МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
УМАНСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
Інженерно-технологічний факультет
Кафедра агроінженерії

Допущено до захисту
"___" _____ 2025 р.
Зав. кафедри ___к.т.н., доцент___
(науковий ступінь, вчене звання)
_____ _____А.В. Войтік___
(підпис) (ініціали, прізвище)

ПОЯСНЮВАЛЬНА ЗАПИСКА

до дипломного проекту
___бакалавр__
(освітній рівень)

тема проекту: **«Обгрунтування технологічного процесу вирощування кукурудзи на зерно з удосконаленням оборотного плуга Opticon Майстер 4А»**

Виконав: студент 4 курсу, групи 41-ім
освітньої програми бакалавр
спеціальності 208
«Агроінженерія»
Савчук Артем Андрійович
(прізвище та ініціали)

Керівник: доц., Петриченко Є. В.
(науковий ступінь, вчене звання, прізвище та ініціали)

м. Умань – 2025 р.

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
УМАНСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
Інженерно-технологічний факультет
Кафедра агроінженерії
Освітня програма бакалавр
Спеціальність 208 «Агроінженерія»
(код і назва)

ЗАТВЕРДЖУЮ
Завідувач кафедри
_____ А.В. Войтік
“___” _____ 2025 р.

З А В Д А Н Н Я
НА ДИПЛОМНИЙ ПРОЕКТ
студенту **Савчуку Артему Андрійовичу**
(прізвище, ім’я, по батькові)
1. Тема проекту: **«Обгрунтування технологічного процесу вирощування кукурудзи на зерно з удосконаленням оборотного плуга Opticon Майстер 4А»**
керівник проекту доц., Петриченко Є. В.
(прізвище, ім’я, по батькові, науковий ступінь, вчене звання)
затверджені наказом вищого навчального закладу від
“14” листопада 2025 р. № 01-06/261

2. Строк подання студентом проекту 15.05.2025 р.

3. Вихідні дані до роботи: способи зниження коливань машинно-тракторних агрегатів; літературні джерела; шляхи підвищення тягово-зчіпних показників колісних тракторів.
4. Перелік питань, які потрібно розробити:
- провести аналіз сучасних технологій вирощування кукурудзи на зерно;
- розробити оптимальну систему механізованих робіт для господарства, що дозволить підвищити продуктивність і знизити експлуатаційні витрати;
- розробити удосконалену конструкцію оборотного плуга, що сприятиме підвищенню якості обробітку ґрунту та скороченню експлуатаційних витрат;
- провести детальний аналіз основних принципів охорони праці в аграрному секторі для їх подальшого впровадження та вдосконалення умов безпеки на підприємстві;
- обґрунтувати економічну доцільність проєкту, виконавши комплексний розрахунок його рентабельності та фінансової ефективності.

5. Перелік графічного матеріалу (з точним зазначенням обов’язкових креслень): підготувати ілюстративний матеріал у вигляді презентації (до 20 слайдів) як додаток до доповіді за темою дипломної роботи: технологічна карта вирощування кукурудзи на зерно; схема дискового ножа для обладнання оборотного плуга; показники економічної ефективності;

6. Консультанти розділів роботи

Розділ	Прізвище, ініціали та посада консультанта	Підпис, дата	
		завдання видав	завдання прийняв
Охорона праці	Прокопенко Е.В., доцент		
Техніко-економічне обґрунтування	Петриченко Є. В., доцент		

7. Дата видачі завдання 23 вересня 2024 року

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

№ з/п	Назва етапів Дипломної проекту	Строк виконання етапів проекту	При-мітка
1.	Підбір та вивчення літературних джерел, підготовка вступу	30.09.2024 р.	
2.	Розділ 1.	14.10.2024 р.	
3.	Розділ 2.	28.11.2024 р.	
4.	Розділ 3.	11.12.2024 р.	
5.	Розділ 4.	25.02.2025 р.	
6.	Виконання ілюстративної частини проетку	23.03.2025 р.	
7.	Представлення проетку керівнику на перевірку	15.05.2025 р.	

Студент _____ **Савчук А.А.**
(підпис) (прізвище та ініціали)

Керівник проетку _____ **Петриченко Є.В.**
(підпис) (прізвище та ініціали)

ЗМІСТ

ВТУП……5
1. АНАЛІЗ ПРИЙНЯТОЇ В ГОСПОДАРСТВІ ТЕХНОЛОГІЇ ВИРОЩУВАННЯ КУКУРУДЗИ НА ЗЕРНО ТА ЇЇ ВДОСКОНАЛЕННЯ…….6
1.1 Загальні відомості……..6
1.2 Аналіз технології вирощування кукурудзи на зерно в господарстві……....7
1.3 Аналіз існуючих технологій вирощування кукурудзи на зерно……....8
1.4 Складання плану механізованих робіт при вирощуванні кукурудзи на зерно...12
1.5 Розробка операційної-технологічної карти для проведення оранки……....16
1.6 Обґрунтування теми дипломного проекту ……23
2. УДОСКОНАЛЕННЯ КОНСТРУКЦІЇ ПЛУГА OPTICON МАЙСТЕР 4А..24
2.1 Патентний огляд технічних рішень за обраним напрямком…….24
2.2 Обґрунтування вибору удосконалення та його детальне пояснення……...31
2.3 Техніко-експлуатаційні розрахунки……33
3. ОХОРОНА ПРАЦІ……..42
3.1. Заходи з охорони праці при вирощуванні кукурудзи на зерно……42
3.2. Заходи охорони праці при роботі з удосконаленим плугом…….43
3.3. Заходи для збереження навколишнього середовища…….44
4. РОЗРАХУНОК ЕКОНОМІЧНОЇ ЕФЕКТИВНОСТІ ПРОЄКТУ……...46
ВИСНОВОК……50
СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ……...51

ВСТУП

Стосовно сучасного розвитку сільськогосподарського переміщення кукурудзи в змінах зерна в сільськогосподарських рослинах. Це одна з культур кормів для тварин для догляду за тваринами та важливим джерелом зерна для харчової промисловості. Популярність цього врожаю пояснюється його високою врожайністю та здатністю адаптуватися до улюблених людей у його кліматичних умовах.

444 Однак зерновий процес передбачає багато проблем, включаючи значні витрати на енергію, особливо велику обробку. Зниження витрат на енергію в цьому процесі є важливим завданням, оскільки це допомагає підвищити економічну ефективність виробництва та зменшити несприятливий вплив на навколишнє середовище та раціональне використання природних ресурсів.

Тестування метіну, розробка сучасних технічних підходів, належні доходи для виробництва автоматизації споживання енергії та належні доходи для виробництва автоматизації енергоспоживання для ефективної роботи новітньої технології для підвищення ефективності використання ресурсів.

444 Отже, основна функція шляху, вдосконалення технічного процесу зміцнення перехрестя натовпу, характер виробництва скрізь.

1. АНАЛІЗ ПРИЙНЯТОЇ В ГОСПОДАРСТВІ ТЕХНОЛОГІЇ ВИРОЩУВАННЯ КУКУРУДЗИ НА ЗЕРНО ТА ЇЇ ВДОСКОНАЛЕННЯ

1.1 Загальні відомості

Вирощування кукурудзи на зерно є однією з ключових складових сільськогосподарського виробництва. Ця культура широко розповсюджена по всьому світу та використовується не лише як корм для тварин, а й у харчовій промисловості, зокрема для виробництва столової кукурудзи, крохмалю та інших продуктів. Досягнення високих урожаїв і отримання якісного зерна потребує дотримання агротехнічних норм та використання ефективних методів вирощування.

Підготовка ґрунту є першим і одним із найважливіших етапів у процесі вирощування кукурудзи. Рослина потребує родючих, добре дренованих ґрунтів із достатньою вологістю. Для покращення структури ґрунту та збагачення його поживними речовинами застосовують вапнування та внесення органічних добрив. Важливим фактором також є рівень кислотності ґрунту (pH), який повинен перебувати в межах оптимальних значень для розвитку культури.

Після завершення підготовчих заходів проводять посів. Основними методами є прямий висів та посів через розсаду. Прямий посів передбачає внесення насіння безпосередньо у ґрунт за допомогою спеціальної техніки, що дозволяє рівномірно розподілити його по площі. У деяких випадках застосовують розсадний метод, коли спочатку вирощують сіянці, а потім пересаджують їх у відкритий ґрунт.

Методи вирощування кукурудзи на зерно потребують ретельного підходу та врахування специфічних умов регіону. Після посіву важливо забезпечити належний догляд за рослинами протягом усього періоду вегетації. Одним із ключових чинників є достатнє зволоження, особливо в критичні фази розвитку – на ранніх етапах росту та під час формування качанів. Систематичний полив дозволяє уникнути водного стресу, що позитивно впливає на врожайність культури.

Для захисту посівів від хвороб і шкідників необхідно застосовувати комплексні заходи контролю. До них належать використання біологічних та хімічних методів боротьби, а також профілактичні агротехнічні прийоми. Вибір відповідних способів захисту залежить від конкретних загроз у певному регіоні, що дозволяє мінімізувати втрати врожаю.

Збирання кукурудзи проводиться після досягнення повної зрілості качанів.

Вчасне збирання є запорукою високої якості зерна та його придатності до тривалого зберігання. Окрім цього, ефективне вирощування кукурудзи включає раціональне внесення добрив, боротьбу з бур'янами та використання сучасних агротехнологій, що підвищують продуктивність.

Таким чином, вирощування кукурудзи на зерно є стратегічно важливим напрямом аграрного виробництва. Успішне ведення цього процесу ґрунтується на поєднанні передових методів землеробства, ефективного управління ресурсами та впровадження інноваційних технологій, що сприяють збільшенню врожайності та покращенню якості продукції.

1.2 Аналіз технології вирощування кукурудзи на зерно в господарстві

1. На підприємстві впроваджено інноваційний підхід до вирощування кукурудзи, що включає використання сучасної техніки та передових агротехнологій. Увесь процес поділяється на кілька ключових етапів, кожен з яких має важливе значення для отримання високого врожаю.

2. Підготовка ґрунту: Після збору попередньої культури восени проводять ґрунтообробні заходи. Лущення стерні та розпушування орного шару на глибину 15-20 см допомагає покращити аерацію та зберегти вологу для наступного посіву.

3. Посів: Навесні, після підготовки ґрунту, виконується посів насіння за допомогою сучасних сівалок, які забезпечують рівномірне розташування рослин. Оптимальна глибина загортання насіння становить 5-8 см, що сприяє швидкому та дружньому проростанню.

4. Догляд за посівами: На початкових стадіях росту важливо створити сприятливі умови для розвитку культури. Це включає міжрядний обробіток для покращення доступу повітря до кореневої системи та механічну боротьбу з бур’янами шляхом боронування.

5. Живлення та зрошення: При нестачі природних опадів проводиться додаткове зрошення. Крім того, застосовують збалансоване мінеральне живлення, включаючи азотні, фосфорні та калійні добрива, що стимулюють розвиток рослин і підвищують врожайність.

6. Захист від шкідників та хвороб: У період вегетації кукурудза може піддаватися негативному впливу шкідників і захворювань. Для їх контролю

застосовують інтегровані методи захисту, зокрема біологічні препарати та сучасні пестициди, що мінімізують шкоду довкіллю.

7. Збирання врожаю: Кукурудзу збирають у фазі повної стиглості, коли рівень вологості зерна знижується до 20-25%. Для збору використовують спеціалізовані комбайни, які забезпечують якісне відокремлення зерна від стебел та обгорток.

8. Таким чином, комплексний підхід до вирощування кукурудзи дозволяє досягти високих урожаїв, оптимізувати витрати та забезпечити ефективне використання ресурсів підприємства.

Застосування передових технологій та ефективних агротехнічних методів дає можливість підприємству отримувати стабільно високі врожаї кукурудзи, водночас раціонально використовуючи наявні ресурси для її вирощування.

1.3 Аналіз існуючих технологій вирощування кукурудзи на зерно

Технологія вирощування кукурудзи включає низку ключових аспектів, серед яких вибір попередників та відповідний обробіток ґрунту.

Попередники: для успішного вирощування кукурудзи важливо правильно визначити культуру, що передувала її посіву. У степових регіонах найбільш сприятливими попередниками є озимі зернові, зернобобові культури, гречка, картопля, а також цукровий і кормовий буряк. Ця культура не має суворих вимог до попередників, однак їх правильний вибір сприяє підвищенню врожайності.

Обробіток ґрунту: для покращення росту та розвитку кукурудзи необхідно здійснювати якісний обробіток ґрунту. На полях із високим рівнем засміченості бур'янами ефективним методом є напівпаровий обробіток. Якщо попередниками були зернові чи зернобобові культури, доцільно виконати дискування на 6-8 см та провести глибоку оранку (27-30 см) після внесення органічних та мінеральних добрив. У разі вирощування кукурудзи після пізніх культур, таких як буряк або багаторічні трави, рекомендується задискувати площу важкими боронами для ефективного подрібнення рослинних залишків, а потім здійснити глибоку оранку. При достатньому рівні зволоженості замість повторного обробітку можна висівати сидеральні культури (гірчицю білу, редьку олійну чи озиму суріпицю), що сприяє покращенню структури ґрунту та збагаченню його поживними речовинами.

Такі заходи допомагають зберегти вологу, підготувати ґрунт до проростання

насіння та мінімізувати розвиток бур'янів.

Удобрення: оскільки кукурудза має підвищену потребу в поживних речовинах порівняно з іншими зерновими культурами, внесення добрив відіграє важливу роль у забезпеченні її активного росту та розвитку. Оптимальне співвідношення мінеральних і органічних добрив сприяє формуванню міцних рослин, покращенню якості врожаю та підвищенню його стійкості до несприятливих умов. Для вирощування кукурудзи ефективно застосовуються як органічні, так і мінеральні добрива.

