

НУБІП України

НУБІП України

НУБІП України

МАГІСТЕРСЬКА КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА

01.01 – КМР. 189 “С” 2021.02.01. 038 ПЗ

МАРГЕСА АНТОНА ОЛЕКСАНДРОВИЧА

2021 р.

НУБІП України

НУБІП України

НУБІП України

НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ БІОРЕСУРСІВ
І ПРИРОДОКОРИСТУВАННЯ УКРАЇНИ

Механіко-технологічний факультет

УДК 631.312

НУБІП України

ПОГОДЖЕНО

ДОПУСКАЄТЬСЯ ДО ЗАХИСТУ

Декан механіко-технологічного факультету

Завідувач кафедри

Кафедра сільськогосподарських
машин та системотехніки ім. акад.

П.М. Василенка

(назва кафедри)

НУБІП України

В.В. Братішко

(підпис)

Гуменюк Ю. О.

(підпис)

(ПІБ)

“ ” 2021 р.

“ ” 2021 р.

МАГІСТЕРСЬКА КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА

на тему: Обґрунтування та розрахунок конструктивних та технологічних
параметрів стійки плуга ПЛН В-В5

НУБІП України

Спеціальність: 208 «Агроінженерія»

Освітня програма: «Агроінженерія»

Орієнтація освітньої програми: освітньо-професійна

НУБІП України

Гарант освітньої програми:

Доктор технічних наук, с.н.с

(підпис)

В.В. Братішко

НУБІП України

Керівник магістерської кваліфікаційної роботи:

канд. тех. наук

(науковий ступінь та вчене звання)

(підпис)

Курка В.П.

(ПІБ)

Виконав

(підпис)

Маргес А.О.

(ПІБ студента)

НУБІП України

КИЇВ – 2021

НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ БІОРЕСУРСІВ
І ПРИРОДОКОРИСТУВАННЯ УКРАЇНИ

Механіко-технологічний факультет

ЗАТВЕРДЖУЮ

Завідувач кафедри _____

К.Т.Н., доцент

(науковий ступінь, вчене звання)

(підпис)

Гуменюк Ю. О.

(ПІБ)

2021 року

ЗАВДАННЯ

ДО ВИКОНАННЯ МАГІСТЕРСЬКОЇ КВАЛІФІКАЦІЙНОЇ РОБОТИ

СТУДЕНТУ

Маргес Антон Олександрович

(прізвище, ім'я, по батькові)

Спеціальність: 208 «Агроінженерія»

Освітня програма: «Агроінженерія»

Орієнтація освітньої програми: освітньо-професійна

Тема магістерської кваліфікаційної роботи

Обґрунтування та розрахунок

конструктивних та технологічних параметрів стійки плуга ИЛН 3-35

затверджена наказом ректора НУБіП України від "01" лютого 2021 р. №189 «С»

Термін подання завершеної роботи на кафедру _____

(рік, місяць, число)

Вихідні дані до магістерської кваліфікаційної роботи

Агро вимоги до роботи з даною конструкцією

Перелік питань, що підлягають дослідженню.

1. Провести аналіз існуючих конструкцій дискових плугів.

2. Встановити конструктивні та геометричні параметри дискового робочого органу плуга в процесі роботи.

3. Провести силовий аналіз удосконаленого плуга

Перелік графічного матеріалу (за потреби)

Дата видачі завдання " _____ " _____ 2021 р.

Керівник магістерської кваліфікаційної роботи _____

Курка В.П.

(підпис)

(прізвище та ініціали)

Завдання прийняв до виконання _____

(підпис)

Маргес А.О.

(прізвище та ініціали студента)

ЗМІСТ

ВСТУП.....	3
РОЗДІЛ 1. ОГЛЯД ТА ДОСЛІДЖЕННЯ МЕХАНІЗАЦІЇ ОБРОБІТКУ ГРУНТУ.....	5
1.1 Обробіток ґрунту сільськогосподарськими ґрунтообробними органами.....	5
1.2 Сучасні конструкції корпусів ґрунтообробних робочих органів.....	9
РОЗДІЛ 2. ПОЯСНЕННЯ УДОСКОНАЛЕНОЇ КОНСТРУКЦІЇ КОРПУСА ПЛУГА ПЛН-3-35.....	14
2.1 Призначення і вимоги ґрунтообробних робочих органів ПЛН-3-35.....	14
2.2 Дослідження та обміркування побудови поверхонь.....	21
2.3 Дослідження та обміркування побудови поверхонь.....	39
РОЗДІЛ 3. СИЛОВИЙ АНАЛІЗ УДОСКОНАЛЕНОГО ПЛУГА.....	43
3.1 Порівняння та переваги удосконаленого плуга.....	43
3.2 Моделювання робочого процесу шляхом прикладення сил.....	51
РОЗДІЛ 4. ОХОРОНА ПРАЦІ ТА НАВКОЛИШНЬОГО СЕРЕДОВИЩА.....	54
4.1 Загальні вимоги.....	54
4.2 Основні вимоги до машин і їх робочих органів.....	57
4.3 Основні вимоги до робочих місць робітників.....	58
4.4 Заходи для уникнення і поведінки під час пожежі.....	61
РОЗДІЛ 5. ЕКОНОМІЧНА ЕФЕКТИВНІСТЬ ДАНОЇ КОНСТРУКЦІЇ.....	64
ВИСНОВКИ.....	70
СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ.....	71

НУБІП України

ВСТУП

НУБІП України

Останнім часом у сільськогосподарській сфері, сучасні виробники техніки намагаються створити більш продуктивні одиниці техніки, щоб обробляти землі на гідному рівні. Все частіше з'являються нові модернізації та покращення для обладнання та техніки. З'являються автоматичні машини та процеси.

Спеціалістам аграрного профілю необхідно розумітися в проблемах які виникають вже сьогодні у сільському господарстві, і вирішувати їх можливими шляхами

Дана тема актуальна через підвищенням якості обробітку ґрунту, шляхом удосконалення конструкції запропонованого ґрунтообробного робочого органу.

Така побудова вібраційного вузла, для ґрунтообробного робочого органу ПЛН 3-35, дозволяє підвищити якість та продуктивність обробітку землі за допомогою вібраційних імпульсів які ідуть по робочому органу, таким чином основний плюс для такої розробки, є можливість зменшувати можливе приставання ґрунту на робочому ґрунтообробному органі, за рахунок чого знижуються енерговитрати процесу обробітку землі, що створює не малий вплив, особливо на чорноземних ґрунтах, а також на важких глинистих.

Мета роботи: Покращення якості обробітку ґрунту при роботі є корпусом плуга ПЛН-3-35.

Об'єкт досліджень: процес взаємодії ґрунтообробного робочого органу з шаром ґрунтом.

Предмет дослідження: зв'язок геометричних та конструктивних параметрів стійки, з різними режимами роботами ґрунтообробного робочого органу під час обробітку ґрунту.

Наукова новизна: розроблена нова конструкція стійки вібраційного ґрунтообробного робочого органу, що дає змогу якісніше оброблювати шар

грунту та дозволяє уникнути налипанню ґрунту на поверхні ґрунтообробного робочого органу, що дозволить працювати з ґрунтообробним робочим органом на різних ґрунтах та змінювати діапазон швидкості, така пропозиція підвищує надійність конструкції, а також експлуатацію, та витрати на паливо, відновлення конструкції та обслуговування ґрунтообробного робочого органу.

Завдання.

1. Провести аналіз існуючих конструкцій дискових плугів.
2. Встановити конструктивні та геометричні параметри дискового робочого органу плуга в процесі роботи;
3. Провести силовий аналіз удосконаленого плуга.

РОЗДІЛ 1. ОГЛЯД ТА ДОСЛІДЖЕННЯ МЕХАНІЗАЦІЇ ОБРОБІТКУ ГРУНТУ

1.1 Обробіток ґрунту сільськогосподарськими ґрунтообробними органами

Ґрунт – є верхнім шаром земної кори. Головна його властивість це є родючість, яка встановлюється певним комплексом механічних, або фізичних чи хімічних, чинниками, які впливають на життєдіяльність різних організмів. Родючість ґрунту – основна функція, яка вказує на якість ґрунту, що створює відмінність ґрунту від гірської породи й створює це утворення одним із основних засобів сільськогосподарського виробництва.

Основні характеристики структури ґрунту – пористість і об'ємна маса або густина.

Пористість виражається у відсотках і є відношенням обсягу порожнин до загального обсягу ґрунту.

В свою чергу густина – є відношенням певної маси мало волого ґрунту до деякого об'єму проби, отриманої без порушення її природного складу. Така густина може залежати від вмісту гумусу, а також пористості ґрунту.

Обробіток ґрунту – є найважливішим агротехнічним заходом для поліпшення врожайності різних культур, на певній території, що обробляється.

Основним завданням механічного обробітку ґрунту є розвиток культурних рослин шляхом створення сприятливих умов з метою одержати гідного урожаю.

У результаті механічного обробітку розпушується ґрунт, зникають шкідники і бур'яни, загортаються під землю добрива, післяживні залишки, окрім цього проходить процес накопичення вологи.

Під час механічного обробітку певного шару ґрунту робочими органами машин та обладнання, відбувається робочий процес, який створює оптимальні умови, і в подальшому оптимальний розвиток та ріст певних рослин, різних культур. А також створює захист для ґрунту від ерозії.

Механічний обробіток ґрунту разом з сівозмінами, а також добривами — основна участь сучасних систем землеробства.

Сучасні системи землеробства це не тільки механічний обробіток ґрунту, але й додавання добрив та сівозміни.

Обробіток у поєднанні з додаванням добрив та сівозмінами забезпечує максимальну продуктивність користування ґрунтів та родючості цих самих ґрунтів. Але він ефективний лише коли його проводять з урахуванням ґрунтових ознак, певних кліматичних чи погодних умов.

До основних задач обробітку ґрунту можна віднести:

- побудова сприятливих умов для якісної сівби.
- поліпшення кругообігу деяких поживних необхідних речовин, шляхом переміщення їх з менших горизонтів в орний, а також активізації мікробіологічних процесів;

- зміна положення чи структури ґрунту з метою створення різних ліпших режимів;

- ліквідація збудників хвороб, бур'янів, та шкідників;

- запобігання ерозії;

- загортання в землю добрив чи рослинних залишок.

Щодо способів обробітку ґрунту, то є декілька різновидів.

- Основний обробіток ґрунту зазвичай перший самий глибокий обробіток ґрунту (20 – 35 см), після попереднього вирощування.

- Верхній обробіток передбачає такі операції: боронування, шлейфування, та ряд інших операцій для покращення якості ґрунту.

- Спеціальний обробіток це оранка ущільнених, мало якісних болотних ґрунтів, плантажний або ярусний обробіток ґрунту, а також глибоке розпушення.

Залежно від способу механічного обробітку ґрунту машини і знаряддя діляться на:

- ґрунтообробні робочі органи, машини і обладнання загального призначення для основного обробітку ґрунту;

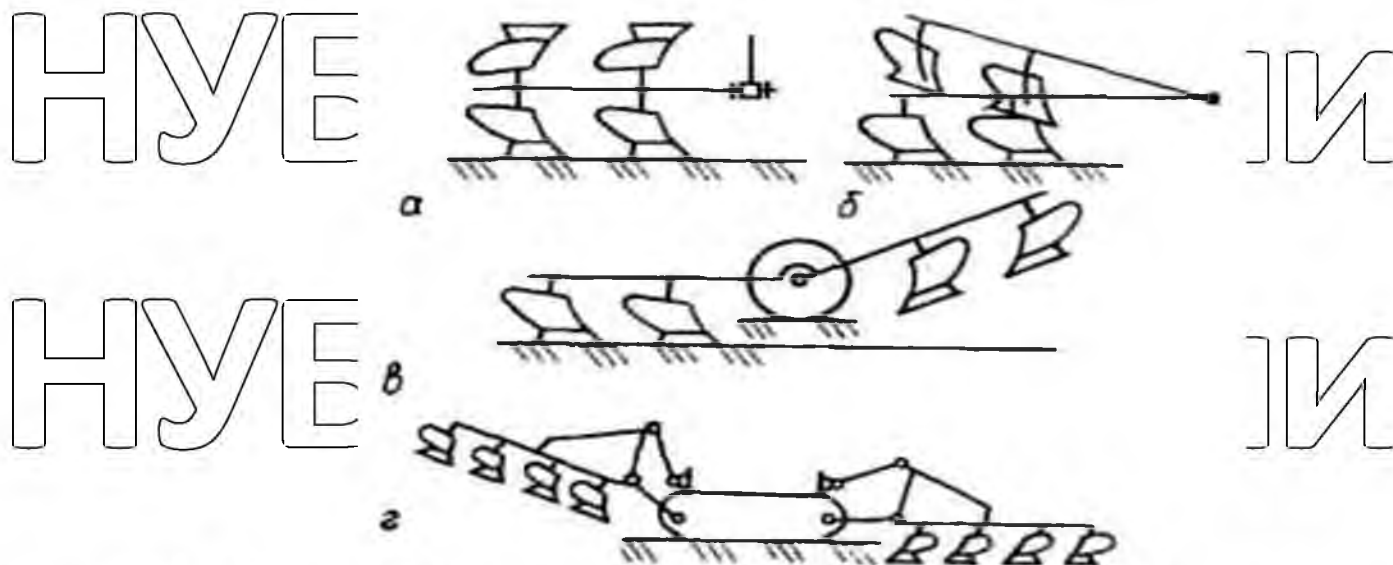


Рис. 1.1 Машини для основного обробітку ґрунту:

а – оборотний; б – клавішний, в – балансирний, г – човниковий секційний;

- техніка і знаряддя для поверхневого обробітку ґрунту

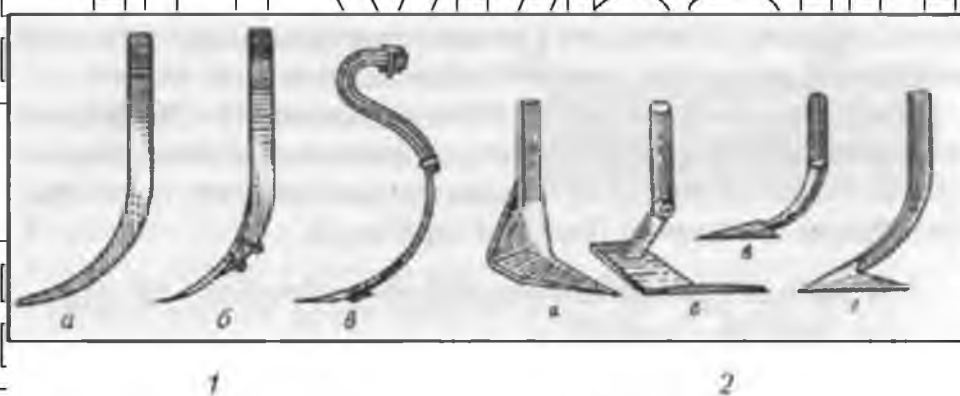


Рис. 1.2 Лапи культиваторів для поверхневого обробітку ґрунту:

1 - розпушувальні: а - долотоподібна; б - з наральником; в - пружинна з наральником. 2 - підрізувальні: а, б - односторонньо-плоскорізальні; в - стрілецька плоскорізальна; г - стрілецька універсальна.

- ґрунторозпушувачі, ґрунтообробні робочі органи та інша техніка спеціального призначення.

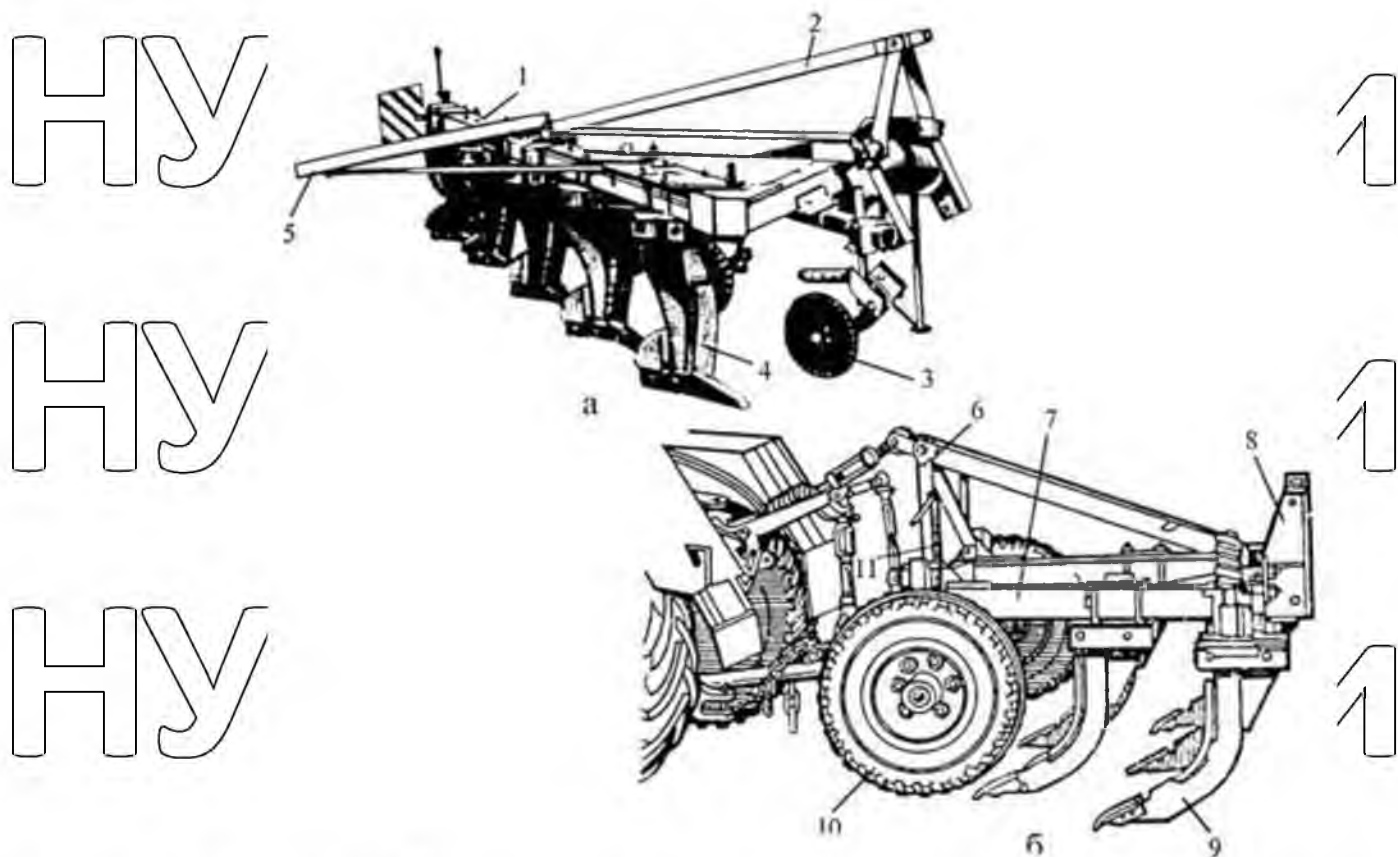


Рис. 1.3 ґрунтообробний робочий орган - розпушувач ПРПВ-5-50 (а) і ґрунтообробний робочий орган - глибокорозпушувач чизельний ПЧ-2,5 (б).

1.2 Сучасні конструкції корпусів ґрунтообробних робочих органів.

ґрунтообробного робочого органу є головним органом техніки для обробітку ґрунту.

НУБІП України

НУБІП України

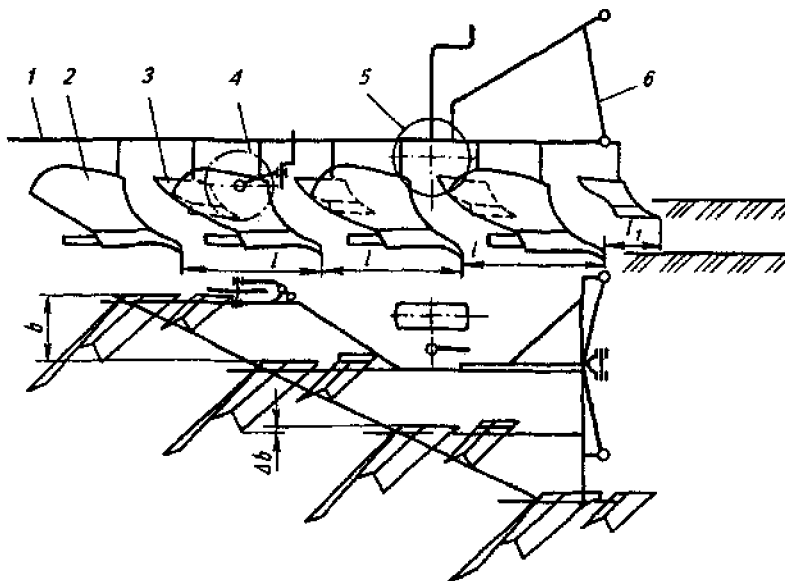


Рис. 1.4 Схема навісного ґрунтообробного робочого органу загального призначення:

- 1 – рама; 2 – корпус; 3 - передплужник; 4 – дисковий ніж; 5 – опорне колесо; 6 – підвіска.

