

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

Допущено до захисту
“ _____ ” _____ 2025р.
Зав. кафедри к.т.н., доцент
(науковий ступінь, вчене звання)
_____ А.В. Войтік
(підпис) (ініціали, прізвище)

КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА (дипломний проект)

_____ перший (бакалаврський) _____
(назва освітнього ступеня)

тема роботи **«Підбір комплексу машин для вирощування кукурудзи з розробкою агрегату для передпосівного обробітку ґрунту»**

Виконав: студент 3 курсу, групи 32к-ім
освітньої програми бакалавр
спеціальності _____
_____ 208 «Агроінженерія»
_____ Когут Я.П.
(прізвище та ініціали)

Керівник доктор філософії доцент Шевчук М.В.
(науковий ступінь, вчене звання, прізвище та ініціали)

м. Умань – 2025 рік

ЗМІСТ

ВСТУП	5
РОЗДІЛ 1. КОРОТКА ВИРОБНИЧА ХАРАКТЕРИСТИКА	6
1.1 Природно-кліматичні умови місцевості	8
1.2 Вплив опадів на сільськогосподарське виробництво	9
1.3 Склад, використання та технічне обслуговування машинно-тракторного парку	10
1.4 Технологія та організація робіт при вирощуванні сільськогосподарських культур	11
Висновок до розділу 1	13
РОЗДІЛ 2. ПРОЕКТНО-ОРГАНІЗАЦІЙНА ЧАСТИНА	15
2.1 Аналіз існуючих технологій вирощування кукурудзи на зерно	15
2.2 Складання плану механізованих робіт при вирощуванні кукурудзи на зерно	17
2.3 Розробка операційно-технологічної карти для проведення оранки ...	19
2.4 Обґрунтування вибору удосконалення та його детальне пояснення	26
2.5 Техніко-експлуатаційні розрахунки	29
Висновки до розділу 2	36
РОЗДІЛ 3. ОХОРОНА ПРАЦІ	38
3.1 Загальні положення з охорони праці	38
3.2 Безпека праці при механізованих роботах	38
3.3 Безпека праці при роботі з дисковими ножами для плуга	39
Висновки до розділу 3	39
РОЗДІЛ 4. ЕКОНОМІЧНА ЕФЕКТИВНІСТЬ ПРОЄКТУ	40
Висновки до розділу 4	41
ЗАГАЛЬНІ ВИСНОВКИ ТА ПРОПОЗИЦІЇ	43
БІБЛІОГРАФІЧНИЙ СПИСОК	44

ВСТУП

У сучасних умовах розвитку агропромислового комплексу вирощування кукурудзи на зерно посідає одне з провідних місць серед сільськогосподарських культур. Ця культура відіграє ключову роль як у забезпеченні тваринництва високоякісними кормами, так і в якості важливого джерела сировини для харчової та переробної промисловості. Попит на зерно кукурудзи постійно зростає, що зумовлює актуальність її ефективного вирощування. Основними перевагами кукурудзи є висока врожайність, здатність адаптуватися до різноманітних кліматичних умов, а також універсальність її використання.

Разом з тим, вирощування кукурудзи супроводжується рядом технологічних викликів, серед яких значне місце займають енерговитрати, пов'язані з основним обробітком ґрунту. Цей етап є одним з найбільш ресурсомістких у всьому агротехнічному процесі, тому питання зменшення енергоспоживання є надзвичайно важливим. Раціональне використання енергетичних ресурсів сприяє не лише зниженню собівартості продукції, а й зменшенню антропогенного навантаження на довкілля.

Застосування сучасної високопродуктивної техніки, вдосконалення агротехнологій, а також оптимізація організаційно-технологічних процесів дадуть змогу підвищити продуктивність вирощування кукурудзи при одночасному зниженні затрат.

Отже, основною метою даного дипломного проєкту є вдосконалення технологій використання сільськогосподарської техніки під час вирощування кукурудзи на зерно шляхом розробки рішень, спрямованих на підвищення економічної ефективності та зниження собівартості продукції. Отримані результати сприятимуть не лише підвищенню рентабельності вирощування кукурудзи, а й зміцненню конкурентоспроможності аграрного сектору та його сталому розвитку.

РОЗДІЛ 1

КОРОТКА ВИРОБНИЧА ХАРАКТЕРИСТИКА

Функціонування сільськогосподарського підприємства значною мірою визначається поєднанням двох ключових чинників: наявністю родючих земельних ресурсів і достатнім забезпеченням трудовими ресурсами. Високоякісні ґрунти є основою для ефективного вирощування сільськогосподарських культур, що, своєю чергою, забезпечує стабільні врожаї та рентабельне виробництво. Наявність кваліфікованої робочої сили сприяє організації й проведенню комплексу польових робіт, догляду за посівами, збирання врожаю та первинної переробки продукції.

Ці два чинники суттєво впливають не лише на економічні показники діяльності підприємства (витрати на виробництво, логістику, технічне забезпечення), але й на загальний добробут місцевого населення та розвиток соціальної інфраструктури в регіоні. Раціональне використання земельних і трудових ресурсів дозволяє підприємству підтримувати стабільний рівень виробництва, покращувати якість продукції та підвищувати конкурентоспроможність на ринку.

Підприємство веде свою діяльність на ґрунтах, представлених здебільшого високородючими чорноземами. Морфологічна структура ґрунтового профілю цих земель характеризується наступним чином: у верхній частині (гумусовий горизонт Н) глибиною до 46 см, з яких орний шар становить приблизно 22–27 см, переважає темно-сірий, пилювато-грудкуватий важкосуглинковий ґрунт. Цей шар поступово переходить у нижчі горизонти, зберігаючи сприятливі агрофізичні властивості, які забезпечують гарну водо- і повітропроникність, а також значний запас поживних речовин.

Розміри та тип земельного покриття господарства наведено в таблиці 1.1

Таблиця 1.1 Площа земельних угідь дослідного господарства

№	Види ґрунтів	Площа, га	% від загальної площі
1	Чорнозем	455,00	37,30
2	Чорнозем мало гумусний слабо змитий	275,00	22,54
3	Чорнозем мало гумусний сильно змитий	188,00	15,41
4	Чорнозем легкосуглинковий	126,00	10,33
5	Чорнозем луговий середньо суглинковий	122,00	10,00
6	Супіщані ґрунти	54,00	4,43
Всього:		1220,00	100,00

Ґрунтовий покрив господарства представлений переважно чорноземами, які належать до категорії високородючих ґрунтів і забезпечують сприятливі умови для вирощування основних сільськогосподарських культур. Орний шар має пілувато-грудкувату структуру, що позитивно впливає на збереження вологи та накопичення поживних речовин. Проте варто зазначити, що внаслідок надмірної глинистості та розпиленості орного шару можливе погіршення водно-фізичних властивостей, особливо за умов обробітку ґрунту в стані спілості. Це може призводити до ущільнення ґрунту, зниження його аерації та водопроникності.

Під орним шаром розташовується гумусово-перехідний горизонт НР, товщина якого становить 35–45 см. Він характеризується темно-сірим забарвленням із легким буруватим відтінком, що поступово світлішає у глибших шарах. Структура цього горизонту є перехідною та поступово змінюється на структуру нижніх горизонтів.

Нижче розміщується перехідний горизонт Phk, що починається на глибині 65–70 см. Цей шар часто має ознаки біологічної активності: в ньому спостерігаються численні ходи та тунелі, утворені ґрунтовими мешканцями, зокрема дощовими черв'яками. Це свідчить про добру аерацію та живлення, які важливі для загального стану ґрунту.

1.1 Природно-кліматичні умови місцевості

Клімат регіону, де розташоване господарство, є помірно континентальним і сприяє веденню сільськогосподарського виробництва. Середньорічна температура повітря становить близько $+9,3^{\circ}\text{C}$, що забезпечує достатньо тривалий вегетаційний період для вирощування культур польового призначення.

Літній період характеризується стабільно теплими умовами: середня температура повітря становить $\pm 20 \dots +22^{\circ}\text{C}$, а в окремі роки може сягати $\pm 30^{\circ}\text{C}$ і більше, що є сприятливим для теплолюбних культур, зокрема кукурудзи. Зимовий період – помірно холодний, із середніми температурами близько -8°C , однак спостерігаються періодичні зниження до -20°C і нижче, що потребує відповідної підготовки ґрунту та техніки до зимового зберігання і обслуговування.

Загалом кліматичні умови є достатньо сприятливими для вирощування зернових, технічних і кормових культур. Детальні показники температури повітря за останні роки наведено у таблиці 1.2.

Таблиця 1.2 Температурні умови на території дослідного господарства

Роки	Місяці												Середня за рік, °C
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	
2022	-6,3	-4,2	2,6	11,9	16,3	22,4	24,6	25,1	14,2	9,6	2,3	-5,6	9,4
2023	-5,8	-3,9	2,4	10,9	15,0	20,6	22,6	23,1	13,1	8,8	2,1	-5,2	8,7
2024	-6,6	-4,4	2,7	12,5	17,1	23,5	25,8	26,4	14,9	10,1	2,4	-5,9	9,9
Середня	-6,2	-4,2	2,6	11,8	16,1	22,2	24,8	24,4	14,1	9,5	2,3	-5,5	9,3

1.2 Вплив опадів на сільськогосподарське виробництво

Атмосферні опади є одним із ключових чинників, що визначають ефективність сільськогосподарського виробництва. Вони забезпечують необхідне зволоження ґрунту, яке є критично важливим для росту, розвитку та продуктивності сільськогосподарських культур. Завдяки вологозабезпеченню відбувається активне засвоєння поживних речовин рослинами, що підвищує їх стійкість до стресових умов і позитивно впливає на врожайність.

