

УДК 621.867

Р. Гевко<sup>1</sup>, докт. техн. наук; В. Солтисюк<sup>2</sup>;  
М. Клендій<sup>2</sup>, канд. техн. наук

<sup>1</sup>Тернопільський державний технічний університет імені Івана Пулюя

<sup>2</sup>Бережанський агротехнічний інститут Національного університету біоресурсів України

## ОБҐРУНТУВАННЯ КОНСТРУКТИВНИХ І КІНЕМАТИЧНИХ ПАРАМЕТРІВ ОЧИСНИХ РОТОРНИХ ДИСКІВ

Наведено результати теоретичних досліджень впливу просторового положення очисного диска навісного викопуючого пристрою на якість виконання технологічної операції викопування коренеплодів. Обґрунтовано конструктивні та технологічні параметри роботи очисного диска викопуючого пристрою за умови мінімізації втрат і пошкоджень коренеплодів під час їх викопування з врахуванням реальних розмірів кондиційних коренеплодів. Виведені аналітичні залежності для визначення технологічних і конструктивних параметрів роторного очисного пристрою.

**Ключові слова:** навісний коренезбиральний пристрій, сепаратор, роторні диски, коренеплоди.

R. Gevco, V. Soltysyuk, M. Klendiy

## GROUND OF STRUCTURAL AND KINEMATICS PARAMETERS OF CLEANSING ROTOR DISKS

The results of theoretical researches of influencing of spatial position of cleansing disk of hanging digging up device are resulted on quality of implementation of technological operation of excavation of root crops. Grounded structural and technological parameters of work of cleansing disk of digging up device on condition of minimization of losses and damages of root crops during their excavation taking into account the real sizes of standard root crops. Analytical dependences are shown out for determination of technological and structural parameters of rotor cleansing device.

**Key words:** hanging harvester device, separator, rotor disks, root crops.

### Умовні позначення:

$n$  – кількість спиць на очисному диску;  
 $R_c$  – радіус розташування спиці, мм;  
 $r_k$  – радіус кондиційного коренеплоду, мм;  
 $\omega$  – кутова швидкість обертання роторного диска, рад/с;  
 $V_d$  – поступальна швидкість машини, м/с.

**Вступ і актуальність проблеми.** Розробка нових технологічних процесів викопування і очистки коренеплодів та створення високоефективних очисників коренезбиральних машин для збирання цукрових, кормових і столових буряків з розширеними технологічними можливостями для фермерських господарств сприяє: підвищенню продуктивності праці, повноті збирання врожаю, якості зібраної маси, зменшенню транспортних робіт з перевезення та збереження родючості ґрунту, а також збільшенню тривалості використання техніки.

**Аналіз останніх досліджень і публікацій.** Аналіз відомих досліджень [1, 2, 3] процесів роботи коренезбиральних машин і викопуючих пристроїв показав, що в багатьох випадках ці машини не відповідають вимогам агротехніки, внаслідок чого виникають сильні механічні пошкодження коренебульбоплодів, які пов'язані з недосконалістю викопувальних і очисних схем та розташуванням робочих органів.

**Мета дослідження.** Метою дослідження є вплив просторового положення очисного диска навісного викопуючого пристрою на якість виконання технологічної операції викопування коренеплодів та обґрунтування його основних конструктивних і

технологічних параметрів.

Робота виконується в рамках Постанови Кабінету Міністрів України “Про розвиток сільськогосподарського машинобудування і забезпечення агропромислового комплексу конкурентоспроможною технікою на 2005-2009 роки”.

**Результати досліджень.** В процесі роботи запропонованої схеми очисного роторного диска [4] повинно відбуватись бокове відведення викопаних коренеплодів без їх втрат.

Тому, метою даного теоретичного розрахунку є обґрунтування таких конструктивних і кінематичних параметрів роторного диска, при застосуванні яких забезпечиться гарантоване відведення кондиційних коренеплодів.

Згідно запропонованої схеми очисний ротор встановлений до осі рядка  $OY$  під кутом атаки  $\alpha$ , а до вертикальної осі  $OX$  під кутом розвалу  $\beta$  (рис. 1).

