

10. Мельянцов П.Т. Выбор контролируемых параметров технического состояния гидропривода трансмиссии комбайнов и их нормирование (на примере комбайна КСК-100): Канд. дисс. – НИТИ ремонта и эксплуатации машинно-тракторного парка. – М., 1995. – 197 с.
11. Технические средства диагностирования: Справочник / В.В. Клюев, П.П. Пархоменко, В.Е. Абрамчук и др.; под общ. ред. В.В. Клюева. – М.: Машиностроение, 1989. – 672 с.
12. <http://www.zao.vniisdsm.ru> – сайт института ЗАО «ВНИИСТРОЙДОРМАШ».
13. <http://www.hydrotester.vdnh.ru> – сайт компании ЗАО ТПП «СЕДАП ПЛЮС».
14. <http://www.diag-meas.ru>.
15. <http://www.hydrotester.vdnh.ru>.

УДК 631.316.022.4

Пугач А.М.

ОБҐРУНТУВАННЯ КУТА НАХИЛУ НАПРАВЛЯЮЧОЇ ПОВЕРХНІ КУЛЬТИВАТОРНОЇ ЛАПИ З ЕЛЕМЕНТАМИ ЛОКАЛЬНОГО ЗМІЦНЕННЯ

Проаналізовано закономірності зносу стрілочастих лап культиватора після локального зміцнення з метою отримання направлено зносу робочої поверхні. Встановлено, що отримані таким чином зубці впливають на кутові параметри лапи. Аналітично обґрунтовано кут нахилу направляючої поверхні культиваторної лапи.

SUBSTANTIATION OF INCLINATION ANGLE OF GUIDE SURFACE OF CULTIVATION CLAW WITH ELEMENTS OF LOCAL STRENGTHENING

The regularities of cultivator arrow-shaped claws wear after local strengthening with a view to get a direct wear of working surface are analyzed. It is found out that claws, received in such a way, influence angle parameters of claws. The guide surface inclination angle was analytically grounded.

Постановка проблеми. Стрілочасті лапи являють собою основний робочий орган для поверхневого обробітку ґрунту. Від їх параметрів в значній мірі залежать якісні показники процесу. Як один з варіантів існує метод локального зміцнення леза лап з метою формування зубчастого профілю. Але як показали дослідження внесенні конструктивні зміни суттєво впливають на інші конструктивні параметри лапи.

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Аналіз теоретичних та практичних напрацювань в галузі удосконалення стрілочатих 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. В роботі [1] аргументована доцільність застосування і останні досягнення в розробці конструкцій культиваторів та стрілочастих лап. В [2-4] обґрунтовано вплив елементів локального зміцнення на якісні показники роботи стрілочастих лап.

Постановка проблеми. Метою статті є обґрунтування кута нахилу направляючої поверхні культиваторної лапи з елементами локального зміцнення.

Виклад основного матеріалу. Прямолінійна направляюча, котра являється першопочатковою формою леза, розташовується під кутом γ_0 до напрямку руху культиваторної лапи.

В процесі роботи, при наявності елементів локального зміцнення, на лезі утворюються зуби, що мають профіль KE , так як це показано на рис. 1.

У відповідно до [5] профіль зуба апроксимується логарифмічною спіраллю, при цьому кут γ_1 нахилу дотичної до профілю зуба в точці K більше, ніж в точці E (рис. 1, а). При роботі лапи внаслідок зносу параметр, що визначає кривизну логарифмічної спіралі, котрим являється кут між дотичною і радіус – вектором, зростає,

тому з ростом напрацювання кут нахилу дотичної γ_1 в точці E буде зростати в граничному значенні, стане рівним куту встановлення локально елемента зміцнення $\gamma_1 = \varepsilon_2$.

На основі рис. 1 запишемо співвідношення кутів між дотичною до профілю зуба γ_1 і встановлення зміцнюючого елемента:

$$\mu = \varepsilon_2 - \gamma_1,$$

тоді

$$\gamma_1 = \varepsilon_2 - \mu, \quad (1)$$

а

$$\varepsilon_2 = \gamma_1 - \mu. \quad (2)$$

В свою чергу кут між твірною g_E і направляючою рівний:

$$\varepsilon_1 = \varepsilon_2 - \gamma_0,$$

звідки

$$\gamma_0 = \varepsilon_2 - \varepsilon_1, \quad (3)$$

а враховуючи (2):

$$\gamma_0 = \gamma_1 - \mu - \varepsilon_1. \quad (4)$$

Лабораторно – польовими дослідженнями встановлено, що кут β_1 у режимі, що встановився, рівний різниці встановлення локального елемента зміцнення ε_2 і кутом γ_1 нахилу дотичної t_E в точці E , рівний:

$$\beta_1 = \varepsilon_2 - \gamma_1 = 7^\circ.$$

Тому для обґрунтування кута нахилу твірної γ_0 , необхідно перш за все встановити граничне значення γ_1 , що забезпечує рух по лезу рослинних решток, коренів рослин або ґрунту.