Опади також сприяють збереженню родючості ґрунту, оскільки вода розчиняє мінерали та переносить їх у зону кореневої системи. Водночас достатнє зволоження створює умови для формування розвиненої кореневої системи, що підвищує витривалість культур до тимчасових періодів нестачі вологи.

Однак важливим є не лише обсяг, а й рівномірність розподілу опадів протягом року. Надмірні дощі можуть спричинити підтоплення полів, вилугування поживних речовин, ерозію ґрунту та ускладнення агротехнічних операцій. У свою чергу, дефіцит опадів призводить до посух, що загрожує

недобором урожаю або його повною втратою. Таким чином, оптимальний гідротермічний режим є необхідною передумовою стабільного та рентабельного ведення сільського господарства.

1.3 Склад, використання та технічне обслуговування машинно-тракторного парку

Одним із ключових чинників підвищення продуктивності праці та зниження витрат на вирощування сільськогосподарських культур є високий рівень механізації виробничих процесів. У господарстві досягнуто суттєвого рівня механізації при виконанні основних робіт — обробітку ґрунту, посіву, внесення добрив, захисту рослин, збирання врожаю зернових, технічних і кормових культур. Проте зберігається потреба у вдосконаленні механізації допоміжних операцій, зокрема вантажно-розвантажувальних робіт, транспортування і післязбирального обробітку продукції.

У процесі реалізації сільськогосподарського виробничого плану обсяги тракторних робіт, а також потреба у внесенні органічних і мінеральних добрив значно зростають. Це зумовлює необхідність своєчасного забезпечення господарства необхідною кількістю справної сільськогосподарської техніки.

Особливої уваги потребує оновлення машинно-тракторного парку. Враховується доцільність поступової заміни застарілих і малоефективних моделей тракторів та комбайнів на нові — економічні, енергоощадні та технічно досконалі. Зокрема, особлива потреба є в сучасних зернозбиральних комбайнах для збирання озимих і ярових культур із коротким вегетаційним періодом.

Машинно-тракторний парк підприємства включає трактори, ґрунтообробні агрегати, сівалки, обприскувачі, добриворозкидачі, комбайни, транспортні засоби, які забезпечують повний цикл обробки земельних угідь та зберігання продукції. Для забезпечення надійної та безперебійної роботи техніки впроваджується система технічного обслуговування, що включає планові огляди, профілактичний ремонт, а також сезонне зберігання машин.

Одним із ефективних методів організації використання техніки є поточно-комплексна система. Згідно з нею машини об'єднуються в спеціалізовані підрозділи — посівні загони, збиральні комплекси, транспортні бригади. Такий підхід дозволяє сконцентрувати техніку в потрібному місці в потрібний час, оптимізувати її завантаження, підвищити ефективність експлуатації, зменшити простої та втрати врожаю.

У таблиці 1.5 представлена інформація про наявність тракторів, комбайнів та автомобілів

Таблиця 1.5 Сільськогосподарська техніка

Назва машини	Марка	Рік випуску	Кількість машин
Зернозбиральні комбайни	Class	2011	2
	John Dire	2013	1
	Нива	2003	2
	New Holland	2014	1
Трактори	John Dire	2006	3
	Massey Ferguson	2009	2
	MT3-82	2002	3
	ХТЗ-150к	2000	2
Автомобілі	КАМаз-45144	2004	2
	КАМаз-5511	2003	1
	MAN	2010	3
	ГАЗ-53	1997	2

1.4 Технологія та організація робіт при вирощуванні сільськогосподарських культур

Одним із ключових елементів ефективного землеробства є впровадження раціональної технології вирощування сільськогосподарських культур, яка

включає як агротехнічні заходи, так і організаційні підходи до планування та реалізації виробничих процесів.

Першочергове значення має грамотно складена сівозміна — науково обґрунтоване чергування культур на полях з урахуванням їх біологічних особливостей, потреб до поживних речовин, глибини кореневої системи, а також впливу на фітосанітарний стан ґрунту. Раціональне чергування культур сприяє підвищенню родючості ґрунтів, запобігає накопиченню хвороб і шкідників, покращує структуру ґрунту та дозволяє оптимально використовувати агротехніку.

Наступним важливим фактором є вибір високопродуктивних сортів та гібридів культур. Сучасні селекційні досягнення забезпечують отримання сортів із підвищеною врожайністю, стійкістю до хвороб, посухо- та морозостійкістю, адаптованістю до конкретних кліматичних і ґрунтових умов. Вибір таких культур є запорукою стабільного врожаю та високої якості продукції.

Суттєвий внесок у підвищення продуктивності мають агротехнічні заходи, що включають:

- диференційований обробіток ґрунту з урахуванням його механічного складу;
- оптимальне внесення мінеральних і органічних добрив на основі агрохімічного аналізу;
- інтегрований захист рослин із використанням біологічних та хімічних засобів;
- дотримання строків сівби, підживлення, обробки посівів.

Організація виробничих процесів повинна бути високоефективною та логістично злагодженою. Це передбачає чітке планування всіх робіт, раціональне використання трудових, матеріально-технічних і фінансових ресурсів, організацію роботи механізованих бригад, постійний контроль за дотриманням технологічних регламентів. Своєчасне виконання польових робіт, мінімізація простоїв техніки та ефективна координація дій — ключові чинники підвищення продуктивності праці.

Сучасне землеробство неможливе без впровадження інноваційних технологій та засобів автоматизації. Використання систем крапельного зрошення, ґрунтових та кліматичних сенсорів, GPS-навігації, дронів для моніторингу полів, а також точного землеробства дозволяє забезпечити індивідуальний підхід до кожної ділянки поля, оптимізувати витрати ресурсів і покращити економічні показники господарства.

Таким чином, технологія та організація робіт при вирощуванні сільськогосподарських культур є багатоаспектним процесом, що включає науково обґрунтоване планування, впровадження сучасних агротехнічних заходів, ефективне управління ресурсами та активне використання інновацій. Системне вдосконалення кожного з цих елементів забезпечує стабільне зростання врожайності, підвищення рентабельності виробництва та сталий розвиток аграрного сектора.

Висновок

Розділ, присвячений технології та організації робіт при вирощуванні сільськогосподарських культур, висвітлює комплексний підхід до підвищення ефективності аграрного виробництва. Аналіз основних складових цього процесу підтверджує, що досягнення високих результатів у сільському господарстві можливе лише за умови поєднання науково обґрунтованих агротехнічних рішень, оптимального використання ресурсів, сучасних технологій та ефективного управління виробничими процесами.

Рациональне планування сівозміни забезпечує підтримання родючості ґрунтів, знижує ризики поширення хвороб і шкідників, а також сприяє рівномірному навантаженню на сільськогосподарську техніку. Правильний вибір сортів і гібридів, адаптованих до місцевих умов, значно підвищує врожайність і стабільність агровиробництва. Застосування агротехнічних заходів — таких як своєчасне внесення добрив, захист рослин і правильна

обробка ґрунту — дозволяє забезпечити оптимальні умови для росту і розвитку культур.

Організація робіт у господарстві є не менш важливим чинником. Від ефективного планування, координації дій, забезпечення технікою та контрольних заходів залежить своєчасність і якість виконання агротехнічних операцій. Особливо актуальним є впровадження новітніх технологій, включаючи автоматизацію, системи точного землеробства, моніторинг за допомогою дронів і сенсорів, що дозволяє значно підвищити ефективність виробництва та знизити втрати ресурсів.

Загалом, удосконалення технології вирощування сільськогосподарських культур та організації аграрних робіт сприяє не лише підвищенню врожайності, а й економічній доцільності виробництва, раціональному використанню ресурсів, екологічній стабільності та сталому розвитку аграрного сектору.

РОЗДІЛ 2

ПРОЕКТНО-ОРГАНІЗАЦІЙНА ЧАСТИНА

2.1 Аналіз існуючих технологій вирощування кукурудзи на зерно

Аспекти технології вирощування кукурудзи: попередники, обробіток ґрунту, удобрення, регулятори росту та сівба

Ефективне вирощування кукурудзи передбачає дотримання комплексу агротехнічних заходів, серед яких ключову роль відіграють правильний вибір попередників, обробіток ґрунту, оптимальне удобрення, застосування регуляторів росту та технологія сівби. У сучасному агровиробництві ці аспекти тісно пов'язані з підвищенням урожайності та якості продукції.

Попередники У степовій зоні найкращими попередниками для кукурудзи є озимі зернові, зернобобові культури, цукрові та кормові буряки, картопля, а також гречка. Кукурудза є досить толерантною до попередників, однак вибір культур-попередників все ж впливає на ефективність використання поживних речовин та фітосанітарний стан поля.

Обробіток ґрунту Якісний передпосівний обробіток є вирішальним для накопичення вологи, контролю бур'янів і створення сприятливих умов для проростання. У зонах достатнього зволоження рекомендується напівпаровий обробіток на забур'янених полях. Після ранніх попередників (зернові, зернобобові) проводять дискування на глибину 6–8 см, а після внесення добрив — глибоку оранку (27–30 см). Після пізніх культур (буряк, багаторічні трави, кукурудза) доцільно застосовувати важкі дискові борони для подрібнення рослинних решток, з подальшою оранкою.

Ці заходи сприяють поліпшенню структури ґрунту, збереженню вологи, покращенню аерації та зменшенню бур'янового навантаження.