Органічні добрива: одним із найпоширеніших органічних добрив є підстилковий гній. Його вносять під час оранки, що забезпечує не тільки підживлення ґрунту, але й поліпшення його структури. Кількість внесеного гною залежить від типу ґрунту та його родючості, що потрібно враховувати при плануванні внесення добрив.

Сидерація – це метод, за якого зелену масу рослин використовують для покриття ґрунту та збагачення його поживними речовинами. Для цієї мети можуть бути застосовані такі культури, як люпин, суріпиця, ріпак, гірчиця біла, редька олійна та інші. Вони сприяють збереженню вологи, знищенню бур'янів і покращенню структури ґрунту.

Мінеральні добрива: кукурудза потребує певної кількості основних елементів живлення. Нестача азоту веде до того, що рослини виростають низькорослими з дрібними, світло-зеленими листками. Найбільша потреба в азоті виникає під час цвітіння і формування качанів. Нестача фосфору в перші фази росту призводить до фіолетового відтінку листя і затримки дозрівання. Водночас, калій необхідний для стабільного росту рослин і стійкості до стеблової гнилі. Він також сприяє правильному формуванню качанів.

Норми внесення добрив: **р**озрахунок норм мінеральних добрив залежить від прогнозованого врожаю, типу ґрунту, попередника та наявності органічних добрив. Для підтримання оптимального стану ґрунту та рослин важливо здійснювати збалансоване внесення добрив. Регулярний моніторинг ґрунту й стану рослин дозволяє вчасно коригувати потреби в додаткових добривах, що забезпечує кращі результати.

Регулятори росту: для підвищення врожайності та поліпшення якості зерна кукурудзи часто використовують регулятори росту. Ці препарати сприяють оптимізації ростових процесів, забезпечують кращу стійкість до стресових факторів та допомагають досягти високих показників врожайності. Регулятори росту відіграють

ключову роль у стимулюванні росту та розвитку кукурудзи, а також підвищенні її стійкості до несприятливих погодних умов, таких як посуха чи висока температура. Їх застосування може здійснюватися двома основними способами: обробка насіння перед сівбою або обприскування посівів під час вегетації.

Обробка насіння регуляторами росту: перед сівбою насіння обробляється регуляторами росту, що забезпечує раннє стимулювання рослин, активізуючи їх проростання та сприяючи дружному розвитку. Крім того, обробку можна поєднувати з протруєнням насіння та обробкою мікроелементами, що підвищує стійкість рослин до хвороб та шкідників. Насіння повинно бути висушене до оптимального рівня вологості, каліброване та протруєне фунгіцидами та інсектицидами для забезпечення здоров'я рослин.

Обприскування посівів під час вегетації: цей метод дозволяє підтримувати рослини в активному стані протягом усього періоду росту та забезпечити їх стійкість до стресових умов. Регулятори росту в такому випадку допомагають запобігти відставанню у розвитку, сприяючи рівномірному зростанню та формуванню качанів.

Способи сівби кукурудзи: спосіб сівби залежить від умов вирощування, таких як зволоження та тип ґрунту. Зазвичай використовують пунктирний спосіб сівби з міжряддями 70 см. Однак за умов достатнього зволоження та більшої норми висіву ширину міжрядь можна зменшити до 50 або навіть 45 см, щоб забезпечити рівномірний розподіл рослин. Важливо пам'ятати, що надмірно загущені посіви можуть уповільнити ріст і розвиток качанів.

Глибина сівби: глибина сівби кукурудзи залежить від типу ґрунту та кліматичних умов. На легких ґрунтах глибина зазвичай становить 4-6 см, на вологих ґрунтах — 3-4 см, а в степових зонах з дефіцитом вологи — 6-10 см. Важливо, щоб насіння було загорнуте рівномірно на оптимальну глибину для досягнення дружних і рівномірних сходів. Вирівнювання ґрунту та точне налаштування сівалки є критичними для досягнення рівномірного посіву. Завдяки цим заходам забезпечується оптимальне розміщення насіння, що сприяє дружнім сходам та рівномірному розвитку рослин.

Регулятори росту відіграють важливу роль у підвищенні продуктивності та покращенні якості кукурудзи. Вони допомагають стимулювати ріст рослин, підвищують їх стійкість до стресових умов і оптимізують розвиток. Важливою складовою є також вибір якісного насіння та правильно налаштована технологія сівби,

що забезпечують успішне вирощування культури.

Строки сівби: оптимальні терміни сівби кукурудзи залежать від кліматичних умов та сорту. За сприятливих умов сходи з’являються через 7-8 днів, а при холоднішій погоді цей процес може тривати до 3 тижнів. Інкрустоване насіння може залишатися в ґрунті до 1 місяця до проростання. Кукурудзу рекомендується сіяти, коли температура ґрунту на глибині 10 см досягає 10-12 °С. Для холодостійких гібридів сівба можлива при температурі 8-10 °С протягом перших трьох днів, хоча сіяти в незагрітому ґрунті ризиковано. Інкрустоване насіння може проростати за 6-10 днів, що є швидким варіантом.

Норма висіву: рекомендована густота посіву кукурудзи в Україні становить від 25 до 80 тисяч рослин на гектар перед збиранням. Для ранньостиглих сортів і гібридів густота може досягати 85-90 тисяч рослин на гектар і більше. Для забезпечення необхідної густоти посіву рекомендується враховувати страхові надбавки насіння в розмірі 25-35%. Вагова норма висіву становить 12-24 кг на гектар.

Правильне розміщення насіння на площі є критично важливим для рівномірного розвитку рослин, тому необхідно дотримуватись оптимальної густоти та використовувати відповідні методи сівби. Зменшення ширини міжрядь до 70 см і менше може мати вплив на ріст качанів і формування зерна. Оптимальна швидкість сівби складає 4-6 км/год для досягнення рівномірного розміщення насіння.

Щоб забезпечити рівномірне розміщення насіння в рядку, можна виміряти час проходження посівного агрегату на дистанції 50 метрів. Це дозволить оцінити точність висіву та налаштувати обладнання для оптимального результату.

Догляд за посівами: одразу після висіву необхідно виконати прикочування ґрунту, що сприяє покращенню контакту насіння з ґрунтовими частинками. Це забезпечує рівномірне проростання кукурудзи та сприяє її здоровому розвитку, одночасно стримуючи ріст бур'янів.
Через 4-6 днів після посіву рекомендується виконати досходове боронування легкими або середніми боронами зі швидкістю 5-6 км/год. Завдяки цьому заходу можна знищити до 80% проростків бур'янів, що суттєво зменшить конкуренцію за поживні речовини.

Коли у кукурудзи з'являться 2-3 листки, слід провести перше міжрядне розпушування за допомогою лап-бритв та стрілчастих лап на глибину 4-5 см. Друге та

третє розпушування виконують глибше (6-8 см), використовуючи лапи-підгортальники. Вони ефективно присипають бур’яни у рядках і стимулюють формування додаткових коренів. Щоб цей процес був ефективним, агрегат має рухатися зі швидкістю не менше 7-9 км/год.

За потреби, під час розпушування можна вносити азотні добрива, коли висота рослин не перевищує 25-40 см. Якщо агротехнічні методи не дають змоги повністю позбутися бур'янів, варто застосувати гербіциди, дотримуючись рекомендованих норм внесення. Окрім того, гербіциди ґрунтової дії можна використовувати ще перед сівбою або до появи сходів.

Поєднання інтенсивного боронування, міжрядних обробітків та, за необхідності, застосування гербіцидів дозволяє ефективно контролювати бур’яни та підтримувати кукурудзу в сприятливих умовах для росту.

Збирання врожаю: збирання кукурудзи – це завершальний етап її вирощування, який суттєво впливає на якість та кількість отриманого врожаю.

Збирання кукурудзи на зерно здійснюють у фазі її фізіологічної стиглості, коли вміст вологи в зерні не перевищує 30%. Саме в цей момент завершується процес накопичення поживних речовин, що підтверджується появою чорного прошарку (так званої чорної точки) між зерном і місцем його прикріплення до качана. Якщо зерно має вологість нижче 30%, його можна обмолочувати безпосередньо зернозбиральними комбайнами. У випадках підвищеної вологості необхідно застосовувати сушіння, проте цей процес є енерговитратним та потребує значних витрат пального.

Щоб зберегти родючість ґрунту, після збору врожаю подрібнену листостеблову масу рівномірно розподіляють по поверхні поля, обробляють важкими дисковими боронами та приорюють. Це дозволяє повернути значну частину органічних речовин у ґрунт, покращуючи його структуру та збагачуючи поживними елементами для майбутніх культур.

1.4 Складання плану механізованих робіт при вирощуванні кукурудзи на зерно

Основна мета плану механізованого обробітку ґрунту для вирощування кукурудзи на зерно – це раціональне використання сільськогосподарської техніки для отримання високого врожаю якісної продукції. План охоплює всі ключові етапи: підготовку ґрунту, посів, догляд за посівами та збирання врожаю. Виконання всіх

технологічних операцій у чітко визначені строки та з використанням сучасних агротехнічних методів сприяє забезпеченню сприятливих умов для росту культури, підвищенню врожайності та зменшенню виробничих витрат.

Один з етапів передбачає розрахунок використання машинно-тракторного агрегату (МТА), зокрема трактора Massey Ferguson 5711, обладнаного дисковою бороною БПГ-12, для проведення боронування ґрунту на площі 85 гектарів. Визначення продуктивності агрегату за одну годину роботи дозволяє оптимізувати використання техніки, зменшити час обробки та підвищити ефективність проведених польових робіт, за формулою (1.1).

$$W_{\text{год}} = \frac{86{,}6}{7} = 12{,}3 \text{ га/год}$$

За добу продуктивність агрегату визначимо за формулою (1.2).

$$W_{\text{доб}} = 12{,}3 \cdot 14 = 173{,}4 \text{ га/доб}$$

Необхідна кількість агрегатів для виконання роботи в агротехнічні терміни, визначається за формулою(1.3).

$$n = \frac{85}{173{,}4 \cdot 5} = 0{,}1 \text{ од.}$$

Округлюючи результат розрахунків до більшого цілого значення, отримуємо 1 агрегат.

Розрахунок витрати пального на одиницю виконаної роботи здійснюється згідно зі встановленими виробничими стандартами та рекомендованими нормами витрат палива, які виражаються в літрах на гектар оброблюваної площі.

Для перерахунку витрати пального з одиниць "літри на гектар" у "кілограми на гектар" потрібно значення витрати помножити на коефіцієнт 0,83, за формулою (1.4).

$$g = 1{,}22 \cdot 0{,}83 = 1{,}01 \text{ кг}$$

Для розрахунку загальної витрати пального застосовується формула (1.5).

$$G = 1{,}22 \cdot 0{,}83 \cdot 85 = 86 \text{ кг}$$

Формула (1.6) для визначення витрат праці на одиницю виконаної роботи.

$$З_{\text{п}} = \frac{1}{12{,}3} = 0{,}081 \text{ л}$$

Для визначення загальних витрат праці на весь обсяг робіт необхідно перемножити витрати праці на одиницю роботи (у людо-годинах) на загальну площу або обсяг виконуваної роботи:

$$З_{п} = 0{,}081 \cdot 85 = 6{,}88 \text{ люд} - \text{год}$$

Для розрахунку кількості нормо-змін використовується наступна формула (1.7).

$$Н_{зм} = \frac{85}{86{,}6} = 0{,}98 \text{ нормо} - \text{змін}$$

Також загальну трудомісткість робіт можна визначити, використовуючи кількість нормо-змін, необхідних для виконання всього обсягу робіт, за формулою (1.8).

$$З_{п} = 0{,}98 \cdot 7 \cdot 1 = 6{,}86 \text{ люд} - \text{год}$$

Для розрахунку обсягу робіт для трактора в умовних еталонних гектарах (ум. ет. га) необхідно перемножити кількість виконаних нормо-змін на еталонний виробіток, за формулою (1.9).

Визначення еталонного змінного виробітку, проведемо за формулу (1.10).

$$Q_{\text{ум.етга}} = 0{,}98 \cdot 12{,}39 \cdot 7 = 84{,}99 \text{ ум. ет. га}$$

Повна технологічна карта з розрахованими значеннями за всіма операціями, що застосовуються під час вирощування кукурудзи на зерно, наведена у таблиці 1.1.

