

*properties of the soil, the topography of the field, the type and parameters of working bodies. The consequence of changing the properties of the soil in different areas of the field over time is a wide variation in the quality indicators of performing technological operations of tillage. The paper describes the working surface of the plow, analyzes existing models of plows in the south of Ukraine.*

**Keywords:** *characteristics of the plow working surface, analysis of existing models of plows in the south of Ukraine, working surface, plow body.*

**УДК 514.182.7**

## **ФОРМУВАННЯ ПОВЕРХНІ ЛЕЗА ПЛУГА ЗА ДОПОМОГОЮ ДВОХ НАПРЯМНИХ КРИВИХ**

Бондаренко Лариса Юріївна, к.т.н., доцент,  
Чаплінський Андрій Петрович, ст. викладач,  
Михайленко Олена Юріївна ст. викладач,  
Новіков Артем В'ячеславович, СВО «Бакалавр»,  
спеціальність 131 «Прикладна механіка»  
Зюзін Микола Миколайович, СВО «Бакалавр»,  
спеціальність 131 «Прикладна механіка»

*Таврійський державний агротехнологічний університет  
імені Дмитра Моторного, м. Мелітополь, Україна.*

**Анотація.** *Пропонується формування каркаса поверхні горизонтального циліндроїда лемеша плуга, побудова профілю плуга за допомогою двох напрямних кривих з розрахунком згущення обводу леза. Завдяки створенню теоретичної моделі процесу взаємодії робочих органів із ґрунтом забезпечується можливість розробки напрямків удосконалювання й обґрунтування конструктивних параметрів робочих органів і пристроїв для досягнення необхідних показників якості виконання технологічного процесу. Першорядне значення має опис процесу впливу робочих органів на ґрунт, а також руйнування, переміщення й перемішування структур ґрунтового середовища. Від властивостей ґрунту й способу впливу робочого органа залежить вид напружено – деформованого стану. У зв'язку із цим забезпечити виконання технологічного процесу обробки ґрунту шляхом удосконалювання робочих органів машин на основі моделювання технологічного процесу є актуальною проблемою, що становить основу даного дослідження.*

**Ключові слова:** *горизонтальний циліндроїд, допоміжна площина, фронтальна площина, напрямна крива, напівгвинтова поверхня, лезо лемеша, метод згущення.*

**Актуальність дослідження.** До перспективних альтернатив ведення сільського господарства належать моделі агрегатів, засновані на глибокому розумінні процесів, які відбуваються у природі, спрямовані на поліпшення структури ґрунту, відтворення його природної родючості та створення стійких агроландшафтів. Напівгвинтова поверхня, а саме лезо плуга спрямовано обробляти землю на глибину 12 см, що дуже ефективно впливає на стан родючості землі. Проблема полягає в корекції поверхні плуга гарантуючи опуклість в заданому

напрямку, в ліквідації стрибка кривини в кінцевих точках як з відвалом так і без відвалу ґрунту

**Аналіз останніх досліджень.** Сучасні тенденції [1] розвитку ґрунтообробних машин визначаються головним чином вимогами щодо захисту ґрунту від надмірного техногенного навантаження, побудови геометричної поверхні спроможної обробляти ґрунт на різну глибину, як з відвалом так і без відвалу ґрунту. Однак, запропонований при цьому спосіб побудови напівгвинтвої поверхні плуга, потребує складних обчислень і не використовує переваги графічних методів.

**Виклад основного матеріалу досліджень.** Метою даної публікації є викладення пропонованого способу корекції поверхні леза плуга; побудова профілю плуга за допомогою двох напрямних кривих за допомогою SolidWorks2012 з розрахунком згущення обводу леза методом  $Y_{opt}$ , основу якого складають прості графічні побудови та прості обчислення.