Оранка надає ряд переваг для рослинництва:

- створює чисту якісну поверхню ріллі;
- збагачує ґрунт органікою;
- відновлює структуру ґрунту.

Для проведення обробки ґрунту застосовують навісні, напівнавісні або причіпні ґрунтообробні робочі органи.

Всі ґрунтообробні робочі органи, що призначені для основної підготовки ґрунту, класифікуються так:

- За призначенням (ґрунтообробного робочого органу основного призначення, а також спеціальні).
- За типом органів роботи.
- За видом з'єднання з технікою. (Причіпні або начіпні).
- За швидкістю оранки. (стандартна швидкість є 1,4 м/с та швидкісні обробки ґрунту підвищена 1,4 до 2,2 м/с і вище).

Вище перелічені ґрунтообробні робочі органи, виробляють відомі іноземні компанії Kuhn, Lemken, Kuerneland, Maschio Gaspardo, Unia, Farmet, Rabe, Poettinger, Amazone, Gregoire Besson, та ін.

Сучасні ґрунтообробні робочі органи мають змогу мати від 2 до 12 корпусів, траплялися випадки і з 13 корпусами, а також сучасні ґрунтообробні робочі органи керування оранкою автоматизовані.

Відповідно це впливає на конструкцію, а також агрегування з ґрунтообробним робочим органом. Важливу роль відіграє вибір кількості корпусів на рамі. На це впливає кілька чинників, серед яких найголовнішим є ґрунтові умови проведення обробки ґрунту.

Найпоширенішими в агро-сфері є техніка обладнана п'яти корпусами варіанти ґрунтообробних робочих органів, вони дуже добре себе зарекомендували під час оранки.

Більшість марок ґрунтообробних робочих органів в залежності від кількості корпусів 3-7 виробляють у начіпному варіанті, а з більшою кількістю корпусів – напівнавісними з певною кількістю опорних колес, а також гібридними, де поєднуються основні плюси начіпної і напівнавісної умов агрегування.

Ширина захвату корпусів ґрунтообробного робочого органу має встановлене значення, а також може змінюватися ступінчасто чи безступінчасто, вручну чи автоматично в певних межах.

Вигляд поверхні плужного корпусу можна визначити максимальною можливістю пристосуватися до певних умов. В різноманітних конструкціях ґрунтообробних робочих органів поширення набули культурні, циліндричні, гвинтові, а також напівгвинтові сталі поверхні полицок, які відносяться між собою геометрією поверхні, а також характером певної дії на землю.

Також використовуються і оборотні ґрунтообробні робочі органи – вони мають два комплекти плужних корпусів на одній рамі. Головна перевага такого ґрунтообробного робочого органу в тому, що він не робить ніяких додаткових

операцій з пластом. Його використання дозволяє орати човниковим методом: після проходу наступний прохід проводиться впритул до попереднього.

Оборотний ґрунтообробний робочий орган з'єднується з трактором за допомогою триточкового навішування.



Рис. 1.5 Оборотний триборозенний ґрунтообробний робочий орган.

Найкраще рішення для зменшення вітрової ерозії, буде використання чизельного ґрунтообробного робочого органу. Такий ґрунтообробний робочий орган застосовується для глибокого рихлення, щоб створити великі шматки землі на відкритих місцях поля, таким чином і захищають від ерозії.



Рис. 1.6 Чизельний ґрунтообробний робочий орган.

Що до вібростійких плугів. Навісний/вібраційний ґрунтообробний робочий орган, який зображений на (рис. 1.7) складається з рами, робочі органи та опорне колесо, яке відрізняється тим, що виконане у вигляді пруткового катка, воно має форму правильного многокутника.

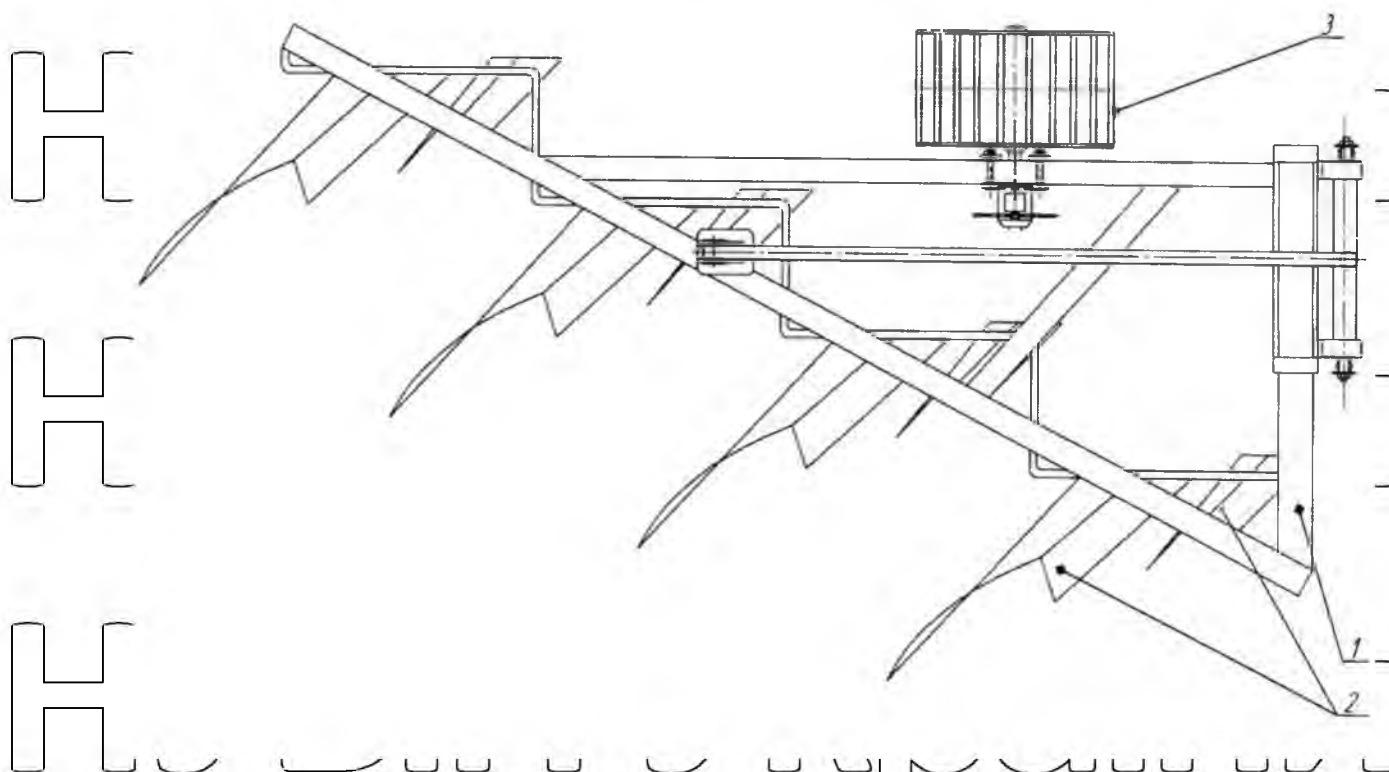


Рис. 1.7 Навісний вібраційний плуг з многокутним колесом

Такий корпус ґрунтообробного робочого органу, який вібрує час від часу в ґрунті через різку зміну опору оброблюваного шару ґрунту, а також шарнірного кріплення стійки із рамою, в свою чергу стійка між двома ресорами напійно затиснута, яким необхідно підтримувати кутові коливання по колу. Вібрація ґрунтообробного робочого органу намагається зменшити коефіцієнт тертя, створює додаткові тріщини в землі, також знижує ймовірність налипання ґрунту у вологих місцях поля, і все це чудово впливає на гідність обробки ґрунту та суттєво зменшує енерговитрати.

Також до вібраційних ґрунтообробних робочих органів можна віднести корпус поворотного ґрунтообробного робочого органу.

НУБІП України

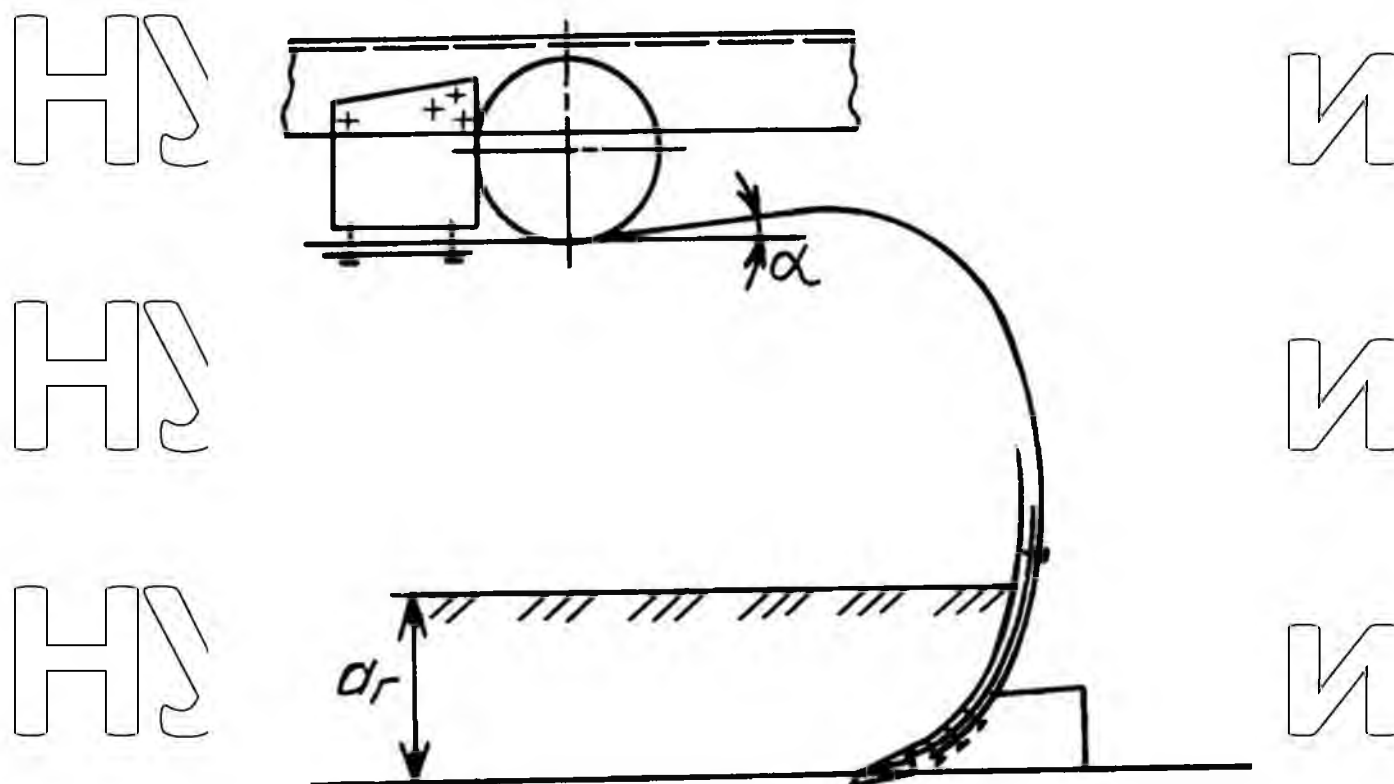


Рис. 1.8 Корпус поворотного ґрунтообробного робочого органу.

Робочі органи такого плуга мають змогу утворювати просторові автоколивання, при використанні таких коливань як джерело вібрації. Отже коли всі можливі точки відвальної поверхні містять певні траєкторії руху в деяких напрямках. В такому випадку коливання утворюються у трьох напрямках. Тоді такі коливання в основному впливають на опір відділенню ґрунту, а також знижує коефіцієнта тертя. Поверхня ґрунтообробного робочого органу перенасить пласт ґрунту також за трьома різними напрямками. Все вище сказане підвищує продуктивність та якість обробки, а також зменшує енерговитрати.

НУБІП України

РОЗДІЛ 2. ПОЯСНЕННЯ УДОСКОНАЛЕНОЇ КОНСТРУКЦІЇ КОРПУСА ПЛУГА ПЛН-3-35

2.1 Призначення і вимоги ґрунтообробних робочих органів ПЛН-3-35

ґрунтообробний робочий орган ПЛН 3-35 розшифровується таким чином: П - плуг, Л - лемішний, Н - навісний, 3 - трьохкорпусний, 35 - ширина захоплення корпусу. Це є найпопулярнішим плугом серед середніх і малих господарств. ґрунтообробні робочі органи виробляють не тільки в Україні, а також на всій території СНД. Він популярний через доступну вартість, простоту у користуванні та обслуговуванні, а також можливістю агрегування з великою кількістю техніки класу 1.4.

ґрунтообробний робочий орган має три корпуси ПЛН-3-35 основне призначення орання різних типів ґрунтів, щоб мати змогу посіяти зерно та технічні культури на необхідній глибині до 30 см, де не засмічено камінням, плитняком і іншими перешкодами, може витримати опір до 0,09 Мпа (0,09 кг / см²).

Не забороняється на ґрунтообробні робочі органи встановлювати корпус з кутознімом, в такому разі передплужники не використовуються. Обладнавши, на крайньому корпусі ніж вертикально - використовувати дисковий ніж не рекомендується.

Технічні характеристики трикорпусного навісного ґрунтообробного робочого органу ПЛН 3-35

Користь від використання за годину головного часу із комплектацією корпусами для роботи на швидкостях, Га / год

5 - 7 км / год

0,525 - 0,735

7 - 9 км / год

0,735 - 0,945

9 - 12 км / год

0,945 - 1,260

Робоча ширина захвату плуга, м

1,05

Відстань від нижньої площини рами до опорної площини корпусів,
повинна бути більша, мм
620

Робоча швидкість руху на головних роботах, км / год 5 -

12

Глибина оранки, см 20
Відстань між корпусами по ходу плуга, мм 760

± 25

Кількість корпусів, шт. 3
Ширина захвату передплужника, мм 230 ± 20
Ширина захвату корпусу, мм 350 ± 20

Габаритні розміри плуга, мм

- довжина

2560 +

100
- висота 1270
+ 30

- ширина

1350

+ 30
Строк служби, років 8
Гарантований строк служби, років 2

Габаритні розміри техніки в транспортному положенні, мм

- довжина

6550 +

200
- ширина 2030
+ 40

- висота

2600

+ 50
Дорожній просвіт більше ніж, мм 250

Максимальний опір для переміщення органів керування технологічним процесом на рукоятці гвинта опорного колеса. Н

Радіус повороту по граничній зовнішній точці, менше ніж, м
8,8

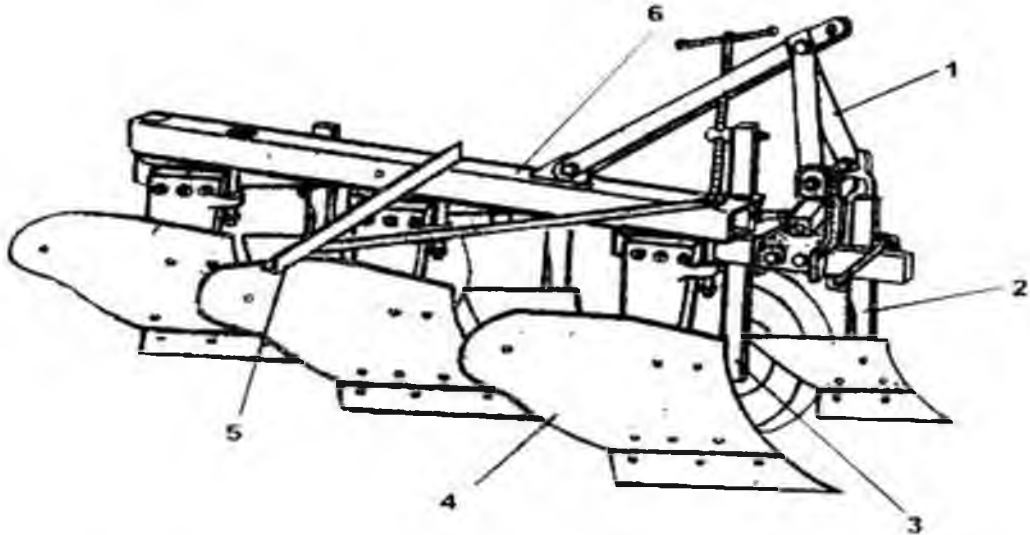


Рис. 2.1 Грунтообробного робочого органу трьохкорпусний навісний ПЛН 3-35; 1 - причіпний механізм; 2 - передплужник; 3 - опорне колесо; 4 - корпус плуга; 5 - причеплення для борни; 6 - рама

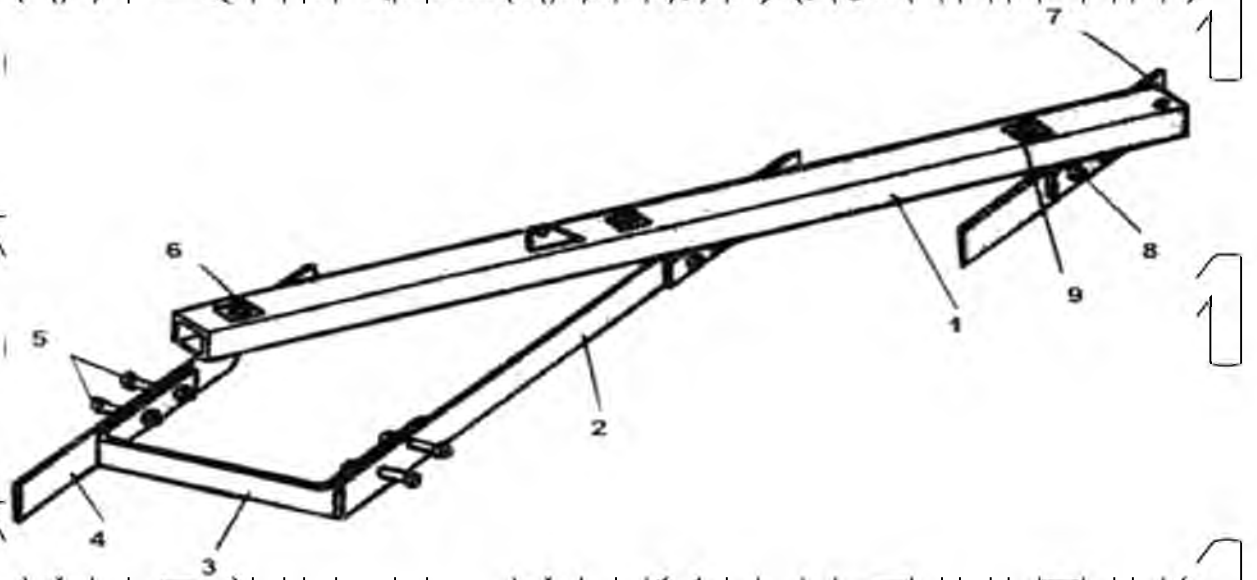


Рис. 2.2 Рама.

1 - балка основна, 2 - полоса ПЛВ, 3 - распорка, 4 - полоса, 5 - болт М22х95 с гайкой і шайбою, 6 - болт ПЛУ 04.706-02 с гайкой і шайбою, 7 - полоса, 8 - болт М22х130 с двома гайками, 9 - планка.

Рама ґрунтообробного робочого органу це зварена конструкція з труб квадратного перерізу, утвореного з куточків зварених один з одним і посилених у місцях контакту накладними з листового металу.