Обґрунтування кута γ_0 необхідно розбити на два етапи:

1. Початкова робота лапи, коли зуб ще не сформований. В цьому випадку $\beta_1 = 0$ та $\gamma_1 = \gamma_0$.

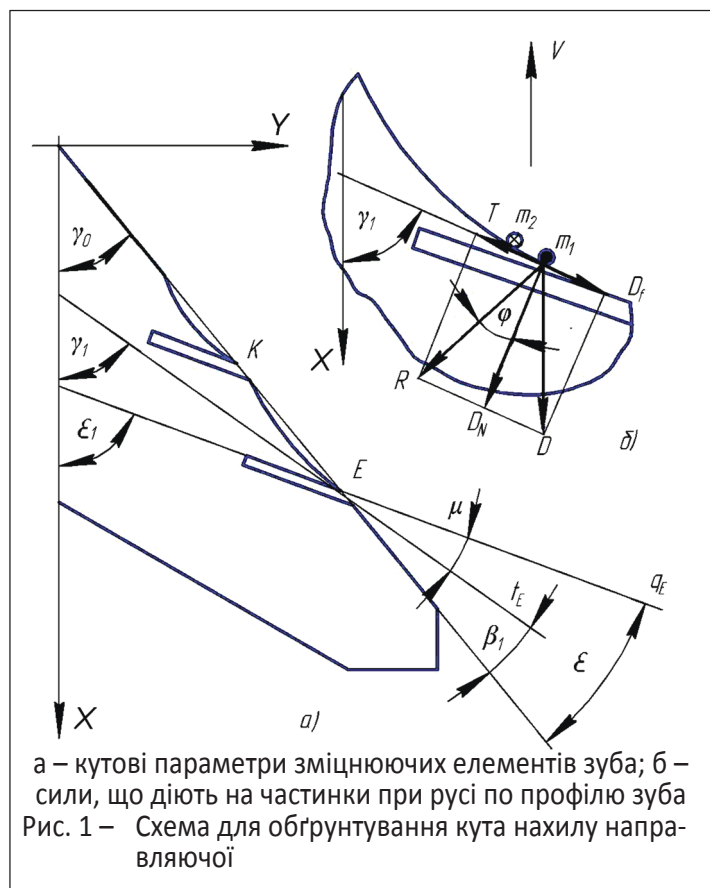
У відповідності до багато численних досліджень [6, 7] кут γ_0 вибирається з умови ковзання бур'янів:

$$\gamma = 90^\circ - \varphi_3,$$

де φ_3 – кут тертя бур'янів по металу, град.

Однак ці роботи не враховують ковзання ґрунту по поверхні лапи.

2. Другий етап роботи заключається в тому, що починає утворюватись профіль зуба, у котрого дотична в точці E розташовується під кутом γ_1 , вже відмінним від кута нахилу направляючої, до напрямку



руху. По мірі формування профілю зуба кут γ_1 збільшується і досягає при встановленому режимі роботи лапи значення деякої величини, в межі рівній куту ε_2 встановлення зміцнюючих елементів.

Для встановлення граничної величини кута γ_1 прийmemo наступні припущення:

- бур'ян чи грудка ґрунту, що знаходиться в однорідному рухомому середовищі і являє собою потік ґрунту;
- маса бур'яну чи грудки ґрунту зосереджена в точці.

При русі лапи в ґрунті на будь яку частинку будь то рослинний решток, корінь чи грудка ґрунту, що знаходяться на профілі зуба будуть діяти наступні сили:

- сила динамічного напорю, H :

$$D = \rho sv^2,$$

котра розкладається на дотичну:

$$D_t = \rho sv^2 \cos^2 \gamma_1, \quad (5)$$

і нормаль:

$$D_N = \rho sv^2 \sin^2 \gamma_1,$$

складові:

- сила тертя

$$T = fD_N = f\rho sv^2 \sin^2 \gamma_1, \quad (6)$$

де ρ – щільність ґрунту, кг/м³;
 s – поперечний перетин частинки, м²;
 v – швидкість руху робочого органу, м/с;
 f – коефіцієнт тертя.

