

УДК 631.316.022.4

## АНАЛІТИЧНЕ ДОСЛІДЖЕННЯ ФОРМУВАННЯ ПРОФІЛЮ ЗУБЦІВ КУЛЬТИВАТОРНОЇ ЛАПИ ПІД ДІЄЮ ЛОКАЛЬНОГО СПРАЦЮВАННЯ

Кобець А.С., к.т.н.,

Кобець О.М., к.т.н.,

Пугач А.М., к.т.н.

*Дніпропетровський державний аграрний університет*

Тел. (056) 7135192

Кольцов М.П., к.с.-г.н.

*Таврійський державний агротехнологічний університет*

Тел. (0619) 42-21-32

**Анотація** - аналітично досліджено закономірності формування профілю зубців культиваторної лапи під дією локального спрацювання, в залежності від параметрів елементів локального зміцнення.

**Ключові слова** – лапа культиваторна, формування профілю зубців, самозагострення, диференційне рівняння.

*Постановка проблеми.* Культиватори є найбільш ефективним засобом безгербіцидної боротьби з бур'янами. Стрілчасті лапи, як основний робочий орган культиватора повинні розрихлювати ґрунт і знищувати бур'яни шляхом підрізання. Під час інтенсивного спрацювання ріжучий периметр втрачає здатність до підрізання і порушення кореневої системи відбувається за рахунок перетирання її потоком ґрунтових агрегатів, що не ефективно з багатьох точок зору. Одним з ефективних методів підвищення підрізаючої спроможності стрілчастих лап є формування зубчастого профілю ріжучої кромки за рахунок направлено зносу матеріалу лапи. Враховуючи характер роботи необхідно забезпечити формування і підтримання максимально адаптованих конструктивних параметрів культиваторної лапи протягом запланованого періоду роботи.

*Аналіз останніх досліджень.* 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 [1,2,3]. При цьому, основний напрямок удосконалень спрямований на оптимізацію траєкторії руху, створення режиму різання з прискоренням та ковзанням [4].

---

© к.т.н., проф. А.С. Кобець; к.т.н., доц. О.М. Кобець; к.т.н., ст. викл. А.М. Пугач, к.с.г.н. М.П.Кольцов

Підтримання ріжучої кромки в загостреному стані на серійних стрілчатих лапах забезпечується нанесенням шару зносостійкого матеріалу на тильну поверхню леза. За рахунок різниці у інтенсивності зносу матеріалів деякий час відслідковується явище самозагострення леза. Проте процес зносу не є керованим і тому він не формує ріжучу кромку потрібного профілю [5]. Таким чином, проблема створення оптимального режиму різання, стрілчастою лапою ще не вирішена і є актуальною на даному етапі.

*Формулювання цілей статті.* Дослідження формування профілю зубців при наявності елементів локального зміцнення робочої поверхні.

*Основна частина.* Наявність елементів локального зміцнення на поверхні лапи призводить до утворення зубів на лезі [6]. Утворення зубів корінним чином змінює початкову форму леза, що тягне за собою зміну процесів, що відбуваються на лезі, зокрема, сходу рослинних решток. Тому вивчення геометричних параметрів профілю леза є важливою задачею.

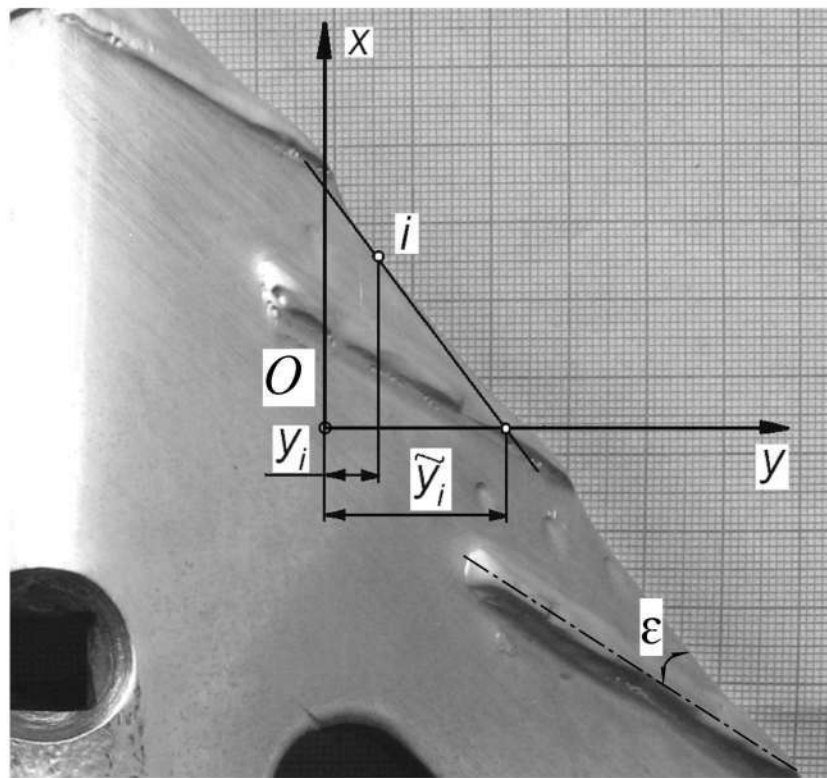


Рис.1. Схема проведення замірів

Для опису форми леза візьмемо систему координат  $Oxy$ , вісь  $Oy$  якої направлена перпендикулярно напрямку руху (рис. 1).