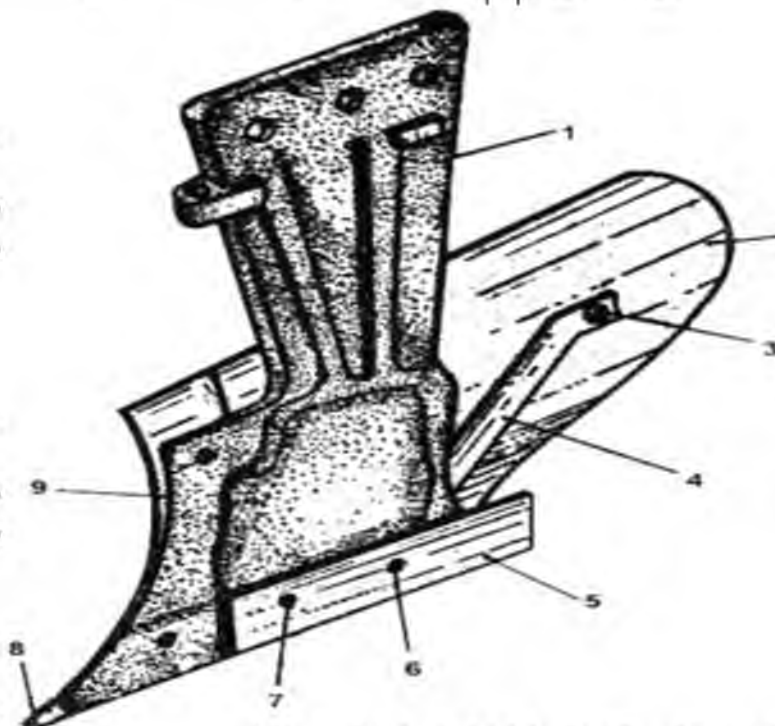


Рис. 2.3 Корпус ПЛН-3-35

До складу корпусу ґрунтообробного робочого органу ПЛН-3-35 входять:

- 1 – стійка с башмаком і болтами М20х80 з гайкою и шайбою.
- 2 – крило відвалу
- 3 – болт М10х40 з гайками и шайбами, М10х35 с гайками и шайбами.
- 4 – розпірка.
- 5 – дошка польова.
- 6 – леміх
- 7 – відвал.
- 8 – болт М12х60 или М12х70 с гайкою и шайбою.
- 9 – болт М12х50 с гайкою и шайбою.

Передплужник (рис 2.4) під час роботи займається зрізом верхнього (8-12 см) шару ґрунту і скидає його на дно борозни, в свою чергу основний корпус

грунтообробного робочого органу закопує його нижнім незадернілим шаром ґрунту, який має змогу зруйнуватися. Ширина передплужника складає $\frac{2}{3}$ захвату основного корпусу, це забезпечує більш якісне укладення верхнього шару ґрунту на дно борозни. В результаті, верхній шар ґрунту набуває розпушеного стану, і це виглядає культурно, звідси й пішла назва обробіток ґрунтообробними робочими органами з передплужниками називають культурною оранкою. Після вище згаданої оранки відпадає потреба в багаторазовому поверхневому обробітку. Також, використання передплужників дає змогу створити умови для розкладу рослинних залишок трав, оскільки верхня частина скиби потрапляє на дно борозни і гладким м'яким ґрунтом проорюється, що поліпшує умови його вологості.

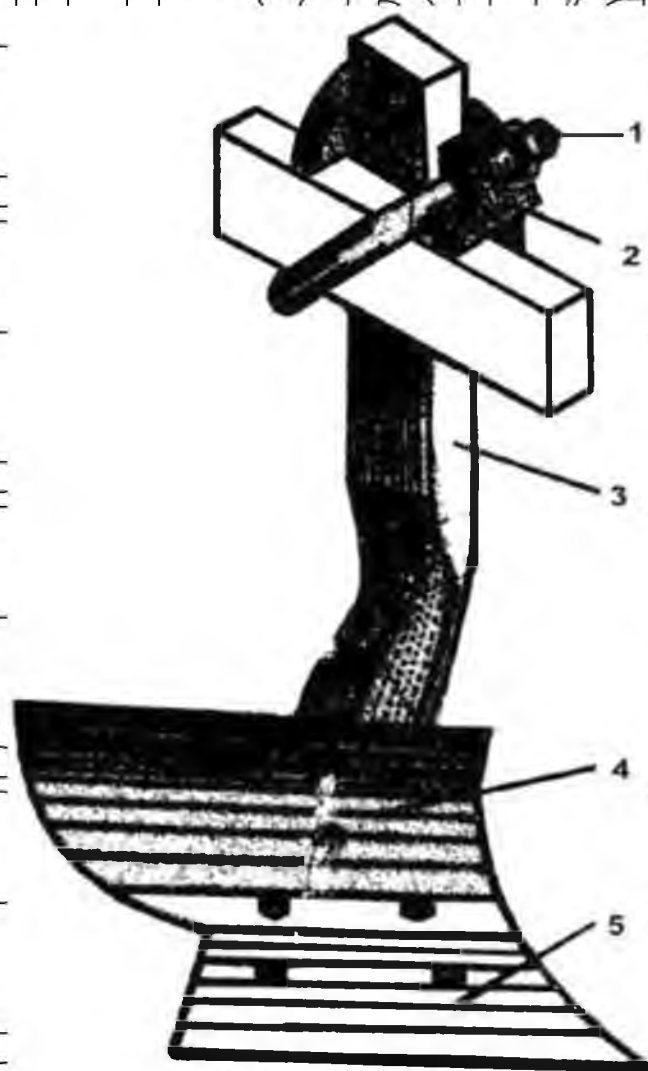


Рис. 2.4 Передплужник:

1 - скоба з гайкою і шайбою; 2 - державка; 3 - стійка; 4 - відрив; 5 - леміш.

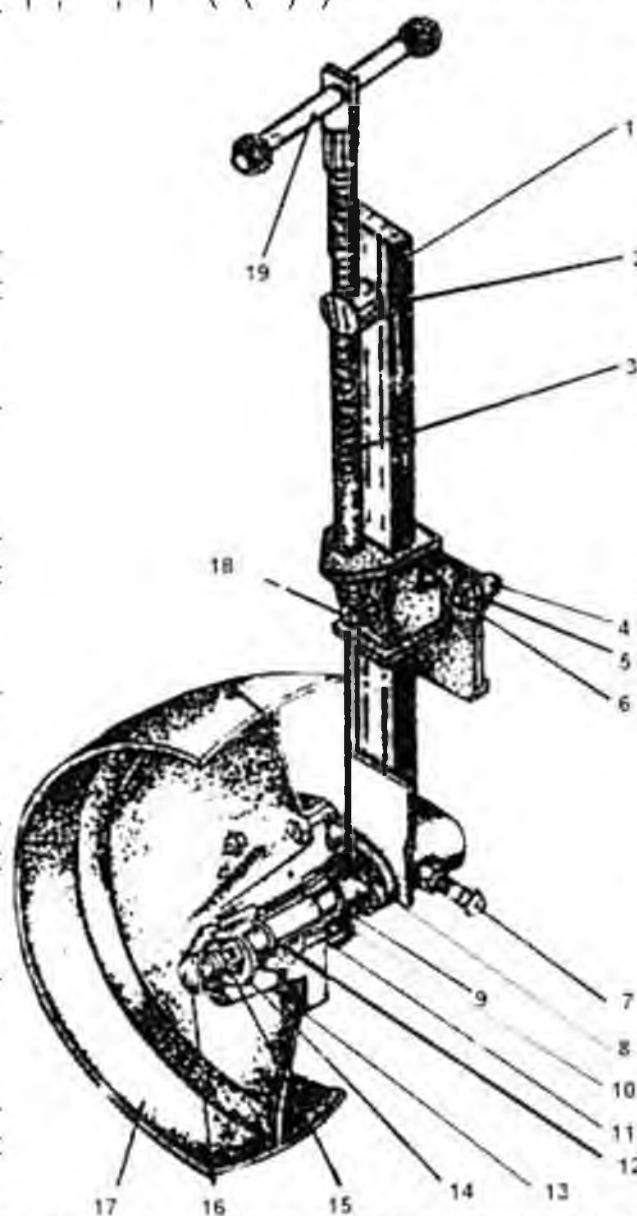


Рис. 2.5 Опорне колесо:

1-стійка; 2-гайка; 3-гвинт; 4-скоба; 5-державка; 6-шайба; 7-болт; 8-втулка; 9-манжета; 10-підшипник; 11-стунця; 12-полуось; 13-масленка; 14-шайба; 15 - гайка корончата із шплінтом; 16-ковпак; 17-обод; 18-болт; 19-рукоятка

Призначення опорного колеса є регулювання та встановлення глибини оранки. Стійка колеса кріпиться в середині кронштейна, який розміщений на рамі за допомогою двох драбин. Регулювання глибини обробітку ґрунту є можливим за допомогою гвинтового пристрою.

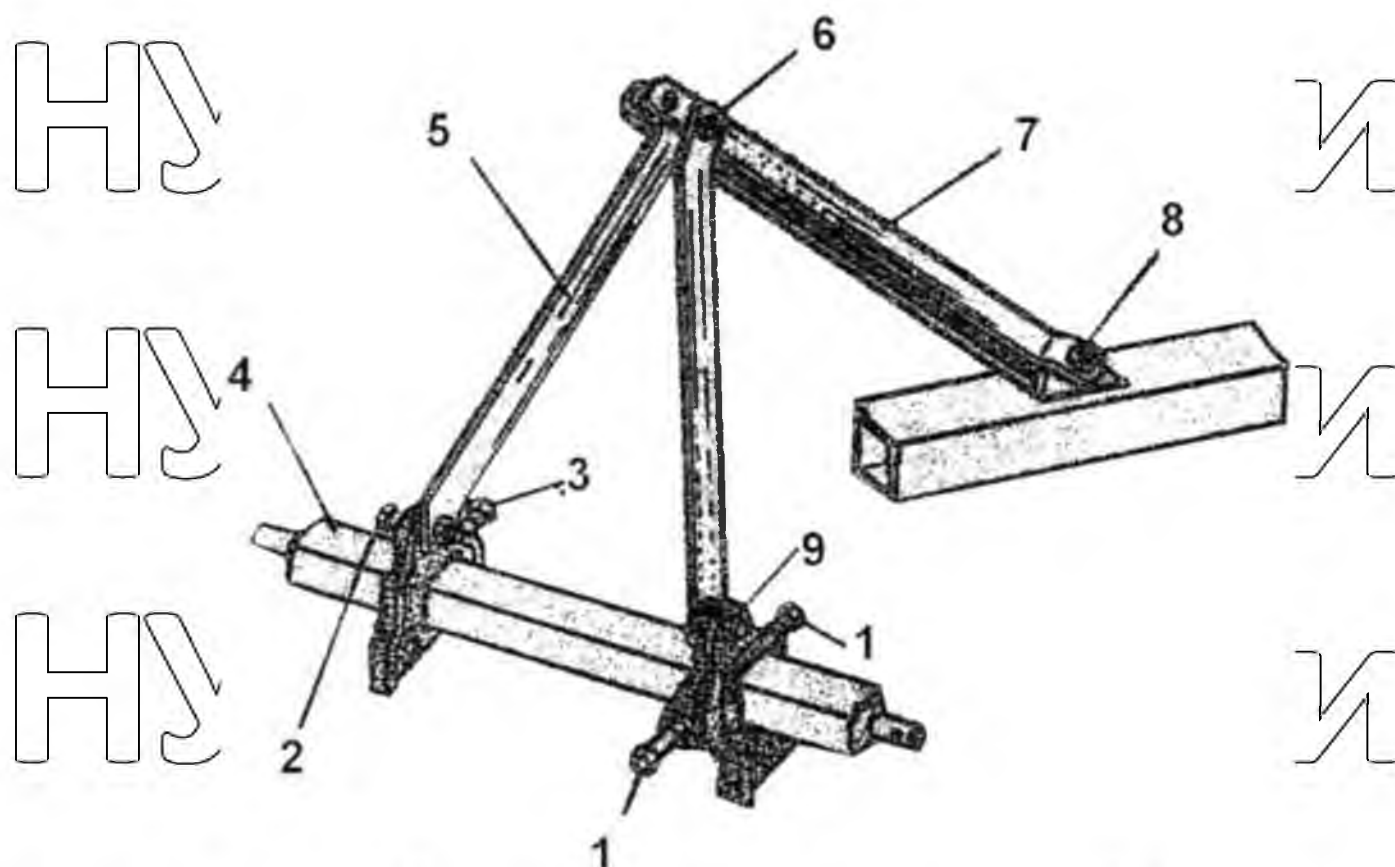


Рис. 2.6 Навісний механізм

Навісний механізм складається з:

1 - болт спеціальний з тійкою;

2 - болт M22x65 з шайбою і гайкою;

3 - болт упорний;

4 - вісь;

5 - стійка;

6 - болт M22x150 з втулкою;

7 - розкіс;

8, 9 - болт M22x85 з гайкою і шайбою.

Навісний пристрій служить з метою з'єднання ґрунтообробного робочого органу з тягою навісного пристрою техніки, що знаходиться в задній частині.

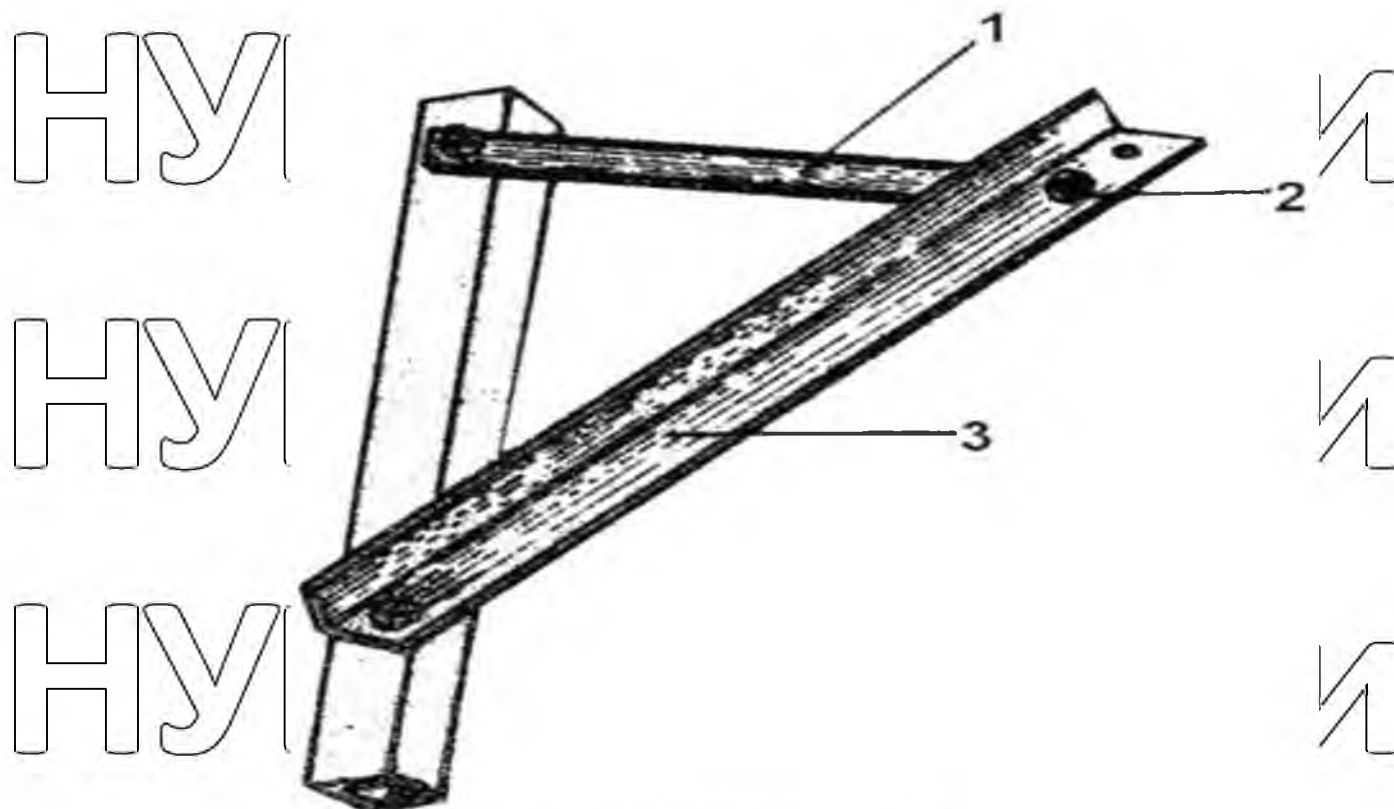


Рис.2.7 Прицепка для борін

Прицепка для борін має:

- 1 – розтяжка.
- 2 – болт М16х40 або М16х50 з гайкою и шайбою;
- 3 – брус прицепки.

Боронування оберігає ґрунт від сухості, ліквідує земляну кірку, створює рівну поверхню, знищує бур'яни.

Технологічний процес оранки виконується так. Спочатку корпус ґрунтообробного робочого органу з кутознімачем підрізає певний шар ґрунту за допомогою леміша і при русі агрегата підрізаний пласт переміщуючись по відвалу і перевертається. Ґрунт при цьому кришиться на пласт, в свою чергу дно борозни йде попереду корпусу. Кутознімач такого корпусу скидає шар землі разом з поживними речовинами скидає до дна борозни.

2.2 Дослідження та обміркування побудови поверхонь

Поверхня утворюється рухом певної лінії, яка зветься твірною. Також є друга лінія, яка зветься напрямною, і з'єднана з попередньою у точці. Ця точка називається точкою інцидентності. Напрямною лінією може бути пряма лінія

або плоска. Поверхня зветься лінійчатою, якщо пряма лінія є твірною.

Лінійчаті поверхні поділяються на розгортні або нерозгортні. В свою чергу розгортні поверхні розгортаються на всю площину без складок або розтягів.

Це конуси, циліндри, а також торсові поверхні. В свою чергу нерозгортні поверхні мають суміжні площини, ніяк не можна, вони будуть отримувати

пластичні деформації стискування чи розтягу. Таким чином, неможливо на якусь площину розгорнути кулю без певного створення поверхні. Назвати

поверхню циліндричною можна назвати лінійчату поверхню, в якій всі твірні паралельні між собою, а також паралельні якійсь прямій, саме це задає

напрямок для твірних. Розглянемо метод утворення поверхні циліндра.

Переміщення твірної по одній чи двох направляючих кривих утворює циліндричну поверхню полиці корпусу ґрунтообробного робочого органу для

побудови твірних потрібно задати форму і в просторі розмістити дві направляючі криві I-I і II-II, У 1918 р професор Сладков Н.В. відкрив спосіб

створення циліндроїдальних полицок за допомогою переміщення горизонтальної твірної по двох параболох що направляють твірні [6]

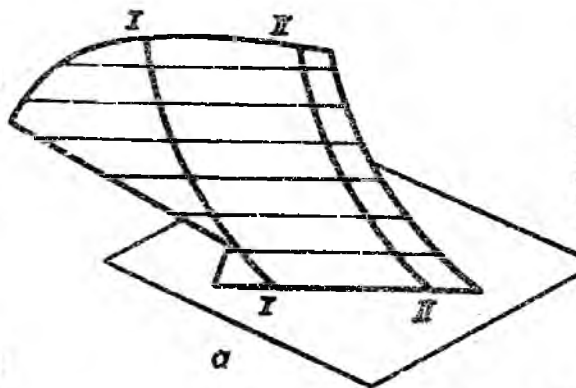


Рис. 2/8 Побудова лемішно-полицевої поверхні за способом Сладкова Н.В.

Шучкін Н.В. був створив спосіб створення циліндроїдальної поверхні леміша та полиці, за допомогою якого поверхні що розташовані в системі координат $XOYZ$ і утворюється переміщенням прямокутної твірної, що відображена по горизонталі є DE по кривій направляючій лінії буде BC , все це розміщене десь у площині N , яка перпендикулярна ножи леміша AB . Твірна DE утворює із стінкою борозни XOZ кут γ , цей кут може змінюватися від γ_0 для ножа леміша, яке являє собою нижню твірну, до кута γ_n для верхньої твірної. Перш ніж вчений винайшов цей спосіб, було проаналізовано велика кількість європейських полицок, які створюються у певних країнах на території Європи.

На основі вивчення геометрії поверхонь необхідно було вивести ознаки поверхонь, що дало можливість розробити цей метод, який став стандартом і ввійшов у всі підручники та довідникам пов'язані з сільськогосподарським машинобудуванням. Цей спосіб був впроваджений в промисловість і поверхні багатьох ґрунтообробних робочих органів, які виготовлялися в подальшому були розроблені по цьому методу. Пізніше, з розвитком обчислювальної техніки та засобів і навиків програмування, цей спосіб дуже часто змінювався для автоматичного створення і проектування полицок.

Основний недолік цього методу закладається в тому, що він пристосований до руху ґрунтообробного робочого органу зі швидкістю 5 км/г, такою була швидкість руху коня, оскільки він був основною тяговою силою в ті часи. Слід зауважити, що робоча швидкість техніки в часи 1925 – 1940рр. також не перевищувала швидкість, 5 км/г, тому що все рухоме обладнання було пристосоване саме до швидкості 5 км/г.

