

**ДНІПРОВСЬКИЙ ДЕРЖАВНИЙ АГРАРНО-ЕКОНОМІЧНИЙ  
УНІВЕРСИТЕТ**

**Інженерно-технологічний факультет**

Кафедра тракторів і сільськогосподарських машин

**П о я с н ю в а л ь н а   з а п и с к а**

до дипломної роботи

освітнього ступеня "Бакалавр" на тему:

**Удосконалення механізації міжрядного обробітку  
з модернізацією культиватора КРН-5,6**

**Виконав:** студент 4 курсу,  
за спеціальністю 208 "Агроінженерія"

\_\_\_\_\_ Черевко Дмитро Олександрович

**Керівник:** \_\_\_\_\_ Пугач Андрій Миколайович

**Рецензент:** \_\_\_\_\_

Дніпро 2025



1. Огляд існуючих конструкцій. 2. Загальний вигляд машини (вузла) 3. Складальне креслення 4. Деталювання 5. Економічні показники. 6. Висновки

### 6. Консультанти розділів роботи

Розділ	Прізвище, ініціали та посада консультанта	Підпис, дата	
		завдання видав	завдання прийняв
1	Пугач А.М., професор		
2	Пугач А.М., професор		
3	Пугач А.М., професор		
4	Пугач А.М., професор		
5	Пугач А.М., професор		
нормоконтроль	Теслюк Г.В., доцент		

7. Дата видачі завдання: 16.09.2024 р.

### КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

№ з/п	Назва етапів дипломного проекту	Строк виконання етапів роботи	Примітка
1	Аналітичний (оглядовий)	до 30.09.2024 р.	Виконав
2	Технологічний	до 28.10.2024 р.	Виконав
3	Конструкційний	до 24.02.2025 р.	Виконав
4	Охорона праці та захист навк. серед.	до 31.03.2025 р.	Виконав
5	Економічний	до 28.04.2025 р.	Виконав
6	Графічна частина	до 30.05.2025 р.	Виконав

**Студент**

\_\_\_\_\_.  
( підпис )

\_\_\_\_\_.  
( прізвище та ініціали )

**Керівник роботи**

\_\_\_\_\_.  
( підпис )

\_\_\_\_\_.  
( прізвище та ініціали )



## АНОТАЦІЯ

Черевко Дмитро Олександрович Удосконалення механізації міжрядного обробітку з модернізацією культиватора КРН-5,6 / Випускний кваліфікаційний проєкт на здобуття освітнього ступеня «бакалавр» за спеціальністю 208 «Агроінженерія» - ДДАЕУ, Дніпро, 2025.

**У першому розділі** представлено аналіз діяльності базового господарства.

**У другому розділі** проведено огляд існуючих конструкцій та технічних рішень за темою проєкту.

**У третьому розділі** представлено обґрунтування технологічного процесу та конструкції.

**У четвертому розділі** приведено основні заходи з охорони праці при роботі з розробленою конструкцією.

**У п'ятому розділі** приведено оцінку економічної ефективності від впровадження.

Дипломний проєкт виконано на 63 сторінках машинописного тексту, містить 30 джерел використаної літератури.

## ЗМІСТ

ВСТУП.....	7
1 ГОСПОДАРСЬКОЇ ДІЯЛЬНОСТІ АНАЛІЗ.....	9
Висновки.....	14
2 СПОСОБІВ І ТЕХНІЧНИХ ЗАСОБІВ АНАЛІЗ .....	15
2.1 Вимоги до процесу агротехнічні .....	15
2.2 Існуючих конструкцій огляд .....	20
Висновки.....	33
3 КОНСТРУКТИВНИХ ПАРАМЕТРІВ ОБГРУНТУВАННЯ .....	35
3.1 Розробленої конструкції опис .....	35
3.2 Кута встановлення лапи обґрунтування.....	37
3.3 Міцнісні розрахунки.....	40
3.4 Опір тяговий та експлуатаційні показники.....	41
Висновки.....	43
4 ЗАХИСТ НАВКОЛИШНЬОГО СЕРЕДОВИЩА ТА ОСНОВНІ ВИМОГИ З ОХОРОНИ ПРАЦІ.....	44
Висновки.....	51
5 ОБГРУНТУВАННЯ ЕКОНОМІЧНЕ.....	52
Висновки.....	56
ВИСНОВКИ .....	58
ЛІТЕРАТУРА.....	61
ДОДАТКИ.....	64

## ВСТУП

Міжрядний обробіток ґрунту є одним із ключових елементів агротехнічної системи вирощування просапних культур, зокрема таких стратегічно важливих, як кукурудза та соняшник. Ці культури займають провідне місце у структурі посівних площ України та багатьох інших країн, що обумовлює необхідність постійного вдосконалення технологій їх вирощування. Успішне формування високого й стабільного врожаю залежить від багатьох чинників, серед яких важливу роль відіграє своєчасне й якісне проведення міжрядного обробітку.

Основним призначенням міжрядного обробітку є розпушування ґрунту в міжряддях з метою збереження вологи, зменшення капілярного підняття води, знищення бур'янів, покращення повітряного режиму та активізації біологічної активності ґрунту. На відміну від суцільного обробітку, міжрядна обробка дозволяє локалізовано впливати на зону кореневої системи рослин, забезпечуючи сприятливі умови для їхнього росту й розвитку без зайвого механічного пошкодження культурних рослин.

Історично розвиток міжрядного обробітку пройшов шлях від ручних і тяглових знарядь до сучасних високопродуктивних машин, обладнаних системами автоматичного керування, GPS-навігацією та сенсорними технологіями. У період інтенсифікації сільського господарства у XX столітті пріоритет надавався підвищенню продуктивності технічних засобів, тоді як сучасні тенденції зумовлюють необхідність адаптації техніки до вимог точного землеробства, екологічної безпеки й енергозбереження.

Для кукурудзи та соняшнику характерне широкорядне розміщення рослин (з міжряддями 70 см і більше), що створює сприятливі умови для застосування міжрядної обробки впродовж тривалого періоду вегетації. Особливо важливим є ранній післясходовий обробіток, коли конкуренція з боку бур'янів є найвищою, а ґрунтова кірка може істотно знизити схожість і життєздатність молодих рослин. Надалі міжрядна обробка сприяє збереженню

вологи й покращенню аерації ґрунту, що особливо актуально в умовах посушливого клімату або недостатнього забезпечення вологою.

Машини для міжрядного обробітку кукурудзи й соняшнику можуть бути класифіковані за типом робочих органів (лапові, фрезерні, ротаційні, стрілочасті тощо), способом агрегування, наявністю систем автоматичного копіювання рядків, адаптивного регулювання глибини обробітку тощо. Крім того, зростає інтерес до комбінованих агрегатів, які поєднують міжрядний обробіток із одночасним внесенням добрив або гербіцидів у зону кореневої системи, що дозволяє підвищити ефективність агротехнічних заходів і скоротити кількість проходів по полю.

Водночас, незважаючи на наявність широкого спектра технічних засобів, проблема забезпечення ефективного міжрядного обробітку просапних культур залишається актуальною. Основними труднощами є: забезпечення точного копіювання рядків у разі неоднорідних сходів або нерівномірної сівби; мінімізація пошкодження культурних рослин; стабільне утримання заданої глибини обробітку в умовах складного рельєфу поля або змінної щільності ґрунту. Крім того, важливим завданням є зниження енергозатрат та збереження екологічної стійкості агроecosystem.

З огляду на вищезазначене, вивчення сучасних технологій міжрядного обробітку просапних культур, аналіз конструкційних особливостей робочих органів, дослідження їхньої взаємодії з ґрунтовим середовищем, а також пошук шляхів підвищення ефективності та універсальності машин є важливим напрямом наукових досліджень у сфері сільськогосподарського машинобудування та агротехніки. Подальші підрозділи цього розділу присвячені огляду існуючих технічних засобів, аналізу вимог до їхньої конструкції, а також розгляду перспектив удосконалення машин для міжрядного обробітку кукурудзи та соняшнику.

## 1 ГОСПОДАРСЬКОЇ ДІЯЛЬНОСТІ АНАЛІЗ

Аналіз діяльності сільськогосподарського підприємства з площею орних земель 900 га за 2021–2025 роки

Упродовж 2021–2025 років сільськогосподарське підприємство, що має у користуванні 900 га орних земель, здійснювало діяльність у сфері рослинництва зі спеціалізацією на вирощуванні зернових, олійних і технічних культур. Основні напрями виробництва включали посіви пшениці озимої, кукурудзи на зерно, соняшнику, сої та ячменю ярого. Підприємство функціонувало в умовах зони Степу України, де кліматичні умови сприятливі для вирощування зазначених культур, хоча в окремі роки спостерігалася нестабільність зволоження.

### Структура посівних площ

Упродовж п'ятирічного періоду структура посівних площ залишалася відносно сталою, з незначними змінами залежно від ринкової кон'юнктури та погодних умов. Найбільшу частку займали кукурудза (30–35 %) та соняшник (25–28 %), що відповідало стратегії підприємства щодо прибутковості виробництва. Озима пшениця щороку займала близько 20 % площ, а соя — 10–12 %. Решту площ використовували для ячменю, сидеральних культур і парів.

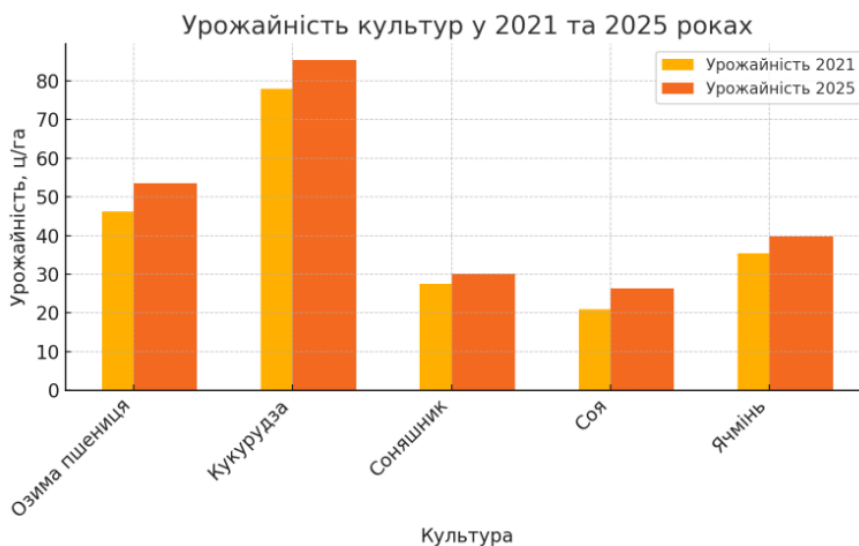
### Урожайність і виробництво продукції

Аналіз урожайності показав позитивну динаміку протягом 2021–2023 років з подальшим частковим зниженням у 2024 році через посуху в літній період. У 2025 році завдяки оптимізації технологій та модернізації техніки вдалося відновити показники:

Зростання продуктивності зумовлене впровадженням елементів точного землеробства, диференційованого внесення добрив, сучасних систем обробітку ґрунту та оновленням сортового складу.

### Матеріально-технічне забезпечення

У 2021 році технічне забезпечення підприємства характеризувалося зношеністю основного парку техніки (середній вік тракторів перевищував 15 років). Починаючи з 2022 року, було реалізовано програму оновлення технічного парку: придбано трактори класу 180–300 к.с., зернозбиральні комбайни, причіпну ґрунтообробну техніку, а також системи паралельного водіння.



У 2023 році встановлено елеваторний комплекс на 10 тис. т зберігання, що дало змогу зменшити втрати при зберіганні та підвищити гнучкість реалізації продукції.

#### Економічні показники діяльності

Фінансові результати демонструють стійке зростання валового прибутку з 2021 до 2023 року.

№	Показник	2021	2023	2024
1	Валовий дохід, млн грн	28,5	43,2	47,8
2	Собівартість реалізованої продукції	19,7	27,4	29,3
3	Прибуток до оподаткування, млн грн	8,1	15,3	17,6
4	Рентабельність, %	41,1	55,8	60,1

У 2024 році спостерігалось зниження через несприятливі погодні умови, але в 2025 році тенденція до зростання була відновлена.

Підприємство активно залучало державну підтримку, зокрема в межах програм часткової компенсації вартості техніки та здешевлення кредитів.