№	Операції	Агро тех. вимоги			Строки виконання		Тривалість роботи за добу	Склад агрегату				Виробіток			Потрібно для виконання роботи			Витрата падива кг		Затрати праці люд-год/га	
					Календ.	Тр. днів		Трактор	Зчіпка	С.г.-м.		За годину	За зміну	За добу	Агрегат.	Трактори	Доп.пара	За нормою г/(кВт*год)	За весь час кг	На одиницю роботи	На весь час
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22
1	Оранка	25-27см	га	85	01,10-10.10	10	7	John Deere 6R 110	_	Opticon Майстер 4А	1	1,25	8,76	17,52	1	1	_	179,7	1530	0,8	68
2	Боронування	6-8 см	га	85	10.10-15.10	5	7	Massey Ferguson 5711	_	БПГ-12	1	12,3	86.6	173.4	1	1	_	247,7	73	0,13	10,99
3	Внесення карбаміду	250 кг/га	га	85	15.10-20.10	5	7	John Deere 6R 110	_	РДФ 3000	1	17,2	120,4	240,8	1	1	_	98,74	54,36	0,12	9,88
4	Культивація	18-20 см	га	85	20.10-30.10	10	7	John Deere 8R 370	_	Horsh ACK 12,3	1	10,57	74,00	148,00	1	1	_	67,7	112,1	0,19	16,08
5	Ранньовесняне боронування	6-8 см	га	85	01.05-10.05	10	7	Massey Ferguson 5711	_	БПГ-12	1	12,3	86,6	173,4	1	1	_	247,7	73	0,13	10,99
6	Посів	6-7 см	га	85	01.05-10.05	10	7	John Deere 8R 370	_	Vederstad Tempo 16	1	16,50	115,50	231,00	1	1	_	247,7	68,4	0,12	10,30
7	Внесення гербіциду	2,7 л/га	га	85	05.06-12.06	7	7	John Deere 6R 110	_	Tetis 24	1	30,96	216,70	433,40	1	1	_	98,74	18,34	0,06	5,49
8	Внесення гербіциду	150 л/га	га	85	25.06-01.07	6	7	John Deere 6R 110	_	Tetis 24	1	30,96	216,70	433,40	1	1	_	98,74	18,34	0,06	5,49
9	Позакореневе підживлення	10 кг/га	га	85	01.07-07.07	7	7	John Deere 6R 110	_	Tetis 24	1	30,96	216,70	433,40	1	1	_	98,74	18,34	0,06	5,49
10	Внесення трихограми	150тис. шт/га	га	85	10.07-20.07	10	7	Apache 1010	_	_	1	33,10	231,70	463,40	1	1	_	166	19,2	0,06	5,14
11	Збір врожаю	8 т/га	га	85	01.10-30.10	8	7	John Deere 2266	_	_	1	3,43	24,00	48,00	1	1	_	29,03	1270,00	0,58	49,58
12	Транспортування	5 км	т	527	01.10-30.11	8	7	КАМАЗ 45144	_	_	1	11,93	83,50	167,00	1	1	_	0,19	128,20	0,08	49,88
																		1400,98	3383,08		247,31

Таблиця 1.1. Технологічна карта вирощування кукурудзи на зерно на площі 85 га

1.5 Розробка операційної-технологічної карти для проведення оранки

Призначення технологічної операції та характеристика умов роботи: оранка є ключовим агротехнічним заходом, який відіграє важливу роль у підготовці ґрунту до подальших сільськогосподарських робіт. Основна мета цієї операції — покращення структури ґрунту, знищення бур'янів та рослинних решток, а також підвищення здатності ґрунту утримувати вологу та пропускати повітря.

Ефективність оранки значною мірою залежить від низки факторів, включаючи тип ґрунту, погодні умови, технічний стан обладнання та його налаштування. Оптимальний рівень вологості ґрунту має важливе значення для досягнення якісного обробітку — надто вологий ґрунт може ущільнюватися, а надто сухий ускладнює процес розпушування.

Додатковими факторами, що впливають на якість оранки, є рельєф ділянки, наявність твердих включень (каменів, коріння дерев), швидкість руху трактора, глибина обробітку та тип плуга. Крім того, необхідно дотримуватися правил безпеки під час експлуатації сільськогосподарської техніки, щоб уникнути пошкоджень обладнання та ризику для оператора.

Раціональне планування і виконання цього агротехнічного прийому забезпечує не лише якісний обробіток ґрунту, але й сприяє підвищенню врожайності. Оранка закладає основу для ефективного проведення наступних етапів обробітку та розвитку культурних рослин.

Дані щодо параметрів роботи, які будуть використані у розрахунках, наведені в таблиці 1.2.

Таблиця 1.2. Загальні параметри умов роботи:

Агрофон – поле після озимої пшениці
Площа поля – 85 га;
Довжина гону – 1020 м;
Тип ґрунту – чорнозем;
Сила питомого опору ґрунту складає – 45 Н/м^2
Кут нахилу місцевості – 1,5°.

Агротехнічні вимоги:

1. Основні вимоги до якісного виконання оранки охоплюють низку

параметрів, дотримання яких забезпечує оптимальну підготовку ґрунту для вирощування сільськогосподарських культур.

2. Глибина обробітку:

Оранка повинна проводитися на певну глибину, яка визначається залежно від особливостей ґрунту та потреб вирощуваних культур. Для технічних культур оптимальна глибина становить 27-30 см, що сприяє покращенню водно-повітряного режиму ґрунту та розвитку кореневої системи рослин.

3. Рівномірність ширини та товщини скиб:

Забезпечення однакової ширини і товщини скиб на всій оброблюваній площі є ключовим фактором рівномірного розпушування та заробки рослинних залишків, що сприяє кращому засвоєнню вологи і поживних речовин.

4. Допустиме відхилення глибини:

Зміна глибини оранки понад 5% від заданого значення є небажаною, оскільки може призвести до нерівномірного проростання культур та порушення агротехнічного процесу. Висока точність дотримання глибини обробітку необхідна для створення сприятливих умов розвитку рослин по всій площі поля.

5. Чіткість ліній борозен:

Після оранки борозни повинні бути рівномірно розташовані, а їх напрямок – прямолінійним. Це полегшує проведення наступних агротехнічних операцій та сприяє зручному руху сільськогосподарської техніки.

6. Відсутність дефектів у структурі ґрунту:

На поверхні поля не повинно утворюватися високих звальних гребенів або глибоких роздільних борозен, оскільки вони можуть ускладнити проведення посівних робіт, догляд за культурами та збирання врожаю.

7. Обробка поворотних смуг:

Завершальний етап оранки передбачає заробку поворотних смуг, що покращує рівномірність обробітку, зменшує ризик ущільнення ґрунту на ділянках розвороту техніки та сприяє збереженню його родючості.

8. Дотримання цих агротехнічних вимог забезпечує високу ефективність механізованого обробітку ґрунту, сприяючи оптимальному росту та розвитку рослин, що в підсумку позитивно впливає на врожайність.

Дотримання встановлених агротехнічних норм гарантує якісне виконання

оранки, що сприяє підвищенню врожайності сільськогосподарських культур та ефективному використанню земельних ресурсів. Оптимальний обробіток ґрунту забезпечує сприятливі умови для росту рослин, покращує його структуру та підвищує водопроникність, що позитивно впливає на майбутній урожай.

Для здійснення оранки проведемо розрахунок оптимального складу машино-тракторного агрегату. Виберемо трактор John Deere 6R110 у поєднанні з оборотним плугом Opticon Майстер 4А. Відповідно до методичних рекомендацій [3], цей агрегат має достатню потужність для якісного обробітку ґрунту з оптимальною глибиною оранки.

При проведенні тягового розрахунку в робочому режимі з максимальним навантаженням двигуна враховуємо сумарний опір ґрунту, який діє на робочі органи плуга, а також допустиму швидкість руху агрегату. Ці фактори безпосередньо впливають на продуктивність роботи, енерговитрати та якість виконання агротехнічних заходів.

Комплексний аналіз технічних характеристик агрегату та умов експлуатації дозволяє підібрати оптимальні режими роботи, що сприяє зниженню витрат пального, зменшенню зношення техніки та підвищенню ефективності оранки, за формулами (1.13-1.15).

$$R_a = 21{,}87 + 0{,}84 + 0{,}78 + 0{,}16 = 23{,}65 \text{ кН}$$

$$R_{p.o} = 45 \cdot 1{,}80 \cdot 0{,}27 = 21{,}87 \text{ кН}$$

$$R_{\text{пер}} = 1080 \cdot 9{,}81 * 0{,}08 = 847{,}58 \text{ Н} = 0{,}84 \text{ кН}$$

Тяговий опір на подолання інерції спокою при рушанні, визначимо за формулою (1.16).

$$R_{\text{ін}} = 1080 \cdot \frac{2{,}22}{3} = 0{,}78 \text{ кН}$$

Тяговий опір на подолання агрегатом підйому, визначимо за формулою (1.17).

$$R_{\text{і}} = 1080 \cdot 9{,}81 \cdot \frac{1{,}5}{100} = 0{,}16 \text{ кН}$$

Для підготовки агрегату до роботи необхідно виконати наступні дії:

1. Перед початком роботи необхідно ретельно підготувати агрегат, щоб забезпечити його ефективну та безперебійну експлуатацію.

2. Регулювання глибини оранки. Насамперед потрібно виставити необхідну

глибину обробітку ґрунту відповідно до агротехнічних вимог. Для досягнення оптимального результату слід встановити глибину в межах 27 см, що сприяє якісному розпушуванню ґрунту та знищенню бур'янів.

3. Огляд та перевірка різальних елементів. Перед початком роботи слід уважно оглянути всі ріжучі елементи плуга, зокрема корпуси та леміші. Важливо оцінити їхню довжину та ширину (40 см × 15 см) і переконатися, що вони гострі та не мають значного зношення. Належний стан різальних частин забезпечує рівномірний та якісний обробіток ґрунту.

4. Контроль стану опорного колеса. Особливу увагу слід приділити стану гумових шин, оскільки вони відповідають за зчеплення агрегату з ґрунтом. Важливо переконатися, що колеса не мають пошкоджень, а тиск у шинах відповідає рекомендованим параметрам, що забезпечить стабільність роботи плуга.

5. Змащення рухомих механізмів. Щоб гарантувати безперебійну роботу агрегату, потрібно змастити всі шарнірні з'єднання та рухомі вузли. Для цього використовують спеціальне мастило, яке зменшує тертя між деталями, продовжує термін їх експлуатації та сприяє плавному функціонуванню плуга.

6. Дотримання цих етапів підготовки забезпечить надійність, високу продуктивність та якісне виконання польових робіт.

Перевірка гідравлічної системи агрегату

Перед початком роботи необхідно перевірити справність гідравлічної системи трактора. Важливо переконатися, що вона здатна піднімати плуг на висоту до 50 см над рівнем ґрунту, що забезпечить безперешкодне транспортування агрегату та маневрування в полі. Якщо система працює нестабільно або є ознаки витоку рідини, потрібно усунути несправності перед початком польових робіт.

Підготовка поля до роботи агрегату: перед виконанням оранки слід визначити оптимальний напрямок руху плуга. У більшості випадків вибір здійснюється на користь орієнтації вздовж довшої сторони поля, оскільки це сприяє підвищенню продуктивності та зменшенню витрат пального.

Однак, якщо поле розташоване на схилі, необхідно розмістити напрямок руху поперек схилу. Це дозволяє мінімізувати ризик водної та вітрової ерозії ґрунту, покращуючи його структуру та збереження вологи.

Наступний етап – визначення поворотних смуг. Їхня ширина розраховується з

урахуванням ширини захвату агрегату та необхідного простору для комфортного розвороту трактора. Розрахунок здійснюється за спеціальними формулами (1.18-1.21) відповідно до агротехнічних методик [3].

Дотримання цих рекомендацій дозволяє оптимізувати процес оранки, зменшити втрати ресурсів і забезпечити рівномірну підготовку ґрунту до подальших польових робіт.

$$E = 1{,}5 \cdot 1{,}98 + 1{,}98 = 4{,}95 \text{ м}$$

$$R = 1{,}1 \cdot 1{,}8 = 1{,}98 \text{ м}$$

$$L_{\text{а}} = 4{,}75 + 3{,}96 = 8{,}71 \text{ м}$$

Особливості руху агрегату:

– При довжині поля до 500 метрів або за наявності неправильної форми поля агрегат рухається човниковим способом.

– В інших випадках застосовується круговий спосіб обробітку ґрунту.

Оцінка ефективності обраного способу руху мобільно-технічного агрегату (МТА) проводиться за показником ефективності робочих ходів, за фомулами (1.22-1.24).

$$\varphi = \frac{1240{,}1}{1240{,}1 + 13{,}86} = 0{,}98$$

$$L_{\text{р}} = 1250 - 2 \cdot 4{,}95 = 1240{,}1 \text{ м}$$

$$L_{\text{хх}} = 7 \cdot 1{,}98 = 13{,}86 \text{ м}$$

Робота агрегату в загінці: продуктивність агрегату визначається згідно з формулою (1.25).

$T_{\text{р}}$ – фактичний робочий час протягом зміни, вимірюється у годинах (год).

$$\tau = \frac{7}{8} = 0{,}87$$

$$\tau_{\text{пов}} = \frac{3 \cdot 45}{3{,}6 \cdot 7} = 5{,}35 \text{ хв}$$

Контроль та оцінка якості роботи: оцінка якості проведеної оранки базується на аналізі кількох ключових параметрів, що визначають ефективність цього агротехнічного процесу. Важливо враховувати такі аспекти.

– Фактична глибина оранки контролюється шляхом вимірювання спеціальною лінійкою в різних точках поля. Для цього заміри проводяться по всій ширині захвату плуга на довжині від 65 до 200 мм, використовуючи 26-30

контрольних точок. Якщо середня глибина оранки відхиляється від встановленого значення більш ніж на 2 см, необхідно відкоригувати налаштування плуга для забезпечення оптимальної обробки ґрунту.

– Для контролю ефективності знищення бур'янів виконується аналіз зрізу дна борозни, яке має бути шириною 15-20 см та довжиною 10-12 см. Щоб оцінити ступінь очищення ґрунту, підраховують кількість бур'янів, які були успішно підрізані, і порівнюють це значення з початковою засміченістю поля. На основі цих даних обчислюють коефіцієнт відхилення (α) та визначають, наскільки ефективно було проведено обробку.

– Ще одним важливим показником якісної оранки є рівень загортання рослинних решток у ґрунт. Візуальна перевірка дозволяє визначити, чи залишки рослин рівномірно загорнуті, чи вони залишилися на поверхні. Якщо залишки недостатньо загорнуті, необхідно відрегулювати кут атаки плуга або змінити глибину оранки, щоб покращити рівномірність перемішування органічної маси з ґрунтом.

– Дотримання цих параметрів дозволяє підвищити ефективність оранки, покращити структуру ґрунту та забезпечити оптимальні умови для майбутніх агротехнічних заходів.

