ДНІПРОВСЬКИЙ ДЕРЖАВНИЙ АГРАРНО-ЕКНОМІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ

Інженерно-технологічний факультет

Кафедра експлуатації машинно-тракторного парку

П о я с н ю в а л ь н а з а п и с к а

до дипломного проєкту

ступеня вищої освіти «Бакалавр» на тему:

Удосконалення використання техніки при вирощуванні кукурудзи на зерно з розробкою операційної технології оранки

Виконав: студент 3 курсу, групи МС-4-20 за спеціальністю 208 «Агроінженерія»

_____ Вітер Віталій Андрійович

Керівник: _____ Макаренко Дмитро Олександрович

Рецензент: _____ _____

Дніпро – 2023

ДНІПРОВСЬКИЙ ДЕРЖАВНИЙ АГРАРНО-ЕКОНОМІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ

Інженерно-технологічний факультет

Кафедра інжинірингу технічних систем

Ступінь вищої освіти: «Бакалавр»

Спеціальність: 208 «Агроінженерія»

ЗАТВЕРДЖУЮ

Завідувач кафедри

ЕМТП

(назва кафедри)

доцент

(вчене звання)

_____ Деркач О.Д.

(підпис) (прізвище, ініціали)

«____» _____ 2023 р.

З А В Д А Н Н Я
НА ДИПЛОМНИЙ ПРОЄКТ СТУДЕНТУ

Вітру Віталію Андрійовичу

(прізвище, ім'я, по батькові)

1. Тема роботи: Удосконалення використання техніки при вирощуванні кукурудзи на зерно з розробкою операційної технології оранки

керівник роботи Макаренко Дмитро Олександрович , к.т.н., доцент

(прізвище, ім'я, по батькові, науковий ступінь, вчене звання)

затверджені наказом вищого навчального закладу від

« 8 » травня 2023 року № 820

2. Строк подання студентом роботи_____

3. Вихідні дані до проєкту Огляд стану питання в галузі вирощування кукурудзи на зерно. Патентний пошук, аналіз літературних джерел, останніх досліджень з обраної тематики.

4. Зміст розрахунково-пояснювальної записки (перелік питань, які потрібно розробити). Характеристика виробничої діяльності господарства. 2. Аналіз технології вирощування кукурудзи на зерно та її вдосконалення. 3. Удосконалення конструкції плуга Opticon Майстер 4А. 4. Охорона праці. 5. Розрахунок економічної ефективності. Висновки та пропозиції. Бібліографічний список.

5. Перелік графічного матеріалу (з точним зазначенням обов'язкових креслень)

1. Аналіз діяльності господарства (А1). 2. План механізованих робіт вирощування кукурудзи на зерно (А1). 3. Вид загальний плуга Opticon Майстер 4А (А1). 4. Дисковий ніж до плуга Opticon Майстер 4А (А2) 5. Водило (А3). 6. Ступиця (А3). 7. Техніко-економічні показники (А1).

6. Консультанти розділів проєкту

Розділ	Прізвище, ініціали та посада консультанта	Підпис, дата	
		завдання видав	завдання прийняв
4	Деркач О.Д., доцент		
нормоконтроль	Макаренко Д.О., доцент		

7. Дата видачі завдання: 15.02.2023

№ з/п	Назва етапів дипломного проекту	Строк виконання етапів роботи	Примітка
1	Аналітичний (оглядовий)	до 03.04.2023 р.	
2	Технологічний	до 20.04.2023 р.	
3	Конструкційний	до 10.05.2023 р.	
4	Охорона праці	до 19.05.2023 р.	
5	Економічний	до 25.05.2023 р.	
6	Графічна частина	до 09.06.2023 р.	

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

Студент _____ Вітер В.А.
(підпис) (прізвище та ініціали)

Керівник роботи _____ Макаренко Д.О.
(підпис) (прізвище та ініціали)

№	формат	Позначення	Найменування	Кількість аркушів	Номер аркуша	примітки

					48 ДП.003 000.000 ПД		
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата			
Розроб.		Вітер В.А.			***Відомість дипломного проєкту***	Літ.	Арк. 1 / Аркушів 1
Перевір.		Макаренко Д.О.					
Т. Контр.						***ДДАЕУ МС-4-20***	
Н. Контр.		Макаренко Д.О.					
Затверд.		Деркач О.Д.					

			Текстові документи:			
1	А4	48 ДП.003.000.000.ПЗ	Пояснювальна записка	71		
2	А4	Microsoft Power Point	Презентаційні матеріали	8		
			Графічні матеріали:			
3	А1	48 ДП.003.000.000. ГР	Аналіз діяльності господарства	1	1	
5	А1	48 ДП.003.100.000. ТК	План механізованих робіт вирощування кукурудзи на зерно	1	2	
6	А1	48 ДП.003.100.000. ВЗ	Вид загальний плуга Opticon Майстер 4А	1	3	
7	А2	48 ДП.003.101.000 СК	Дисковий ніж до плуга Opticon Майстер 4А	1	4	
8	А3	48 ДП.003.101.001	Водило	1	4	
9	А3	48 ДП.003.101.002	Ступиця	1	4	
11	А1	48 ДП.003.000.000. ТБ	Техніко-економічні показники	1	5	

АНОТАЦІЯ

Вітер В.А. Удосконалення використання техніки при вирощуванні кукурудзи на зерно з розробкою операційної технології оранки / Випускна кваліфікаційна робота на здобуття освітнього ступеня «бакалавр» за спеціальністю 208 «Агроінженерія». – ДДАЕУ, Дніпро, 2023.

Мета роботи розробка технологічних процесів вирощування кукурудзи на зерно, та вдосконалення конструкції плуга Opticon Майстер 4А шляхом впровадження дискового ножа.

В ході дослідження було проведено теоретичний аналіз, розроблено оптимальну технологічну карту та операційну технологію оранки для вирощування кукурудзи на зерно. Також було внесено покращення до конструкції плуга Opticon Майстер 4А шляхом впровадження дискового ножа.

Результати дослідження показали, що запропонована технологічна карта та операційна технологія оранки дозволяють підвищити врожайність кукурудзи на зерно. Впровадження дискового ножа до плуга Opticon Майстер 4А дозволяє досягти кращої якості оранки та знизити енерговитрати.

Економічний аспект проєкту також важливий. Розроблений проєкт є економічно вигідним, оскільки оптимізація використання техніки та покращення технології вирощування кукурудзи призводять до зниження витрат та підвищення прибутковості виробництва.

Ключові слова: кукурудза на зерно, технологічна карта, операційна технологія оранки, плуг Opticon Майстер 4А, дисковий ніж, економічна ефективність.

ЗМІСТ

Вступ_____7
1. Коротка виробнича характеристика ТОВ «Славутич»_____8
1.1 Загальні відомості про підприємство_____ 8
1.2 Природно-кліматичні умови місцевості_____ 10
1.3 Аналіз виробництва продукції рослинництва_____12
1.4 Склад та використання машинно-тракторного парку та ТО_____14
1.5 Технологія та організація робіт при вирощуванні с.-г культур _____15
1.6 Охорона праці в господарстві та підрозділі_____ 17
1.7 Обґрунтування теми дипломного проєкту_____ 18
2. Аналіз прийнятої в господарстві технології вирощування кукурудзи на зерно та її вдосконалення_____
19
2.1 Загальні відомості_____19
2.2 Аналіз технології вирощування кукурудзи на зерно в господарстві_20
2.3 Аналіз існуючих технологій вирощування кукурудзи на зерно____ 21
2.4 Складання плану механізованих робіт при вирощуванні кукурудзи на зерно _____27
2.5 Розробка операційної-технологічної карти для проведення оранки_ 31
2.6 Висновки по розділу_____ 39
3. Удосконалення конструкції плуга Opticon Майстер 4А_____ 40
3.1 Патентний огляд технічних рішень за обраним напрямком_____40
3.2 Обґрунтування вибору удосконалення та його детальне пояснення_47
3.3 Техніко-експлуатаційні розрахунки_____ 49
3.4 Висновки по розділу_____59
4. Охорона праці_____ 60
5. Розрахунок економічної ефективності проєкту _____ 64
Загальні висновки та пропозиції_____ 69
Бібліографічний список_____ 70
Додатки

ВСТУП

В сучасних умовах розвитку аграрної сфери вирощування кукурудзи на зерно займає важливе місце серед сільськогосподарських культур. Ця культура є однією з основних кормових культур, використовуваних у тваринництві, а також є важливим джерелом отримання зерна для харчової промисловості. Актуальність вирощування кукурудзи на зерно полягає в тому, що ця культура володіє високими врожайністю і здатністю адаптуватися до різних кліматичних умов.

Проте, вирощування кукурудзи на зерно стикається з рядом проблем, які необхідно вирішувати та покращувати. Одна з них - це енерговитрати, пов'язані з основним обробітком ґрунту. Зниження енерговитрат при основному обробітку ґрунту є актуальною задачею, оскільки це дозволяє забезпечити економічну ефективність вирощування кукурудзи, зменшити негативний вплив на навколишнє середовище та зберегти природні ресурси.

Для досягнення цієї мети необхідно провести дослідження та розробити нові технологічні підходи, що дозволять підвищити продуктивність та знизити енерговитрати при основному обробітку ґрунту. Важливо розробити ефективні методи та використати сучасну сільськогосподарську техніку, що сприятиме оптимізації робочих процесів та забезпечить ефективну використання ресурсів.

Таким чином, метою даного дипломного проєкта є удосконалення використання техніки при вирощуванні кукурудзи на зерно та розробка технологічних рішень, спрямованих на зниження собівартості продукції. Результати цього дослідження допоможуть покращити ефективність вирощування кукурудзи та забезпечити сталий розвиток сільськогосподарського сектора.

1. КОРОТКА ВИРОБНИЧА ХАРАКТЕРИСТИКА ТОВ «СЛАВУТИЧ»

1.1 Загальні відомості про підприємство

Товариство з обмеженою відповідальністю "Славутич" розташоване у селі Катеринівка, Синельниківському районі, Дніпропетровської області. Головна увага спрямована на вирощування та збут сільськогосподарських культур.

Основні земельні ділянки знаходяться у східній частині Синельниківського району, Дніпропетровської області. Грунтовий покрив земель ТОВ "Славутич" переважно складається звичайних малогумусних важкосуглинистих чорноземів та їх слабозмитих варіацій (відповідно 68% та 22,1% від загальної площі).

Економічні умови визначаються двома важливими факторами: наявністю плідних земель і адекватним забезпеченням робочою силою. Ці фактори мають суттєвий вплив на господарську діяльність, витрати на матеріально-технічне забезпечення та реалізацію продукції, а також на життєві умови сільського населення. Плідні землі забезпечують можливість вирощувати рослинну продукцію і розвивати сільське господарство. Наявність робочої сили гарантує наявність працівників, необхідних для виробництва і переробки сільськогосподарської продукції. Обидва ці фактори мають велике значення для економічного розвитку регіону, а також впливають на життєвий рівень місцевого населення.

Морфологічна будова профілів чорноземів високого рівня рільництва полягає у наступному: у верхньому горизонті Н (гумусовому) товщиною від 0 до 46 см (до 22-27 см - орний шар) зустрічається темно-сірий, пилувато-грудкуватий, важкосуглинистий ґрунт, який поступово переходить у наступний горизонт.

Розміри та тип земельного покриву господарства наведено в таблиці 1.1

Таблиця 1.1

Площа земельних угідь ТОВ «Славутич»

№	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

Горизонт НР (гумусово-перехідний) має товщину від 35-45 і характеризується темно-сірим з буруватим відтінком забарвленням, що світлішає у нижніх шарах. Його структура переходить у наступний помітний горизонт.

Горизонт Phk (перехідний) знаходиться на глибині від 65-70. Часто цей горизонт містить розриті хробаками тунелі.

Орний шар чорноземів має пилувато-грудкувату структуру, що сприяє збереженню вологості та поживних речовин. Проблемою є розпиленість та глинистість орного шару, яка може негативно впливати на водно-фізичні процеси та структуру ґрунту, особливо під час обробки в умовах спілості.

1.2 Природно-кліматичні умови місцевості

Зона діяльності господарства характеризується середньорічною температурою повітря, яка становить приблизно +9,3 °С. Літо є теплим, з середньою температурою повітря близько +20-22 °С, іноді досягаючи +30 °С. Зима холодна з середньою температурою повітря навколо -8 °С, але можуть відбуватися різкі зниження до -20 °С або нижче.

Показники температури повітря за останні роки наведено в таблиці 1.2

Таблиця 1.2

Температурні умови на території ТОВ «Славутич»

Роки	Місяці												Середня за рік, °С
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	
2020	-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
2021	-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
2022	-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

Опади є надзвичайно важливим фактором для сільського господарства. Адже забезпечують необхідне зволоження, потрібне для зростання і розвитку рослин.

Опади також впливають на родючість ґрунту, оскільки допомагають розчинити поживні речовини та перенести їх до коренів рослин. Водний потік сприяє забезпеченню достатнього зволоження для розвитку кореневої системи рослин, що покращує їх життєздатність і врожайність.

Проте, важливо збалансувати опади, оскільки як недостатнє, так і надмірне зволоження можуть мати негативний вплив на

сільськогосподарську продуктивність. Надмірні дощі можуть призвести до затоплення полів, змиву поживних речовин та ерозії ґрунту, тоді як недостатні опади можуть призвести до посухи і не достатку води для рослин.

Протягом весняного періоду переважають вітри, що дмуть зі сходу. Влітку спостерігаються сухі вітри суховії. Середня сума опадів, що випадають протягом року у зоні господарської діяльності, становить 543,5 мм. При формуванні врожаю, крім кількості опадів протягом року, важливе значення має їхній розподіл у часі. У літні місяці переважають проливні дощі, що призводить до незначної ефективності їхнього використання.

Середня річна сума ефективних температур (вище 10 °С) у зоні господарської діяльності, від травня до вересня, становить 1220 °С і підлягає значним коливанням у різні роки досліджень, згідно з даними метеостанцій. За середньорічними даними, середня добова температура становила 9,3 °С. У весняний період середня добова температура повітря перетинає нульову позначку в другій декаді березня, 5 °С – у першій декаді квітня, 10 °С – у другій декаді квітня та 15 °С – у першій декаді травня. В кінці квітня та на початку травня можливі заморозки.

