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 проекта
___бакалавр__
(освітній рівень)

тема проекту: **«Обгрунтування технологічного процесу вирощування кукурудзи на зерно з удосконаленням культиватора КПС-4,3ПН»**

Виконав: студент 3 курсу, групи 31к-ім
освітньої програми бакалавр
спеціальності 208
«Агроінженерія»
Гурін Олег Ігорович
(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 **Гуріну Олегу Ігоровичу**
(прізвище, ім’я, по батькові)

1. Тема проекту: **«Обгрунтування технологічного процесу вирощування кукурудзи на зерно з удосконаленням культиватора КПС-4,3ПН»**
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 проекту: способи зниження коливань машинно-тракторних агрегатів; літературні джерела; шляхи підвищення тягово-зчіпних показників колісних тракторів.

4. Перелік питань, які потрібно розробити:
- розробити та впровадити інноваційні технології вирощування кукурудзи на зерно;
- створити технологічну карту, разом із детальним графіком виконання механізованих операцій, що сприяє належному виконанню всіх етапів виробництва;
- удосконалити процес виконання робіт, які підтримуються новітнім пристроєм для навішування борін, що збільшує продуктивність і є ефективним на високоврожайних полях;
- провести розрахунки підтверджують його надійність, ефективність і тривалий термін служби.

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 дипломного проекту: загальний вигляд культиватора КПС-4,3ПН; деталювання; план механізованих робіт; показники економічної ефективності.

6. Консультанти розділів проекту

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 дипломного проекту	Строк виконання етапів роботи	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 проекту	23.03.2025 р.	
7.	Представлення проекту керівнику на перевірку	15.05.2025 р.	

Студент _____ **Гурін О.І.**
(підпис) (прізвище та ініціали)

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

ЗМІСТ

ВСТУП 5
1.РОЗРОБКА ТЕХНОЛОГІЧНОГО ПРОЦЕСУ ВИРОЩУВАННЯ КУКУРУДЗИ НА ЗЕРНО 7
1.1. Розробка технологічного процесу вирощування кукурудзи на 7
1.2. Розробка технологічної карти вирощування кукурудзи на зерно 14
1.3. Розрахунок раціональної технології вирощування кукурудзи на зерно та обґрунтування машинних агрегатів 17
1.4. Агротехнічні вимоги до передпосівної підготовки грунту при вирощуванні кукурудзи 18
2.РОЗРОБКА ПРИСТОСУВАННЯ ДЛЯ НАВІШУВАННЯ БОРІН НА КУЛЬТИВАТОР КПС-4,3ПН 21
2.1. Огляд існуючих конструкцій та аналіз їх роботи 21
2.2. Опис запропонованого пристрою 23
2.3. Розрахунок на міцність труби для втримання борін 23
2.4. Розрахунок пружини на підтримку борін БЗСС-1,0 27
2.5. Розрахунок міцності зварного з'єднання 30
3. ОХОРОНА ПРАЦІ 33
3.1. Організація роботи з охорони праці при вирощуванні кукурудзи на зерно 33
3.2. Вимоги безпеки праці при роботі на тракторі який виконує суцільну культивацію 35
4. ТЕХНІКО-ЕКОНОМІЧНИЙ РОЗДІЛ 38
4.1.Економічне обґрунтування заходів з проведення суцільної культивації 38
ВИСНОВОК 41
СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ 42

ВСТУП

У сільськогосподарських підприємствах України кукурудза на зерно традиційно займає 2–3 поля у структурі десятипільної сівозміни, з повторним висівом на тому ж полі не раніше, ніж через 9–10 років. Ця культура характеризується високою адаптивністю до різноманітних умов вирощування і, за умови застосування інтенсивних агротехнологій, здатна забезпечувати стабільно високі врожаї — до 50–55 центнерів з гектара навіть у посушливих регіонах без зрошення. Завдяки широкому спектру застосування зерна, вирощування кукурудзи стає економічно вигідним тільки при досягненні високої урожайності.

Під час вивчення технологічних карт вирощування кукурудзи встановлено, що успіх агровиробництва значною мірою залежить від попередника, системи обробітку ґрунту, схеми внесення добрив і методів агротехнічного догляду. Найкращі попередники — зернові колосові культури або скоростиглі гібриди кукурудзи, призначені для збору зерна. Глибока зяблева оранка виявляється особливо ефективною для формування сприятливих умов росту, тоді як спосіб реалізації обробітку має другорядне значення.

Кукурудза чудово реагує на комплексне удобрення — як органічне, так і мінеральне. Для механізованого збирання культури використовуються спеціалізовані агрегати: пристосування КМД-6, ППК-4, що сумісні із зернозбиральними комбайнами (ДОН-1500, КЗС-9, СК-5М), а також окремі машини типу "Херсонець-200" або обладнання ККП-3, ККП-2С, які можуть працювати у зв'язці з тракторами.

Процес збирання кукурудзи на зерно або у качанах включає: зрізання надземної частини, її подрібнення та збирання з подальшим направленням на силосування. Проте, за результатами досліджень, проведених Інститутом кукурудзи та іншими науково-дослідними установами, встановлено, що маса з вологістю 30–35% не забезпечує якісного силосу та має знижену кормову цінність. У зв’язку з цим рекомендується після подрібнення рівномірно розподіляти залишки по полю, що дозволяє використовувати їх як органічне добриво для збагачення ґрунту.

На території України вирощування таких стратегічно важливих культур, як кукурудза та соняшник, здійснюється із шириною міжрядь 700 мм. Через значну подібність технологічних процесів обробітку цих культур, за винятком відмінностей

у збиральній техніці (машини для збирання зерна кукурудзи та насіння соняшника), виникає доцільність створення універсального агрегату, здатного ефективно працювати з обома культурами.

Головною метою дослідження є підвищення ефективності основного обробітку ґрунту шляхом удосконалення процесу культивації. Запропоноване рішення орієнтоване на оптимізацію ґрунтообробних операцій, що дозволить підвищити якість підготовки посівного ложа, зменшити енергетичні витрати та забезпечити кращі умови для росту сільськогосподарських культур.

1. РОЗРОБКА ТЕХНОЛОГІЧНОГО ПРОЦЕСУ ВИРОЩУВАННЯ КУКУРУДЗИ НА ЗЕРНО

1.1. Розробка технологічного процесу вирощування кукурудзи на зерно

Вирощування кукурудзи на зерно в умовах обмеженого технічного забезпечення вимагає особливої уваги до кожного етапу агротехнічного процесу. Оскільки технічні ресурси можуть бути обмежені, необхідно використовувати доступні засоби максимально ефективно та грамотно організовувати роботу на кожному етапі, щоб досягти високих результатів. Розглянемо основні етапи технологічного процесу вирощування кукурудзи, очікувану врожайність, необхідну техніку та розробимо технологічну карту для площі 100 га з попередником — озимою пшеницею.

1. Підготовка ґрунту: після збирання озимої пшениці на полях необхідно провести оранку на глибину 20-25 см, що забезпечить гарне перемішування органічних залишків та поліпшить структуру ґрунту. У разі обмеженої кількості техніки можна застосовувати мінімальне оброблення ґрунту (mini-till), що дозволяє зберегти вологу та зменшити витрати на паливо.

2. Внесення добрив: враховуючи потреби кукурудзи у великій кількості макроелементів, необхідно внести базові добрива, зокрема фосфорні та калійні, а також азотні добрива. На даному етапі важливо забезпечити правильне дозування для досягнення оптимального росту культури без перенавантаження ґрунту. Добрива можна вносити за допомогою рідких або гранульованих складів.

3. Посів: посів кукурудзи на зерно здійснюється в оптимальні строки, коли температура ґрунту на глибині 10 см досягає не менше 10-12°C. Враховуючи невеликий парк техніки, для посіву можна використовувати універсальні сівалки, що здатні працювати на різних типах ґрунтів і під різні культури. Для забезпечення рівномірного розподілу насіння на площі 100 га важливо налаштувати сівалку на правильну глибину і відстань між рядками.

4. Обробка посівів: протягом вегетаційного періоду потрібно проводити обробки посівів гербіцидами для боротьби з бур’янами, а також контролювати

розвиток хвороб і шкідників. Для цього можна використовувати доступні препарати, орієнтуючись на економічну доцільність.

5. Полив та догляд: при нестачі природних опадів необхідно організувати полив, використовуючи доступні зрошувальні системи. Для ефективного поливу важливо враховувати погодні умови та вологозабезпеченість ґрунту. Підтримка оптимального рівня вологи в ґрунті значно підвищує врожайність.

6. Збирання врожаю: збирання кукурудзи проводиться, коли вологість зерна досягає 14-16%. Для цього використовуються комбайни, здатні працювати на різних типах полів. Збирання повинно проводитись у суху погоду, що дозволить зберегти максимальну якість зерна.

1. Очікувана врожайність: оскільки технологічний процес передбачає використання обмежених ресурсів, середня врожайність кукурудзи на зерно може становити близько 6-7 тонн з гектару при правильному управлінні всіма етапами. Цей результат залежить від погодних умов, якості ґрунту та своєчасності агротехнічних заходів.
2. Необхідна техніка: для ефективного виконання всіх етапів технологічного процесу вирощування кукурудзи на площі 100 га з попередником озимою пшеницею потрібно мінімум наступне обладнання:
   - трактор для оранки і культивації;
   - сівалка для кукурудзи;
   - обприскувач для обробки посівів від шкідників та бур’янів;
   - техніка для збирання врожаю (комбайн).

   Технологічна карта:

   1. Підготовка ґрунту:
   - Оранка: 25 см, 100 га
   - Фосфорні та калійні добрива: 100 га
   - Азотні добрива: 100 га

   2. Посів:
   - Посів кукурудзи: 100 га

   3. Обробка посівів:

– Гербіцидами та пестицидами: по потребі 5. Полив
– Зрошення (при необхідності): 100 га 6. Збирання врожаю
– Збирання кукурудзи: 100 га

Ця технологічна карта дозволяє досягти стабільних результатів на обмежених площах за наявності мінімальної технічної бази, при цьому забезпечуючи ефективне використання всіх доступних ресурсів.

