

## АНАЛІЗ ІСНУЮЧИХ МОДЕЛЕЙ ПЛУГІВ ПІВДНЯ УКРАЇНИ ТА ЇХ ХАРАКТЕРИСТИКА

Вершков Олександр Олександрович, к.т.н., доцент,  
Малюта Сергій Іванович, к.т.н., доцент,  
Антонова Галина Володимирівна, ст. викладач,  
Притула Валентин Олегович, СВО «Бакалавр»,  
спеціальність 131 «Прикладна механіка»  
Таврійський державний агротехнологічний університет  
імені Дмитра Моторного, м. Мелітополь, Україна.

**Анотація.** Загальна світова тенденція виробництва продуктів харчування показує, що приріст продовольчих ресурсів відбувається за рахунок інтенсифікації землеробства й підвищення родючості ґрунтів. Якість виконання технологічного процесу обробки залежить від типу й фізико – механічних властивостей ґрунту, рельєфу поля, типу й параметрів робочих органів. Наслідком зміни властивостей ґрунту на різних ділянках поля у часі є широке варіювання показників якості виконання технологічних операцій ґрунтообробки. У роботі дана характеристика робочої поверхні плуга, аналіз існуючих моделей плугів півдня України.

**Ключові слова:** характеристика робочої поверхні плуга, аналіз існуючих моделей плугів півдня України, робоча поверхня, корпус плуга.

**Актуальність дослідження.** Для досягнення показників якості, що задовольняють агротехнічним вимогам конструктивні параметри робочих органів ґрунтообробних машин повинні забезпечувати можливість зміни ступеня впливу на ґрунт і керування процесом роботи. У комплексі робіт, спрямованих на рішення завдань підвищення якості обробки ґрунту, велике значення мають теоретичні дослідження технологічних процесів обробки ґрунту робочими органами. Саме від ступеня відповідності робочих органів їхньому призначенню залежать якість роботи машин, їхня продуктивність і енергоємність процесу. 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.

**Аналіз останніх досліджень та публікацій.** У загальному випадку робоча поверхня корпусу плуга може розглядатися як подальший розвиток тригранного клина. Якщо віднести робочу поверхню до просторової системи координат, у якій вісь  $Ox$  збігається з напрямком руху корпусу, то будь – яку точку  $A$  поверхні можна представити як елементарний тригранний клин з вершиною в цій точці  $A$  і с кутами  $\alpha$ ,  $\beta$  і  $\theta$ . Як показав акад. В. П. Горячкін, плоский тригранний клин, рухаючись у ґрунті, в елементарному виді виконує основні завдання обробки ґрунту: під'їм і зрушування шару з одночасним його руйнуванням, а також деякий оборот шару. 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.

**Виклад основного матеріалу досліджень.** Агротехнічні вимоги, пропоновані до оранки полягає головним чином у розпушуванні шару і його обороті для глибокого закладення рослинних залишків, визначають форму робочої поверхні корпусу плуга.

У загальному випадку робоча поверхня корпусу плуга може розглядатися як подальший розвиток тригранного клина. Якщо віднести робочу поверхню до просторової системи координат, у якій вісь  $Ox$  збігається з напрямком руху корпусу (рис. 1), то будь – яку точку  $A$  поверхні можна представити як елементарний тригранний клин з вершиною в цій точці  $A$  і с кутами  $\alpha$ ,  $\beta$  і  $\theta$ .

При цьому  $\theta$  являє собою кут нахилу дотичній до точки  $A$  кривої  $mm$  перетину поверхні поздовжньою вертикальною площиною (паралельної площини  $zOx$ ),  $\beta$  – кут нахилу дотичній до точки  $A$  кривої  $nn$  перетину поверхні поперечно – вертикальною площиною й  $\theta$  – кут нахилу дотичній до точки  $A$  кривої  $qq$  перетину поверхні горизонтальною площиною (в окремому випадку  $qq$  – пряма лінія). Сукупність елементарних клинів з безупинно, що змінюються кутами  $\alpha$ ,  $\beta$  і  $\theta$  утворить криволінійну поверхню. Переміщаючись у ґрунті, така поверхня піднімає відрізаний шар, деформує й руйнує його, обертає й скидає в борозну. Ступінь кришення й обороту шару обумовлена ступенем і характером розвитку кожного з кутів  $\alpha$ ,  $\beta$  і  $\theta$ , які визначають тип робочої поверхні [1].