Тривалість теплового періоду з температурою повітря вище 10 °С зазвичай становить від 160 до 175 днів. Перші осінні заморозки відбуваються наприкінці вересня або на початку травня. У літні місяці спостерігаються високі та стабільні температури. Середньомісячна температура повітря у червні та липні в північній частині підзони становить приблизно 22,2-24,8 °С. Максимальні абсолютні значення температур досягають 38-39 °С. Відносна вологість повітря є важливим фактором, який взаємодіє з температурою та опадами, і суттєво впливає на вологість ґрунту та обмін вологою рослин.

Найнижча середньодобова відносна вологість та найвищі температури повітря спостерігаються в липні та серпні, що відповідає найнижчій вологоємності ґрунту. За даними таблиць видно, що найхолоднішим місяцем є січень з середньорічною температурою -6,2 °С. У липні відзначається

висока температура, досягаючи +24,8 °С. Коливання температур у межах помірних значень.

Наявність снігового покриву є важливою для захисту ґрунту від промерзання. В середньому сніговий покрив з'являється до 15 грудня і може досягати висоти від 5 см наприкінці грудня до 8-12 см до кінця сніготанення. Однак, у деякі роки можуть відбуватися значні коливання у висоті і тривалості снігового покриву.

Показники опадів за останні роки наведено в таблиці 1.3

Таблиця 1.3

Кількість опадів на території ТОВ «Славутич» за період 2020-2022 роки

Роки	Місяці												Всього за рік, мм
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	
2020	46,4	22,1	64,3	24,1	20,7	91,8	36,7	25,3	121,9	21,4	19,6	31,7	526,0
2021	49,6	23,6	68,8	25,8	22,1	98,2	39,3	27,1	130,4	22,9	21,0	33,9	562,8
2022	47,8	22,8	66,2	24,8	21,3	94,6	37,8	26,1	125,6	22,0	20,2	32,7	541,8
Середня	47,9	22,8	66,4	24,9	21,4	94,9	37,9	26,1	126,0	22,1	20,3	32,8	543,5

Отже, опади є незамінним елементом для сільського господарства, створюючи необхідні умови для зростання і успішного розвитку рослин, підтримки родючості ґрунту та досягнення високої врожайності.

1.3 Аналіз виробництва продукції рослинництва

Розміри та організація господарства впливають на впровадження нових технік і організаційних форм праці, збільшення продуктивності праці та зниження собівартості виробленої продукції.

Господарство розміром та структурою впливає на використання новітніх технологій та організаційних рішень. Великі господарства мають

більші можливості для впровадження автоматизованих систем та механізації процесів. Організація господарства також відіграє роль у використанні ефективних методів розподілу робочої сили та оптимізації виробничих процесів.

Основні культури, які вирощуються в господарстві, включають ранні та ярі зернові, соняшник, ріпак, технічні та кормові культури. Дотримання рекомендованої сівозміни є важливим для забезпечення належного зростання рослин. Мінеральні добрива використовуються для підживлення рослин.

Технологія обробітку ґрунту визначається передпосівними операціями, які забезпечують закриття вологи та культивацію. Посів здійснюється відповідно до агротехнічних термінів, визначених для кожної культури.

Збирання врожаю проводять в обмежений проміжок часу з метою максимального його збереження.

Таким чином, вирощування різних культур у господарстві відбувається відповідно до рекомендацій щодо сівозміни, використання мінеральних добрив та оптимальних технологій обробітку ґрунту, що сприяє підвищенню продуктивності та ефективності виробництва. Збирання врожаю проводиться в найкоротші строки для збереження якості продукції.

Структура посівних площ наведена в таблиці 1.4

Таблиця 1.4

Посівні угіддя ТОВ «Славутич» на 2020 - 2022 роки

Культура	Площа, га		
	2020 р.	2021 р.	2022 р.
Озима пшениця	275	200	240
Соняшник	320	370	335
Ріпак	225	260	275
Ячмінь	175	110	110
Кукурудза	150	200	185
Яра пшениця	75	80	75
Всього:	1220	1220	1220

В останні роки господарство активно впроваджує нову технологію вирощування ріпаку, поступово збільшуючи його посівні площі щороку.

1.4 Склад та використання машинно-тракторного парку та ТО

Умовою високої продуктивності праці є постійне підвищення рівня механізації трудомістких процесів. ТОВ "Славутич" досягло значного рівня механізації сільськогосподарських робіт, включаючи оброблення зернових, технічних і овочевих культур, а також однорічних і багаторічних трав. Однак, існує потреба в поліпшенні механізації вантажно-розвантажувальних робіт.

У ході реалізації проекту річна кількість тракторних робіт і внесення органічних і мінеральних добрив значно збільшується. Для забезпечення своєчасного виконання польових робіт господарству необхідна достатня кількість необхідної техніки.

Також враховується потреба в зернозбиральних комбайнах для збирання озимих і ярових культур з коротким вегетативним періодом. При розрахунку потреби у тракторах, комбайнах та іншій сільськогосподарській техніці передбачається заміна старих моделей тракторів і комбайнів на нові.

Машинно-тракторний парк господарства включає техніку, яка дозволяє ефективно обслуговувати земельні угіддя, обробляти ґрунт і забезпечувати зберігання сільськогосподарської продукції.

Для досягнення високоякісної роботи машинно-тракторного парку необхідно впроваджувати нові прогресивні принципи. Одним з таких принципів є поточно-комплексна організація робіт, коли техніка концентрується і використовується в тимчасових підрозділах, таких як посівні загони, зернозбиральні ділянки і інші. Груповий підхід суттєво підвищує ефективність використання машинно-тракторного парку, збільшує продуктивність агрегатів, скорочує терміни виконання робіт і покращує якість їх виконання.

У таблиці 1.5 представлена інформація про наявність тракторів, комбайнів та автомобілів в компанії "Славутич"

Таблиця 1.5

Сільськогосподарська техніка в ТОВ «Славутич»

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
	МТЗ-82	2002	3
	ХТЗ-150к	2000	2
Автомобілі	КАМаз-45144	2004	2
	КАМаз-5511	2003	1
	MAN	2010	3
	ГАЗ-53	1997	2

Стан сільськогосподарської техніки в господарстві є задовільним, також для забезпечення ефективності роботи планується збільшувати оновлення машинно-тракторного парку шляхом заміни на більш сучасні моделі.

1.5 Технологія та організація робіт при вирощуванні с.-г культур

Один із ключових аспектів технології вирощування сільськогосподарських культур полягає у правильному виборі сівозміни. Це

означає планування послідовності посіву різних культур на полях з урахуванням їх вимог до ґрунту, кліматичних умов та особливостей росту. Важливо забезпечити, щоб після вирощування однієї культури на певній ділянці поля, наступний вид культури мав інші вимоги до ґрунту і не спричиняв його виснаження. Вдало підібрана сівозміна сприяє збереженню родючості ґрунту, запобіганню захворювань та шкідників, а також раціональному використанню сільськогосподарської техніки та обладнання.

Наступним важливим аспектом є вибір сортів і гібридів культур. Сучасні сорти та гібриди відрізняються покращеними характеристиками, такими як високий врожай, стійкість до хвороб та шкідників, адаптація до конкретних кліматичних умов. Вибір правильних сортів і гібридів допомагає досягнути максимальної продуктивності культур і забезпечує високу якість продукції.

Успішне вирощування сільськогосподарських культур потребує не лише вибору відповідних сортів і гібридів, але й використання агротехнічних методів. Це включає правильне внесення добрив, застосування захисних засобів, обробку ґрунту, полив, а також встановлення оптимальних строків посіву та внесення добрив для забезпечення рівномірного росту та розвитку культур.

Паралельно з агротехнічними методами, ефективна організація робіт в сільському господарстві є важливим фактором успіху. Це включає планування робіт на господарстві, розподіл ресурсів (праці, техніки, матеріалів), контроль за виконанням технологічних процесів, організацію робочих бригад та їх координацію. Правильна організація робіт сприяє ефективному використанню ресурсів, зниженню витрат, забезпеченню своєчасної виробничої діяльності та досягненню більшої продуктивності праці.

У процесі вирощування сільськогосподарських культур також важливо використовувати сучасні технології та механізацію. Серед сучасних технологій вирощування сільськогосподарських культур можна відзначити

системи зрошування, використання датчиків для контролю та управління параметрами вирощування, автоматизацію процесів. Ці інновації допомагають покращити точність і ефективність виконання робіт, знизити вплив людського фактору, забезпечити максимальне використання ресурсів та досягнення оптимальних результатів.

Отже, технологія та організація робіт при вирощуванні сільськогосподарських культур включають вибір оптимальної сівозміни, використання відповідних сортів і гібридів, застосування агротехнічних методів, ефективну організацію робіт та використання сучасних технологій та механізації. Постійне вдосконалення цих процесів допомагає досягати високих результатів у сільському господарстві, забезпечує ефективне використання ресурсів та підвищення продуктивності праці.

1.6 Охорона праці в господарстві та підрозділі

У господарстві здійснюються різноманітні види інструктажів з охорони праці, такі як вступний, інструктаж на робочому місці, повторний, цільовий і неплановий.

Вступний інструктаж проводиться з усіма новоприйнятими працівниками господарства. Інженер з охорони праці веде цей інструктаж у спеціальному кабінеті, де розповідається про господарство, використовувані технології, розклад роботи, правила безпеки, електробезпеку, санітарні норми та засоби індивідуального захисту. Після інструктажу працівники реєструються в спеціальному журналі.

У разі виконання небезпечних робіт проводиться цільовий інструктаж, який проводить особа, яка надає наряд на виконання робіт. Виданий наряд-допуск містить інформацію про початок і закінчення роботи. Ці дані також реєструються в плані наряду-допуску.

Трактори і самохідні машини повинні бути зручними і безпечними для технічного обслуговування. Усі машини повинні мати безпечний доступ до

робочого місця. Крім того, параметри мікроклімату повинні відповідати санітарним нормам.

Допускаються до роботи лише технічно справні машини і інструменти, які повністю відповідають вимогам безпеки. Нові або відремонтовані машини, а також ті, які довгий час не використовувалися, допускаються до роботи лише після їх обкатки та ретельної перевірки всіх вузлів на працездатність.

1.7 Обґрунтування теми дипломного проєкту

Для забезпечення неперервної роботи машинно-тракторних агрегатів важливо враховувати взаємозв'язок між силовими агрегатами та сільськогосподарськими машинами в процесі виробничого циклу з урахуванням послідовності та продуктивності. Розрахунки для забезпечення взаємодії комбайнів та транспортних засобів є обов'язковими. Також важливо узгоджувати технологічні операції вирощування сільськогосподарських культур за часом, забезпечуючи однакові календарні строки для сумісних операцій. Організація механізованих робіт є ключовим елементом сільськогосподарського виробництва.

У господарстві присутній необхідний набір тракторів, сільськогосподарських машин та комбайнів, що дозволяє виконувати всі агротехнічні операції в потрібні строки. Проте слід відзначити, що вирощування однієї з основних культур – кукурудзи - супроводжується високими витратами палива.

Отже, метою дипломного проекту є розробка заходів щодо поліпшення використання технічних засобів при вирощуванні кукурудзи на зерно.

Для досягнення цієї мети в рамках дипломного проекту необхідно:

- Провести аналіз існуючих технологій вирощування кукурудзи на зерно та розробити оптимальний план механізованих робіт для господарства.

- Запропонувати вдосконалення конструкції оборотного плуга з метою покращення якості обробітку та зменшення експлуатаційних витрат.

- Детально проаналізувати принципи охорони праці в аграрному підприємстві з метою їх вивчення і використання.

- Виконати раціональне економічне обґрунтування проекту з метою підтвердження його фінансової доцільності та вигідності.

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

2.1 Загальні відомості

Вирощування кукурудзи на зерно є однією з найважливіших галузей сільськогосподарського виробництва. Кукурудза є однією з найпоширеніших зернових культур у світі і використовується як корм для тварин, а також виробництво столової кукурудзи, кукурудзяного крохмалю та багатьох інших продуктів. Вирощування кукурудзи вимагає деякої експертизи та дотримання певних агротехнічних прийомів, щоб досягти високих врожаїв і забезпечити якісне зерно.

Перш за все, перед посівом кукурудзи необхідно підготувати ґрунт. Кукурудза вимагає добре дренованих ґрунтів з достатнім зволоженням. Рекомендується провести попередню обробку ґрунту, таку як вапнування та внесення органічних добрив, щоб покращити його структуру та живильність. Для кукурудзи також важливий показник pH ґрунту, який повинен бути у межах оптимальних значень.

Після підготовки ґрунту можна переходити до посіву кукурудзи. Існують два основних способи посіву: прямий і посів з розсади. При прямому посіві насіння кукурудзи висівають безпосередньо в ґрунт за допомогою посівної техніки. При посіві з розсади насіння розсаджують у підготовлені

ями або жолобки на полі. Вибір методу залежить від умов регіону та можливостей господарства.

Після посіву кукурудзи необхідно забезпечити її належний догляд протягом всього вегетаційного періоду. Одним із головних аспектів є полив. Кукурудза потребує достатнього зволоження, особливо під час формування початкових стадій росту і утворення качанів. Регулярний полив дозволяє запобігти стресу рослин від нестачі вологи та забезпечити їх здоровий ріст і розвиток.

Для збереження рослин від шкідників та хвороб важливо проводити заходи з захисту рослин. Існують різні методи боротьби, такі як використання інсектицидів та фунгіцидів, встановлення пасток і використання біологічних засобів контролю. Вибір методу залежить від виду шкідників та хвороб, що можуть загрожувати кукурудзі.

Урожай кукурудзи зазвичай збирають, коли качани досягають повної зрілості. Правильний час збирання впливає на якість та врожайність зерна. Окрім вищезазначених аспектів, вирощування кукурудзи також включає в себе дотримання агротехнічних прийомів, внесення добрив, боротьбу з бур'янами та іншими важливими аспектами. Сучасні технології та наукові дослідження постійно вдосконалюються для покращення результатів вирощування кукурудзи.

Узагальнюючи, вирощування кукурудзи на зерно є важливим сільськогосподарським процесом, який вимагає певних знань, умінь та дотримання агротехнічних прийомів. Правильна підготовка ґрунту, оптимальний посів, належний догляд протягом вегетаційного періоду та своєчасне збирання урожаю є ключовими факторами для досягнення високих врожаїв та якісного зерна. З ростом наукових досягнень та технологічного прогресу вирощування кукурудзи на зерно стає ще більш ефективним та продуктивним галуззю сільськогосподарського виробництва.