Процес лущення стерні здійснюється за допомогою потужного тракторного агрегату, до складу якого входить трактор Т-150К у поєднанні з сучасним дисковим лущильником гідрофікованого типу ЛДГ-15. Такий технічний тандем забезпечує ефективну обробку стерні, сприяючи покращенню структури ґрунту та збереженню вологи. Завдяки високій маневреності трактора Т-150К і гідрофікованій конструкції лущильника, можливе точне регулювання глибини обробки, що дозволяє адаптуватися до різних агротехнічних умов.



Рисунок 1.1 – Лущильник дисковий гідрофікований ЛДГ-15.

Основною метою виконання лущення стерні є ефективне знищення бур’янів та створення оптимальних умов для проведення наступних агротехнічних заходів. З цією метою використовують сучасний підхід — плоскорізний обробіток ґрунту. Для

реалізації даної технології застосовують передпосівний культиватор КПП-2,8, який ефективно агрегатується з тракторами тягового класу 1.4. Такий комплекс дозволяє забезпечити якісне розпушення ґрунту на задану глибину без порушення його структури, сприяючи збереженню вологи та підвищенню родючості.



Рисунок 1.2 – Культиватор передпосівний КПП-2,8.

Головним завданням цього етапу є ретельна підготовка ґрунту: вирівнювання посівного ложа та створення сприятливих умов для подальшого основного обробітку. У рамках проведення основного обробітку ґрунту використовуються плуги типу ПНЯ-4-42, які ефективно працюють у зв’язці з потужним трактором Т-150К. Такий агрегатний комплекс забезпечує глибоке орання з одночасним перевертанням та розпушенням ґрунтового шару, що сприяє накопиченню вологи, знищенню багаторічних бур’янів і поліпшенню повітряного режиму в орному шарі.



Рисунок 1.3 – Плуг навісний ярусний ПНЯ-4-42 ОАПК.

Метою даного етапу є виконання глибокої оранки, яка сприяє покращенню структури ґрунту, ефективному знищенню бур’янів і рівномірному внесенню органічних добрив. У рамках передпосівного обробітку застосовується легка дискова борона БДЛП-8,0, що агрегатується з надійним трактором Т-150К. Такий технічний дует забезпечує якісне подрібнення та розпушення верхнього шару ґрунту, вирівнює посівне ложе та сприяє створенню сприятливих умов для проростання насіння.



Рисунок 1.4 – Борона дискова легка БДЛП-8,0.

Завершальним етапом підготовки ґрунту є його остаточне вирівнювання, формування ідеального посівного ложа, а також ліквідація залишкових бур'янів. На цьому етапі виконується сівба кукурудзи із застосуванням універсальної пневматичної сівалки СУПН-8А. Цей агрегат забезпечує точне дозування та рівномірне висівання насіння, що гарантує дружні сходи та ефективне використання посівного матеріалу. Завдяки пневматичній системі, сівалка адаптується до різних умов поля та забезпечує високу продуктивність посівної кампанії.



Рисунок 1.5 – Сівалка універсальна пневматична СУПН-8А.

Посів кукурудзи пунктирним способом з одночасним внесенням добрив. Сівба

кукурудзи здійснюється за методом пунктирного посіву, що дозволяє не тільки забезпечити рівномірний розподіл насіння, але й одночасно внести необхідні добрива для підтримки оптимального розвитку рослин. Такий підхід сприяє збереженню ресурсів, оскільки добрива безпосередньо потрапляють в зону активного розвитку кореневої системи. Це дозволяє значно покращити засвоєння поживних речовин і забезпечити рівномірний ріст культури.

Догляд за посівами. Догляд за посівами кукурудзи включає кілька основних етапів, таких як міжрядні обробітки та обробка посівів від бур'янів. Для цього використовуються різноманітні культиватори, які ефективно обробляють ґрунт між рядами, запобігаючи розвитку бур'янів та забезпечуючи достатній доступ кисню до кореневої системи. Крім того, на цьому етапі проводиться внесення гербіцидів для боротьби з небажаними рослинами, що дозволяє кукурудзі отримувати максимальну кількість поживних речовин. Для підживлення використовуються мінеральні добрива, які стимулюють ріст та розвиток рослин, забезпечуючи їх всіма необхідними елементами для досягнення високої врожайності.

Збирання кукурудзи. Збирання врожаю кукурудзи проводиться за допомогою зернозбирального комбайна, оснащеного спеціальною жаткою для кукурудзи. Це обладнання дозволяє ефективно та швидко збирати зерно навіть на великих площах, забезпечуючи мінімальні втрати під час збирання. Комбайн з жаткою здатний адаптуватися до різних умов і типів ґрунтів, що дозволяє зібрати врожай з максимальною ефективністю та мінімальними затратами часу та ресурсів.



Рисунок 1.6 – Комбайн JD-9680

Завдання. Збирання кукурудзи на силос, подрібнення рослинної маси.

Технологічна карта вирощування кукурудзи на зерно на площі: 350 га Підготовка ґрунту:

- Лущення стерні: Т150К + ЛДГ-15.
- Плоскорізний обробіток: КПП-2,8 + трактор тягового класу 1.4.
- Основний обробіток: ПНЯ-4-42 + Т-150К.
- Передпосівний обробіток: БДЛП-8,0 + Т-150К.

Сівба:

Сівба пунктирним способом з внесенням добрив: СУПН-8А.

Догляд за посівами:

Міжрядні обробітки, внесення гербіцидів, підживлення добривами.

Збирання кукурудзи:

Збирання та подрібнення: КПИ-2,4.

1.2. Розробка технологічної карти вирощування кукурудзи на зерно

У рамках виконання робіт на площі 350 га посівів кукурудзи при обмеженому ресурсному забезпеченні господарства, необхідно здійснити розрахунок та скласти технологічну карту. З урахуванням застосування доступних ресурсів та технології вирощування кукурудзи з мінімальними затратами, створимо відповідний план механізованих робіт. Це включатиме етапи підготовки ґрунту, посіву, догляду за посівами, підживлення, обробки від бур'янів та збирання врожаю.

Усі розрахункові дані, необхідні для визначення необхідних ресурсів та технологічних заходів, будуть внесені в таблиці 1.1-1.3. Дані таблиць допоможуть забезпечити максимально ефективне використання технічних засобів та трудових ресурсів при виконанні агротехнічних операцій, таких як оранка, культивація, сівба, внесення добрив, боротьба з бур'янами, підживлення та збирання кукурудзи. Таким чином, технологічна карта дозволить оптимізувати всі етапи вирощування кукурудзи, враховуючи обмеження в технічних і людських ресурсах господарства, а також сприяти досягненню максимальної врожайності на кожному етапі.

Технологічна карта включає:

– Таблиця 1.1: План механізованих робіт для підготовки ґрунту та посіву.
– Таблиця 1.2: Операції догляду за посівами: внесення добрив, обробка від

бур'янів, міжрядні обробітки.

– Таблиця 1.3: Операції збирання врожаю та розрахунок необхідної техніки для цього етапу.

Цей підхід дозволяє детально визначити ресурси, необхідні для виконання кожного етапу, і забезпечити належну організацію робіт на всіх етапах вирощування кукурудзи.

Технологічна карта:

Таблиця 1.1 – Технологічні операції основного обробітку ґрунту

Операція	Машина/ Агрегат	Трактор	Площа, га	Норма виробітку, га/год	Кількість агрегатів	Примітки
Лущення стерні	Лущильник дисковий ЛДГ-15	Т-150К	100	15	1	Відразу після збирання попередника
Плоскорізний обробіток	Культиватор КПП-2,8	Трактор тягового класу 1.4	100	8	1	Після лущення стерні
Основний обробіток	Плуг ПНЯ-4-42	Т-150К	100	5	2	Глибока оранка
Передпосівний обробіток	Борона дискова БДЛП-8,0	Т-150К	100	10	1	Перед посівом

Таблиця 1.2 – Технологічні операції посіву

Операція	Машина/ Агрегат	Трактор	Площа, га	Норма виробітку, га/год	Кількість агрегатів	Примітки
Сівба пунктирним способом	Сівалка СУПН-8А	МТЗ-82	100	6	1	Одночасне внесення добрив

Таблиця 1.3 – Технологічні операції догляду за посівами та збирання врожаю

Операція	Машина/ Агрегат	Трактор	Площа, га	Норма виробітку, га/год	Кількість агрегатів	Примітки
Міжрядний обробіток	Культиватор міжрядний	МТЗ-82	100	8	1	Після появи сходів
Внесення гербіцидів	Оприскувач	МТЗ-82	100	10	1	Залежно від стану посівів
Підживлення добривами	Розкидач добрив	МТЗ-82	100	12	1	Два рази за сезон
Збирання врожаю	Комбайн КПИ-2,4	Т-150К	100	2	2	Причіпний, з подрібненням
Транспортування зеленої маси	Причіп-ємкість ПСЕ-20	Т-150К	100	20	2	Транспортування до місця зберігання

Проектування технологічного процесу вирощування кукурудзи на зерно вимагає детального підбору та застосування відповідної техніки для кожного етапу агротехнічних робіт. Дотримання розробленої стратегії та максимально ефективне використання доступних ресурсів дасть змогу досягти запланованої врожайності кукурудзи на рівні 210 ц/га. Це дозволить оптимально організувати використання площі 350 га та забезпечити стабільний рівень виробництва в умовах господарства, яке має обмежений технічний потенціал. Вибір правильного обладнання та своєчасне виконання агротехнічних заходів є ключовими факторами, що сприятимуть високим результатам у процесі вирощування.