Удобрення Кукурудза є вибагливою до поживного режиму, і для отримання стабільно високого врожаю потребує значних норм живлення. Залежно від умов, застосовуються як органічні, так і мінеральні добрива:

- Органічні добрива (зокрема підстилковий гній) вносяться під основний обробіток ґрунту, їх кількість залежить від родючості ґрунту і кліматичної зони.
- Сидерати (люпин, суріпиця, ріпак, гірчиця, редька олійна) збагачують ґрунт органічною масою і покращують його структуру.
- Мінеральні добрива вносяться з урахуванням запланованого врожаю, агрохімічного аналізу ґрунтів і потреб культури:
 - Азот — критично важливий під час вегетації, особливо у фазах цвітіння та формування зерна; нестача призводить до пригнічення росту, світло-зеленого забарвлення листків.
 - Фосфор — необхідний на ранніх етапах розвитку, забезпечує енергію для формування кореневої системи; дефіцит проявляється фіолетовим відтінком листя.
 - Калій — покращує стійкість до вилягання, засухи, сприяє наливу зерна; нестача викликає крайове підсихання листя.

Раціональне застосування добрив, з урахуванням типу ґрунту, попередників і кліматичних умов, є запорукою формування високої врожайності.

Використання регуляторів росту Застосування регуляторів росту в технології вирощування кукурудзи сприяє підвищенню стресостійкості, активізації ростових процесів та поліпшенню якості зерна. Їх використовують на двох етапах:

- Допосівна обробка насіння — дозволяє активізувати проростання, покращити енергію росту та стійкість до несприятливих умов. Часто поєднується з протруюванням фунгіцидами та інсектицидами, а також внесенням мікроелементів.

- Обприскування у вегетаційний період — застосовується для підтримання активного росту у фазах інтенсивного розвитку або за умов стресу (жара, посуха).

Ефективність регуляторів росту багато в чому залежить від якості насіннєвого матеріалу. Насіння повинно бути протруєне, висушене до оптимальної вологості, каліброване та відповідати високим стандартам схожості.

Рівномірність глибини загортання має вирішальне значення для дружних сходів, тому необхідно забезпечити належне вирівнювання поля та точне налаштування сівалки.

Повернення органіки в ґрунт Після збирання врожаю широко застосовується технологія обробітку подрібненої листостеблової маси. Її рівномірно розподіляють по поверхні ґрунту, дискують важкими боронами та приорюють. Це дозволяє повернути значну кількість органічної речовини в ґрунт, підвищити його родючість, покращити структуру і забезпечити природне мульчування.

2.2 Складання плану механізованих робіт при вирощуванні кукурудзи на зерно

План механізованих робіт при вирощуванні кукурудзи на зерно.

Метою складання плану механізованих робіт для вирощування кукурудзи на зерно є забезпечення раціонального використання машинно-тракторного парку, підвищення продуктивності праці та максимальне отримання високоякісного врожаю. Такий план дозволяє організувати технологічний процес вирощування культури з урахуванням календарних строків, агротехнічних вимог та ресурсного забезпечення господарства.

План охоплює всі етапи агротехнології: передпосівну підготовку ґрунту, сівбу, догляд за посівами (включаючи підживлення, захист від шкідників і бур'янів), збирання врожаю, а також післязбиральну обробку решток. Основна

увага приділяється точності та своєчасності виконання механізованих операцій, що безпосередньо впливає на ріст, розвиток і продуктивність кукурудзи.

Застосування механізації дозволяє зменшити витрати ручної праці, підвищити якість виконання технологічних операцій, скоротити терміни робіт і знизити виробничі витрати. План також передбачає оптимальне використання паливно-мастильних матеріалів, робочого часу трактористів-машиністів і машинно-тракторних агрегатів.

Під час складання плану використовуються стандартизовані методики розрахунків, викладені в [3]. рис.2.1 Розрахунок використання машинно-тракторних агрегатів (МТА).

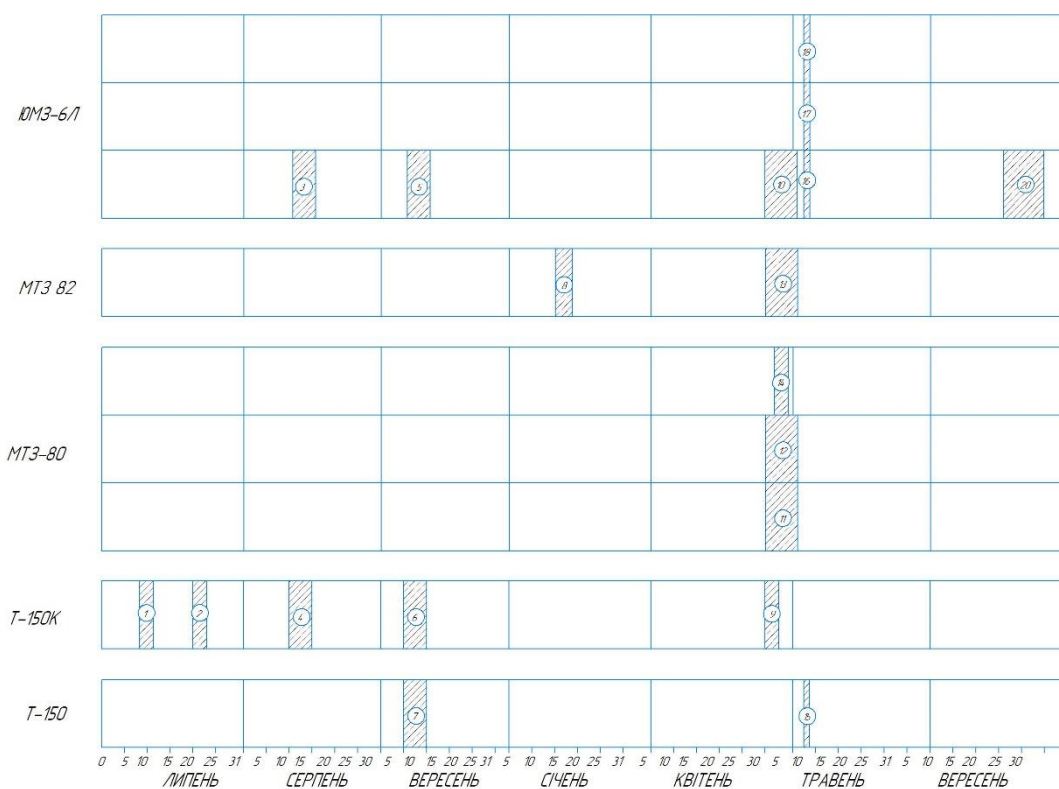


Рисунок.2.1 Розрахунок використання машинно-тракторних агрегатів

Для визначення обсягу механізованих робіт у умовних еталонних гектарах (ум. ет. га) необхідно перемножити кількість виконаних нормозмін на середній еталонний виробіток відповідного агрегату згідно з нормативними даними.

Формула розрахунку обсягу робіт:

Обсяг робіт (ум. ет. га) = Кількість нормозмін × Еталонний виробіток (га/зм)

Також виконується розрахунок витрат палива на одиницю виконаної роботи. Він базується на рекомендованих нормах споживання, визначених виробниками техніки та нормативними документами, і виражається у літрах на гектар:

Формула розрахунку витрат палива:

Витрата палива (л/га) = Загальна витрата палива (л) / Фактична площа (га)

Усі механізовані операції, які входять до технологічного процесу вирощування кукурудзи на зерно, а також розраховані витрати ресурсів по кожному етапу, узагальнено у технологічній карті, представленій у таблиці 2.1. Вона містить повний перелік технологічних операцій, терміни їх виконання, склад агрегатів, виробіток техніки, витрати палива та трудовитрати, що дозволяє оптимізувати організацію польових робіт.

2.3 Розробка операційної-технологічної карти для проведення оранки

Таблиця 2.1. Технологічна карта вирощування кукурудзи на зерно на площі 85 га

№	Операції	Агротех. заходи	Од. виміру	Обсяг роботи	Строки виконання		Глибина роботи за добу	Склад агрегату			Кількість с.г.м	Виробіток			Потрібно для виконання роботи			Витрата палива кг		Заграти праці люд-год/га		Кількість нормозмін
					Календ.	Год.		Трактор	Запл.	С.г.м		За годину	За змну	За добу	Агрегат	Трактори	Доп. люди	За нормою г/(кг*год)	За факт час кг	На одиницю роботи	На весь час	
1	Оранка	25-27см	га	85	01.10-10.10	10	7	John Deere 6R 110	—	Opticom Майстер 4А	1	1,25	8,76	17,52	1	1	—	179,7	1530	0,8	68	9,7
2	Боронування	6-8 см	га	85	10.10-15.10	5	7	Massey Ferguson 5711	—	БПТ-12	1	12,3	86,6	173,4	1	1	—	247,7	73	0,13	10,99	1,57
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	1,41
4	Культивація	18-20 см	га	85	20.10-30.10	10	7	John Deere 6R 110	—	Норд АСК 12,3	1	10,57	74,00	148,00	1	1	—	67,7	112,1	0,19	16,08	2,30
5	Ранньовесняне боронування	6-8 см	га	85	01.05-10.05	10	7	Massey Ferguson 5711	—	БПТ-12	1	12,3	86,6	173,4	1	1	—	247,7	73	0,13	10,99	1,57
6	Посів	6-7 см	га	85	01.05-10.05	10	7	John Deere 6R 110	—	Vederstad Tempo 16	1	16,50	115,50	231,00	1	1	—	247,7	68,4	0,12	10,30	1,47
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	0,78
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	0,78
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	0,78
10	Внесення трифлорами	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	0,73
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	7,08
12	Транспортування	5 км	т	527	01.10-30.11	8	7	KAMA3 45144	—	—	1	11,93	83,50	167,00	1	1	—	0,19	128,20	0,08	49,88	7,13
																		1400,98	3383,08		247,31	

Таблиця 1. Технологічна карта вирощування кукурудзи на зерно на площі 85 га

Призначення технологічної операції та характеристика умов роботи

Оранка є однією з ключових технологічних операцій у сільському господарстві, що виконується з метою підготовки ґрунту до подальших агротехнічних заходів.