2.2 Аналіз технології вирощування кукурудзи на зерно в господарстві

Вирощування кукурудзи на підприємстві здійснюється за інноваційною технологією, яка передбачає застосування комплексу сучасного обладнання та оптимальних агротехнічних прийомів. Основні етапи вирощування кукурудзи на підприємстві включають:

1. Підготовка ґрунту: Після збирання попередньої культури проводиться осінній підготовчий обробіток ґрунту. За допомогою ґрунтообробних машин здійснюється лущення попередника та розпушування ґрунту на глибину 15-20 см.

2. Посів: Весною проводиться посів кукурудзи. Для цього використовуються сучасні сівалки, які розподіляють насіння рівномірно по полю. Рекомендована глибина посіву становить 5-8 см.

3. Догляд за посівами: Після посіву необхідно забезпечити належний догляд за посівами кукурудзи. Це включає розпушування міжрядь та боронування для знищення бур'янів та створення сприятливих умов для росту культури.

4. Зрошення та живлення: У разі нестачі природних опадів необхідно здійснювати зрошення полів. Для забезпечення належного росту та розвитку кукурудзи проводяться також внесення мінеральних добрив, зокрема азотних, фосфорних та калійних.

5. Захист від шкідників та хвороби: Під час вегетаційного періоду кукурудзу можуть атакувати різноманітні шкідники та хвороби. Для їх контролю застосовуються інтегровані методи, включаючи хімічні та біологічні заходи.

6. Збір врожаю: Збір кукурудзи проводять, коли зернові вологість досягає оптимального рівня, зазвичай 20-25%. Для збирання використовують спеціальні комбайни, які здійснюють зріз стебел та очищення зерна від чашок.

Використання сучасних технологій та оптимальних агротехнічних прийомів дозволяє підприємству досягати високих врожаїв кукурудзи та ефективно використовувати ресурси для її вирощування.

2.3 Аналіз існуючих технологій вирощування кукурудзи на зерно

Технологія вирощування кукурудзи має кілька важливих аспектів, зокрема вибір попередників та обробіток ґрунту.

Попередники

Щодо попередників, в степовій зоні кукурудза найкраще росте після озимини, зернобобових, цукрового і кормового буряка, гречки та картоплі. Кукурудза не вимагає особливо високих стандартів щодо попередників [3].

Обробіток ґрунту

Щодо обробітку ґрунту, в зоні достатнього зволоження ефективним є напівпаровий обробіток на забур'янених полях. Після ранніх попередників, таких як зернові або зернобобові культури, рекомендується провести дискування на глибину 6-8 см та оранку на глибину 27-30 см після внесення мінеральних та органічних добрив. Після пізніх попередників, як от буряк, багаторічні трави чи сама кукурудза, важливо задискувати поля важкими боронами для подрібнення рослинних залишків та провести оранку на глибину 27-30 см. У разі достатнього зволоження, замість повторного обробітку, можна висіяти сидеральні культури, такі як гірчиця біла, редька олійна або озима суріпиця.

Ці заходи сприяють збереженню вологи в ґрунті, підготовці ґрунту для проростання насіння та знищенню бур'янів перед сівбою.

Удобрення

Добрива грають важливу роль у вирощуванні кукурудзи, оскільки ця культура вимагає більш високих норм добрив порівняно з іншими зерновими

культурами. Для кукурудзи найчастіше використовують органічні та мінеральні добрива.

Органічні добрива, такі як підстилковий гній, є популярним вибором. Його вносять під час оранки. Кількість гною, яка вноситься, залежить від зони та родючості ґрунту.

Для сидерації, тобто використання зеленої маси рослин для покриття ґрунту та збагачення його поживними речовинами, можна використовувати такі культури, як люпин, суріпиця, ріпак, гірчиця біла, редька олійна та інші [3]. Нестача азоту призводить до формування низькорослих рослин з дрібними світло-зеленими листками. Критичний період для засвоєння азоту - цвітіння і формування зерна.

Кукурудза має особливу потребу у фосфорі на початковій фазі росту. Нестача фосфору призводить до фіолетового відтінку листків, затримки у цвітінні та дозріванні. Важливо враховувати, що нестачу фосфору в ранніх фазах росту не можна компенсувати внесенням у пізніші терміни.

Нестача калію в ґрунті призводить до сповільнення росту молодих рослин, жовтіння листків по краях, засихання верхівок і країв листків. Калій також важливий для стійкості рослин до вилягання та стеблової гнилі, а також для формування качанів.

Норми мінеральних добрив розраховуються на основі запланованого урожаю і залежать від типу ґрунту, попередника та наявності органічних добрив.

Загальною практикою є збалансоване та раціональне використання добрив з урахуванням вимог кукурудзи, типу ґрунту та агротехнічних факторів. Регулярний моніторинг поживного стану рослин та ґрунту допоможе визначити потребу у додаткових добривах та коригувати їх внесення за необхідністю.

Використання регуляторів росту

Використання регуляторів росту є одним із способів підвищення урожайності та поліпшення якості зерна у кукурудзи. Регулятори росту

допомагають стимулювати ріст і розвиток рослин, підвищують їх стійкість до стресових умов, таких як висока температура та посушлива погода. Застосовуються регулятори росту шляхом обробки насіння перед сівбою або обприскуючи посіви під час вегетації рослин.

Обробка насіння регуляторами росту може поєднуватись з протруєнням та обробкою мікроелементами. Зазвичай цю обробку проводять перед сівбою.

Регулятори росту можна застосовувати як при допосівній обробці насіння, так і при обприскані посівів під час вегетації. Обидва методи є ефективними. Обробка насіння дозволяє забезпечити раннє стимулювання рослин та дружній ріст. Обприскування посівів під час вегетації допомагає підтримувати рослини в активному стані та забезпечити стійкість до стресових умов.

При підготовці насіння перед сівбою важливо використовувати якісне насіння з високою схожістю та енергією проростання.

Насіння повинно бути висушене до оптимальної вологості, каліброване та протруєне фунгіцидами та інсектицидами.

Способи сівби

Способи сівби кукурудзи можуть варіюватись залежно від умов вирощування. Зазвичай кукурудзу сіють пунктирним способом з міжряддями 70 см. Умови зволоження та норма висіву можуть впливати на ширину міжрядь. При достатньому зволоженні і збільшенні норми висіву можна зменшити ширину міжрядь до 50 або 45 см для рівномірного розміщення рослин. Надмірно загущені посіви можуть пригнічувати ріст та розвиток качанів.

Оптимальна глибина сівби насіння кукурудзи залежить від типу ґрунту та умов вирощування. Загалом, на легких ґрунтах глибина сівби може бути 4-6 см, на вологих ґрунтах - 3-4 см, а на степових районах з дефіцитом вологи - 6-10 см. Рівномірна глибина загортання насіння є важливим фактором для отримання дружних та вирівняних сходів, тому ретельне

вирівнювання ґрунту та правильне налаштування сівалки допоможуть досягти цієї мети.

Отже, регулятори росту, як один із агротехнічних заходів, можуть сприяти підвищенню урожайності та поліпшенню якості кукурудзи. Використання якісного насіння, правильна технологія сівби та обробка регуляторами росту є важливими факторами успішного вирощування культури.

Строки сівби

Оптимальні строки сівби кукурудзи залежать від умов та сорту. За найсприятливіших умов культура з`являється за 7-8 днів. При холодній погоді цей процес може зайняти до 3 тижнів. Інкрустоване насіння може перебувати у ґрунті до 1 місяця перед тим, як проросте. Коли температура ґрунту на глибині 10 см досягає 10-12 °С, рекомендується сіяти кукурудзу на зерно і силос. Холодостійкі гібриди можна посівати при температурі ґрунту 8-10 °С протягом трьох днів. Однак, ризиковано сіяти в недостатньо прогріті ґрунти [9].

Швидшим варіантом є висів інкрустованого насіння за 6-10 днів.

Норма висіву

Умовно рекомендована густота посіву в Україні коливається від 25 до 80 тисяч рослин на 1 гектар перед збиранням. Для ранньостиглих сортів і гібридів густота може зростати до 85-90 тисяч рослин на гектар і більше [9].

Для забезпечення необхідної густоти рослин рекомендується встановлювати страхові надбавки насіння в розмірі 25-35%. Вагова норма висіву насіння становить 12-24 кг на гектар.

Важливо не лише дотримуватись оптимальної кількості рослин, але й забезпечити рівномірне розміщення їх на площі.

Зменшення ширини міжрядь понад 70 см при вирощуванні кукурудзи на зерно може вплинути на ріст качанів і формування зерна. Рівномірне розміщення насіння в рядку досягається швидкістю сівби 4-6 км/год. Для

забезпечення рівномірного розміщення насіння в рядку можна виміряти час проходу посівного агрегату на відстані 50 метрів.

Догляд за посівами

Після посіву кукурудзи важливо відразу ж здійснити прикочування полів. Ця процедура покращує контакт насіння з ґрунтом, сприяє однорідному проростанню кукурудзи і забезпечує здорове розвиток рослин, а також допомагає утримувати ріст бур'янів під контролем. Після прикочування, через 4-6 днів, рекомендується провести до сходове боронування. Це можна зробити за допомогою легких або середніх борін, рухаючись з відповідною швидкістю 5 - 6 км/год. При такому боронуванні можна знищити 65-80% проростків бур'янів.

Після проростання кукурудзи із 2-3 листками, рекомендується провести перше міжрядне розпушування. Для цього можна використовувати лапи-бритви і стрілчасті лапи з глибиною обробки 4-5 см. Друге і третє розпушування (6-8 см) можна провести за допомогою лап підгортальників, які допомагають присипати бур'яни у рядках. Важливо дотримуватись швидкості руху агрегату не менше 7-9 км/год, щоб забезпечити ефективне присипання бур'янів ґрунтом. Підгортання сприяє формуванню додаткових коренів, знищує бур'яни у захисній зоні рядка. Якщо необхідно, можна вносити азотні добрива на рослини висотою не більше 25-40 см.

Якщо поле сильно забур'янене, і агротехнічні методи не дозволяють повністю очистити його від бур'янів, можна застосувати гербіциди. Необхідно дотримуватись відповідних норм внесення згідно інструкції.

Також існують гербіциди ґрунтової дії, які можна вносити перед сівбою кукурудзи або до появи сходів.

Використання інтенсивного боронування та міжрядних обробітків, разом з внесенням гербіцидів за потреби, допомагає забезпечити оригінальний і ефективний догляд за посівами кукурудзи.

Збирання врожаю

Збирання врожаю кукурудзи для зерна проводять, коли зерно досягає фізіологічної стиглості і його вологість не перевищує 30%. У цей період закінчується нагромадження поживних речовин у зерні, що підтверджується наявністю чорного прошарку (чорної точки) між зерном і місцем його прикріплення до серцевини качана. Якщо вологість зерна менша за 30%, зернові комбайни можуть безпосередньо обмолотити качани. Якщо зерно має високу вологість, його потрібно підсушити. Проте, підсушування зерна з вимагає значних витрат палива.

Також використовують технологію, після збирання зерна подрібнену листостеблову масу розстилають на поверхні ґрунту, дискують важкими боронами і приорюють. Таким чином, значна кількість органічних речовин повертається в ґрунт.

2.4 Складання плану механізованих робіт при вирощуванні кукурудзи на зерно

Мета плану механізованих робіт на вирощування кукурудзи на зерно полягає в ефективному використанні механізації та максимальному отриманні врожаю якісної кукурудзи для подальшого використання у виробництві. План передбачає правильне проведення підготовчих робіт, посіву та догляду за посівами, забезпечуючи оптимальні умови росту та розвитку кукурудзи, а також вчасність та точність виконання механізованих операцій для досягнення найкращого результату врожайності. За методиками розрахунку [3].

Розрахунок використання МТА у складі трактора Massey Ferguson 5711 з дисковою бороною БПГ-12 для боронування ґрунту на площі 85 га.

Продуктивність роботи машинного складу протягом однієї години.:

$$W_{год} = \frac{W_{зм}}{T_{зм}} \quad (2.1)$$

Позначення:

$W_{зм}$ – продуктивність за зміну;

$T_{зм}$ – час зміни (7 год);

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

За добу продуктивність агрегату буде становити:

$$W_{доб} = W_{год} * T_{доб} \quad (2.2)$$

Де:

$W_{доб}$ – добовий виробіток агрегату;

$T_{доб}$ – робочий час проведений за добу;

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

Необхідна кількість агрегатів для виконання роботи в агротехнічні терміни:

$$n = \frac{Q}{W_{доб} * Др} \quad (2.3)$$

де:

n – кількість агрегатів, од;

Q – об'єм роботи, га;

$Др$ – агротехнічний термін для виконання роботи, діб.

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

Округлюємо до цілого більшого та отримуємо 1 агрегат.

Розрахунок витрати палива на одиницю роботи здійснюється відповідно до стандартів виробництва та рекомендованих норм витрат палива, виражених у літрах на гектар роботи.

Щоб перерахувати витрати пального з виразу літри на гектар до кілограмів на гектар, необхідно помножити значення витрат на коефіцієнт 0,83:

$$g = g_1 \cdot p = 1,22 \cdot 0,83 = 1,01 \text{ кг} \quad (2.4)$$

де:

g – витрата пального, кг/га;

g_1 – витрата пального, л/га;

p – густина дизельного палива, p = 0,83 кг/л;

Для розрахунку загальної витрати палива використаємо формулу:

$$G = g_1 \cdot p \cdot Q, \quad (2.5)$$

G – необхідна кількість пального для виконання повної роботи, кг;

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

Формула для визначення затрати праці на одиницю роботи:

$$З_п = \frac{m_{\text{мех}} + m_{\text{доп}}}{W_{\text{год}}} \quad (2.6)$$

Тут $m_{мех}$ і $m_{доп}$ позначають кількість трактористів-машиністів та допоміжних працівників, які працюють разом на агрегаті протягом однієї зміни.

$$З_п = 1 / 12{,}3 = 0{,}081 \text{ л}$$

Для визначення загальних затрат праці на весь обсяг робіт необхідно перемножити затрати праці на одиницю роботи, люд-год:

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

Для визначення кількості нормо-змін, використовуємо формулу:

$$Н_{зм} = \frac{Q}{T_{\text{зм}} * W_{\text{год}}} = \frac{Q}{W_{\text{зм}}} = 85/86.6 = 0{,}98 \text{ нормо-змін} \quad (2.7)$$

де

Q – обсяг роботи, т, га, м$^{3;}$

$Н_{зм}$ – нормо-зміни;

$Т_{зм}$ – тривалість зміни, год ;

$W_{год}$ – виробіток агрегату, га/год;

Також можна визначити загальну трудомісткість робіт, використовуючи кількість нормо-змін, необхідних для виконання робіт.

$$З_п = Н_{зм} \cdot 7 \cdot (m_{mcl} + m_{доп}) \quad (2.8)$$

Де: 7 – час зміни, год.