1.3. Розрахунок раціональної технології вирощування кукурудзи на зерно та обґрунтування машинних агрегатів

Розробка сучасної ефективної технології вирощування кукурудзи на зерно базується на комплексному підході до вибору агротехнічних прийомів, машин та агрегатів. Успішне отримання високих урожаїв із якісним зерном можливе лише за умови раціонального використання ресурсів, зменшення трудозатрат та технологічної дисципліни на всіх етапах виробництва.

Першим кроком є підготовка ґрунту. Лущення стерні після збирання попередника — озимої пшениці — проводиться за допомогою дискової борони БДТ-3 в агрегаті з трактором МТЗ-1221. Глибина обробки становить 6–8 см, площа — 100 га. Тривалість операції — 2 дні, з виробітком 25 га/зміну. Основна оранка здійснюється плугом ПЛН-5-35 з тим самим трактором на глибину 28–30 см, охоплюючи 100 га за 5 днів, із середнім виробітком 5 га/зміну. Передпосівну культивацію виконують культиватором КПС-4 з трактором МТЗ-82, обробляючи ґрунт на глибину 10–12 см. Роботи тривають 3 дні, з продуктивністю 15 га/зміну.

Важливим компонентом технології є внесення добрив. Органічні добрива (норма — 20 т/га) вносяться на площу 100 га розподільником з МТЗ-1221 протягом 2 днів при виробітку 25 га/зміну. За іншою технологічною схемою, обсяг 2000 т органіки вносять за 10 днів розкидачем МЖТ-6 з МТЗ-82 при продуктивності 200 т/зміну. Мінеральні добрива типу NPK (норма — 200 кг/га) загальним обсягом 20 т вносяться за 2 дні розкидачем РУМ-5 з трактором МТЗ-82, з виробітком 10 га/зміну.

Сівба кукурудзи виконується сівалкою УПС-8, агрегатованою з трактором МТЗ-82. Норма висіву — 80 тис. насінин/га. Сівба проводиться на площі 100 га протягом 3 днів із середньою продуктивністю 10 га/зміну.

Догляд за посівами передбачає боронування та міжрядну культивацію. Боронування виконують боронувальною рамою БРП-6 з МТЗ-82 на глибину 3–5 см. Роботи тривають 2 дні (100 га, 50 га/зміну). Міжрядний обробіток на глибину 6–8 см здійснюється культиватором КРН-5,6 із тим же трактором, з виробітком 20 га/зміну за 5 днів.

Хімічний захист рослин реалізується обприскувачем ОП-2000 з трактором

МТЗ-82. Гербіциди та інсектициди вносяться відповідно до інструкцій. Обробка триває 3 дні на площі 100 га з виробітком 30 га/зміну.

Збирання кукурудзи на зерно здійснюється високопродуктивним комбайном КЗС-1218 "Славутич", який забезпечує врожайність 8 т/га на площі 100 га (всього — 800 т зерна). Тривалість збирання — 7 днів, із щоденним виробітком 10 га. Для транспортування зерна використовується автосамоскид КамАЗ-5511, який за цей період перевозить 800 т продукції при продуктивності 100 т/зміну.

Вибір технічних засобів обґрунтований продуктивністю, універсальністю та економічністю агрегатів. Дискова борона БДТ-3, плуг ПЛН-5-35, культиватор КПС-4, сівалка УПС-8, борона БРП-6, культиватор КРН-5,6, обприскувач ОП-2000 та інші механізми дозволяють якісно виконувати всі технологічні операції в оптимальні строки.

Розрахунок потреби в транспорті дозволяє оптимізувати логістику. Для перевезення органіки (7000 т) потрібно 584 рейси на відстань 5 км в обидва боки, що становить 5840 км пробігу. Для мінеральних добрив (20 т) — 2 рейси і 20 км пробігу. Насіння — 1 рейс, 10 км. Урожай (2800 т) потребує 234 рейси і 2340 км пробігу. Один рейс триває в середньому 35,1 хв. За робочий день можливі 17 рейсів. Для перевезення врожаю потрібно 14 автомобілів.

Розрахунок витрат палива включає: 417,5 л на пробіг 1670 км (25 л/100 км) та 215,4 л для транспортної роботи 28 000 т.км (1,3 л/100 т.км).

Таким чином, запропонована технологія вирощування кукурудзи на зерно охоплює всі ключові агротехнічні заходи — від обробітку ґрунту до збирання та транспортування врожаю. Вона забезпечує оптимальне використання техніки, ресурсів і часу, сприяючи досягненню високої врожайності та якості зерна при мінімальних витратах.

1.4. Агротехнічні вимоги до передпосівної підготовки грунту при вирощуванні кукурудзи

Передпосівна підготовка ґрунту є визначальним етапом у технології вирощування кукурудзи, адже саме вона створює оптимальні умови для сівби та розвитку культури. Від її якості залежить рівномірне проростання насіння,

формування здорової кореневої системи та потенційна врожайність.

Одним із ключових завдань є глибоке розпушування ґрунту на глибину 25–30 см, що сприяє знищенню бур’янів, покращенню структури ґрунту і збереженню вологи. На важких ґрунтах ця глибина може збільшуватися до 35 см. Дуже важливо досягти рівномірного розпушення без утворення грудок — це забезпечить якісний контакт насіння з ґрунтом.

Наступний крок — вирівнювання поверхні поля. Ця операція гарантує рівномірну глибину загортання насіння та дружні сходи. Для вирівнювання використовуються борони, культиватори та інші знаряддя, які забезпечують створення рівного посівного ложа.

Особлива увага приділяється структурі ґрунту — вона має бути дрібногрудочковою, що покращує проникнення вологи й повітря, сприяє формуванню сприятливого середовища для росту рослин.

Уникнення ущільнення ґрунту — ще один важливий момент. Надмірне ущільнення негативно впливає на водопроникність і розвиток коренів. Тому застосування техніки повинно бути оптимізоване, а ущільнення — зменшене або виключене.

Перед сівбою вносяться добрива. Органічні добрива, як-от гній або компост, покращують структуру і родючість ґрунту. Мінеральні добрива поділяють на дві категорії: фосфорні й калійні вносять під час основного обробітку, а азотні — перед посівом або під час підживлення.

Знищення бур’янів проводиться за допомогою механічного обробітку та хімічних засобів — гербіцидів. Боротьбу з бур’янами необхідно завершити до початку сівби, щоб уникнути конкуренції за вологу й поживні речовини.

Окремо слід згадати про збереження вологи. Методи, як-от мульчування або передпосівний полив, дозволяють утримати вологу у ґрунті, що особливо важливо для регіонів із недостатнім зволоженням.

Оптимальні терміни посіву — кінець квітня — початок травня. Сіяти слід лише тоді, коли температура ґрунту на глибині 5–7 см досягає 10–12°C. Посів у холодний ґрунт може призвести до поганої схожості.

Передпосівна підготовка ґрунту зазвичай розпочинається у березні-квітні. Оранка на площі 350 га виконується плугом із захватом 2,5 м, швидкістю 7 км/год та ККД 0,8. Дискова обробка проводиться агрегатом з шириною захвату 4 м, швидкістю 8 км/год, ККД 0,85. Фрезерування виконується фрезою 3 м ширини при швидкості 6 км/год, ККД 0,75.

Сівба кукурудзи, яка виконується наприкінці квітня, здійснюється сівалкою шириною 6 м зі швидкістю 6 км/год і ККД 0,85. У цей період забезпечується ефективна посадка на площі 350 га.

У травні-червні триває догляд за посівами. Перша міжрядна обробка проводиться культиватором із захватом 6 м і швидкістю 5 км/год (ККД 0,8). Внесення гербіцидів здійснюється обприскувачем шириною 24 м зі швидкістю 10 км/год, ККД 0,85.

У липні-серпні, за потреби, виконують обробку інсектицидами та фунгіцидами за тією ж технологією. Збір врожаю починається у вересні й триває до жовтня. Комбайн з шириною захвату 6 м, що працює на швидкості 5 км/год (ККД 0,9), здійснює збір з площі 350 га.

Для забезпечення ефективності потрібно мати у розпорядженні всю техніку та кваліфікованих працівників. Орієнтовна тривалість основних робіт: оранка — 250 год, дискова обробка — 129 год, фрезерування — 259 год, посів — 114 год, міжрядна обробка — 146 год, внесення гербіцидів і пестицидів — по 17 год кожне, збирання врожаю — 130 год.

Ці дані є орієнтовними й можуть варіюватися залежно від погодних умов, доступності техніки та специфіки господарства. Але саме дотримання чіткої технології є запорукою отримання високих і стабільних врожаїв кукурудзи.

2. РОЗРОБКА ПРИСТОСУВАННЯ ДЛЯ НАВІШУВАННЯ БОРІН НА КУЛЬТИВАТОР КПС-4,3ПН

2.1. Огляд існуючих конструкцій та аналіз їх роботи

Комбінування польових операцій дозволяє зменшити час, який працівники витрачають на безпосередній контакт з машинами, що в свою чергу знижує ймовірність нещасних випадків. Таке підходження також сприяє підвищенню ефективності праці та забезпечує більш якісне виконання обробки ґрунту.