Згідно способу запропонованого Шмельовим Б.М., більшість твірних гвинтової поверхні мають паралельний напрям до вертикальної площини, стінки борозни. Отже ребро BO кривого ножа являє собою початкову твірну гелікоїда. Переміщуючи нижній кінець по направляючій, твірна обертається навколо цієї прямої, паралельно борозни таким чином описує гвинтову

поверхню $BOFB_1$. Фронтальна частина поверхні яка виглядає як косий клин AOB з кутами $\beta=20^\circ$ і $\gamma=35-40^\circ$, центральна частина поверхні $BOFB_1$ це гвинтова поверхня, в свою чергу задня частина є поверхня, утворена переміщенням твірної по просторовій кривій яка змінює кривину B_1E .

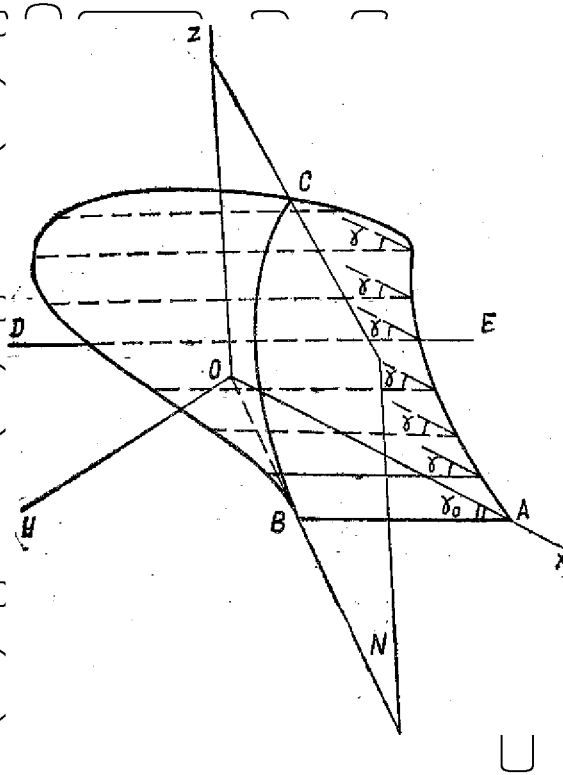


Рис. 2.9 Створення поверхні лемішно-полицевої поверхні за способом Шучкіна Н.В.

Поверхня циліндра дуже проста, тому дає змогу розглянути послідовність створення графоаналітичної створення поверхні полиці. Ця послідовність без змін може бути перенесена на створення більш тяжких поверхонь, такі як циліндроїд. Щоб створити поверхню циліндра потрібно знати який напрям у твірних, які паралельні один з одною, та напрямну криву, де з нею всі твірні мають спільну точку. Вихідними даними для побудови поверхні має буди ширина і глибина скиби ґрунту, яка піднімається по полиці.

Також потрібно вказати кути постанови леміша до стіни 0 у та дна борозни 1 ε. Дані про глибину та ширину борозни дають змогу побудувати лобовий

контур необхідної полиці, в свою чергу кути розміщення леміща впливає на напрямок твірних. Щоб забезпечити гідну роботу полиці напрямну криву необхідно вибрати на основі певних вимог:

- скиба, що відкидається, не повинна задиратися крилом полиці;
- скиба, що піднімається по полиці, повинна цілком розміщуватися на полиці, не висипатися через неї та не скупчуватися на початку;

- кривина напрямної кривої повинна забезпечувати гідне розпушування скиби ґрунту.

Такі головні критерії до геометричної поверхні вказують на декілька основних етапів проектування:

- вибір кутів розташування леміща до стіни, а також дна борозни;
- на основі агротехнологічних вимог оберемо глибину обробітку ґрунту, а також ширину захвату корпусу ґрунтообробного робочого органу;

- вибір певного типу напрямної кривини, такі як дуга, коло чи парабола;
- створення каркасу поверхні, тобто отримання всіх існуючих твірних поверхонь;

- головна задача зміни напрямку кривини кривої, щоб забезпечити потрібний ступінь розпушування шару ґрунту.

Циліндроїдальною поверхнею являється лінійчата поверхня де всі прямолінійні твірні паралельні одно з одною та паралельні якійсь площині, що зветься площиною паралелізму. Самий популярний спосіб проектування

поверхонь, яким є кінематичний, завдяки чому створюється рухом у просторі

прямої, яка зветься твірною, поверхню циліндроїда можливо створити

кількома способами. Перший полягає в тому, що у прямолінійній твірній є

певна суміжна точка із двома напрямними кривими, в свою чергу другий

спосіб працює коли твірна має спільну точку з напрямною кривою, в той час

коли її положення визначається за допомогою кута нахилу до певної площини.

AB та CD існують як напрямні лінії, а також є криві. AB та CD з якими твірна g контактує в точці $1 \in (AB)$ й $2 \in (CD)$. В таких положеннях

прямолінійна твірна g направлена паралельно до площини паралелізма P , таким чином її проєкції gH паралельно направлені PH у площині P .

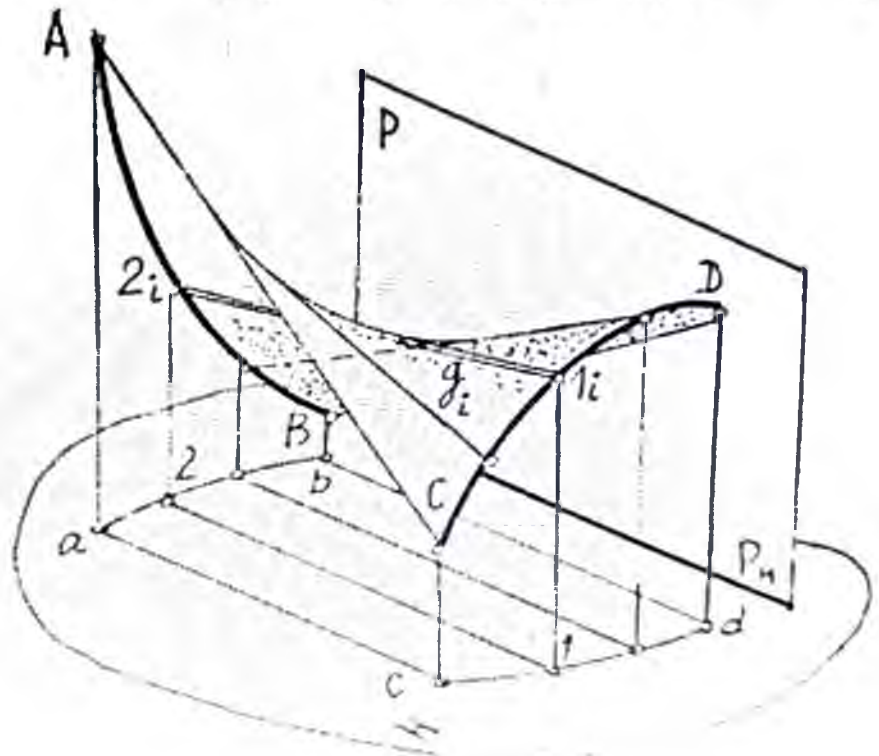


Рис. 2.10. Схема утворення циліндроїдальної поверхні за допомогою двох напрямних кривих

Для створення рівняння поверхні циліндроїда, що утворюється двома напрямними твірними, а також положенням прямолінійної твірної десь у просторі, використаємо дві спільні точки $1(x_1|y_1|z_1)$ й $2(x_2|y_2|z_2)$, які мають відношення до напрямних кривих:

$$m: x_1(u), y_1(u), z_1(u);$$

$$n: x_2(u), y_2(u), z_2(u),$$

де u — певний параметр.

Для задач аналітичного огляду поверхні циліндроїда, в даному випадку створимо систему координат $Oxyz$ так, щоб площина Oxy стала горизонтальною. Тоді наша вісь Oz буде розташована вертикально, в свою

чергу горизонтальну площину Oxy визначаємо за допомогою площини паралелізму, тоді кожна твірна, а також g буде до неї паралельна.

Створимо рівняння твірної такі самі рівняння прямої твірної, що можуть контактують у двох точках, а саме: $1(x_1, y_1, z_1)$ і $2(x_2, y_2, z_2)$, що відносяться до напрямних m і n :

$$\frac{X - x_1(u)}{x_2(u) - x_1(u)} = \frac{Y - y_1(u)}{y_2(u) - y_1(u)} = \frac{Z - z_1(u)}{z_2(u) - z_1(u)} \quad (2.1)$$

Отже якщо твірна направлена паралельно горизонтальній площині проєкцій, тоді $z_2u = z_1u$.

Рівняння прямої твірної буде мати такий вигляд на горизонтальній площині проєкцій:

$$Y - x_1(u) \frac{y_2(u) - y_1(u)}{x_2(u) - x_1(u)} = x_1(u) \frac{y_2(u) - x_1(u)}{x_2(u) - x_1(u)} + y_1(u) \quad (2.2)$$

Для задач на поверхні по одній кривій m : $x(u)$, $y(u)$, $z(u)$

А також по функції кута нахилу $\gamma(u)$ до певної площини проєкцій зосередимось на рівнянні прямої, ця пряма проходить через точку k , що відноситься до напрямної кривої m у напрямку, що задається кутом γ :

$$Y - y_k = tg\gamma(X - x_k); Z = z_k \quad (2.3)$$

Якщо звернути увагу на координати спільної точки k та кут γ то вони є функціями параметра u , і ми отримаємо рівняння поверхні циліндроїда

$$Y = tg\gamma \times uX - xk(u); Z = zk(u) \quad (2.4)$$

Кут нахилу твірної γ є зазначеною величиною, в такому разі будемо мати поверхню циліндра:

$$Y = tg\gamma \times X - xk(u) + yk(u); Z = zk(u) \quad (2.5)$$

Циліндроїда з горизонтальними твірними можна визначити аналітичним способом за допомогою напрямної кривої та за допомогою закону розташування твірної. Таким чином визначаємо напрямну криву m у параметричному стані

$$m: x = x(u), y = y(u), z = z(u) \quad (2.6)$$

Твірна поверхня направлено паралельно горизонтальній площині проєкції Oxy .

Звідси рівняння твірної буде виглядати так:

$$Y = tgY \times X + b; Z = a \quad (2.7)$$

Для створення поверхні, параметри tgY , b та a були функціями будь-якого другого параметра u , також ця напрямна повинна бути спільною точкою з напрямною кривою m . Якщо врахувати вище сказане то рівняння поверхні циліндроїда буде мати такий вигляд:

$$Y = tgY(u) \times X + [y(u) - tgY(u) \times x(u)]; Z = a(u) \quad (2.8)$$

Отримуємо загальне рівняння поверхні циліндроїда. Для цього перенесем напрямну криву m у площину Oxz , після чого рівняння буде мати такий вигляд:

$$m: Y = 0; \phi = (X, Z), \text{ або } X = f(Z). \quad (2.9)$$

Рівняння прямолінійної твірної g , що проходить через точку $A(x_0, 0, z_0)$, яка належить на напрямній кривій m , отримає такий вигляд:

$$g/Z = z_0; Y = (x_0 - x) \times tg\vartheta \quad (2.10)$$

Для утворення поверхні необхідно, щоб кут ϑ змінювався за законом,

тоді отримаєм

$$tg\vartheta = \phi(Z). \quad (2.11)$$

Поверхня циліндроїда є більш складнішою, ніж поверхня циліндра, яка розглядалась вище. Ця поверхня являє собою подвійну кривину, тому для її

проекування необхідно отримати більше вихідних даних. Отже із

геометричними зразками поверхонь такого циліндроїда може бути

спроєкована всього з двох напрямних кривих, або по одній напрямній кривій

та за допомогою закону положення твірної. Незалежно від способу створення

прямолінійна твірна на кожному своєму положенні буде направлена

паралельно горизонтальній площині. За допомогою першого способу

створення кута нахилу твірної до краю стіни борозни, таким чином

визначають інцидентності точок разом із напрямними кривими. Інший спосіб заключається в складанню кута нахилу твірної в сторону стінки борозни це вдається завдяки функції, від вертикального переміщення. В процесі проектування вихідні дані такої поверхні за першого способу будуть такі:

- дві криві напрямні поверхні;
- кути необхідного встановлення леміша до стінки 0 γ і дна борозни 1 ϵ .
- глибина і ширина скиби ґрунту, що піднімається по полиці;

Скориставшись іншим способом проектування, вихідні дані будуть такі:

- глибина і ширина скиби ґрунту, що піднімається по полиці;
- закон положення твірної;
- напрямна крива.

Для забезпечення гідної роботи полиці напрямну криву необхідно вибирати на основі певних вимог:

- скиба, що відкидається, не повинна задиратися крилом полиці;
- скиба, яка піднімається по полиці, має бути повністю розміщена на полиці, не повинна пересипатися через верх та не скупчуватися на початку;
- полиця повинна гідно розпушувати шар ґрунту та якісно загортати рослинні рештки чи бур'яни та все інше що знаходиться на полі.

Такі вимоги із сукупністю геометричних зразків поверхонь визначають найголовніші етапи проектування.

- на основі агротехнологічних вимог вибір певної глибини обробки ґрунту та ширини захвату корпусу ґрунтообробного робочого органу;
- необхідно змінити кривину напрямної кривої для забезпечення необхідного, якісного ступеня розпушування ґрунту;
- побудова каркасу поверхні, тобто визначення всіх, твірних поверхонь.

Геометричні зразки поверхонь дають змогу побудувати поверхні полицок аналітично, але більш якісним варіантом є графічно-аналітичний спосіб проектування, оскільки має ряд переваг, тому як є наочним, та дозволяє уникнути багатьох проблем в чисельних способах. На базі циліндроїдальної

поверхні можна створювати культурні, а також напівгвинтові полиці.

Культурна полиця має суцільне крило і використовується в основному для розпушування ґрунту, з свою чергу напівгвинтова використовується як для розпушування ґрунту, так і для загортання рослинних залишків. У

подальшому метод проектування буде розглядатися для вище зазначених полицок одночасно. Вже наголошували, що поверхню циліндроїда можна побудувати двома способами: по двох напрямних кривих або ж по одній напрямній кривій за законом руху твірної.

Для побудови культурних або напівгвинтових полицок не заборонено використовувати дугу кола, але необхідно керуватися деякими даними. Збільшення розпушувальних умінь полиці досягається за рахунок збільшення її кривоті установки, при цьому кут ϵ , для культурних полицок має такі значення $\epsilon = 25 \dots 30^\circ$, в свою чергу напівгвинтові полиці $\epsilon = 20 \dots 25^\circ$.

Виліт напрямної L дізнаються в залежності від радіуса R першого кола, а також від установки лемпша (кут ϵ):

$$L = R(1 - \sin \epsilon). \quad (2.12)$$

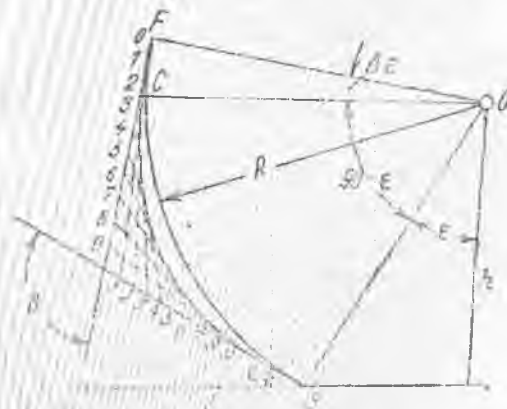


Рис. 2.11 Схема створення напрямної кривої для циліндродальної полиці

На висоту h напрямної кривої впливає радіус R та ϵ :

$$h = R \cos \epsilon. \quad (2.13)$$

Для культурних полицок в деяких випадках $L=160-200$ мм. В свою чергу для напівгвинтових $L \approx 220$ мм. А от для глибокого обробітку ґрунту випіт напямної кривої рекомендується робити більше, на відміну від мілкої. Кут ϑ який знаходиться між крайніми дотичними, в основному його значення такі:

для культурних полицок $\vartheta = 115^\circ$;

для напівгвинтових полицок $\vartheta = 110^\circ$.

Так як дуга кола інколи схожа на напямну криву, внаслідок постійної кривини, вона багато в чому поступається кривій, у якій кривина змінюється.

Найпростішою кривою змінення кривини є як правило парабола другого порядку. Якщо описати параболу по R радіусу кола, то обидві криві в точках B та C мають загальні дотичні, тоді парабола, як напямна, дозволяє леміщу якісніше піднімати скибу за допомогою рівної половини леміща (S). Параболу можна обрати із будь-якою опуклістю, що дає змогу більш якісніше пристосувати поверхню полиці до будь-яких умов роботи, до більш якісного розпушування та переміщення скиби. Ефективнішому обертанню скиби відповідає також більший згин крила за допомогою подовженої дуги напямної кривої, внаслідок збільшена дуга BC на $\Delta\varepsilon$, зменшує кут ϑ до величини:

$$\vartheta = 90 + \varepsilon - \Delta\varepsilon. \quad (2.14)$$

Перейти від кола до описаної навколо кола параболи дуже легко, якщо обрати величину $\Delta\varepsilon$ тоді кут ϑ опишеться між дотичними, а також ширина S буде прямою частиною леміша. Як вже відомо, найпростішою параблою є парабола другого порядку. Створенні аналітичним способом параболи другого порядку стикаються з ускладненнями, оскільки вона володіє загальним рівнянням в простому вигляді, тому в практиці застосовують графічний спосіб. Графічний спосіб наочний і простий він дозволяє легко будувати параболу, коригуючи вихідні дані. Для створення параболи поділяємо дотичні на певну кількість точок, ось наприклад дотичні розділені на 10 точок. Пронумеруємо ці точки по одній дотичній у звичайному порядку: 0, 1, 2, ...

9, а на іншій у зворотному порядку: 9, 8, 7, ..., 0. Після чого прямими лініями з'єднуємо точки з однаковими номерами. Саму параболу створюємо за допомогою з'єднання прямих як дотичних.

Проектуючи циліндроїдальну поверхню полиці по заданих напрямних кривих, використовують дві напрямні криві, які повинні розміститися у паралельних площинах, а також вони будуть паралельні для поздовжньо-вертикальній площині, тобто стіни борозни. Отже направлені криві, в такому разі вибираємо параболу. Перша параболою розміщена в площині польового обрізу, в свою чергу друга розміщена у площині, яка проходить через задню частину леміша.

Побудова полицок з нелінійчатою поверхнею в основному вигляді приводиться в рух завдяки твірній, що має спільну точку із напрямною. При побудові нелінійчатої поверхні замість твірної виступає крива, яка може лежати на площині, або бути просторовою. Таким чином виникає дуже важливе питання про характеристики твірної та напрямної лінії. Так як твірна g найчастіше задається рівнянням $g = F(x, y, z, a_1, a_2, \dots, a_i, \dots)$,

де x, y, z – поточні координати твірної,

$a_1, a_2, \dots, a_i, \dots$ – параметри кривої, які створюють певну форму, кривої.

Для створення поверхні полиці достатньо взяти напрямну, що лежить у площині, тоді її рівняння буде виглядати так:

$$G = F(y, z, a_1, a_2, \dots, a_i, \dots) \quad (2.15)$$

У такому випадку напрямна буде знаходитись у площині, що перпендикулярно направлена осі OX , яка є напрямком руху. Розмістивши напрямну криву в деякій горизонтальній площині, яка є дном борозни, а саму напрямну задаєм як рівну лінію. Звісно враховуючи рівняння (2.15) її рівняння буде таким:

$$Y = kx + c. \quad (2.16)$$

Зважаючи на те, що твірна може бути увігнута чи опукла, або змінювати кривизну, обравши саму криву та визначивши її параметри є дуже складною процедурою.

Створення плужної поверхні за основними технологіями. Під час оранки на деякі частинку ґрунту, що рухається по робочій поверхні корпусу ґрунтообробного робочого органу, різноманітні сили впливають на них, тим самим якість оранки залежить від просторового розташування цих сил, що створюють дію на скибу землі зі сторони робочого органу під час його руху.

Будь-яка частинка ґрунту, що знаходиться в будь-якій точці на поверхні полиці, знаходиться під дією елементарної сили, яка від нормалі спрямована до поверхні в цій точці на кут тертя ϕ , що розташований у площині руху цієї частинки на цій же ділянці поверхні. Для плужних корпусів різноманітних типів експериментальним способом були отримані різні траєкторії руху частинок землі на робочій поверхні ґрунту. Саме це дозволяє створити макети орієнтації елементарних сил та створити графічний спосіб їх визначення. На макетах зображено орієнтацію сил для різних корпусів, вона є різною. На культурному корпусі присутні певні елементарні сили, які сходяться в області найбільшого загушення, яке розташоване в певній межі скиби ґрунту.