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

Розрахувати обсяг робіт для трактора в умовних еталонних гектарах (ум.ет.га), потрібно виконати перемноження кількість виконаних нормо-змін на еталонний виробіток.

$$Q_{ум.ет га} = H_{зм} \cdot W_{зм.ет} \quad (2.9)$$

де

$H_{зм}$ – кількість нормо-змін, од;

$Q_{ум.ет.га}$ – обсяг роботи, ум.ет.га;

$W_{зм.ет}$ – еталонний змінний виробіток, ум.ет.га/зм.

Визначимо еталонний змінний виробіток:

$$W_{зм.ет} = W_{год.ет} * 7 \quad (2.10)$$

$W_{год.ет}$ – еталонний годинний виробіток, у.ет.га/год;

7 – час зміни, год.

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

Повна технологічна карта з розрахованими значеннями по всім операціям які використовуються при ворощуванні кукурудзи на зерно наведено в таблиці 2.11

№	Операції	Агротех. вивоги	Од виміру	Обсяг роботи	Строки виконання		Тривалість роботи за добу	Склад агрегату			Кількість с.г.м.	Виробіток			Потрібно для виконання роботи			Витрата падива кг		Затрати праці люд-год/га		Кількість нормозмін
					Календ.	Тр.днів		Трактор	Зчіпка	С.г.-м.		За годину	За зміну	За добу	Агрегат.	Трактори	Доп.пара	За нормою г/(кВт*год)	За весь час кг	На одиницю роботи	На весь час	
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23
1	Оранка	25-27см	га	85	01,10-10.10	10	7	John Deere 6R 110	–	Opticon Майстер 4А	1	1,25	8,76	17,52	1	1	_	179,7	1530	0,8	68	9,7
2	Боронування	6-8 см	га	85	10.10-15.10	5	7	Massey Ferguson 5711	_	БПГ-12	1	12,3	86.6	173.4	1	1	_	247,7	73	0,13	10,99	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 8R 370	_	Horsh ACK 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	_	БПГ-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 8R 370	_	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 трихограми	150тис. шт/га	га	85	10.07-20.07	10	7	Apache 1010	_	_	1	33,10	231,70	463,40	1	1	_	166	19,2	0,06	5,14	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	КАМАЗ 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 2.11. Технологічна карта вирощування кукурудзи на зерно на площі 85 га

2.5 Розробка операційної-технологічної карти для проведення оранки

Призначення технологічної операції та характеристика умов роботи

Оранка це важлива технологічна операція в сільському господарстві, яка виконується з метою підготовки ґрунту для наступних агротехнічних заходів. Головне призначення оранки полягає у розпушуванні ґрунтів, знищенні бур'янів та рослинних залишків, підвищенні водопроникності та пом’якшенню верхнього шару землі.

Умови роботи під час оранки можуть значно варіюватися залежно від різних факторів, таких як тип ґрунту, погодні умови, обладнання, яке використовується, і технічний стан машини. Оптимальний ступінь вологості залежить від типу ґрунту, проте загалом він повинен знаходитися у межах, які забезпечують легку обробку та уникнення ущільнення ґрунту.

Крім того, характеристики умов роботи можуть включати такі фактори, як рельєф поля, наявність каміння або кореневищ дерев, які можуть ускладнювати процес оранки. Додатково, потрібно враховувати швидкість руху трактора, глибину оранки, тип і налаштування плуга, а також дотримання правил безпеки при роботі з механізмами.

Успішна оранка залежить від правильного планування та виконання технологічної операції, враховуючи всі вказані характеристики умов роботи. Оранка впливає на якість наступних агротехнічних заходів та врожайність культур, тому важливо дотримуватись рекомендацій та встановлених стандартів для досягнення оптимальних результатів.

Загальні значення умов роботи які будемо використовувати при розрахунку наведені в таблиці 2.12

Таблиця 2.12. 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

Основні агротехнічні вимоги до оранки включають наступні параметри:

1. Глибина оранки: Оранка має проводитись на встановлену глибину, яка залежить від типу ґрунту та культурної рослини. Для технічних культур рекомендована глибина оранки 27-30 см.

2. Ширина і товщина скиб: Під час оранки слід дотримуватись однакової ширини і товщини скиб на всій площі поля. Це допомагає забезпечити рівномірну обробку ґрунту.

3. Відхилення глибини оранки: Відхилення глибини оранки від заданої понад 5% вважається неприпустимим. Точність виконання глибини оранки є важливою для забезпечення однакових умов для росту рослин.

4. Прямолінійність борозен на полі: Борозни, утворені після оранки, мають бути прямолінійними і рівномірно розміщеними на всій площі поля.

5. Відсутність звальних гребнів та глибоких роздільних борозен: На зораному полі не повинно бути високих звальних гребнів або глибоких роздільних борозен, оскільки це може ускладнити наступні агротехнічні заходи та вирощування рослин.

6. Заорювання поворотних смуг: Після закінчення оранки необхідно зорати поворотні смуги для забезпечення належного повороту техніки та збереження родючого шару ґрунту.

Дотримання цих агротехнічних вимог сприяє якісній оранці, підвищенню врожайності культур та оптимальному використанню земельних ресурсів.

Розрахуємо машино-тракторний агрегат для оранки у складі трактора John Deere 6R110 та оборотного плуга Opticon Майстер 4А. За методиками [3].

Для виконання тягового розрахунку в робочому режимі з максимальним навантаженням двигуна, ми враховуємо сумарний опір, з яким знаряддя працює, а також допустиму швидкість агрегату.

$$R_a = R_{p.o} + R_{пер} + R_{ін} + R_i, \text{ кН} \quad (2.13)$$

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

де:

R_i – сила, необхідна для подолання підйому агрегатом, вимірюється у кілоньютонах кН;

$R_{ін}$ – сина, необхідна для зрушення змісця МТА, кН;

$R_{пер}$ – сила, яка діє від перекочування знаряддя, кН;

$R_{p.o}$ – сила опору, яка виникає від робочих органів знаряддя, кН;

$$R_{p.o} = q * B_p * h, \text{ кН} \quad (2.14)$$

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

де:

q – сила опору ґрунту, Н/см^2;

B_p – робоча ширина захвату агрегату, м;

h – глибина обробітку, см.

Тяговий опір перекочування знаряддя.

$$R_{пер} = m * g * f, \text{ кН} \quad (2.15)$$

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

де:

g – прискорення вільного падіння, м/с^2;

f – коефіцієнт перекочування, для руху по стерні в осінній період цей коефіцієнт становить f = 0,08 - 0,09

m – маса знаряддя, 1080 кг;

Тяговий опір на подолання інерції спокою при рушанні:

$$R_{ін} = m\frac{V_p}{t_p} \quad (2.16)$$

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

де: V_p – фактична робоча швидкість, м/с;

t_p – час розгону, с; t_p = 2 - 3 с;

Тяговий опір на подолання агрегатом підйому:

$$R_i = m * g\frac{i}{100}, \quad (2.17)$$

$$R_i = 1080 * 9{,}81*\frac{1{,}5}{100} = 0{,}16 \text{ кН}$$

де: і – нахил поля, %.

Підготовка агрегату до роботи

Для підготовки агрегату до роботи слід виконати такі дії:

1. Налаштування глибини оранки: Перш за все, необхідно встановити потрібну глибину оранки. Визначте оптимальне значення 27 см, яке відповідає вимогам вашого агротехнічного плану.

2. Перевірка стану різальних органів: Перед початком роботи слід перевірити стан різальних органів плуга, таких як корпуси та леміші. Виміряйте їх довжину та ширину, 40 см на 15 см, і переконайтеся, що вони належним чином заточені.

3. Перевірка стану опорного колеса. Переконайтеся, що гумові шини в хорошому стані і забезпечують належне зчеплення з ґрунтом.

4. Змащення механізмів: Змастіть всі необхідні механізми плуга, такі як шарніри та рухомі елементи, використовуючи відповідне мастило або змащувальну речовину. Слід забезпечити належне змащення для забезпечення плавної роботи плуга.

5. Перевірка гідравлічної системи: Слід переконатися, що гідросистема здатна піднімати плуг до 50 см над ґрунтом.

Підготовка поля до роботи агрегату

Перед початком роботи з оборотним плугом, важливо обрати напрямок його руху. Зазвичай, з метою підвищення продуктивності та зниження витрат палива, намагаються обрати напрямок, що відповідає довшій стороні поля. Однак, для запобігання ерозійним процесам у ґрунті, важливо встановити напрямок руху плуга поперек схилу поля. Розрахунки за методикою [3].

Наступним кроком слід визначити поворотні смуги, вони розраховуються відносно ширини захвату агрегату та визначаються за формулою:

$$E = 1{,}5R + e, \text{ м} \quad (2.18)$$

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

де: R – радіус повороту агрегату, м;

e –допуск виїзду за лінію контролю.

$$R = 1{,}1B_p, \text{ м} \quad (2.19)$$

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

де: B_p – робоча ширина захвату МТА, м.

$$e = (0.5 \ldots 0.7)L_a, \text{ м} \quad (2.20)$$

$$e = 0{,}6 * 3{,}96 = 2{,}37 \text{ м}$$

де: L_a – кінематична довжина агрегату, м.

$$L_a = L_{тр} + L_м, \text{ м} \quad (2.21)$$

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

де: $L_{тр}$, $L_м$ – відповідно кінематична довжина трактора та знаряддя, м.

Агрегат використовує човниковий спосіб руху. У випадках, коли довжина поля не перевищує 500 метрів або коли форма поля неправильна. В інших випадках виконують обробіток ґрунту круговим способом.

Оцінку ефективності обраного способу руху МТА визначають за значенням ефективності робочих ходів:

$$\varphi = \frac{\sum L_p}{\sum L_p + \sum L_{xx}} \quad (2.22)$$

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

Де:

L_p – робоча довжина поля, м;

L_{xx} – довжина холостого ходу на поворотній смузі, м.

$$L_p = L - 2E, \text{ м} \quad (2.23)$$

$$L_p = 1250 - 2 * 4,95 = 1240,1 \text{ м}$$

Де: L – довжина поля, м;

$$L_{xx} = (6,6 \dots 8,0)R, \text{ м} \quad (2.24)$$

$$L_{xx} = 7 * 1,98 = 13,86 \text{ м}$$

Робота агрегату в загінці

Продуктивність агрегату

$$W_{зм} = 0,1 \cdot B_p \cdot V_p \cdot T_{зм} \cdot \tau, \text{ га/зм} \quad (2.25)$$

$$W_{зм} = 0,1 * 1,8 * 8 * 7 * 0,87 = 8,76 \text{ га/зм}$$

де:

V_p – робоча швидкість агрегату, яка знаходиться при розрахунку тягового опору;

$T_{зм}$ – 7 год;

τ – коефіцієнт використання часу зміни.

$$\tau = \frac{T_р}{T_{зм}} \quad (2.26)$$

$$\tau = 7 / 8 = 0,87$$

де: T_p – робочий час зміни;

$$T_p = \frac{T_{зм} - T_{пз} - сто - T_ф - T_{пер}}{60(8 + \tau_{пов})}, \text{ год} \quad (2.27)$$

$$T_p = \frac{480 - 4 - 20 - 30 - 26}{60(8 + 5,35)} = 0,49 \text{ год}$$

де: $T_{пз}$ – тривалість підготовки-закінчення робіт, $T_{пз}$ = 4 хв;

$T_{то}$ – норматив на проведення ТО, хв.;

$T_{ф}$ – час на фізіологічні потреби, хв., $T_{ф}$ = 30-40 хв;

$T_{пер}$ – час переїздів МТА, $T_{пер}$ = 26 хв;

$\tau_{пов}$ – коефіцієнт поворотності.

$$\tau_{пов} = \frac{V_n * t_{\text{пов}}}{3{,}6h}, \tag{2.28}$$

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

де: V_n – швидкість МТА при розвороті, км/год;

$t_{пов}$ – тривалість розвороту, с. $t_{пов}$ = 40-60 с.

Контроль та оцінка якості роботи

Контроль та оцінка якості оранки включають в себе аналіз різних параметрів, які впливають на ефективність цього процесу. Для забезпечення якісної оранки важливо враховувати такі фактори:

- Глибина обробітку: Фактична глибина обробітку вимірюється за допомогою лінійки по ширині захвату сільськогосподарської техніки на довжині 65 - 200 мм в 26-30 точках. У випадку, коли середня глибина обробки відрізняється від встановленого значення на більшу або меншу величину ніж 2 см, здійснюються відповідні налаштування знаряддя для досягнення оптимальної глибини обробки.
- Після створення розрізу дна борозни шириною від 15 до 20 см та довжиною від 10 до 12 см, здійснюється оцінка якості підрізання бур'янів. Шляхом підрахунку кількості бур'янів, що були успішно підрізані, і порівняння цього значення з фоновою засміченістю, можна визначити відхилення (α) і зробити висновок про якість проведеної оранки [3].
- Якість загортання залишків рослин є суттєвим фактором в оцінці якості оранки. Шляхом здійснення візуального аналізу можна встановити,

наскільки ефективно залишки матеріалу були загорнуті та розподілені по полю. Візуальне спостереження дозволяє оцінити якість процесу та його вплив на загальний вигляд і стан поля.

- Оцінка наявності грудок розміром більше 50 мм виконується шляхом перерахунку їх на 10 майданчиках площею 1х1 метр [3]. Це дозволяє визначити ефективність процесу розпушування ґрунту та розбиття грудок. Аналіз кількості грудок надає уявлення про якість виконаної роботи та стан ґрунту на полі.

За допомогою контролю та оцінки цих параметрів можна забезпечити якісне та ефективне виконання оранки, що сприятиме поліпшенню якості ґрунту та підвищенню врожайності.

Охорона праці при виконанні оранки:

1. Перед роботою на плугах та супутніх агрегатах допускаються особи, які мають знання про конструкцію та правила експлуатації сільськогосподарської техніки.

2. Для отримання допуску до роботи на плугах потрібно пройти інструктаж з техніки безпеки та охорони праці.