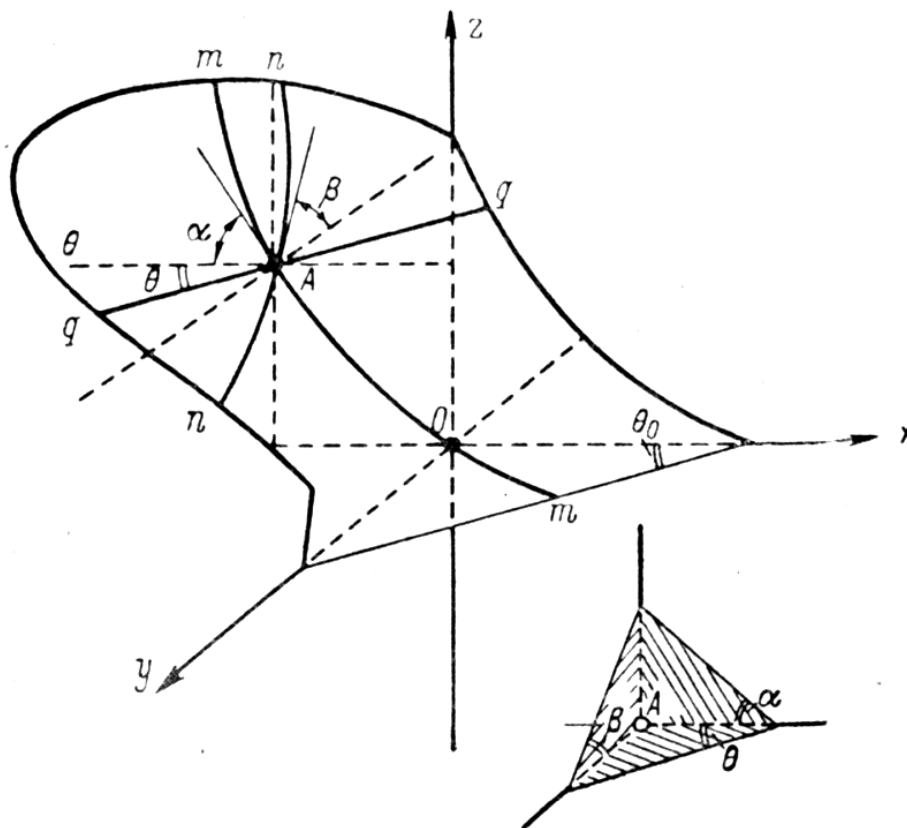


Рис. 1. Елементарний тригранний клин і його розвиток у робочу поверхню корпусу плуга.

Стосовно до різних ґрунтових умов ступінь і характер зміни цих кутів повинні бути різними. Однак дотепер точні кількісні співвідношення між параметрами робочої поверхні плужного корпусу й агротехнічних вимог (ступінь крошення й обороту шару) відсутні. Тому існуючі методи проектування робочих поверхонь мають у своїй основі головним чином геометричні співвідношення, побічно пов'язані з технологічним процесом оранки.

Лемішно – відвальний корпус – головний робочий орган плугів, призначених для основної обробки ґрунту – оранки. Крім того, лемішно – відвальні робочі поверхні застосовуються в луцильниках, підгортальниках, борозноробниках [2].

Основні частини лемішно – відвального корпусу плуга й луцильника (рис. 2): леміш I, відвал II, польова дошка IV, стійка III. У леміші розрізняють «носок» 1, лезо 2 і «пяток» 3, у відвалі – «груди» 7 і «крило» 5. Леміш і відвал – основні робочі, а польова дошка й стійка – допоміжні (службові) частини корпусу. Леміш і відвал утворюють робочу поверхню корпусу, що обмежена з боку не паханого поля польовим обрізом 8, з боку поораного поля (борозни) – борозним обрізом 4, зверху – верхнім обрізом 6.