Візуальний аналіз дозволяє оцінити, наскільки рівномірно залишки матеріалу були загорнуті та розподілені по полю, що безпосередньо впливає на його загальний вигляд і стан. Спостереження допомагає визначити якість виконаних агротехнічних заходів та ефективність обробки ґрунту.

Для оцінки кількості грудок, розмір яких перевищує 50 мм, застосовується метод перерахунку на десяти пробних ділянках розміром 1×1 метр [3]. Це дає змогу встановити ступінь розпушення ґрунту та ефективність руйнування великих грудок. Аналіз отриманих даних допомагає зробити висновки про якість виконаних робіт і загальний стан ґрунту.

Систематичний контроль та ретельна оцінка цих параметрів сприяють якісному виконанню оранки, що, у свою чергу, позитивно впливає на структуру ґрунту, покращує його властивості та сприяє підвищенню врожайності.

Охорона праці при виконанні оранки: до роботи з плугами та супутніми агрегатами допускаються лише ті особи, які володіють необхідними знаннями щодо

будови, принципів роботи та правил експлуатації сільськогосподарської техніки.

1. Отримання дозволу на виконання робіт передбачає обов’язкове проходження інструктажу з техніки безпеки та охорони праці.

2. Категорично забороняється виконувати ремонтні роботи, технічне обслуговування чи очищення робочих органів плуга під час його руху, оскільки це створює загрозу життю та здоров’ю працівника.

3. Перед заміною робочих елементів плуга необхідно обов’язково зупинити трактор та заглушити його двигун.

4. Заточування лез плуга дозволяється виконувати виключно спеціалісту, який пройшов відповідний інструктаж та володіє безпечними методами роботи з професійним обладнанням.

5. У процесі технічного обслуговування слід використовувати лише справний інструмент та обладнання, що відповідає встановленим вимогам і призначенню.

Вирощування кукурудзи на зерно має значні переваги, що робить цей процес економічно та агротехнічно доцільним. У даному розділі була створена технологічна карта, що містить детальні розрахунки всіх операцій, необхідних для ефективного вирощування культури. Це дало змогу визначити оптимальний алгоритм механізованих робіт.

За підсумками розрахунків встановлено, що річна витрата пального становить 3383,08 кг, а трудозатрати досягають 247,31 люд-год/га. Розроблений технологічний план дозволяє ефективно розподілити ресурси та оптимізувати виконання польових робіт.

Крім того, проведено аналіз та складено операційно-технологічну карту для здійснення оранки, що забезпечує високу якість підготовки ґрунту та створює сприятливі умови для росту кукурудзи. Усі розрахунки проводилися з урахуванням реальних умов експлуатації, агротехнічних вимог та норм охорони праці.

Таким чином, використання розроблених технологічних та операційно-технологічних карт підтверджує доцільність застосованої методики. Вона сприяє отриманню високих врожаїв, зменшенню виробничих витрат та забезпеченню якісного виконання агротехнічних заходів.

1.6 Обґрунтування теми дипломного проекту

Для забезпечення безперебійної роботи машинно-тракторних агрегатів необхідно враховувати взаємодію між силовими агрегатами та сільськогосподарськими машинами в межах виробничого процесу, дотримуючись технологічної послідовності та продуктивності. Обов’язковим є проведення розрахунків для ефективної взаємодії між комбайнами та транспортними засобами. Крім того, важливо координувати технологічні операції вирощування культур у часі, що дає змогу виконувати суміжні процеси у встановлені агротехнічні строки. Організація механізованих робіт є одним із ключових аспектів ефективного сільськогосподарського виробництва.

У господарстві наявний необхідний парк тракторів, комбайнів та сільськогосподарських машин, що дозволяє виконувати всі агротехнічні процеси своєчасно. Проте варто зазначити, що вирощування однієї з основних культур – кукурудзи – супроводжується значними витратами пального, що потребує оптимізації використання технічних ресурсів.

Таким чином, основною метою дипломного проєкту є розробка заходів, спрямованих на підвищення ефективності застосування технічних засобів під час вирощування кукурудзи на зерно.

Для досягнення цієї мети в межах дослідження необхідно:

– Провести аналіз сучасних технологій вирощування кукурудзи на зерно.

– Розробити оптимальну систему механізованих робіт для господарства, що дозволить підвищити продуктивність і знизити експлуатаційні витрати.

– Розробити удосконалену конструкцію оборотного плуга, що сприятиме підвищенню якості обробітку ґрунту та скороченню експлуатаційних витрат.

– Провести детальний аналіз основних принципів охорони праці в аграрному секторі для їх подальшого впровадження та вдосконалення умов безпеки на підприємстві.

– Обґрунтувати економічну доцільність проєкту, виконавши комплексний розрахунок його рентабельності та фінансової ефективності.

2. УДОСКОНАЛЕННЯ КОНСТРУКЦІЇ ПЛУГА OPTICON МАЙСТЕР 4А

2.1 Патентний огляд технічних рішень за обраним напрямком УКРАЇНА UA 75011 C2 (НАВІСНИЙ ОБОРОТНИЙ ПЛУГ)

Цей технічний винахід належить до аграрної галузі, а саме до конструкцій навісних оборотних плугів, що застосовуються для роботи з тракторами під час оранки ґрунту, необхідної для вирощування зернових і технічних культур.

Головною особливістю представленої розробки є модернізований виконавчий механізм, який має унікальну конструкцію. Він включає дві пари поворотних важелів, що шарнірно закріплені на рамі та взаємодіють з упорами, також встановленими на рамі. Інноваційність механізму проявляється у пристрої реверсивного повороту рами, який реалізований у формі двоплечого важеля.

Одна сторона цього важеля з'єднана зі штоком гідроциліндра, а друга – через спеціальну сережку пов’язана з кривошипом, що жорстко фіксується на осі оборотної рами. Така конструкція забезпечує ефективність і плавність реверсивного повороту плуга під час виконання польових робіт.

У цьому описі використовуються такі позначення [2]:

– Навісна балка
– Вертикальна стійка
– Рама
– Вісь
– Ліві плугові корпуси
– Праві плугові корпуси
– Опорні колеса
– Прискорювач реверсивного повороту рами (ПРПР)
– Виконавчий механізм прискорювача реверсивного повороту рами (ВМПРПР)

Запропоноване технічне рішення сприяє підвищенню продуктивності оранки, зниженню зношуваності механізмів та забезпеченню ефективного використання сільськогосподарської техніки.

1. Гідроциліндр реверсивного прискорювача повороту рами (ГЦПРПР) –

ключовий елемент системи, що забезпечує швидке та ефективне переміщення механізму під час зміни положення рами.

2. Корпус гідроциліндра – зовнішня оболонка, що виконує захисну функцію та забезпечує герметичність усіх внутрішніх компонентів.

3. Шток гідроциліндра – рухомий елемент, що передає зусилля від робочої рідини до виконавчого механізму.

4. Ланцюгова передача – механізм, який забезпечує синхронне та плавне передавання крутного моменту між окремими вузлами системи.

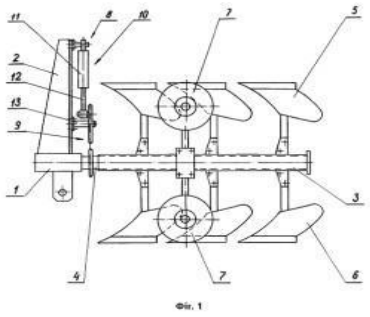
5. Ланцюг – гнучкий елемент передачі руху, що з'єднує ведучу та ведену зірочки, забезпечуючи їхню спільну роботу.

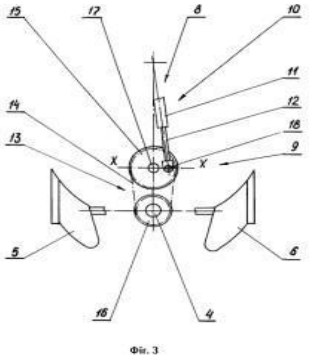
6. Ведуча зірочка – елемент, що приймає крутний момент і передає його на ланцюг, задаючи рух системи.

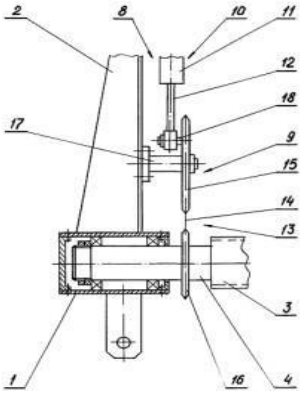
7. Ведена зірочка – складова механізму, яка приймає рух від ланцюга та передає його на вісь обертання.

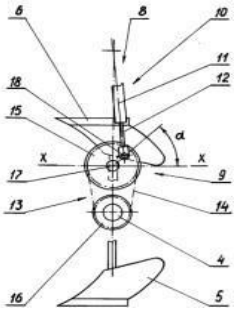
8. Вісь ведучої зірочки – центральний елемент кріплення ведучої зірочки, що забезпечує її стабільність та правильне функціонування.

9. Цапфа ведучої зірочки – вузол, що виконує опорну функцію, дозволяючи рівномірний розподіл навантаження під час роботи механізму.









УКРАЇНА (19)UA (11)118292 (13)C2 "ПЛУГ З ОБОРОТНОЮ ФУНКЦІЄЮ ТА РОЗМІЩЕНИМ НА РАМІ ПЛУГА ПОВОРОТНИМ ОПОРНИМ КОЛЕСОМ"

Цей винахід відноситься до оборотних плугів, оснащених поворотним опорним колесом, яке розташоване спереду і здатне самостійно регулювати глибину оранки, забезпечуючи оптимальні умови роботи.

Інноваційна складова цього винаходу полягає в застосуванні зміщеного поворотного опорного колеса. Це рішення значно покращує маневреність робочого агрегату, зменшуючи бічний виліт в напрямку руху. Така конструкція особливо корисна при оранці в кінці загону, поблизу огорож або доріг, де традиційне розташування колеса може створювати перешкоди. Завдяки зменшеному боковому виліту, виготовлення важелів, тримачів і опор стало можливим з використанням більш компактних і легких матеріалів, що підвищує ефективність агрегату.

Список використаних позначень [2]:

1. Оборотний плуг
2. Поворотне опорне колесо
3. Рама плуга
4. Робочий орган плуга, корпус плуга
5. Опорне колесо
6. Важіль, поворотний важіль
7. Ґрунт, поверхня ґрунту
8. Вісь, вісь повороту
9. Вісь, направляюча вісь
10. Точка контакту колеса
11. Точка перетину
12. Поворотна опора
13. Упорний засіб
14. Навісна рама
15. Гідравлічний циліндр
16. З'єднувальна точка

Цей винахід дозволяє досягати кращих результатів при оранці, знижуючи труднощі в роботі в обмежених умовах та забезпечуючи зручність використання техніки.

– З'єднувальна точка – точка, що забезпечує міцне і надійне з'єднання між різними частинами механізму, забезпечуючи їх правильну взаємодію.

– Вісь обертання – центральна вісь, навколо якої здійснюється обертання основних елементів агрегату.

– Вісь повороту – вісь, яка визначає точку повороту для окремих частин плуга, сприяючи його ефективному руху та маневруванню.

– Середня площина – умовна площина, яка проходить через центр агрегату і розділяє його на дві симетричні частини, використовується для оптимізації конструкції та визначення рівноваги.

– Вісь повороту – ще одна вісь, яка служить опорою для певних рухомих елементів, забезпечуючи їх правильний рух при виконанні робіт.

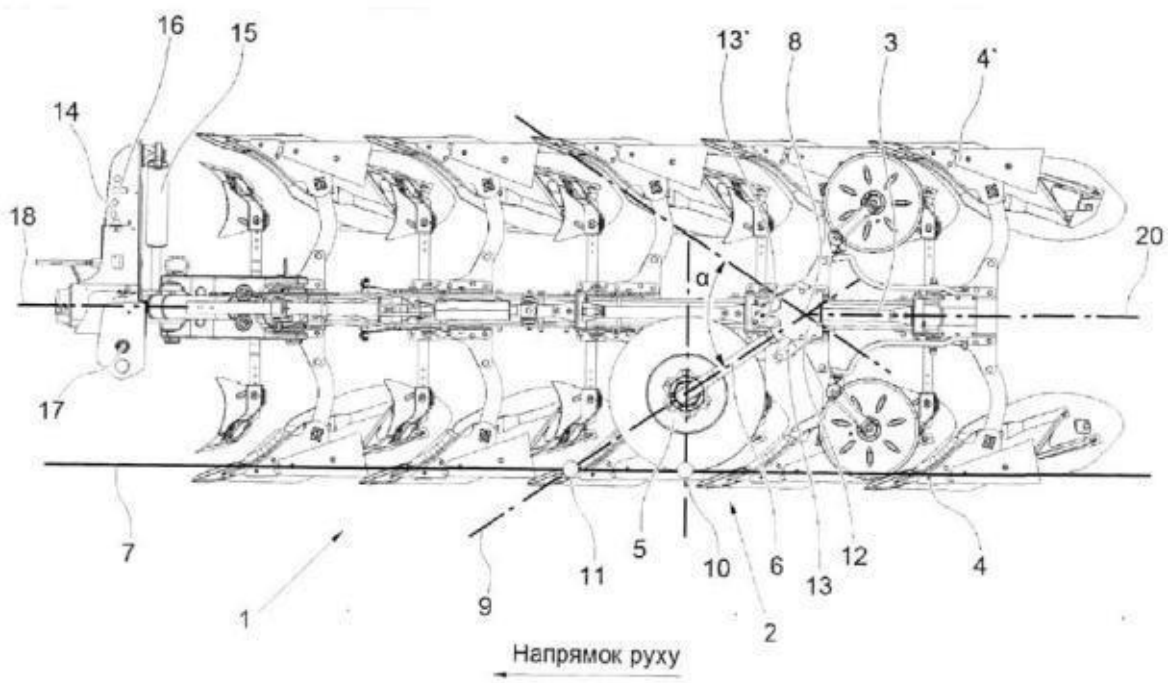
– Регулювальний центр – механізм або точка, що дозволяє коригувати параметри роботи плуга, забезпечуючи налаштування необхідної глибини та кута оранки.