3. Заборонено виконувати ремонтні роботи, технічне обслуговування та очищення робочих органів плуга під час його руху.

4. При заміні робочих органів плуга необхідно вимкнути двигун трактора.

5. Заточування лез плуга має здійснювати спеціаліст після проходження інструктажу з безпечних прийомів роботи з спеціальним обладнанням.

6. Під час технічного обслуговування слід використовувати справний інструмент та обладнання, які відповідають призначенню.

2.6 Висновки по розділу

Вирощування кукурудзи на зерно має численні переваги, які підтримують його доцільність. У цьому розділі було розроблено технологічну карту з детальними розрахунками операцій, що дозволяє виявити оптимальний план механізованих робіт для вирощування кукурудзи. За розрахунками ми отримали витрату палива за весь рік яка складає 3383,08 кг, та затрати праці які складають 247,31 люд-год/га. Розроблений план сприяє раціональному використанню ресурсів та ефективному плануванню робіт.

Також, було проведено розрахунки та створено операційно-технологічну карту для виконання оранки. Це дозволяє забезпечити належну якість обробітку ґрунту та оптимальний розвиток посівів кукурудзи. Розрахунки велися під реальні умови роботи, з наведенням агротехнічних вимог та вимог з охорони праці.

Таким чином, вирощування кукурудзи на зерно за технологією яка була використана при розробці технологічної карти та операційно технологічної карти є вигідним підходом. Вона дозволяє досягти оптимальних результатів у вирощуванні культури, мінімізувати витрати та забезпечити високу якість виконання робіт.

3. УДОСКОНАЛЕННЯ КОНСТРУКЦІЇ ПЛУГА OPTICON МАЙСТЕР 4А

3.1 Патентний огляд технічних рішень за обраним напрямком

1) УКРАЇНА UA 75011 C2 (НАВІСНИЙ ОБОРОТНИЙ ПЛУГ)

Цей винахід відноситься до аграрної сфери, зокрема до навісних оборотних плугів, які призначені для роботи з тракторами і використання в процесі оранки ґрунту для вирощування зернових та технічних культур.

Виконавчий механізм цього винаходу має інноваційну конструкцію, яка складається з двох пар поворотних важелів, що шарнірно закріплені на рамі і взаємодіють з упорами, також закріпленими на рамі. Особливістю цього виконавчого механізму є його пристрій реверсивного повороту рами, який виконаний у вигляді двоплечого важеля. Одне плече важеля пов'язане з штоком гідроциліндра, а інше плече за допомогою спеціальної сережки пов'язане з кривошипом, що жорстко закріплений на осі оборотної рами.

Перелік позначень, що використовуються в даному описі [2]:

1. Навісна балка
2. Вертикальна стійка
3. Рама
4. Вісь
5. Ліві плугові корпуси
6. Праві плугові корпуси
7. Опорні колеса
8. Прискорювач реверсивного повороту рами (ПРПР)
9. Виконавчий механізм прискорювача реверсивного повороту рами (ВМПРПР)

10. Гідроциліндр прискорювача реверсивного повороту рами (ГЦПРПР)

11. Корпус гідроциліндра

12. Шток гідроциліндра

13. Ланцюгова передача

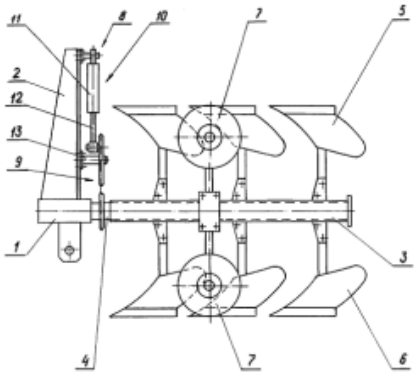
14. Ланцюг

15. Ведуча зірочка

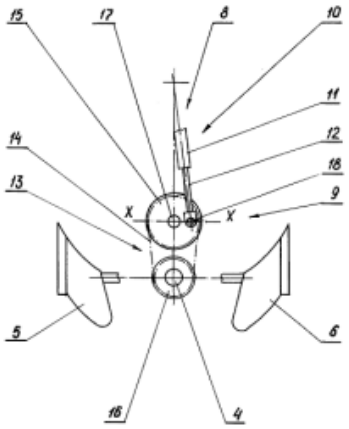
16. Ведена зірочка

17. Вісь ведучої зірочки

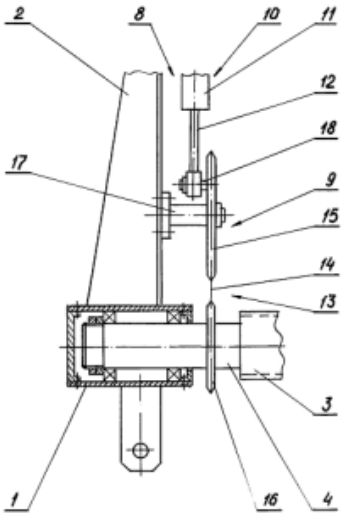
18. Цапфа ведучої зірочки

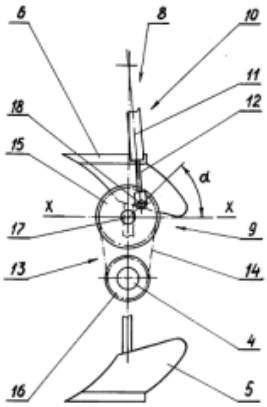


Фіг. 1



Фіг. 3





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

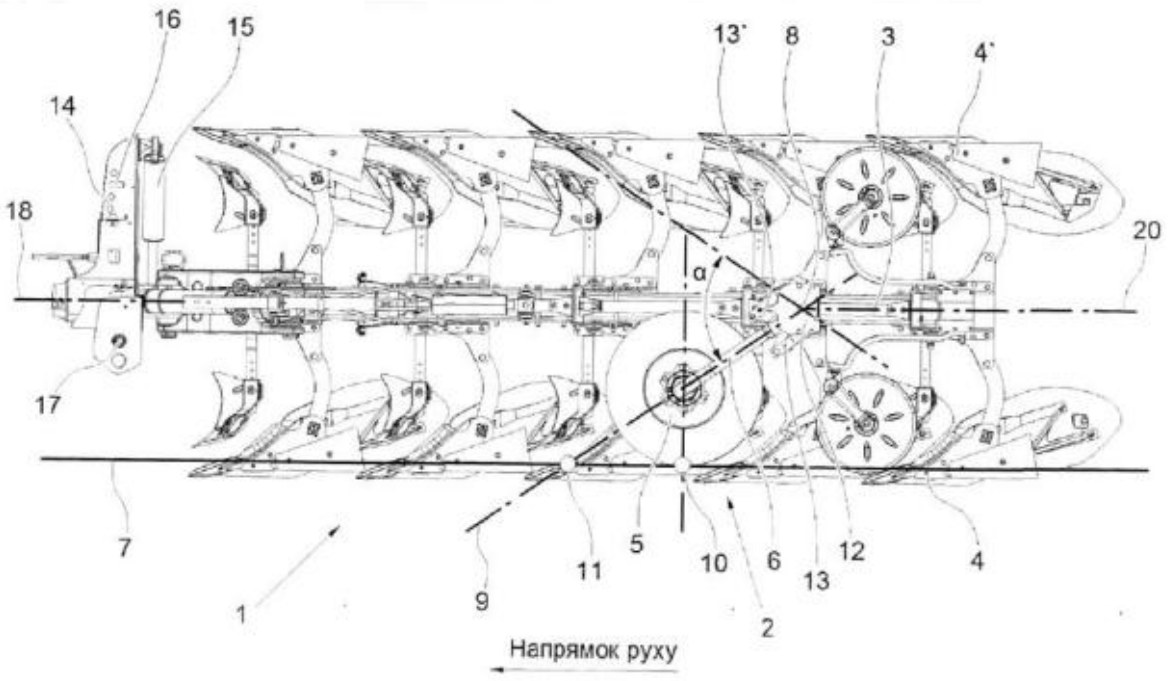
Винахід належить до категорії оборотних плугів з поворотним опорним колесом, яке встановлене спереду та має здатність самостійно керувати плугом, забезпечуючи потрібну робочу глибину.

Інноваційність винаходу полягає в використанні зміщеного поворотного опорного колеса, що дозволяє збільшити маневреність робочого агрегату. Застосування зміщеного колеса зменшує бічний виліт у напрямку руху, полегшуючи оранку в кінці загону поблизу огорожі або дороги. Більш компактні та легкі важелі, тримачі, і опори можуть бути виготовлені завдяки меншому боковому вильоту поворотного опорного колеса.

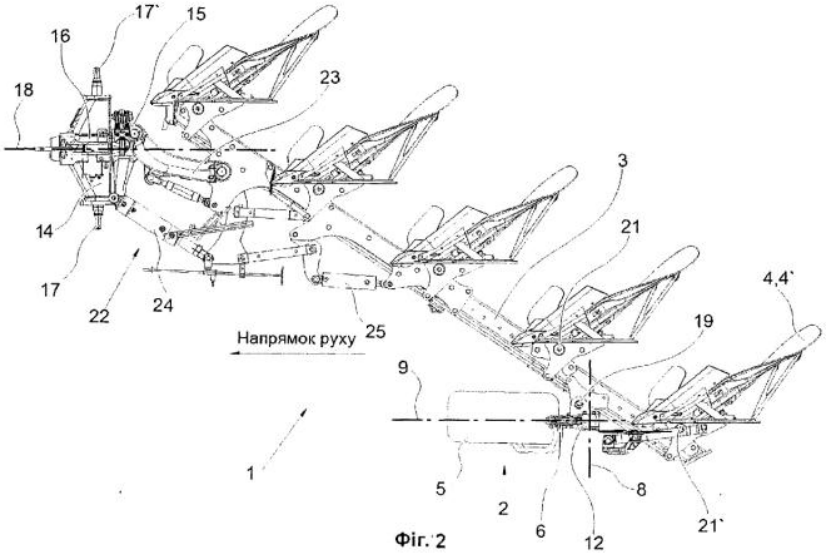
Перелік використаних позначень [2]:

- 1 оборотний плуг
- 2 поворотне опорне колесо
- 3 рама плуга
- 4 робочий орган плуга, корпус плуга
- 5 опорне колесо
- 6 важіль, поворотний важіль
- 7 ґрунт, поверхня ґрунту
- 8 вісь, вісь повороту
- 9 вісь, направляюча вісь
- 10 точка контакту колеса
- 11 точка перетину
- 12 поворотна опора
- 13 упорний засіб
- 14 навісна рама
- 15 гідравлічний циліндр
- 16 з'єднувальна точка

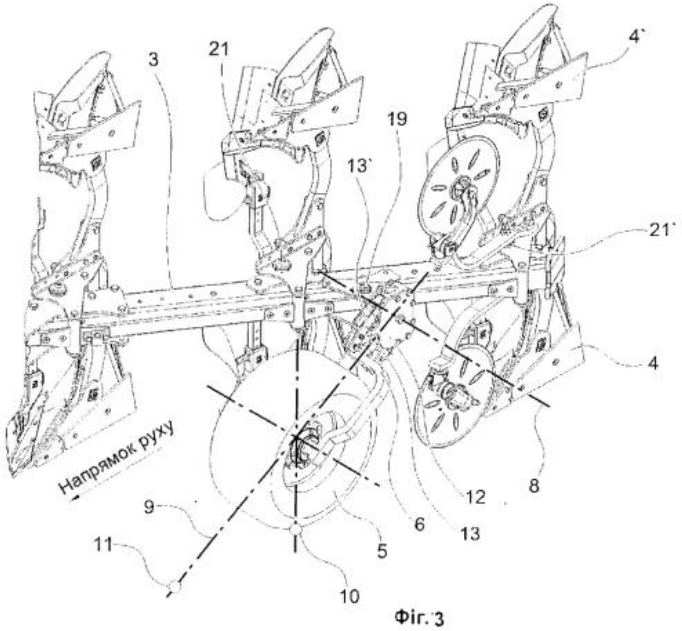
- 17 з'єднувальна точка
- 18 вісь обертання
- 19 вісь, вісь повороту
- 20 середня площина
- 21 вісь, вісь повороту
- 22 регулювальний центр
- 23 приводний важіль
- 24 поворотний циліндр
- 25 серводвигун



Фіг.1



Фіг. 2



Фіг. 3

3) УКРАЇНА UA 4919 U «Корпус плуга»

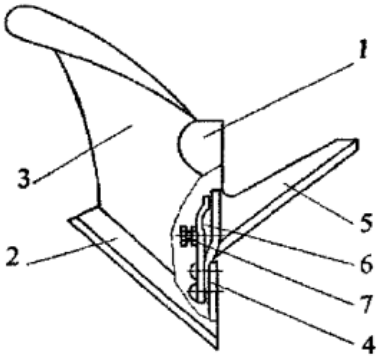
Дана корисна модель розроблена для сільськогосподарського машинобудування, зокрема до розробки конструкцій корпусів плугів які використання при основному обробітку ґрунту.

Обробіток ґрунту плугами є досить енергоємним процесом. Підрізання, розпушення, та обертання скиби призводить до навантаження поперечними зусиллями які діють на польову дошку. Величина цих навантажень залежить від питомого опору ґрунту, і чим він більший то більше витрачається енергії на подолання сили тертя яке виникає між

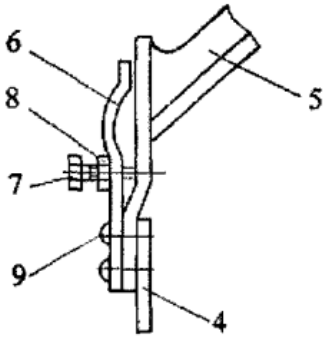
стінкою борозни та польовою дошкою. Це явище не приймає участі у корисний роботі тож його дію слід зменшувати.

Основною метою даної корисної моделі є підвищення стійкості роботи корпусу плуга та зниження енергетичних затрат, пов'язаних з процесом оранки. Назва позицій [2]:

1. Стійка
2. Леміш
3. Полиця
4. Кронштейн
5. Плоскорізальна лапа
6. Пружна лапка
7. Регульований болт
8. Гайка
9. Болти



Фіг. 1



Фіг. 2

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

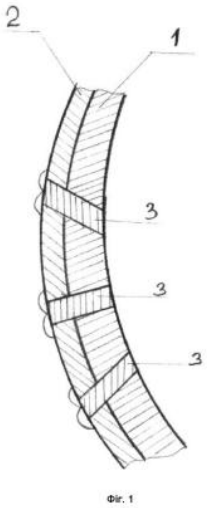
Відвал плуга складається з двох основних компонентів - металевої частини відвала і футерівки відвала, виготовленої з матеріалу з низькою адгезією до ґрунту. Ці дві частини постійно жорстко з'єднані металевими стрижнями, що розташовані в різних напрямках площини, щоб уникнути зсуву футерівки відносно металевої частини відвала.