#### Виробничі та екологічні підходи

У 2022–2024 роках підприємство почало впроваджувати агроекологічні практики: дотримання сівозміни, мінімізація інтенсивного обробітку, використання сидератів. Це дозволило знизити ерозійні процеси та поліпшити структурний стан ґрунтів. У 2024 році 18 % площ оброблялися за технологією strip-till, а також використовувалися елементи біологізації — інокуляція сої та локальне внесення біодобрих.

#### Оптимізація використання технічних ресурсів

Починаючи з 2022 року, підприємство приділило особливу увагу оптимізації використання технічних ресурсів. Упровадження систем GPS-навігації та контролю витрат ПММ дозволило значно зменшити непродуктивні витрати пального та зменшити простої техніки. Було проведено зонування полів за типами ґрунтів і агрофізичними властивостями, що дало змогу адаптувати навантаження техніки до умов поля.

Управління технічним парком автоматизовано за допомогою спеціалізованого програмного забезпечення, що дозволяє планувати ремонти, вести облік годин роботи, аналізувати ефективність машинно-тракторних агрегатів. Крім того, частина допоміжних операцій (перевезення, логістика) була передана на аутсорсинг, що зменшило навантаження на власні ресурси підприємства.

Аналіз фінансових результатів свідчить про позитивну динаміку. Зростання прибутку зумовлене підвищенням урожайності, покращенням якості продукції, ефективною реалізацією та державною підтримкою. Починаючи з 2022 року підприємство запровадило елементи сталого землеробства:

- мінімальний обробіток ґрунту (strip-till на 18 % площ);

- біологізація (інокуляція, біодобрива);
- вирощування сидеральних культур у сівозміні;
- дотримання норм ущільнення та ерозійної стійкості.

Ці заходи сприяли підвищенню родючості ґрунту, зменшенню деградаційних процесів та зміцненню екологічної безпеки виробництва.

Сучасний парк машин для міжрядного обробітку просапних культур включає широкий спектр агрегатів, які відрізняються конструкцією робочих органів, типом приводу, способом агрегативання з енергозасобами та рівнем технічної оснащеності. Основну частину таких машин становлять культиватори, що призначені для розпушування ґрунту в міжряддях з одночасним знищенням бур'янів та, за необхідності, локальним внесенням добрив.

Залежно від типу робочих органів, культиватори поділяються на лапові (стрілчасті), ротаційні, фрезерні, дискові, а також комбіновані. Найбільш поширеними у виробництві залишаються лапові культиватори, які забезпечують ефективне розпушування та підрізання бур'янів на глибині 4–8 см. Робочі органи стрілкової форми забезпечують суцільне охоплення міжряддя, що є важливим фактором у боротьбі з бур'янами. Водночас, підвищення швидкості обробітку призводить до зростання динамічного навантаження на конструкцію, що вимагає відповідного вдосконалення рами та вузлів кріплення.

Ротаційні культиватори, які оснащуються активними роторними робочими органами (пелюстковими чи шпоровими), забезпечують більш інтенсивне перемішування ґрунту, що сприяє кращій аерації та руйнуванню ґрунтової кірки. Їх застосування є доцільним на ущільнених або важких за механічним складом ґрунтах. Однак ці машини є енергомісткішими, що потребує узгодження з тяговими характеристиками енергозасобу.

Фрезерні міжрядні культиватори забезпечують найвищу якість розпушування ґрунту, однак через складність конструкції та підвищену витрату палива вони не набули широкого поширення в промисловому

виробництві. Натомість комбіновані агрегати, які поєднують лапові або ротаційні робочі органи з туковисівними апаратами та системами внесення рідких добрив, є перспективним напрямом розвитку. Вони дозволяють виконувати кілька операцій за один прохід, зменшуючи навантаження на ґрунт і економлячи ресурси.

Важливою тенденцією сучасного машинобудування є автоматизація технологічного процесу обробітку. Зокрема, впровадження систем GPS-навігації, відеоаналізу рядків, автоматичного керування положенням секцій культиватора у поперечному напрямі дозволяє підвищити точність обробітку та зменшити ризик пошкодження культурних рослин. Такі системи активно розробляються та впроваджуються провідними світовими виробниками сільськогосподарської техніки, зокрема компаніями John Deere, Kverneland, Amazone, Lemken, Horsch, а також українськими підприємствами.

Окрему увагу заслуговує конструкція секції культиватора як основного елемента, що забезпечує адаптацію робочих органів до умов мікрорельєфу. Важливими критеріями є наявність паралелограмної підвіски, копіювальних коліс, системи зміни глибини обробітку, а також пристроїв регулювання положення елементів щодо рядків. Сучасні дослідження спрямовані на удосконалення конструкцій, здатних працювати в умовах змінної ширини міжрядь, на полях з нерівномірними сходами або у випадках комбінованого розміщення культур.

Таким чином, технічні засоби міжрядного обробітку просапних культур, зокрема кукурудзи та соняшнику, є різноманітними за конструкцією та функціональністю. Вибір оптимальної машини або агрегату залежить від умов вирощування, типу ґрунту, особливостей сівби, погодних умов, доступних енергозасобів і рівня технічної оснащеності господарства. У подальших підрозділах буде детально розглянуто принципи роботи, переваги й недоліки різних типів робочих органів, а також шляхи вдосконалення машин для міжрядного обробітку з урахуванням вимог сучасного землеробства.

## **Висновки**

За період 2021–2024 років сільськогосподарське підприємство з площею орних земель 900 га продемонструвало позитивну динаміку виробничих та економічних показників. Основними чинниками успіху стали оновлення техніки, впровадження точного землеробства, дотримання агротехнічних норм і раціональне управління ресурсами. Надалі підприємству доцільно продовжити курс на інноваційність, екологізацію виробництва та розширення інфраструктури зберігання та переробки.

У 2021–2024 роках підприємство забезпечило ефективне функціонування та нарощування обсягів виробництва. Основними чинниками успіху стали:

- оптимальна структура посівів;
- модернізація техніки;
- впровадження точного землеробства;
- агроекологічна стабільність;
- оптимізація технічних ресурсів.

Подальший розвиток передбачає вдосконалення агротехнологій, розширення інфраструктури зберігання та диверсифікацію виробництва.

## **2 СПОСОБІВ І ТЕХНІЧНИХ ЗАСОБІВ АНАЛІЗ**

### **2.1 Вимоги до процесу агротехнічні**

Основні агротехнічні вимоги до міжрядного обробітку просапних культур, зокрема кукурудзи та соняшнику, включають наступні пункти:

**Покращення аерації ґрунту:** Міжрядний обробіток має забезпечити проникнення повітря до кореневої системи рослин, що сприяє оптимальному розвитку кореневої маси і поглинанню води та поживних речовин.

**Зниження конкуренції з бур'янами:** Регулярне проріджування міжрядь повинно сприяти зниженню чисельності бур'янів, що обмежують ріст і розвиток культур. Важливо, щоб метод обробітку не пошкоджував кореневу систему основних культур.

**Збереження вологи в ґрунті:** Міжрядний обробіток має бути спрямований на збереження вологи в ґрунті, запобігаючи її надмірному випаровуванню, зокрема за допомогою спеціальних технічних засобів, таких як борони, культиватори чи дискові агрегати.

**Покращення структури ґрунту:** Окрім покращення аерації, міжрядний обробіток має сприяти підвищенню рівня ґрунтової пористості, що забезпечує кращу водопроникність та стійкість до ерозії.

**Контроль за глибиною обробітку:** Важливо правильно визначити глибину обробітку, аби не пошкодити кореневу систему культур і не викликати погіршення структури ґрунту. Оптимальна глибина залежить від виду культури та стану ґрунту.

**Запобігання ущільненню ґрунту:** Потрібно уникати застосування важкої техніки в умовах вологого ґрунту, що може призвести до його ущільнення. Це негативно впливає на ріст рослин і водопроникність.

**Збереження біологічної активності ґрунту:** Обробіток повинен враховувати екологічні особливості, зокрема, не порушувати баланс корисних

мікроорганізмів в ґрунті, які сприяють здоров'ю рослин і забезпечують оптимальне живлення.

Економічна ефективність: Міжрядний обробіток має бути економічно обґрунтованим, зокрема за рахунок раціонального використання техніки і мінімізації витрат на робочі операції.

Оптимізація термінів обробітку: Міжрядний обробіток має бути здійснений у найкращі агротехнічні терміни. Це важливо для забезпечення максимальної ефективності боротьби з бур'янами, покращення структури ґрунту та збереження вологи. Термін виконання робіт залежить від погодних умов, стадії розвитку культур і типу ґрунту.

Врахування фітосанітарного стану поля: Міжрядний обробіток повинен враховувати стан рослин на полі, зокрема наявність шкідників та хвороб. Обробіток може бути частиною комплексу заходів, спрямованих на контроль за фітопатогенами і шкідниками. Це включає в себе як механічну боротьбу з шкідниками, так і профілактичні заходи.

Мінімізація впливу на навколишнє середовище: Міжрядний обробіток має бути спрямований на зменшення ерозії, що може виникнути в результаті надмірного втручання в ґрунт. Також важливо враховувати вплив на біорізноманіття та використовувати методи, які сприяють збереженню природних ресурсів.

Забезпечення рівномірності обробітку: Для ефективного міжрядного обробітку необхідно досягти рівномірного розподілу обробленого ґрунту по всьому полю. Це дозволяє уникнути ділянок з недостатнім або надмірним обробітком, що може негативно вплинути на ріст культур.

Технічне оснащення та інновації: Використання сучасних технологій і технічних засобів, таких як точний міжрядний обробіток (наприклад, системи GPS-навігації, автоматичні контролери глибини обробітку), дозволяє підвищити ефективність роботи та зменшити витрати пального і робочих ресурсів.

Комплексний підхід до обробітку: Міжрядний обробіток не повинен здійснюватися ізольовано, а бути частиною комплексної агротехнічної програми, яка включає в себе внесення добрив, зрошення, боротьбу з бур'янами та шкідниками, що дає змогу досягти максимальних результатів за мінімальних затрат.

Інтенсивність обробітку залежно від виду культури: Інтенсивність і методи міжрядного обробітку можуть змінюватися в залежності від виду культури. Наприклад, для кукурудзи обробіток може бути більш інтенсивним на початкових етапах розвитку, тоді як для соняшнику можна застосовувати менш інтенсивний обробіток, щоб зберегти його кореневу систему.

Екологічна сталість: Міжрядний обробіток має бути екологічно стійким, що передбачає мінімальний вплив на навколишнє середовище та збереження природних екосистем. Це важливо для забезпечення довгострокового використання землі без виснаження ґрунтів.

Врачування механічних властивостей ґрунту: Важливо проводити обробіток з урахуванням фізико-механічних властивостей ґрунту, таких як його щільність, вологість, температура та структура. Це дозволяє запобігти пошкодженню культур і зберегти оптимальні умови для їхнього розвитку.

Ці вимоги допомагають забезпечити не тільки ефективний, але й сталий міжрядний обробіток, що сприяє здоровому розвитку культур, збереженню якості ґрунтів і забезпеченню високих урожаїв при мінімальному екологічному впливі.

Збереження мульчі та рослинних залишків: Міжрядний обробіток повинен бути спрямований на збереження мульчі та рослинних залишків на поверхні ґрунту, оскільки це допомагає зменшити ерозію, зберегти вологу та підтримати біологічну активність ґрунту. Використання таких залишків також сприяє відновленню органічного вмісту ґрунту.

Гармонізація з іншими агротехнічними заходами: Міжрядний обробіток не повинен бути відокремленим етапом, а має бути інтегрований із іншими агротехнічними заходами, такими як правильний вибір сівозміни, своєчасне

внесення добрив, обробка від шкідників і хвороб, що дозволяє досягнути більшого ефекту в загальному управлінні полем.

Використання мультифункціональних агрегатів: Для підвищення ефективності обробітку рекомендується використовувати агрегати, що можуть виконувати кілька операцій одночасно (наприклад, культивуація і боронування). Це дозволяє зменшити витрати на техніку, час і паливо, а також мінімізувати кількість проходів по полю.

Підвищення стійкості до кліматичних змін: Міжрядний обробіток може бути адаптований до зміни кліматичних умов, зокрема для боротьби з посухами чи надмірними опадами. Використання сучасних методів і технологій, таких як контроль глибини обробітку і регулювання швидкості агрегатів, дозволяє мінімізувати вплив несприятливих погодних умов на культури.

Застосування мульчування після обробітку: Мульчування після міжрядного обробітку є корисною практикою, що дозволяє утримувати вологу, знижує температуру ґрунту, покращує його структуру і зменшує ріст бур'янів. Це також може допомогти в боротьбі з ерозією, особливо в районах з високим рівнем випаровування води.

