

УДК 631.3.002.5

ПРОЕКТУВАННЯ РОБОЧОГО ОРГАНУ ФРЕЗИ ДЛЯ ОБРОБІТКУ ҐРУНТУ

Дідур В. А., д.т.н.,

Мінько С. А., асп*.

Таврійський державний агротехнологічний університет

Тел. 0619-44-02-74

Анотація - запропоновано графо-аналітичний спосіб побудови на прямої лінії відрізного ножа фрезерної машини для обробки ґрунту в пристовбурних смугах саду. Спосіб передбачає визначення параметрів на прямої лінії поверхні робочого органу з урахуванням траєкторії його руху, а також заднього кута різання.

Ключові слова: траєкторія руху, робочий орган фрези, пристовбурні смуги саду, задній кут різання, параметри на прямої лінії.

Постановка проблеми. За результатами узагальнених досліджень [1], щодо обробки ґрунту в пристовбурних смугах багаторічних насаджень, дійшли висновку про доцільність обробки ґрунту в пристовбурних смугах фрезою з робочими органами, що повертаються навколо вертикальної осі. Така конструктивна схема була реалізована в дослідному зразку фрезерної машини МФ-1 з робочими органами у вигляді циліндричних розпушувальних стержнів, розташованих під кутом до вертикалі. Але основним недоліком роботи таких робочих органів є те, що ґрунт після обробки містить біля 37% агрегатів від 0,25 мм до 10,0 мм, а це, за шкалою оцінки структурно-агрегатного стану ґрунту [2], вважається незадовільним. Тому, обґрунтування параметрів робочих органів фрези, які б забезпечили агрегатно-структурний стан ґрунту, що відповідав би агро вимогам є актуальною задачею.

Мета дослідження. Отримати параметри на прямої лінії криволінійної поверхні ножа фрези для обробки ґрунту шляхом визначення її координат графо - аналітичним способом.

Основна частина. Під час роботи фрези її робочі органи з вертикальною віссю обертання рухаються за криволінійною траєкторією, лінія якої є трохоїдою. Згідно з [3] при криволінійному русі ріжучого робочого органу його поверхня має бути криволінійною. Для побудо-

© Дідур В.А., Мінько С. А.

*Науковий керівник – д.т.н., професор Дідур В. А.

Машини і засоби механізації сільськогосподарського виробництва

ви напрямної такої поверхні рух ріжучої крайки ножа по траєкторії, яка є трохойдою, можна представити рівнянням:

$$\begin{cases} x = V_M \cdot t + R \cdot \sin(\omega t) \\ y = R \cdot \cos(\omega t) \end{cases} \quad (1)$$

де V_M - швидкість руху агрегату, м/с;

R - радіус обертання ріжучої крайки ножа, м;

ω - кутова швидкість, рад/с.

Траєкторія руху ріжучої крайки ножа при значеннях $V_M = 0,88$ м/с, $\omega = 15,3$ рад/с, $t = 0,01$ с має вигляд, який наведено на рис. 1.

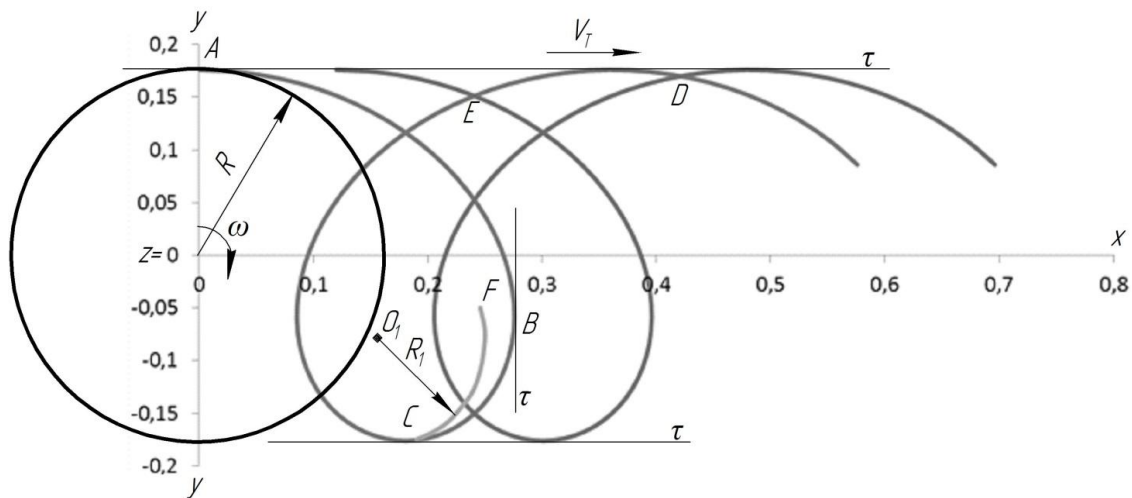


Рис. 1. Траєкторія руху робочих органів фрези.