Основною метою запропонованої корисної моделі є створення ремонтопридатного плужного відвала, який сполучає твердість і жорсткість сталевого відвала з низькою адгезією матеріалу футерівки, має стійкість до стирання, довговічність і спрощену технологію відновлення. Ця задача вирішується шляхом постійного жорсткого з'єднання металевої частини відвала з футерівкою з матеріалу з низькою адгезією до ґрунту за допомогою металевих стрижнів, розташованих в різних напрямках.

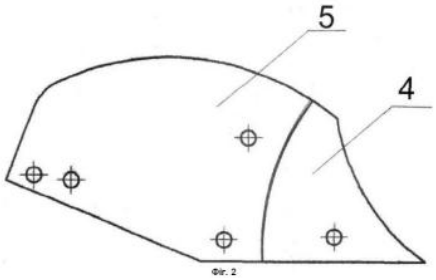
Описана корисна модель може бути проілюстрована кресленнями [2]:

Фігура 1 - Схематичне зображення фіксації елементів відвала, де: 1 - футерівка з полімеру; 2 - металева основа відвала; 3 - металевий фіксуючий стрижень.

Фігура 2 - Футерівка відвала складається з різних сегментів, де: 4 - передній сегмент футерівки, який має більше зношування; 5 - сегмент футерівки, який має менше зношування.



Фіг. 1



Фіг. 2

3.2 Обґрунтування вибору удосконалення та його детальне пояснення

Після проведення технічного та патентного аналізу конструкцій сучасних плугів для основного обробітку ґрунту встановлено, що для покращення якості оранки та умов праці найефективніше використання додаткових робочих органів, які можуть бути додані до стандартного плуга. Відповідно до цього, пропонується випуск серійного оборотного плуга Opticon Майстер 4А, який буде оснащений дисковим ножом перед останнім корпусом.

Основна мета цього вдосконалення полягає у підвищенні надійності роботи оборотного плуга, поліпшенні якості оранки та зменшенні навантажень на останній корпус, що покращить стійкість руху та умови роботи. Додавання дискового ножа перед останнім корпусом дозволить трактору, який працює в борозні, мати більш чітку траєкторію руху, та переваги по якості обробітку.

Для досягнення цієї мети, до механізму кріплення корпусу на плуг Opticon Майстер 4А буде встановлений дисковий ніж зі стійкою, як показано на Рис. 3.1.

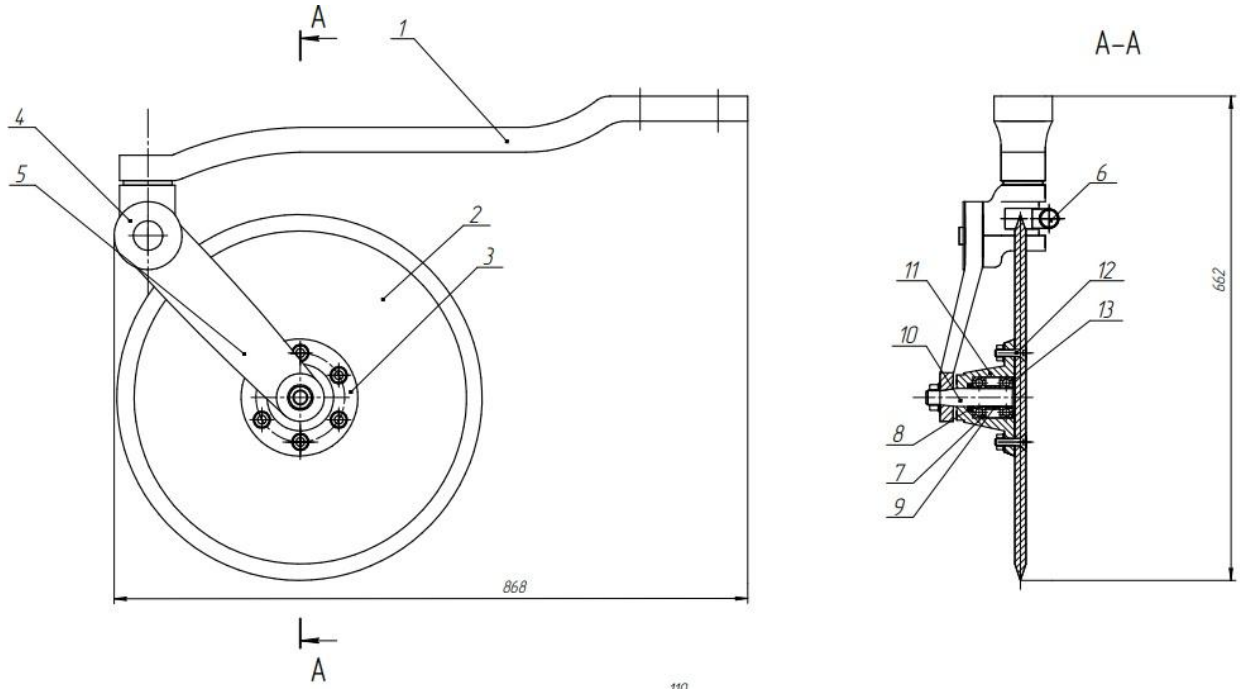


Рис. 3.1 Схема дискового ножа для обладнання оборотного плуга

Для обладнання плуга дисковим ножом використовується стійка 1 яка кріпиться до рами плуга, вона розрахована на гасіння динамічних навантажень у вертикальній площині що забезпечить більш надійну та довговічну роботу ріжучого диску, через шарнірну опору 4, яка працює на рух у горизонтальній площині до стійки кріпиться водило 5. За допомогою з'єднувальної пари водило – вертикальний шарнір виконується регулювання робочої глибини диску 2. До водила кріпиться вісь 10, яка за рахунок різьбового з'єднання та конусної форми на осі надійно закріплюється у ньому. На осі через радіально упорні підшипники 7 встановлюється ступиця диска. Вона включає в себе ущільнювальні кільця 8 та 13 і розпірне кільце 9. До ступиці через потайні болти 12 кріпиться дисковий ніж 2 в якому за такої будови ступиці виключається виконування отвору під маточину диска що дозволить збільшити його міцність та довговічність.

Пристрій працює таким чином. Під час оранки перед корпусом дисковий ніж вертикально ріже шар ґрунту в той час як корпусу плуга який йде за ним залишається відрізати скибу знизу та перевернути. Після проходження таким знаряддям залишається рівна та чиста борозна що покращить умови роботи трактора який в ній працює.

Встановлення дискового ножа перед останнім корпусом плуга принесе такі переваги:

- Поліпшена якість обробітку ґрунту: Дисковий ніж забезпечує розрізання ґрунту, що сприяє кращому переміщенню рослинних залишків. Це призводить до покращення структури ґрунту і сприяє кращому проростанню насіння в майбутньому.
- Зменшення опору ґрунту: Дисковий ніж розбиває і прорізує ґрунт, що допомагає знизити опір під час проходження плуга. Це робить процес обробітку більш ефективним і енергозберігаючим.
- Зниження зусилля на обертання скиби: Дисковий ніж сприяє розпушуванню ґрунту і зменшенню його щільності, що дозволяє знизити

витрати енергії на його переміщення. Це полегшує роботу машини і зменшує знос плуга.

- Зменшення ризику ущільнення ґрунту: Дисковий ніж допомагає запобігти ущільненню ґрунту, особливо при дії великих сил опору і вологості ґрунту. Це сприяє кращій вентиляції та водопроникність ґрунту, сприяючи його здоровому розвитку.

Встановлення дискового ножа перед останнім корпусом плуга є ефективним способом покращити якість обробітку ґрунту, зменшити опір агрегату, і запобігти ущільненню ґрунту. Це важлива техніка для сільськогосподарських операцій, яка сприяє підвищенню врожайності і забезпеченню економії ресурсів.

3.3 Техніко-експлуатаційні розрахунки

Обґрунтування параметрів проектованого дискового ножа

Плоскі дискові ножі використовуються для розрізання вертикальних шарів ґрунту. Під час цього процесу на ніж діють сили опору ґрунту, які перешкоджають його зминанню, а також сили тертя ґрунту, що виникають на бічних поверхнях ножа.

Оскільки дисковий ніж має симетричну форму та функціональне призначення, то можна уявити, що сили опору ґрунту на нього зведені до однієї загальної сили R. Ця сила прикладена приблизно в середині робочої дуги леза ножа і проходить через його вісь обертання. Компонента R_x цієї сили представляє тяговий опір, цей опір заставляє диск обертатись. Інша сила R_z діє на диск намагаючись його виштовхнути з ґрунту. Аналіз та розрахунки за методиками [12].

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. 3.2

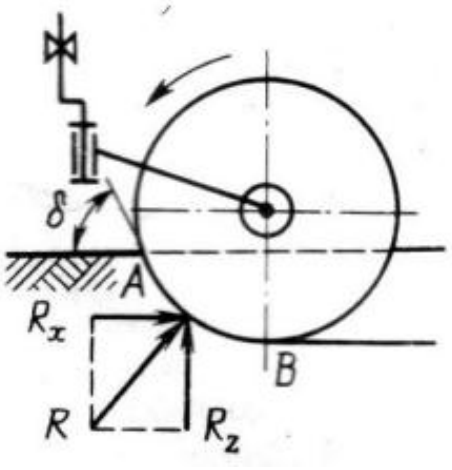


Рис.3.2 Сили які діють на диск при роботі в ґрунті

Щоб дисковий ніж мав змогу перерізувати стебла рослин які знаходяться на його шляху, а не зминав та стягував, кут защемлення δ має бути меншим, ніж сума кутів тертя φ_1 та φ_2. Кут φ_1 представляє напрямок сили тертя між стеблом та лезом, а φ_2 — кут тертя між стеблом та ґрунтом [12].

Якщо стебла рослин забиваються між диском ножа та корпусом плуга, можна зменшити глибину різання диска або використати ніж більшого діаметра. Використання вирізних ножів є альтернативою, яка дозволяє уникнути цього явища і знизити силу R_x на 18-25%. Також сила R_x залежить від показника кінематичного режиму леза ножа.

$$\lambda = \frac{\omega r}{V_m} \tag{3.11}$$

де:

ω - кутова швидкість,

r - радіус диска,

V_m - швидкість руху машини (знаряддя).

Залежно від значення λ, сила R_x зменшується. При збільшенні λ від 0 до 1, значення R_x зменшується в 2,5 рази. Числові значення λ залежать від конструкції дискового ножа і стану ґрунту. Для ножів з рівним лезом λ складає від 1,02 до 1,098, для рифлених - від 1,08 до 1,31, а для вирізних дисків - від 1,045 до 1,165. Установка дискових ножів перед корпусом має

позитивний ефект, який проявляється не тільки у зниженні тягового опору, але й у поліпшенні процесу формування борозни, відрізання скиби і стійкості ходу агрегату [12].

Щоб забезпечити стійкий хід диска в ґрунті, необхідно, щоб ряд сил, що діють на нього, був урівноваженим. Під час руху диска в ґрунті відбувається дія наступних сил: сила тяжіння диска *G*, яка прикладена у центрі його ваги, реакція ґрунту *R*, яка пройде через шарнір диска, та тягова сила *P*, яка прикладена до повідця в точці O_3. Для забезпечення стійкого ходу диска необхідно, щоб ці сили взаємно урівноважувалися, а сума моментів відносно точки підвішування O_3 дорівнювала нулю. Схема роботи зображена на рис.3.3

$$P + G + R = 0; \tag{3.12}$$

$$Gl_3 + Q_{пр} + Rl_2 = 0.$$

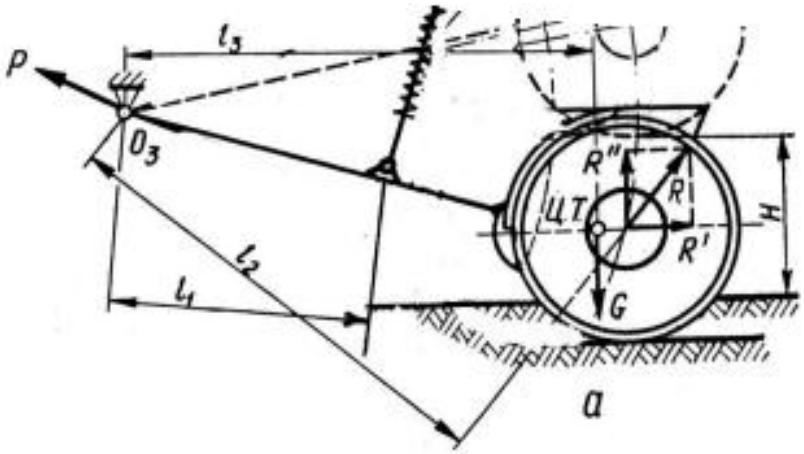


Рис. 3.3 Схема роботи дискового ножа

У рівняннях, що описують стійкість ходу диска, враховується сила R, яка залежить від різних факторів, таких як щільність ґрунту, вологість та інші. Під час роботи ця сила змінюється, що впливає на глибину проникнення диска. Зменшення сили R призводить до більшої глибини проникнення диска, а збільшення - до меншої. При виконанні робіт на полі потрібно перевірити глибину ходу дисків, що потребує відповідності до встановленої глибини оранки.

Розрахунок рівноваги дискового ножа

Під час руху дискового ножа в ґрунті виникають деякі сили, які мають вплив на його рух. Сила тяжіння *G* діє на диск разом з повідцем, реакція ґрунту *R* та сила тяги *P*. Сила тяги *P* розкладається на дві складові: вертикальну складову P_1 та горизонтальну складову P_2. Для досягнення рівноваги, умова може бути виражена у векторному вигляді, яка описує баланс сил під час руху диска. Ця умова описується рівнянням (3.12) [12].