Інтеграція з агроекологічними практиками: Важливим аспектом є інтеграція міжрядного обробітку з іншими агроекологічними практиками, такими як використання сівозмін, відновлення родючості ґрунтів за допомогою сидератів або органічних добрив. Це дозволяє підтримувати стійкість агроекосистеми і покращує загальний стан ґрунтів.

Індивідуальний підхід до різних типів ґрунтів: Для кожного типу ґрунту необхідно визначити найбільш ефективні методи міжрядного обробітку, оскільки різні ґрунти (піщані, глинисті, суглинні) мають різні фізико-хімічні характеристики, що потребують спеціальних технологій обробітку для досягнення оптимальних результатів.

Врахування економічної та екологічної ефективності: Важливо досягнути балансу між економічною вигодою та екологічною стійкістю

обробітку. Міжрядний обробіток має бути таким, щоб забезпечити максимальний результат при мінімальних витратах на енергоресурси, паливо та техніку, а також при мінімальному негативному впливі на навколишнє середовище.

Підтримка в ґрунті корисної мікрофлори: Міжрядний обробіток має сприяти підтримці корисної мікрофлори ґрунту, що допомагає рослинам засвоювати поживні речовини та підтримувати оптимальні умови для росту і розвитку. Це може бути досягнуто шляхом мінімізації механічного руйнування ґрунтових організмів.

Використання передових методів моніторингу: Використання сенсорів та систем моніторингу для оцінки стану ґрунту та культури дозволяє оптимізувати стратегії міжрядного обробітку. Такі технології можуть допомогти в реальному часі коригувати параметри обробітку, щоб зменшити негативний вплив на культуру і збільшити ефективність використання ресурсів.

Підвищення агрономічної грамотності фермерів: Підготовка агрономів та фермерів до застосування сучасних методів міжрядного обробітку через навчальні програми та тренінги є важливим фактором для ефективного впровадження новітніх технологій і практик у сільське господарство.

Загалом, дотримання цих вимог дозволяє здійснювати міжрядний обробіток таким чином, щоб забезпечити не лише оптимальні умови для розвитку культур, але й підвищити ефективність агропроизводства при мінімальних негативних впливах на довкілля.

Міжрядний обробіток є необхідною складовою агротехнічних заходів для забезпечення оптимальних умов для росту і розвитку просапних культур, зокрема кукурудзи та соняшнику. Він сприяє покращенню аерації ґрунту, зниженню конкуренції з бур'янами, збереженню вологи та покращенню структури ґрунту.

Забезпечення економічної ефективності міжрядного обробітку потребує оптимізації витрат на техніку, паливо та робочу силу, що дозволяє досягти

високих урожаїв за мінімальних затрат. Водночас важливо враховувати екологічні аспекти, аби не погіршити стан ґрунтів і навколишнього середовища.

Використання сучасних технологій, таких як мультифункціональні агрегати, точні системи навігації та моніторингу, дозволяє підвищити точність і ефективність обробітку, а також зменшити негативний вплив на навколишнє середовище. Це також відкриває нові можливості для інтеграції з іншими агротехнічними заходами.

Міжрядний обробіток має бути адаптований до специфічних умов кожного господарства, типу ґрунту, кліматичних факторів та виду культур. Індивідуальний підхід до кожного етапу обробітку дозволяє забезпечити максимальний ефект за мінімальних витрат.

## 2.2 Існуючих конструкцій огляд



Рисунок 2.1 - КРН – 5,6



Рисунок 2.2 - КОН-2,8



Рисунок 2.3 - КГП-4



Рисунок 2.4 - УСМК – 5,4



Рисунок 2.5 - Sfoggia Thema



Рисунок 2.6 - КМО–3,0



Рисунок 2.7 - Альтаір – 5,6

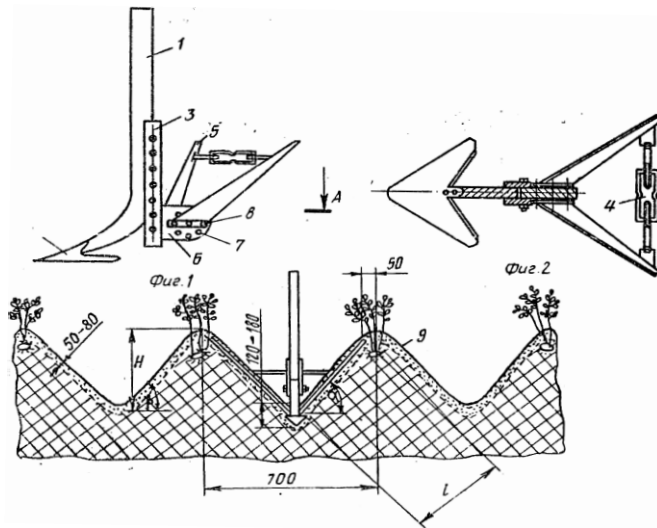


Рисунок 2.8 - № 9259

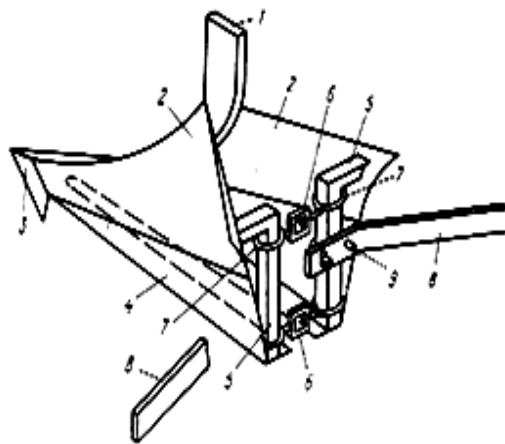


Рисунок 2.9 - № 104492

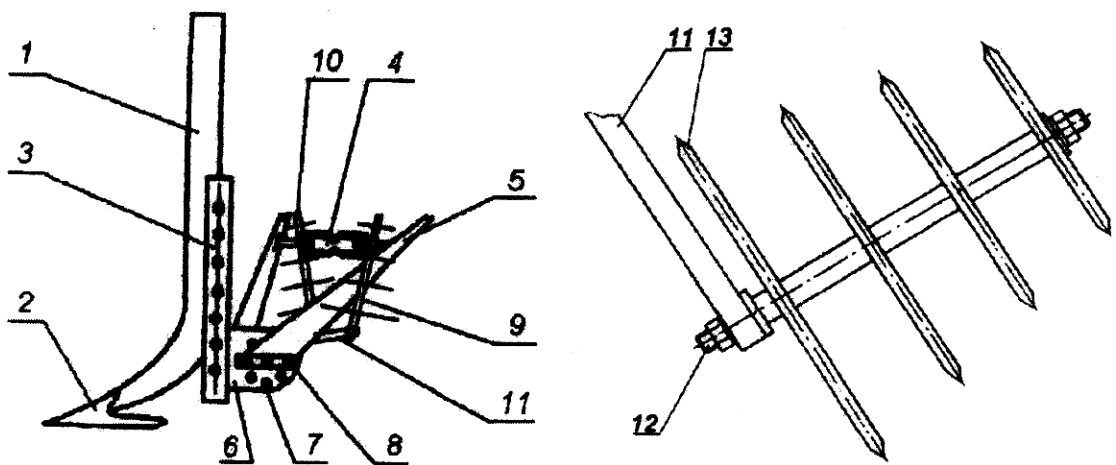


Рисунок 2.10 - № 43971



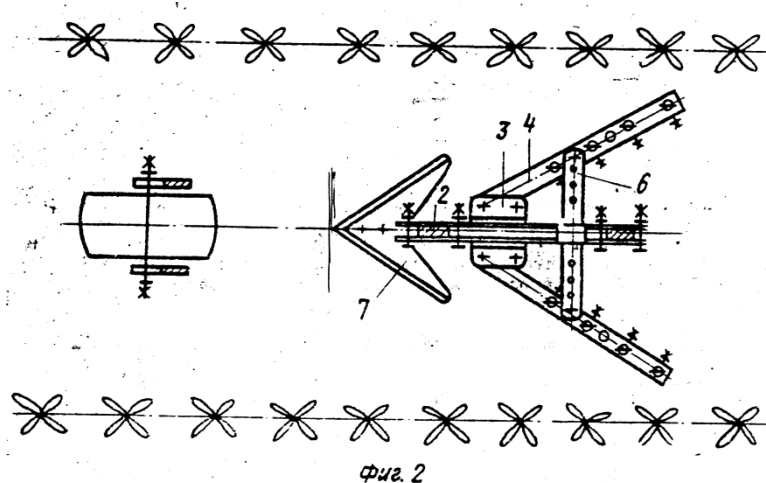


Рисунок 2.14 - № 1389697

Огляд існуючих конструкцій культиваторів для міжрядного обробітку просапних культур включає різні типи та модифікації техніки, що застосовуються для збереження ґрунтової структури, боротьби з бур'янами та забезпечення оптимальних умов для розвитку культур, таких як кукурудза, соняшник, соя тощо.

#### 1. Механічні культиватори

Механічні культиватори — це основний тип техніки для міжрядного обробітку. Вони забезпечують механічне розпушування ґрунту, видалення бур'янів і покращення аерації.

##### а) Культиватори з опорними колесами

Це найпоширеніша конструкція для міжрядного обробітку. Вони оснащені опорними колесами, які забезпечують рівномірну глибину обробітку. Їхня основна перевага — це можливість точного контролю глибини обробітку в межах кожного ряду. Зазвичай використовуються для легких та середніх ґрунтів.

#### б) Культиватори з пружинними лапами

Ці культиватори мають лапи з пружинними елементами, які дозволяють уникнути занадто великого ущільнення ґрунту і забезпечують рівномірний обробіток. Вони особливо ефективні на ґрунтах з низьким рівнем щільності. Пружинні лапи дозволяють більш м'яко обробляти ґрунт, не порушуючи кореневу систему рослин.

#### с) Культиватори з дисками

Дискові культиватори використовують круглі диски, що обертаються під час роботи, для виривання бур'янів і обробки ґрунту. Це дозволяє працювати на більш важких ґрунтах, знижуючи зношення інструментів і забезпечуючи стабільний ефект навіть в умовах високої вологості. Дискові культиватори використовуються в умовах, де традиційні лапи можуть не забезпечити необхідного ефекту.

### 2. Міжрядні культиватори з автоматичним контролем

Ці культиватори оснащені сучасними системами автоматичного регулювання глибини обробітку, а також сенсорами для точного визначення місця розташування культур у міжряддях. Такі культиватори є частиною технології точного землеробства, що дозволяє знижувати витрати на палива та ресурси, підвищуючи ефективність обробітку та мінімізуючи пошкодження культур.

#### а) Культиватори з системою GPS

Це високоточні культиватори, які використовують GPS-навігацію для точного контролю за ходом обробітку та забезпечення ідеальної ширини міжряддя. Система GPS дозволяє уникати перекриття робочих зон та забезпечує мінімальний рівень помилок у механічному обробітку.

## б) Культиватори з адаптивною системою управління

Ці агрегати можуть змінювати параметри обробітку в режимі реального часу залежно від зміни умов на полі (наприклад, змінної глибини або щільності ґрунту). Вони можуть коригувати глибину обробітку в залежності від стану ґрунту, що дозволяє підвищити ефективність і знизити ризики пошкодження культур.

## 3. Пневматичні культиватори

Пневматичні культиватори використовують потік повітря для створення легкого обробітку ґрунту. Ці культиватори менш агресивні в порівнянні з традиційними механічними, що дозволяє зберігати структуру ґрунту та зменшувати ерозію. Пневматичні культиватори також можуть працювати в умовах вологих ґрунтів.

## 4. Культиватори з функцією мульчування

Ці культиватори комбінують обробіток ґрунту з мульчуванням, що дозволяє зберігати вологу в ґрунті та зменшувати ріст бур'янів. Мульчування має важливе значення для збереження вологи в посушливих регіонах і може бути особливо корисним для міжрядного обробітку в умовах високих температур.

## 5. Культиватори з додатковими функціями

Багато сучасних культиваторів оснащені додатковими функціями, які дозволяють виконувати одночасно кілька агротехнічних операцій. Це можуть бути агрегати, які поєднують культивацію з внесенням добрив, вирівнюванням поверхні ґрунту чи навіть зрошенням. Така багатофункціональність знижує потребу в численних операціях, зменшуючи витрати часу і ресурсів.