Дослідимо положення дотичної до профілю зуба. Положення дотичної визначалось у трьох точках  $i$  ( $i=1,2,3$ ). При цьому визначалась ордината  $y_i$  точки дотику  $i$  відрізка  $\tilde{y}_i$ , котрий дотична відсікає на вісі  $Oy$ . Результати замірів приведені в табл. 1.

Таблиця 1 - Положення дотичної до профілю зуба

№ точки	Кут нахилу елементів зміцнення, $\varepsilon = 20^\circ$					
	Напрацювання, $S_n$ , га					
	75		225		300	
	$\tilde{y}$	$y$	$\tilde{y}$	$y$	$\tilde{y}$	$y$
1	18,75	18,25	19,0	16,0	20,0	10,5
2	17,75	17,50	18,5	15,5	17,5	9,25
3	17,51	17,25	18,75	16,5	16,2	9,0
№ точки	Кут нахилу елементів зміцнення, $\varepsilon = 25^\circ$					
	Напрацювання, $S_n$ , га					
	75		225		300	
	$\tilde{y}$	$y$	$\tilde{y}$	$y$	$\tilde{y}$	$y$
1	12,5	11,25	12,75	10,5	11,75	5,5
2	12,0	10,25	12,25	10,25	10,0	4,25
3	12,25	10,5	12,5	10,7	6,25	3,8
№ точки	Кут нахилу елементів зміцнення, $\varepsilon = 30^\circ$					
	Напрацювання, $S_n$ , га					
	75		225		300	
	$\tilde{y}$	$y$	$\tilde{y}$	$y$	$\tilde{y}$	$y$
1	20,56	18,75	18,75	15,5	19	10
2	19,0	19,1	18,5	15,6	16,25	8,75
3	19,25	18,9	19,0	15,25	13,25	7,0

З таблиці 1 видно, що для однієї і тієї ж кривої відношення відрізка  $\tilde{y}$ , що відсікається на осі  $Oy$  і ординати точки дотику  $y$  орієнтовно постійні:

$$\frac{\tilde{y}}{y} = n_o. \quad (1)$$

Тому диференційне рівняння кривої профілю зуба будемо шукати в загальному виді.

Рівняння дотичної, що проходить через точку  $y$ ,  $\tilde{x}$  матиме вид

$$\tilde{y} - y = y'(\tilde{x} - x). \quad (2)$$

При  $\tilde{x} = 0$  рівняння (2) прийме вид

$$\tilde{y} - y = y'x. \quad (3)$$

Підставивши (1) в (3) прийдемо до рівняння

$$y(1 - n_o) - xy' = 0, \quad (4)$$

Розв'язуємо диференційне рівняння (4)

$$y(1 - n_0) - x \frac{dy}{dx} = 0,$$

$$\frac{dy}{y(1 - n_0)} = \frac{dx}{x},$$

$$\frac{1}{1 - n_0} \ln y = \ln x - \ln C, \quad (5)$$

де  $C$  - постійна інтегрування.

Перетворюємо отримане рівняння

$$x = Cy^{\frac{1}{1-n_0}}. \quad (6)$$

Постійну інтегрування  $C$  визначимо підставивши у вираз координати  $x_0$  і  $y_0$

$$C = x_0 y_0^{(1-n_0)}. \quad (7)$$

Відповідно

$$x = x_0 y_0^{(1-n_0)} y^{\frac{1}{1-n_0}}. \quad (8)$$

На рис. 2 представленні графіки залежностей величини  $n_0$  від напрацювання лапи  $S_H$ .

Як видно з рисунка спочатку знос відбувається з невеликою швидкістю при формуванні зуба, а потім починає різко зростати.

Параметр кривої зуба  $n_0$  апроксимується залежністю

$$n_0 = a \ln S_H + b. \quad (9)$$

Застосувавши метод найменших квадратів, визначимо значення параметрів  $a = -0,77$  і  $b = 0,6$ . Тоді формула (9) прийме вигляд

$$n_0 = -0,77 \ln S_H + 0,6 \quad (10)$$

Відповідно можна записати повністю вираз для визначення профілю зуба

$$x = x_0 y_0^{(1,6-0,77 \ln S_H)} y^{\frac{1}{1,6-0,77 \ln S_H}}. \quad (11)$$

Досить важливою характеристикою профілю зуба є положення дотичної, так як від цього залежить сходження бур'янів і рослинних решток з леза лапи. Особливо важливим цей фактор стає при значному напрацюванні ґрунтообробних робочих органів.