### Формування каркаса поверхні горизонтального циліндроїда

Параметри, що визначають утворюючий, складовий каркас поверхні циліндроїда, наведені в таблиці 1.

$$y_{\max} = \frac{6,2x_{\max}^2}{x_{\max}^2 + 100} = \frac{6,2 \cdot 343,57^2}{343,57^2 + 100} = 6,195;$$

$$\lambda = \frac{\theta_{\max} - \theta_{\min}}{Y_{\max}} = \frac{47 - 38}{6,195} = 1,453$$

$$x_5 = z_5 - z_1 = 186 - 100 = 86(\text{мм})$$

$$y_5 = \frac{6,2x_5^2}{x_5^2 + 100} = \frac{6,2 \cdot 86^2}{86^2 + 100} = 6,117$$


$$\theta_5 = \theta_{\min} + \lambda y_5 = 38 + 1,453 \cdot 6,117 = 46,60^\circ$$

Таблиця 1

### Параметри для формування каркасу

№ $i$ утворюючої	Відстань від дна борозди до утворюючої $z_i$ (мм)	Кут нахилу утворюючої до борозди $\theta_i$ (град.)
1	2	3
1	0	$\theta_0 = 40$
2	21	38.53
3	50	36.5
4	100	38
5	146	46.60
6	186	46.89
7	271.78	46.97
8	357.67	46.99
9	443.57	47

## Побудова другої напрямної кривої в системі SolidWorks

Побудова другої напрямної кривої починається зі створення поверхні, яка знаходиться на відстані 375 мм від площини «Справа». Для цього необхідно використати функцію «Вставка - Справочная геометрия -  Плоскость», з'явиться вікно (рис. 1) у якому потрібно обрати команду «Параллельная плоскость через точку» та вказати площину «Справа», вказавши відстань зміщення 375 мм. Натиснути ОК.

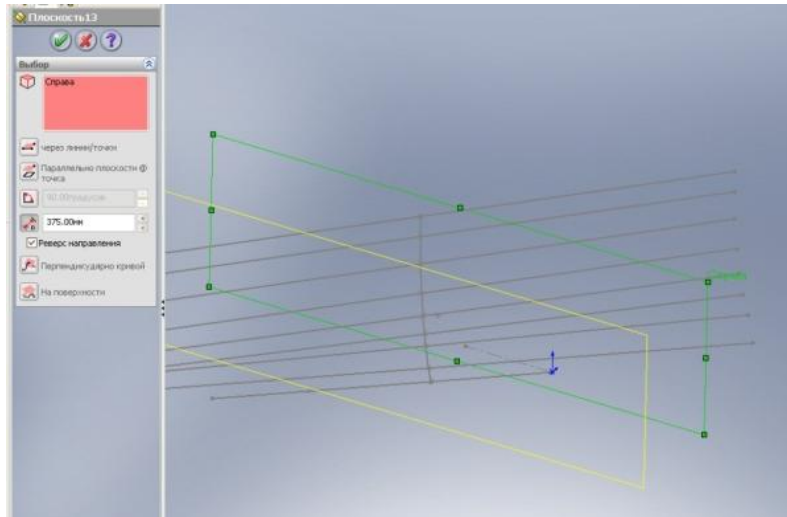




Рис. 1 – Створення площини для другої напрямної кривої.

Створіть ескіз на цій площині. В ескізі створіть точки пронзання утворюючих з площиною: натисніть на кнопку  та додайте взаємозв'язок між новоствореною точкою та однією з утворюючих «Точка пронзання» (рис.2). З'єднайте послідовно точки на утворюючих за допомогою сплайну, натиснувши кнопку  .