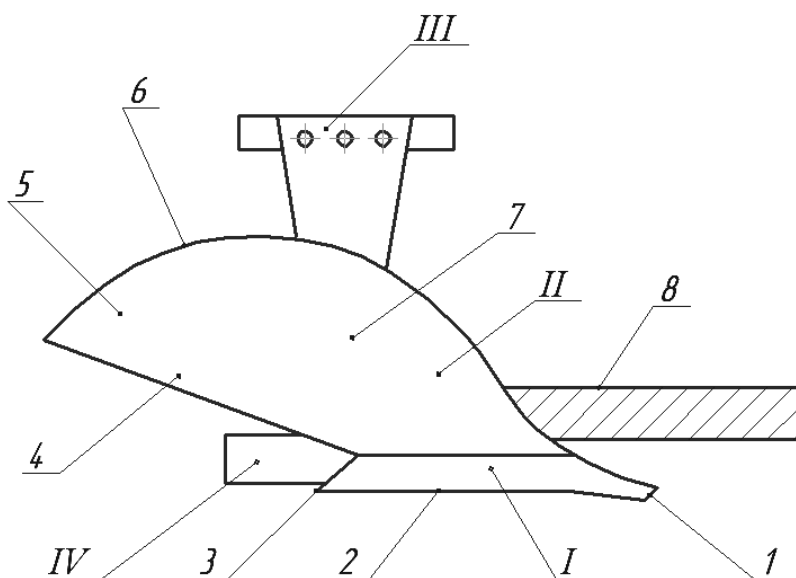


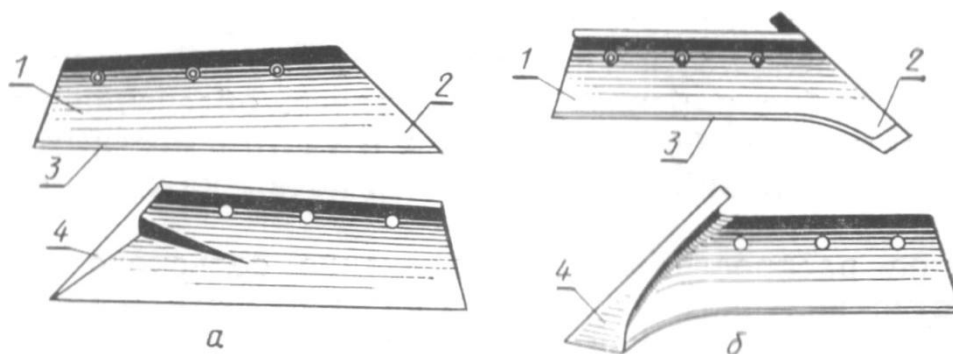
Рис. 2. Лемішно – відвальний плужний корпус:

I – леміш; II – відвал; III – стійка; IV – польова дошка; 1 – носок лемеша, 2 – лезо; 3 – пяток; 4, 6 і 8 – борозний, верхній і польовий обрізи; 5 – крило відвала; 7 – груди відвала.

Леміш підріже шар знизу й разом з відвалом відокремлює його збоку (від стінки борозни). Ступінь кришення шару залежить від форми «грудей», а ступінь обороту – від форми – «крила» відвала. В остаточному підсумку якість обробки залежить від типу відвала, а також механічного складу, задерності й вологості ґрунту. Шар, розкришений на структурні агрегати розміром 1...3 мм і перевернений на 180°, відповідає поданням про ідеальну обробку ґрунту.

Леміш підріже шар знизу, частково кришить його й передає на відвал. За геометричною формою лемеша підрозділяють на трапецієдальні й долотоподібні (рис. 3). Різноманіття ґрунтових умов привело до створення різних модифікацій двох зазначених форм лемішів: наприклад, з висувним долотом, зі змінним лезом, з