Характером спрямованості елементарних сил на будь-якій робочій поверхні корпусів можна виділити три основні зони: перша зона створює паралельний пучок прямих ліній; друга зона, дає загушення в деяку область; третя зона, найчастіше утворює систему, яка розходитьься. Щоб з'ясувати зв'язок між знаходженням області скупчення елементарної сили, відповідно до робочої поверхні полиці, відрізання скиб ґрунту, а також певного ступеню розпушування шару обробленого ґрунту розроблено графічний спосіб побудови геометричної орієнтації елементарних сил, що діють на скибу ґрунту із головної робочої поверхні корпусу.

Графічний спосіб визначення певне розташування області де зосереджено максимальне скупчення елементарних сил, воно потребує

присутності на профілографі корпусі певної траєкторій руху частинок землі по поверхні ґрунтообробного робочого органу також необхідно знати кут тертя ґрунту по такій поверхні ϕ .

Щоб створити дві проекції корпусу ґрунтообробного робочого органу – горизонтальну та фронтальну, що зображені на профілографи.

Створення розгортних поверхонь полицок корпусів для використання швидкісного обробітку ґрунту. Підвищення потужності тракторів призводить до підвищення продуктивності та якості на польових роботах. Підвищити

продуктивність можна тільки за рахунок підвищення швидкості техніки та обладнання, оскільки спочатку вся техніка працювала зі швидкістю до 5 км/год.

Особливо гостро з'явилася проблема щодо підвищення швидкості в 60–80-х роках минушого століття. Над конструюванням корпусів ґрунтообробного робочого органу, працювали провідні науково-дослідні інститути: серед них «Всесоюзний інститут механізації сільського господарства» (ВІМ) Міністерства сільського господарства СРСР, та ряд інших

Оранка в ті часи була головною операцією обробітку шару ґрунту, тому дуже багато зусиль вклали в розробку корпусів ґрунтообробного робочого органу, що дало б змогу якісно працювати в режимі 6–10 км/год. Наведені у цьому розділі матеріали ми маємо з праць ВІМу, тому вони мають велику

експериментальну достовірність. Щоб досягнути більшої швидкості оранки було проведено дуже багато експериментальних досліджень якості та продуктивності роботи корпусів ґрунтообробного робочого органу як американського, так і європейського створення. Існуючі тоді напіввинтові корпуси не задовольняють вимоги підвищення швидкості. Випробовувалися

напівгвинтові корпуси фірм «Джон Дір» та «Кейс» під час обробітку ґрунту важко суплинистих чорноземних поверхонь, у 1969–1975 рр. Було виявлено, що на швидкостях 6–12 км/год вони здатні зробити ґрунт пухким, але неякісно

і мають більший тяговий опір, ніж вітчизняні швидкісні корпуси. У момент досліджень зрозуміли, що після обробітку напіввинтовими корпусами типу «Джон Дір» на полі лишилися фракції грудок розміром не більше 5 см на 10–12 % менше, ніж після проходу швидкісних корпусів типу КСЭ, в свою чергу великих розмірів дорівнює понад 15–25 см – у 2 рази більше. Корпуси типу «Джон Дір» дають також найбільшу кількість великих грудок розміром близько 30 см на поверхні поля. Крім того, після проходу корпусу «Джон Дір» залишаються також грудки розміром більше ніж 40 см, у свою чергу жоден вітчизняний корпус таких великих грудок не залишає.

Такі ж самі дані отримані і під час оранки менш твердих ґрунтів. Характерні для такої оранки великі грудки розміром 15–20 см. Відповідно до питомого тягового опору, то на низьких швидкостях він на 5–7 % менше в корпусів «Джон Дір», ніж у вітчизняних. Але в подальшому при збільшенні швидкості, крива питомого опору корпусу «Джон Дір» різко піднімається вгору і підіймається вище кривої питомого опору корпусу КСЭ-21. Це можна пояснити таким чином: розпушувальна здатність напіввинтових корпусів нижча, за вітчизняні, але по всьому шару ґрунту вони утворюють великі грудки. Внаслідок цього утворилися витрати енергії, в них на розпушування не більші, ніж у корпусів КСЭ. На низьких швидкостях витрати енергії на відкидання скиби всіма можливими корпусами приблизно однакові.

Так вийшло, що менший тяговий опір корпусів «Джон Дір» при порівнянні з вітчизняними корпусами, пояснюється менші витратами енергії на розпушування. Окрім цього збільшенням швидкості, як показали досліди, кількість великих грудок землі під час роботи корпусу «Джон Дір» залишається незмінним і через те що крило цих корпусів на порядок довший, ніж у КСЭ-21. При переміщенні великих грудок землі під час відкидання на високій швидкості виникає додатковий опір через об'єднання корпусів з нерухомою частиною ґрунту. Крім того, тиск великих грудок на більше плече крила здійснює великий обертовий момент ґрунтообробного робочого органу.

через це зростає тиск польових дошок на стінку борозни. Ще одним немало важливим джерелом додаткового тягового опору корпусу «Джон Дір» є збільшення розмірів площі контакту основної поверхні із скибою, що транспортується. Все вище сказане відповідає тому, що напівгвинтові корпуси американського типу з точки зору енергетичних та агротехнічних, вимог непридатні для експлуатації на підвищених швидкостях.

Велику перевагу перед ними по основним показникам мають корпуси типу ПЛЖ з полицею, що має розгортну поверхню. Ці корпуси мають агротехнічні задатки культурних європейських корпусів, а також по енергетичних показниках перевищують їх. Крім цього, вони мають ряд переваг перед напівгвинтовими й культурними корпусами над нерозгортною поверхнею у створенні корпусів. В процесі створення таких полицок відсутня місцева витяжки, а також через нерівномірну напругу сталі після закінчення гартування на поверхні полиці відсутні бугри та вм'ятини. Наявність такого роду браку сприяє налипанню полиці ґрунтом, що не тільки збільшує тяговий опір, а й порушує обертання самої скиби та її розпушування, також відбувається хаотична укладка шару ґрунту.

Також одна із основних технологічних переваг корпусів ПЛЖ заключається в тому, що під час роботи, шар ґрунту дуже гарно прилягає до розгортної полиці і відбувається деформування по ортогональним кривим і це відбувається по всіх точках твірних. Важливо також те, що рух скиби по такій поверхні, та його обертання, відбувається відповідно до основних вимог агротехніки. Які виникають у лінійчатих поверхнях відноситься розгортна поверхня, оскільки утворюється за допомогою руху у просторі прямої лінії. Але не кожен лінійчатий поверхню можливо вважати розгортною, якщо взяти до уваги, гіперболічний параболоїд «сідло» яке має нерозгортну поверхню.

Лінійчатий поверхня буде розгортною тоді, коли її можна розгорнути і сумістити з площиною. Ця поверхня має таку перевагу, що її можна отримати простим згином площини і, навпаки, її можна розгорнути в площину

уникнувши розрив і складки. Найпростіші розгортні поверхні, це конус чи циліндр.

Застосування торсових поверхонь для створення проєкцій полицок ґрунтооброблювального робочого органа. Самі по собі розгортні поверхні не мають якихось обмежень, цими двома випадками до якого можна віднести

конус чи циліндр. Отже можна розглянути проєктування розгортних поверхонь звернувши увагу більш детально на: побудову самих поверхонь а також їх використання для проєктування полицок ґрунтооброблювального робочого органа. У подальшому назву «розгортні» замінимо на «торсовими»,

тому що з часом змінилась як назва так і конструкція, а саме присутність ребра звороту «торсу». Однак у конусі довжина торсу прирівнюється з нулем – він стягується в одній точці, в свою чергу у циліндра довжина лінії торсу прирівнюється з безкінечністю. Отже конус та циліндр є окремими варіантами

торсової поверхні. Поза ребром повороту поверхня відсутня через те, що всі твірні дотикаються до основного ребра. При створенні робочих органів різних задач які основані на торсових поверхонь необхідно відстежувати, щоб ребро повороту не ввійшло на розгортку поверхні, бо в такому випадку робочий орган виготовити неможна ні в якому разі. Першим виявив придатність

торсових поверхонь, щоб спроектувати поверхню плужних полицок академік В. П. Горячкін. Вчений навів основні геометричні співвідношення з цією метою.

Створення торсових полицних границь за сферичного пояснення це один із найскладніших способів створення торсових. Сферичне пояснення розгортної поверхні має вигляд кривої лінії, тому коли створюється поверхня уточнюють напрямком нормалей до поверхні яка невідома, це становить деякі труднощі, тому що до поверхні напрямком нормалей не зв'язаний з параметрами обробітку землі. Спосіб створення торсових поверхонь полицок

дуже якісно розроблено Л. В. Гячевим. Суть цього способу є сферичне відтворення поверхні. Якщо визначити просторову криву лінію, де на ній у

кожній точці створимо дотичну. У кожній точці в межах кривої де визначена дотична вкажемо одиничний вектор, що співпадає з напрямком дотичної. Після чого визначимо десь у просторі точку в яку можна перенести всі одиничні вектори.

Опишемо всі точки як починаються із центру сферу одинарного радіусу, де в кінці одиничний вектор зможе описати певну криву, яку можна назвати кривою сферичного відображення. З точки зору прямої, крива сферичного відображення є певною точкою, це є пряма лінія для плоскої кривої, в свою

чергу для кривої це також крива лінія. Щоб визначити сферичне відображення

поверхні необхідно в кожній її точці створити певний вектор нормалі одиничної довжини. В результаті чого може бути два випадки, в залежності від типу поверхні. У разі розгортної поверхні сферичне відображення буде виглядати як лінія. В свою чергу для нерозгортної поверхні відображають певну

область. Так як для площини, деяке сферичне відображення буде точкою, то інші нормалі до поверхні будуть направлені однаково. Розташування одиничного вектора десь у просторі отримується за допомогою двох кутів, тож якщо в наявності є сферичне відображення певної просторової кривої відразу

отримаємо плоску криву. Використавши це під час вивчення руху шару ґрунту

по основній поверхні робочого органу. Будемо мати змогу створити сферичне відображення всіх траєкторій.

Сферичне зображення траєкторій руху, дає змогу зрозуміти, як саме рухається ґрунт. Якщо криві еквідистантні, то шар ґрунту рівномірно

рухається, одним потоком, але якщо якісь криві сферичного зображення починають перетинаються під час руху, то у потоці ґрунту почнуть з'являтися зони з високим тиском. Спосіб створення торсової поверхні фокусується на розташуванні сферичного відображення поверхні, що з'являється за рахунок

багатьох напрямів елементарних сил, що діють і створюють тиск полиці на скибу ґрунту, але якщо взяти до уваги, що кут тертя ґрунту вздовж полиці прирівнюється до нуля. В такому випадку напрямок тиску буде однаковий з

нормаллю та направлений до поверхні в кожній точці. Такий спосіб один із найскладніших, тому що він повністю фокусується на сферичній диференціальній геометрії та тригонометрії. Це і є основною його складністю у інженерних робітників які не дуже розуміються в цьому та не мають поглибленої математичної підготовки. Але в свою чергу він дає змогу більш детально поглянути у всю суть математичного проектування поверхонь, а також демонструє ще один підхід до створення поверхонь полицок.

2.3 Дослідження та обміркування побудови поверхонь

Створимо рівняння кривої сферичного відтворення поверхні. На самперед звернемо увагу на те, що через дві точки $N1(\varepsilon_1, \gamma_1)$ та $N2(\varepsilon_2, \gamma_2)$ на сфері є змога провести різні криві, то ж створимо отримані різні поверхні. [7]

Самим простим виглядає лінійна залежність між γ та ε

$$\gamma = a + b\varepsilon \quad (2.17)$$

що відображена пунктирною прямою на графіку $\gamma = \gamma(\varepsilon)$. Вирішивши систему всього із двох рівнянь:

$$\begin{cases} \gamma_1 = a + b\varepsilon_1 \\ \gamma_2 = a + b\varepsilon_2 \end{cases} \quad (2.18)$$

Необхідно знайти коефіцієнти a та b :

$$\begin{cases} a = \frac{\gamma_1\varepsilon_2 - \gamma_2\varepsilon_1}{\varepsilon_2 - \varepsilon_1} > 0 \\ b = \frac{\gamma_1 - \gamma_2}{\varepsilon_2 - \varepsilon_1} > 0 \end{cases} \quad (2.19)$$

Так як $b = \frac{d\gamma}{d\varepsilon}$, то для всіх інших значень на поверхні є похідна $\frac{d\gamma}{d\varepsilon}$ має мінусове значення; Таке рішення призведе до мінусових значень кутів ψ у з.

Тоді отримаємо:

$$b = -0,167$$

що дасть:

$$(\psi_{yz}) = -2^{\circ}45'; (\psi_{yz}) = -17^{\circ}30'$$

У разі крайньої точки кривої польового зрізу, яка відповідає $\varepsilon = 90^{\circ}$, вона є розташована вище дна борозни на певній висоті, яка рівна ширині захвату корпусу, тоді крило полиці при значеннях $(\psi_{yz}) = -17^{\circ}50'$ буде розміщене дуже високо. Змінити висоту крила в такому випадку це можливо за рахунок зменшення висоти кривої польового зрізу, але це недовільно, через те що присуне обмеження на максимальну глибину обробітку ґрунту.

Отже мінусові значення кутів ψ_{yz} , за значень ε , наближених до 90° призводять до негативних форм поверхні. [7]

Через це необхідно створити додаткові геометричні умови, а саме значення кута ψ_{yz} при $\varepsilon = \varepsilon_2 = 90^{\circ}$

Приймаємо, що при $\varepsilon_2 = 90^{\circ}$, $\psi_{yz} = +5^{\circ}$.

Якщо вирішити другу формулу відносно $\frac{dy}{d\varepsilon}$, то отримаємо [7]

$$\frac{dy}{d\varepsilon} = \frac{\sin y \times \operatorname{tg} \psi_{yz}}{\sin \varepsilon (\sin \varepsilon - \cos y \times \cos \varepsilon \times \operatorname{tg} \psi_{yz})} \quad (2.20)$$

В отриману формулу підставляємо значення ε_2 , y_2 та ψ_{yz} , після чого

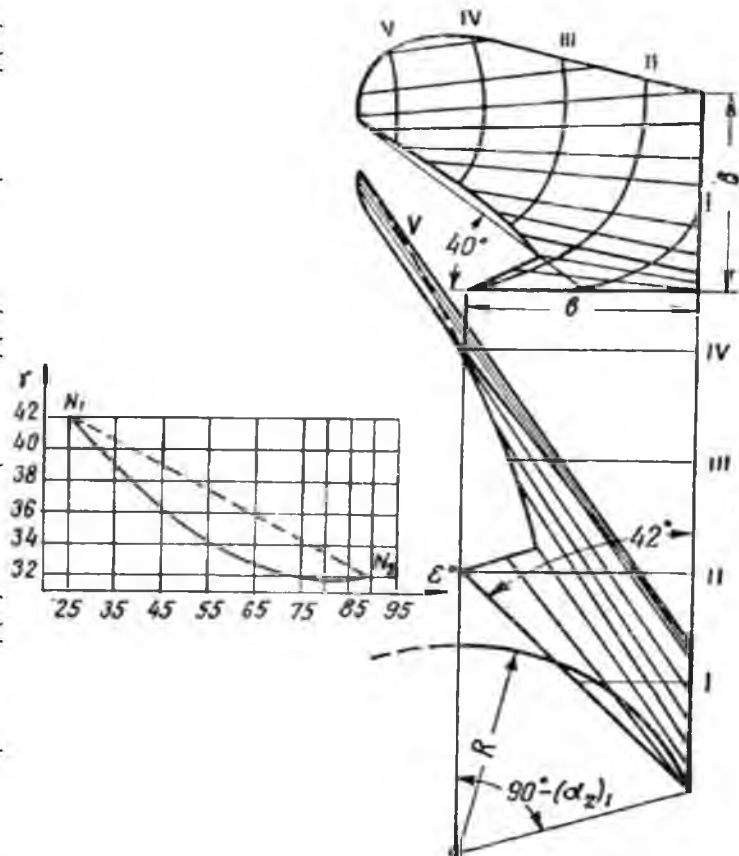
розкриваємо значення похідної $\frac{dy}{d\varepsilon}$

$$\left(\frac{dy}{d\varepsilon}\right) = 0.0463 \quad (2.21)$$

НУБІ

НУБІ

НУБІ



ИИ

ИИ

ИИ

НУБІП УКРАЇНИ

Рис. 2.12 Схеми для створення робочої поверхні полиці [7]

Отримуємо наступні вихідні дані:

$$N_1(25^\circ, 42^\circ), N_2(90^\circ, 32^\circ); \left(\frac{dy}{d\varepsilon}\right) = 0.0463$$

Рівняння певної кривої сферичного відображення поверхні можна скласти як многочлен.

$$y - y_2 = a(\varepsilon - \varepsilon_2) + b(\varepsilon - \varepsilon_2)^2 \quad (2.22)$$

З такою залежністю $y = y(\varepsilon)$ дає змогу автоматично виконати умови створення кривої через точку $N_2(90^\circ, 32^\circ)$; Отже, необхідно визначити лише два невідомі коефіцієнти a та b . [7]

Якщо виконати диференціювання, то отримаємо

$$\frac{dy}{d\varepsilon} = a + 2b(\varepsilon - \varepsilon_2) \quad (2.23)$$

НУБІП УКРАЇНИ

Якщо підставити в рівняння таке значення ε та $\frac{dy}{d\varepsilon}$, які задовольняють точку $N2$, знаходимо

$$a = -0,0463 \quad (2.24)$$

Після чого, з рівняння якщо значення ε та y , тоді вони задовольняють точку $N1$, необхідно знайти коефіцієнт b :

$$b = +0,00308 \quad (2.25)$$

Отже, такі залежності $y = y(\varepsilon)$ та $\frac{dy}{d\varepsilon} = y'(x)$ вони мають такий вигляд:

$$\left\{ \begin{array}{l} y = 32 + 0.0463 (\varepsilon - 90) + 0.00308(\varepsilon - 90)^2 \\ \frac{dy}{d\varepsilon} = 0.0463 + 0.00618(\varepsilon - 90) \end{array} \right. \quad (2.26)$$

Крива, що може відповідати розрахованим рівнянням, зображена як спеціальна лінія графіка $y = y(\varepsilon)$.

Якщо побачити таку криву, то під час збільшення значень $\left(\frac{dy}{d\varepsilon}\right)$ у крайній точці кривої сферичного відображення почне збільшуватись абсолютна величина похідної $\left(\frac{dy}{d\varepsilon}\right)$ в свою чергу в початковій точці кривої, що має мінусовий знак. Це може значити, що в такому випадку збільшення даних кутів ψ уз на деякому крилі полиці створюються відповідні збільшення величини мінусових кутів ψ уз на леміші, а також може призвести до спотворення поверхні [7].

РОЗДІЛ 3. СИЛОВИЙ АНАЛІЗ УДОСКОНАЛЕНОГО ПЛУГА.

3.1 Порівняння та переваги удосконаленого плуга

Під час досліджень Удосконалений плуг ПЛН-3-35, показував гідні показники протягом всього досліду. Було перевірено навантаження на обладнання під час обробітку ґрунту на глибині 15, 20 та 25 см, А також на різних швидкостях.

На основі чого були побудовані наступні таблиці та створені порівняльні графіки.

Таблиця. 3.1 Порівняння техніки на глибині.

№ досліду	Кількість повігорован	Швидкість при оранці	Ширина захвату	Глибина оранки	Поздовжня складова Н			
					Базова		Дослідна	
					Значення датчик	Сила, Н		Значення датчик
01.січ	3	5,8	30	15	0,00344	1059	0,00282	862
01.лют	3	7,4	30	15	0,00400	1190	0,00316	960
01.бер	3	9,1	30	15	0,00515	1568	0,00423	1296
02.січ	3	6,1	30	20	0,00464	1417	0,00376	1147
02.лют	3	7,5	30	20	0,00510	1581	0,00421	1284
02.бер	3	9	30	20	0,00588	2089	0,00564	1723
03.січ	3	5,9	30	25	0,00580	1774	0,00465	1429
03.лют	3	7,4	30	25	0,00649	1978	0,00527	1605
03.бер	3	9,2	30	25	0,00860	2619	0,00705	2153



Рис. 3.1 Залежність поздовжньої складової сили опору від швидкості при глибині оранки 15 см

На графіку видно, що залежність поздовжньої складової сили, при обробітку ґрунту на глибині 15см має наступні показники. Із швидкості 5,8-7,4 знаходяться в районі 860-960Н. А вже при швидкості 9,1 сила опору підіймається майже до 1300Н.