Факт того, що форма диска є симетричною, свідчить про те, що всі сили, що діють на нього, знаходяться в одній площині. Система сил зображена на рис. 3.4

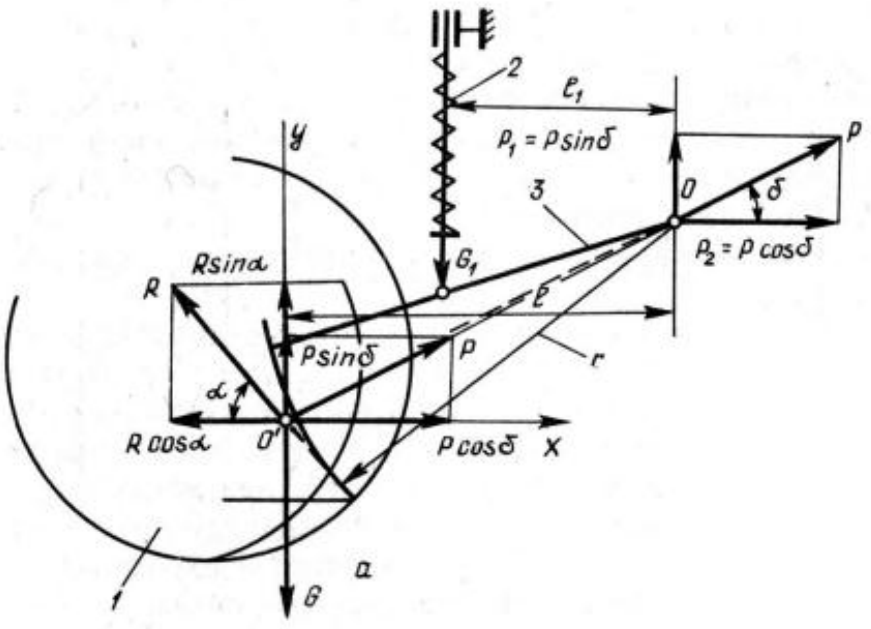


Рис. 3.4 Система сил що діють на дисковий ніж

Проводячи проекцію всіх сил на координатні осі X і Y, ми отримуємо рівняння, яке описує рівновагу системи:

$$P\sin\delta = G - R\sin\alpha, \qquad (3.13)$$

де: α - кут між горизонтальною прямою і напрямком куди діє сила R,

δ - кут в напрямку дії сили тяги по відношенню до лінії горизонту.

При дотриманні цих умов при роботі, то диск знаходитиметься в стані рівноваги по відношенню до вертикальної площини.

Для дії сил по відношенні до точки O_3 маємо рівняння:

$$Gl = Rr \tag{3.14}$$

де: l, r – плечі сил G і R

Значення рівнодіючої сили опору ґрунту може бути обчислено за наступним виразом:

$$R = \sqrt{P^2 cos^2\delta + (G - Psin\delta)^2} \tag{3.15}$$

Напрямок дії цієї сили:

$$tg = \frac{G+G_1-Psin\delta}{Pcos\delta} \tag{3.16}$$

Використовуючи ці формули, можна визначити відстань від місця кріплення дискового ножа до точки його підвісу.

$$r = \frac{Gl+G_1 l_1}{R} = \frac{Gl+G_1 l_1}{\sqrt{P^2 cos^2\delta+(G+G_1-Psin^2\delta)^2}} \tag{3.17}$$

Отже, рівновага дискового ножа, який працює в ґрунті, залежить головним чином від сили опору ґрунту R та її напрямку. Оскільки ця величина може змінюватись, система дискового ножа може виконувати незначні коливання відносно рами плуга. Розрахунки за методиками [12].

У вихідних даних для тягового розрахунку дискового ножа маємо наступне:

- Тяговий опір дискового ножа: P = 1500 Н;

- Сили тяжіння сошника з повідком: G = 180 Н;

- Плече сили тяжіння G відносно точки O: l = 445 мм;

- Кут нахилу повідка до горизонталі в робочому положенні: δ = 46°.

Рівнодіючу силу опору ґрунту можна обчислити за допомогою виразу (3.15):

$$R = \sqrt{P^2 cos^2\delta + (G - Psin\delta)^2} =$$

$$= \sqrt{1500^2 cos(46°)^2 + (180 - 1500 sin46°)^2} = 1376{,}2 \text{ Н}$$

Рівнодіюча сила опору ґрунту, яка прикладена до сошника в точці O_1, залежить від глибини ходу диска і має напрямок під кутом α до горизонту за виразом (3.16):

$$tg\alpha = \frac{G - Psin\delta}{Pcos\delta} = \frac{180 - 1500 sin46°}{1500 cos46°} = -0{,}82$$

Відстань від точки кріплення диска до точки підвісу визначиться з виразу (3.17):

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

Приймаємо 60 мм.

Розрахунок дискового ножа

Необхідний діаметр D для дискового ножа розрахуємо за формулою:

$$D = 2(a_2 + \Delta a_2) + d_0 \qquad (3.18)$$

$$D = 2(180 + 20) + 0.2*500 = 500 \text{ мм}$$

де *2* — коефіцієнт при оптимальних умовах роботи і глибині ходу леза диска

(a_2 > = 120...300 мм) і для спеціальних умов роботи, має відношення до глибини оранки:

Δa_2 — для компенсації мікрорельєфу поля (15...20 мм);

d_0 — діаметр для фланця маточини ножа ($d_0 = 0{,}2D$).

Згідно рекомендацій Г.М. Синєокова, товщина диска повинна бути *0,01D* [12]:

$$t = 0{,}01*500 = 5 \text{ мм}$$

де *D* - діаметр диска.

Для забезпечення стійкого ходу в горизонтальній площині, дисковий ніж повинен мати двобічне загострення леза. Загострення леза диска вимагає кута між 15 та 20°. Рисунок 3.5 надає основні параметри стандартного дискового ножа.

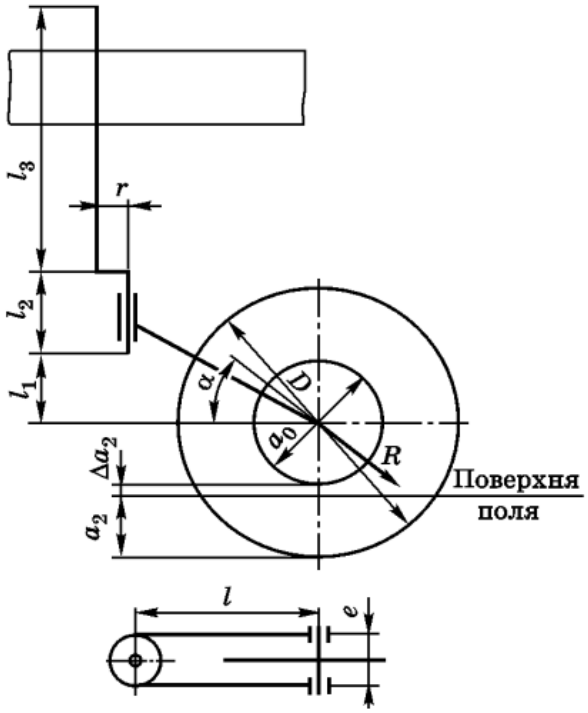


Рис. 3.5 Розміри дискового ножа

Для запобігання забиванню та забезпечення вільного обертання диска, просвіт l повинен бути достатньо великим. Він повинен перевищувати радіус диска не менше ніж на 50 мм. Також, розхил e вилки повинен бути не менше 100 мм [12].

$$l \geq \frac{D}{2} + 50 \tag{3.19}$$

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

Для уникнення загрібання рослинних решток, просвіт l_1 повинен бути не менше 50 мм. Довжина l_3 верхньої частини стояка повинна мати достатній запас, якщо плуг працює на невеликій глибині. Запас міцності забезпечується мінімальною довжиною l_2 нижньої частини стояка з урахуванням вимог до міцності. Коліно має бути зігнуте під певним кутом, а його радіус r повинен бути не менше 70 мм, щоб розташування ножа було правильне відносно

плужного корпусу або передплужника, відносно місця розташування на рамі плуга.

На основі проведених дослідів професора Г.М. Синєокова встановлено, що сила опору R, що діє на диск ножа, проходить під кутом $\alpha = 50°$ через його вісь відносно горизонтальної лінії. Зауважено, що кут α залежить від діаметра диска, і чим більший діаметр, тим більшим буде цей кут [12]. У таблиці 3.6 наведено значення опору дискового ножа зі стандартними розмірами ($D = 500$ мм, $t = 5$ мм) для ґрунтів різного типу.

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

Таблиця 3.6 Опір різанню для дискових ножів стандартних розмірів при роботі на різних типах ґрунтів

Розрахунок підшипникової опори для ступиці дискового ножа

Шляхом аналізу ескізних креслень, ми можемо визначити габаритні розміри, які забезпечать правильну роботу механізму. Враховуючи стандартний розмір дискового ножа 500 мм, ми приймаємо такі розміри для стійки з рухомою проміжною опорою, які відповідають вимогам агротехніки і забезпечують ефективну роботу дискового ножа.

Почнемо з підбору посадочного місця для підшипників кочення що буде дорівнювати $d = 25$ мм. Так як диск може працювати на твердих типах ґрунтів то від твердих фракцій ґрунту (грудок), будуть виникати радіальні навантаження. Тож для підвищення надійності та довговічності роботи вузла відразу обираємо кулькові радіально-упорні підшипники.

Обираємо два радіально-упорні підшипники, які відносяться до легкої серії №36205 та відповідають ГОСТ 831-75 (рис.3.7) і мають такі параметри (таблиця 3.8).

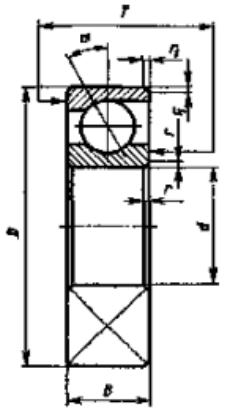


Рис. 3.7 Схема кулькового радіально-упорного підшипника

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

Таблиця 3.8. Параметри кулькового радіально-упорного підшипника №36205

Сили які діятимуть на опору:

Осьова рівнодіюча опору ґрунту R=1376,2 Н, на врахування можливого радіального навантаження приймаємо 45% від осьового, тоді:

$$F_r = R*1,3 = 1376,2 * 1,3 = 1789 \text{ Н} \quad (3.20)$$

Перевірка вірного підбору підшипника:

Визначимо відношення $\frac{R}{VFr} = \frac{1376,2}{1*1789} = 0,76$

V = 1 – коефіцієнт обертання;

При відношення осьової сили до радіальної 0.76 ≥ 0,35, то рекомендується використовувати радіально-упорні підшипники.

Перевірка обраного підшипника при роботі. Еквівалентне навантаження буде визначатися за виразом:

$$R = (XVF_r + YF_a)\, k_\delta k_\tau \qquad (3.21)$$

- де , F_a, F_r – радіальне та осьове зовнішнє навантаження, Н;
- X Y, – коефіцієнти радіального та осьового навантаження ;
- V – коефіцієнт обертання, V = 1;
- k_δ – коефіцієнт безпеки, який враховує дію навантаження, (при помірних динамічних навантаженнях та вібрацій k_δ = 1,4);
- k_τ– температурний коефіцієнт (при температурі підшипника що має менше 100°С k_τ =1). Знайдемо коефіцієнти X Y.

За відношенням:

$$\frac{Fr}{Co} = \frac{1789}{9100} = 0.196 \qquad (3.22)$$

Визначаємо що e = 0,52,

$0.196 \leq 0.52$

X = 1, Y= 0

Тоді, значення що відповідає еквівалентному навантаженню опори за виразом (3.21):

R = (1*1*1789 + 1376,2*0) * 1.4 * 1 = 2504,6 Н

Розрахунковий ресурс становитиме:

$$L = \left(\frac{C}{R}\right)^m = \left(\frac{16700}{2504{,}6}\right)^3 = 296{,}43 \text{ млн. об} \qquad (3.23)$$

$m = 3$ - показник степеню, для кулькових підшипників.

3.4 Висновки по розділу

Після аналізу параметрів та характеристик розробленого дискового ножа для плуга, можна зробити наступний висновок:

Розроблений дисковий ніж є оптимальним вибором для обладнання ним плуга. Він має двобічне загострення леза, що забезпечує стійкий хід в горизонтальній площині. Кут загострення леза становить 15-20°, що дозволить ефективно виконувати роботу на різних типах ґрунтів.

Дисковий ніж має стандартні розміри, які забезпечують коректну роботу механізму. Розмір стойки з рухомою проміжною опорою вибрано таким, що відповідає агротехнічним вимогам та забезпечує надійність та довговічність роботи дискового ножа.

Також було прийнято рішення використовувати кулькові радіально-упорні підшипники, що забезпечує оптимальну підтримку та знижує знос вузла. Розрахунковий ресурс підшипникової опори вийшов 296,43 млн.об.

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

4. ОХОРОНА ПРАЦІ

Заходи з охорони праці при вирощуванні кукурудзи на зерно

На підприємстві, яке спеціалізується на вирощуванні кукурудзи на зерно, велика увага має приділяється проведенням заходів з охорони праці. Ці заходи спрямовані на забезпечення безпеки працівників та запобігання можливим нещасним випадкам і травмам. Зокрема включає такі аспекти:

1. Індивідуальна підготовка та навчання: Кожен працівник повинен пройти обов'язковий навчальний курс з охорони праці, який включає ознайомлення зі специфікою вирощування кукурудзи, правилами безпеки та ефективним використанням захисного спорядження.

2. Використання відповідного захисного спорядження: Працівники мають мати доступ до необхідних засобів індивідуального захисту, таких як спеціальний одяг, рукавиці, окуляри та маски, які допоможуть запобігти травмам та захистити їхнє здоров'я від потенційних небезпек.

3. Використання безпечної техніки та обладнання: Підприємство повинно забезпечувати своїх працівників сучасною технікою та обладнанням, які відповідають вимогам безпеки праці. Це включає регулярну перевірку стану машин і забезпечення їх належного обслуговування.

4. Раціональне використання хімічних речовин: При використанні хімічних добрив та пестицидів необхідно дотримуватись рекомендацій виробників та стандартів безпеки. Це включає правильне зберігання, дозування та застосування цих речовин з мінімальним негативним впливом на навколишнє середовище.

5. Систематичний моніторинг та контроль: Підприємство має вести постійний моніторинг робочих процесів та ефективно контролювати

дотримання заходів безпеки праці. Це допоможе швидко виявляти можливі небезпеки та вживати заходів для їх запобігання.