Умова руху частки по профілю зуба буде виглядати наступним чином, коли сила дотичної складової динамічного напорю вище сили тертя:

$$D_t \geq T,$$

або, підставивши в значення сил:

$$\rho sv^2 \cos^2 \gamma_1 \geq f\rho sv^2 \sin^2 \gamma_1$$

Скоротивши на ρsv^2 , отримуємо залежність, в котрій присутні кут нахилу дотичної γ_1 і коефіцієнт тертя:

$$\cos^2 \gamma_1 \geq f \sin^2 \gamma_1.$$

Після перетворення маємо:

$$\operatorname{tg} \gamma_1 \leq \frac{1}{f}. \quad (7)$$

Досить суттєвим є вибір коефіцієнта тертя f . Для його вибору розглянемо рух двох часток m_1 і m_2 по профілю зуба KE згідно рис. 1б.

Припустимо, що частинкою m_1 , яка рухається попереду частинки m_2 являється рослинний решток або корінь рослини з кутом тертя по сталі φ_3 і відповідно коефіцієнт тертя f_3 . Тоді другою частинкою m_2 являється грудка ґрунту з кутом тертя ґрунту по сталі φ_1 і відповідно коефіцієнтом тертя f_1 .

Тут можливі два випадки.

Випадок 1. Кут тертя рослинного рештка або кореня рослини по металу φ_3 і відповідно коефіцієнт тертя f_3 , більше, ніж кут тертя ґрунту по металу φ_1 .

Тоді $\varphi_3 > \varphi_1$ і $f_3 > \varphi_1$, що призводить до перевищення сили тертя бур'яну по сталі над силою тертя ґрунту по сталі. При цьому бур'ян буде знаходитись під дією сили динамічного напорю, що визначається за формулою (5).

В цьому випадку сила динамічного напорю D_{t_1} повинна бути вище сили тертя ґрунту по сталі $D_{t_1} \geq T_3$. Тому, для забезпечення руху бур'яну умова (7) повинна виглядати наступним чином:

$$\gamma_1 \leq \arctg(1/f_{3_{\max}}), \quad (8)$$

де $f_{3_{\max}}$ – максимальний коефіцієнт тертя бур'янів по металу.

Випадок 2. Кут тертя бур'яну по металу φ_3 і, відповідно, коефіцієнт тертя f_3 менше кута тертя ґрунту по металу φ_1 . В цьому випадку $\varphi_3 < \varphi_1$ і $f_3 < \varphi_1$ і відповідно сила тертя ґрунту по сталі перевищує силу тертя рослинного рештка по сталі $T_1 > T_3$. Такі значення кутів призводять до того, що грудка ґрунту буде знаходитись під дією сили динамічного напорю, при цьому $D_{t_1} \geq T_1$. В цьому випадку умова, що забезпечує рух бур'яну і ґрунту повинна виглядати так:

$$\gamma_1 \leq \arctg(1/f_{1_{\max}}), \quad (9)$$

де $f_{1_{\max}}$ – максимальний коефіцієнт тертя ґрунту по металу.

Для універсальної культиваторної лапи необхідно приймати той коефіцієнт тертя, який більший.

Визначивши кут γ_1 з умови

$$\gamma_0 = \gamma_1 - 7^\circ, \quad (10)$$

знайдемо кут нахилу направляючої.

В таблиці 1 представлені значення кутів тертя ґрунту по сталі відповідно до [8] з котрої видно, що найбільший кут тертя мають важкі суглинки і глини $\varphi_1 = 42^\circ$.

Максимальний кут тертя рослинних решток, коренів рослин по сталі, у відповідності до останніх досліджень, знаходиться в межах [8, 9].

Базуючись на приведених даних і у відповідності з формулою (9) в табл. 2 представлені значення кута нахилу твірної.

Таблиця 1 – Межі зміни кута тертя ґрунту по сталі

№ п/п	Тип ґрунту	Кут тертя ґрунту по сталі, φ_1^0	Коефіцієнт тертя ґрунту по сталі, f_1
1	Супісчані	26о30/-35о	0,499-0,7
2	Легко і середньосуглинисті	19о30/-26о30/	0,354-0,499
3	Важкі суглинки і глини	31-42о	0,601-0,9

Таблиця 2 – Межі зміни кута нахилу направляючої в залежності від типу ґрунту

№ п/п	Тип ґрунту	Кут тертя ґрунту по сталі, φ_1^0	Максимальний кут тертя рослинних решток по сталі, φ_3^0	Кут нахилу твірної γ_0^0
1	Супісчані	26о30/-35о	37о	27
2	Легко і середньосуглинисті	19о30/-26о30/	37о	27
3	Важкі суглинки і глини	31-42о	37о	31

Як видно з таблиці мінімальним кутом нахилу напрямної є кут 27° котрий слід приймати, при розробці лапи.