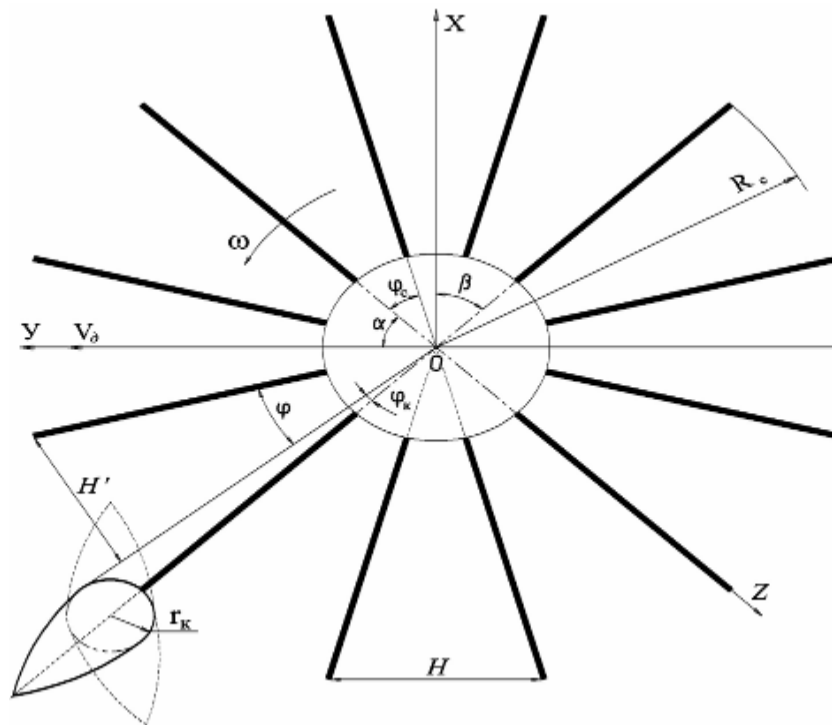


Рисунок 1 – Розрахункова схема для визначення конструктивних і кінематичних параметрів очисного роторного диска

Для визначення раціональних параметрів робочого органу необхідно встановити взаємозв'язок між кількістю спиць, радіусом диска, кутами його розташування, кутовою швидкістю обертання та поступальною швидкістю очисного диска, а також геометричними розмірами кондиційних коренеплодів.

Для цього розглянемо найбільш несприятливий варіант розташування спиць ротора та коренеплоду, при якому можуть виникати втрати буряків.

Цей випадок виникає тоді, коли при переміщенні ротора, паралельно до осі коренеплодів, одна зі спиць лише дотикається до центра головки коренеплоду, але не взаємодіє з ним. Тоді край наступної спиці підійде до даного коренеплоду через час, який рівний часу кутового повертання сусідніх спиць і відповідно зміститься в осьовому напрямку на певну відстань.

Тому необхідно забезпечити таке співвідношення конструктивних і кінематичних параметрів очисного ротора, при яких виключатиметься проходження кондиційних коренеплодів між спицями без взаємодії.

Попередньо визначимо кутовий крок між сусідніми спицями

$$\varphi_c = \frac{360^\circ}{n} \quad (1)$$

Відповідно відстань між краями сусідніх спиць визначається з умови

$$\begin{aligned} H &= 2 R_c \sin (\varphi_c / 2), \\ H &= 2 R_c \sin (180^\circ / n). \end{aligned} \quad (2)$$

З урахуванням найбільш несприятливого розташування кондиційного коренеплоду

$$H' = 2 R_c \sin (180^\circ / n) - r_k \quad (3)$$

При аналізі залежності (2) виходячи з конструктивних міркувань, а також реальних розмірно-масових характеристик коренеплодів [ ; ] значення змінних параметрів задавались у наступних діапазонах:  $n = 10 \dots 16$ ;  $R_c = 500 \dots 700$  мм;  $r_k = 20 \dots 60$  мм. При дослідженні впливу одного з параметрів на величину  $H'$  інші залишались незмінними і їм надавались відповідні середні значення:  $n = 13$ ;  $R_c = 600$  мм;  $r_k = 40$  мм.