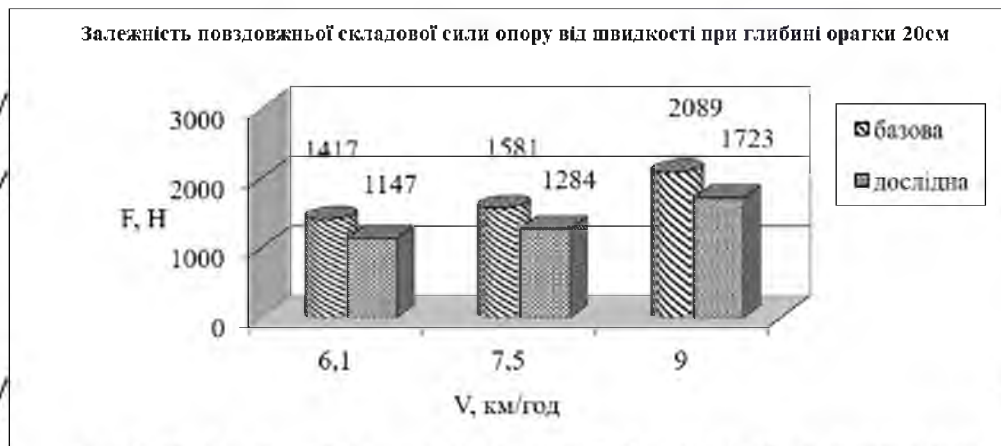


Рис. 3.2 Залежність поздовжньої складової сили опору від швидкості при глибині оранки 20см

На цьому графіку видно, що залежність поздовжньої складової сили, при обробітку ґрунту на глибині 20см має інші показники. Вже при швидкості 5,8-7,4 сила опору дорівнює 1100-1200Н. В свою чергу при швидкості 9,1 сила опору підіймається до 1700Н.

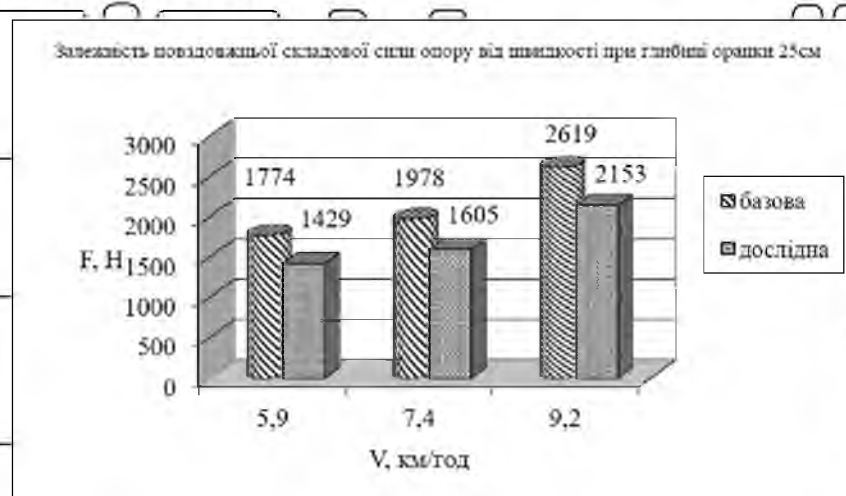


Рис. 3.3 Залежність поздовжньої складової сили опору від швидкості при глибині оранки 25см

На цьому графіку видно, що залежність повздовжньої складової сили, при обробці ґрунту на глибині 25 см має інші показники. Вже при швидкості 5,8-7,4 сила опору дорівнює 1400-1600Н. В свою чергу при швидкості 9,1 сила опору понад 2100Н.

Наступна таблиця з даними, залежності бокової складової сили опору при зміні швидкості та на різній глибині обробки ґрунту.

Таблиця 3.3 Порівняння техніки на глибині.

№ досліду	Кількість повзювань	Швидкість при оранці	Ширина захвату	Глибина оранки	Бокова складова, Н			
					Базова		Дослідна	
					Значення датчика	Сила, Н	Значення датчика	Сила, Н
01.січ	3	5,8	30	15	0,00021	72	0,00017	55
01.лют	3	7,4	30	15	0,00033	120	0,00030	97
01.бер	3	9,1	30	15	0,00094	279	0,00077	229
02.січ	3	6,1	30	20	0,000312	88	0,00023	74
02.лют	3	7,5	30	20	0,00050	161	0,00041	122
02.бер	3	9	30	20	0,00125	377	0,00103	298
03.січ	3	5,9	30	25	0,00035	106	0,00030	91
03.лют	3	7,4	30	25	0,00064	195	0,00052	155
03.бер	3	9,2	30	25	0,00157	482	0,00125	396

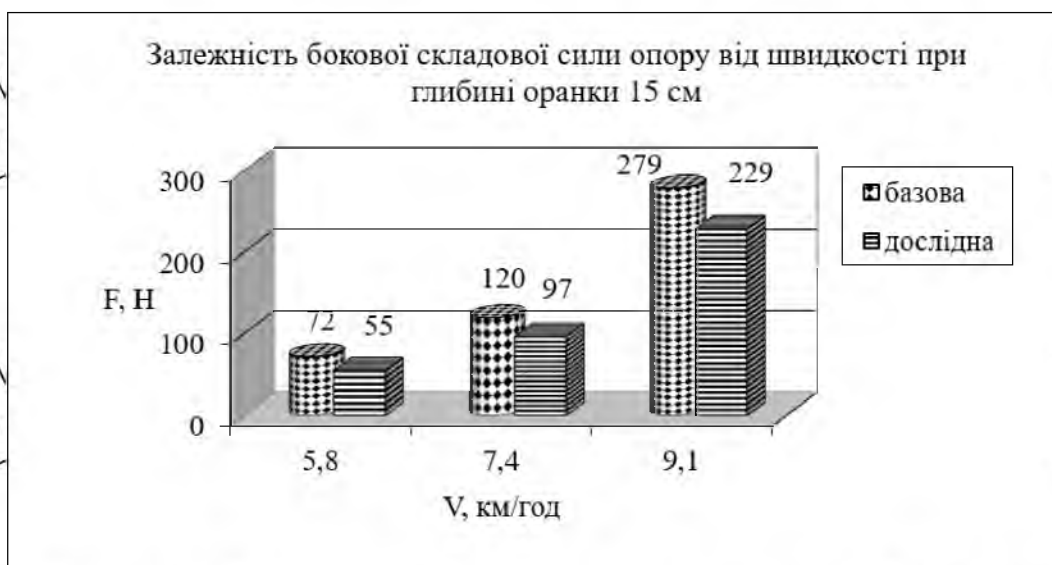


Рис. 3.4 Залежність бокової складової сили опору від швидкості при глибині оранки 15 см

На цьому графіку видно, що залежність бокової складової сили, при обробітку ґрунту на глибині 15см має інші показники. При швидкості 5,8-7,4 сила опору знаходиться лише в межах 50-100Н. В свою чергу при швидкості 9,1 сила опору підіймається до 220Н.

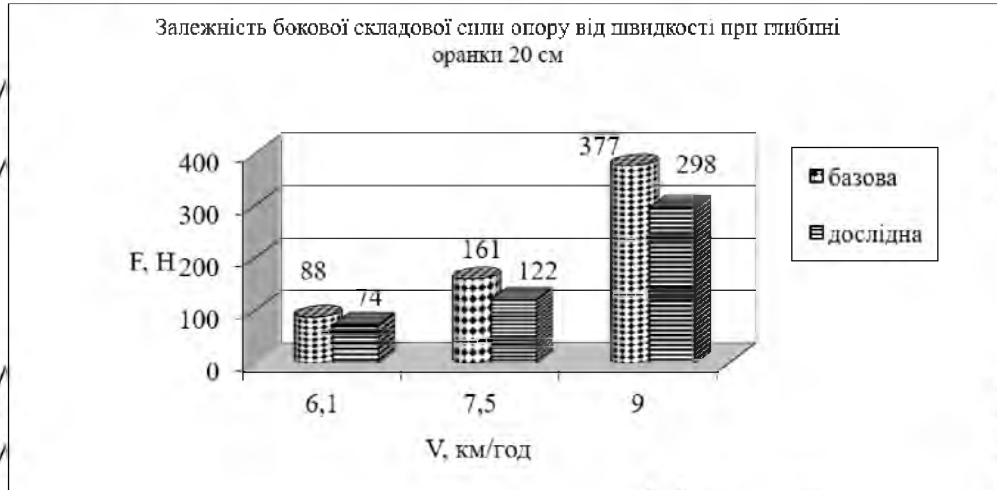


Рис. 3.5 Залежність бокової складової сили опору від швидкості при глибині оранки 20см

На цьому графіку видно, що залежність бокової складової сили, при обробітку ґрунту на глибині 20см має інші показники. При швидкості 5,8-7,4 сила опору знаходиться лише в межах 70-120Н. В свою чергу при швидкості 9,1 сила опору підіймається майже до 500Н.

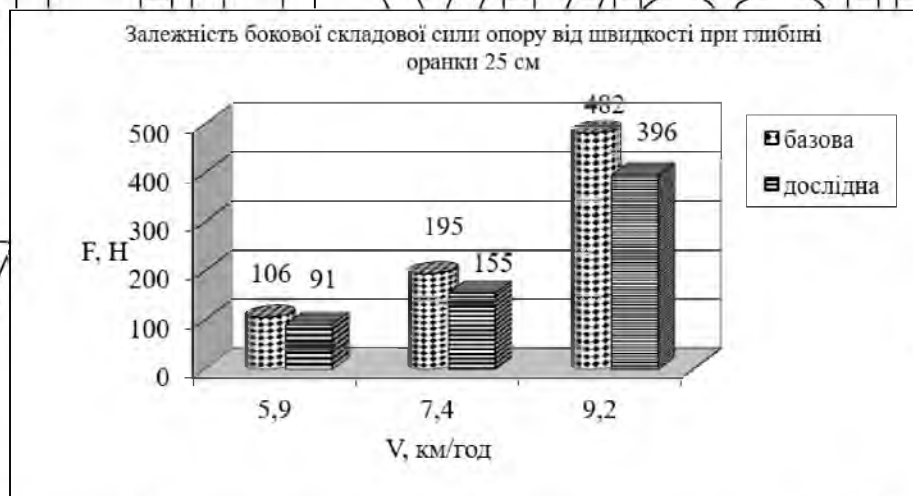


Рис. 3.6 Залежність бокової складової сили опору від швидкості при глибині оранки 25см

На цьому графіку видно, що залежність бокової складової сили, при обробітку ґрунту на глибині 25см має інші показники. При швидкості 5,8-7,4 сила опору знаходиться лише в межах 90-150Н. В свою чергу при швидкості 9,1 сила опору підіймається майже до 400Н.

Наступна таблиця з даними, залежності вертикальної складової сили опору при зміні швидкості, та на різні глибини обробітку ґрунту.

Таблиця 3.3 Порівняння техніки на глибині.

№ досліду	Кількість довторювань	Швидкість при оранці	Ширина захвату	Глибина оранки	Вертикальна складова, Н			
					Базова		Дослідна	
					Значення датчика	Сила, Н	Значення датчика	Сила, Н
01.січ	3	5,8	30	15	0,00098	299	0,00080	245
01.лют	3	7,4	30	15	0,00104	321	0,00086	263
01.бер	3	9,1	30	15	0,00111	342	0,00088	268
02.січ	3	6,1	30	20	0,00129	394	0,00105	319
02.лют	3	7,5	30	20	0,00139	434	0,00103	345
02.бер	3	9	30	20	0,00147	449	0,00120	365
03.січ	3	5,9	30	25	0,00174	506	0,00139	425
03.лют	3	7,4	30	25	0,00174	528	0,00141	430
03.бер	3	9,2	30	25	0,00184	558	0,00148	451



Рис. 3.7 Залежність вертикальної складової сили опору від швидкості при глибині оранки 15 см

На цьому графіку видно, що залежність вертикальної складової сили, при обробітку ґрунту на глибині 15 см має інші показники. При швидкості 5,8-7,4 сила опору знаходиться в межах майже 250-260Н. В свою чергу при швидкості 9,1 сила опору незмінно знаходиться в районі 260Н.

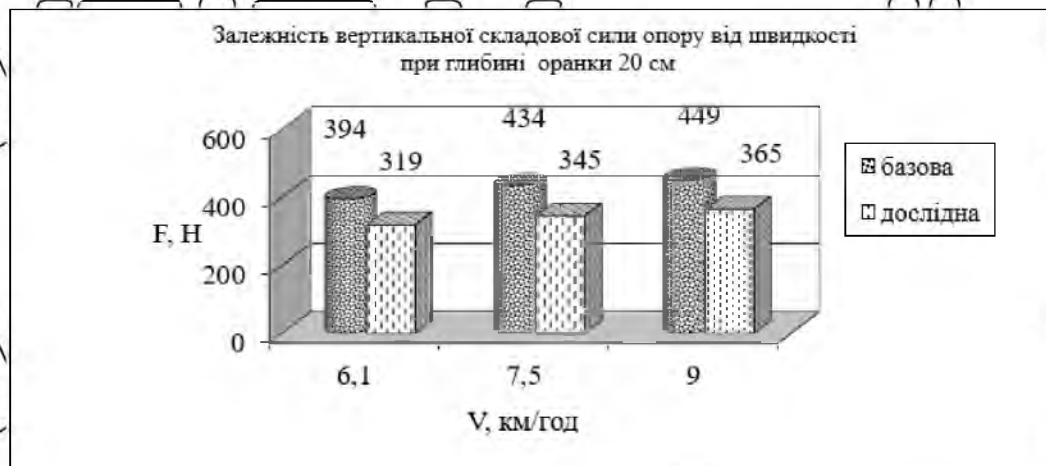


Рис. 3.8 Залежність вертикальної складової сили опору від швидкості при глибині оранки 20 см

На цьому графіку видно, що залежність вертикальної складової сили, при обробітку ґрунту на глибині 20 см має інші показники. При швидкості 5,8-7,4 сила опору знаходиться в межах 310-340Н. В свою чергу при швидкості 9,1 сила опору знаходиться в районі 360Н.

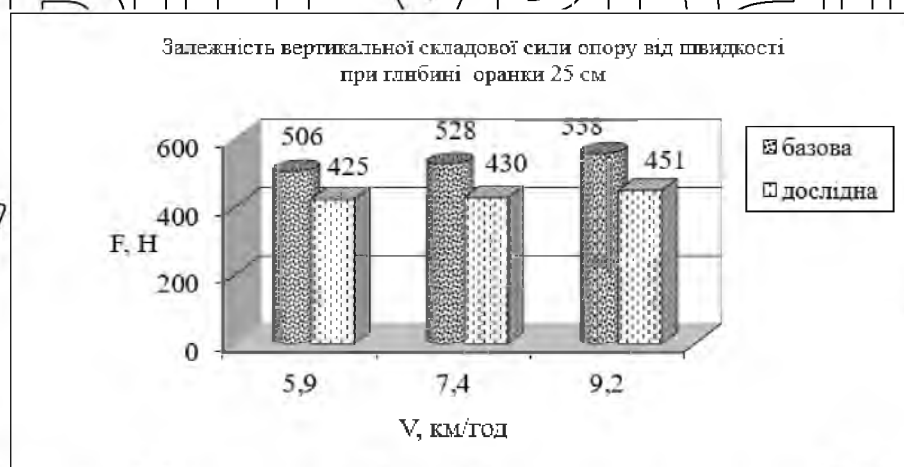


Рис. 3.9 Залежність вертикальної складової сили опору від швидкості при глибині оранки 25 см

На цьому графіку видно, що залежність вертикальної складової сили, при обробці ґрунту на глибині 25см має інші показники. При швидкості 5,8-7,4 сила опору знаходиться в межах майже 420-430Н. В свою чергу при швидкості 9,1 сила опору незмінно знаходиться в районі 450Н.

Наступна таблиця з даними, де відображається різниця по вертикалі попередніх таблиць. Різниця відображається у % співвідношенні.

Таблиця 3.4 Різниця по вертикалі таблиць %

59,696	60,322	67,924528	60,44	59,048	57,647
60,162	59,813	61,538462	62,581	60,795	61,163
59,87	60,195	57,883817	57,828	61,29	59,424
79,876	80,266	83,018868	81,319	77,831	75,059
79,929	80	82,564103	78,71	82,197	80,233
79,763	80,028	78,215768	75,253	80,466	80,931
100	100	100	100	100	100
100	100	100	100	100	100
100	100	100	100	100	100

Дана таблиця з порівняльними даними, де відображається різниця базової конструкції та Експериментальної конструкції.

Базова конструкція, Мдж/га	Експериментальна конструкція, Мдж/га
31,77	25,86
35,7	28,8
47,04	38,88
42,51	34,41
47,43	38,52
62,67	51,69
53,22	42,87
59,34	48,13
78,57	64,59

За наведеними даними в цьому розділі можна зробити висновок, що запропонована дослідна конструкція підвищує показник продуктивності, шляхом зменшення навантаження на робочий орган.

3.2 Моделювання робочого процесу шляхом прикладення сил.

На модель дослідного обладнання були прикладені сили. За допомогою програми комп'ютерної бібліотеки ANSYS FEM, було змодельовано стан деталей під навантаженням, які розглядалися у попередньому розділі. Максимальне навантаження створювалось при обробці ґрунту на глибині 25 см, та при швидкості 9,2 км/год, залежність поздовжньої складової сили дорівнює понад 2100 Н, а при боковій складовій силі майже 400 Н, в свою чергу вертикальні складові сили становлять 450 Н.