Побудовані та представлено в Операційно технологічній карті рис.2.2.

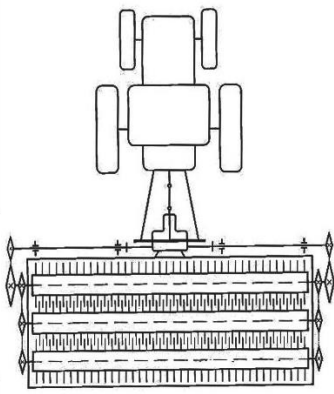
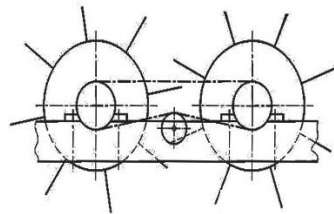
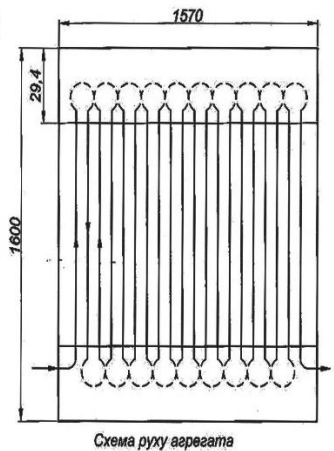
Показники	Значення показників	Схеми агрегатів																						
Умови роботи: площа поля, га довжина, ширина поля, м нахил, % питомий опір, Н/м ² Агротехнічні вимоги: глибина обробітку, см схема розміщення	540 1600 × 3375 3 55 (6...8) ± 1	 <p>Схема агрегата</p>																						
Склад технологічна характеристика основного та допоміжного машина-тракторного агрегату: марка трактора марка с.г. машини та кількість їх в агрегаті ширина агрегату, м регулювання(технологічні) Установка робочих органів на задпну глибину обробітку	МТЗ-80 АПО-4,2 пристрій для передпосівного обробітку ґрунту 4,2 Даний агрегат конструктивно розроблений з сталюю глибиною обробітку. Технологічні регулювання такі: перед роботою перевіряють натяг ланцюгових передач, якщо вони провисають, то проводять регулювання за допомогою натяжника.	 <p>Схема регулювання ланцюгової передачі</p>																						
Полі та схема руху на полі: спосіб руху підготовка поля до роботи оптимальна ширина загінки ширина поворотних смуг обробіток поворотних смуг коефіцієнт робочих ходів	Чорнавий односторонній з петлевидними грушевидними поворотами прибрати всі зайві речі з поля 100...110 25,2 обробляють по закінченні роботи 0,97	 <p>Схема руху агрегата</p>																						
Режим роботи і показники продуктивності: швидкість руху агрегата, км/год складові балансу часу змін, год чистий час холостий час продуктивність за змін, га погектарна витрата палива, кг/га	7,3 5,39 0 0,236 16,49 4,04																							
Контроль якості роботи: прилади та інструмент методика вимірів та обчислень	Дві лінійки, рулетка Оцінка якості обробітку																							
	<table border="1"> <thead> <tr> <th>Показники</th><th>Шкала якості</th><th>Кількість балів</th></tr> </thead> <tbody> <tr> <td rowspan="3">Глибина обробітку</td><td>8</td><td>2</td></tr> <tr> <td><8</td><td>0</td></tr> <tr> <td></td><td>3</td></tr> <tr> <td rowspan="3">Огріхи(необроблена площа в %)</td><td>до 2</td><td>1</td></tr> <tr> <td>2-3</td><td>0</td></tr> <tr> <td>>3</td><td>2</td></tr> <tr> <td rowspan="2">Висота борозен</td><td>до 4</td><td>0</td></tr> <tr> <td>>4</td><td></td></tr> </tbody> </table>	Показники	Шкала якості	Кількість балів	Глибина обробітку	8	2	<8	0		3	Огріхи(необроблена площа в %)	до 2	1	2-3	0	>3	2	Висота борозен	до 4	0	>4		
Показники	Шкала якості	Кількість балів																						
Глибина обробітку	8	2																						
	<8	0																						
		3																						
Огріхи(необроблена площа в %)	до 2	1																						
	2-3	0																						
	>3	2																						
Висота борозен	до 4	0																						
	>4																							
Оплата механізаторів, грн: основна оплата доплата за якість робіт доплата за класність	5,82 відмінна – 1,57 добре – 0,87 задовільно 0,57 1 клас – 1,16 2 клас – 0,55																							

Рисунок.2.2. Операційно технологічній карті

Її основне призначення полягає у розпушуванні орного шару, знищенні бур'янів та рослинних решток, поліпшенні водо- та повітропроникності ґрунту, а також створенні сприятливих умов для росту і розвитку культурних рослин.

Характеристика умов виконання оранки Умови проведення оранки можуть суттєво змінюватися залежно від ряду факторів:

- Тип ґрунту (суглинки, чорноземи, піщані ґрунти тощо) визначає глибину оранки, ступінь її розпушування та необхідне тягове зусилля.
- Погодні умови, особливо вологість ґрунту, мають істотний вплив на якість обробітку. Оптимальний рівень вологості забезпечує ефективне перевертання скиб без залипання плуга або надмірного ущільнення.
- Рельєф місцевості: наявність ухилів, підвищень чи западин може ускладнити рух агрегату і потребує адаптації траєкторії проходу.
- Фізичні перешкоди — каміння, кореневища або нерівності, що зустрічаються на полі, можуть негативно впливати на якість оранки та збільшувати знос техніки.
- Технічні параметри агрегату, зокрема швидкість руху, глибина обробітку, тип та стан плуга, правильність його налаштувань, а також потужність трактора, прямо впливають на продуктивність і якість операції.
- Дотримання техніки безпеки є обов'язковою умовою при виконанні механізованих робіт, особливо з використанням навісного або причіпного обладнання.

Значення якісного виконання оранки Якісно виконана оранка створює основу для подальших технологічних процесів: посіву, внесення добрив, міжрядного обробітку тощо. Вона забезпечує однорідну структуру орного шару, оптимальне розташування рослинних решток у профілі ґрунту та зниження засміченості поля бур'янами.

Успішне виконання цієї операції потребує ретельного планування, вибору оптимального машинно-тракторного агрегату та врахування усіх агротехнічних і технічних параметрів.

Загальні показники умов роботи, що використовуються для розрахунків ефективності та навантаження на агрегат, наведено у таблиці 2.2.

Таблиця 2.2. 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 до оранки Для досягнення високої якості оранки та оптимальних умов для подальших польових робіт слід дотримуватися таких основних агротехнічних вимог:

1. Глибина обробітку Оранка повинна виконуватись на задану глибину відповідно до типу ґрунту та сільськогосподарської культури. Для технічних культур, зокрема кукурудзи, рекомендована глибина становить 27–30 см.
2. Рівномірність скиб Повинна бути забезпечена сталість ширини та товщини скиб на всій площі поля. Це гарантує рівномірність обробітку та сприяє кращому перемішуванню ґрунту.
3. Точність глибини Відхилення фактичної глибини від заданої не повинно перевищувати 5%. Значні коливання можуть призвести до нерівномірного розвитку рослин і ускладнення подальших технологічних операцій.
4. Прямолінійність борозен Борозни повинні бути прямими, паралельними та рівномірно розташованими. Це полегшує наступні операції: культивуацію, сівбу та обприскування.

5. Відсутність недоліків обробітку На полі не повинно залишатись високих звальних гребенів чи глибоких роздільних борозен, які можуть спричинити застій води або перешкоджати сівбі.

6. Заорювання поворотних смуг Завершальний етап оранки включає ретельну обробку поворотних смуг для запобігання втратам продуктивної площі та забезпечення зручності для розвороту агрегатів.

Дотримання цих вимог забезпечує якісну підготовку ґрунту, сприяє підвищенню врожайності та ефективному використанню земельного фонду.

Умови виконання оранки Умови виконання оранки залежать від цілого ряду факторів:

- Тип ґрунту — важкі, середні чи легкі за механічним складом ґрунти впливають на вибір глибини, швидкість руху агрегату та зусилля тяги.
- Рівень вологості — оптимальна вологість ґрунту повинна забезпечувати ефективне розпушення без злипання скиб чи їх руйнування.
- Рельєф місцевості — наявність схилів, пагорбів або нерівностей вимагає точного налаштування агрегатів і вибору правильного напрямку руху.
- Перешкоди на полі — каміння, залишки дерев, коріння або інші сторонні об'єкти можуть ускладнити роботу та потребують попереднього очищення ділянки.
- Технічний стан обладнання — правильне регулювання плуга, справність агрегатів, гострота лемешів тощо мають прямий вплив на якість оранки.
- Швидкість руху — повинна бути оптимальною (зазвичай 6–9 км/год) для забезпечення якісного перевертання скиб без надмірного ущільнення ґрунту.

Розрахунок агрегату для оранки Для виконання оранки обрано машинно-тракторний агрегат у складі трактора *John Deere 6R110* та оборотного плуга *Opticon Майстер 4А*. Вибір агрегату здійснено відповідно до умов ґрунту та агротехнічних вимог. Розрахунок техніко-економічних показників виконано за методиками, викладеними у [3].