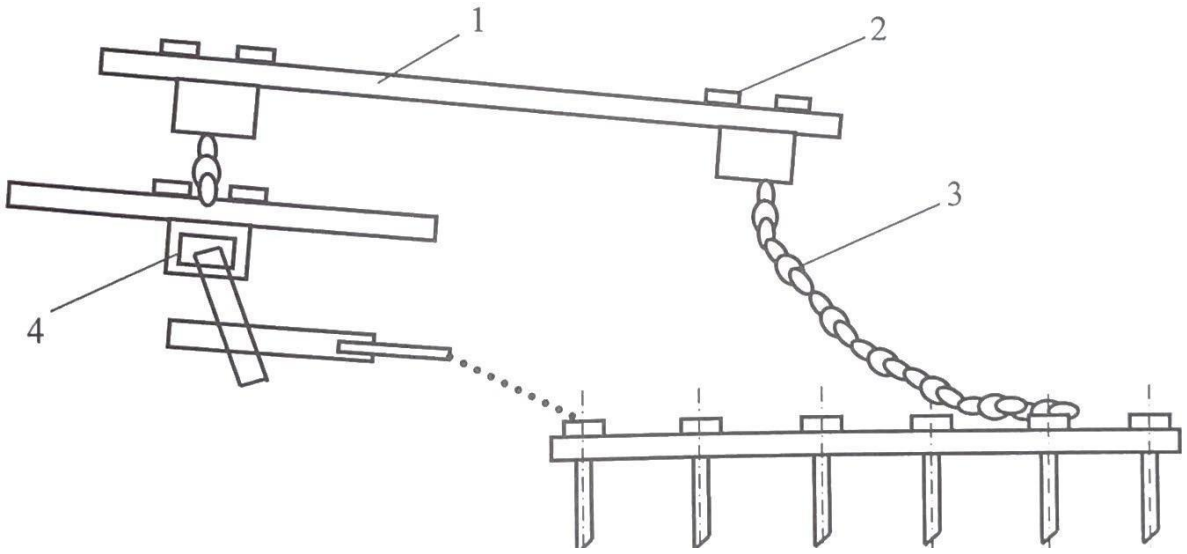


Рисунок 2.1 – Схема навіски борін на культиватор КПС-4,3ПН 1 – шланг; 2 – кутник; 3 – розтяжка; 4 – ваги; 5 – підвіски.

Таблиця 2.1 – Характеристика культиватора КПС-4,3ПН

Тип	Навісний
Ширина захвату, м	4,28
Продуктивність, га/год	4,0
Глибина обробки, см	5-12
Маса, кг	770
Кількість секцій, шт.	1
Кількість рядів, шт.	3
Необхідна потужність енергетичного засобу, к.с.	80

У господарстві використовуються культиватори КПС-4,3ПН, призначені для суцільної та передпосівної культивації, що оснащені пристроями для навішування

зубчастих борін: середніх БЗСС-1,0 та легких БЗЛ-0,6. Конструкція цих культиваторів включає чотири штанги, кутник, розтяжки, вагу та підвіску.

Для підйому робочих органів культиватора КПС-4,3ПН і навісних борін в транспортне положення використовується гідроциліндр Ц-100.

Культиватор КПН-4Г з пристроєм АПМ-50 для навішування борін служить для передпосівного рихлення та очищення ґрунту при одночасному боронуванні. Пристрій КПМ-50, у свою чергу, призначений для навішування зубових борін.

Штанги з розтяжками та кутником з'єднуються з основним брусом рами за допомогою скоб. Кожна штанга з буртиком оснащена вагою, яка через підвіски кріпиться до борін.

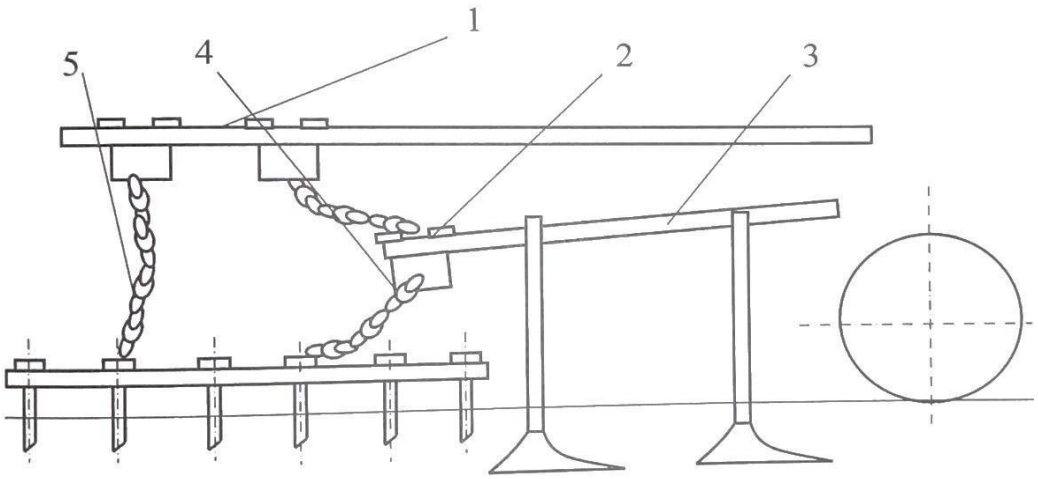


Рисунок 2.2 – Пристрій КПМ-50
1 – Штанга; 2 – Вага; 3 – Тяга; 4 – Поводок; 5 - Розтяжка

Культиватор з шириною захвату 3 м з пристроєм для навіски борін може працювати як широкозахватний агрегат з трьох культиваторів, за допомогою зчіпки СН-75 або СН-54А та трактора тягового класу 30-40 кН.

Таблиця 2.2 – Характеристика культиватора КПН-4Г

Маса, кг	619
Продуктивність, га/год	2,0
Робоча швидкість, км/год	5-7
Транспортний просвіт, мм	300

Розглянуті конструкції культиваторів з пристроями для навішування борін мають жорсткі з'єднання без амортизаційних елементів. У разі різкого збільшення

навантаження на зубчасті борони це може призвести до поломок зубів, обривів борін та інших механічних пошкоджень.

Процес налаштування та монтажу пристроїв для навішування борін на культиватори вимагає значного часу через велику кількість з'єднань, що ускладнює та уповільнює підготовку техніки до роботи.

2.2. Опис запропонованого пристрою

Цей проект передбачає розробку нової конструкції пристрою для навішування борін на культиватори, метою якого є усунення існуючих недоліків попередніх моделей. Основними завданнями є впровадження амортизаційних елементів у конструкцію та спрощення процесу встановлення приладу на культиватор.

Новий пристрій призначений для суцільної та передпосівної обробки ґрунту з можливістю регулювання глибини обробки на рівні висіву насіння та глибше. Конструкція пристрою включає тяги, що з'єднані за допомогою шарнірного механізму з пружним розвантажувальним пристроєм. До цих тягових елементів приєднана шлейф-балка, на яку закріплені зубові борони. Для безпечного транспортування борони утримуються в транспортному положенні за допомогою ланцюгів.

Пристрій кріпиться до рами культиватора за допомогою кронштейнів, що забезпечує надійне та стійке з'єднання. Кут атаки шлейф-балки можна налаштувати на 0, 10 або 20 градусів, що дає можливість адаптувати пристрій до різних умов обробки ґрунту.

Маса пристрою для навішування борін на культиватор становить лише 34 кг, що робить його легким та зручним у використанні. Завдяки цьому пристрій не лише підвищує ефективність обробки ґрунту, а й значно спрощує процес його встановлення та експлуатації. Це дозволяє скоротити час на налаштування і підвищити продуктивність роботи, знижуючи витрати ресурсів.

2.3. Розрахунок на міцність труби для втримання борін

Запропонована система може перебувати як у робочому, так і в транспортному положенні, при цьому вся система навіски борін врівноважується моментом, створеним пружиною розвантажувального пристрою. У транспортному положенні

сили ваги пристрою та борін спрямовані на трубу, яка підтримує борони. Труба має незначні перерізи, ослаблені двома отворами діаметром 17 мм. У зв'язку з цим необхідно провести розрахунок міцності труби на найслабшому перерізі, щоб визначити її здатність витримати навантаження в умовах експлуатації.