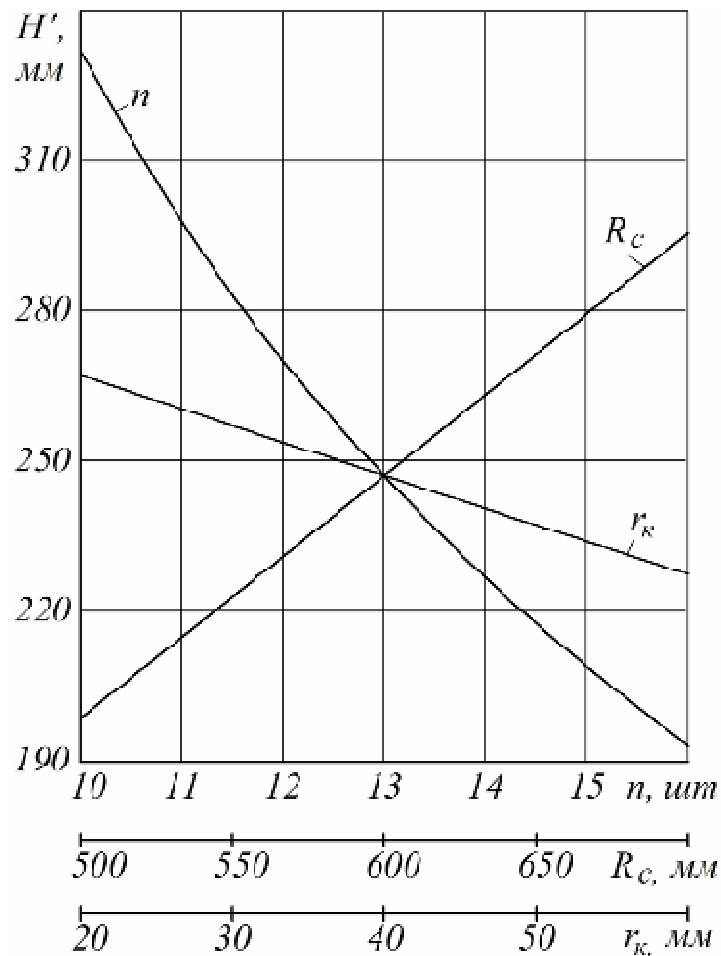


Рисунок 2 – Залежності технологічної відстані  $H'$  між краєм спиці і кондиційним коренеплодом від кількості спиць  $n$  ротора, радіуса їх розташування  $R_c$  та радіуса коренеплодів  $r_k$

Залежності впливу параметрів  $n$ ,  $R_c$  і  $r_k$  на величину  $H'$  зображено на рис. 2. З їх аналізу можна встановити, що максимальний вплив у вказаному діапазоні параметрів на технологічну відстань  $H'$  має кількість спиць  $n$ , а далі радіус їх розташування  $R_c$ . Найменш суттєвий вплив на величину  $H'$  має радіус коренеплодів  $r_k$ .

Для підбору конкретних числових значень параметрів також необхідно встановити функціональні залежності, які пов'язують час кутового провертання спиць на величину  $H'$ , з відповідним осьовим переміщенням очисного диска вздовж рядків коренеплодів.

Для цього попередньо визначимо час, за який спиця повернеться на кут  $\varphi = \varphi_c - \varphi_k$ , що відповідає хорді  $H'$ .

Враховуючи, що для незначних кутів довжина хорди наближається до довжини дуги, отримаємо

$$\begin{aligned} \varphi &= \omega t; \\ t &= \frac{\varphi}{\omega} = \frac{\varphi_c - \varphi_k}{\omega}; \\ t &= \left( \frac{2\pi}{n} - \frac{r_k}{R_c} \right) / \omega. \end{aligned} \quad (4)$$

Тоді шлях, який проходить очисний диск, визначається

$$S = V_o t = \frac{V_o}{\omega} \left( \frac{2\pi}{n} - \frac{r_k}{R_c} \right). \quad (5)$$

При аналізі залежності (5), окрім меж вищезазначених параметрів  $n$ ,  $R_c$  і  $r_k$ , величини  $V_o$  і  $\omega$  змінювались в наступних діапазонах  $V_o = 1,5 \dots 2,5$  м/с,  $\omega = 10 \dots 30$  рад/с.