Загально відомо, що величина заднього кута різання ножів роторних ґрунтообробних машин дорівнює 10° , що не виключає тертя їх задніх поверхонь по утворюваній ножами криволінійній поверхні ґрунту. Тобто, відстань між поверхнею ножа і ґрунтом має збільшуватися за лінійним законом по мірі віддалення від ріжучої крайки [3]. Це вказує на те, що при криволінійній траєкторії руху ножа направляюча його поверхні буде криволінійною, а її ординати збільшуються за лінійним законом і встановлюються величиною заднього кута різання ($\gamma=10^\circ$), починаючи з точки на ріжучій крайці ножа. Початок перетворення частини траєкторії руху ріжучої крайки ножа в криволінійну напрямну CF ножа слід починати з точки на траєкторії, де її кривина досягає максимуму. З рис. 1 видно, що найбільшу кривину траєкторія буде мати у точки С, яку обираємо за центр перетворення. Перетворення кривої лінії СВ здійснимо наступним чином. Обчислимо довжину частини криволінійної траєкторії СВ, яка задана рівнянням (1). Для обчислення довжини лінії СВ скористаємось формулою [4]:

$$L = \int_{t_1}^{t_2} \sqrt{\left(\frac{dx}{dt}\right)^2 + \left(\frac{dy}{dt}\right)^2} dt \quad (2)$$

Обчислимо похідні x' , y' :

$$\begin{aligned}x' &= (V_M \cdot t + R \cdot \sin(\omega t))' = V + R \cos(\omega t) \omega \\y' &= (R \cdot \cos(\omega t))' = -R \sin(\omega t) \omega\end{aligned}\quad (3)$$

Підставимо отримані похідні (3) у вираз (2), та інтегруємо вираз (2) на інтервалі $0.124 \leq t \leq 0.205$. Тоді

$$L = \int_{0.124}^{0.205} \sqrt{(V + R \cos(\omega t) \omega)^2 + (-R \sin(\omega t) \omega)^2} dt. \quad (4)$$

Процес перетворення криволінійної частини траєкторії СВ у криволінійну напрямну ножа CF наведено на рис. 2.

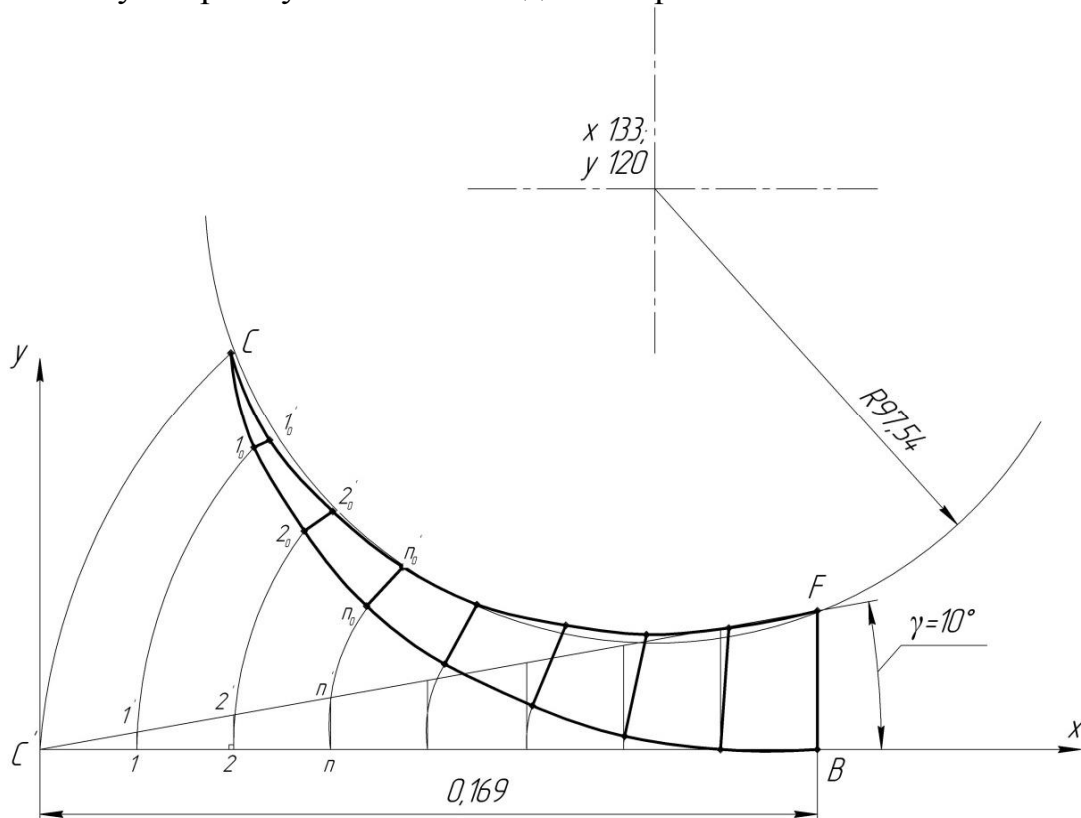


Рис. 2. Перетворення криволінійної частини траєкторії СВ в криволінійну напрямну ножа CF.