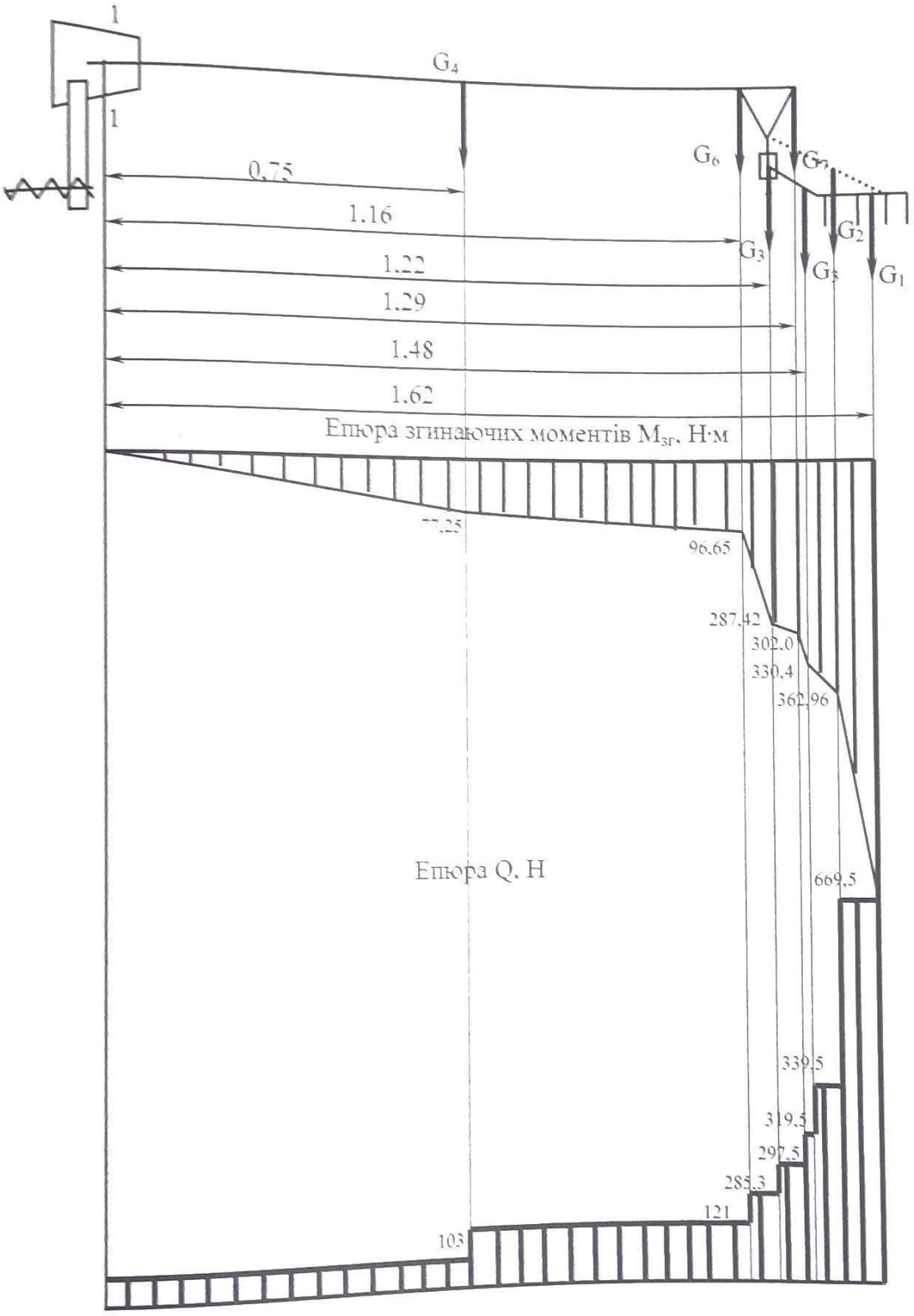


Рисунок 2.3 – Схема згинаючих моментів

$G_1 = 300$ Н $\quad$ $G_5 = 164{,}5$ Н

$G_2 = 220$ Н $\quad$ $G_6 = 18$ Н

$G_3 = 22$ Н $\quad$ $G_7 = 103$ Н

$G_4 = 12$ Н

Сумарне значення вигинаючого моменту в критичному (небезпечному) перерізі I–I визначається за формулою (2.1) як результат додавання моментів, що виникають під дією власної ваги всіх конструктивних елементів, зображених на схемі (рисунок 2.3). Такий підхід дозволяє точно врахувати вплив кожного елемента на загальне навантаження в обраній точці перерізу.

$$\sum \mathrm{M}_{\text{виг}} = 0$$

$$\mathrm{M}_{\text{виг}} = 103 \cdot 0{,}75 + 18 \cdot 1{,}08 + 164{,}5 \cdot 1{,}16 + 12 \cdot 1{,}22 + 22 \cdot 1{,}29 + 220 \cdot 1{,}48 + 300 \cdot 1{,}62 = 890{,}8 \text{ Н} \cdot \text{м}.$$

Перетин труби розмірами 40×25×2 мм, ослаблений наявністю двох отворів діаметром 17 мм, розраховується за формулою (2.2) та має такі характеристики:

$$y_x = 8{,}69 - 2 \cdot \frac{0{,}4 \cdot 17}{12} = 8{,}36 \cdot 10^{-6} \text{ м}^3$$

$$W_x = \frac{8{,}36 \cdot 10^{-6}}{2} = 4{,}18 \cdot 10^{-6} \text{ м}^{-6}$$

Кожна з опор яка приймає навантаження, розраховується за формулою (2.3):

$$\mathrm{M}''_{\text{виг}} = \frac{890{,}8}{2} = 445{,}4 \text{ Н} \cdot \text{м}$$

Беручи до уваги значення коефіцієнта роботи k′ = 2, розрахунок проходить за формулою (2.4).

$$\mathrm{M} = 2 \cdot 245{,}5 = 890{,}8 \text{ Н} \cdot \text{м}.$$

Розрахунок номінальних напружень виконуємо за формулою (2.5).

$$\sigma = \frac{890{,}8}{4{,}18 \cdot 10^{-6}} = 21{,}3 \text{ МПа}$$

Допустимий діапазон напружень $[\sigma] = 15 \ldots 18$ МПа. При цьому, за площі поперечного перерізу $2{,}7 \cdot 10^{-6}$ м², розраховується зусилля за формулою (2.6).

$$S_x = F_2 \cdot x = 2{,}7 \cdot 4{,}25 \cdot 10^{-6} = 11{,}475 \cdot 10^{-6} \text{ м}^3$$

$$y_e = \frac{S_{x_1}}{\sum F} = \frac{11{,}475 \cdot 10^{-6}}{5{,}71 \cdot 10^{-4}} = 2 \cdot 10^{-2} \text{ м}$$

У такому разі переріз труби, підсилений смугою розміром 6×45 мм, розраховується за формулами (2.7-2.8) тахарактеризується наступними параметрами:

$$y_x = 8{,}363 \cdot 10^{-2} + 3{,}01 \cdot 10^{-4} \cdot (2 \cdot 10^{-2})^2 + \frac{6 \cdot 10^{-3} \cdot (4{,}5 \cdot 10^{-2})^2}{12} + 2{,}7 \cdot 10^{-4}$$

$$\cdot (2{,}25 \cdot 10^{-2})^2 = 38{,}61 \cdot 10^{-6} \text{ м}^3$$

$$W_x = \frac{38{,}61 \cdot 10^{-6}}{4} = 9{,}65 \cdot 10^{-4} \text{ м}^3$$

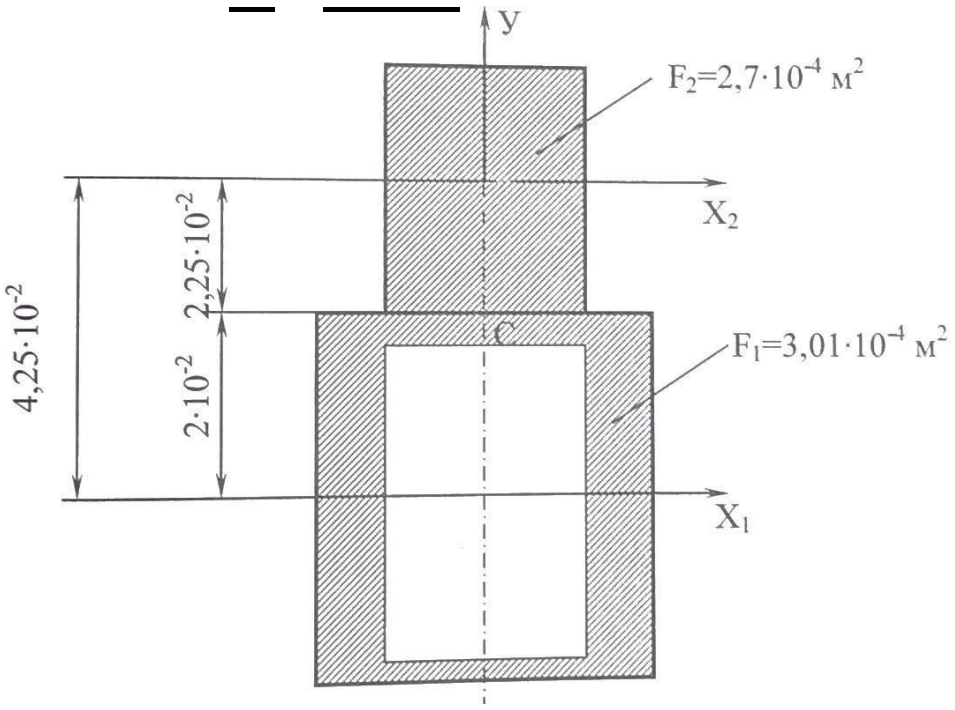


Рисунок 2.4 – Схема діючих сил

Нормальне напруження має вигляд, формула (2.9).

$$\sigma = \frac{890{,}8}{9{,}65 \cdot 10^{-6}} = 9{,}23 \text{ Мпа}$$

що відповідає умові міцності: σ = 9,23 МПа < $[\sigma]$ = 15 МПа.

Поперечну силу, яка впливає в найбільш навантаженому перерізі, визначаємо за формулою (2.10).

$$Q = 103 + 18 + 164{,}5 + 12 + 22 + 220 + 300 + \frac{890{,}8}{4} = 2293{,}0 \text{ Н}$$

Площу зминання обчислюємо згідно з формулою (2.11).

$$F_{\text{зм}} = 2 \cdot 1{,}6 \cdot 0{,}4 = 1{,}28 \cdot 10^{-4} \text{ м}^2$$

Зминальне напруження розраховується за формулою (2.12).

$$\tau_{\text{зм}} = \frac{2293,0}{1,23} = 17,9 \text{ МПа}$$

Зусилля зрізу в зоні болтового з'єднання визначаємо за формулами (2.13-2.14).

$$F_{\text{зр}} = \frac{2 \cdot 3,14 \cdot (1,7 \cdot 10^{-2})}{1,23} 17,9 \text{ МПа}$$

$$\tau_{\text{зр}} = \frac{2293,0}{4,5 \cdot 10^{-4}} = 5,08 \text{ МПа}$$

$$\tau_{\text{зр}} \leq [\tau_{\text{зр}}], [\tau_{\text{зр}}] = 10 \ldots 13 \text{ МПа}$$

Довжина труби, яка посилюється смугою, обчислюється з урахуванням: відстані від критичного перерізу до прикладеної рівнодійної сили (R = 6615 Н).

Припустиме значення згинаючого моменту розрахуємо за формулою (2.15).

$$L = \frac{8908}{66,15} = 135 \text{ см}$$

Тоді довжина ділянки підсилення розраховується за формулою (2.16).

$$66,15 \cdot (135 - x) = 6270 \text{ виходить що } x = 0,45 \text{ м.}$$

Приймаємо довжину підсиленої ділянки – 0,45 м. Доцільно збільшити крок між болтами до 80 мм, використано переріз труби, підсиленої сталевою смугою 6×45 мм. Край підсилювального елементу розташовано на відстані 450 мм від перерізу I–I.