– Приводний важіль – частина механізму, яка передає зусилля від приводного елемента до інших частин агрегату, забезпечуючи їх рух.

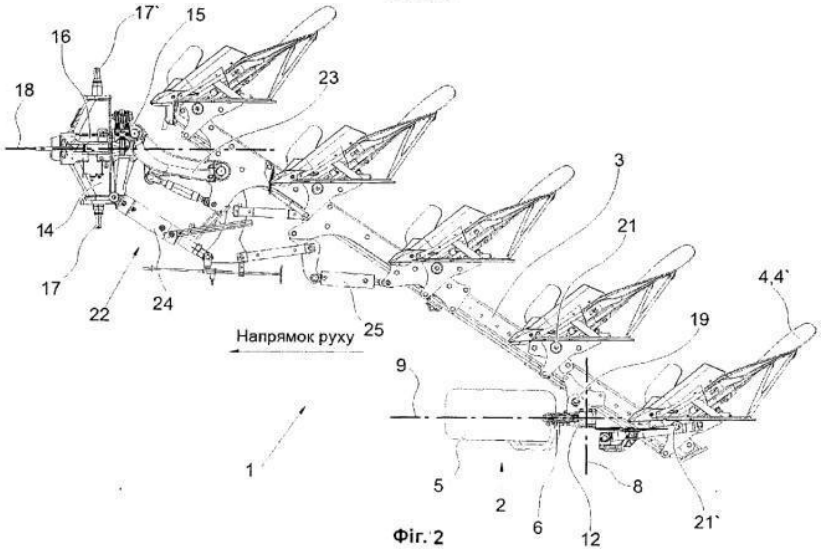
– Поворотний циліндр – елемент, що забезпечує обертання або зміщення окремих частин механізму, виконуючи роль приводного елементу для повороту плуга.

– Серводвигун – високоточний двигун, що керує рухом системи з допомогою електронного управління, що забезпечує точність і швидкість реагування на зміну параметрів роботи.

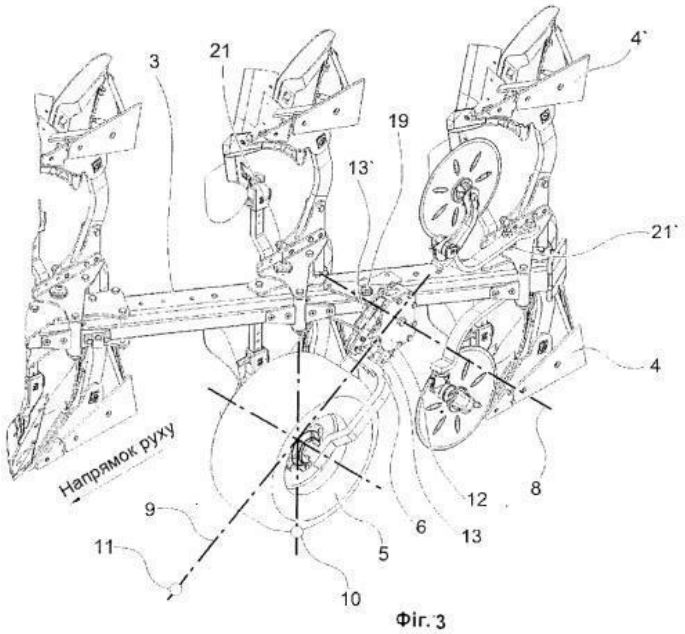
Ці компоненти є невід'ємними частинами конструкції плуга, кожен з яких виконує специфічні функції, які сприяють більш ефективному і зручному використанню техніки для обробки ґрунту.



Фіг.1



Фіг. 2



Фіг. 3

УКРАЇНА UA 4919 U «Корпус плуга»

Ця корисна модель створена для потреб сільськогосподарського машинобудування, зокрема для розробки конструкцій корпусів плугів, що використовуються при основній обробці ґрунту.

Процес обробки ґрунту за допомогою плугів є високоефективним, але водночас енергоємним. Підрізання, розпушення та обертання скиби викликають навантаження поперечними силами, які впливають на польову дошку. Рівень цих навантажень безпосередньо залежить від питомого опору ґрунту: чим вищий цей опір, тим більше енергії потрібно для подолання сили тертя, яка виникає між ґрунтом і робочими органами плуга.

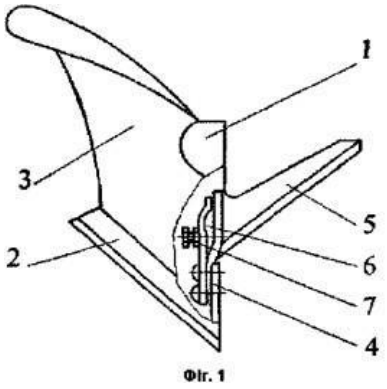
Це явище, що виникає між стінкою борозни та польовою дошкою, не бере участі в корисній роботі і потребує зменшення його впливу.

Основною метою цієї корисної моделі є підвищення стабільності роботи корпусу плуга та зниження енергетичних витрат, пов'язаних з процесом оранки.

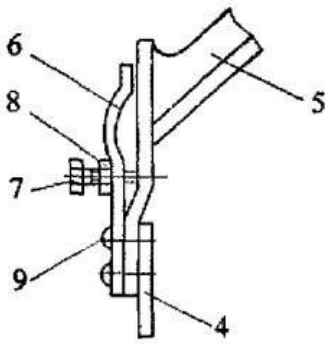
Позначення позицій [2]:

- Стійка
- Леміш
- Полиця
- Кронштейн
- Плоскорізальна лапа
- Пружна лапка
- Регульований болт
- Гайка
- Болти

Ці елементи відіграють ключову роль у покращенні ефективності плуга, зменшенні тертя та енергетичних затрат, що сприяє оптимізації роботи сільськогосподарської техніки.



Фіг. 1



Фіг. 2

Патент України UA 142605 U з назвою «Конструкція відвалу корпусу плуга»

Відвал плуга складається з двох основних частин: металевої конструкції відвала та футерівки, виготовленої з матеріалу, що має низьку адгезію до ґрунту. Ці компоненти надійно з'єднані за допомогою металевих стрижнів, які розташовані в різних напрямках площини для запобігання зсуву футерівки відносно металевої частини відвала.

Основною метою цієї корисної моделі є розробка ремонтопридатного плужного відвала, що поєднує твердість і жорсткість сталевого матеріалу з низькою адгезією футерівки, забезпечує високу стійкість до стирання, довговічність та спрощену технологію відновлення. Це досягається завдяки постійному жорсткому з'єднанню металевої частини відвала з футерівкою, виготовленою з матеріалу, що має низьку адгезію до ґрунту, за допомогою металевих стрижнів, розташованих у різних напрямках.

Описана корисна модель може бути представлена наступними кресленнями [2]:

– Фігура 1 – Схематичне зображення фіксації елементів відвала:

1 – футерівка з полімеру;

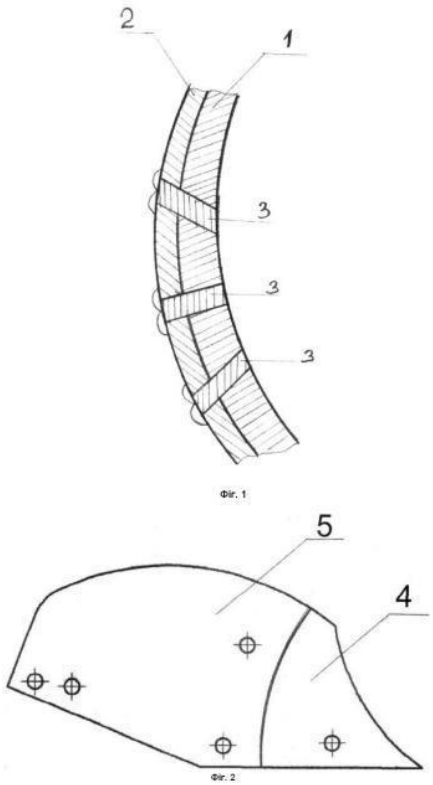
2 – металева основа відвала;

3 – металевий фіксуючий стрижень.

– Фігура 2 – Футерівка відвала, що складається з різних сегментів:

4 – передній сегмент футерівки, який піддається більшому зношуванню;

5 – сегмент футерівки з меншим рівнем зношування.



2.2 Обґрунтування вибору удосконалення та його детальне пояснення

Після проведення технічного та патентного аналізу конструкцій сучасних плугів для основного обробітку ґрунту встановлено, що для покращення якості оранки та умов праці найбільш ефективним є застосування додаткових робочих органів, які можна інтегрувати в стандартну конструкцію плуга. З цією метою пропонується випуск серійного оборотного плуга Opticon Майстер 4А, який буде оснащений дисковим ножем, розташованим перед останнім корпусом.

Основне завдання цього вдосконалення полягає в підвищенні надійності роботи плуга, покращенні якості обробітку ґрунту та зменшенні навантажень на останній корпус, що сприятиме кращій стабільності руху та поліпшенню умов роботи. Додавання дискового ножа перед останнім корпусом дозволить трактору, що працює в борозні, чітко слідувати заданій траєкторії, забезпечуючи високу якість обробітку.

Для реалізації цієї мети до механізму кріплення корпусу плуга Opticon Майстер 4А буде додано дисковий ніж зі стійкою, як показано на Рис. 2.1.

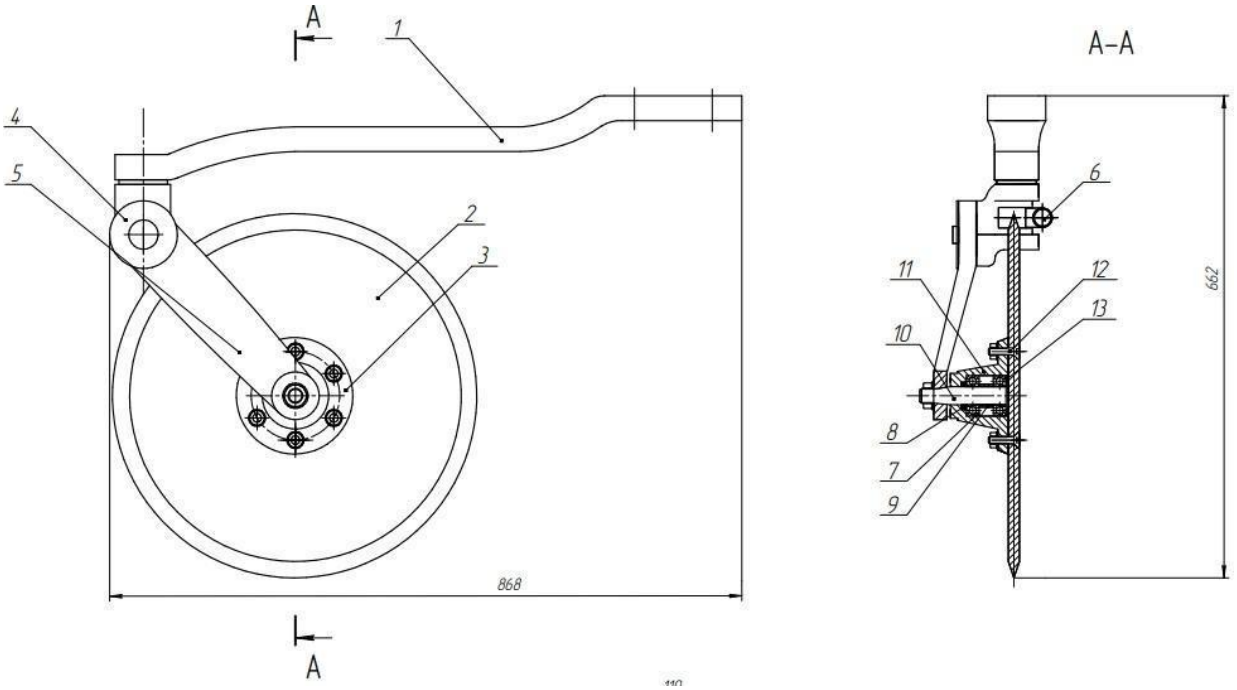


Рис. 2.1 – Схема дискового ножа для обладнання оборотного плуга

Для оснащення плуга дисковим ножем використовується стійка 1, яка кріпиться до рами плуга. Вона розрахована на гасіння динамічних навантажень у вертикальній площині, що забезпечує надійність і довговічність роботи ріжучого диска. Через шарнірну опору 4, яка працює на рух у горизонтальній площині, до стійки кріпиться водило 5. Регулювання робочої глибини диска 2 здійснюється за допомогою з'єднувальної пари водило – вертикальний шарнір. До водила закріплюється вісь 10, яка за допомогою різьбового з'єднання та конусної форми надійно фіксується в ньому. Через радіальні упорні підшипники 7 на осі встановлюється ступиця диска, яка включає ущільнювальні кільця 8 та 13, а також розпірне кільце 9. До ступиці через потайні болти 12 кріпиться сам дисковий ніж 2. Така конструкція ступиці виключає необхідність виконання отвору під маточину диска, що значно підвищує його міцність і довговічність.

Принцип роботи пристрою: під час оранки дисковий ніж, що розташований перед корпусом плуга, вертикально ріже шар ґрунту, що дає змогу корпусу плуга, який йде за ним, перевертати скибу знизу. Після проходу знаряддя на полі залишається рівна та чиста борозна, що покращує умови для роботи трактора.

