґрунту на такій поверхні піддається деформації простого згину.

**Мета досліджень** – розробити геометричну модель робочої поверхні викопувального робочого органу, що дозволяє вести проектування у великому діапазоні параметрів стосовно до конкретних умов.

**Матеріал досліджень.** Конструктивно робоча поверхня викопувального робочого органу має вигляд U-подібної викопувальної скоби яка утворюється стояками-ножами, що встановлені симетрично один відносно одного в поздовжньо-вертикальній площині, тому відповідно можемо розглядати модель однієї напівповерхні.

Для того щоб побудувати геометричну модель напівповерхні прийемо наступну систему координат: вісь  $Ox$  буде розташована протилежно напрямку руху машини, вісь  $Oz$  буде перпендикулярною до площини дна борозни  $Oxy$ , відповідно при цьому вісь  $Oy$  буде перпендикулярна поздовжньо-вертикальній площині  $Oxz$  (рис. 1). Запропонований викопувальний робочий орган має форму U-подібної викопувальної скоби у якої є передній і задній обрізи. Таким чином ці обрізи можуть бути використані в якості направляючих кривих при формуванні поверхні. В нашому випадку поверхня викопувального робочого органу буде базуватись на двох напрямних кривих тобто переднього та заднього обрізів.

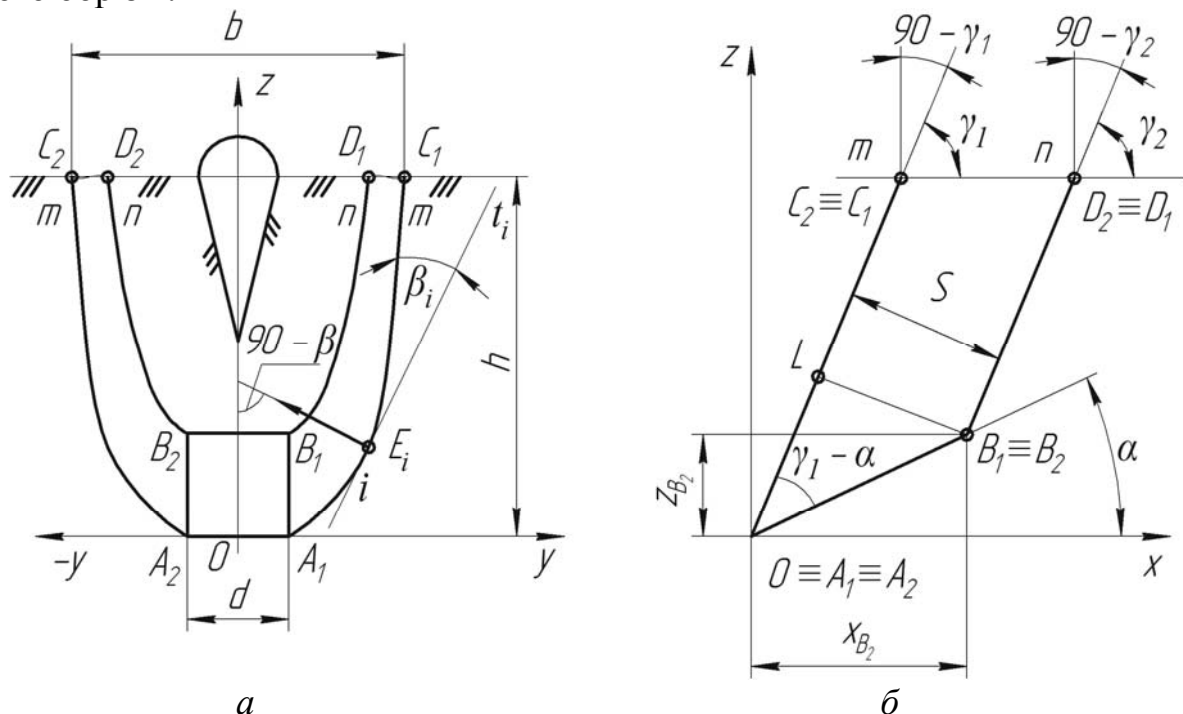


Рисунок 1 – Схема утворення поверхні робочого органу для викопування коренеплодів: *a* – в поперечно-вертикальній площині; *б* – в поздовжньо-вертикальній площині