2.4. Розрахунок пружини на підтримку борін БЗСС-1,0

Розрахунок робочого навантаження пружини P_2 проводиться за умовою рівноваги моментів ($\sum M = 0$), формула (2.17).

$$P_2' = \frac{103 \cdot 1,7 + 18 \cdot 20,3 + 12 \cdot 2,11 + 164,5 \cdot 2,17 + 22 \cdot 2,24}{0,203}$$

$$+ \frac{220 \cdot 2,43 + 300 \cdot 2,57}{0,203} = 7300 \text{ Н}$$

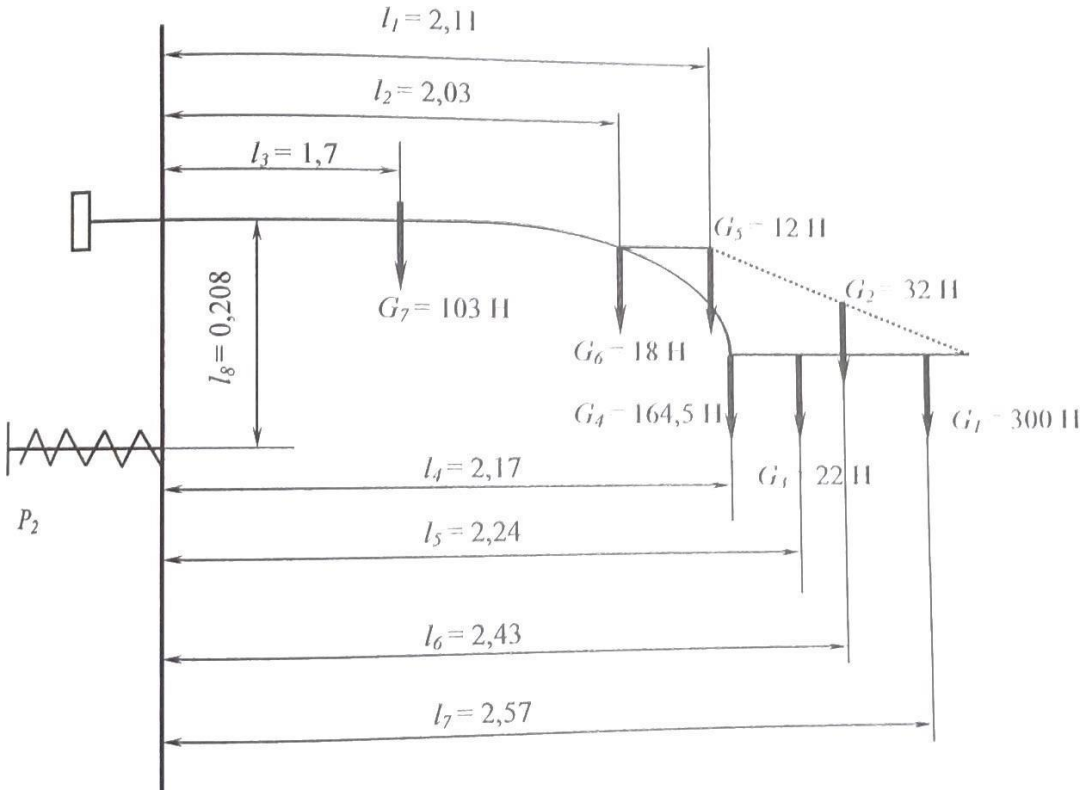


Рисунок 2.5 – Схема діючих сил на пружину підтримки

З урахуванням коефіцієнта запасу міцності k′ = 2, приймаємо розрахунок за формулою (2.18):

$$P_2 = 2 \cdot 7300 = 14600 \text{ Н}$$

В якості конструктивного елемента обираємо пружину стискання 1-го класу, 2-го розряду, виготовлену з кременистої сталі марки 60С2А.

Сила пружини при максимальній деформації визначається з урахуванням відносного інерційного зазору δ, за формуло. (2.19), який для пружин цього типу становить: δ = 0,05 … 0,25.

У подальших розрахунках приймаємо пружину №106 зі специфікацією:

- діаметр дроту: 22 мм,
- зовнішній діаметр пружини: 120 мм,
- коефіцієнт жорсткості (жорсткість пружини): P_3 = 16000 Н,
- крок витків: t = f_3 + d = 6,428 + 22 = 28,428 мм.

Кількість робочих витків n визначаємо з умови, що довжина пружини у встановленому стані становить 225 мм. При робочому навантаженні P_2 = 14600 Н деформація пружини дорівнює F_2, за формулами (2.20- 2.22).

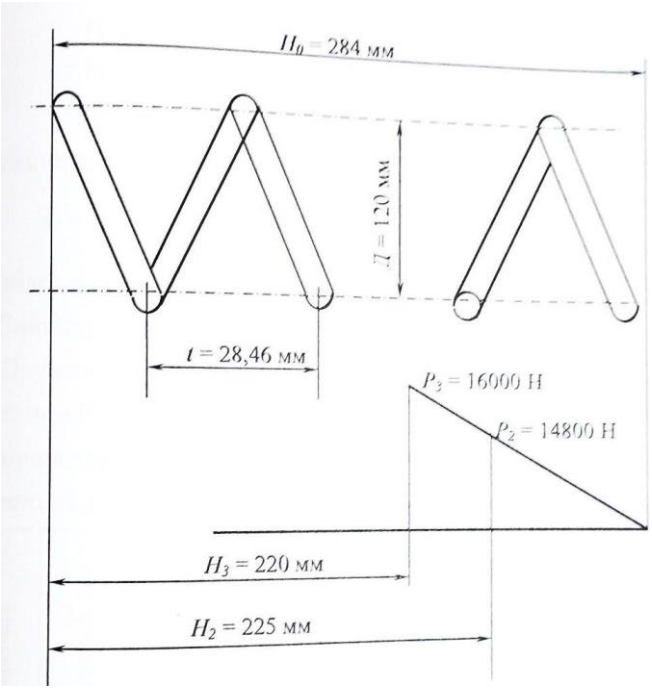


Рисунок 2.6 – Пружина підтримки

$$F_2 = 6{,}428 \cdot \frac{14600}{16000} \cdot n = 5{,}868 \cdot n$$

Тоді кількість активних витків n_1 визначається за умови H_2 = 225 мм.

$$n_1 = \frac{222}{22{,}56} \approx 10 \text{ витків}$$

Повну кількість витків пружини розраховуємо за формулою (2.23) з урахуванням технологічного підкування кінців.

$$n = 10 + 2 = 12 \text{ витків}$$

$$\mathrm{H}_2 = 22{,}526 \cdot 10 = 225 \text{ мм}$$

$$\mathrm{H}_0 = 28{,}428 \cdot 10 = 284 \text{мм}$$

$$\mathrm{H}_3 = \mathrm{H}_0 + f_3 = 284 + 64{,}28 = 220 \text{ мм}$$

Загальна довжина дроту обчислюється за відповідною формулою (2.24).

$$L = 3{,}2 \cdot (120 - 22) \cdot 12 = 3763 \text{ мм}$$

Технічні вимоги до виготовлення пружини:

1. Кінці пружини необхідно підкувати на ¾ витка з обох боків.

2. Пружина піддається триразовому обжиму під час випробування. Після прикладання навантаження P_3, її довжина повинна відповідати номінальній – H_0.

Технічні характеристики пружини подано в таблиці 2.3.

Таблиця 2.3 – Характеристика пружини

Марка деталі	Матеріал деталі		Основні розміри			Кількість витків, шт.		Розрахункові робочі дані		Випробувано відповідно до нормалі	
			t	D	H_0	Робоче n_1	Повне, n	Навантаження, P_2, Н		При завантаженні, $P_3=1,25 \cdot P_2$	
№ 106	Дріт 60С2А	L=3763 мм	28,486	120	284	10	12	14,6	226	16	220

2.5. Розрахунок міцності зварного з’єднання

Стійка з’єднана з тягою за допомогою електродугового зварювання, використовуючи електроди марки Е 42А. Зусилля, що діє на стійку через накладки,

передається на тяги. Особливою небезпечною ділянкою зварного з’єднання є зона шва, що проходить між точками 1-2-3-4. Розподіл навантажень між окремими швами може бути нерівномірним. Для оцінки міцності каліброваного з’єднання необхідно виконати розрахунки, що враховують розподіл сил і особливості зварного шва.

Принципом, на якому базується розрахунок, є незалежність діючих сил, за формулою (2.25).

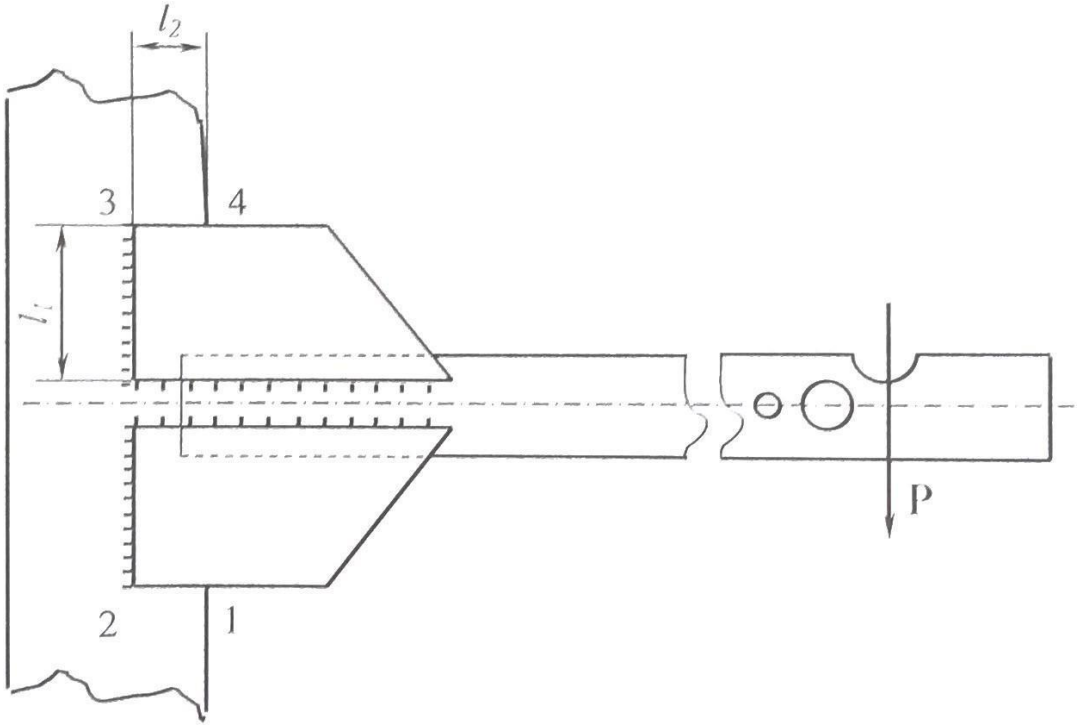


Рисунок 2.7 – Схема зварного з’єднання тяги і стійки пристосування

Лобові зварні шви розташовані перпендикулярно до напрямку діючої сили.