Переваги встановлення дискового ножа перед останнім корпусом плуга:

1. Поліпшення якості обробітку ґрунту: Дисковий ніж розрізає ґрунт, що сприяє кращому переміщенню рослинних залишків, покращує структуру ґрунту та сприяє кращому проростанню насіння в майбутньому.

2. Зменшення опору ґрунту: Дисковий ніж прорізує ґрунт, знижуючи опір при проходженні плуга. Це робить процес обробітку більш ефективним і енергозберігаючим.

3. Зниження зусилля на обертання скиби: Дисковий ніж сприяє розпушуванню ґрунту та зменшенню його щільності, що дозволяє знизити навантаження на плуг під час роботи.

Зменшення витрат енергії на переміщення плуга: Завдяки дисковому ножу зменшується необхідність для плуга долати опір ґрунту, що полегшує роботу трактора і знижує знос самого знаряддя. Це дозволяє значно зменшити енергетичні витрати та підвищити ефективність роботи.

Запобігання ущільненню ґрунту: Дисковий ніж відіграє важливу роль у збереженні структури ґрунту, запобігаючи його ущільненню, особливо під час роботи в умовах високого опору та високої вологості. Це дозволяє забезпечити кращу аерацію та водопроникність ґрунту, що є важливими факторами для його здорового розвитку.

Встановлення дискового ножа перед останнім корпусом плуга стає ефективним методом для покращення якості обробітку ґрунту. Це не тільки знижує опір агрегату, але й допомагає уникнути ущільнення ґрунту, що є критичним для забезпечення довготривалих високих врожаїв і оптимізації використання ресурсів.

2.3 Техніко-експлуатаційні розрахунки

Обґрунтування параметрів проектованого дискового ножа: плоскі дискові ножі призначені для вертикального розрізання ґрунту. У процесі цього розрізання на ніж впливають різноманітні сили опору ґрунту, які утруднюють його зминання, а також сили тертя, що виникають на бічних поверхнях ножа.

Оскільки дисковий ніж має симетричну конструкцію та однакову функціональність, можна уявити, що сумарна сила опору ґрунту на нього діє як одна загальна сила R. Ця сила розташована приблизно в центрі робочої дуги ножа і проходить через вісь його обертання. Компонент цієї сили, позначений як Rx, відповідає за тяговий опір, який змушує диск обертатись. Інший компонент, Rz, діє вертикально на диск, прагнучи виштовхнути його з ґрунту.

Зміни опору ґрунту варіюються в межах від 40 до 80 кПа, а сила Rx для диска зі стандартними геометричними розмірами та фізичними властивостями

коливається від 0,7 до 2,2 кН. При цьому сила Rz завжди в 1,2 рази більша за величину Rx. Схема сил, що діють на диск, показана на рисунку 2.2.

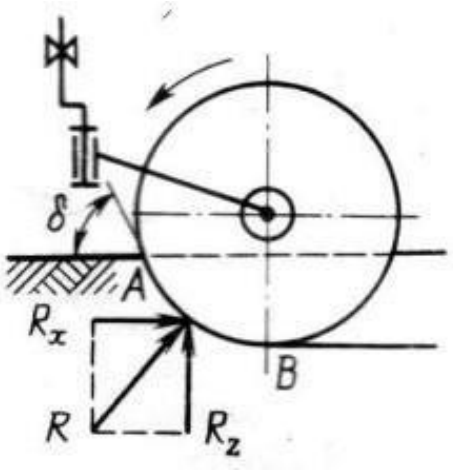


Рис.2.2 Сили які діють на диск при роботі в ґрунті

Для того, щоб дисковий ніж ефективно перерізав стебла рослин, що трапляються на його шляху, а не зминав і стягував їх, кут защемлення δ повинен бути меншим за суму кутів тертя φ1 і φ2. Кут φ1 визначає напрямок сили тертя між стеблом і лезом ножа, тоді як φ2 — це кут тертя між стеблом і ґрунтом.

Якщо стебла рослин застряють між диском ножа та корпусом плуга, можна зменшити глибину різання диска або використовувати ніж більшого діаметра. В якості альтернативи, застосування вирізних ножів дозволяє уникнути подібних проблем, одночасно знижуючи силу Rx на 18-25%. Важливо також враховувати, що сила Rx залежить від кінематичного режиму роботи леза ножа, що безпосередньо впливає на ефективність обробки ґрунту, визначаємо за формулою (2.1).

Залежно від значення λ, сила Rx зменшується. При збільшенні λ від 0 до 1, значення Rx зменшується в 2,5 рази. Числові значення λ варіюються в залежності від конструктивних особливостей дискового ножа та стану ґрунту. Для ножів з рівним лезом λ становить від 1,02 до 1,098, для рифлених лез — від 1,08 до 1,31, а для вирізних дисків — від 1,045 до 1,165. Встановлення дискових ножів перед корпусом плуга дозволяє оптимізувати робочі характеристики і покращити ефективність обробки ґрунту.

Позитивний ефект від встановлення дискових ножів виражається не лише у зниженні тягового опору, але й у покращенні процесів формування борозни, відрізання скиби та підвищенні стабільності ходу агрегату. Для того, щоб забезпечити стабільний хід диска в ґрунті, важливо, щоб сили, що діють на нього,

були врівноважені. Під час руху диска в ґрунті на нього діють кілька сил: сила тяжіння G, яка діє в центрі мас диска, реакція ґрунту R, що проходить через шарнір диска, та тягова сила P, прикладена до повідця в точці О3. Для стабільного руху диска ці сили повинні бути збалансовані, а сума моментів відносно точки підвішування О3 має дорівнювати нулю, за фомулою (2.2). Схема роботи відображена на рис. 2.3.

$$Gl_3 + Q_{\text{пр}} + Rl_2 = 0.$$

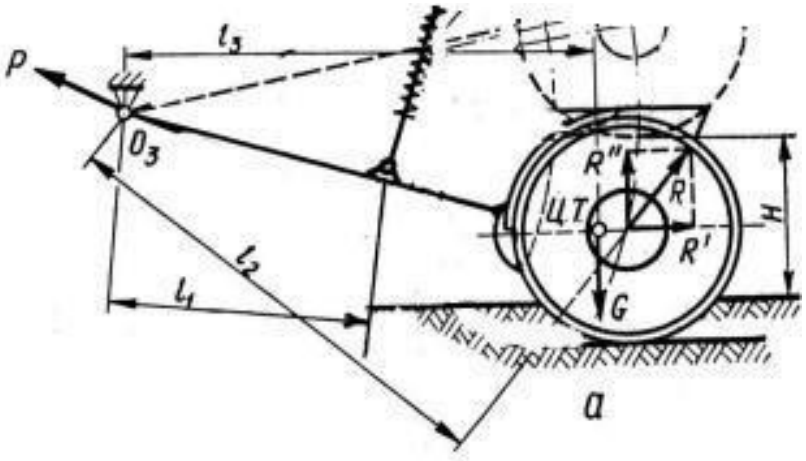


Рис. 2.3 Схема роботи дискового ножа

У рівняннях, що описують стабільність руху диска, враховується сила R, яка змінюється в залежності від кількох факторів, таких як щільність ґрунту, вологість та інші умови. Ця сила має важливий вплив на глибину проникнення диска: зменшення сили R сприяє більшій глибині проникнення, тоді як її збільшення обмежує глибину. Для забезпечення коректного виконання робіт на полі необхідно контролювати глибину ходу дисків, щоб вона відповідала заданим параметрам глибини оранки.

Розрахунок рівноваги дискового ножа: під час роботи дискового ножа в ґрунті виникає ряд сил, що впливають на його рух. Сила тяжіння G діє на диск разом із повідцем, реакція ґрунту R та тягове зусилля P. Тягове зусилля P розкладається на дві складові: вертикальну складову P1 і горизонтальну складову P2. Для досягнення стабільного руху диска необхідно, щоб сума сил була в рівновазі, що можна виразити в векторній формі через рівняння (2.12) [12].

Оскільки диск має симетричну форму, всі сили, що на нього діють, розташовані в одній площині. Схема сил, що впливають на диск, зображена на

рисунку 2.4.

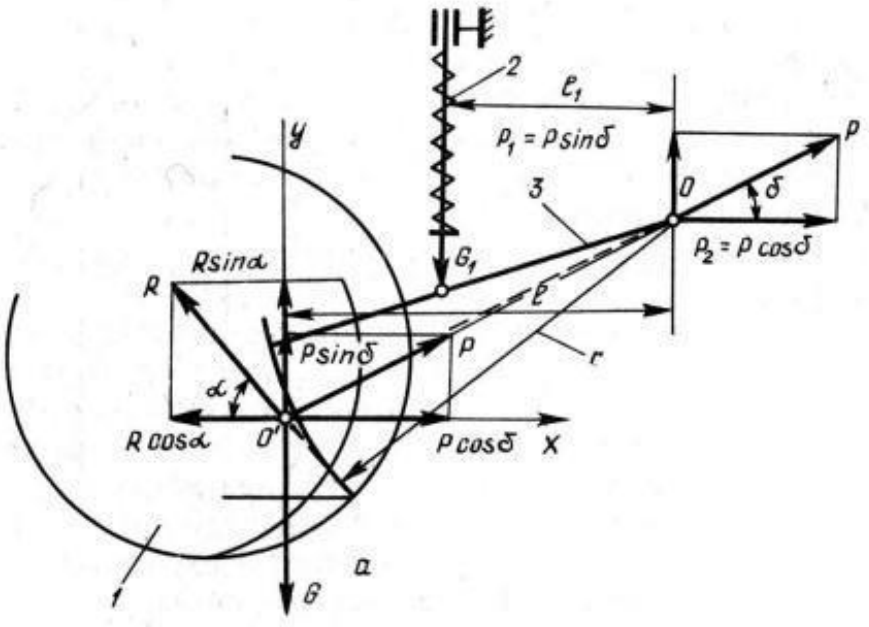


Рис. 2.4 Система сил що діють на дисковий ніж

Проводячи проекцію всіх сил на координатні осі X та Y, отримуємо рівняння (2.3), що описує умову рівноваги системи.

Якщо ці умови дотримуються під час роботи, диск перебуватиме у стані рівноваги відносно вертикальної площини.

Для сил, що діють відносно точки O_3, складається рівняння рівноваги (2.4).

Рівнодіюча сила опору ґрунту може бути обчислена за наступним виразом (2.5).

Напрямок дії рівнодіючої сили опору ґрунту, визначається за формулою (2.6).

Використовуючи зазначені формули, можна визначити відстань від місця кріплення дискового ножа до точки його підвісу, за формулою (2.7).

Таким чином, рівновага дискового ножа, який працює в ґрунті, безпосередньо залежить від величини і напрямку сили опору ґрунту R. Оскільки ця сила може змінюватись, дисковий ніж може виконувати невеликі коливання відносно рами плуга. Це явище враховується в розрахунках, проведених за методиками [12].

Для виконання тягових розрахунків дискового ножа використовуються наступні вихідні дані:

- Тяговий опір дискового ножа: P = 1500 Н;
- Сила тяжіння сошника разом з повідком: G = 180 Н;
- Плече сили тяжіння G щодо точки O: l = 445 мм;
- Кут нахилу повідка до горизонталі в робочому положенні: δ = 46°.

Рівнодіючу силу опору ґрунту можна визначити за допомогою виразу (2.5):

$$R = \sqrt{1500^2 cos(46°)^2 + (180 - 1500 \sin 46°)^2} = 1376{,}2\ H$$

Рівнодіюча сила опору ґрунту, прикладена до сошника в точці O_1, залежить від глибини занурення диска та діє під кутом α до горизонтальної площини відповідно до виразу (2.6):

$$tg\alpha = \frac{G - Psin\delta}{Pcos\delta} = \frac{180 - 1500 \sin 46°}{1500os(46°)} = -0{,}82$$

Відстань від точки кріплення диска до точки підвісу визначається за допомогою виразу (2.7):

$$r = \frac{Gl}{R} = \frac{180 \cdot 445}{1376{,}2} = 58{,}2 \text{ мм}$$

Приймаємо значення відстані рівним 60 мм.

Розрахунок дискового ножа: необхідний діаметр D дискового ножа розраховується за відповідною формулою (2.8).

$$D = 2(180 + 2) + 0{,}2 \cdot 500 = 500 \text{ мм}$$

Згідно з рекомендаціями Г.М. Синєокова, товщина диска має становити 0,01D [12]:

$$t = 0{,}01 \cdot 500 = 5 \text{ мм}$$

D – діаметр диску.

Для забезпечення стабільної роботи дискового ножа у горизонтальній площині його лезо повинно мати двобічне загострення. Кут загострення леза рекомендується встановлювати у межах 15°–20°. Основні параметри стандартного дискового ножа представлені на рисунку 2.5.