Висновки. Аналітично доведено, що локальне зміцнення поверхні лапи треба супроводжувати зміною кута нахилу направляючої. При цьому кутові параметри зміцнюючих елементів зуба треба враховувати при призначенні цього кута.

СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ

1. Гаврильченко А.С., Волик Б.А., Пугач А.М. Напрацювання в галузі підвищення технічного рівня культиваторів // Вісник Харківського національного технічного університету сільського господарства імені Петра Василенка. – Харків, 2007. – Т. 2, Вип. 67. – С. 195-201.
2. Кобець А.С., Волик Б.А., Пугач А.Н. Повышение подрезающей способности стрелчатой лапы культиватора путем формирования направленного износа лезвия // Вісник Дніпропетровського державного аграрного університету. – Дніпропетровськ, 2007. – № 2. – С. 62-64.
3. Кобець А.С., Кобець О.М., Пугач А.М. Аналітичне дослідження формування профілю зубців культиваторної лапи під дією локального спрацювання // Праці Таврійського державного агротехнологічного університету. – Мелітополь ТДАТУ, 2011. – Вип. 11, Т. 5. – С. 192-197.
4. Кобець А.С., Пугач А.М. Вплив елементів локального зміцнення на якісні показники роботи стрілочастих лап // Сільськогосподарські машини: Зб. наук. ст. – Луцьк, 2011. – Вип. 21, Т. 1. – С. 173-178.
5. Кобець А.С., Волик Б.А., Пугач А.Н. Исследование износа культиваторных лап оснащенных элементами локального упрочнения рабочей поверхности // Вісник Харківського національного технічного університету сільського господарства імені Петра Василенка. – Харків, 2007. – Т. 1, Вип. 59. – С. 76-80.
6. Синеоков Г.Н., Панов И.М. Теория и расчёт почвообрабатывающих машин – М.: Машиностроение, 1977. – 327 с.
7. Сизов О.А., Милюткин В.А. Работа лезвия в почве // Механизация и электрификация социалистического сельского хозяйства. – 1978. – № 3. – С. 9-10.
8. Кравченко Б.Н. К обоснованию угла раствора лезвия культиваторных лап // Тракторы и сельхозмашины – 1968. – № 2. – С. 22-23.
9. Гаврильченко А.С. Обґрунтування параметрів та розробка конструкції культиваторних лап з криволінійним лезом: Дис. ... канд. техн. наук: 05.05.11. – Глеваха, 2005. – 160 с.

УДК 631.312.62

Сокол С.П., Науменко М.М.

ВИЗНАЧЕННЯ КУТА НАХИЛУ ЛЕМЕША КОПАЧА КОРЕНЕПЛОДІВ ТИПУ «СКОБА»

Предложена математическая модель для определения сопротивления передвижению клина в почве. Выявлены зависимости сопротивления от скорости движения клина и его геометрических характеристик. Установлен угол наклона клина, при котором сопротивление передвижению в почве минимально.

DETERMINATION OF THE INCLINATION ANGLE FOR ROOTS DIGGER SHARE IN A FORM OF «CRAMPON»

The mathematical model for wedge movement resistance determination during its movement in the soil is given. Resistance dependence on wedge movement speed and its geometric characteristics are found out. The wedge inclination angle, at which movement resistance in the soil is minimal, is defined.

Відомо, що від конструктивних і кінематичних параметрів робочих органів бурякозбиральних машин, ґрунтово-кліматичних умов вирощування коренеплодів суттєво залежать якісні й кількісні показники збирання, пошкодження та втрати врожаю. Задача синтезу викопувальних пристроїв зводиться до визначення раціональних параметрів робочих органів, які б забезпечували мінімальні втрати і пошкодження коренеплодів при заданих умовах експлуатації. Таким чином постає завдання – розробити принципово нові робочі органи, котрі можна буде використовувати для викопування коренеплодів з різними фізико-механічними характеристиками. Запропонована конструкція копача коренеплодів типу «скоба» [1, 2], дозволяє більш інтенсивне обтиснення коренеплодів шаром ґрунту ще в моноліті, до їх підймання на денну поверхню. Основними складовими елементами скоби є підрізаючий робочий двогранный клин (леміш) та несучі і одночасно ріжучі стояки-ножі.

Постановка проблеми. Визначення оптимального кута нахилу лемеша копача коренеплодів з аналізу його взаємодії з ґрунтом є надзвичайно важливою задачею, відповідь на яку бажано мати вже на стадії його проектування.

Аналіз останніх досліджень. Теоретичні розробки в цьому напрямі, які наведені в наявній літературі [3, 5-9], не дають рекомендацій щодо розрахунку опору