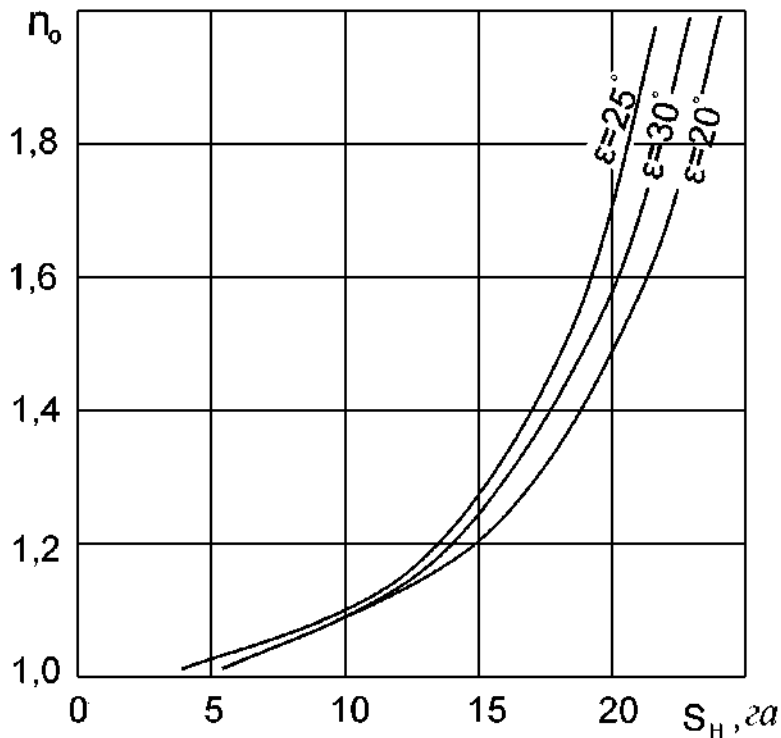


Рис. 2. Залежність параметра профілю зуба від напрацювання лапи

Полеві дослідження показують, що кут нахилу дотичної до леза у лап з встановленням елементів зміцнення (після напрацювання 20 га)  $\epsilon = 20^\circ$  становить  $7^\circ$ , при  $\epsilon = 25^\circ$  цей кут рівний  $6^\circ$ , а при  $\epsilon = 30^\circ$  відповідно  $7^\circ$ .

Таким чином, кут нахилу дотичної до профілю зуба в середньому рівний  $6,5^\circ$  і практично не залежить від кута встановлення елементів зміцнення. Тому наступний вибір кута  $\epsilon$  повинен відбуватись по найменшому зносу.

#### Висновки.

1. Визначено рівняння кривої профілю зуба.
2. Встановлено залежність параметрів профілю зуба від напрацювання лапи.
3. Вибір кута нанесення елементів локального зміцнення повинен відбуватись по найменшому зносу ріжучого периметру.

#### Література

1. Подкатилов К.Е. Динамические исследования рабочих органов культиваторов повышенной прочности и износостойкости с нижним и верхним упрочнением твердыми сплавами : автореф. дис. на соиск. учен. степени канд. техн. наук / К.Е. Подкатилов. – Ростов-на-Дону, 1969. – 28 с.
2. Сизов О.А. Исследование процессов взаимодействия лезвия сельскохозяйственных ножей с разрезаемым материалом : дис.... канд. техн. наук / О.А. Сизов. – М. : МИИСП, 1971. – 121 с.
3. Ермолов Л.С. Исследования изнашивания режущих органов почвообрабатывающих машин на различных почвах : авт. дис. на соиск. учен. степени канд. техн. наук / Л.С. Ермолов. – Харьков, 1960. – 20 с.

4. *Виноградов В.Н.* Абразивное изнашивание / В.Н. Виноградов, Г.М. Сорокин, М.Г. Колокольников. – М. : Машиностроение, 1990. – 224 с.
5. Износ деталей сельскохозяйственных машин / *Севернев М.М., Каплун Г.П., Короткевич В.А.* [и др.]. – М. : Колос, 1972. – 288 с.
6. *Кобець А.С.* Дослідження спрацювання леза культиваторної лапи при наявності елементів локального зміцнення / А.С. Кобець, А.М. Пугач // Збірник наукових праць Вінницького національного аграрного університету. – Вінниця, 2010. – Вип. 5. с. 68 – 71.

## **АНАЛИТИЧЕСКИЕ ИССЛЕДОВАНИЯ ФОРМИРОВАНИЯ ПРОФИЛЯ ЗУБЦОВ КУЛЬТИВАТОРНОЙ ЛАПЫ ПОД ДЕЙСТВИЕМ ЛОКАЛЬНОГО ИЗНОСА**

Кобець А.С., Кобець А.Н., Пугач А.Н., Кольцов М.П.

### *Аннотация*

**В работе аналитически исследована закономерность формирования профиля зубцов культиваторной лапы под действием локального износа, в зависимости от параметров элементов локального упрочнения.**

## **ANALYTICAL STUDY OF TEETH PROFILE OF THE HOE UNDER OF LOCAL FUNCTIONING**

A. Kobec, A. Kobec, A. Pugach, M. Koltsov

### *Summary*

**The regularities of forming of teeth profile of the hoe under operation of local functioning at dependence of elements parameters of local stiffening are analytically examined in this article.**