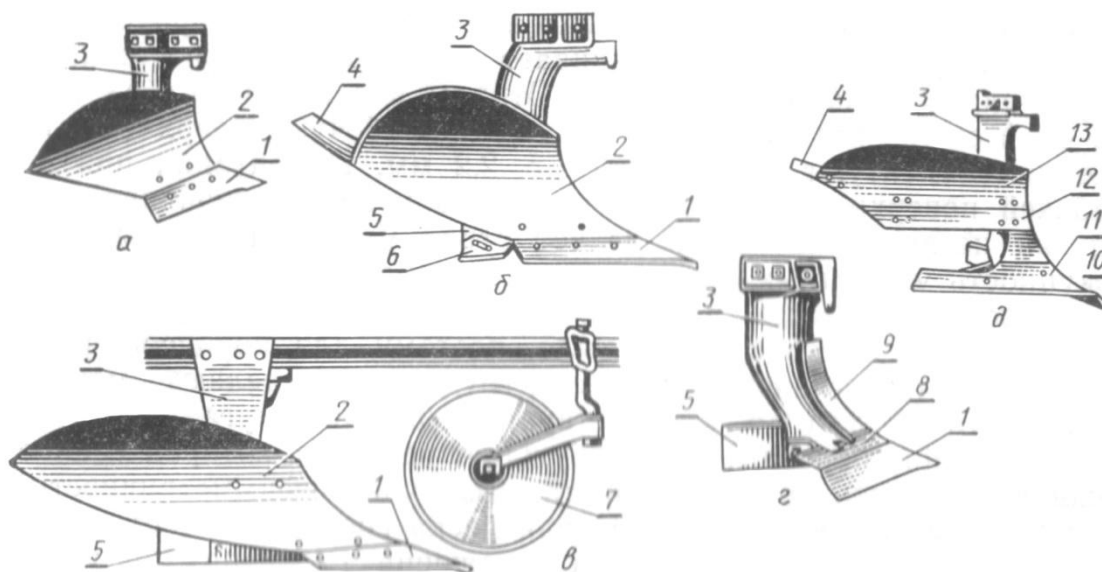
накладним носком, зі змінним носком, зубчастих і т.п.



а – трапецієдальний; б – долотоподібний; 1 – пяток; 2 – носок; 3 – лезо; 4 – магазин

Рис. 3. Типи лемешів.

Різноманіття ґрунтів вимагає певного набору робочих органів для їхньої обробки. Від правильного вибору робочого органа, що відповідає конкретним умовам поля, залежить якість обробки ґрунту, отже, і врожайність, родючість ґрунту, культура землеробства. На рисунку 4 представлені лемішне – відвальні корпуси, що одержали широке поширення в Україні [3].



а – культурний; б – напівгвинтовий; в – гвинтовий; г – безперешкодно (для рихлення); д – вирізний; 1 – леміш; 2 – відвал; 3 – стійки; 4 – перо; 5 – польова дошка; 6 – пяток польової дошки; 7 – дисковий ніж; 8 – уширювач; 9 – щиток; 10 – долото; 11 – еміш нижній; 12 – леміш верхній; 13 – відвал вирізної

Рис. 4. Різновиди лемішно – відвальних корпусів

Культурні корпуси (рис. 4, а) добре кришать, але погано обертають шар і тому застосовуються в сполученні з передплужниками для обробки культурних ґрунтів. Більшість, застосовуваних у цей час, плугів загального призначення укомплектовано культурними корпусами.

Напівгвинтові корпуси (рис. 4, б) краще обертають, але гірше рихлять шар. Їх установлюють на кущево – болотних плугах для обробки осушених торф'яних і болотистих мінеральних ґрунтів, а також на посилених плугах загального призначення для обробки задернілих культурних ґрунтів.

Гвинтові корпуси (рис. 4, в) добре обертають шар. Тому що розпушування й розриви шару утрудняють і погіршують його огортання, те здатність, що рихлить, корпусів зведена до можливого мінімуму. Ці корпуси призначені для обробки зв'язкових сильно задернілих ґрунтів (цілина, поклад, луг, пасовище, осушений торфовище й тому подібне) і застосовуються обов'язково в сполученні з дисковими ножами.

Безперешкодно корпус (рис. 4, г) добре рихлить ґрунт. Шар, підтятий і частково розкришений лемішем 1, піднімається по уширювачу 8 на певну висоту, після чого падає на дно борозни й від удару додатково кришиться. Для захисту від стирання стійка корпусу прикрита щитком 9.

Вирізний корпус (рис. 4, д) призначений для оранки підзолистих ґрунтів з невеликим орним обрієм. Корпус несе два леміші 11 і 12, які розділяють шар на дві частини. Нижня підзолиста частина шару, підтята лемішем 11, піднімається по ньому, проходить у виріз між лемешами й, падаючи на борозни без обороту, додатково кришиться. Верхня окультурена частина шару, підтята лемішем 12, подається на відвал 13, яким обертається, кришиться й відвалюється на нижній шар.