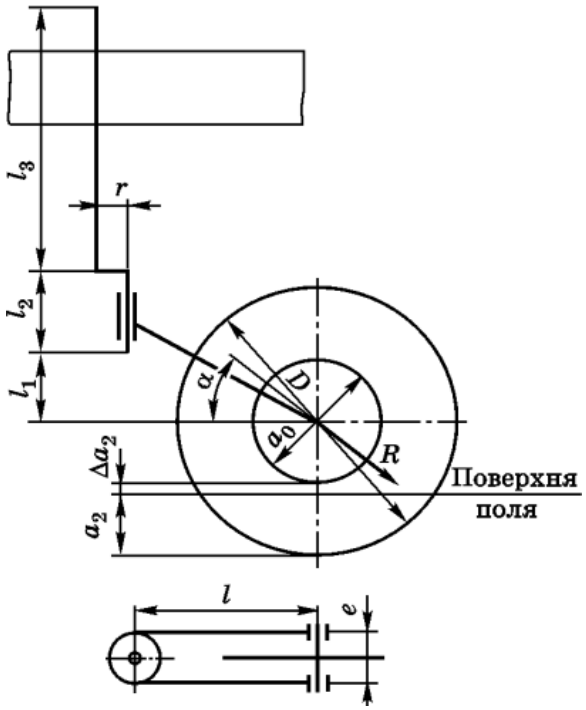


Рис. 2.5 Розміри дискового ножа

Щоб уникнути забивання та забезпечити вільний рух диска, просвіт l має бути достатнім, перевищуючи радіус диска мінімум на 50 мм. Крім того, розхил вилки повинен становити не менше 100 мм [12], за формулою (2.9).

$$l \geq \frac{500}{2} + 50 = 300 \text{ мм}$$

Для запобігання загрібанню рослинних решток, просвіт l1 має бути не менше 50 мм. Довжина l3 верхньої частини стояка повинна бути достатньою, щоб забезпечити ефективну роботу плуга на малій глибині. Для гарантування надійності, мінімальна довжина l2 нижньої частини стояка повинна відповідати вимогам до міцності. Коліно повинно мати певний кут вигину, а його радіус r не може бути меншим за 70 мм для правильного розташування ножа відносно інших елементів системи.

Встановлено, що сила опору R, яка діє на диск ножа, має напрямок під кутом α = 50° щодо горизонтальної лінії, що проходить через його вісь. Це значення було визначено в результаті експериментів професора Г.М. Синєокова. Кут α залежить від діаметра диска: чим більший діаметр, тим більшим буде цей кут. Для більш точних розрахунків, у таблиці 3.6 представлено значення опору для дискових ножів з діаметром D = 500 мм і товщиною t = 5 мм для різних типів ґрунтів.

Таблиця 2.1 Опір різанню для дискових ножів стандартних розмірів при роботі на різних типах ґрунтів

Питомий опір ґрунту при виконанні оранки, *кПа*	R_x, *Н*	R_y, *Н*
40	700 - 900	$R_y = R_x(...)1,3\ R_x$
50	1200 - 1500	$R_y = R_x(...)1,3\ R_x$
80	1800 - 2200	$R_y = R_x(...)1,3\ R_x$

Розрахунок підшипникової опори для ступиці дискового ножа: під час аналізу ескізних креслень визначено необхідні габаритні розміри для забезпечення ефективної роботи механізму. Зважаючи на стандартний розмір дискового ножа 500 мм, розміри стійки з рухомою проміжною опорою були обрані так, щоб відповідати агротехнічним вимогам та забезпечити належну функціональність дискового ножа.

Для підшипників кочення було встановлено посадкове місце з діаметром d = 25 мм. Оскільки диск працюватиме на твердих ґрунтах, де можливі впливи від твердих фракцій (грудок), виникатимуть радіальні навантаження. Для забезпечення надійності та тривалої експлуатації механізму було вирішено використовувати кулькові радіально-упорні підшипники, що гарантують високу міцність та зносостійкість.

Обираємо два радіально-упорні підшипники, які належать до легкої серії №36205, відповідають вимогам стандарту ГОСТ 831–75 (див. рисунок 2.7) і мають наступні характеристики, наведені у таблиці 2.2.

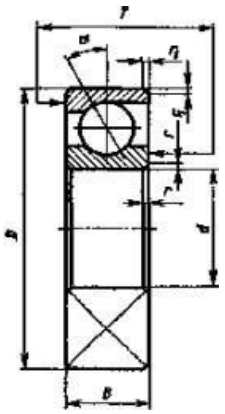


Рис. 2.7 Схема кулькового радіально-упорного підшипника

Таблиця 2.2. – Параметри кулькового радіально-упорного підшипника №36205

Позначення	Розміри, мм				Вантажопідйомність кН	
	d	*D*	*B*	*r*	C_r	C_{or}
36205	25	52	14	1,5	16,7	9,10

Сили, які діятимуть на опору: осьова рівнодіюча сила опору ґрунту R = Н.

Для врахування можливого радіального навантаження приймається, що його величина становить 45% від осьового навантаження, за формулою (3.10).

Перевірка правильності вибору підшипника:

Визначимо необхідне відношення відповідно до умов розрахунку $\frac{R}{VFr} = \frac{1376,2}{1 \cdot 1789} = 0,76.$

V – коефіцієнт обертання, приймається рівним 1.

Умова вибору типу підшипника:

- При відношенні осьової сили до радіальної, що дорівнює 0,76 ≥ 0,35, доцільно застосовувати радіально-упорні підшипники.
- Перевірка правильності вибору підшипника під час роботи, визначається за формулою (3.11).

Для визначення коефіцієнтів X, Y використовується значення відношення осьового навантаження до радіального, формула (3.12).

Визначаємо:

- Значення e дорівнює 0,52;
- Оскільки 0,196 ≤ 0,52, приймаємо коефіцієнти: $X,$ = 1, Y = 0.

Таким чином, еквівалентне навантаження на опору визначається відповідно до виразу (3.11):

$$R = (1 \cdot 1 \cdot 1789 + 1376,2 \cdot 0) \cdot 1,4 \cdot 1 = 2504,6 \text{ Н}$$

Розрахунковий ресурс становитиме відповідно до проведених розрахунків:

$$L = (\frac{16700}{2504,6})^3 = 296,43 \text{ млн. об}$$

Після ретельного аналізу характеристик і параметрів розробленого дискового ножа для плуга можна зробити такі висновки:

Розроблений дисковий ніж є оптимальним варіантом для оснащення плуга, оскільки він має двобічне загострення леза, що забезпечує стабільний рух у горизонтальній площині. Кут загострення леза в межах 15-20° гарантує ефективну роботу на різноманітних типах ґрунтів.

Ніж має стандартні розміри, що забезпечують правильне функціонування механізму. Розмір стійки з рухомою проміжною опорою обрано так, щоб він відповідав агротехнічним вимогам і сприяв надійності та тривалому терміну служби дискового ножа.

У результаті прийнято рішення використовувати кулькові радіально-упорні підшипники, які гарантують оптимальну підтримку та знижують знос вузла. Розрахунковий ресурс підшипникової опори склав 296,43 млн обертів.

Отже, розроблений дисковий ніж є ефективним і надійним рішенням, що відповідає вимогам сучасної сільськогосподарської техніки, підвищує якість обробки ґрунту та сприяє зростанню продуктивності роботи плуга.

3. ОХОРОНА ПРАЦІ

3.1. Заходи з охорони праці при вирощуванні кукурудзи на зерно

1. Безпека працівників. Це включає в себе регулярні перевірки робочих умов, забезпечення дотримання стандартів безпеки та оцінку потенційних ризиків. Крім того, проводиться регулярний моніторинг травматизму та вживаються заходи для зменшення ризиків.

2. Профілактичні заходи: Включають проведення інструктажів з охорони праці перед початком робіт, а також регулярні перевірки дотримання стандартів безпеки на кожному етапі виробничого процесу. Це допомагає уникнути травм і забезпечити безпеку працівників на всіх етапах виробництва.

3. Залучення спеціалістів з охорони праці: Підприємство співпрацює з фахівцями, які займаються консультуванням і навчанням працівників, а також здійснюють контроль за виконанням норм охорони праці на всіх етапах виробничого процесу.

На підприємстві, яке займається вирощуванням кукурудзи на зерно, особлива увага приділяється реалізації заходів охорони праці, спрямованих на забезпечення безпеки працівників і попередження нещасних випадків. Це включає кілька важливих аспектів:

1. Навчання та підготовка працівників: Кожен працівник проходить обов'язкове навчання, яке включає інструктаж щодо безпеки, ознайомлення з технологічними процесами вирощування кукурудзи та ефективного використання захисного спорядження.

2. Забезпечення засобами індивідуального захисту: Працівники мають доступ до необхідного спецодягу, рукавичок, окулярів та масок, що дозволяє знижувати ризики травм та інших негативних наслідків для здоров'я.

3. Використання безпечної техніки та обладнання: Усі технічні засоби повинні відповідати сучасним вимогам безпеки, включаючи регулярну перевірку та технічне обслуговування.

4. Раціональне використання хімічних засобів: Під час обробки землі хімічними добривами або пестицидами слід суворо дотримуватися встановлених норм і рекомендацій, щоб мінімізувати шкоду навколишньому середовищу.

5. Постійний моніторинг і контроль: Важливим є постійний моніторинг

умов праці та дотримання норм безпеки, що дозволяє швидко реагувати на будь-які потенційні загрози.

6. Створення безпечного робочого середовища: Підприємство має гарантувати належні умови праці, зокрема ефективну вентиляцію, освітлення та протипожежні заходи, щоб забезпечити безпеку працівників.

Забезпечення безпеки праці на таких підприємствах сприяє сталому розвитку бізнесу, а також збереженню екології та природних ресурсів.

3.2. Заходи охорони праці при роботі з удосконаленим плугом

1. щодо запобігання травмам під час роботи з плугом. Зокрема, захисне взуття повинно бути міцним і водонепроникним, а рукавиці – зручними для роботи з технікою. Крім того, важливо використовувати шоломи або інші засоби захисту голови, особливо при виконанні ремонтних робіт або роботі в умовах можливих падінь предметів.

2. Контроль робочих умов: Слід забезпечити належні умови на робочому місці, такі як безпечне освітлення, достатній простір для маневру та мінімізація впливу небезпечних факторів, таких як вібрація чи шум. У разі необхідності повинні бути використані шумозахисні засоби.

3. Планування аварійних ситуацій: Всі працівники повинні бути ознайомлені з планами дій у разі аварійних ситуацій. Сюди включаються не тільки технічні несправності, а й можливі ситуації з травмами. Необхідно забезпечити наявність аптечок першої допомоги та навчання персоналу основам надання допомоги.

4. Ремонт та технічне обслуговування: Регулярне технічне обслуговування плуга та своєчасний ремонт допомагають уникнути поломок, що можуть призвести до травм. Також важливо перевіряти всі з’єднання і механізми на наявність зношення та здійснювати заміну деталей за необхідності.

5. Застосування цих рекомендацій дозволить забезпечити безпечну та ефективну роботу з покращеним плугом, що позитивно вплине на безпеку працівників та загальну ефективність сільськогосподарських робіт.

Для забезпечення безпеки при роботі з покращеним плугом необхідно дотримуватись спеціальних заходів, які допомагають уникнути травм та забезпечити ефективність роботи. Ось основні рекомендації для безпечного використання плуга:

1. Підготовка та навчання: Кожен працівник, який працює з плугом, повинен пройти спеціалізоване навчання з охорони праці, яке включає ознайомлення з технікою безпеки, правилами роботи з плугом, а також вмінням правильно взаємодіяти з технікою під час її експлуатації.

2. Перевірка стану техніки: Перед початком кожної зміни необхідно ретельно перевіряти технічний стан плуга, переконуючись у його справності та належному обслуговуванні. Це включає перевірку лез, механізмів заточення та інших важливих елементів.

3. Індивідуальний захист: Працівники повинні носити відповідне захисне спорядження: міцний робочий одяг, спеціалізовані рукавиці та взуття, які допомагають запобігти травмам.

4. Правильне використання плуга: Важливо уникати потрапляння перешкод на робоче місце. Необхідно дотримуватися встановлених процедур та вказівок щодо безпеки, щоб уникнути випадкових травм під час маніпулювання плугом.

5. Запобігання перевантаженню та втомі: Робота з плугом вимагає значних фізичних зусиль, тому необхідно регулярно робити перерви, змінювати позицію тіла, виконувати розтяжки та вживати достатньо рідини.

6. Регулярне технічне обслуговування: Плуг повинен проходити регулярні перевірки, змащення та заміну зношених частин, щоб забезпечити його ефективну та безпечну роботу.

Виконання цих заходів допоможе не лише забезпечити безпеку працівників, а й підвищить ефективність роботи та запобігає поломкам техніки.

3.3. Заходи для збереження навколишнього середовища

Для забезпечення екологічної стабільності та попередження ерозії ґрунтів при вирощуванні кукурудзи на зерно необхідно реалізувати ряд важливих заходів:

1. Захист ґрунтового покриву: Застосування методів, що дозволяють зберігати структуру ґрунту, таких як висадка захисних смуг або організація терас на схилах, допоможе знизити ризик ерозії під впливом дощових опадів. Ці заходи сприяють збереженню родючості ґрунту та запобігають вимиванню поживних речовин.

2. Використання покривних культур: Засів покривними культурами

дозволяє запобігти втраті ґрунту під час періодів бездіяльності, знижуючи ризик його висихання та ерозії.

3. Збереження органічних залишків на полі: Ретельне збереження залишків після збирання врожаю, таких як стебла та корені кукурудзи, дозволяє створити природний бар'єр від вітрової ерозії, а також сприяє покращенню структури ґрунту.

Ці методи допомагають створити сприятливі умови для сталого сільськогосподарського виробництва та збереження здоров'я ґрунтів на довгострокову перспективу.

Для забезпечення екологічної стійкості та запобігання ерозії ґрунтів при вирощуванні кукурудзи на зерно, необхідно вжити кілька важливих заходів:

1. Захист ґрунтового покриву: Рекомендується застосовувати методи, що допомагають зберегти ґрунт, такі як створення захисних смуг або терасування на схилах. Це дозволяє зменшити ерозію ґрунту під час дощів і зберегти його поживні властивості.

2. Використання натуральних матеріалів: Варто обирати органічні добрива та натуральні пестициди, що мінімізують шкоду ґрунту та водним ресурсам, зберігаючи екологічну рівновагу.

3. Раціональне використання паливно-мастильних матеріалів: Важливо правильно зберігати, використовувати та утилізувати паливно-мастильні матеріали. Обов'язково слід використовувати екологічно безпечні варіанти та дбати про їхню належну утилізацію.