## 6. Самохідні культиватори

Самохідні культиватори відрізняються від тракторних агрегатів тим, що вони мають власний привід і можуть працювати без потреби підключення до трактора. Вони здатні працювати на великих площах з високою швидкістю. Це робить їх ефективними для великих аграрних підприємств, що займаються міжрядним обробітком на великих ділянках землі.

## 7. Культиватори для точного обробітку

Це найбільш інноваційна категорія культиваторів, що використовує технології точного землеробства для мінімізації впливу на ґрунт і культурні рослини. Вони дозволяють точно обробляти тільки ті ділянки, де це необхідно, з максимальним контролем за глибиною і швидкістю обробітку, що робить цей тип культиваторів ідеальним для сільськогосподарських господарств, які прагнуть до зменшення витрат і підвищення врожайності.

## 8. Модульні культиватори

Модульні культиватори є варіантом техніки, яка складається з кількох знімних або змінних модулів, що дозволяє легко адаптувати культиватор до різних умов роботи та типів ґрунтів. Ці агрегати можуть бути оснащені різними видами лап, дисків, борон та інших елементів, які дозволяють здійснювати обробіток з різною інтенсивністю. Така конструкція дозволяє оптимізувати процес обробітку, в залежності від конкретних потреб на кожному полі або на різних стадіях розвитку культур.

## 9. Культиватори з комбінованими робочими органами

Комбіновані культиватори використовують різні типи робочих органів для виконання різних агротехнічних операцій в одному проході. Наприклад, культиватори можуть поєднувати культивацію з боронуванням, поливом, внесенням добрив або навіть знищенням бур'янів. Така техніка дозволяє значно знизити кількість проходів по полю, що в свою чергу знижує витрати на паливо і час, а також зменшує механічне навантаження на ґрунт. Водночас комбіновані культиватори дозволяють виконати кілька важливих агротехнічних операцій одночасно, що значно покращує продуктивність і ефективність обробітку.

## 10. Культиватори для важких ґрунтів

Для важких, глинистих ґрунтів використовуються спеціалізовані культиватори з міцними лапами та дисками, здатними подолати високу щільність ґрунту і забезпечити ефективну аерацію. Ці культиватори часто мають посилені конструкції, щоб запобігти поломкам при роботі в складних

умовах. Дискові культиватори в таких умовах є особливо ефективними, оскільки диски можуть прорізати ґрунт, не збільшуючи його ущільнення.

#### 11. Культиватори з використанням гумусових технологій

Завдяки новітнім підходам до агрономії, сучасні культиватори можуть бути оснащені технологіями, що сприяють відновленню гумусу в ґрунті. Ці системи включають спеціальні насадки для внесення органічних матеріалів або гумусу в ґрунт під час обробітку. Така технологія допомагає покращити родючість ґрунту і зберегти баланс поживних речовин, що є важливим аспектом сталого землеробства.

#### 12. Культиватори з регулюванням тиску на ґрунт

Технічний прогрес також дозволяє створювати культиватори, де тиск на ґрунт може регулюватися в залежності від його типу та умов. Такі культиватори з автоматичним регулюванням тиску дозволяють уникнути ущільнення ґрунту, що сприяє збереженню його структури, покращенню водо- і повітропроникності. Це також дозволяє мінімізувати пошкодження кореневої системи культур і сприяє більш ефективному збереженню вологи в ґрунті.

#### 13. Культиватори для інтегрованого управління агрономічними процесами

У найсучасніших конструкціях культиваторів використовуються інтегровані системи управління, які взаємодіють із системами зрошення, внесення добрив і навіть сівалки. Це дозволяє максимально автоматизувати сільськогосподарський процес і знизити витрати на робочу силу, покращуючи при цьому точність виконання операцій. Такі системи дозволяють здійснювати моніторинг стану культур в реальному часі та коригувати роботу культиватора, якщо це необхідно, що також забезпечує високу продуктивність.

#### 14. Екологічні культиватори

Зростаюча увага до екологічних аспектів сільського господарства стимулює розробку культиваторів, які мінімізують вплив на довкілля. Це може включати використання новітніх матеріалів для зниження впливу на ґрунт і

навколишнє середовище, а також конструкцій, що допомагають зберігати біорізноманіття. Деякі культиватори можуть бути оснащені технологією мінімальної обробки ґрунту (no-till), що дозволяє мінімізувати вплив на ґрунтову структуру, знижуючи ерозію та зберігаючи природні ресурси.

#### 15. Мультиmodalні культиватори

Сучасні мультиmodalні культиватори є ще одним інноваційним кроком у технології міжрядного обробки просапних культур. Вони здатні виконувати різноманітні функції в одному процесі, комбінуючи кілька видів обробки, таких як культивація, мульчування, знищення бур'янів, а також внесення добрив або засобів захисту рослин. Така конструкція дозволяє значно знизити кількість проходів на полі, що зменшує витрати на паливо, зменшує ерозію ґрунту і покращує структуру посівів. Окрім цього, мультиmodalні культиватори дозволяють значно підвищити продуктивність і знизити механічне навантаження на ґрунт.

#### 16. Система контролю витрат пального і навантаження на ґрунт

Деякі сучасні культиватори оснащені системами, які дозволяють точно контролювати витрати пального та навантаження на ґрунт. Завдяки цьому вдається оптимізувати робочі параметри, що допомагає зменшити витрати ресурсів, зберігати енергетичну ефективність та мінімізувати негативний вплив на ґрунт. Такі системи використовують інформацію про щільність ґрунту, його вологість і стан на різних ділянках поля, дозволяючи адаптувати роботу культиватора для досягнення максимального ефекту при мінімальних витратах.

#### 17. Ергономіка і комфорт при використанні

Сучасні культиватори також велику увагу приділяють ергономічним аспектам. Це включає вдосконалені системи керування, що забезпечують більш зручне управління технікою, зменшують фізичне навантаження на оператора та підвищують загальну ефективність робіт. Наприклад, це можуть бути електронні панелі управління, системи автоматичного управління швидкістю та глибиною обробки, а також зручні сидіння і контроль за

умовами навколишнього середовища, що дозволяє проводити тривалі агротехнічні операції з мінімальною втратою.

#### 18. Техніка для роботизованого обробітку

В останні роки на ринку з'являються роботизовані культиватори, які можуть працювати автономно без участі людини. Ці культиватори оснащені сенсорами, камерами, GPS-навігацією та іншими високотехнологічними системами, що дозволяє їм точно орієнтуватися в полі, уникати зіткнень з культурами і виконувати необхідні операції за заданими параметрами. Роботизовані культиватори здатні працювати на великих площах без необхідності в постійному контролі, що знижує потребу в робочій силі та забезпечує високу точність виконання агротехнічних операцій.

#### 19. Культиватори для малих та середніх господарств

Для малих та середніх сільськогосподарських підприємств розроблені культиватори, які поєднують високу продуктивність з доступною ціною та компактними розмірами. Це може бути техніка для ручного або малої механізації, яка дозволяє ефективно виконувати міжрядний обробіток на обмежених площах, знижуючи витрати на обслуговування та забезпечуючи необхідний рівень ефективності. Така техніка часто є модульною і дозволяє додавати або змінювати робочі органи залежно від умов обробітку.

#### 20. Інтеграція з іншими технологіями

Сучасні культиватори також інтегруються з іншими технологіями, такими як системи точного землеробства, моніторинг стану культур і ґрунтів, а також автоматичне внесення добрив і захисних засобів. Всі ці системи працюють разом, що дозволяє досягти максимальної точності при обробітку ґрунту і мінімізації впливу на навколишнє середовище. Це може включати автоматичне коригування обробітку в реальному часі в залежності від даних, отриманих від сенсорів, що встановлені на культиваторі або в полі.

## **Висновки**

Врахування екологічних аспектів є ключовим для забезпечення сталого розвитку сільського господарства. Міжрядний обробіток не тільки покращує умови для рослин, але й сприяє збереженню родючості ґрунтів, підтримці біорізноманіття та зменшенню негативних наслідків для екосистем.

Для досягнення максимальних результатів важливо підвищувати агрономічну грамотність фермерів та спеціалістів, що дозволяє впроваджувати найкращі практики міжрядного обробітку і ефективно адаптувати їх до умов конкретного господарства.

Загалом, міжрядний обробіток є важливим елементом агротехнічної системи, який сприяє підвищенню продуктивності сільського господарства, збереженню ресурсів та екологічній стійкості.

Існуючі конструкції культиваторів для міжрядного обробітку просапних культур охоплюють широкий спектр технологічних рішень, що забезпечують високий рівень ефективності при різних умовах роботи. Вибір культиватора залежить від конкретних вимог до обробітку ґрунту, типу культур, кліматичних умов і технологічних можливостей господарства. Технології, що використовуються у сучасних культиваторах, дозволяють значно знижувати витрати на ресурси та підвищувати екологічну стійкість, що є важливим для сталого розвитку аграрної галузі. Основними тенденціями в розвитку конструкцій культиваторів є автоматизація, інтеграція з іншими агротехнічними процесами, зменшення негативного впливу на навколишнє середовище, а також оптимізація енергозатрат. Це сприяє підвищенню продуктивності сільськогосподарського виробництва та збереженню родючості ґрунтів.

Культиватори для міжрядного обробітку просапних культур постійно вдосконалюються. Від простих механічних моделей до високотехнологічних агрегатів з автоматичним управлінням та GPS-навігацією — усі ці конструкції сприяють підвищенню ефективності сільськогосподарських робіт,

збереженню ресурсу ґрунтів і оптимізації витрат. Правильний вибір культиватора залежить від типу ґрунту, специфіки культур та масштабів виробництва, а також від застосовуваних агротехнічних методів.

Розвиток конструкцій культиваторів для міжрядного обробітку просапних культур в останні роки сприяє значним змінам у технологіях землеробства. Завдяки інноваціям, таким як автоматизація процесів, інтеграція з іншими агротехнічними операціями, роботизація, а також вдосконалення ергономічних характеристик, культиватори стають більш ефективними, точними і менш енерговитратними. Це дозволяє не тільки знижувати витрати на ресурси, але й покращувати умови для росту та розвитку рослин, зберігаючи екологічну стійкість і підтримуючи родючість ґрунтів.

У майбутньому можна очікувати подальший розвиток у напрямку інтелектуальних систем управління, покращення взаємодії з іншими агротехнічними пристроями та вдосконалення можливостей для малих і середніх господарств. Важливою тенденцією є також збереження екології ґрунтів та використання мінімальних втручань в природні процеси для забезпечення сталого землеробства.

### 3 КОНСТРУКТИВНИХ ПАРАМЕТРІВ ОБГРУНТУВАННЯ

#### 3.1 Розробленої конструкції опис

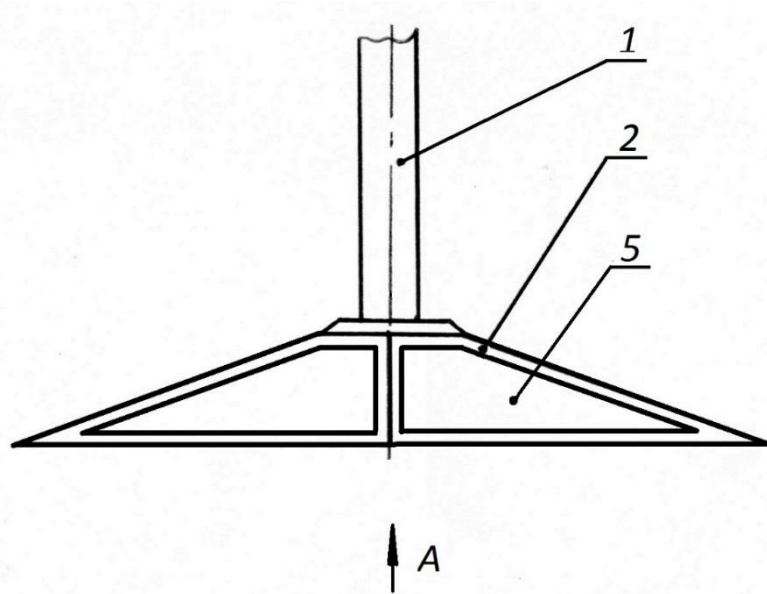


Рисунок 3.1 – Модифікована лапа

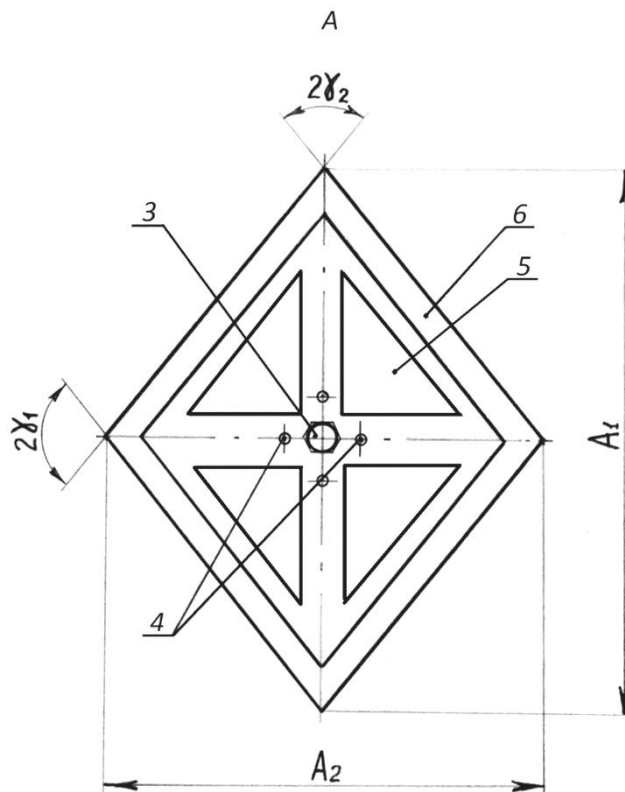


Рисунок 3.2 – Модифікована лапа (вид А)

Результати аналізу сучасних конструкцій міжрядних культиваторів свідчать, що одним із перспективних напрямів удосконалення технологічного процесу міжрядного обробітку ґрунту є впровадження уніфікованих типів робочих органів. Це дозволяє підвищити ефективність обробки та забезпечити адаптацію конструкції до різних умов експлуатації.