Припустимо, що рівняння направляючих кривих мають вигляд:

$$\begin{aligned} m: \quad x_1 &= x_1(u_1), \quad y_1 = y_1(u_1), \quad z_1 = z_1(u_1); \\ n: \quad x_2 &= x_2(u_2), \quad y_2 = y_2(u_2), \quad z_2 = z_2(u_2). \end{aligned} \quad (1)$$

Приймається що, геометрична модель поверхні визначається рівнянням площини яка без ковзання обкочує направляючі криві:

$$\begin{vmatrix} x_1(u_1) - x_2(u_2) & y_1(u_1) - y_2(u_2) & z_1(u_1) - z_2(u_2) \\ x_1'(u_1) & y_1'(u_1) & z_1'(u_1) \\ x_2'(u_2) & y_2'(u_2) & z_2'(z_2) \end{vmatrix} = 0, \quad (2)$$

де штрихами позначені перші похідні по параметру  $u$ .

Умови існування розгортної поверхні вимагають щоб параметр  $u$  мав один і той же зміст, але різні значення для направляючих кривих  $m$  і  $n$ , тоді поверхня буде однопараметричною [3], а також розгортною [5].

Виберемо в якості параметра координату  $z$ , що дає змогу уникнути вертикальних дотичних до напрямних кривих. Тоді направляючі криві можна буде визначати рівнянням:

$$\text{- передній обріз } m: \quad x_1 = f_1(z_1), \quad y_1 = F_1(z_1) \quad (3)$$

$$\text{- задній обріз } n: \quad x_2 = f_2(z_2), \quad y_2 = F_2(z_2) \quad (3.1)$$

а рівняння поверхні (2) матиме вигляд:

$$\begin{vmatrix} x_1 - x_2 & y_1 - y_2 & z_1 - z_2 \\ x_1' & y_1' & 1 \\ x_2' & y_2' & 1 \end{vmatrix} = 0,$$

або у розгорнутому вигляді

$$(x_1 - x_2) \begin{vmatrix} y_1' & 1 \\ y_2' & 1 \end{vmatrix} - (y_1 - y_2) \begin{vmatrix} x_1' & 1 \\ x_2' & 1 \end{vmatrix} + (z_1 - z_2) \begin{vmatrix} x_1' & y_1' \\ x_2' & y_2' \end{vmatrix} = 0. \quad (4)$$

Отримане рівняння можна розв'язати відносно якоїсь координати

$$z_2 = (x_1 - x_2) \frac{\Delta_1}{\Delta_3} - (y_1 - y_2) \frac{\Delta_2}{\Delta_3} + z_1, \quad (4.1)$$

$$\text{де позначено } \Delta_1 = \begin{vmatrix} y_1' & 1 \\ y_2' & 1 \end{vmatrix}; \Delta_2 = \begin{vmatrix} x_1' & 1 \\ x_2' & 1 \end{vmatrix}; \Delta_3 = \begin{vmatrix} x_1' & y_1' \\ x_2' & y_2' \end{vmatrix}.$$

Якщо зважити на значення функцій  $x$  та  $y$  з виразів (3), (3.1) отримаємо

$$\begin{vmatrix} f_1(z_1) - f_2(z_1) & F_1(z_1) - F_2(z_2) & z_1 - z_2 \\ f_1'(z_1) & F_1'(z_1) & 1 \\ f_2'(z_2) & F_2'(z_2) & 1 \end{vmatrix} = 0. \quad (5)$$

Виходячи з моделі поверхні (5) можна задавши деякі значення параметра  $z_1 = \alpha$  для однієї напрямної кривої (3), отримаємо значення параметра  $z_2 = \beta$  для другої напрямної кривої (3.1).

$$z_2 = \frac{F_1(z_1) - F_2(z_2)}{f_1'(z_1) \cdot F_2'(z_2) - f_2'(z_2) \cdot F_1'(z_1)} \cdot \left\{ [f_1(z_1) - f_2(z_1)] - [F_1(z_1) - F_2(z_2)] \right\} + z_1.$$

Отримане рівняння є нелінійним рівнянням дуже складного характеру і тим самим складним для розв'язування, тому для побудови поверхні у подальшому будемо використовувати той факт, що дотичні до напрямних кривих для однієї і тієї ж твірної розташовані під одним і тим же кутом, тобто  $f_1'(z_1) = f_2'(z_2)$ .

