

УДК 631.316.022.4

МЕТОДИКА ПРОЕКТУВАННЯ РОБОЧОЇ ПОВЕРХНІ КУЛЬТИВАТОРНИХ ЛАП З ЛОКАЛЬНИМИ ЕЛЕМЕНТАМИ ЗМІЦНЕННЯ

Пугач А.М

Дніпропетровський державний аграрний університет

В роботі розглянута розрахунково-графічна методика адаптації профілю стрілчатої лапи культиватора по умовам формування оптимального зубчатого профілю ріжучої кромки.

The article deals with the settlement and graphical methods of adaptation profile cultivation claw in terms of forming the optimal gear cutting edge profile

Постановка проблеми

Одним з ефективних методів покращення підрізаючої спроможності стрілчатих лап є формування зубчатого профілю ріжучої кромки за рахунок направленого зносу матеріалу лапи. Технічно направлений знос можна забезпечити шляхом створення локальних зміцнених зон на поверхні. Проте, при цьому необхідно знайти алгоритм розташування таких зон, їх геометричні параметри та профіль самої ріжучої кромки. Вирішення цієї проблеми дозволить створити стрілчатую лапу з конструктивними параметрами, максимально адаптованими до виконання задач міжрядного та суцільного обробітку ґрунту.

Аналіз досліджень і публікацій. Багаточисельними дослідженнями встановлено, що при проектуванні поверхонь ґрунтообробних робочих органів найбільшого розповсюдження отримали поверхні, які розгортаються на площині [1, 2]. Аналіз теоретичних та практичних напрацювань в галузі удосконалення стрілчатих лап вказує на те, що підвищення їх підрізаючої спроможності та зносостійкості вирішується в основному за рахунок оптимізації профілю ріжучої кромки пристосовно до конкретних ґрунтових умов. При цьому, основний напрямок удосконалень спрямований на оптимізацію траєкторії руху, створення режиму різання з прискоренням та ковзанням.

Таким чином, проблема створення оптимального режиму різання стрілчатою лапою ще не вирішена і є актуальною на даному етапі.

Мета роботи

Максимальна адаптація конструктивних параметрів стрілчатої лапи до технологічного процесу поверхневого розпушення ґрунту та знищення бур'яну шляхом підрізання.

Основний матеріал досліджень

Основними вихідними даними для проектування культиваторної лапи з локальними елементами зміцнення є: тип ґрунту, його кути зовнішнього φ_1 і внутрішнього φ_2 тертя, град, γ_1 – кут нахилу дотичної до профілю зуба, град, φ_3 – кут тертя бур'янів по сталі, град, $2b$ –

ширина захвату лапи, мм, h – глибина обробітку, мм, $S_{ш}$ – крок між локальними елементами зміцнення, мм, $F(S)$ – функція кута нахилу локальних елементів по лезу.

Кут нахилу дотичної до профілю зуба γ_1 [3] приймається з умови сходу бур'янів і ґрунту по лезу лапи, і знаходиться в межах $\gamma_1 = 27 - 31^\circ$.

Ширина захвату $2b$ приймається в межах 250, 270, 330 мм. Цей параметр повинен співпадати зі стандартною шириною захвату існуючих лап, так як розміщення робочих органів на культиваторах всіх марок базується саме на цих розмірах.

Крок розташування елементів локального зміцнення $S_{ш}$ приймається з умови утворення зубів і знаходиться в межах $S_{ш} = 20 - 50$ мм [4].

Функція кута нахилу елементів по лезу $F(S)$ визначається з умови максимально тривалого збереження профілю зуба. Ця функція встановлюється експериментально.

Враховуючи характерне спрацювання культиваторної лапи в зоні носка, котрий відбувається по кривій лінії, на базі загальної моделі поверхні, що розгортається, можливо запропонувати складову поверхню [5] (рис. 1).

Направляюча крива поверхні культиваторної лапи являє собою поєднання дуги кола і прямих ліній, тому розглянемо формування кожного елемента окремо.