6. Створення безпечного робочого середовища: Підприємство повинно забезпечити належні умови праці, такі як належне освітлення, вентиляцію та дотримання протипожежних норм. Застосування превентивних заходів допоможе зменшити ризики та підвищити загальну безпеку на робочому місці.

Виконання заходів з охорони праці на підприємстві, що займається вирощуванням кукурудзи на зерно, є важливим аспектом забезпечення безпеки працівників та дбайливого ставлення до навколишнього середовища. Реалізація цих заходів сприятиме досягненню сталого розвитку підприємства та збереженню природних ресурсів.

Заходи охорони праці при роботі з удосконаленим плугом

Робота з покращеним плугом вимагає виконання додаткових заходів з охорони праці для забезпечення безпеки працівників на підприємстві. Основні рекомендації для безпечної роботи з покращеним плугом включають:

1. Проведення інструктажу та навчання: Всі працівники, які працюють з плугом, повинні пройти інструктаж з безпеки та отримати необхідну підготовку. Це включає ознайомлення з правилами безпеки, коректним використанням плуга та вміннями контролювати його роботу.

2. Перевірка стану плуга: Перед початком роботи слід ретельно перевірити стан плуга та всіх його компонентів. Важливо переконатися, що плуг належним чином функціонує, всі частини є в справному стані та заточення леза відповідає вимогам для ефективної роботи.

3. Використання особистого захисту: Працівники повинні мати на собі необхідний особистий захист, такий як захисний одяг, рукавиці та взуття. Це

допоможе запобігти травмам та захистити працівників від потенційних небезпек.

4. Дотримання правил безпеки при маніпулюванні плугом: Перед початком роботи слід переконатися, що робоче місце порожнє від перешкод, які можуть стати небезпечними під час роботи. Важливо дотримуватись встановлених процедур безпеки, правильно позиціонуватись під час маніпулювання плугом та використовувати захисні пристрої.

5. Запобігання перевантаженню та втомі: Робота з плугом може бути фізично вибагливою, тому важливо дотримуватись регулярних перерв на відпочинок та вживати заходів для запобігання перевантаженню та втомі. Це може включати зміну позиції тіла, виконання розтяжок та вживання достатньої кількості рідини.

6. Технічне обслуговування та ремонт: Плуги повинні регулярно проходити технічне обслуговування та перевірку для забезпечення їх правильної роботи. Це включає змащення, заміну зношених деталей та виправлення виявлених дефектів.

Дотримання цих рекомендацій допоможе забезпечити безпеку працівників під час використання покращеного плуга і покращить загальну охорону праці на підприємстві.

Заходи для збереження навколишнього середовища

Для забезпечення екологічно стійкого підходу та запобігання ерозії ґрунтів при вирощуванні кукурудзи на зерно, необхідно вживати наступні заходи:

1. Захист ґрунтового покриву: Рекомендується використовувати методи збереження ґрунту, такі як встановлення захисних смуг або терасування ухилів, для запобігання його ерозії під час дощів, та збереження його поживних речовин.

2. Використання природних матеріалів: Перевагу слід надавати використанню органічних добрив та натуральних пестицидів при вирощуванні кукурудзи на зерно. Це допоможе знизити негативний вплив на ґрунт і водні ресурси.

3. Раціональне використання паливно-мастильних матеріалів: Важливо дотримуватись правил зберігання, використання та утилізації паливно-мастильних матеріалів, таких як паливо та мастило. Слід використовувати екологічно безпечні матеріали та забезпечувати їх правильну утилізацію.

4. Розумне використання хімічних засобів: При застосуванні хімічних засобів, таких як пестициди та гербіциди, слід дотримуватись інструкцій та використовувати їх у відповідних дозах. Важливо уникати надмірного використання, що може спричинити забруднення ґрунту та водних джерел.

5. Збереження біорізноманіття: Створення захищених зон та розміщення рослинного покриву допоможе зберегти біорізноманіття. Різноманітність рослин допоможе утримувати ґрунт на місці та запобігати його ерозії.

Ці заходи сприятимуть екологічно стійкому вирощуванню кукурудзи на зерно, зменшать негативний вплив на навколишнє середовище та сприятимуть збереженню природних ресурсів для майбутніх поколінь.

5. РОЗРАХУНОК ЕКОНОМІЧНОЇ ЕФЕКТИВНОСТІ ПРОЄКТУ

Мета розрахунку економічної ефективності проекту полягає в оцінці його фінансової прийнятності та потенційного прибутковості. Цей процес дозволяє з'ясувати, чи є проект рентабельним та виправданим з економічної точки зору.

Оцінка економічної ефективності запропонованого проекту експлуатації (МТП) здійснюється шляхом порівняння показників базового агрегату (наявного) з показниками проектного. Цей аналіз допомагає визначити, наскільки проект є економічно вигідним і які переваги він може принести.

Значення для визначення економічного ефекту за рік та порівняння агрегатів наведені в таблиці 5.1

Таблиця 5.1 Дані проектного плуга та модернізованого

Значення	Базовий	Модернізований
Технологічна операція	Оранка	Оранка
Склад МТА	John Deere 6R 110 + Opticon Майстер 4А	John Deere 6R 110 + Opticon Майстер 4А
Площа поля	85 га	85 га
Продуктивність агрегату за одну годину, га/год.	1,18	1,25
Витрата палива, кг/га	16,18	15,35

Вартість агрегату, грн.	329 900	340 000
Тривалість зміни, год.	7	7
Необхідно робітників для обслуговування	1	1
Ціна 1 кг пального, грн.	50,6	50,6

Для здійснення фінансового аналізу проекту необхідно встановити наступні аспекти:

Продуктивність за зміну *($W_{зм}$)*, га/зм;

$$Wзм = Wгод \cdot 7\ год, \tag{5.2}$$

$W^{б}_{зм} = 1{,}18 \cdot 7 = 8{,}26$ га.зм; $W^{м}_{зм} = 1{,}25 \cdot 7 = 8{,}75$ га.зм;

Розмір витрат часу на виконання одиниці роботи агрегатом (В), люд.-год./га:

$$B = \frac{К_{пр} * Т_{зм}}{W_{зм}}, \tag{5.3}$$

$B^{б} = \frac{1 * 7}{8{,}26} = 0{,}84$ люд.-год./га; $B^{м} = \frac{1 * 7}{8{,}75} = 0{,}8$ люд.-год./га;

Нормативне завантаження агрегату (Тн), га:

$$T_{н} = \frac{Q}{W_{год}} \tag{5.4}$$

$T_{н}^{б} = \frac{85}{1{,}18} = 72{,}03$ год; $T_{н}^{м} = \frac{85}{1{,}25} = 68$ год;

Витрата ресурсів на технічне обслуговування, поточний ремонт, капітальний ремонт та зберігання:

$$H_{рем} = Б * 0{,}097 * \frac{W_{год}}{T_{н}} \tag{5.5}$$

$$H^{б}_{рем} = 329\ 900 * 0{,}097 \cdot \frac{1{,}18}{72{,}03} = 524{,}23 \text{ грн}$$

$$H^{м}_{рем} = 340\ 000 * 0{,}097 \cdot \frac{1{,}25}{68} = 606{,}25 \text{ грн}$$

Сукупні витрати на експлуатацію (ЕВ) всього, грн./га:

$$ЕВ = ЗП + А + В_{пмм} + В_{рем.} + ІВ, \tag{5.6}$$

де *ЗП* – заробітна плата, грн./га;

А – амортизація основних засобів, , грн../га;

$В_{пмм}$ – витрати на ПММ, грн./га;

$В_{рем.}$ – Кошти, витрачені на проведення технічного обслуговування, ремонт та зберігання обладнання, грн./га;

ІВ – інші витрати, грн./га

Зарплата, що виплачується працівникам, включаючи всі додаткові платежі та нарахування., грн./га:

$$ЗП = \frac{ТС}{W_{год}} \cdot 1{,}2. \cdot 1{,}362, \quad (5.7)$$

де: *ЗП* – заробітна плата;

ТС – тарифна ставка, грн;

1,2 – коефіцієнт, що враховує додаткову доплату;

1,362 – коефіцієнт, який враховує відсоток заробітної плати, що зараховується на соціальні заходи та соціальні відрахування.;

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

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

Амортизація основних засобів:

$$А = \frac{Б * \lambda * q_{дійсні}}{100 * Q * q_{річ}} \quad (5.8)$$

де *Б* – балансова вартість, грн.;

λ – норма амортизації, % ;

Q – обсяг робіт, га;

$q_{дійсн}$, $q_{річ}$ – фактична кількість палива, спожитого під час операції, та загальний обсяг палива, використаний за рік відповідно до його витрати. кг.

$$А^{б} = \frac{329\,900 * 10 * 1657{,}5}{100 * 85 * 3383} = 190{,}15 \text{ грн}$$

$$А^{м} = \frac{340\,000 * 10 * 1530}{100 * 85 * 3383} = 180{,}90 \text{ грн}$$

Витрати на ПММ, грн./га:

$$B_{пмм} = H_{пмм.} \cdot Ц_{к}., \quad (5.9)$$

де: $H_{пмм}$ – норма витрати палива , кг/га (наведено в технологічній карті);

$Ц_к$ – комплексна ціна 1 кг ПММ, грн.;

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

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

Витрати, пов'язані з капітальним ремонтом (КР), поточним ремонтом (ПР), технічним обслуговуванням (ТО) і зберіганням обладнання/агрегату., грн/га:

$$B_{рем.} = \frac{К * Н_{рем}}{W_{год} * Q} \quad (5.10)$$

де: $К$ – коефіцієнт переведення тракторів в умовні еталонні одиниці,;

$H_{рем}$ – Відрахування на КР, ПР, ТО та зберігання;

$W_{год}$ – годинна продуктивність агрегату (га/год, т/год);

Витрати на планові та ремонтні роботи будуть варіюватися:

$$B^{б}_{рем.} = \frac{1,65*524,23}{1,18*85} = 8,62 \text{ грн/га}; \quad B^{м}_{рем.} = \frac{1,65*597,33}{1,25*85} = 9,27 \text{ грн/га}$$

Інші витрати становлять 3% від загальної суми витрат на експлуатацію., грн.:

$$IB = \frac{(ЗП + А + В_{пмм} + В_{рем}) * 3}{100} \quad (5.11)$$

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

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

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

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

Капітальні вкладення (КВ) на 1 га, грн:

$$KB = \frac{Б}{Q} \quad (5.12)$$

$$КВ^{б} = \frac{329\,900}{85} = 3881{,}2 \text{ грн/га}; \qquad КВ^{м} = \frac{340\,000}{85} = 4000 \text{ грн/га};$$

Приведені витрати на 1 га, грн.:

$$ПВ = ЕВ + 0{,}15 * КВ, \tag{5.13}$$

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

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

Приведені витрати за весь обсяг робіт, грн:

$$ПВ_Q = ПВ * Q \tag{5.14}$$

$$ПВ^{б}_Q = 1845{,}9 * 85 = 156\,901{,}5 \text{ грн}$$

$$ПВ^{м}_Q = 1774{,}4 * 85 = 150\,824 \text{ грн}$$

Економічний ефект за рік, грн:

$$E_p = ПВ_Q{}^{б} - ПВ_Q{}^{п}, \tag{5.15}$$

$$E_p = 156\,901{,}5 - 150\,824 = 6\,077{,}5 \text{ грн}$$

Термін окупності капітальних вкладень (T_o), років:

$$T_o = \frac{\Delta КВ}{Е_р} \tag{5.16}$$

$$T_o = 10\,100 / 6\,077{,}5 = 1{,}66 \text{ роки}$$

де $\Delta КВ$ – розмір додаткових капітальних вкладень.

Для проведення детального аналізу та більш наявного порівняння базового проекту з модернізованим занесемо основні дані з розрахунків до таблиці 5.17. Та підведемо підсумки з роботи.

Таблиця 5.17 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

Висновок:

Спроектована модель плуга з модернізацією виявилась економічно вигіднішою ніж стандартна модель, термін окупності виявився теж досить коротким 1,66 роки, а економічний ефект становить 6 077,5 грн на рік. Тож можна твердо стверджувати що проєкт є вдалим та прибутковим і його можна впроваджувати в роботу на підприємстві.

ЗАГАЛЬНІ ВИСНОВКИ ТА ПРОПОЗИЦІЇ

Узагальнюючи з проведеного дослідження та розробки дипломного проєкту метою якого було удосконалення використання техніки при вирощуванні кукурудзи на зерно та розробка операційно технологічних карт, можна стверджувати, що успішно було вирішено поставлені проблеми та досягнуті поставлені цілі.

Впровадження розробленої технології вирощування кукурудзи на зерно та оптимального плану механізованих робіт дозволить досягти зниження енерговитрат при основному обробітку ґрунту до 1174,4 грн/га. Розроблений план механізованих робіт, включаючи удосконалену конструкцію плуга, сприяв оптимізації робочих процесів, збільшенню продуктивності до $W_{год}$ = 1,25 га, та зменшенню часу виконання операцій. Це призвело до покращення ефективності вирощування кукурудзи та зниження витрат праці на весь обсяг робіт до 247,3 люд-год/га, та витрати палива до 3 383 кг.

Економічний ефект при впровадженні покращеної конструкції по відношенню стандартної складає за рік 6077,5 грн, що дозволяє окупити капітальні вкладення пов’язані з модернізацією за 1,66 роки.

На основі розрахунків технологічної карти вирощування кукурудзи на зерно було встановлено, що запропоновані технологічні рішення є економічно вигідними. Витрати палива та праці були зменшені, що призвело до зниження собівартості продукції та збільшення рівня рентабельності.

Отже, проєкт з удосконалення використання техніки при вирощуванні кукурудзи на зерно, розробка операційної технології оранки та вдосконалення конструкції плуга успішно вирішує проблеми, пов'язані з енерговитратами при основному обробітку ґрунту. Цей проєкт сприяє покращенню ефективності вирощування кукурудзи, забезпечує економічну вигоду та сприяє сталому розвитку сільськогосподарського сектора.

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 грунту”. – 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 МТП в 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

10. "Машино – використання та охорона довкілля./ А.Ф. Головчук, А.С. Лімант, М.Г. Бондаренко."

11. "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."

12. Сільськогогосподарські 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**.**

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

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

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

16. Енергоємність технологій в рослиництві: Методичні рекомендації для курсового і дипломного проектування / В. І. Пастухов, В. Д. Лютинський. – Харків: Навчально-методичний центр заочного навчання сільськогосподарських ВЗО України, 2004. – 53 с.

17. 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.

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