Типова конструкція робочого органа культиватора (рис. 3.1, 3.2) складається зі стійки (1) та стрілчастої лапи (2), яка закріплюється до стійки за допомогою центрального гвинта (3) і штифтів (4). Для підвищення зносостійкості, по контуру леза лапи 2 нанесено наплавлений зносостійкий матеріал (6), що забезпечує її здатність до самозагострювання в процесі роботи. На робочій поверхні ромбоподібної лапи передбачені трикутні вирізи (5), які сприяють покращенню агротехнічних властивостей.

Лапи виготовляють у кількох типорозмірах: 230, 270 та 330 мм, що дає змогу адаптувати конструкцію до різної ширини міжрядь. Принцип дії робочого органа полягає в заглибленні стрілчастої лапи до заданої агротехнічної глибини, де відбувається підрізання кореневої системи бур'янів і ретельне кришення ґрунту.

Наявність трикутних вирізів у площині лапи забезпечує просипання часток ґрунту вниз, що запобігає винесенню вологих шарів на поверхню і, відповідно, зменшує втрати вологи. Під час суцільного обробітку лапа встановлюється з максимальною шириною захвату, що відповідає куту розхилу.

Знос стрілчастої лапи відбувається насамперед на двох суміжних лезах. Після досягнення критичного зносу лапу або весь вузол (стійку з лапою) повертають на  $180^\circ$ , що дозволяє використовувати інші робочі грані. Така реверсивність підвищує загальний ресурс робочого органа, знижує енергоспоживання та покращує якісні показники обробки.

Попередня експлуатаційна оцінка продемонструвала достатній рівень надійності запропонованої конструкції, а також її технологічність під час виготовлення та застосування.



$$\sigma_1 = \frac{2,4 \cdot b \cdot \sin \varphi_2}{\sin \gamma_o \cdot S_i \cdot \cos(\alpha + \varphi_2)}. \quad (3.6)$$

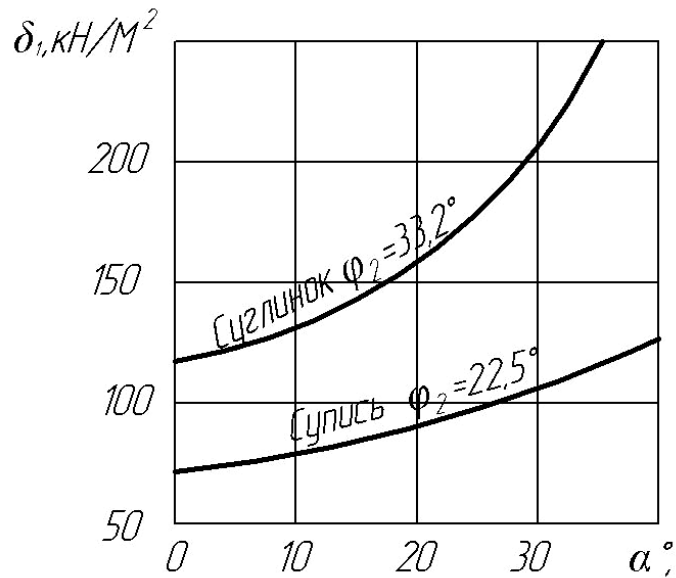


Рисунок 3.4 - Напружень в ґрунті

$$D_\eta = \rho \cdot S \cdot v_\eta^2, \quad (3.7)$$

$$T = f_1 \cdot P_N \quad (3.8)$$

$$U = P_o \cdot S_k, \quad (3.9)$$

$$P_{N1} = m \cdot g \cdot \cos \alpha, \quad (3.10)$$

$$P_{N2} = s \cdot \rho \cdot \frac{a}{\cos \alpha}, \quad (3.11)$$

$$T = f_1 \cdot P_N = f_1 (P_{N1} + P_{N2}) = f_1 \left( m \cdot g \cdot \cos \alpha + s \cdot \rho \cdot \frac{a}{\cos \alpha} \right) \quad (3.12)$$

$$P_\eta = m \cdot g \cdot \sin \alpha. \quad (3.13)$$

$$m \frac{d^2 \eta}{dt^2} = D_\eta - T - P_\eta - U, \quad (3.14)$$

$$\frac{d^2 \eta}{dt^2} = \frac{dv_\eta}{d\eta} \cdot \frac{d\eta}{dt} = \frac{dv_\eta}{d\eta} \cdot v_\eta, \quad (3.15)$$

$$m v_\eta \frac{dv_\eta}{d\eta} = \rho \cdot S \cdot v_\eta^2 - f_1 \left( m \cdot g \cdot \cos \alpha + s \cdot \rho \cdot \frac{a}{\cos \alpha} \right) - m \cdot g \cdot \sin \alpha - P_o \cdot S_k. \quad (3.16)$$

$$d_\eta = m \frac{v_\eta dv_\eta}{A v_\eta^2 - B}, \quad (3.17)$$

$$A = \rho \cdot S;$$

$$B = f_1 \left( m \cdot g \cdot \cos \alpha + s \cdot \rho \cdot \frac{a}{\cos \alpha} \right) - m \cdot g \cdot \sin \alpha - P_o \cdot S_k.$$

$$\eta = \frac{m}{2A} \ln |A v_\eta^2 - B| + C. \quad (3.18)$$

$$\eta_o = 0, v_{\eta_o} = v \cdot \cos \alpha,$$

$$C = -\frac{m}{2A} \ln |A v^2 \cos^2 \alpha - B| = -\frac{m}{2A} \ln |A v_{\eta_o}^2 - B|. \quad (3.19)$$

$$\eta = \frac{m}{2A} \ln |A v_\eta^2 - B| - \frac{m}{2A} |A v^2 \cos^2 \alpha - B|.$$

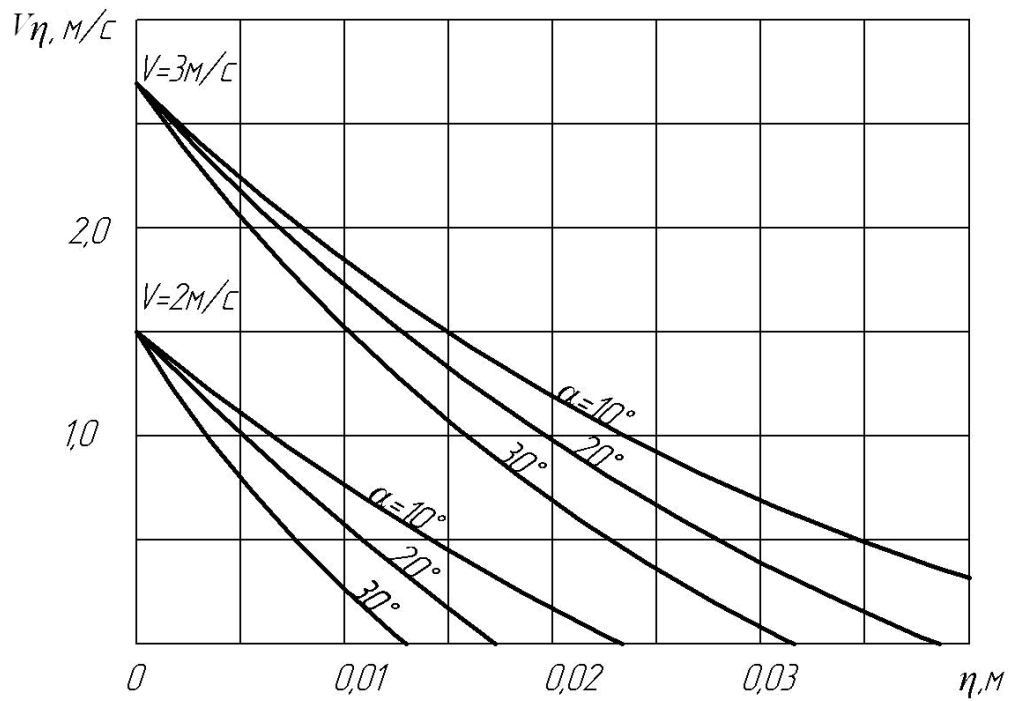


Рисунок 3.5 - Частки руху швидкість

### 3.3 Міцнісні розрахунки

$$d > 3 \sqrt{\frac{4 \cdot F}{\pi \cdot [\tau]}} \quad (3.19)$$

$$F = f \cdot F_m, \quad (3.20)$$

$$F_T = \frac{2 \cdot L \cdot W_{POI}}{z \cdot t}, \quad (3.21)$$

$$d > \sqrt[3]{\frac{4 \cdot 1,3 \cdot 18000}{3,14 \cdot 70}} = 7,2 \text{ мм.} \quad (3.22)$$

### 3.4 Опір тяговий та експлуатаційні показники

$$P = (P_{\tau} + P_N + 2P_B + P_3 + P_V) \quad (3.23)$$

$$M_e = \frac{9.81 \cdot 30 \cdot 102 \cdot Ne}{\pi \cdot n_e}, \quad (3.24)$$

$$M_e = \frac{9.81 \cdot 30 \cdot 102 \cdot 44.2}{3.14 \cdot 1750} = 241 \text{ Нм.}$$

$$M_{e_{\max}} = 1.05 \cdot M_e, \quad (3.25)$$

$$n_{em} = n_e \cdot 1.5^{-1}, \quad (3.26)$$

$$n_{em} = 1750 \cdot 1.5^{-1} = 1169 \text{ хВ}^{-1}.$$

$$n_{\max} = n_e \cdot 0.92^{-1}, \quad (3.27)$$

$$n_{\max} = 1750 \cdot 0.92^{-1} = 1845 \text{ хВ}^{-1}.$$

$$N_{em} = \frac{\pi \cdot M_{e_{\max}} \cdot n_{em}}{9.81 \cdot 30 \cdot 102}, \quad (3.28)$$

$$N_{em} = \frac{3.14 \cdot 253 \cdot 1167}{9.81 \cdot 30 \cdot 102} = 30.88 \text{ кВт.}$$

$$G_e = g_e \cdot Ne, \quad (3.29)$$

$$G_e = 253 \cdot 44.2 \cdot 10^{-3} = 11.2 \text{ кг/ год.}$$

$$G_e = g_e \cdot Nem, \quad (3.30)$$

$$G_e = G_{em} \quad (3.31)$$

$$G_{em} = 253 \cdot 30.88 \cdot 10^{-3} = 7.81 \text{ кг/год.}$$

$$\delta = A \left( \frac{T_{\max}}{9.81 \cdot G_M} \right) + B \left( \frac{T_{\max}}{9.81 \cdot G_M} \right)^n = 1, \quad (3.32)$$

$$P_f = 9.81 \cdot G_M \cdot f_k, \quad (3.33)$$

$$P_f = 9.81 \cdot 3.33 \cdot 0.11 = 3.59 \text{ кН.}$$

$$P_0 = \frac{Me \cdot u \cdot \eta}{R}, \quad (3.34)$$

$$P_0 = \frac{241 \cdot 10^{-3} \cdot 62 \cdot 0.88}{0.95} = 14,00 \text{ кН.}$$

$$V_{gi} = \frac{\pi \cdot R \cdot n_i \cdot (1 - \delta_i)}{30 \cdot u}, \text{ м/с,} \quad (3.35)$$

$$N_{Ti} = T_i \cdot V_{gi}, \quad (3.36)$$

$$g_{Ti} = \frac{1000 \cdot G_{Ti}}{N_{Ti}}, \quad (3.37)$$

$$T_H \geq \sum W, \quad (3.38)$$

$$\tau = \frac{T_P}{T_{3M}}, \quad (3.39)$$

$$\tau = \frac{6,9}{8} = 0,86 \quad (3.40)$$

$$q = \frac{Q_p \cdot T_p + Q_x \cdot T_x + Q_o \cdot T_o}{0,1 \cdot B_p \cdot V_p \cdot T_p} \quad (3.41)$$

$$Z_n = \frac{n}{W_{\text{ГОД}}} = \frac{1}{2,167} = 0,46 \text{ чол.}\cdot\text{год./Га} \quad (3.42)$$

## Висновки

Розроблена конструкція культиватора забезпечує суттєве підвищення ефективності міжрядного обробітку завдяки мінімізації втрат ґрунтової вологи та зменшенню ризику ерозійних процесів, що зумовлені винесенням дрібнодисперсних часток на поверхню. Застосування запропонованого технічного рішення сприяє підвищенню експлуатаційної надійності агрегату, зниженню витрат на його використання та покращенню агротехнічної якості виконання технологічного процесу.