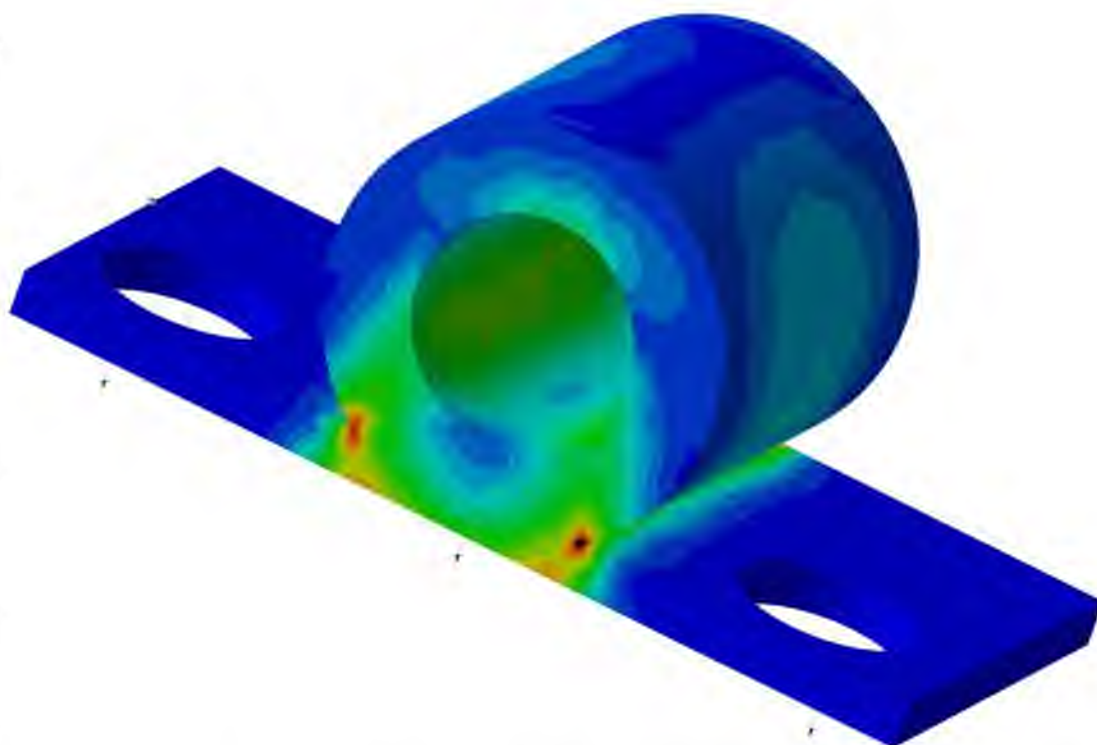


Рис. 3.1 обертовий корпус під навантаженням

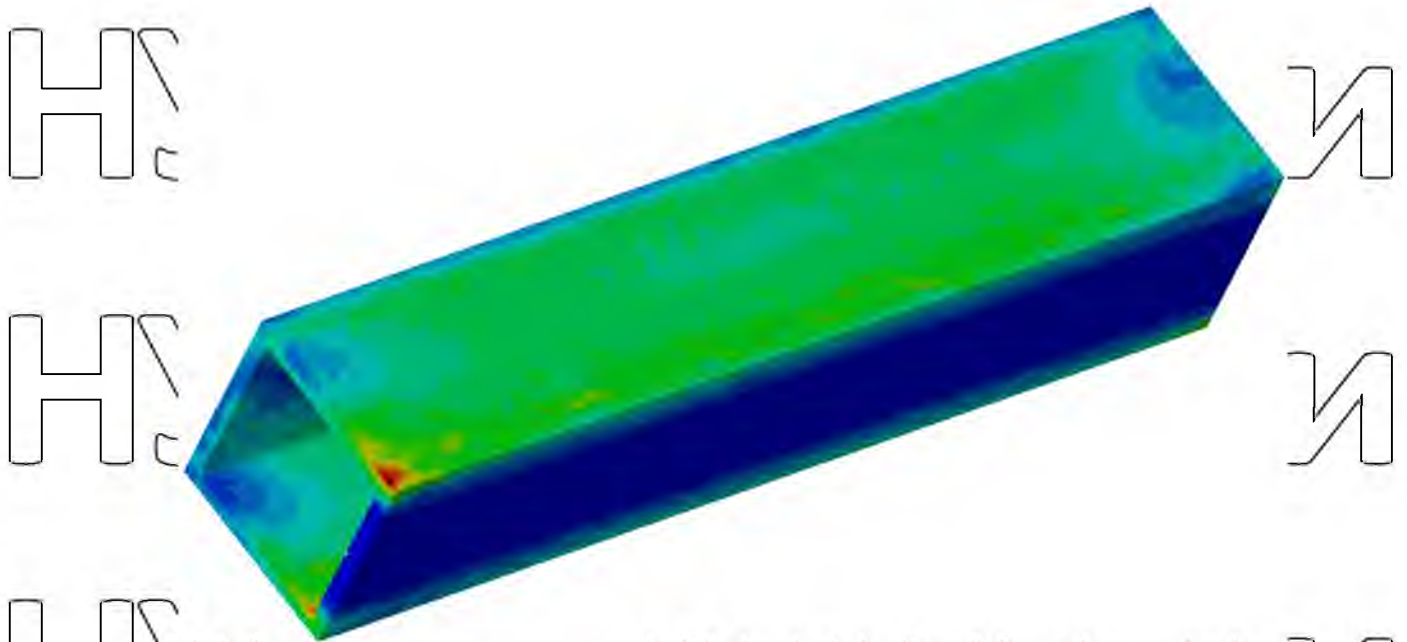


Рис. 3.2 Кріпильна частина рами під навантаженням

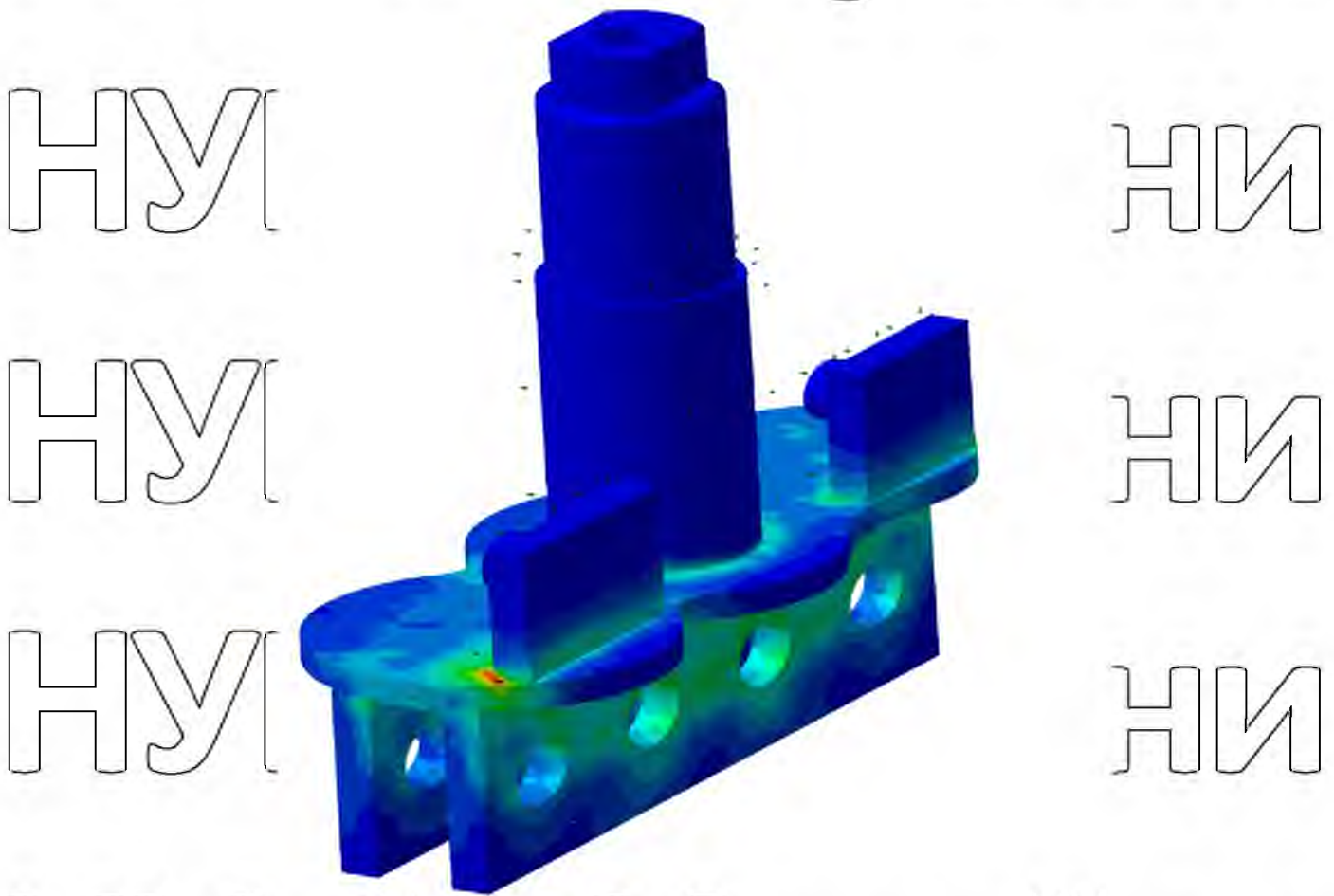


Рис. 3.3 Кріпильна стійка під навантаженням

НУБІП України

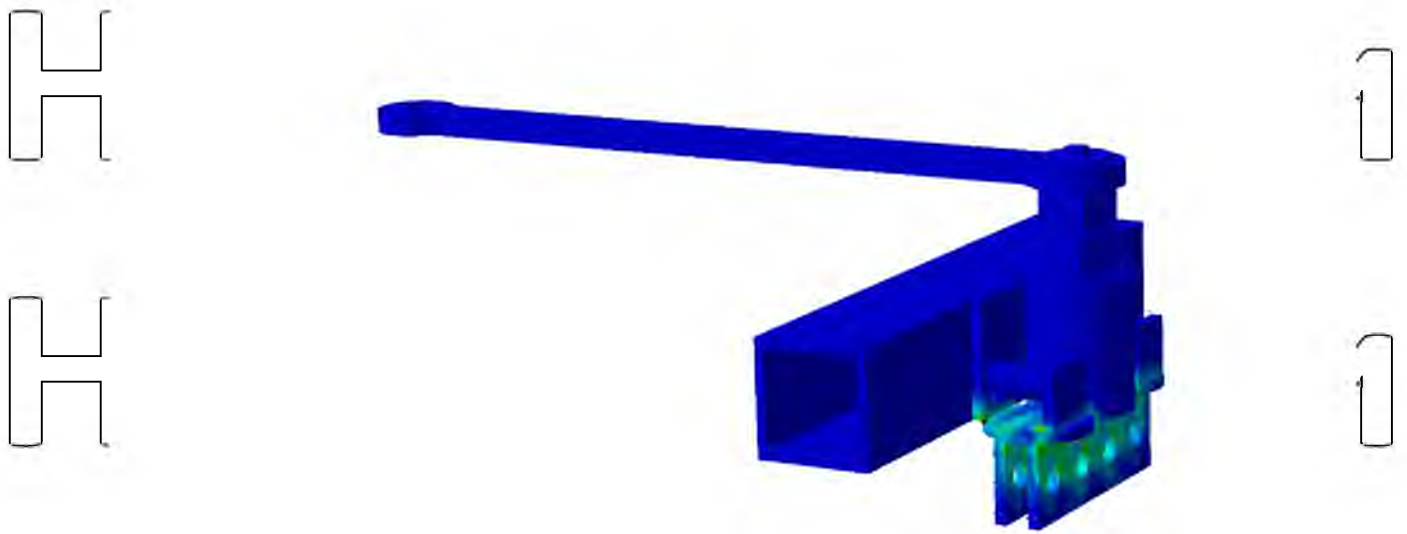


Рис. 3.4 Зображення всієї збірки під навантаженням

Поглянувши на зображеннях можна зробити висновки, що конструкція витримає необхідне навантаження, а також має певний запас міцності.

НУБІП України

НУБІП України

НУБІП України

НУБІП України

РОЗДІЛ 4. ОХОРОНА ПРАЦІ ТА НАВКОЛИШНЬОГО СЕРЕДОВИЩА

4.1 Загальні вимоги

На початку польових робіт відразу підвищуються кількість та частоти виробничих процесів, які призначені для перевірки готовності сільськогосподарської техніки, а також готують зерно ярих зернових або зернобобових культур. Підвищується кількість працівників порівняно із зимовим періодом, в основному зосереджуються на технологічному обслуговуванні. Це може підвищити частоту травмування, особливо якщо нехтувати правилами техніки безпеки і охорони праці, а також якщо неналежащо організувати роботи, отримаємо такі ж наслідки. Згідно із Законом України «Про охорону праці» роботодавцю необхідно підтримувати, а за їх відсутності створити в кожному структурному підрозділі на робочих місцях у гідні умови праці, які задовольняють вимоги нормативно-правових актів, а також повинні дотримуватись вимог законодавства щодо прав робітників в сфері охорони праці. Так як якість проведення роботи і безпека праці напряду регулюється самими робітниками та їх вмінь, тому роботодавець повинен створити для робочих процес вивчення, інструктажів та перевірити їх знання в сфері охорони праці.

Також працівники що входять до списку робіт з підвищеною небезпекою, мають пройти спеціальне навчання. Забороняється допуск до роботи робітники, що не пройшли процес навчання, інструктаж й перевірку знань в сфері охорони праці. До того ж працівників, що зайняті важкими роботами, а також роботи зі шкідливими чи небезпечними робочими процесами, вони повинні пройти попереднє та періодичне медичні огляди, що проводяться на підприємстві. Робітникам які працюють з шкідливими чи несприятливими метеорологічними умовами, таким робітникам надають безкоштовний за встановленими стандартами спеціальний одяг та взуття, а також інші предмети, що захищають індивідуально, звичайно до того ж надають мийні засоби.

Коли проводиться весняно-польові роботи на різних підприємствах АПК необхідно якісно експлуатувати техніку, мається на увазі:

- експлуатація сільськогосподарських машин чи обладнання повинно використовуватися із врахуванням вимог експлуатаційної документації;

- вузли сільськогосподарських машин, які постійно в русі або можуть створювати небезпеку, повинні бути огорожені, що створить безпеку працівників.

- перед початком робіт потрібно переконатися, що техніка не буде зачіпати дроти повітряних ліній електропередач;

- несправні машини чи обладнання забороняється експлуатація;
- необхідно догримуватися безпечної дистанції коли рухається техніка;

Додаткової уваги потребують роботи, які тісно зв'язані з підготовкою мінеральних добрив до моменту внесення у ґрунт.

Операції, що ґрунтуються на підготовці мінеральних добрив перед внесенням у ґрунт, необхідно виконувати певним механізмом, який зменшує кількість пилу. Робітникам необхідно одягати відповідний спецвзуття, спецодяг та предметами індивідуального захисту органів зору та дихання.

Забороняється робити розчини пестицидів знаходячись в полі без використання певного механізму.

Робітникам заборонено знаходитись в зоні де може рухатися маркер, або навісного обладнання у момент повороту чи розвороту техніки.

Завантаження садильної техніки насінням, необхідно механізувати.

Коли техніка рахується заборонено обслуговування двох чи більше сівалок одною людиною.

Завантаження в ручну можливе якщо агрегат зупинений, а двигун трактора вимкнений.

Під час руху заборонено підійматися чи спускатися по агрегату.

Заборонено сівачам проводити роботи на навісних сівалках.

Зберігання або транспортування, а також застосування пестицидів необхідно проводити із дотриманням вимог *Закону України «Про пестициди і агрохімікати»* а також нормативно-правових актів.

4.2 Основні вимоги до машин і їх робочих органів

1. Експлуатація сільськогосподарської техніки повинна виконуватися із врахуванням вимог експлуатаційної документації.

2. Суворо заборонено:

використовувати несправну техніку чи обладнання;

використовувати трактори які не обладнані електростартером двигуна, а також із непрацюючою системою блокування увімкнення двигуна, якщо увімкнена передача.

3. Роботі елементи або вузли сільськогосподарської техніки, які знаходяться в русі, або можуть представляти небезпеку, вони повинні бути огорожені, щоб гарантувати безпеку робітників.

4. Перед початком робіт треба бути впевненим, що дроти електропередач не завадять, проїжджаючій під ними техніки.

5. Необхідно дотримуватися безпечної дистанції коли рухається техніка;

6. Під час руху заборонено підійматися чи спускатися по агрегату.

4.3 Основні вимоги до робочих місць робітників.

Місце робітника - це певний простір одного чи деякої групи робітників, оснащена необхідним для роботи обладнанням та іншим інвентарем. Основні критерії для створення робочого місця, займається така наука як ергономіка, її завдання є розуміння можливостей людей у процесі роботи, і в подальшому розробка рекомендацій, для поліпшення умов праці.

Місце робітника у сільськогосподарському підприємстві це є певна область дії де працює працівник, в такій області зібрані певні способи виробництва, які потрібні для виконання різних робіт, в результаті чого

створюється трудовий процес, яких протікає завдяки одному чи кількох робітників. Місце роботи зазвичай обмежене певними рамками, такі як кабіна трактора, з її використанням робітник здійснює робочі процеси.

Створення місця для роботи виконується певними заходами це є оснащення та планування; встановлення обладнання; обслуговування й атестація. В сільському господарстві робочі місця мають свої певні особливості, з якими необхідно рахуватися під час створення такого місця.

Щодо основних вимог для любого місця роботи є:

- дотримання певної технології – визначення кратності та часу на виконання операції, що задовольняє умови виробництва та певним потребам тварин і рослин;

- спроба скорочення робіт (які виконуються в ручну та заміна їх на автоматичну роботу за рахунок машин;

- створення певних умов, що дозволяють робітнику зайняти зручну для нього позу та використати кращі способи праці;

- гарантування постійного постачання предметів праці, такі як насіння, добрив чи кормів;

- гарантування гідних санітарно-гігієнічних умов роботи, а також комфортності на місці роботи.

Розміри і загальне розташування елементів на місці роботи мають входити в рамки фізіологічного, антропометричного та психофізіологічного якостей людини, а також відповідному характеру роботи. Створене відповідно до стандартів, місце роботи гарантує необхідне положення людини. Це можна отримати за рахунок регулювання положення стільця, кута нахилу або висоти підставки для ніг, звісно якщо вона використовується, також висоту розмірів робочої поверхні. Повинне гарантувати обробку трудових операцій в певній області поля в залежності від потрібної точності чи частоти дій.

Створення місць роботи повинне гарантувати стійке положення і нескороних рухів робітників, а також гарантувати безпеку виконання робочих

операції, які допускаються в певних випадках коли робота проходить в незручній позиції, які підвищують рівень втоми.

Розташування місця роботи та певних конструкцій техніки яким необхідно працювати так, щоб забруднення повітря не створювало негативних наслідків та дії на здоров'я робітників, а також необхідно притримуватися нормам роботи з технікою.

Необхідно створити гідний огляд та нормальну видимість робочих органів машини, з місця роботи робітника.

Необхідно гарантувати гідне освітлення. Основні робочі органи, які потрібно бачити, повинні бути освітлені з інтенсивністю в межах 2-20 лк.

Під час розробки техніки потрібно врахувати можливість зниження вібрацій та коливань. Час одного імпульсу має бути більший 0,03с, в свою чергу прискорення можливе не більше ніж 30см/с^2 , а під час коливань, які спрямовані на руки працівника, - не більше 400см/с^2 .

До того ж потрібно звернути увагу на зменшення рівня шуму. При звичайному положенні тіла людини, яка працює з технікою шум має знаходитись в певних межах, а саме:

Частота коливань джерела шуму, Гц

Шум, дБ

До 350...

Від 100 до 90

350-800...

90 - 85

Вище 800...

85 - 75

4.4 Заходи для уникнення і поведінки під час пожежі.

Пожежі створюються від певних причин, та зазвичай, наносять видимий матеріальний збиток, а також інколи доходять навіть до загибелі людей.

Більшість причин пожеж на господарствах відбуваються через:

1) 1/3 всіх пожеж трапляються через порушення правил поводження з

електроустановкою. Загальними причинами появи пожежі є певна поломка, некоректна експлуатація чи монтаж електротехнічної установки, відсутність

ізоляції дротів; коротке замикання в електромережі або електродвигунів; перепад температур, обгорання, іскріння в електроприладах; перегрів або займання легкозаймистих речовин чи матеріалів, які лежать поряд з електроприладом;

2) близько 1/4 всіх пожеж через небезпечне поводження з вогнем. Такі причини відносять куріння в невідведених для цього місцях, робота біля відкритого полум'я для виконання певних дії - ремонт техніки, спалювання залишків рослин на полі, а також для освітлення приміщень і т.п.;

3) 20% усіх пожеж. Через недотримання правил пожежної безпеки під час експлуатації печей або через їх неполадки, а також неполадки з димоходом. До таких випадків входять відсутність аркушів для розтопки, утворень тріщини в димоходах, використання замість димохода різні типи вентиляційний канал, недотримання будівельних стандартів під час створення димоходів і т.п.;

4) майже 10 % всіх пожеж починаються через забави дітей з вогнем;

5) іскри що утворюються в вихлопних газах техніки чи котельні. Пожежі в даній групі утворюються із за несправність чи відсутність вогнегасників також під час сухої погоди в лісах, через проблеми в роботі іскроуловлювачів у трубах опалюючих будівель такі як котельні можуть початися пожежі;

6) нехтування правил пожежної безпеки під час використання газових, бензинових та інших обладнань, в яких застосовують рідке паливо.

7) нехтування правил пожежної безпеки під час використання зварювальних і інших робіт з вогнем на різних підприємствах.

8) нехтування технології виробництва або неполадки виробничого устаткування. Наприклад скиртування вологого сіна за часту доходить до samozаймання скирт, неякісний процес складання трав'яного борошна так само призводить до загорання куп;

9) атмосферна електрика, а також грозові розряди.

Звернувши увагу, що некоректне використання техніки найчастіше призводить до поганих наслідків. Щоб запобігти утворенню пожеж транспортних засобах необхідно притримуватись певних умов:

1. В більшості техніки вогнегасники розташовані зазвичай поряд із сидінням водія простому для доступу місці. Вогнегасники, що розташовані поза межами кабіни, необхідно створити захист від атмосферних опадів, а також сонячних променів й бруду.

2. В середині вантажних автомобілів вогнегасники за часту розташовані в дальній частині кабіни.

3. В салоні пасажирського автобусу необхідно розташувати вогнегасники так що забезпечити доступу через передні двері.

4. Не дозволяється зберігати вогнегасників у багажнику техніки (крім легкового автомобіля), а також кузові вантажного автомобіля, через обмежений доступ до необхідного обладнання.

5. Для запобігання пожежі техніки не дозволяється:

1) експлуатація системи живлення двигуна якщо вона не справна;
2) залишати поряд з технікою забруднені мастилом і паливом різні ганчірки;

3) допускати накопиченню на двигуні бруду, перемішаного з паливно-мастильними матеріалами;

4) забороняється підігрівати двигун відкритим полум'ям.

5) для знежирення або чистки двигуна, а також агрегатів чи вузлів використання бензину чи других легкозаймисті речовини;

Якщо виконувати ряд простих умов то рівень пожеж буде набагато менший.

НУБІП України

РОЗДІЛ 5. ЕКОНОМІЧНА ЕФЕКТИВНІСТЬ ДАНОЇ КОНСТРУКЦІЇ

Що дізнатися економічну ефективності необхідно порахувати всю суму для створення вібраційного вузла:

Таблиця.5.1

Найменування деталі	Вартість матеріалу, грн	Вартість виготовлення деталі, грн	Загальна вартість, грн
Циліндр вібраційного вузла	427	530	957
Підшва вала обертання	2240	1300	3540
Вал обертання	97	1450	1547
Шайба 1	300	500	800
Гайка м45	150+150		300
Шайба 2	250	150	400
Важіль	200	400	600
Болт м12	35		35
Шайба 3	5		5
Штанга передачі коливань	700	960	1660
			9844

З даної таблиці отримусмо значення вартості створення вібраційного вузла на ґрунтообробний робочий орган ПШН 3 – 35.