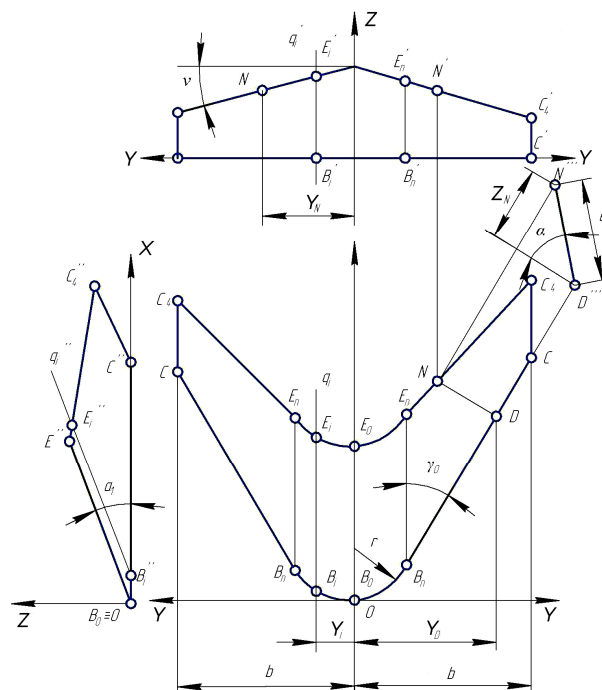


Рис. 1. Схема побудови складової поверхні лапи

Визначення радіуса дуги носка лапи будемо проводити на основі деформацій, що виникають у ґрунті. Для цього по номограмі, приведений на рис. 2. визначимо мінімальну різницю напружень у ґрунті, котра виникає на різних ділянках леза.

Як видно з графіків на ділянці $y = 0 - 30$ мм найбільше напруження викликає межа зміни радіуса носка лапи $r = 20 - 40$ мм.

Так, при $r = 20$ мм, різниця напруг, від різних профілів рівна $\Delta\sigma = 0,47 \cdot 10^5$ Н/м², а при $r = 40$ мм, відповідно $\Delta\sigma = 0,25 \cdot 10^5$ Н/м².

При виборі радіуса носка лапи слід враховувати, що при високих напруженнях у ґрунті відбувається її рихлення за рахунок енергії стиску, у той час як низькі напруження забезпечують тільки сколювання шару ґрунту, котрий призводить до утворення глиб.

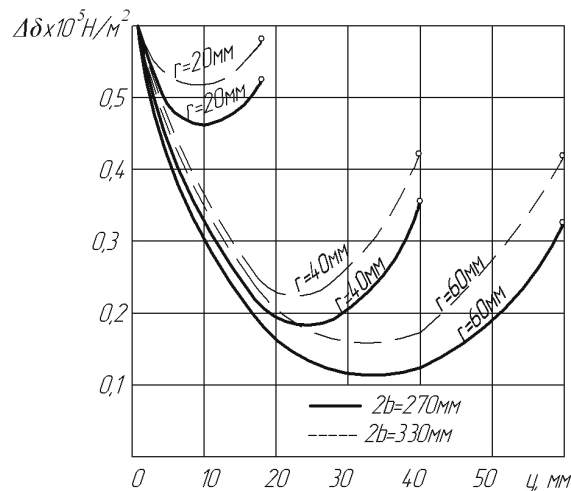


Рис.2. Номограма для визначення радіуса носка лапи

Кут нахилу направляючої знайдемо з монограми, що приведена на рис. 3.

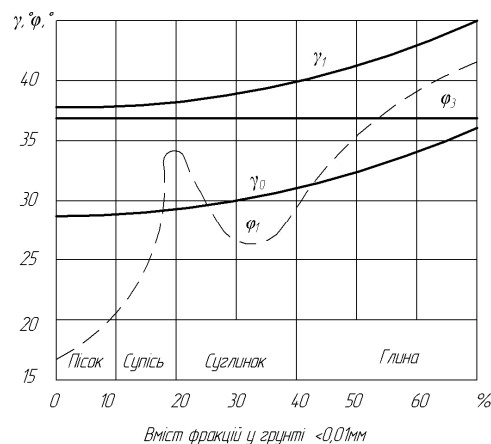


Рис. 3. Номограма для визначення кута нахилу прямолінійної ділянки леза

Як видно з характеру залежностей кутів тертя ґрунту по сталі кут нахилу направляючої L знаходиться в межах $\gamma_0 = 27 - 31^\circ$ незважаючи на те, що залежність кута тертя ґрунту по сталі φ_1 має хвильовий характер.

Визначивши радіус носка лапи r і кут нахилу утворюючої γ_0 , формуємо направляючу криву.

Алгоритм проектування поверхні буде виглядати наступним чином.

1. Задаємося вихідними даними.

2. Визначаємо радіус циліндричної частини r лапи і кут нахилу направляючої площини крила γ_0 .

3. Визначаємо координати x_B, y_B точки переходу дуги в пряму.
4. Знаходимо координати кінцевої точки x_C, y_C крила.
5. Визначаємо кут кришення α .
6. Визначаємо кут нахилу твірної α_1 .
7. Для побудови каркасу поверхні визначаємо крок твірних

$$y = \frac{b}{n}, \quad (1)$$

8. Положення i -ої твірної визначимо координатами:

$$y_{i+1} = y_i + \Delta y; \quad (2)$$

$$x_{i+1} = \sqrt{r^2 - y_{i+1}^2} + r. \quad (3)$$

9. Визначаємо координати x_N, y_N, z_N проміжної точки N .