Загальні умови роботи Усі ключові параметри виконання оранки, зокрема глибина, швидкість руху, ширина захвату плуга, опір ґрунту та витрати пального, зведено у таблицю 2.2. Ці дані будуть використані для подальших розрахунків навантаження на МТА, витрат палива, продуктивності агрегату та планування термінів виконання робіт. Додаток А

Підготовка агрегату до роботи Для ефективної та безпечної роботи машино-тракторного агрегату необхідно провести ретельну підготовку, яка включає:

1. **Налаштування глибини оранки** Встановіть глибину обробітку ґрунту відповідно до агротехнічних вимог. Для технічних культур, зокрема кукурудзи, оптимальна глибина становить 27 см. Налаштування проводиться відповідно до характеристик ґрунту і типу плуга.
2. **Огляд і перевірка стану різальних органів** Перевірте технічний стан корпусів та лемішів плуга. Стандартні розміри елементів — 40 см на 15 см. У разі зношування або затуплення — проведіть заміну або заточування. Стан ріжучих частин безпосередньо впливає на якість оранки та витрати пального.
3. **Оцінка стану опорного колеса** Переконайтеся у справності колеса: шина повинна бути без пошкоджень, мати належний тиск і забезпечувати стійке зчеплення з ґрунтом, щоб витримувати навантаження при роботі в полі.
4. **Змащення робочих вузлів** Обов'язково проведіть змащення шарнірів, підшипників і рухомих з'єднань відповідним мастилом згідно з технічним паспортом машини. Недостатнє змащення призводить до підвищеного зносу й зниження ефективності роботи.
5. **Перевірка гідравлічної системи трактора** Перевірте тиск і функціональність гідросистеми. Вона повинна забезпечувати піднімання плуга

на висоту до 50 см відносно поверхні ґрунту — це потрібно для транспортування агрегату та його розвороту на краях поля.

Підготовка поля до роботи агрегату Перед безпосереднім початком оранки необхідно правильно спланувати розміщення агрегату на полі та обрати раціональний напрямок руху:

- У більшості випадків доцільно орати вздовж довшої сторони поля, що дозволяє скоротити кількість розворотів, знизити витрати пального і підвищити продуктивність.

- Проте, на схилах і горбистій місцевості напрямок оранки повинен бути перпендикулярним до ухилу, що дозволяє уникнути ерозійних процесів і вимивання родючого шару.

- Важливо також оцінити рельєф місцевості, наявність перешкод і зручність доступу до поворотних смуг.

Підготовчі роботи мають вирішальне значення для довговічності техніки, якісного обробітку ґрунту та досягнення запланованих агрономічних результатів. Розрахунки виконуються відповідно до прийнятої методики [3].
Додаток А.

Контроль та оцінка якості оранки Контроль та оцінка якості виконання оранки є ключовим етапом у забезпеченні ефективної підготовки ґрунту до сівби. Оцінювання здійснюється за низкою параметрів, що визначають якість технологічної операції:

1. Глибина обробітку ґрунту Вимірювання проводиться по ширині захвату агрегату на довжині 65–200 мм у 26–30 точках. Якщо середня глибина обробки відхиляється від нормативної більше ніж на ± 2 см, необхідне повторне регулювання плуга для досягнення заданого рівня глибини.

2. Якість підрізання бур'янів Для оцінки проводять розріз дна борозни (ширина 15–20 см, довжина 10–12 см), після чого підраховують кількість підрізаних бур'янів. Отримані дані порівнюють із фоновію засміченістю. Визначення відхилення (α) дозволяє встановити ефективність знищення бур'янів.

3. Загортання рослинних залишків Оцінка здійснюється візуально — перевіряється рівномірність і повнота загортання пожнивних решток. Це важливий показник, що впливає на розкладання органічної маси та подальше формування родючості ґрунту.

4. Наявність грудок великого розміру (>50 мм) Проводиться підрахунок кількості грудок на 10 контрольних майданчиках розміром 1×1 м. Надмірна кількість великих грудок свідчить про недостатнє розпушування, що може ускладнити наступні операції.

Контроль за зазначеними показниками дозволяє своєчасно виявити відхилення від нормативів і скоригувати технологічний процес. Це сприяє підвищенню якості обробітку ґрунту, збереженню його структури та забезпеченню сприятливих умов для росту кукурудзи.

2.4 Обґрунтування вибору удосконалення та його детальне пояснення

Мета вдосконалення Основною метою запропонованої модернізації є:

- Підвищення надійності роботи плуга;
- Покращення якості оранки;
- Зменшення динамічного навантаження на останній корпус;
- Забезпечення чіткішої траєкторії руху трактора в борозні;
- Поліпшення умов праці оператора.

Опис конструктивного рішення Для реалізації запропонованого вдосконалення передбачено встановлення дискового ножа зі стійкою до механізму кріплення останнього корпусу плуга. Конструктивна схема представлена на рис. 2.3.

Основні елементи конструкції:

- Стійка (1): монтується до рами плуга; забезпечує амортизацію вертикальних динамічних навантажень, що підвищує довговічність конструкції.

- Дисковий ніж (2): основний ріжучий елемент, який виконує підрізання ґрунту до того, як він потрапляє під останній корпус плуга.
- Шарнірна опора (4): дозволяє робочому органу вільно рухатися в горизонтальній площині, сприяючи адаптації ножа до мікрорельєфу поля.
- Водило (5): з'єднує стійку з робочим органом; забезпечує регулювання робочої глибини за допомогою вертикального шарніра.
- Вісь (10): кріпиться до водила; має різьбове з'єднання та конусну форму, що забезпечує надійне фіксування.
- Підшипниковий вузол: включає радіально-упорні підшипники (7), ущільнювальні кільця (8, 13) та розпірне кільце (9); забезпечує стабільне обертання диска та його захист від пилу й вологи.
- Дисковий ніж (2): кріпиться до ступиці за допомогою потайних болтів (12); конструкція не потребує отвору під маточину, що підвищує міцність і зносостійкість ножа.

Переваги запропонованого вдосконалення:

1. Зменшення навантаження на останній корпус плуга, що зменшує ймовірність його деформації або передчасного зношування.
2. Покращення якості формування борозни завдяки точнішому різанню ґрунту дисковим ножом.
3. Збільшення експлуатаційного ресурсу ріжучого органа за рахунок конструктивних особливостей ступиці.
4. Покращення умов роботи оператора через стабільніший рух трактора в борозні.

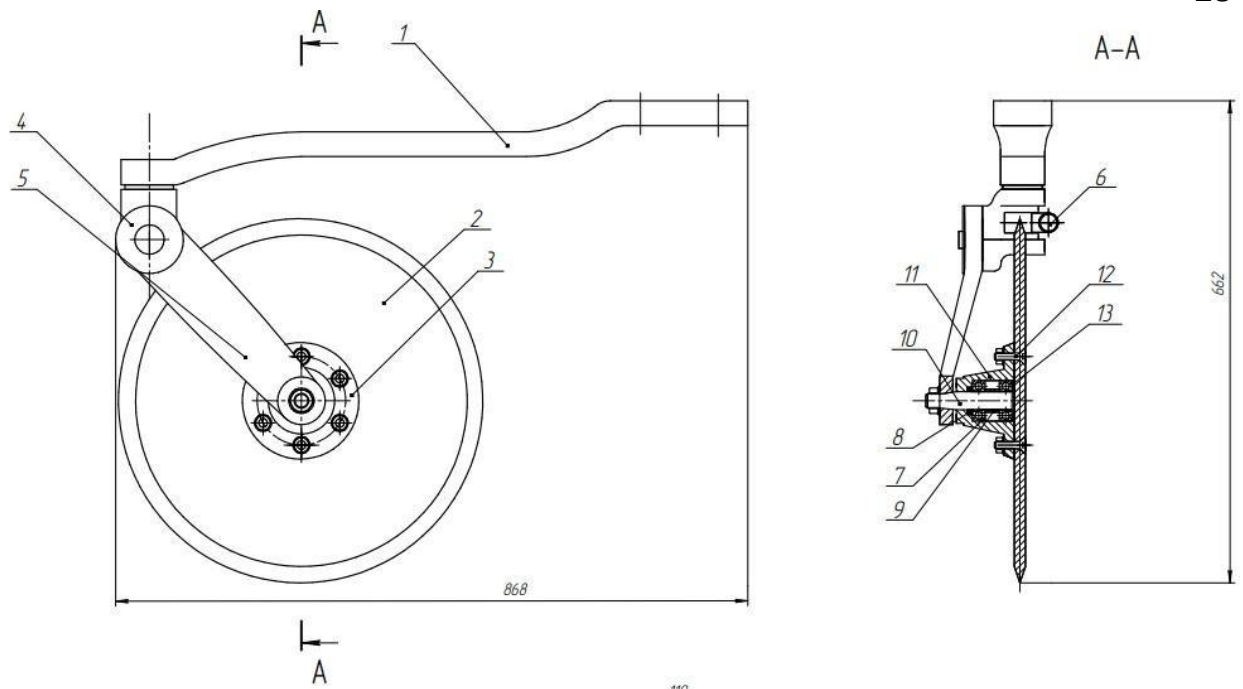


Рис. 2.3 Схема дискового ножа для обладнання оборотного плуга

Принцип дії вдосконаленого плуга Під час оранки запропонований пристрій функціонує таким чином: дисковий ніж, розташований перед останнім корпусом плуга, здійснює вертикальне розрізання пласта ґрунту. Завдяки цьому корпусу плуга, що слідує за ножем, залишається лише підрізати нижню частину скиби та перевернути її. Така попередня підготовка забезпечує чисте, рівне формування борозни, що, у свою чергу, покращує умови руху трактора, який працює в борозні, забезпечуючи його стійкість і рівномірний хід.