Що дізнатися економічну ефективності необхідно розрахувати річну економію від зменшення експлуатаційних витрат, A_D , можна одержати за допомогою впровадження вібраційного вузла:

$$A_D = A_{\text{езе}} - A_i \times C_{\text{рве}} = 23132,88 - 0,15 * 92532 = 9253,08 \text{ грн.} \quad (5.1)$$

A_{eze} – економія заданих експлуатаційних витрат, грн.;

A_i – нормативний коефіцієнт ефективності;

C_{pne} – разові витрати на розробку і впровадження нового експериментального плуга;

$$A_{eze} = A_{ezp} + A_{ai} + A_{AD} + E_{IDOIC} = 0 + 23000 + 42.68 + 90.2 = 23132.88 \text{ грн.} \quad (5.2)$$

A_{ezp} – економія по заробітній платі працівників, грн.;

A_{ai} – економія на затрати пального, грн.;

A_{AD} – економія на удосконалення, грн.;

E_{IDOIC} – економія на ремонті, а також ТО, грн.

Економія в заробітній платі робітника A_{ezp} , отримана за допомогою використання вібраційного вузла, можна розрахувати наступним чином.

$$A_{ezp} = I_{an} \times (I_{oc} - \dot{I}_{an} * I_{oc} \div I_{aa}) = 0 \quad (5.3)$$

I_{an} – годинна ставка робітника з нарахуваннями, грн.;

I_{oc} – нормативне річне навантаження на плуга, год.;

\dot{I}_{an} – ефективність техніки під час виконання робіт з серійним ґрунтообробним робочим органом, га/год.;

I_{aa} – ефективність техніки під час виконання робіт з плугом обладнаним вібраційним вузлом, га/год.

$\dot{I}_{an} \times I_{oc} \div I_{aa}$ – строк плуга із вібраційним вузлом, який виконає річне навантаження, год.

Годинна тарифна ставка працівника \dot{I}_{an} визначається наступним чином:

$$\dot{I}_{an} = (E_1 + E_2) E_3 \times E_2 = 50 \text{ грн/год.} \quad (5.4)$$

I_a – годинна тарифна ставка без нарахувань, год.;

E_1 – коефіцієнт, що враховує величину додаткової заробітної плати робітника;

E_2 – коефіцієнт, що враховує нарахування за розрядність;

E_3 – коефіцієнт, що враховує всі соціальні нарахування на заробітної плату.

Економія затрат пального A_{at} під час роботи визначається:

$$A_{at} = (I_{IDN} - I_{IDA}) \times W_D \times O_0 = 23000 \text{ грн.} \quad (5.5)$$

I_{IDN} – питома затрата пального під час роботи плуга, кг/га;

I_{IDA} – питома затрата пального під час роботи плуга з вібраційним вузлом, л/га;

O_0 – вартість за 1л паливо-мастильних матеріалів, грн.;

W_D – річне навантаження на плуг, га.

$$W_D = I \times I_{DC} = 1 \times 1000 = 1000 \quad (5.6)$$

I – ефективність праці експериментального плуга, га/год.;

I_{DC} – нормативне річне навантаження на плуг, год.

Економія з відрахувань на удосконалення:

$$A_{AD} = E_{IDOIC} + A_{IDOIC} = 27,88 + 14,8 = 42,68 \text{ грн} \quad (5.7)$$

E_{IDOIC} – економія з відрахуванням на удосконалення техніки, грн.;

A_{IDOIC} – економія з відрахуванням на удосконалення плуга, грн.;

Економію по нормативним річним затратам на удосконалення техніки визначаємо наступним чином:

$$E_{IDOIC} = \left[\left(\frac{O_0}{1000} * a_{TDO} \right) / I_F \right] (I_{TC1} - t_{TE}) = 27,88 \text{ грн.} \quad (5.8)$$

O_0 – оптова ціна техніки, грн.;

a_{TDO} – нормативне річні затрати на удосконалення технології, %;

I_F – нормативне зональне навантаження на техніку, год.;

I_{TC1} – нормативне річне навантаження на плуг, год.;

t_{TE} – строк, за який техніка з вібраційним вузлом виконає річний обсяг роботи, год.;

$$t_{TE} = \frac{(I_{cn} * I_{ca})}{I_{ca}} = \frac{(1000 * 1)}{1} = 1000 \quad (5.9)$$

I_{ca} – ефективність техніки під час робіт з серійним плугом, га/год.;

I_{cn} – ефективність техніки під час робіт з вібраційним вузлом, га/год.;

Економію по затратах на покращення плуга розраховуємо таким чином:

$$A_{IDOIC} = \left[\left(\frac{O_I}{1000} \times a_{DI} \right) / I_{CI} \right] (I_{CI} - t_E) = 14.8 \text{ грн} \quad (5.10)$$

a_{DI} – нормативно річні затрати на покращення плуга, 16 %;

I_{CI} – нормативне річне навантаження на плуга, 1000 год.;

O_I – оптова вартість плуга з вібраційним вузлом з врахуванням всі 3-х

корпусів дорівнює 92532 грн.

Розрахунок економії з ремонту, а також ТО, грн.:

$$A_{DOIC} = E_{IDOIC} - A_{IDOIC} = 75.4 - 14.8 = 90.2 \quad (5.11)$$

E_{IDOIC} – економія по нормативних річних затрат на КР та ТО, а також

збереження техніки, грн.;

$$E_{IDOIC} = \left[\left(\frac{O_{TI}}{1000} \times a_{TIDOIC} \right) / I_{TCI} \right] (I_{TCI} - t_{TE}) = 75.4 \quad (5.12)$$

де a_{TIDOIC} – всі можливі нормативні річні затрати на КР та ТО, а також

збереження техніки, грн

A_{IDOIC} – економія по нормативним річних затратах на КР та ТО, а також

збереження техніки, грн.;

$$A_{IDOIC} = \left[\left(\frac{O_I}{1000} \times a_{IDOIC} \right) / I_{CI} \right] (I_{CI} - t_E) = 14.8 \quad (5.13)$$

a_{IDOIC} – нормативні річні затрати на КР та ТО, а також збереження техніки,

Економічна продуктивність за весь строк використання техніки з

вібраційним вузлом визначається:

$$A = A_D \times N_A = 23000 \times 6 = 138000 \quad (5.14)$$

A_D – річний економічний ефект, грн.;

N_A – строк використання техніки, років.

Термін окупності N_{IE} разових затрат на створення і впровадження експериментального вібраційного вузла плуга:

$$N_{IE} = C_A / A_D = 92532 / 23000 = 4.02 \quad (5.15)$$

C_A – разові затрати на створення і впровадження вібраційного вузла, грн.;

A_D – річний економічний ефект від зменшення експлуатаційних витрат, грн.

Таблиця 5.2. Результати попередніх розрахованих даних економічної ефективності вібраційного вузла

Показники	Позначення	Одиниця вимірювання	Базова комплектація	Вібраційний вузол
Річне навантаження на плуг	W_D	га	1000	1000
Ефективність	$I_{I\Delta A}$	год./га/год.	1000	1000
Робоча швидкість Руху	V_0	км/год.	до 9	
Питома затрата пального за 1 год. основної роботи	H_{AI}	кг/га	15.5	14.5
Вартість 1 кг палива	Q_f	грн.	23	
Вартість на затрати палива	A_{AI}	грн./га	356.5	333.5
Обслуговуючий персонал		чол.	1	
Годинна тарифна ставка з нарахуваннями	I_{AM}	грн.	50	
Нормативний коефіцієнт ефективності	A_i	-	0,15	

Річний економічний ефект	$A_{\text{Д}}$	грн.	23000
--------------------------	----------------	------	-------

Оптова вартість плуга	O_I	грн.	63000	92532
-----------------------	-------	------	-------	-------

Оптова вартість техніки	O_0	грн.	290000
-------------------------	-------	------	--------

Нормативне річне відрахування на удосконалення техніки	$a_{\text{ДО}}$	%	12,5
--	-----------------	---	------

Нормативне річне завантаження плуга	I_c	год.	1000
-------------------------------------	-------	------	------

Нормативне річне відрахування на ТО трактора	$a_{\text{ТОДТ}}$	%	26
--	-------------------	---	----

Нормативне річні затрати на ТО плуга	$a_{\text{ТОДП}}$	%	16
--------------------------------------	-------------------	---	----

Нормативне річні затрати на ТО трактора	$a_{\text{ТОДТ}}$	%	26
---	-------------------	---	----

Нормативне річні затрати на ТО плуга	$a_{\text{ТОДП}}$	%	16
--------------------------------------	-------------------	---	----

Нормативне річні затрати на ТО плуга	$a_{\text{ТОДП}}$	%	16
--------------------------------------	-------------------	---	----

Нормативне річні затрати на ТО плуга	$a_{\text{ТОДП}}$	%	16
--------------------------------------	-------------------	---	----

ВИСНОВКИ

В результаті дослідження в галузі процесів по обробітку ґрунту та знарядь, ми можемо зробити наступні висновки, по деяким недолікам в сучасних конструкціях ґрунтообробної техніки.

Запропонована мною конструкція вібраційного вузла, для ґрунтообробного робочого органу ПЛН 3-35, яка несе в собі підвищення якості обробітку ґрунту за допомогою вібрацій які рухаються до основного робочого органу, також варто зауважити момент, який створює перевагу для заданої розробки, тобто дає змогу мінімізувати прилипання ґрунтової маси на основному робочому органі, таким чином зменшуючи енергозатрати даного процесу обробітку ґрунту, що має значний вплив на важких глинистих, а також чорноземних ґрунтах.

Також було розраховано технологічних, а також конструктивні параметрів: розрахунок різьбового з'єднання в час дії сили на зсув; розрахунок різьбових з'єднань; розподіливши навантаження дотичних під час кручення стержня круглого (кільцевого) перерізу окрім цього проведено розрахунок на міцність.

Дослідивши певні дані в сфері охорони праці, а також життя людей що найняті для роботи на підприємствах. Були розглянуті вимоги до місця роботи відповідно до законодавства України про охорону праці, а також до охорони навколишнього середовища. Встановлені правила протипожежної безпеки, найважливіше з яких займає важливе місце в сфері сільського господарства.

Проведено розрахунок економічної ефективності головних показників, за допомогою чого, ми можемо спостерігати, що запропонована конструкція вібраційного вузла надає можливість зекономити деякі затрачені кошти на удосконалення, за строк що дорівнює близько 71 робочий день, а за рік надає можливість зекономити 23000 грн., що насправді є гідним результатом для розробок подібного типу. Я впевнений, що така технологія буде затребувана, завдяки низькій ціні, високій ефективності та сучасності розробки

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Пат. 57247 Україна, МПК А01В 59/048 Фронтальний плуг/ Лисицький С.І., Надикто В.Т., Любов А.М., Генюв О.І. Південний філіал інституту механізації та електрифікації сільського господарства - №2002054226; заявл. 23.05.2002; опубл. 16.06.2003, Бюл. №6.

2. Пат. 71367 Україна, МПК А01В 15/00 Корпус плуга/ Гріпачевський М.С., Марченко Д.Д. - №201200047; заявл. 03.01.2012; опубл. 10.07.2012; Бюл. №13.

3. Пат. 41963 Україна, МПК А01В 5/00 Комбінований плуг/ Грабчак І.В., Рудь А.В. - №200801953; заявл. 15.02.2008; опубл. 25.06.2009, Бюл. №12.

4. Пат. 69617 Україна, МПК А01В 15/00 Корпус плуга/ Войтюк А.В., Головчук А.Ф., Мелентьєв О.Б., Пушка О.С. Уманський національний університет садівництва - №201111463; заявл. 28.09.2011; опубл. 10.05.2012; Бюл. №9.

5. Пат. 69170 Україна, МПК А01В 15/00 Корпус плуга/ Кобець А.С., Пугач А.М. Дніпропетровський державний аграрний університет - №201110876; заявл. 12.09.2011; опубл. 25.04.2012; Бюл. №8.

6. Войтюк Д.Г., Яцун С.С., Довжик М.Я. Сільськогосподарські машини: основи теорії та розрахунку: Навчальний посібник/ За ред. Д.Г. Войтюка.

— Суми: ВТД «Університетська книга», 2008. — 543 с.

7. Т47 / Геометричні основи проектування полічних робочих органів: монографія / С. С. Тищенко, В. В. Карась. — Дніпро: ТОВ «Домінанта-Прінт», 2019. — 356 с.

8. Пат. 43656 Україна, МПК А01В 15/00 Плуг/ Кобець А.С., Дирда В.І., Науменко М.М., Кобець О.М., Волик Б.А., Пугач А.М., Слаквя С.О. - №200903031; заявл. 30.03.2009; опубл. 25.08.2009, Бюл. №16.

9. Пат. 55371 Україна, МПК А01В 63/111 Віброплуг/ Ловейкін В.С., Човнюк Ю.В., Дяченко Л.А. Національний університет біоресурсів і природокористування - №201007268; заявл. 11.06.2010; опубл. 10.12.2010, Бюл. №23.

10. Б.Н. Воронин, Н.Н.Майстренко, А.В. Еремін, О.Б. Майстренко
Плоскорезная на дерново – подзолистий почве // Земледелие – 1992. №3
ст. 25.

11. Бабицкий Л.Ф. Деформація ґрунту залежно від форми робочого органу//
Вісник с.-г. науки.—1978.- № 6, - С. 84-87.

12. Быстров М.П. Распределения сил нормального давления на передней части
корпуса плуга // Проектирование рабочих органов илуга с.-х. машин: Сб.
статей. – Ростов-на-Дону с. 25-33.

13. Войтюк Д.Г., Яцун С.С., Довжик М.Я. Сільськогосподарські машини:
основи теорії та розрахунку: Навчальний посібник/ За ред. Д.Г. Войтюка.
– Суми: ВТД «Університетська книга», 2008. – 543 с.

14. Войтюк Д.Г., Пилипака С.Ф. До визначення траєкторії руху частинок
ґрунту по циліндричних поверхнях робочих органів ґрунтообробних
знарядь// Механізація с.г. виробництва : Зб.наук.праць НАУ. – т. V. – 1999.
– С. 242-250.

15. І.А. Агулов, Л.Ф. Вознюк, В.А.Гордієнко. Довідник по зберіганню
сільськогосподарської техніки – К.:Урожай, 1988.-104с.-(література для
кабінету інженера).

16. В.І Кочев, А.С. Кушнар'ов, В.Д. Роговий та ін. За ред.В.І. Кочева.
Здовідник по регулюванню сільськогосподарських машин. – 2-ге вид.
перероб і доп. К.:Урожай, 1993. – 264 с.: іл. – ISBN 5-337-01155-3

17. Бабицький Л.Ф. Біонічні напрямки розробки ґрунтообробних машин. – К.:
Урожай, 1998. – 164 с.

18. Пат. 31573 Україна, МПК А01В 17/00 Плуг з вібраційною підвіскою/
Довейкін В.С., Криворучко О.С., Пушкар І.А. Національний аграрний
університет - №200714675; заявл. 25.12.2007; опубл. 10.04.2008, Бюл. №7.

19.Кльеткін М.І. Довідник конструктора сільськогосподарських машин Т. 2.
М., вид-во "Машинобудування", 1967.

20.Сільськогосподарські машини Д. Г. Войтюк, Г. Р. Гаврилук 2004 р. 448 с.

21. Експлуатація машинно-тракторного парку // За заг. ред. Р.Ш. Хабатова. - М.: ІНФРА-М, 1999.
22. Карпенко О.М., Халанський В.М. Сільськогосподарські машини. - 6-е вид., Перероб. та дод. - М.: Агропромиздат, 1989. - 527 с: іл.
23. Гудзь В.П. Адаптивні системи землеробства: підруч. / В. П. Гудзь, І. Д. Примак - К.: Центр учбової літератури, 2007. - 336 с.
24. Землеробство з основами ґрунтознавства і агрохімії : підруч. / Гудзь В.П., Лісовал А.П., Андрієнко В.О. - К.: Центр учбової літератури, 2007. - 406 с.
25. Примак І.Д. Механічний обробіток ґрунту в землеробстві : навч. посіб. / Примак І.Д., Гудзь В.П., Рошко В.Г. - Б.Церква, 2002. - 320 с.
26. Примак І. Д. Ерозія і дефляція ґрунтів та заходи боротьби з ними : навч. посіб. / Примак І.Д., Гудзь В.П., Вахній С.П. - Б. Церква, 2001.-392 с.
27. Бур'яни та заходи боротьби з ними. Малько Ю. П, Учб. - мет. Центр Мінагро. Укр.. 1998
28. Система ведення с/г Херсонської області: (наукове супроводження «Стратегії економічного та соціального розвитку Херсонської області до 2011 року»). - Херсон: Айлант, 2004. - 264 с
29. Рослинництво: Підручник/ О. І. Зінченко, В. Н. Салатенко, М. А. Білоножко; За ред. О. І. Зінченка. - К.: Аграрна освіта, 2001. - 591 с.: іл.
30. Войтюк Д.Г., Дубровін В.О., Іщенко Т.Д. та ін. «Сільськогосподарські машини та меліоративні машини» Київ, «Вища освіта» 2004
31. Гапоненко В.С., Войтюк Д.Г. «Сільськогосподарські машини» — 6-е вид., перероб. і допов. — К.: Урожай, 1992. — 448 с.
32. Марченко В.І. «Сільськогосподарські машини» Підручник. К.: Вища шк., 1999. — 344 с.
33. Методичні рекомендації «Машини для основного обробітку ґрунту», Дніпропетровськ 2006.
34. Халанський В.М., Горбачов І.В. Сільськогосподарські машини. - М.: Колос, 2004. - 624 с.

35.Кленин Н.І., Єгоров В.Г. Сільськогосподарські і меліоративні машини. - М.: Колос, 2003. - 465 с.

36.Тарасенко А.П. та ін. Механізація і електрифікація сільськогосподарського виробництва. - М.: Колос, 2006. - 551 с.

37.Кленин Н.І., Кисельов С. М., Левшин А.Г. Сільськогосподарські машини. - М., Колос, 2008. - 816 с.

38.Сільськогосподарські машини. Основитеорії та розрахунку : Підручник / [Д. Г. Войтюк, В. М. Барановський, В. М. Булгаков та ін.]; за ред. Д. Г. Войтюка. – К.: Вища освіта, 2005. – 464 с.: іл.

39.Войтюк Д. Г. Сільськогосподарські та меліоративні машини / [Д. Г. Войтюк, В. О. Дубровін, Т. Д. Іщенко та ін.]; за ред. Д. Г. Войтюка. – К.: Вища освіта, 2004. – 544 с.; іл.

40.Халаїнський В. М. Сільськогосподарські машини / В. М. Халаїнський, І. В. Горбачов. - М.: Колос, 2004. - 624 с.: Іл.

41.Дацишин О.В. Дипломне та курсове проектування. – К.: Урожай, 1996. 192 с.

42.Войтюк Д.Г., Гаврилюк Г.Р. Сільськогосподарські машини. – К.: Урожай. 1994. – 448с.

43.Ільченко В.Ю. Експлуатація машинно-тракторного парку в аграрному виробництві. – К.: Урожай, 1993. – 287 с.

44.Войтюк Д. Г., Яцун С. С., Довжик М. Я. Сільськогосподарські машини: основи теорії та розрахунку : навч. посіб. / за ред. Д. Г. Войтюка. Суми : Університетська книга, 2008. 544 с.: іл.

45.Кобець А. С., Пугач А. М. Теорія і розрахунок сільськогосподарських машин : практикум. Дніпропетровськ : Вид-во “Свідлер А.Л.”, 2011. 164 с.

46.Войтюк Д.Г., Гаврилюк Г.Р. Сільськогосподарські машини. Київ: Каравела, 2018. 552 с

47.Бакум М.В. та ін. Сільськогосподарські машини. Частина 2. Машини для внесення добрив. Харків: ХНТУСГ, 2008. Т.2. 288 с.

48. Грунтознавство: підручник / Д. Г. Тихоненко, М. О. Горін, М. І. Лактіонов та ін.: / за ред. Д. Т. Тихоненка. – К. : Вища освіта, 2005. – 703с.

49. Лімонт А.С., Лильник І.І. та інші Практикум Із машиновикористання в рослинництві. Київ, Кондор, 2004.

50. Орманджи К.С. «Правила производства механизированных работ в полеводстве», 1983.

НУБІП України

НУБІП України

НУБІП України

НУБІП України

НУБІП України

НУБІП України