$$x_N = x_D + l_1 \cos \alpha \cdot \sin \gamma_o, \quad (4)$$

$$y_N = y_D - l_1 \cos \alpha \cdot \cos \gamma_o. \quad (5)$$

10. Визначаємо параметри v і b_o положення площини обрізу

$$z = -tg v y + b_o. \quad (6)$$

11. Визначаємо координати точок $x_{E_i}, y_{E_i}, z_{E_i}$ верхнього обрізу лапи

$$x = r - \sqrt{r^2 - y^2} - \frac{1}{tg \alpha_1} (tg v \cdot y \cdot b_o), \quad (7)$$

на лобовій O_{yz} :

$$x = z \left(1 + \frac{1}{tg v}\right) + \sqrt{r^2 - \left(\frac{b_o - z}{tg v}\right)^2}. \quad (8)$$

12. Підставляючи координату y_B визначимо за (9) і (10) координати точки E_n переходу циліндра в площину.

$$z_{En} = -tg v y_B + b_o \quad (9)$$

$$z_{En} = -\frac{1}{A} (B y_B + C z_{En} + D) \quad (10)$$

13. Визначаємо координати x_{C_4}, z_{C_4} крайньої точки C_4 крила лапи

$$x_{C_4} = \frac{B \cdot C \cdot tg v}{A} \left(\frac{C \cdot b_o - D}{B - C \cdot tg v} - b \right) \quad (11)$$

$$z_{C_4} = -tg v b + b_o \quad (12)$$

14. Переріз поверхні в лобовій проекції будемо, задаючи координату x фіксованим числом $x_j = \alpha_{x_j}$, де j - номер перерізу $j = 1, 2, 3, \dots, m$ для циліндричної частини:

$$z_{ji} = tg \alpha_1 (\alpha_{x_j} - r - \sqrt{r^2 - y_{ji}^2}), \quad (13)$$

і для площини:

$$A \alpha_{x_j} + B_y + C_z + D = 0. \quad (14)$$

15. Горизонтальні перерізи будуємо, задаючи фіксовану координату $z_k = \alpha_{z_k}$, де $k = 1, 2, 3, \dots, k$ k - номер горизонтального перерізу.

Для циліндричної поверхні координати точок перерізу будуть визначатись наступним чином:

$$\alpha_{z_k} = \operatorname{tg} \alpha_1 (x_{ki} - r - \sqrt{r^2 - y_{ki}^2}), \quad (15)$$

а для площини крила:

$$A_x + B_y + C\alpha_{z_k} + D = 0. \quad (16)$$

При графічній побудові в системі O_{xyz} будують коло радіусом r до якого проводять дотичні під кутом γ_o , отримуючи таким чином, направляючу криву

Дотик прямих ліній до кола буде відбуватись в точках B_n .

Ширину крила $D''N''$ в середній частині лапи будуємо методом заміни площин проекцій, відклавши від горизонталі кут α .

На лобовій проекції по координатам y_N і z_N будуємо лобову проекцію точки N' , через яку під кутом ν проводимо лобову проекцію верхнього обрізу лапи, переріз верхнього обрізу лапи на лобовій проекції дає найвищу точку E'_o .

Задаючись рядом твірних g'_i на лобовій проекції отримаємо ряд точок E'_i .

Провівши на профільній площині проекцій утворюючої g''_i і відклавши на них координати, $z_{E'_i}$ отримаємо горизонтальну і профільну проекцію верхнього обріза циліндричної частини лапи.

Точки C і C_4 отримуємо, відклавши половину ширини лапи b по вісі O_y .

Висновки

1. Розроблена методика дозволяє виконати профіль леза стрілочатої лапи таким чином, що він сприяє формуванню найбільш сприятливого режиму взаємодії з ґрунтом.
2. Приведений алгоритм проектування складової поверхні культиваторної лапи можливо реалізувати в будь якій системі проектування або графічно.
3. Графічний спосіб проектування більш простий, ніж аналітичний і дозволяє вносити корективи в процес побудови.

Література

1. Бурченко П.Н. Механико-технологические основы почвообрабатывающих машин нового поколения / Бурченко П.Н. – М. : ВИМ. – 2002. – 211 с.
2. Синеоков Г.Н. Теория и расчет почвообрабатывающих машин / Г.Н. Синеоков, И.М. Панов. – М. : Машиностроение, 1977. – 327 с.
3. Кобець А.С. Обґрунтування кута нахилу прямої поверхні культиваторної лапи / А.С. Кобець, А.М. Пугач // Вісник Львівського національного аграрного університету. – 2008. – № 12, т. 1. – С. 405–410.
4. Кобець А.С. Исследование износа культиваторных лап оснащенных элементами локального упрочнения рабочей поверхности / А.С. Кобець, Б.А. Волик, А.Н. Пугач // Вісник Харківського національного технічного університету сільського господарства імені Петра Василенка. – Харків, 2007. – Т. 1., вип. 59. – С. 76–80.
5. Пат. 29516, Укр. Пат. 29516, Укр. Пат. А01В 35/00. Робочий орган культиватора / Кобець А.С., Волик Б.А., Пугач А.М., заявл. 16.10.2007; опубл. 10.01.2008, Бюл. № 1.