Результати інженерно-технічного аналізу свідчать, що удосконалений культиватор КРН-5,6М може ефективно працювати в агрегаті з трактором МТЗ-82, забезпечуючи оптимальний баланс між тяговим зусиллям, потужністю двигуна та умовами зчеплення з оброблюваним ґрунтом.

Оцінка експлуатаційних характеристик модернізованої машини засвідчила, що її основні параметри відповідають рівню аналогічної зарубіжної техніки даного класу. Крім того, використання модернізованого агрегату дозволяє зменшити витрати паливно-мастильних матеріалів, що позитивно впливає на загальну економічну ефективність обробітку.

## **4 ЗАХИСТ НАВКОЛИШНЬОГО СЕРЕДОВИЩА ТА ОСНОВНІ ВИМОГИ З ОХОРОНИ ПРАЦІ**

При роботі з культиватором КРН-5,6, як і з будь-яким сільськогосподарським обладнанням, важливо дотримуватись основних вимог з охорони праці та техніки безпеки для забезпечення безпеки оператора і запобігання нещасним випадкам. Ось основні вимоги:

### **1. Загальні вимоги до робочих місць та технічного стану обладнання**

Перед початком роботи: Перед початком роботи з культиватором необхідно провести огляд технічного стану агрегату. Переконайтеся, що всі робочі органи (лапи, диски, пружини) знаходяться в належному стані, не мають дефектів або пошкоджень.

Підготовка робочого місця: Робоче місце повинно бути вільним від сторонніх предметів. Потрібно впевнитись, що навколо культиватора є достатньо простору для маневрування.

### **2. Перевірка перед запуском культиватора**

Перевірити наявність та правильність кріплення всіх частин та механізмів культиватора.

Переконайтеся, що всі змащувальні точки змащені, а всі підшипники та механізми працюють без шуму та вібрацій.

Перевірити справність гальмівної системи на тракторі, з яким працює культиватор.

Перед запуском агрегату потрібно провести перевірку та налаштування системи підвіски, щоб забезпечити стабільність і рівномірну роботу.

### **3. Підготовка оператора до роботи**

Спеціальне навчання: Оператор повинен бути навчений правилам роботи з культиватором КРН-5,6 та мати відповідну кваліфікацію. Повинні бути ознайомлені з усіма технічними характеристиками та можливими ризиками при роботі з агрегатом.

Захисне екіпірування: Оператор повинен бути одягнений у відповідний робочий одяг (міцне взуття, рукавиці, захисні окуляри або шолом для захисту голови).

Неприпустимість вживання алкоголю чи наркотичних засобів: Під час роботи з технікою категорично забороняється вживати алкоголь чи наркотики.

#### 4. Правила безпеки під час роботи

Управління культиватором: Під час роботи з культиватором необхідно уникати наближення до працюючих частин (лап, дисків, валів). Не можна стояти перед або позаду культиватора під час роботи.

Міжряддя: Якщо культиватор працює на великих площах, важливо дотримуватись безпечної дистанції від інших працівників та техніки, щоб уникнути нещасних випадків.

Техніка обробітку: Оператору слід уникати крутих поворотів і різких маневрів, щоб уникнути перевантаження культиватора і збереження стабільності агрегату.

Технічне обслуговування: У разі необхідності зупинки агрегату для ремонту або технічного обслуговування, оператор має вимкнути двигун і вжити всіх заходів для запобігання несанкціонованому запуску культиватора.

#### 5. Охорона праці при обслуговуванні

Зупинка обладнання: Перед обслуговуванням культиватора потрібно переконатися, що всі рухомі частини зупинені, а культиватор відключений від джерела живлення.

Ремонт: Проводити ремонтні роботи слід тільки після відключення культиватора від трактора або іншої техніки. Ремонт здійснюється за допомогою спеціалізованих інструментів, рекомендованих виробником.

Зберігання інструментів: Всі інструменти та запасні частини повинні зберігатися в спеціальних місцях для запобігання їх втрати та пошкодження.

#### 6. Управління на тракторі

Оператор трактора повинен працювати з культиватором, дотримуючись всіх норм і вимог безпеки, таких як контроль за швидкістю руху та маневрів, для уникнення аварійних ситуацій.

Встановлення культиватора на тракторі має здійснюватися тільки після відключення живлення та ретельної перевірки правильної фіксації агрегату.

Перед кожним запуском трактора і культиватора необхідно переконатися в наявності всіх необхідних компонентів і механізмів, а також їх правильному положенні.

#### 7. Запобігання нещасним випадкам

Небезпека від рухомих частин: Особливо небезпечно працювати поблизу рухомих частин культиватора (лап, валів, шестерень) без належного захисту.

Не підходити до культиватора під час його роботи: Під час роботи з культиватором КРН-5,6 категорично забороняється наближатися до працюючих механізмів.

Пожежна безпека: У разі виникнення надзвичайних ситуацій, таких як пожежа, потрібно негайно припинити роботу культиватора і застосувати відповідні засоби для гасіння вогню.

#### 8. Вимоги після закінчення роботи

Очищення і зберігання: Після закінчення роботи з культиватором потрібно вимкнути агрегат і провести очищення робочих органів від залишків ґрунту і рослинних решток.

Зберігання: Культиватор має бути зберіганий в належних умовах, на рівній поверхні, у сухому місці, щоб уникнути корозії і зношування.

#### 9. Управління аварійними ситуаціями

У разі виникнення аварійних ситуацій важливо швидко та правильно реагувати для запобігання травмам та пошкодженню техніки:

Вимкнення обладнання: У разі виникнення будь-якої надзвичайної ситуації (наприклад, поломка або загоряння) оператор має негайно вимкнути двигун трактора та культиватора і припинити роботу.

Евакуація: Якщо ситуація є небезпечною для здоров'я або життя оператора чи інших працівників, слід негайно евакуювати людей з небезпечної зони та забезпечити медичну допомогу в разі травм.

Сигналізація: У разі аварії необхідно використовувати сигнальні знаки або системи попередження, щоб уникнути небезпеки для оточуючих.

#### 10. Системи безпеки та аварійного відключення

Аварійне відключення: Культиватор повинен бути оснащений системами аварійного відключення, які дозволяють зупинити роботу агрегату у разі непередбачених ситуацій. Це включає кнопку аварійного зупинення або важіль для вимкнення всіх механізмів.

Захисні кожухи: На всіх рухомих частинах культиватора повинні бути встановлені захисні кожухи або огороження для запобігання контакту з обертальними елементами (вали, диски, шестерні).

Сигналізація та індикатори: Культиватор може бути оснащений системою сигналізації, яка попереджає оператора про несправності або неполадки в роботі механізмів.

#### 11. Профілактика травм і пошкоджень здоров'я

Додаткові засоби захисту: Оператор може використовувати додаткові засоби індивідуального захисту, такі як наколінники, захисні навушники від шуму, а також маски для захисту від пилу, якщо культиватор працює на сухих ґрунтах.

Навантаження на спину та суглоби: Для зменшення фізичного навантаження на суглоби і хребет оператора культиватор має бути обладнаний системами амортизації та ергономічними елементами керування. Оператору слід робити перерви в роботі для запобігання втомі та надмірному навантаженню.

#### 12. Інструктажі та перевірки

Інструктажі: Всі працівники, які мають справу з культиватором КРН-5,6, повинні пройти інструктажі з охорони праці та техніки безпеки. Оператор повинен знати не лише правила безпеки, але й способи надання першої допомоги в разі травм.

Перевірка техніки: Проводити регулярні перевірки технічного стану культиватора, а також забезпечувати виконання технічного обслуговування відповідно до інструкцій виробника. Всі роботи повинні виконуватись кваліфікованим персоналом з дотриманням норм безпеки.

### 13. Умови роботи в різних погодних умовах

Погодні умови: Під час роботи культиватором необхідно враховувати погодні умови. У разі сильного дощу, снігопаду або сильного вітру роботи повинні бути припинені через високий ризик нещасних випадків або несправностей техніки.

Обробка вночі: Якщо робота проводиться в темний час доби, культиватор має бути оснащений належним освітленням. Оператор повинен мати надійні джерела світла для безпечного виконання роботи в нічний час.

### 14. Контроль за роботою та механічні навантаження

Регулярне відстеження навантаження: Оператор повинен контролювати навантаження на культиватор, уникаючи перевантаження та його впливу на техніку. Потрібно стежити за температурою та робочим тиском системи.

Збереження рівноваги агрегату: При роботі з культиватором важливо стежити за рівномірним розподілом навантаження, щоб не допустити перекосу культиватора або трактора, що може спричинити аварійну ситуацію.

### 15. Екологічні вимоги та утилізація відходів

Утилізація залишків добрив: Якщо культиватор використовується для внесення добрив, необхідно стежити за правильним дозуванням і уникати забруднення навколишнього середовища.

Викиди та забруднення: Застосування культиватора повинно відповідати екологічним вимогам, щоб не допустити забруднення ґрунту або водних джерел пестицидами чи іншими хімічними речовинами.

## 16. Планування та організація роботи в бригадах

Координація робіт: Важливо, щоб при роботі з культиватором в межах агропідприємства чи в групах (бригадах) був чіткий розподіл обов'язків серед операторів та інших працівників. Кожен має бути інструктований про свої функції та вимоги з безпеки, особливо якщо кілька одиниць техніки працюють одночасно.

Комунікація та сигнали: Встановлення чітких сигналів для комунікації між працівниками та оператором культиватора. Це особливо важливо під час роботи на великих площах, коли спостереження за роботою машини може бути обмеженим.

## 17. Утримання і ремонт техніки

Регулярне технічне обслуговування: Технічне обслуговування культиватора КРН-5,6 має проводитись у визначені строки відповідно до інструкцій виробника. Це включає перевірку зношування робочих органів, перевірку стану системи підвіски, змащування рухомих частин та перевірку стану трансмісії.

Безпечне обслуговування: Роботи з технічного обслуговування повинні проводитись тільки після вимкнення обладнання та відключення його від джерела енергії. Під час ремонту техніки слід застосовувати відповідні захисні засоби (рукавиці, окуляри, спеціалізоване взуття).

Профілактика та заміна деталей: Всі зношені деталі (наприклад, лопаті, диски або підшипники) мають бути своєчасно замінені, щоб запобігти їх поломці під час роботи та збільшити безпеку на робочому місці.

## 18. Запобігання негативному впливу на навколишнє середовище

Захист ґрунтів: Важливо контролювати рівень ущільнення ґрунту під час роботи культиватора. Надмірне ущільнення може призвести до погіршення структури ґрунту, зниження його родючості та порушення водно-повітряного балансу.

Викиди від тракторів: Потрібно забезпечити належну перевірку технічного стану тракторів, які працюють з культиватором, оскільки викиди з

двигунів можуть забруднювати атмосферу, що негативно впливає на навколишнє середовище.