Очікувані переваги встановлення дискового ножа Встановлення дискового ножа перед останнім корпусом оборотного плуга надає низку істотних переваг:

- Покращення якості обробітку ґрунту: Дисковий ніж ефективно прорізає шар ґрунту, полегшуючи проникнення корпусу плуга та забезпечуючи краще загортання рослинних залишків. Це сприяє рівномірному розподілу органіки в ґрунтовому шарі, що покращує структуру ґрунту та сприяє оптимальним умовам проростання насіння.

- Зменшення тягового опору: Завдяки попередньому прорізанню ґрунту, опір при роботі плуга зменшується, що дозволяє скоротити енергетичні витрати агрегату. Це особливо важливо при роботі на важких або вологих ґрунтах.

- Полегшення обертання скиби: Розрізаний і частково розпушений ґрунт легше піддається формуванню скиби, зменшуючи механічне навантаження на робочі органи плуга, знижуючи знос деталей і підвищуючи довговічність машини.

- Зниження ризику ущільнення ґрунту: Дія дискового ножа забезпечує розпушення верхнього шару до основної дії корпусу плуга, що запобігає утворенню ущільненого шару (так званої «підшви плуга»). Це сприяє покращенню аерації, водопроникності та загальному фітосанітарному стану поля.

Таким чином, додаткове оснащення плуга дисковим ножом не лише покращує якість обробітку ґрунту, але й зменшує навантаження на агрегат, сприяє економії пального, знижує ступінь ущільнення ґрунту та підвищує врожайність сільськогосподарських культур. Це вдосконалення є раціональним інженерним рішенням, яке має значний агротехнічний та економічний ефект.

2.5 Техніко-експлуатаційні розрахунки

Обґрунтування параметрів проєктованого дискового ножа. Дискові ножі застосовуються в сільськогосподарських знаряддях для розрізання ґрунту у вертикальній площині з метою полегшення роботи основних робочих органів, таких як корпуси плуга. Конструкція плоского дискового ножа повинна забезпечувати високу стійкість до навантажень, що виникають при взаємодії з ґрунтом, а також мінімальні витрати енергії на його обертання та рух у ґрунтовому середовищі.

Під час роботи дисковий ніж зазнає дії сил опору ґрунту та сил тертя, які виникають на його бічних поверхнях при заглибленні у ґрунт. З огляду на симетричність форми ножа та характер його взаємодії з середовищем, ці сили

можна умовно звести до однієї рівнодійної сили опору. Дана сила діє у точці, що наближено відповідає середині дуги контакту ножа з ґрунтом, та спрямована через вісь обертання диска.

Сила RRR має дві основні складові:

- Горизонтальну компоненту — це тяговий опір, що виникає в процесі розрізання ґрунту та спричиняє обертання ножа навколо осі. Ця компонента є критично важливою для розрахунку зусиль, що передаються на механізм кріплення, а також для забезпечення стабільності руху плуга.

- Вертикальну компоненту — ця сила прагне виштовхнути диск із ґрунту, що створює додаткове навантаження на стійку диска. Конструкція стійки та система її кріплення до рами плуга повинні компенсувати цю силу, забезпечуючи стабільне положення ножа під час роботи.

Для забезпечення надійної та ефективної роботи дискового ножа необхідно визначити оптимальні геометричні параметри, зокрема:

- Зовнішній діаметр диска — рекомендовано в межах 450–500 мм, залежно від глибини розрізання та типу ґрунту;

- Товщина ножа — зазвичай 5–8 мм, щоб забезпечити міцність без надмірного опору;

- Кут атаки до поверхні ґрунту — орієнтовно 15–25°, для забезпечення ефективного заглиблення та мінімізації зусиль виштовхування;

- Глибина заглиблення — повинна бути на 1–2 см більшою, ніж глибина обробітку корпусом плуга, щоб гарантувати повноцінне вертикальне розрізання скиби.

Аналітичні розрахунки, що обґрунтовують вибір даних параметрів, проводилися згідно з методиками, викладеними в [12], з урахуванням агротехнічних вимог до обробітку ґрунту, характеристик агрегату, а також механіко-фізичних властивостей ґрунтів у зоні дії ножа.

Зміна опору ґрунту в межах 40–80 кПа, сила R_x для диска який відповідає стандартним геометричним розмірам та фізичними властивостями коливається

в межах 0,7-2,2 кН. Сила R_z завжди дорівнює 1,2-кратному значенню R_x [12].

Схема сил зображена на рис. 2.4

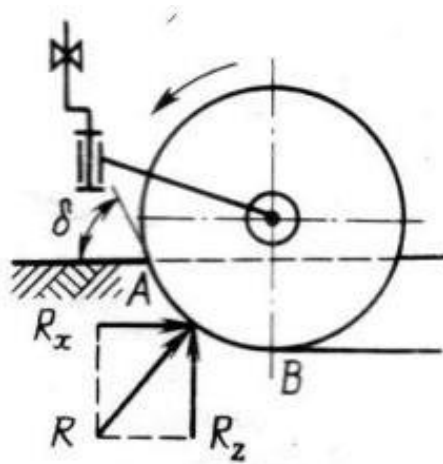


Рис.2.4 Сили які діють на диск при роботі в ґрунті

Для того щоб дисковий ніж ефективно розрізав рослинні залишки, що трапляються на його шляху, а не зминав або затягував їх, необхідно, щоб кут защемлення δ був меншим за суму кутів тертя φ_1 та φ_2 . Кут φ_1 відповідає за напрям дії сили тертя між лезом ножа та стеблом рослини, тоді як кут φ_2 — за тертя між стеблом і поверхнею ґрунту [12]. Якщо ж стебла забиваються між диском ножа і корпусом плуга, рекомендується зменшити глибину занурення диска або застосувати ніж більшого діаметра. Як альтернативу можна використовувати вирізні дискові ножі, які ефективніше розсікають рослинні залишки, запобігають їх накопиченню та сприяють зменшенню сили тягового опору R_x на 18–25%.

Сила R_x також залежить від кінематичних характеристик руху леза, зокрема від коефіцієнта кінематичного режиму λ . Із зростанням λ від 0 до 1 спостерігається зменшення сили R_x приблизно в 2,5 рази. Значення λ залежать від конструкції ножа і фізичного стану ґрунту. Для дисків із прямим (гладким) лезом λ становить від 1,02 до 1,098; для рифлених дисків — від 1,08 до 1,31; для вирізних дисків — у межах 1,045–1,165.

Установка дискових ножів перед робочими органами плуга має низку переваг: зменшення загального тягового опору, покращення якості формування борозни, точніше відрізання скиби та підвищення стійкості ходу сільськогосподарського агрегату [12].

Щоб забезпечити стабільну роботу диска в ґрунті, необхідно досягти рівноваги всіх сил, які діють на нього. До них належать: сила тяжіння G , прикладена до центру мас диска, реакція ґрунту R , що проходить через вісь обертання (шарнір) диска, та тягова сила P , прикладена до точки з'єднання з повідцем (O_3). Умовою стійкого руху є не лише взаємне урівноваження цих сил, але й те, щоб алгебраїчна сума моментів відносно точки підвішування O_3 дорівнювала нулю. Схема силової взаємодії наведена на рис. 2.5.

$$P + G + R = 0; \quad (2.1)$$

$$Gl_3 + Q_{np} + Rl_2 = 0.$$

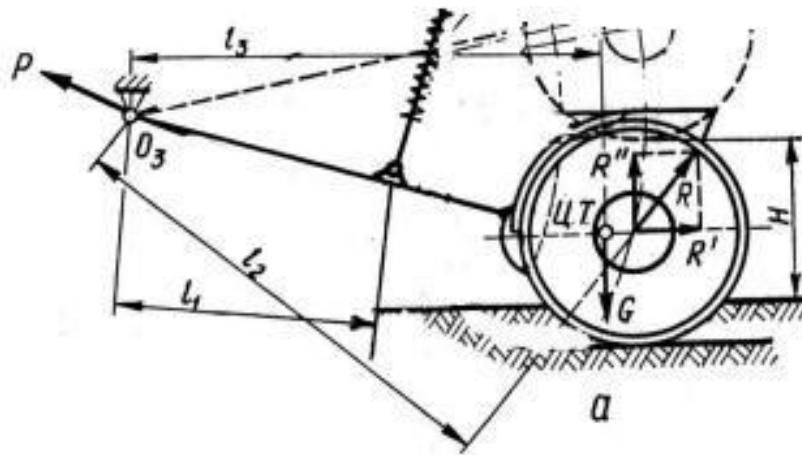


Рис. 2.5 Схема роботи дискового ножа

У рівняннях, що описують умови рівноваги, сила R враховується як змінна величина, що залежить від характеристик ґрунту — зокрема, його щільності, вологості та структури. Зменшення сили реакції ґрунту призводить до глибшого занурення диска, тоді як її збільшення — до зменшення глибини різання. Під час

роботи на полі необхідно регулярно перевіряти фактичну глибину занурення дисків, щоб вона відповідала заданим параметрам обробітку ґрунту.