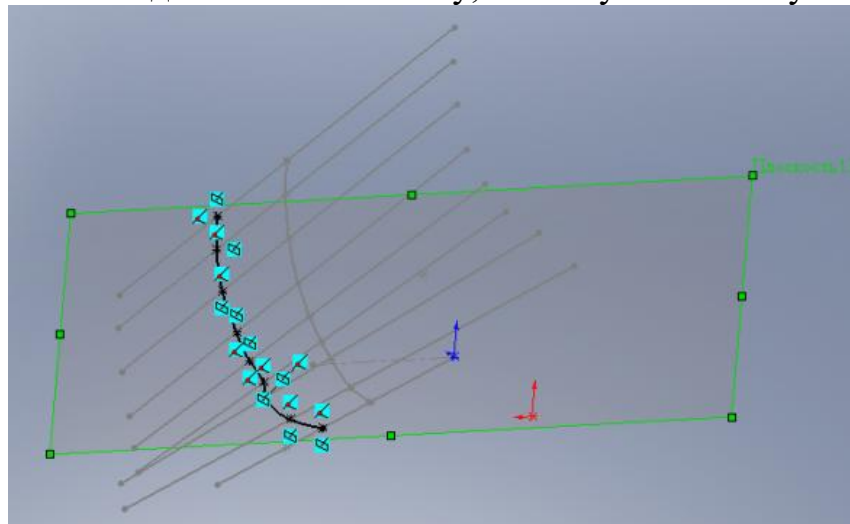


Рис. 2– Створення другої напрямної кривої.

## Побудова фронтальної проекції корпусу плуга.

Для побудови фронтальної проекції корпусу плуга в системі SolidWorks створюємо площину паралельну площини «Попереду», зі зсувом, наприклад, на відстань 760 мм. Зсув забезпечує розташування площини за межами поверхні формованого плуга.

Польовий обріз відвала проводиться під кутом  $2^\circ \div 3^\circ$  до стінки борозни,

(приймаємо  $3^\circ$ ) на висоту  $H=b+\Delta H$ ;  $\Delta H = 20 \div 30 \text{ мм}$  (приймаємо  $30 \text{ мм}$ ), що необхідно для виключення задирання стінки борозни відвалом. Верхня точка польового обріза ( $DO$ ) з'єднується дугою з верхньою точкою відвала  $P$ . Центр дуги розташовується на продовженні вертикальної лінії  $PD$ . Отримана лінія  $KP$  приймається за верхній обріз відвала. Борозний обріз відвала проводиться паралельно грані  $A_1D_1$  відваленого шару із зазором в  $15 \div 20 \text{ мм}$  (приймаємо зазор  $20 \text{ мм}$ ) щоб уникнути задирання шару відвалом.

Виліт крила відвала обмежується дугою, що відстоїть від площини грані  $A_1B_1$  шару на відстані  $1/6 \div 1/8b$  (приймаємо  $1/6b = 48 \text{ мм}$ ). Дуга вписується між трьома прямими – верхнім обрізом відвала, борозним обрізом крила й нормаллю до грані шару  $A_1D_1$ .

Лезо лемеша, що підрізає шар знизу, розташовується в площині дна борозни. Ширину захвата лемеша можна прийняти рівній ширині шару  $b$  плюс  $\Delta b = 20 \dots 30 \text{ мм}$  – перекриття ширини захвата. Приймаємо перекриття ширини захвата  $\Delta b = 30 \text{ мм}$ .

Точка  $D'$ , що відповідає п'яті лемеша, з'єднується прямолінійним відрізком з борозним обрізом. Напрямок відрізка визначається шириною лемеша  $t = 15 \text{ мм}$ .

Сформована фронтальна проекція корпусу плуга представлена на рисунку 3.

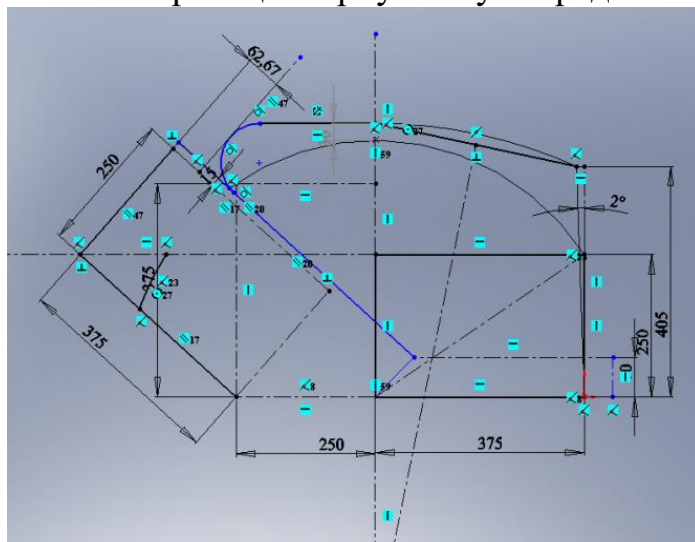


Рис. 3 – Фронтальна проекція корпусу плуга.