C' співпадає з початком координат. Згідно з формулою (4) довжина L частини траєкторії $C'B$ буде дорівнювати $0,169$ м, яку розіб'ємо на рівні відрізки з інтервалом $\Delta t = 0.01$ с, і отримаємо точки $1, 2, \dots, n$, у яких встановимо перпендикуляри. З точки C' проведемо пряму під кутом $\gamma = 10^\circ$, який є заднім кутом різання, і на перетині з перпендикулярами отримаємо точки $1', 2', n'$. Відстані $11', 22', nn'$ відкладаємо у однойменних точках на частині траєкторії СВ. Координати вершин перпендикулярів $1_0 1', 2_0 2', n_0 n'$ визначають криволінійну напрямну CF поверхні ножа фрези.

Визначення канонічного рівняння напрямної CF є не тривіальною задачею і для практичного застосування не є доцільним, у зв'язку з

тим, що поверхня ножа буде представлена у вигляді циліндричної поверхні, що розгортається, і апроксимованою площинами, які проходять через напрямну СФ. Визначення даних координат проводимо шляхом рішення системи рівнянь:

$$\begin{cases} (x_{2_0} - x_{1_0}) \cdot (x_{1_0} - x_{1_0}) + (y_{2_0} - y_{1_0}) \cdot (y_{1_0} - y_{1_0}) = 0 \\ (x_{1_0} - x_{1_0})^2 + (y_{1_0} - y_{1_0})^2 = 1_0 l_0' \end{cases} \quad (5)$$

Результати обчислення координат точок криволінійної прямої СФ наведено у таб. 1

Таблиця 1 - Координати точок криволінійної прямої СФ

точки	1' ₀	2' ₀	3' ₀	4' ₀	5' ₀	6' ₀	7' ₀	8' ₀	9' ₀
x	0,19	0,206	0,219	0,231	0,24	0,246	0,249	0,25	0,246
y	-0,175	-0,167	-0,157	-0,142	-0,128	-0,109	-0,091	-0,071	-0,05

Для практичного застосування отриману криву лінію СФ з координатами, які наведені у таб.1, доцільно представити дугою кола з найменшою похибкою. У нашому випадку приймаємо радіус кола 0,097 м, який дає похибку $\pm 1,9$ мм.

Висновки.

1 Встановлено, що для траєкторії руху робочих органів фрезерної машини при $V_M = 0,88$ м/с, $\omega = 15,3$ рад/с і $R = 0,176$ м, а також задньому куті різання $\gamma = 10^\circ$ напрямна лінія поверхні ножа буде мати координати лінії, яка може бути представлена дугою кола з радіусом 0,097 м.

2 Похибка представлення отриманих координат криволінійної лінії дугою кола з радіусом 0,097 м складатиме $\pm 1,9$ мм, що не буде мати суттєвого впливу на рух ґрунту по поверхні ножа з такою прямою лінією.

3 Отриманні параметри прямої лінії ножа дають можливість перейти до обґрунтування його поверхні, що забезпечує рихлення ґрунту в пристовбурних смугах саду із структурно-агрегатним складом, який за шкалою ДСТУ 4362 є «добрий».

Література

1. Мінько С.А. Результати випробування фрезерної машини для обробітку ґрунту в пристовбурних смугах плодових насаджень / Науковий вісник Луганського національного аграрного університету. Серія: Технічні науки. – Луганськ: Видавництво ЛНА, 2012 № 41. - 402 с. – С.169-174.

2. Показники родючості ґрунтів: ДСТУ 4362:2004. – [Чинний від 2006-01-01].- К.: Держспоживстандарт України, 2006. – 19с. – (Національний стандарт України)

3. Юрченко И.К. Профилирование очерка днища ковша роторного траншейного экскаватора. / И.К. Юрченко // Прикладная геометрия

и инженерная графика. Республиканский межведомственный научно-технический сборник. Вып. 23. Киев, «Будівельник», 1977, С.67-69

4. http://mathprofi.ru/dlina_dugi_krivoi.html

ПРОЕКТИРОВАНИЕ РАБОЧЕГО ОРГАНА ФРЕЗИ ДЛЯ ОБРАБОТКИ ГРУНТА

В.Т. Дидур, С.А. Минько

Аннотация – предложено графо - аналитический способ строения направляющей линии отрезного ножа фрезерной машины для обработки грунта в пристволовых полосах сада. Способ предусматривает определение параметров направляющей линии поверхности рабочего органа с учетом траектории его движения, а также заднего угла резания.

CUTTER OPERATING ELEMENT DESIGNING FOR TILLING

V. Didur, S. Meenko

Summary

Graphic and analytical method for designing the milling machine detachable blade guiding line to till orchard tree trunk belts has been proposed. The method presupposes defining the guiding line parameters for the operating element surface taking into account its mechanical trajectories as well as relief angle.