Розрахунок рівноваги дискового ножа Під час руху дискового ножа в ґрунті на нього діє кілька сил, що впливають на його динаміку. Це сила тяжіння G (що враховує масу диска з повідцем), сила реакції ґрунту R та тягова сила P . Остання, у свою чергу, розкладається на вертикальну складову P_1 і горизонтальну складову P_2 . Для забезпечення рівноваги всі сили мають бути збалансованими, що можна виразити у вигляді векторного рівняння. [12].

Через симетричну форму диска всі сили, що на нього діють, лежать в одній площині. Відповідна система сил проілюстрована на рис.2.6.

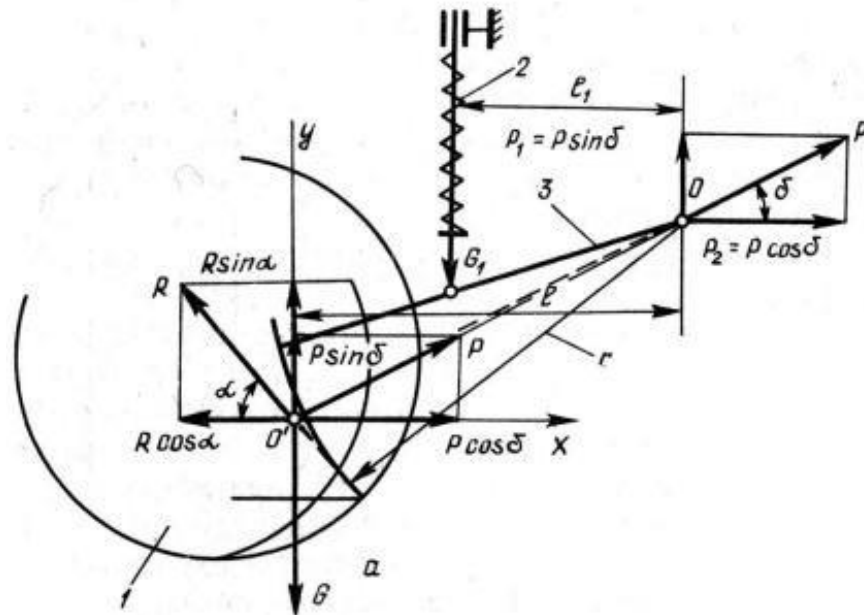


Рис. 2.6 Система сил що діють на дисковий ніж

Розрахунок рівноваги дискового ножа Додаток Б

Для забезпечення стабільної роботи дискового ножа в горизонтальній площині, важливо, щоб його лезо мало двобічне загострення. Оптимальний кут загострення леза диска має варіюватися в межах 15-20°. Це дозволяє зберігати

ефективність різання та мінімізувати знос леза. Основні параметри стандартного дискового ножа представлені на рис. 2.7.

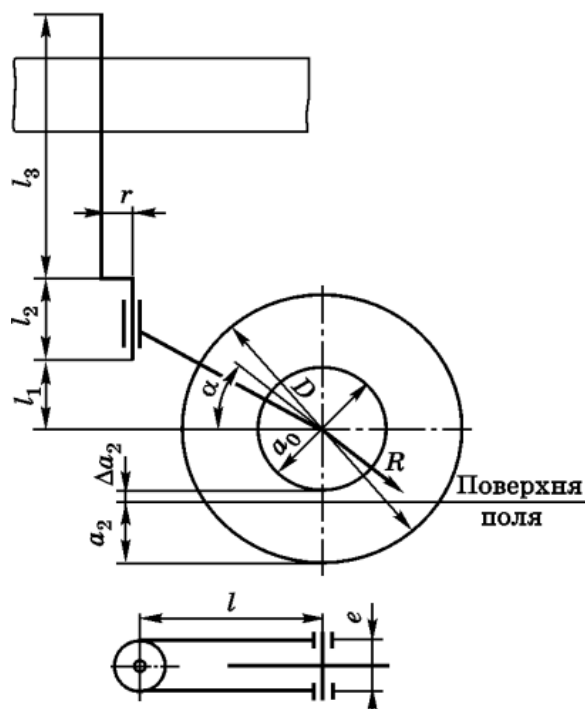


Рис. 2.8 Розміри дискового ножа

Для запобігання забиванню ножа і забезпечення його вільного обертання, просвіт l між диском і іншими елементами конструкції має бути достатнім. Рекомендується, щоб він перевищував радіус диска не менше ніж на 50 мм. Важливо також, щоб розхил вилки, на якій кріпиться диск, був не меншим за 100 мм [12].

$$l \geq \frac{D}{2} + 50 \quad (2.2)$$

2

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

Це дозволяє зменшити ймовірність затримання рослинних решток. Крім того, для уникнення загібання решток, просвіт l_1 має бути не меншим за 50 мм.

Довжина l_3 верхньої частини стояка повинна бути достатньою, щоб забезпечити стабільну роботу плуга навіть на малих глибинах обробітку. Запас міцності для цього забезпечується мінімальною довжиною l_2 нижньої частини стояка, що відповідає вимогам щодо механічної міцності та витривалості. Коліно стояка має бути вигнуте під певним кутом, а його радіус r повинен становити не менше 70 мм. Це гарантує правильне розташування ножа відносно плужного корпусу або передплужника та визначає оптимальне положення диска на рамі плуга.

Розрахунок підшипникової опори для ступиці дискового ножа

Аналізуючи ескізи та креслення, можна визначити габаритні розміри, що забезпечують належну роботу механізму. Для стандартного дискового ножа діаметром 500 мм ми обираємо оптимальні розміри для стійки з рухомою проміжною опорою, що відповідають агротехнічним вимогам і сприяють ефективній роботі ножа.

Обираємо два радіально-упорні підшипники, які відносяться до легкої серії №36205 та відповідають ГОСТ 831-75 (рис.2.9) і мають такі параметри.

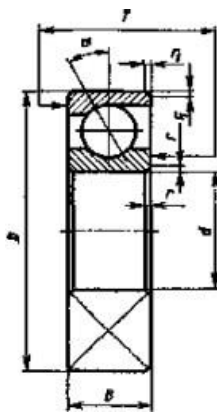


Рис. 2.9 Схема кулькового радіально-упорного підшипника

Перше, на що слід звернути увагу, — це правильний підбір посадкового місця для підшипників кочення, яке повинно мати діаметр $d = 25$ мм. Оскільки диск працює в умовах твердих ґрунтів, де можливі зіткнення з великими фракціями ґрунту (грудками), це створює додаткові радіальні навантаження на

підшипникові вузли. Для підвищення надійності та довговічності роботи вузла, ми обираємо кулькові радіально-упорні підшипники. Вони забезпечують стійкість до великих навантажень та гарантують ефективну роботу диска навіть у складних умовах.

Таблиця 2.2. Параметри кулькового радіально-упорного підшипника

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

Висновки по розділу

У даному розділі було проведено детальний аналіз технологічного процесу вирощування кукурудзи на зерно з фокусом на механізовані операції, що дозволило сформулювати ефективну стратегію виробництва культури. Для цього було розроблено технологічну карту, яка охоплює всі етапи механізованих робіт — від підготовки ґрунту до збирання врожаю. Результати розрахунків показали наступні дані:

- Витрати палива за весь період становлять 3383,08 кг.
- Затрати праці складають 247,31 люд.-год/га.

Окремо було проведено аналіз та побудовано операційно-технологічну карту оранки з урахуванням реальних умов роботи, агротехнічних вимог та стандартів безпеки. Це дозволило детальніше розглянути процеси та оптимізувати їх виконання.

В результаті, розроблена технологія вирощування кукурудзи на зерно продемонструвала свою високу ефективність і практичну доцільність. Вона забезпечує:

- Раціональне використання технічних і трудових ресурсів,
- Високу якість виконання операцій,
- Зниження виробничих витрат,
- Підвищення врожайності культури.

Таким чином, застосування цієї технології сприяє стабільному та економічно вигідному виробництву кукурудзи, враховуючи сучасні вимоги до агротехніки та ресурсозбереження.

У процесі аналізу та розробки параметрів дискового ножа для плуга були визначені ключові характеристики, які сприяють високій ефективності цього елемента. Розроблений дисковий ніж є оптимальним вибором для оснащення плуга, оскільки має двобічне загострення леза, що забезпечує стабільний хід в горизонтальній площині. Кут загострення леза в межах 15-20° дозволяє ефективно виконувати роботу на різних типах ґрунтів.

Важливою характеристикою диска є його стандартні розміри, що гарантують коректну роботу механізму. Розмір стійки з рухомою проміжною опорою обраний таким чином, щоб відповідати агротехнічним вимогам і забезпечити надійність та довговічність роботи ножа.

У якості підшипникової опори було обрано кулькові радіально-упорні підшипники, які забезпечують оптимальну підтримку та знижують знос вузла. Розрахунковий ресурс підшипникової опори склав 296,43 млн обертів.

Загалом, розроблений дисковий ніж для плуга є ефективним і надійним рішенням, яке відповідає вимогам сучасної сільськогосподарської техніки. Він забезпечує високу якість обробки ґрунту, підвищує продуктивність роботи плуга та сприяє підвищенню ефективності агротехнічних операцій.

РОЗДІЛ 3. ОХОРОНА ПРАЦІ

3.1 Загальні положення з охорони праці

Охорона праці є важливою складовою частиною технологічного процесу у сільському господарстві, що передбачає використання сільськогосподарської техніки. Забезпечення безпеки на робочих місцях, контроль за умовами праці та дотримання відповідних стандартів є необхідними для попередження нещасних випадків і професійних захворювань. Важливими аспектами охорони праці в аграрному секторі є:

- Безпека праці при експлуатації техніки, зокрема тракторів, плугів, сівалок та іншого обладнання.
- Організація робочих місць і території: для забезпечення безпечних умов праці на всіх етапах технологічного процесу.
- Навчання та інструктажі: усі працівники повинні проходити інструктажі з техніки безпеки та мати відповідні сертифікати для роботи з технікою.