Стушення обводу поверхні леза лемеша методом методом  $Y_{opt}$ .

Таблиця 2

Вихідні дані координат точок обводу леза лемеша

X	Y
-466.8	436.87
-495.303	406.43
-485.88	356.2
-460.132	324.46
-431.27	293.65
-388.1	248.33
-359.21	214.3
-326.62	177.57
-295.128	138.39
-264.28	100.45
-241.41	66.5

Вихідний спроектований обвід виглядає так:

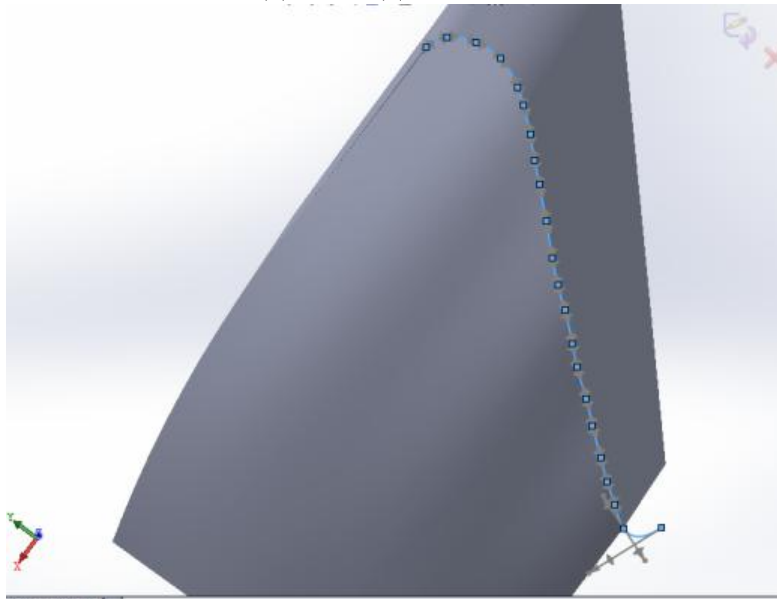


Рис. 4 – Обід леза лемеха.

Проводимо перший крок згущення:

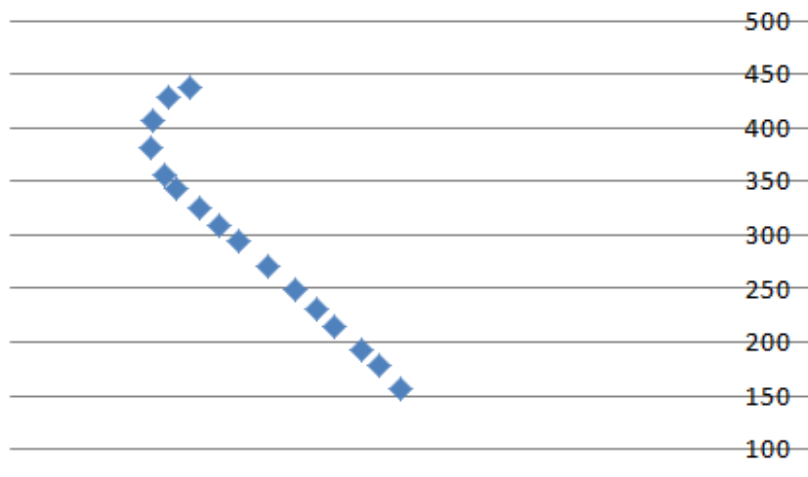


Рис.5 – Обвід леза лемеха після першого шагу згущення.