#### 19. Протипожежні заходи

Запобігання пожежам: З огляду на можливість нагрівання двигуна та інших механізмів культиватора, важливо регулярно перевіряти систему охолодження трактора та культиватора, а також стежити за станом паливної системи на наявність витоків.

Наявність вогнегасника: Під час роботи з культиватором в полі необхідно забезпечити наявність вогнегасника на тракторі та поруч із робочим місцем. Це особливо важливо при роботі з технікою в жарку пору року, коли існує підвищений ризик загоряння.

Робота в місцях із підвищеною пожежною небезпекою: У разі роботи в зонах, що схильні до пожеж (наприклад, сухі трави або високий рівень температури), необхідно додатково забезпечити техніку засобами для боротьби з вогнем, а також враховувати можливі обмеження на використання техніки в таких умовах.

#### 20. Взаємодія з іншими аграрними процесами

Злагоджена робота з іншою технікою: При роботі культиватором на великих площах або в складі агротехнічної бригади важливо правильно синхронізувати роботу культиватора з іншими сільськогосподарськими машинами, такими як сіялки, обприскувачі, або інші агрегати, для зменшення кількості проходів техніки по полю та підвищення ефективності робіт.

Планування робіт: Задача оператора — координувати роботу культиватора з іншими агротехнічними операціями (наприклад, посівом чи внесенням добрив), щоб мінімізувати час простою техніки і максимально використати продуктивність обробки.

#### 21. Навчання та підвищення кваліфікації персоналу

Регулярне навчання: Для підвищення рівня безпеки необхідно організовувати регулярні курси з охорони праці та техніки безпеки для всіх працівників, які працюють з культиваторами та іншими

сільськогосподарськими агрегатами. Це допоможе забезпечити високу кваліфікацію і здатність оперативно реагувати на аварійні ситуації.

Аналіз інцидентів: Після кожного нещасного випадку або технічного збою в роботі культиватора слід провести детальний аналіз причин інциденту та вжити заходів для запобігання подібним випадкам у майбутньому.

## 22. Індивідуальні та колективні заходи безпеки

Відповідальність за безпеку: Кожен працівник, що працює з культиватором, несе відповідальність за безпеку своєї роботи і має право зупинити роботу техніки, якщо вона не відповідає стандартам безпеки або якщо існує загроза для життя і здоров'я.

Колективна безпека: Окрім індивідуальних заходів, важливо формувати культуру безпеки в колективі, коли кожен працівник дбає не тільки про свою безпеку, але й про безпеку колег.

## **Висновки**

Дотримання вимог охорони праці та техніки безпеки при роботі з культиватором КРН-5,6 є критично важливим для забезпечення безпеки оператора та збереження техніки в належному стані. Правильна підготовка, регулярні перевірки та обслуговування, а також дотримання правил при експлуатації культиватора допомагають мінімізувати ризики і забезпечити ефективну та безпечну роботу.

Забезпечення безпеки при роботі потребує комплексного підходу, що включає правильну підготовку техніки, навчання персоналу, дотримання норм охорони праці та техніки безпеки, а також взаємодію з іншими агротехнічними процесами. Лише завдяки системному підходу до безпеки можна мінімізувати ризики нещасних випадків, забезпечити високу ефективність роботи та зберегти здоров'я працівників, а також зберегти робочі ресурси техніки.

## 5 ОБГРУНТУВАННЯ ЕКОНОМІЧНЕ

У сучасному сільському господарстві значну роль у підвищенні ефективності агротехнічних процесів відіграє вдосконалення техніки та технологій обробітку ґрунту. В умовах постійного зростання витрат на виробництво сільськогосподарської продукції, важливим завданням є пошук шляхів оптимізації використання ресурсів та зниження витрат. Одним з найбільш ефективних способів досягнення цієї мети є модернізація сільськогосподарських машин, зокрема культиваторів, що дозволяє значно підвищити продуктивність праці, зменшити енергетичні витрати та покращити якість обробітку ґрунту.

Модернізація культиваторів, зокрема шляхом удосконалення конструкцій та впровадження нових технологічних рішень, сприяє зниженню витрат на обробіток посівних площ та зменшенню негативного впливу на довкілля. Однак важливою складовою впровадження таких змін є економічне обґрунтування, яке дає змогу оцінити доцільність використання модернізованих машин у порівнянні з традиційними аналогами.

У цьому розділі буде розглянуто економічну ефективність застосування модернізованого культиватора. Особлива увага буде приділена порівнянню капітальних і експлуатаційних витрат, а також економічному впливу на результати аграрного виробництва. Визначення потенційної вигоди від використання модернізованого обладнання дозволить зробити висновки щодо його економічної доцільності та можливості масштабного впровадження у практику сільськогосподарських підприємств.

Враховуючи швидкий розвиток технологій в сільському господарстві, модернізація культиваторів не лише підвищує їх технічні характеристики, але й дозволяє оптимізувати витрати на обслуговування та експлуатацію. Одним із важливих аспектів є зниження енергетичних витрат, що сприяє не тільки

зменшенню вартості робіт, але й мінімізації впливу на навколишнє середовище.

Також, у процесі модернізації культиваторів враховуються вимоги до їх адаптації під новітні агротехнології, що дозволяють підвищити точність і ефективність обробітку ґрунту. Сучасні технології дозволяють інтегрувати системи автоматизації та дистанційного моніторингу, що сприяє зниженню людської помилки і підвищенню загальної продуктивності аграрних робіт.

Розрахунки показників ефективності дозволять зрозуміти, як швидко повертаються витрати на модернізацію техніки та який вплив це має на загальну економіку сільськогосподарського виробництва.

Зокрема, буде розглянуто варіанти економічного порівняння модернізованих культиваторів із їх традиційними аналогами за такими критеріями, як:

Зниження витрат на паливо та енергоносії.

Скорочення часу на виконання технологічних операцій.

Зменшення кількості необхідних обслуговувальних робіт та витрат на ремонт.

Збільшення врожайності та підвищення якості обробітку ґрунту, що в кінцевому підсумку веде до підвищення рентабельності виробництва.

Цей підхід дозволить не тільки підтвердити економічну ефективність модернізованих культиваторів, але й сприятиме підвищенню інтересу аграріїв до впровадження новітніх технологій у сільському господарстві, що є важливим фактором для розвитку аграрної галузі в умовах сучасних економічних викликів.

Підвищення економічної ефективності. Модернізація культиваторів призводить до значного зниження експлуатаційних витрат, зокрема за рахунок зменшення витрат на енергоносії, зменшення часу на виконання операцій і скорочення потреби в обслуговуванні техніки. Це забезпечує підвищення ефективності агротехнічних процесів, що є важливим фактором для зниження загальних витрат на виробництво сільськогосподарської продукції.

Зниження витрат на обслуговування та ремонт. Модернізовані культиватори, завдяки вдосконаленим конструкціям і використанню сучасних матеріалів, потребують менше витрат на ремонтні роботи та технічне обслуговування. Це забезпечує їх високу надійність і довговічність у порівнянні з традиційними моделями.

Покращення якості обробітку ґрунту. Вдосконалення конструкцій культиваторів дозволяє досягти більш рівномірного та точного обробітку ґрунту, що сприяє підвищенню врожайності та покращенню якісних характеристик продукції. Це в свою чергу впливає на зростання прибутковості аграрного виробництва.

Швидка окупність інвестицій. Оцінка термінів окупності модернізації культиваторів показує, що інвестиції в модернізацію окупаються швидко завдяки зниженню витрат на експлуатацію та покращенню результативності агротехнічних процесів. Це робить модернізацію вигідним вкладенням для сільськогосподарських підприємств.

Екологічна ефективність. Впровадження модернізованих культиваторів також сприяє зниженню екологічного навантаження завдяки більш ефективному використанню енергоносіїв та зменшенню кількості шкідливих викидів, що має позитивний вплив на стан навколишнього середовища.

Перспективи масштабного впровадження. Позитивні економічні результати, отримані в ході впровадження модернізованих культиваторів, дозволяють рекомендувати їх застосування на широких площах аграрних підприємств, що, в свою чергу, сприятиме подальшому розвитку аграрної галузі.

Данні для розрахунків приведені в додатку 1.

$$\begin{array}{cc} \text{Б} & \text{П} \\ K_{\text{НГ}} = \frac{W_{\text{СЕЗ}}}{W_{\text{ГОД}}} = \frac{300}{1,84} = 163,04 \text{ год.} & K_{\text{НГ}} = \frac{W_{\text{СЕЗ}}}{W_{\text{ГОД}}} = \frac{300}{2,17} = 138,24 \text{ год.} \end{array} \quad (5.1)$$

$$\Pi = \frac{C_T}{W_{ГОД}} \cdot K_1 \cdot K, \quad (5.2)$$

Б  
 $\Pi = 44,84 \text{ грн./га}$

П  
 $\Pi = 38,01 \text{ грн./га}$

Б  
 $\Pi = 44,84 \text{ грн./га}$

П  
 $\Pi = 38,01 \text{ грн./га}$

Т:  $A_{TP} = \frac{195000 \cdot 25}{100 \cdot 1550 \cdot 1,84} = 17,09 \text{ грн/га}$      $A_{TP} = \frac{195000 \cdot 25}{100 \cdot 1550 \cdot 2,17} = 14,49 \text{ грн/га}$

К:  $A_M = \frac{18500 \cdot 15}{100 \cdot 580 \cdot 1,84} = 2,60 \text{ грн/га}$      $A_M = \frac{19000 \cdot 15}{100 \cdot 580 \cdot 2,17} = 2,26 \text{ грн/га}$

$$B = \frac{B_B \cdot (\alpha_{ГО} + \alpha_3 + \alpha_{TP})}{100 \cdot K_{HP} \cdot W_{ГОД}} \cdot K, \quad (5.3)$$

Т:

Б     $B_{TP} = \frac{195000 \cdot (11 + 8 + 0,2)}{100 \cdot 163,04 \cdot 1,84} = 124,80 \text{ грн./га}$

П     $B_{TP} = \frac{195000 \cdot (11 + 8 + 0,2)}{100 \cdot 138,24 \cdot 2,17} = 124,80 \text{ грн./га}$

К:

Б     $B_M = \frac{18500 \cdot (8 + 0,2)}{100 \cdot 163,04 \cdot 1,84} = 5,05 \text{ грн/га}$

П     $B_M = \frac{19000 \cdot (8 + 0,2)}{100 \cdot 138,24 \cdot 2,17} = 5,19 \text{ грн/га}$

Б

$$E_B = 44,83 + 19,69 + 270 + 129,85 = 464,37 \text{ грн/га}$$

П

$$E_B = 38,01 + 16,75 + 258 + 129,99 = 442,75 \text{ грн/га}$$

Б	П
$E_{\Sigma} = E_B \cdot W_{CE3} = 139311 \text{ грн.}$	$E_{\Sigma} = 132825 \text{ грн.}$

Б	П
$T: K_B = \frac{B_B}{W_{CE3}} = \frac{195000}{300} = 650 \text{ грн/га}$	$K_B = \frac{195000}{300} = 650 \text{ грн/га}$
$K: K_B = \frac{18500}{300} = 61,67 \text{ грн/га}$	$K_B = \frac{19000}{300} = 63,33 \text{ грн/га}$

$$П_B = E_B + 0,15 \cdot K_B$$

Б

$$П_B = 464,37 + 0,15 \cdot 711,67 = 571,12 \text{ грн./га}$$

П

$$П_B = 442,75 + 0,15 \cdot 713,33 = 549,75 \text{ грн./га}$$

Б

$$П_{B\Sigma} = П_B \cdot W_{CE3} = 571,12 \cdot 300 = 171336 \text{ грн.}$$

П

$$П_{B\Sigma} = 549,75 \cdot 300 = 164925 \text{ грн.}$$

$$E_E = 171336 - 164925 = 6411 \text{ грн.}$$

$$N = 0,1$$

Значення в табличній формі приведені в додатку 2

## **Висновки**

Завдяки проведеному економічному аналізу можна буде оцінити, наскільки модернізовані культиватори сприяють зниженню витрат на одиницю продукції, покращенню економічної ефективності

сільськогосподарських робіт і, в кінцевому підсумку, підвищенню рентабельності аграрного виробництва.

Економічне обґрунтування застосування модернізованих культиваторів підтверджує їх високу ефективність, як з точки зору зниження витрат, так і з точки зору покращення результатів агротехнічних операцій. Враховуючи позитивні економічні та екологічні ефекти, такі модернізовані машини є важливим кроком до підвищення конкурентоспроможності сільськогосподарського виробництва. Термін окупності буде становити 0,1 року та 6411 грн.