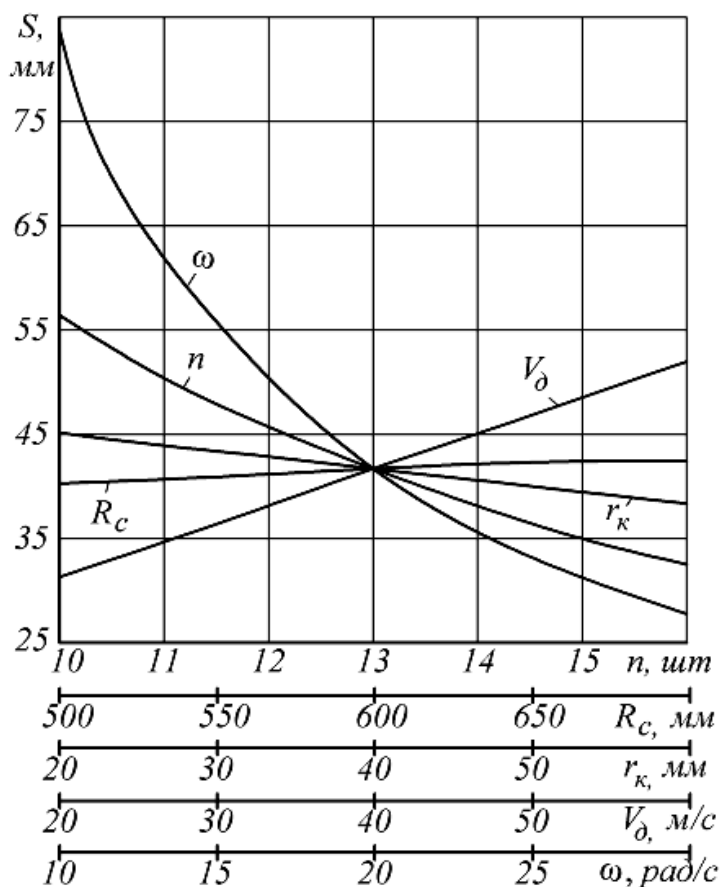


Рисунок 3 – Залежність шляху  $S$ , який проходить роторний диск за час повороту на технологічну відстань  $H'$  від параметрів  $n$ ,  $R_c$ ,  $r_k$ ,  $\omega$  і  $V_o$

Аналогічно, як і в попередньому випадку, при дослідженні впливу одного з параметрів на величину  $S$  інші залишались незмінними і їм надавались такі середні значення:  $n = 13$ ;  $R_c = 600$  мм;  $r_k = 40$  мм;  $\omega = 20$  рад/с;  $V_o = 2$  м/с.

На рис. 3 представлено графічні залежності впливу параметрів  $n$ ,  $R_c$ ,  $r_k$ ,  $\omega$ ,  $V_o$  на величину переміщення роторного диска  $S$ , який відповідає часу провертання спиць на відстань  $H'$ .

Аналіз даних залежностей показує, що домінуючий вплив на величину  $S$  мають кінематичні параметри роторного диска: в першу чергу кутова швидкість обертання диска  $\omega$ , а далі його поступальна швидкість  $V_o$  вздовж рядків коренеплодів. В меншій мірі впливають на величину  $S$  кількість спиць ротора  $n$ , їх радіуси розташування  $R_c$  та радіус головки коренеплоду.

Оскільки взаємодія з коренеплодами здійснюється периферійною частиною спиць диска, то кут розвалу  $\beta$  не має суттєвого впливу на можливий процес проходження коренеплодів між ними. В той же час кут атаки  $\alpha$  в значній мірі впливає на вибір раціональних конструктивних та кінематичних параметрів роторного диска.

Для цього розглянемо різні варіанти розташування площини роторного диска (кута атаки  $\alpha$ ) до рядків коренеплодів. Для цього звернемося до розрахункової схеми, яка зображена на рис. 4. За час, який рівний провертанням сусідніх спиць на відстань  $H'$ , роторний диск переміститься вздовж осі коренеплодів  $OX$  на відстань  $S$ .

Розглянемо умовне розташування ротора під кутом  $\alpha_{12} = 90^\circ$  до осі коренеплодів. Під позиціями 1 і 2 показано положення кінців сусідніх спиць. Тоді за час, коли сусідні спиці повернуться на відстань  $H'$ , а диск переміститься на величину  $S$ , кінець спиці 2 переміститься в точку 2'. У випадку розташування ротора під кутом  $\alpha_{34}$  кінець спиці 4 переміститься в точку 4'.