Проводимо другий крок згущення:

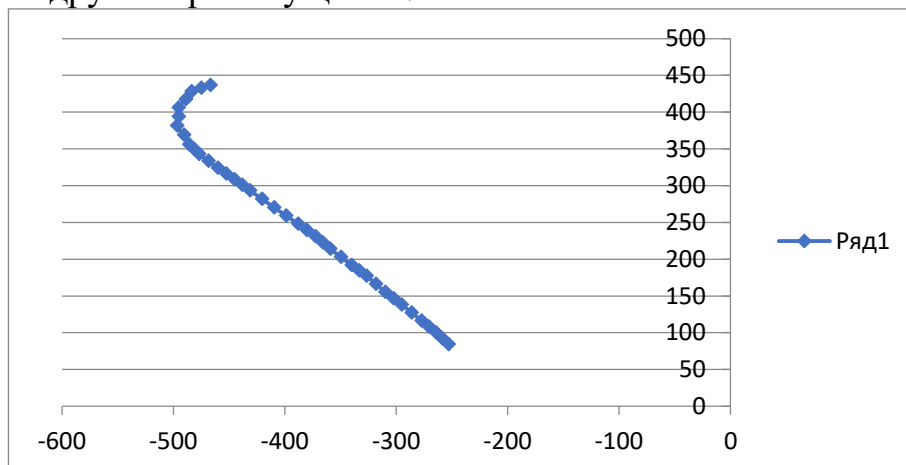


Рис. 6 – Обвід леза лемеха після другого шагу згущення

У результаті згущення, побудови лемішно-відвальної поверхні по двом напрямним кривим, отримані результати показують, що запропонований нами варіант дає можливість отримати більш точну геометричну плужну поверхню.

**Висновки.** Запропоновано формування каркасу поверхні горизонтального циліндроїда лемеша плуга, а також спосіб ефективної корекції побудови профілю плуга за допомогою двох напрямних кривих з розрахунком згущення обводу леза методом  $Y_{opt}$ . Спосіб заслуговує на подальший розвиток з метою корекції перехідних ділянок (а не тільки опуклих).

### *Література*

1. Вайнруб В.И. Разработка и исследование корпуса плуга с изменяющимися параметрами отвала. / В.И Вайнруб.: Автореф. дис. . канд. техн. наук.-Л-Пушкин, 1965.-14 с.

2. Гячев Л.В. Теорія лемішно-відвальної поверхні./ Л.В Гячев. Праці інституту. Вип. 13.

3. Лептеев А.А. Повышение эффективности обработки почвы лемешными плугами с изменяемыми и оптимизируемыми параметрами / А.А Лептеев.: Автореф. дис. д-ра техн. наук. Мн., 1991.

4. Пихтеева І.В. Автоматизація побудови поверхні горизонтального циліндроїду засобами SolidWorks API/ І.В. Пихтеева, К.Ю Оксамитна., О.С. Гладишева. Праці ТДАТУ – Мелітополь, 2011 Вип. 5, – т. 5. – с. 78-83.

5. Визначення шорсткості поверхонь із застосуванням програмного забезпечення CAPP/CAD ф. DELCAM plc / Вершков О. О., Леженкін О. М., Мацулевич Ю. О. // Сучасні комп'ютерні та інформаційні системи і технології, Матеріали і всеукраїнської науково-практичної інтернет-конференції, Мелітополь 7-25 грудня 2020р. С. 17-23.

6. Формалізація математичної моделі динамічної системи корпус плуга-грунт //О.О. Вершков, Г.В. Антонова / Сучасні наукові дослідження на шляху до євроінтеграції: матеріали міжнародного науково-практичного форуму (21-22 червня 2019 р.) Таврійський державний агротехнологічний університет імені Дмитра Моторного Ч. 2 (С. 31-33).