Каркас поверхні робочого органу буде утворюватись прямолінійними твірними, які проходять через точки які належать до напрямних твірних (3), (3.1). Прямолінійна твірна буде задана на площині  $Oyz$  рівнянням

$$z = r \cdot y - t, \quad (6)$$

де 
$$r = \frac{z_2 - z_1}{y_2 - y_1}, \quad t = \frac{z_2 - z_1}{y_2 - y_1} y_1 + z_1,$$

а на площині  $Oxz$ :

$$z = p \cdot x - q. \quad (7)$$

де 
$$p = \frac{z_2 - z_1}{x_2 - x_1}, \quad q = \frac{z_2 - z_1}{x_2 - x_1} x_1 + z_1.$$

Підставляючи значення координат точок отримаємо наступні вирази

$$z = y \frac{\alpha - \beta}{F_2(z_2) - F_1(z_1)} - F_1(z_1) \frac{\alpha - \beta}{F_2(z_2) - F_1(z_1)} + \alpha, \quad (8)$$

$$z = x \frac{\alpha - \beta}{f_2(z_2) - f_1(z_1)} - f_1(z_1) \frac{\alpha - \beta}{f_2(z_2) - f_1(z_1)} + \alpha. \quad (9)$$

## Висновки

1. Каркас поверхні який заданий виразами (8) і (9) дозволяє вирішувати питання побудови шаблонів поверхні копача.

2. Графічний спосіб проектування більш простий, ніж аналітичний і дозволяє вносити корективи в процес побудови робочих органів.

## Список літератури

1. Сокол С.П. Обґрунтування конструктивних і кінематичних параметрів удосконаленого робочого органу для викопування коренеплодів: автореф. дис.

на здобуття наук. ступеня канд. техн. наук: / С.П. Сокол. – Мелітополь, 2014. – 24 с.

2. *Тищенко С.С.* Обобщенная геометрическая модель адаптивной поверхности рабочего органа почвообрабатывающей машины / С.С. Тищенко, Б.А. Волик // *Праці Таврійської державної агротехнічної академії.* – Мелітополь, 2001. – Вип. 2. – С. 39–44.

3. *Кривошапко С.Н.* Торсовые поверхности и оболочки: Справочник. / С.Н. Кривошапко. – М.: Изд-во УДН, 1991. – 287 с.

4. *Тищенко С.С.* Изучение динамических характеристик отвальных рабочих органов почвообрабатывающих машин / С.С. Тищенко, В.А. Дубровін // *Ekologiczne aspekty mechanizacji produkcji roslinney.* – Warszawa, 2002. – S. 385–389.

5. *Тищенко С.С.* Геометрическая модель адаптивности поверхности почвообрабатывающего рабочего органа инцидентной двум кривым / С.С.Тищенко // *Сборник науч. работ Крымского государственного университета.* – Симферополь, 2005. – Вып. 84. – С. 242–247.

#### **Аннотация**

### **ГЕОМЕТРИЧЕСКАЯ МОДЕЛЬ РАБОЧЕЙ ПОВЕРХНОСТИ КОПАЧА КОРНЕПЛОДОВ**

**Сокол С.П.**

*Предложенная модель позволяет построение поверхности выкапывающего рабочего органа по заданным законам распределения образующих.*

#### **Abstract**

### **GEOMETRICAL MODEL OF THE WORKING SURFACE OF ROOT DIGGING EQUIPMENT**

**S. Sokol**

*Offered model of the working surface of digging equipment that allows to execute its construction on the set law of formative distribution.*