4. Розумне використання хімічних засобів: Пестициди та гербіциди слід використовувати у відповідних дозах, строго дотримуючись інструкцій. Перевищення рекомендованих доз може спричинити забруднення ґрунту та водних джерел.

5. Збереження біорізноманіття: Створення спеціальних захищених зон і посадка різних видів рослин допомагає утримувати ґрунт на місці та запобігає його ерозії. Також це сприяє збереженню природного середовища та біорізноманіття.

Ці заходи не лише допомагають забезпечити екологічно стійке вирощування кукурудзи, але й мінімізують негативний вплив на навколишнє середовище, підтримуючи збереження природних ресурсів для майбутніх поколінь.

4. РОЗРАХУНОК ЕКОНОМІЧНОЇ ЕФЕКТИВНОСТІ ПРОЄКТУ

Основною метою розрахунку економічної ефективності проекту є оцінка його фінансової доцільності та потенційної прибутковості. Цей процес дозволяє визначити, чи є проект рентабельним і виправданим з економічної точки зору.

Оцінка ефективності запропонованого проекту експлуатації (МТП) здійснюється через порівняння показників існуючого базового агрегату з показниками новозапропонованого проекту. Такий аналіз дозволяє виявити, наскільки вигідним є проект і які переваги він може принести в економічному плані.

Значення, необхідні для визначення економічного ефекту за рік та для порівняння агрегатів, наведені в таблиці 4.1.

Таблиця 4.1 Дані проектного плуга та модернізованого

Значення	Базовий	Модернізований
Технологічна операція	Оранка	Оранка
Склад МТА	John Deere 6R 110 + Opticon Майстер 4А	John Deere 6R 110 + Opticon Майстер 4А
Площа поля	85 га	85 га
Продуктивність агрегату за одну годину, га/год.	1,18	1,25
Витрата палива, кг/га	16,18	15,35
Вартість агрегату, грн.	329 900	340 000
Тривалість зміни, год.	7	7
Необхідно робітників для обслуговування	1	1
Ціна 1 кг пального, грн.	50,6	50,6

Для здійснення фінансового аналізу проекту необхідно визначити такі аспекти: Продуктивність за одну зміну ($W_{\text{зм}}$), гектарів на зміну, визначається за формулою (4.1).

$$W_{\text{зм}}^{\text{б}} = 1{,}8 \cdot 7 = 8{,}26 \text{ га.зм}$$

$$W_{\text{зм}}^{\text{м}} = 1{,}25 \cdot 7 = 8{,}75 \text{ га.зм}$$

Розмір витрат часу на виконання одиниці роботи агрегатом (В), людино-годин на гектар, розраховуємо за формулою (4.2).

$$В^{б} = \frac{1 \cdot 7}{8{,}26} = 0{,}84 \text{ люд} - \text{год/га}$$

$$В^{м} = \frac{1 \cdot 7}{8{,}75} = 0{,}8 \text{ люд} - \text{год/га}$$

Нормативне завантаження агрегату (Тн), гектарів, визначаємо за формулою (4.3).

$$Т_{н}^{б} = \frac{85}{1{,}18} = 72{,}03 \text{ год}$$

$$Т_{н}^{м} = \frac{85}{1{,}25} = 68 \text{ год}$$

Витрати ресурсів на технічне обслуговування, поточний і капітальний ремонт, а також на зберігання, за формулою (4.4).

$$Н_{рем}^{б} = 329900 \cdot 0{,}097 \cdot \frac{1{,}18}{72{,}03} = 524{,}23 \text{ грн}$$

$$Н_{рем}^{м} = 340000 \cdot 0{,}097 \cdot \frac{1{,}25}{68} = 606{,}25 \text{ грн}$$

Сукупні експлуатаційні витрати (ЕВ) загалом, гривень на гектар, визначаємо за формулою (4.5).

Заробітна плата працівників, що включає усі додаткові виплати та нарахування, гривень на гектар, визначаємо за формлою (4.6).

$$ЗП^{б} = \frac{30}{1{,}18} \cdot 1{,}2 \cdot 1{,}362 = 41{,}55 \text{ грн/га}$$

$$ЗП^{м} = \frac{30}{1{,}25} \cdot 1{,}2 \cdot 1{,}362 = 39{,}22 \text{ грн/га}$$

Амортизацію основних фондів, визначаємо за формулою (4.7).

$$А^{б} = \frac{329900 \cdot 10 \cdot 1657{,}5}{100 \cdot 85 \cdot 3383} = 190{,}15 \text{ грн}$$

$$А^{м} = \frac{340000 \cdot 10 \cdot 1530}{100 \cdot 85 \cdot 3383} = 180{,}90 \text{ грн}$$

Витрати на паливно-мастильні матеріали, гривень на гектар, визначаємо за формулою (4.8).

$$В_{пмм}^{б} = 19{,}5 \cdot 50{,}6 = 986{,}7 \text{ грн/га}$$

$$В_{пмм}^{м} = 18 \cdot 50{,}6 = 910{,}8 \text{ грн/га}$$

Витрати на капітальний ремонт (КР), поточний ремонт (ПР), технічне обслуговування (ТО) та зберігання обладнання або агрегату, гривень на гектар,

визначимо за формулою (4.9).

Витрати на планові та ремонтні роботи можуть змінюватися:

$$В^{б}_{рем} = \frac{1,65 \cdot 524,23}{1,18 \cdot 85} = 8,62 \text{ грн/га}$$

$$В^{м}_{рем} = \frac{1,65 \cdot 597,33}{1,25 \cdot 85} = 9,27 \text{ грн/га}$$

Інші витрати складають 3% від загальної суми експлуатаційних витрат, гривень, за формулою (4.10).

$$ІВ^{б} = \frac{(41,55 + 190,15 + 986,7 + 5,62) \cdot 3}{100} = 36,7 \text{ грн/га}$$

$$ІВ^{м} = \frac{(39,22 + 180,90 + 910,8 + 9,27) \cdot 3}{100} = 34,2 \text{ грн/га}$$

$$ЕВ^{б} = 41,55 + 190,15 + 986,7 + 8,62 + 36,7 = 1263,72 \text{ грн/га}$$

$$ЕВ^{м} = 39,22 + 180,90 + 910,8 + 9,27 + 34,2 = 1174,39 \text{ грн/га}$$

Капітальні вкладення (КВ) на один гектар, гривень, визначаємо за формулою (4.12).

$$КВ^{б} = \frac{329900}{85} = 3881,2 \text{ грн/га}$$

$$КВ^{б} = \frac{340000}{85} = 4000 \text{ грн/га}$$

Приведені витрати на один гектар, гривень, визначаємо за формулою (4.13).

$$ПВ^{б} = 1263,72 + 0,15 \cdot 3881,2 = 1845,9 \text{ грн/га}$$

$$ПВ^{м} = 1174,39 + 0,15 \cdot 4000 = 1774,4 \text{ грн/га}$$

Приведені витрати на виконання всього обсягу робіт, гривень, визначаємо за формулою (4.14).

$$ПВ^{б}_{Q} = 1845,9 \cdot 85 = 156901,5 \text{ грн}$$

$$ПВ^{м}_{Q} = 1774,4 \cdot 85 = 150824 \text{ грн}$$

Економічний ефект за один рік, гривень, визначаємо за формулою (4.15).

$$Е_{р} = 156901,5 - 150824 = 6077,5 \text{ грн}$$

Термін окупності капітальних вкладень (То), років, визначаємо за формулою (4.16).

$$Т_{о} = \frac{10100}{6077,5} = 1,66 \text{ роки}$$

ΔКВ – сума додаткових капітальних вкладень.

Для здійснення детального аналізу та наочного порівняння базового проекту з модернізованим заповнимо основні дані розрахунків у таблицю 4.2 і підведемо підсумки виконаної роботи.

Таблиця 4.2 Показники ефективності та рентабельності проекту

Значення	Базовий	Модернізований
Обсяг роботи, га	85	85
Годинна продуктивність, га/год.	1,18	1,25
Вартість агрегату, грн.	329 900	340 000
Експлуатаційні витрати на 1 га, грн. всього:	1263,72	1174,39
Капітальні вкладення на 1 га, грн.	3881,2	4000
Приведені витрати на 1 га, грн.	156 901,5	150 824
Річний економічний ефект, грн.	-	6 077,5
Термін окупності додаткових капітальних вкладень, років	-	1,66

Розроблена модель плуга з удосконаленнями показала значно більшу економічну вигідність порівняно зі стандартною версією. Термін окупності склав лише 1,66 роки, а річний економічний ефект досягнув 6 077,5 грн. Отже, можна впевнено стверджувати, що цей проект є успішним та прибутковим, і його впровадження на підприємстві буде виправданим.

ВИСНОВОК

Підсумовуючи результати проведеного дослідження та розробки дипломного проєкту, основною метою якого було вдосконалення техніки для вирощування кукурудзи на зерно та розробка операційно-технологічних карт, можна впевнено стверджувати, що поставлені завдання були успішно вирішені, а цілі досягнуті.

Впровадження запропонованої технології вирощування кукурудзи на зерно та оптимізованого плану механізованих робіт дозволить знизити енерговитрати під час основного обробітку ґрунту до 1174,4 грн/га. Розроблений план, включаючи удосконалену конструкцію плуга, сприяв покращенню робочих процесів, підвищенню продуктивності до Wгод = 1,25 га та скороченню часу виконання операцій. Це в свою чергу призвело до покращення ефективності вирощування кукурудзи, зменшення витрат праці на весь обсяг робіт до 247,3 люд-год/га, а також зниження витрат палива до 3 383 кг.

Економічний ефект від впровадження покращеної конструкції порівняно зі стандартною моделью склав 6077,5 грн на рік, що дозволяє окупити капітальні вкладення, пов’язані з модернізацією, за 1,66 роки.

Згідно з розрахунками технологічної карти вирощування кукурудзи на зерно, запропоновані технологічні рішення є економічно вигідними. Зменшення витрат палива та праці дозволяє знизити собівартість продукції та збільшити рівень рентабельності.

Отже, розроблений проєкт, спрямований на вдосконалення технічних аспектів вирощування кукурудзи на зерно, включаючи удосконалення технології оранки та конструкції плуга, ефективно вирішує проблеми, пов'язані з енерговитратами під час основного обробітку ґрунту. Цей проєкт не лише покращує загальну ефективність вирощування кукурудзи, але й приносить суттєву економічну вигоду, сприяючи сталому розвитку аграрного сектору.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Методичні вказівки для підготовки документації на дипломне проектування для студентів денної і заочної форми навчання Інституту механізації і електрифікації сільського господарства напряму підготовки 6.100102„ Процеси, машини та обладнання агропромислового виробництва", освітньо-кваліфікаційних рівнів: „бакалавр", „спеціаліст", „магістр" / А.В. Рудь, І.М. Бендера, В.І. Дуганець, Ю.І. Панцир, І.О. Мошенко, О.В. Думанський; за ред. А.В. Рудя – Кам'янець-Подільський, ПДАТУ, 2014. – 127 с.

2. Дипломне проектування з ремонту машин агропромислового комплексу / І.М. Бендера, А.М. Оленюк, П.П. Федірко та ін. / За редакцією І.М. Бендери, А.М. Оленюка. Кам'янець-Подільський: ФОП Сисин О.В., 2012. – 480 с.

3. Сидашенко О.І. та інші Ремонт машин. – К.: Урожай, 1994. – 134с.

4. Курсове і дипломне проектування з ремонту машин (Під ред. А.П. Смєлова – 3-е вид.) – К.: Урожай, 2004 – 192 с.

5. Авдєєв М.Є., Воловик Е.Л., Ульман І.Є. Технологія ремонту машин і обладнання. – К.: Вища школа, 1996 – 247с.

6. Бабусенко С. М. Проектування ремонтно-обслуговуючих підприємств. – Л.: Знання, 2000.

7. Бендицький Е.Я. Технічне обслуговування колісних тракторів. – Х.: Транспорт, 2003. – 124 с.

8. Попов Г.О. Ремонт шасі тракторів. – К.: Урожай, 2005. – 207 с.

9. ДСТУ 2498-94. Основні норми взаємозамінності. Допуски форми та розташування поверхонь. Терміни та визначення, Введ. 01.07.95, – 22 с.

10. ДСТУ 2500-94. Основні норми взаємозамінності. Єдина система допусків і посадок. Терміни та визначення. Позначення і загальні норми. Введ. 01.07.95, – 24 с.

11. ДСТУ 321-96. Система конструкторської документації. Терміни та позначення основних понять. Введ. 01.01.97, – 18 с.

12. ДСТУ 2413-94. Основні норми взаємозамінності. Шорсткість поверхні. Терміни та визначення, Введ. 01.01.95, – 28 с.

13. Джигирей В.С. Екологія та охорона навколишнього природного середовища. Київ. Знання. – 2000. – 205 с.

14. Запольський А.К. Основи екології. Підручник/ – К: Вища школа, 2001. – 358 с.

15. Ільченко В.Ю. Машиновикористання в аграрному виробництві. –К.:Вища школа, 1996, – 384 с.

16. Ільченко В.Ю. Експлуатація машинно –тракторного парку в аграрному виробництві. – К.: Вища школа., 1993, – 288 с.

17. Канарєв Ф.М., Переточин М.О., Гряник Г.М. Охорона праці: Навчальний посібник. – К.: Урожай, 2002. – 286 с.

18. Лехман С.Д. Запобігання аварійності і травматизму у сільському господарстві. – К.:Урожай, 1993. – 273 с.

19. Неткачев Г.В. Організація технічного обслуговування машин в господарстві. К., Урожай, 2001. – 192 с.

20. Охорона праці в сільському господарстві. Довідник. К. Агросвіт – 2000. – 214 с.