7. Динаміка ґрунтообробних агрегатів//О.М. Леженкін, С.М. Коломієць / Сучасні наукові дослідження на шляху до євроінтеграції: матеріали міжнародного науково-практичного форуму (21-22 червня 2019р.) Таврійський державний агротехнологічний університет імені Дмитра Моторного Ч. 1 (С. 153-156)

8. Пихтеева І.В., Дмитрієв Ю.О., Антонова Г.В., Спирінцев В.В. Методика моделювання пласких обводів дугами парабол при виконанні лабораторних робіт здобівачами вищої освіти ТДАТУ/ Розвиток сучасної науки та освіти: реалії, проблеми якості, інновації: матер. Міжнародної наук.-практ. інтернет-конф. (Мелітополь, 27-29 травня 2020р.) / ред. кол. : В.М. Кюрчев, В.Т. Надикто, Н.Л. Сосницька, М.І. Шут та ін. – Мелітополь: ТДАТУ, 2020. – С.271-275.

9. Гавриленко Е.А., Холодняк Ю.В., Найдыш А.В., Лебедев В.А. Создание САД-моделей поверхностей с использованием специализированного программного обеспечения. Прикладні питання математичного моделювання. Херсон: ХНТУ, 2020. Т. 3, № 2.2. С. 66-75.

10. Мацулевич О.Є., Щербина В.М., Холодняк Ю.В. Використання у навчальному процесі системи компас-3d під час комп'ютерного проектування

валів / Розвиток сучасної науки та освіти: реалії, проблеми якості, інновації: матер. Міжнародної наук.-практ. інтернет-конф. (Мелітополь, 27-29 травня 2020р.) / ред. кол. : В.М. Кюрчев, В.Т. Надикто, Н.Л. Сосницька, М.І. Шут та ін. – Мелітополь: ТДАТУ, 2020. – С.247-251.

11. Впровадження та використання комп'ютерних технологій для вирішення задач опору матеріалів/Бондаренко Л. Ю., Тетервак І. Р.// Сучасні комп'ютерні та інформаційні системи і технології, Матеріали і всеукраїнської науково-практичної інтернет-конференції, Мелітополь 7-25 грудня 2020р. С. 82-83.

12. Дереза О.О., Яблонський П.М., Спирінцев В.В. Конструювання геометричних моделей динамічних поверхонь в системі solid works при виконанні лабораторних робіт з дисципліни «технології формоутворення складних технічних виробів» / Розвиток сучасної науки та освіти: реалії, проблеми якості, інновації: матер. Міжнародної наук.-практ. інтернет-конф. (Мелітополь, 27-29 травня 2020р.) / ред. кол. : В.М. Кюрчев, В.Т. Надикто, Н.Л. Сосницька, М.І. Шут та ін. – Мелітополь: ТДАТУ, 2020. – С.267-270.

13. Яблонський П.М., Чаплінський А.П., Михайленко О.Ю. Леженкін О.М. Розв'язання задач знаходження лінії перетину довільних поверхонь із застосуванням математичних засобів ПЕОМ / Розвиток сучасної науки та освіти: реалії, проблеми якості, інновації: матер. Міжнародної наук.-практ. інтернет-конф. (Мелітополь, 27-29 травня 2020 р.) / ред. кол. : В.М. Кюрчев, В.Т. Надикто, Н.Л. Сосницька, М.І. Шут та ін. – Мелітополь: ТДАТУ, 2020. – С.36-40.

## FORMING THE SURFACE OF THE PLOW BLADE USING TWO GUIDE CURVES

***Abstract.** It is proposed to form the surface frame of a horizontal cylindrical plow ploughshare, build a plow profile using two guide curves with the calculation of thickening of the blade contour. Thanks to the creation of a theoretical model of the process of interaction of working bodies with the soil, it is possible to develop directions for improving and substantiating the design parameters of working bodies and devices to achieve the necessary quality indicators of the technological process. Of primary importance is the description of the process of impact of working bodies on the soil, as well as the destruction, movement and mixing of structures of the soil environment. The type of stress – strain state depends on the properties of the soil and the method of action of the working body. In this regard, ensuring the implementation of the technological process of tillage by improving the working bodies of machines based on modeling the technological process is an urgent problem that forms the basis of this study.*

***Keywords:** horizontal cylinder head, auxiliary plane, frontal plane, guide curve, semi-screw surface, ploughshare blade, thickening method.*