Розглянемо характеристики плугів, що випускаються підприємствами й використовуються в аграрній зоні півдня України.

Плуг навісний ПЛН – 4 – 35

Технічний опис – за формою робочої поверхні відвального корпусу – культурний. Плуг навісний призначений для оранки різних типів ґрунтів.

Робочі органи плуга – три корпуси являють собою стійку з башмаком, до якого кріпиться полиця, леміш та польова дошка. Полиця має культурну форму робочої поверхні.

Виробник ВАТ «Шепетівський завод», м. Шепетівка



Рис. 5. Плуг навісний ПЛН – 4 – 35.



### Плуг модульний універсальний ПМУ – 5 – 35

Технічний опис – за формою робочої поверхні відвального корпуса – гвинтовий. Плуг модульний універсальний призначений для рівної оранки ґрунту під посів зернових та технічних культур. Робочі органи плуга – п'ять корпусів, які складаються з стійки, до якої за допомогою болтового з'єднання приєднано тампозварний башмак.

Виробник ВАТ ТСКБ "Грунтомаш", м. Одеса.



Рис. 6. Плуг модульний універсальний ПМУ – 5 – 35.

### Плуг поворотний ППН – 7 – 45

Технічний опис – за формою робочої поверхні відвального корпуса – напівгвинтовий. Плуг поворотний навісний призначений для рівної оранки ґрунту під посів зернових та технічних культур.

Робочі органи плуга – сім корпусів, які складаються із стояка, башмака, однієї полиці, двох груднин полиці та одного лемеша.

Виробник ТОВ "Агросільгосптехніка" м. Ви



Рис. 7. Плуг поворотний ППН – 7 – 45.

Проаналізувавши різні форми геометричних поверхонь, використовуваних як робочі поверхні відвалів, академік В. П. Горячкін дійшов висновку: «Які б не були форми відвалів, їх можна розділити на три типи: гвинтові, циліндричні й проміжні».

**Висновки.** Проаналізовано робочі поверхні за класифікацією. Для півдня України у практиці широке поширення одержали дві групи робочих поверхонь: циліндроїдальні й гвинтові (геликоїдальні). Виявлені основні конструктивні елементи, їх параметри та матеріал з якого вони виготовляються. Циліндроїдальні робочі поверхні, у свою чергу, прийнято підрозділяти по діапазоні зміни кута на три типи: – циліндричні; – культурні; – напівгвинтові.

Розглянуті характеристики плугів, що випускаються підприємствами й використовуються в аграрній зоні півдня України:

- Плуг навісний ПН – 3 – 35 ВАТ «Шепетівський завод», м. Шепетівка
- Плуг універсальний ПМУ – 5 – 35 ВАТ ТСКБ "Грунтомаш", м. Одеса
- Плуг поворотний ППН – 7 – 45 ТОВ "Агросільгосптехніка" м. Вишневе.

### **Література**

1. Бойко А.І. Нові конструкції ґрунтообробних машин та посівних машин/ Бойко А.І., Свіреш М.О., Шмат С.І. – К., 2003 – 203с.
2. Гапоненко В.С. Сільськогосподарські машини/ Гапоненко В.С., Войтюк Д.Г. – К.: Урожай, 1982 – 312с.
3. Сисолін П.В. Сільськогосподарські машини: теоретичні основи, конструкція і проектування/ Сисолін П.В., Сало В.М., Кропівний В.М.– К.: Урожай, 2001 – 384с.
4. Хайліс Г.А. Основи теорії и розрахунка сільськогосподарських машин/ Хайліс Г.А. - Учбовий посібник. – Київ, УСХА, 1992 – 240 с.
5. Формалізація математичної моделі динамічної системи корпус плуга-ґрунт //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).
6. 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).
7. Пихтеева І.В., Дмитрієв Ю.О., Антонова Г.В., Спирінцев В.В. Методика моделювання плоских 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.
8. 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.

## **ANALYSIS OF EXISTING MODELS OF PLOWS IN THE SOUTH OF UKRAINE AND THEIR CHARACTERISTICS**

**Abstract.** The general global trend in food production shows that the increase in food resources is due to the intensification of Agriculture and an increase in soil fertility. The quality of the processing process depends on the type and physical and mechanical

*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