Допустиме зусилля для лобового шва визначається за формулою (2.26).

Флангові шви, орієнтовані паралельно до прикладеної сили, зазнають зусилля на зріз по поверхні контакту між валиками шва та зварюваними деталями. Це зусилля визначається як робоче навантаження.

Граничне зусилля для флангового з'єднання обчислюється відповідною залежністю (2.27).

Для опорного елемента (стійки) враховується зусилля опору ґрунту під час боронування — 600 Н на кожен метр захвату, а також маса борін і шлейф-балки.

$$G\delta = 2 \cdot 300 + 200 = 800 \text{ Н}.$$

$$\text{P}' = \text{P}_\text{л} + G\delta = 2 \cdot 600 + 800 = 2000 \text{ Н}.$$

Максимальне допустиме навантаження на зварне з’єднання визначається з

рівноваги моментів, формули (2.29-2.32).

$$\tau = \frac{2000 \cdot 0{,}14}{0{,}7 \cdot 0{,}6 \cdot 0{,}07 \cdot (\frac{0{,}07}{6} + 0{,}015)} = 3{,}46 \text{ МПа}$$

Матеріал конструктивного елемента — сталь Ст3. Для неї допустиме напруження на розрив, яке визначимо за формулою (2.33).

$[\sigma_р] = 16{,}0$ МПа;

$[\tau'] = 0{,}65 \cdot 16 = 10{,}4$ МПа.

За результатами розрахунків: фактичне навантаження виявилося значно меншим від допустимого. Це свідчить про достатній запас міцності та надійність конструкції.

$$\tau = 3{,}46 < [\tau] = 16 \text{ МПа}$$

Коефіцієнт запасу міцності становить: 4,62, за формулою (2.34).

$$к_з' = \frac{16}{3{,}46} = 4{,}62$$

Запропонована конструкція пристрою для навішування борін на культиватор КПС-4,3ПН дозволяє ефективно перерозподілити навантаження, що виникають у процесі роботи агрегату. Проведені аналітичні розрахунки підтверджують міцність, надійність і довговічність конструкції. Отримане значення коефіцієнта запасу міцності свідчить про безпечну експлуатацію пристрою в реальних умовах.

3. ОХОРОНА ПРАЦІ

3.1. Організація роботи з охорони праці при вирощуванні кукурудзи на зерно

Організація охорони праці при вирощуванні кукурудзи на зерно є невід’ємною частиною створення безпечних умов для працівників та запобігання виробничим травмам. Впровадження комплексної системи охорони праці передбачає ряд важливих кроків і заходів.

Основні етапи організації охорони праці:

Планування та підготовка:

– Розробка стратегії з охорони праці, що включає основні принципи безпеки та вимоги щодо організації праці.

– Ідентифікація потенційних небезпек та ризиків, пов’язаних з вирощуванням кукурудзи на зерно, з урахуванням специфіки роботи.

– Створення плану заходів з охорони праці, що включає правила, інструкції та процедури безпеки.

Навчання та інструктаж:

– Організація систематичних тренінгів і інструктажів для працівників, що охоплюють правила безпеки та запобігання виробничим травмам.

– Проведення навчання з правильного використання засобів індивідуального захисту (ЗІЗ) та безпечної роботи з технічним обладнанням.

Забезпечення засобами індивідуального захисту:

– Надання працівникам необхідних ЗІЗ, таких як рукавиці, захисні окуляри, маски, спецодяг для забезпечення безпеки в процесі роботи.

– Періодичний контроль стану засобів захисту і їх заміна у разі потреби.

Контроль за станом робочих місць:

– Регулярна перевірка робочих місць на наявність небезпек і умов, які можуть загрожувати здоров'ю працівників.

– Вжиття заходів для усунення виявлених небезпечних факторів на всіх етапах роботи.

Ці заходи допомагають створити умови, що мінімізують ризики для працівників

та забезпечують ефективне і безпечне вирощування кукурудзи на зерно.

Регулярний моніторинг робочих умов на відповідність вимогам охорони праці є важливим елементом у забезпеченні безпечних умов роботи. Це включає перевірку справності техніки та наявності всіх необхідних захисних пристроїв на робочих місцях.

Організація безпечних робочих процесів:

– Впровадження ефективних і безпечних методів виконання робіт, зокрема з використанням сучасних технологій і обладнання.

– Проведення робіт строго за затвердженими технологічними регламентами та стандартами безпеки.

Профілактика та реагування на надзвичайні ситуації:

– Розробка плану дій для надзвичайних ситуацій, таких як пожежі чи нещасні випадки.

– Оснащення робочих місць необхідними засобами для гасіння пожеж та надання першої медичної допомоги.

Специфічні заходи охорони праці при вирощуванні кукурудзи на зерно:

Підготовка ґрунту та посів:

– Забезпечення безпеки при роботі з великогабаритною технікою (трактори, культиватори, сівалки).

– Використання спецодягу та засобів захисту органів дихання при роботі з добривами та хімічними засобами.

Догляд за посівами:

– Дотримання вимог безпеки при обробці посівів гербіцидами та пестицидами.

– Забезпечення належного зберігання та використання хімічних речовин, зокрема в обсягах, що відповідають стандартам безпеки.

Ці заходи сприяють зниженню ризиків для працівників і забезпечують здорове та безпечне середовище для виконання робіт на всіх етапах вирощування кукурудзи на зерно.

Збирання врожаю:

– Використання сучасних комбайнів та іншої техніки, що обладнана необхідними захисними пристроями для забезпечення безпеки.

– Дотримання вимог безпеки під час транспортування зерна для уникнення аварійних ситуацій.

Післязбиральна обробка та зберігання зерна:

– Виконання вимог охорони праці при роботі з сушильними установками та зерносховищами для збереження здоров'я працівників.

– Створення безпечних умов праці на етапі фасування та зберігання зерна, забезпечення належної організації цих процесів.

Моніторинг та удосконалення системи охорони праці:

Регулярні перевірки:

– Проведення систематичних аудитів і перевірок для виявлення можливих порушень стандартів охорони праці та їх виправлення.

Аналіз та вдосконалення:

– Ретельний аналіз нещасних випадків та інцидентів на виробництві, розробка і реалізація заходів для їх уникнення в майбутньому.

Зворотний зв'язок:

– Створення умов для працівників, щоб вони могли повідомляти про небезпечні умови праці та пропонувати шляхи для їх покращення.

Забезпечення безпеки при вирощуванні кукурудзи на зерно є невід’ємною частиною ефективної організації виробничого процесу, що не лише підвищує ефективність праці, а й сприяє збереженню здоров'я працівників.

3.2. Вимоги безпеки праці при роботі на тракторі який виконує суцільну культивацію

Робота на тракторі під час суцільної культивації вимагає дотримання чітких стандартів безпеки. Це дозволяє не лише запобігти нещасним випадкам, а й забезпечити якісне виконання польових операцій. Успішне та безпечне виконання робіт передбачає декілька важливих етапів — від підготовки до завершення роботи.

Перед початком культивації необхідно здійснити ретельну перевірку технічного стану трактора та навісного обладнання. Особливу увагу слід звернути на

гальмівну, рульову, гідравлічну та освітлювальну системи. Обов’язковою є перевірка рівня мастила в основних вузлах, стану шин та тиску в них. Усі кріплення коліс повинні бути надійно затягнуті.

Підготовка робочої зони передбачає очищення території від сторонніх предметів та встановлення попереджувальних знаків. Це зменшить ризик виникнення аварійних ситуацій під час руху техніки. Важливо також провести інструктаж з охорони праці для всіх працівників, які будуть задіяні у виконанні робіт.

Під час запуску двигуна слід переконатися, що коробка передач знаходиться у нейтральному положенні. Запуск можливий лише з кабіни трактора. Розгін має бути плавним, без різких ривків, щоб уникнути перевантаження механізмів.

У процесі культивації трактор повинен рухатися по полю на безпечній швидкості, особливо в умовах нерівної поверхні або при роботі на схилах. Необхідно контролювати параметри культивації — глибину обробки та швидкість руху, щоб не перевантажити агрегат. Періодично перевіряйте з’єднання культиватора з трактором — вони повинні бути надійно закріплені.

Безпека оператора має бути в пріоритеті. Обов’язкове використання ременя безпеки, а також заборона роботи в умовах поганої видимості (у туман, вночі без освітлення). Категорично заборонено перебування сторонніх осіб поблизу техніки під час її роботи.

Після завершення робіт культиватор необхідно перевести в транспортне положення. Після зупинки двигуна слід вимкнути запалювання, витягти ключ і перевірити надійність фіксації техніки на місці стоянки.

Очищення обладнання після завершення робіт — важлива складова технічного обслуговування. Залишки ґрунту та рослин потрібно видалити з культиватора, щоб уникнути передчасного зношення та забезпечити готовність до наступного виїзду.

Регулярне технічне обслуговування відповідно до інструкцій виробника дозволяє запобігати несправностям і забезпечує стабільну роботу техніки. Перед початком кожного нового циклу роботи варто перевірити всі ключові вузли, змастити деталі, які труться, і при необхідності провести ремонтні дії.

Усі виконані роботи та виявлені недоліки слід фіксувати у журналі технічного

обслуговування. Це дозволяє аналізувати стан техніки та планувати ремонтні роботи завчасно.