## ВИСНОВКИ

1. За період 2021–2024 років сільськогосподарське підприємство з площею орних земель 900 га продемонструвало позитивну динаміку виробничих та економічних показників. Основними чинниками успіху стали оновлення техніки, впровадження точного землеробства, дотримання агротехнічних норм і раціональне управління ресурсами. Надалі підприємству доцільно продовжити курс на інноваційність, екологізацію виробництва та розширення інфраструктури зберігання та переробки. У 2021–2024 роках підприємство забезпечило ефективне функціонування та нарощування обсягів виробництва. Основними чинниками успіху стали: оптимальна структура посівів; модернізація техніки; впровадження точного землеробства; агроекологічна стабільність; оптимізація технічних ресурсів. Подальший розвиток передбачає вдосконалення агротехнологій, розширення інфраструктури зберігання та диверсифікацію виробництва.

2. Врахування екологічних аспектів є ключовим для забезпечення сталого розвитку сільського господарства. Міжрядний обробіток не тільки покращує умови для рослин, але й сприяє збереженню родючості ґрунтів, підтримці біорізноманіття та зменшенню негативних наслідків для екосистем. Для досягнення максимальних результатів важливо підвищувати агрономічну грамотність фермерів та спеціалістів, що дозволяє впроваджувати найкращі практики міжрядного обробітку і ефективно адаптувати їх до умов конкретного господарства. Загалом, міжрядний обробіток є важливим елементом агротехнічної системи, який сприяє підвищенню продуктивності сільського господарства, збереженню ресурсів та екологічній стійкості.

Існуючі конструкції культиваторів для міжрядного обробітку просапних культур охоплюють широкий спектр технологічних рішень, що забезпечують високий рівень ефективності при різних умовах роботи. Вибір культиватора залежить від конкретних вимог до обробітку ґрунту, типу культур, кліматичних умов і технологічних можливостей господарства. Технології, що

використовуються у сучасних культиваторах, дозволяють значно знижувати витрати на ресурси та підвищувати екологічну стійкість, що є важливим для сталого розвитку аграрної галузі. Основними тенденціями в розвитку конструкцій культиваторів є автоматизація, інтеграція з іншими агротехнічними процесами, зменшення негативного впливу на навколишнє середовище, а також оптимізація енергозатрат. Це сприяє підвищенню продуктивності сільськогосподарського виробництва та збереженню родючості ґрунтів.

3. Розроблена конструкція культиватора забезпечує суттєве підвищення ефективності міжрядного обробітку завдяки мінімізації втрат ґрунтової вологи та зменшенню ризику ерозійних процесів, що зумовлені винесенням дрібнодисперсних часток на поверхню. Застосування запропонованого технічного рішення сприяє підвищенню експлуатаційної надійності агрегату, зниженню витрат на його використання та покращенню агротехнічної якості виконання технологічного процесу. Результати інженерно-технічного аналізу свідчать, що удосконалений культиватор КРН-5,6М може ефективно працювати в агрегаті з трактором МТЗ-82, забезпечуючи оптимальний баланс між тяговим зусиллям, потужністю двигуна та умовами зчеплення з оброблюваним ґрунтом.

Оцінка експлуатаційних характеристик модернізованої машини засвідчила, що її основні параметри відповідають рівню аналогічної зарубіжної техніки даного класу. Крім того, використання модернізованого агрегату дозволяє зменшити витрати паливно-мастильних матеріалів, що позитивно впливає на загальну економічну ефективність обробітку.

4. Дотримання вимог охорони праці та техніки безпеки при роботі з культиватором КРН-5,6 є критично важливим для забезпечення безпеки оператора та збереження техніки в належному стані. Правильна підготовка, регулярні перевірки та обслуговування, а також дотримання правил при експлуатації культиватора допомагають мінімізувати ризики і забезпечити ефективну та безпечну роботу.

Забезпечення безпеки при роботі потребує комплексного підходу, що включає правильну підготовку техніки, навчання персоналу, дотримання норм охорони праці та техніки безпеки, а також взаємодію з іншими агротехнічними процесами. Лише завдяки системному підходу до безпеки можна мінімізувати ризики нещасних випадків, забезпечити високу ефективність роботи та зберегти здоров'я працівників, а також зберегти робочі ресурси техніки.

5. Завдяки проведеному економічному аналізу можна буде оцінити, наскільки модернізовані культиватори сприяють зниженню витрат на одиницю продукції, покращенню економічної ефективності сільськогосподарських робіт і, в кінцевому підсумку, підвищенню рентабельності аграрного виробництва. Економічне обґрунтування застосування модернізованих культиваторів підтверджує їх високу ефективність, як з точки зору зниження витрат, так і з точки зору покращення результатів агротехнічних операцій. Враховуючи позитивні економічні та екологічні ефекти, такі модернізовані машини є важливим кроком до підвищення конкурентоспроможності сільськогосподарського виробництва. Термін окупності буде становити 0,1 року та 6411 грн.

## ЛІТЕРАТУРА

1. Баранов, О.І., Титаренко, С.В. "Механізація сільськогосподарського виробництва: теорія та практика." Київ: Аграрна освіта, 2015. – 230 с.
2. Яковенко, В.П. "Технічні засоби для міжрядного обробітку ґрунту в аграрному виробництві." Київ: Університетський видавничий центр, 2018. – 180 с.
3. Остренко, В.М., Сорока, І.П. "Механізація обробітку просапних культур." Харків: Харківський національний аграрний університет, 2020. – 220 с.
4. Шевченко, І.М. "Міжрядний обробіток ґрунту: сучасні технології та механізація." Львів: Наукова думка, 2017. – 210 с.
5. Рибак, П.П., Павленко, О.С. "Конструкція та технологія культиваторів для обробітку просапних культур." Житомир: Видавничий центр "Сільгосптехніка", 2016. – 195 с.
6. Гурін, М.М. "Агротехнічні вимоги до міжрядного обробітку просапних культур." Сільське господарство, № 4, 2019. – 18 с.
7. Білецький, М.І. "Механізація агропідприємств: проблеми та шляхи вирішення." Журнал "Агроінженерія", 2021. – 12 с.
8. Мельник, С.М. "Техніка та технології для міжрядного обробітку ґрунту." Харків: Інститут механізації та електрифікації сільського господарства, 2018. – 255 с.
9. Лукаш, В.О. "Аналіз ефективності техніки для обробітку просапних культур." Журнал "Аграрна механіка", 2020. – 22 с.
10. Сидоренко, А.С., Воробйова, Л.М. "Технічні засоби для ефективного обробітку міжрядь просапних культур." Вісник сільськогосподарської техніки, 2019, № 6. – 30 с.
11. Кучеренко, О.В., Седелов, М.О. "Інноваційні технології в механізації обробітку ґрунту." Київ: Агроінформ, 2017. – 245 с.

12. Шульга, А.М., Павленко, С.В. "Розвиток сільськогосподарських машин для міжрядного обробітку ґрунту." Харків: Наукове видання, 2016. – 200 с.
13. Логвиненко, В.П. "Механізація обробітку просапних культур у зонах інтенсивного землеробства." Київ: НТУ, 2018. – 170 с.
14. Демченко, І.В. "Ефективність використання культиваторів для обробітку міжрядь." Журнал "Аграрна механіка", № 12, 2019. – 24 с.
15. Михайленко, В.Г., Ковальчук, О.М. "Автоматизація та роботизація процесів міжрядного обробітку просапних культур." Харків: ХНАУ, 2020. – 210 с.
16. Гончаренко, М.А. "Проблеми і перспективи модернізації культиваторів для обробітку міжрядь просапних культур." Агроінженерія, 2021, № 3. – 15 с.
17. Андрющенко, І.Ю. "Сучасні агротехнології та механізація обробітку ґрунту в умовах змін клімату." Механізація сільськогосподарського виробництва, 2020. – 28 с.
18. Боровик, О.М. "Техніка для міжрядного обробітку культур: новітні конструкції та інноваційні технології." Київ: Олександрія, 2019. – 210 с.
19. Назаренко, О.П. "Оптимізація технологічних процесів в обробітку ґрунту для збирання врожаю просапних культур." Вісник аграрної науки, № 10, 2020. – 20 с.
20. Чернявський, В.М. "Удосконалення техніки та технології для ефективного міжрядного обробітку." Львів: Сільгосптехніка, 2018. – 190 с.
21. Мельник, В.А., Тарасенко, О.О. "Модернізація сільськогосподарських машин для обробітку міжрядь: проблеми та шляхи вирішення." Журнал "Механізація сільського господарства", № 8, 2021. – 16 с.
22. Нестеров, О.М., Лавренко, Д.А. "Інноваційні рішення в конструкціях культиваторів для міжрядного обробітку." Міжнародний журнал аграрної інженерії, 2020, № 5. – 22 с.

23. Колесник, В.О., Носенко, С.М. "Механічні та агрономічні аспекти міжрядного обробітку просапних культур." Київ: Аграрна освіта, 2019. – 210 с.

24. Куров, О.В., Соловйова, Т.А. "Розвиток та впровадження новітніх технологій для міжрядного обробітку ґрунту." Вісник Національної академії аграрних наук України, 2018. – 240 с.

25. Дорошенко, Л.В. "Аналіз ефективності використання модернізованих сільськогосподарських машин для міжрядного обробітку." Журнал "Агроінженерія", № 6, 2021. – 30 с.

26. Петренко, В.О. "Сучасні трактори і культиватори для міжрядного обробітку: порівняння та перспективи розвитку." Журнал "Аграрна техніка", 2020. – 35 с.

27. Голубєв, Ю.А., Михайлов, С.П. "Технічні засоби для обробітку міжрядь: огляд новітніх технологій." Техніка та технології в сільському господарстві, 2021. – 25 с.

28. Стеценко, Л.В., Кривенко, І.П. "Оцінка ефективності техніки для міжрядного обробітку в умовах змін клімату." Журнал "Агроінженерія і екологія", 2020. – 27 с.

29. Богданов, С.І., Тарасова, М.М. "Інженерні аспекти та економічні показники культиваторів для міжрядного обробітку." Вісник сільськогосподарської механізації, 2021. – 19 с.

30. Поляков, Р.А., Гусєв, І.В. "Інноваційні технології для підвищення ефективності міжрядного обробітку просапних культур." Вісник аграрної науки, 2021. – 23 с.

## ДОДАТКИ

## Додаток 1

Таблиця 5.1.

№	Показник	Розмірність	Технологічна машина	
			серійна	модернізована
1	Річний обсяг гоботи	га	300	300
2	Продуктивність	га/год	1,84	2,17
3	Витрати ПММ	кг/га	4,5	4,3
4	Вартість:	грн.		
	Трактора		195000	195000
	Культиватора		18500	19000
	Всього		213500	214000
5	Кількість обслуговую- чого персонала		1	1

## Додаток 2

Таблиця 5.2

№	ПОКАЗНИКИ	Варіант	
		базовий	проект
1	Вид роботи	міжрядний обробіток посівів кукурудзи	
2	Об'єм роботи, га	300	300
3	Склад агрегата: трактор культиватор	МТЗ 80/82 КРН – 5,6	МТЗ 80/82 КРН – 5,6М
4	Продуктивність, га/год	1,84	2,17
5	Кількість нормо-годин у обсязі робіт	163,04	138,24
6	Кількість обслуговуючого персоналу -трактористів-машиністів -допоміжних працівників	1 -	1 -
7	Витрати праці, люд.·год/га	163,04	138,24
8	Тарифний розряд роботи	V	V
9	Тарифна ставка, грн/год	50	50
10	Норма витрати пального, кг/га	4,5	4,3
11	Балансова вартість, грн: трактора машини	195000 18500	195000 19000
12	Комплексна ціна ПММ, грн/кг	60	60
13	Експлуатаційні витрати, грн/га у тому числі: а. Основна і додаткова заробітна плата б. Амортизаційні відрахування: -трактор -машина -всього в. Витрати на ПММ г. Витрати на ТО, ТР, зберігання, -всього	464,37 44,83 17,09 2,60 19,69 270 129,85	442,75 38,01 14,49 2,26 16,75 258 129,99
14	Капітальні вкладення, грн/га	711,67	713,33
15	Приведені затрати, грн/га На весь обсяг роботи, грн	571,12 171336	549,75 164925
16	Річний економічний ефект, грн		6411
17	Строк окупності, років		0,1