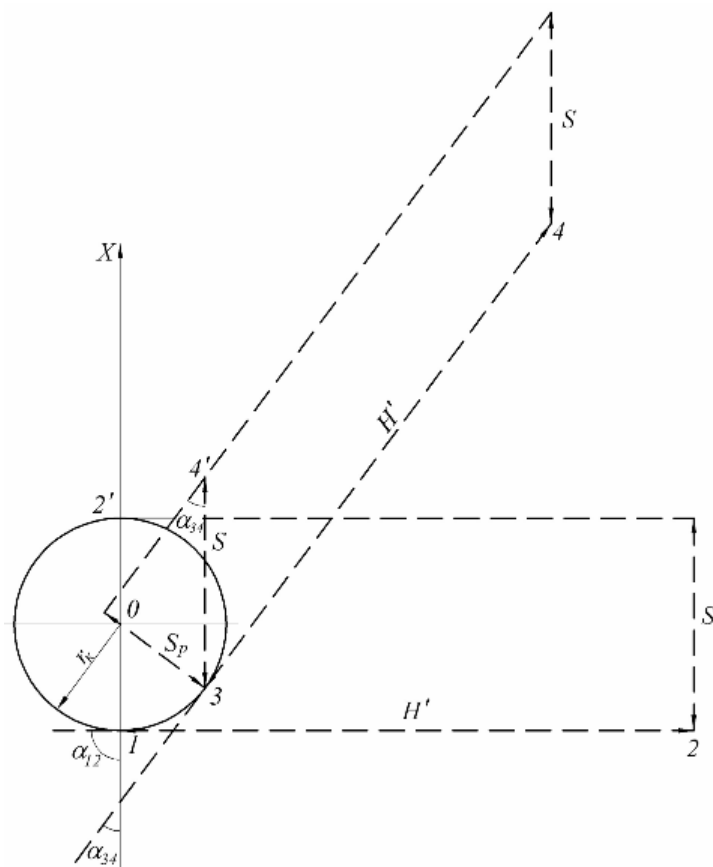


Рисунок 4 – Схема переміщення кінців спиць відносно коренеплоду при різних варіантах розташування кута атаки диска

Таким чином, враховуючи, що в центральних точках перетину графіків, які зображені на рис. 2 і 3, відношення  $H'/S \approx 6$ , а також незначну відстань від точки 4' до коренеплоду з радіусом головки  $r_k$  реальний зазор  $S_p$ , між яким можуть проходити кондиційні коренеплоди, становить

$$S_p = S \sin \alpha. \quad (6)$$

Тоді, з врахуванням (5), отримаємо

$$S_p = \frac{V_d}{\omega} \left( \frac{2\pi}{n} - \frac{r_k}{R_c} \right) \sin \alpha. \quad (7)$$

На основі проведених досліджень параметри робочого органу роторного диска слід вибрати із наступної умови

$$\begin{cases} 220 \text{ мм} < H' = 2R_c \sin(180^\circ/n) - r_k < 260 \text{ мм} \\ S_p = \frac{V_d}{\omega} \left( \frac{2\pi}{n} - \frac{r_k}{R_c} \right) \sin \alpha < 40 \text{ мм}. \end{cases} \quad (8)$$

У першому випадку буде досягнуто розташування між кінцями спиць що найменше двох крупних коренеплодів, що забезпечить гарантоване відведення буряків із вкладанням їх у валок, а в другому випадку забезпечиться умова непроходження між спицями кондиційних коренеплодів і відповідно їх втрат.

Таким чином раціональними можна вважати наступні межі параметрів:  $n = 8 \dots 14$ ;  $\omega = 12 \dots 18$  рад/с;  $V_d = 1,8 \dots 2,4$  м/с;  $R_c = 500 \dots 700$  мм при  $r_k = 20$  мм.

Уточнення величин даних параметрів повинно бути здійснено на основі кінематичного та динамічного аналізу руху та ударної взаємодії буряків з поверхнею спиць ротора.

На основі проведених досліджень можна зробити наступні **висновки**:

1. Обґрунтовані конструктивні та технологічні параметри роботи сепаруючого диска навісного коренезбирального пристрою за умови мінімізації пошкоджень і втрат коренеплодів з врахуванням їх кондиційних розмірів.
2. Виведені аналітичні залежності для визначення технологічних, конструктивних і кінематичних параметрів технологічного процесу і сепаруючого диска навісного коренезбирального пристрою.

#### **Література**

1. Гевко Р.Б. Викопувально-очисні пристрої бурякозбиральних машин. Конструювання і розрахунок. – Тернопіль: Поліграфіст.- 1997.- 120с.
2. Свеклоуборочные машины: (Конструирование и расчет)/ Л.В.Погорелый, Н.В.Татьянко, В.В.Брей и др. Под общ. ред. Л.В.Погорелого.- К.: Техніка, 1983.- 168с.
3. Патент №30263, Україна. Сепаруючий диск коренезбиральної машини. Солтисюк В.І. МПК(2006) А01D17/00. u2007 07856. Заявл. 12.07.2007; Опубл.25.02.2008. Бюл.№4, – 3 с.
4. Гевко Б.М., Білик С.Г., та інші “Технологічні основи підвищення якісних показників роботи коренезбиральних машин”. – Тернопіль: Сорока, 2007. – 248с.

Одержано 29.01.2009 р.