Крім того, варто впровадити додаткові заходи безпеки. Систематичне навчання операторів допомагає їм ознайомлюватися з новими технологіями і правилами безпечної роботи. Регулярні медичні огляди дозволяють вчасно виявляти можливі ризики для здоров’я працівників.

Для ефективного реагування на аварійні ситуації доцільно створити систему звітності та зворотного зв’язку. Фіксація інцидентів дозволяє аналізувати причини й запобігати подібним ситуаціям у майбутньому.

Дотримання вищезазначених заходів не лише підвищує рівень безпеки, а й сприяє якісному виконанню культиваційних робіт. Це, своєю чергою, забезпечує ефективне використання техніки, економію ресурсів і стабільність у процесі польових операцій.

4. ТЕХНІКО-ЕКОНОМІЧНИЙ РОЗДІЛ

4.1. Економічне обґрунтування заходів з проведення суцільної культивації

У рамках дипломного проєкту особливе значення має економічне обґрунтування, яке дозволяє здійснити всебічну оцінку ефективності запропонованих рішень і технологій. Головна мета цього розділу полягає у встановленні загального рівня витрат на виконання агротехнічного заходу — суцільної культивації, прогнозуванні очікуваних економічних результатів, а також у визначенні загальної економічної доцільності реалізації проекту.

В якості вихідних даних приймається площа земельної ділянки, що підлягає культивації, у розмірі 350 гектарів. Для виконання робіт передбачено використання тракторного агрегату, до складу якого входить трактор і культиватор КПС-4,3ПН. Вартість технічних засобів становить: 80 000 доларів США за трактор та 10 000 доларів за культиватор, отже, загальна вартість обраного технічного комплекту дорівнює 90 000 доларів США.

Амортизаційні витрати на техніку обраховано на основі строку її експлуатації, який становить 10 років. Річне амортизаційне навантаження відповідно дорівнює 8 000 доларів на трактор і 1 000 доларів на культиватор, що загалом становить 9 000 доларів на рік. Ці витрати враховуються у загальному бюджеті проведення культивації.

Витрати на паливно-мастильні матеріали визначено виходячи із середнього споживання дизельного пального трактором, що становить 20 літрів на один гектар. Для культивації всієї площі у 350 гектарів необхідно 7 000 літрів пального. При вартості одного літра пального 1,2 долара США, загальна сума витрат на паливо становить 8 400 доларів.

Розрахунок витрат на оплату праці здійснено з урахуванням середньої продуктивності агрегату, яка дорівнює 4 гектара на годину. Таким чином, на обробіток усієї площі буде витрачено 87,5 годин. За умови, що вартість однієї години праці становить 10 доларів США, витрати на робочу силу дорівнюють 875 доларів.

Підсумовуючи вищевикладене, загальні витрати на виконання суцільної культивації становлять: 9 000 доларів на амортизацію техніки, 8 400 доларів на паливо

і мастила, а також 875 доларів на оплату праці. Отже, сукупні витрати на виконання культивації становлять 18 275 доларів США.

Оцінку очікуваних доходів проведено на основі прогнозованої врожайності кукурудзи, яка, згідно з умовами, становить 10 тонн з одного гектара. Відтак, з площі 350 гектарів передбачається отримати врожай обсягом 3 500 тонн. За умови реалізації кукурудзи за ринковою ціною 150 доларів за тонну, очікуваний дохід становить 525 000 доларів США.

Розрахунок економічної ефективності виконано як різницю між прогнозованим доходом і понесеними витратами. Таким чином, очікуваний прибуток становить 506 725 доларів США (525 000 – 18 275). Це свідчить про високу рентабельність проведення суцільної культивації із застосуванням обраного технічного комплексу.

Усі розрахунки виконано відповідно до стандартної методики [7], а результати фінансово-економічного аналізу наведено у таблиці 4.1.

Таблиця 4.1 – Економічне обгрунтування конструкторської розробки

Показник	Одиниця виміру	Варіант	
		Існуючий	Проектний
Площа вирощування	га	350	350
Урожайність	т/га	3,5	4,2
Витрати праці	люд.год./га	14,4	12,24
	люд.год./т	4,3	3,6
ПММ	кг/га	67,8	62,9
Собівартість	грн./т	439,5	417,8
Додаткові капіталовкладення	тис.грн.	-	201,45
Річна економія	тис.грн.	-	95,0
Річний економічний ефект	тис.грн.	-	64,79
Термін окупності	років	-	2,12

Економічне обґрунтування показує високу рентабельність використання технології суцільної культивації на площі 350 га за допомогою трактора та

культиватора. Запропонована схема забезпечує значний прибуток, що підтверджує доцільність впровадження даної технології. Виконання суцільної культивації при дотриманні всіх стандартів безпеки та регулярного технічного обслуговування дозволить досягти стабільного високого врожаю кукурудзи, що, у свою чергу, сприятиме підвищенню економічної результативності господарства.

ВИСНОВОК

1. Розробка та впровадження інноваційної технології вирощування кукурудзи на зерно включає комплекс з 13 технологічних операцій, що виконуються у чітко визначені агротехнічні терміни та з високою якістю. Це дозволяє досягти запланованого рівня врожайності.

2. Для ефективної організації робіт була створена технологічна карта, разом із детальним графіком виконання механізованих операцій, що сприяє належному виконанню всіх етапів виробництва.

3. Удосконалення процесу виконання робіт підтримується новітнім пристроєм для навішування борін, що збільшує продуктивність і є ефективним на високоврожайних полях. Проведені розрахунки підтверджують його надійність, ефективність і тривалий термін служби.

4. Для забезпечення безпеки працівників та захисту навколишнього середовища були розроблені заходи, що гарантують безпечне виконання механізованих робіт під час вирощування сільськогосподарських культур.

5. Що стосується економічної ефективності, впровадження нової технології дозволяє не тільки підвищити врожайність, але й знизити собівартість до 417,8 грн/т, що на 21,63 грн/т менше за поточні витрати в господарстві. Очікуваний річний економічний ефект становить 95,0 тис. грн., а додаткові капіталовкладення – 201,45 тис. грн. Строк окупності цих інвестицій становить всього 2,12 роки.

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. Анурьєв В.І. Довідник інженера-машинобудівника / В.І. Анурьєв. – К.: Машинобудування, 1997.
4. Бабусенко С.М. Проектування ремонтних підприємств / С.М. Бабусенко. – К.: Урожай,1998. – 382 с.
5. Булей І.О. Проектування ремонтних підприємств сільського господарства / І.О. Булей, М.І. Іващенко, В.Д. Мельников. – К: Вища школа, 2001. – 295 с.
6. Воловик Є.Т. Довідник по відновленню деталей / Є.Т. Воловик. – К.: Машинобудування, 1998. – 351 с.
7. Докуніхін В.З. Проектування ремонтно–обслуговуючих підприємств. Навчальний посібник з курсового і дипломного проектування / В.З. Докуніхін. – Житомир: ДАУ, 2002. – 95 с.
8. Курніков І.П. Технологічне проектування підприємств автомобільного транспорту. Навчальний посібник / І.П. Курніков. – К.: Вища школа, 1993. – 482 с.
9. Типові норми часу на ремонт вантажних автомобілів марок ГАЗ, ЗИЛ, КАЗ, МАЗ, КамАЗ, КрАЗ в умовах автотранспортних підприємств. Нормативно-виробниче видання. – Львів.: Економіка, 1999.
10. Сідашенко О.І. Практикум з ремонту машин / О.І. Сідашенко, О.А. Науменко, А.Я. Поліський та ін. – К.: Урожай, 1995. – 224 с.

11. Докуніхін В.З. Проектування раціональної організаційної структури та структури управління підприємствами технічного сервісу АПК. Навчальний посібник до курсового і дипломного проектування / В.З. Докуніхін, В.С. Бурдейний, М.М. Загузов. – ДАУ, Житомир, 2003 – 183 с.

12. Сідашенко О.І. Конструкція організації технічного сервісу АПК Харківського регіону/ О.І. Сідашенко. – Харків: ХДТУСГ, 2000. – 232 с.

13. Водяника І.І. Довідник по усуненню несправностей тракторів. Запитання і відповіді / За ред. І.І. Водяника. – К.: Урожай, 1990. – 272 с.

14. Канарчук В.Е. Основи технічного обслуговування і ремонту автомобілів / В.Е. Канарчук та ін. – К.: Вища шк., 1994. – 342 с.

15. Сідашенко О.І. Ремонт машин / За ред. О.І. Сідашенка, А.Я. Поліського. – К.: Урожай, 1994. – 400 с.

16. Лудченко А.А. Основы технического обслуживания автомобилей / А.А. Лудченко. – К.: Вища школа, 1987. – 399 с.

17. Варняков В.В. Технический сервис машин сельскохозяйственного назначения / В.В. Варняков, В.В. Стрельцов, В.Н. Попов, В.Ф. Карпенков. – М.: Колос, 2000. – 256 с.

18. Молодик М.В. Відновлення деталей машин / М.В. Молодик та ін. – К.: Урожай, 1989. – 256 с.

19. Джигирей В.С. Екологія та охорона навколишнього природного середовища / В.С. Джигирей. – К.: Знання. – 2000. – 205 с.

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

21. Гряник Г.М. Охорона праці / Г.М. Гряник, С.Д. Лехман. – К.: Урожай, 1994. – 237 с.

22. Закон України “Про охорону праці”. – Київ. 21.11.2002 р.

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

24. Михайлов В.Н. Охрана труда в сельском хозяйстве. Справочник / В.Н. Михайлов. – М.: Агропромиздат, 1984. – 86 с.

25. Методика определения экономической эффективности капитальных вложений. – М.: Гострой, 1998. – 31 с.

26. Методические указания для расчета экономической эффективности проектируемой машины, узла, агрегата для студентов факультета механизации сельского хозяйства. – Кишинев, 1987. – 24 с.

27. Методика расчета экономической эффективности внедрений новой техники на автомобильном транспорте. – М.: Транспорт, 1975. – 184 с.