3.2 Безпека праці при механізованих роботах

Основними механізованими операціями при вирощуванні кукурудзи є підготовка ґрунту, посів, обробка та збирання врожаю. Для кожної з цих операцій необхідно забезпечити належні умови для безпечної роботи.

1. Підготовка ґрунту: при виконанні оранки та культивації важливою є перевірка технічного стану плугів і тракторів, щоб уникнути поломок, що можуть призвести до травм. Робітники повинні мати можливість швидко вимкнути техніку у разі надзвичайної ситуації.

2. Посів і обробка: робота з сівалками та іншими механізмами вимагає ретельного контролю за їх станом. Працівники повинні бути

забезпечені захисними засобами, а техніка повинна проходити регулярне обслуговування для мінімізації ризику травм.

3. Збирання врожаю: під час роботи з комбайнами та іншими машинами необхідно дотримуватись правил безпеки, а також використовувати засоби захисту від пилу та шуму, оскільки вони можуть негативно впливати на здоров'я працівників.

3.3 Безпека праці при роботі з дисковими ножами для плуга

Особливу увагу слід приділяти техніці безпеки при роботі з дисковими ножами для плуга, оскільки ці елементи можуть бути потенційно небезпечними. Для забезпечення безпечної роботи необхідно:

1. Підготовка техніки до роботи: перед початком роботи слід перевірити правильність встановлення дискових ножів на плугу, а також їх гостроту та належне змащення. Це дозволить уникнути можливих поломок і травм.

2. Захист від травм: працівники повинні носити захисні рукавички для запобігання порізам і пошкодженням під час налаштування або обслуговування ножа. Також слід застосовувати захисні окуляри в умовах високої запиленості.

3. Уникнення аварійних ситуацій: техніка повинна бути оснащена автоматичними системами відключення в разі поломок. Після завершення робочої зміни потрібно вимкнути техніку та привести її в безпечний стан.

Висновки

Забезпечення належних умов для охорони праці є невід'ємною частиною технологічного процесу у сільському господарстві. Врахування всіх заходів безпеки дозволяє знизити травматизм, забезпечити ефективну роботу техніки та зберегти здоров'я працівників. Безпека має бути пріоритетом на всіх етапах роботи з технікою, що сприятиме не лише зниженню ризиків, а й підвищенню продуктивності праці.

РОЗДІЛ 4.

ЕКОНОМІЧНА ЕФЕКТИВНОСТЬ ПРОЄКТУ

Метою розрахунку економічної ефективності проекту є оцінка його фінансової доцільності та потенційної прибутковості. Це дозволяє визначити, чи буде проект рентабельним і чи виправдає себе з економічної точки зору.

Для визначення економічного ефекту за рік та порівняння показників агрегатів наводяться відповідні дані в таблиці 4.1. Це дозволяє точно оцінити очікувану економію та виявити позитивні зміни, що можуть бути досягнуті за рахунок впровадження нового агрегату.

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

Оцінка економічної ефективності запропонованого проекту експлуатації (МТП) проводиться шляхом порівняння показників базового агрегату (поточного) з показниками проектного агрегату. Цей порівняльний аналіз дає змогу виявити, наскільки проект є економічно вигідним, а також визначити його переваги і потенціал для підвищення ефективності виробничих процесів.

Для більш детального аналізу та наочного порівняння базового та модернізованого проекту були занесені основні дані розрахунків до таблиці 4.2.

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

Розрахунок показника ефективності проекту та фінансового аналізу проведено за стандартною методикою.

Висновки:

1. Спроектована модель плуга з модернізацією є економічно вигіднішою за стандартну модель, що підтверджується коротким терміном окупності, який становить всього 1,66 роки.

2. Економічний ефект від впровадження модернізованої моделі плуга становить 6 077,5 грн на рік, що значно покращує фінансові показники підприємства.

3. Модернізована модель плуга продемонструвала вищу ефективність та вигідність у порівнянні з базовим проектом, що робить її перспективною для впровадження в роботу на підприємстві.

Таким чином, проект модернізації плуга є успішним, прибутковим і може бути впроваджений на підприємстві для підвищення продуктивності та зниження витрат.

ЗАГАЛЬНІ ВИСНОВКИ ТА ПРОПОЗИЦІЇ

Узагальнюючи результати проведеного дослідження та розробки дипломного проекту, основною метою якого було удосконалення використання техніки при вирощуванні кукурудзи на зерно та розробка операційно-технологічних карт, можна стверджувати, що всі поставлені завдання були успішно вирішені, а цілі досягнуті.

Впровадження розробленої технології вирощування кукурудзи та оптимізованого плану механізованих робіт дозволить знизити енерговитрати при основному обробітку ґрунту до 1174,4 грн/га. Завдяки удосконаленій конструкції плуга, розробленому плану механізованих робіт і оптимізації робочих процесів вдалося збільшити продуктивність до $W_{\text{год}} = 1,25$ га, що також призвело до скорочення часу на виконання операцій. Як результат, було досягнуто покращення ефективності вирощування кукурудзи, зниження витрат праці до 247,3 люд.-год/га і витрат палива до 3 383 кг.

Економічний ефект від впровадження вдосконаленої конструкції плуга у порівнянні зі стандартною моделлю становить 6 077,5 грн на рік, що дозволяє окупити капітальні вкладення на модернізацію за 1,66 роки.

На основі розрахунків технологічної карти вирощування кукурудзи було встановлено, що запропоновані технологічні рішення є економічно вигідними. Зниження витрат палива та праці дозволило зменшити собівартість продукції та збільшити рівень рентабельності.

Отже, проект, що включає удосконалення техніки для вирощування кукурудзи на зерно, розробку операційної технології оранки та вдосконалення конструкції плуга, успішно вирішує проблеми, пов'язані з енерговитратами при основному обробітку ґрунту. Цей проект має важливе значення для підвищення ефективності вирощування кукурудзи, забезпечення економічної вигоди та сприяння сталому розвитку сільськогосподарського сектору.

БІБЛІОГРАФІЧНИЙ СПИСОК

1. «Альбом технологічних карт. Український клуб аграрного бізнесу. 2015 р.»
2. База патентів України – ukrpatent.org
3. А.С. Кобець, О.Д. Деркач, М.І. Ролдугін, В.М. Яцук, П.М. Кухаренко, А.М. Пугач «Механізація вирощування сільськогосподарських культур в Україні»
4. Заїка П.М. Теорія сільськогосподарських машин: / П.М. Заїка. – Харків: ОКО, 2001. – Т. 1, ч. 1 “Машини та знаряддя для обробітку ґрунту”. – 443 с.
5. "Зінченко О. І. та ін. Рослинництво: Підручник / О. І. Зінченко, В. Н. Салатенко, М. А. Білоножко; За ред. О. І. Зінченка. — К.: Аграрна освіта, 2001."
6. "Ільченко В.Ю., Карасьов П.І., Лімонт А.С. та ін.. Експлуатація МТПв аграрному виробництві. К.Урожай, 1994, 287с."
7. "Ільченко В.Ю., Кобець А.С., Мельник в.П. та ін. Практикум з використання машин у рослинництві. Дн-ськ, ДДАУ, 2002.-212 с."
8. "Кухаренко П.М. Курс лекцій «Використання транспорту в сільському господарстві»."
9. "Лихочвор В.В., Петриченко В.Ф. Рослинництво. (Сучасні інтенсивні технології вирощування основних польових культур. – Львів: НВФ "Машино – використання та охорона довкілля./ А.Ф. Головчук, А.С. Лімант, М.Г. Бондаренко."
10. "А.С. Кобець, О.Д. Деркач, М.І. Ролдугін, В.М. Яцук, П.М.Кухаренко, А.М. Пугач. Механізація вирощування сільськогосподарських культур в Україні. –Д., 2014.-285 с."
11. Сільськогосподарські машини. Основи теорії та розрахунку :

підручник / [Войтюк Д.Г., Бороновський В.М., Булгаков В.М. та ін.]; за ред. Д.Г. Войтюка. – К. : Вища освіта, 2005. – 464 с.

12. «Практикум з використання машин у рослинництві» / В. Ю. Ільченко, А. С. Кобець, В. П. Мельник, П. І. Карасьов, П. М. Кухаренко, А. В. Ільченко. – Дніпропетровськ: РВВ ДДАУ, 2002. – 212 с.

13. Механізовані польові роботи. Методика розрахунку, норми виробітку та витрати пального на основний обробіток ґрунту / В. В. Вітвіцький, Н. М. Семененко, І. В. Лобастовий та ін.; За ред. В. В. Вітвіцького. – К.: УкрНДСагропром, 1997. – Кн. 2. – 274 с.

14. Пастухов В. І. Енергетична оцінка механізованих технологій рослинництва. Методи і результати. – Харків: Ранок – НТ, 2003. – 100 с.

15. Типові норми продуктивності і витрати палива на збиранні сільськогосподарських культур / В. В. Вітвіцький, І. М. Демчак, В. С. Пивовар та ін. – К.: НДІ „Украгропромпродуктивність”, 2005. – 544 с.

16. Типові норми продуктивності і витрати палива на передпосівному обробітку ґрунту / В. В. Вітвіцький, І. В. Лобастов, М. Ф. Кисляченко та ін. – К.: НДІ „Украгропромпродуктивність”, 2005. – 672 с.