

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
ЛЬВІВСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
ПРИРОДОКОРИСТУВАННЯ
ФАКУЛЬТЕТ МЕХАНІКИ, ЕНЕРГЕТИКИ ТА ІНФОРМАЦІЙНИХ
ТЕХНОЛОГІЙ
КАФЕДРА АГРОІНЖЕНЕРІЇ ТА ТЕХНІЧНОГО СЕРВІСУ
ІМЕНІ ПРОФЕСОРА ОЛЕКСАНДРА СЕМКОВИЧА

ДИПЛОМНИЙ ПРОЄКТ

першого (бакалаврського) рівня вищої освіти

на тему: „Підвищення ефективності процесу обробітку ґрунту під час вирощування озимої пшениці у ТОВ «Незалежність» Золочівського району Львівської області з розробкою системи автоматичного регулювання полиці плуга ПМУ-3-40”

Виконав: студент III курсу групи Аін-34 СП

Спеціальності 208 „Агроінженерія”

(шифр і назва)

Вантух Любомир Володимирович

(Прізвище та ініціали)

Керівник: к.т.н., доц. Шарibuра А.О.

(Прізвище та ініціали)

Дубляни 2023

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
ЛЬВІВСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
ПРИРОДОКОРИСТУВАННЯ
ФАКУЛЬТЕТ МЕХАНІКИ, ЕНЕРГЕТИКИ ТА ІНФОРМАЦІЙНИХ
ТЕХНОЛОГІЙ
КАФЕДРА АГРОІНЖЕНЕРІЇ ТА ТЕХНІЧНОГО СЕРВІСУ
ІМЕНІ ПРОФЕСОРА ОЛЕКСАНДРА СЕМКОВИЧА

«ЗАТВЕРДЖУЮ»
Зав. кафедри _____
(підпис)
к.т.н., доцент А.О. Шарибура
“ ____ ” _____ 2022 р.

З А В Д А Н Н Я
на дипломний проєкт студенту
Вантуху Любомиру Володимировичу

1. Тема роботи: **„Підвищення ефективності процесу обробітку ґрунту під час вирощування озимої пшениці у ТОВ «Незалежність» Золочівського району Львівської області з розробкою системи автоматичного регулювання полиці плуга ПМУ-3-40”**

Керівник роботи: Шарибура Андрій Остапович, к.т.н., доцент
Затверджена наказом по університету 30.12.2022 року № 453/К-С

2. Строк здачі студентом закінченої роботи 5.06.2023 року.

3. Вихідні дані: _____
3.1. Звіти господарської діяльності ТОВ «Незалежність» Золочівського району Львівської області;
3.2. Методика розрахунку операційної системи;
3.3. Методика обґрунтування параметрів конструкції;
3.4. Методика визначення економічної ефективності.

4. Перелік питань, які необхідно розробити

Вступ

4.1. Характеристика і аналіз діяльності господарства.

4.2. Організація процесу підготовки ґрунту під озиму пшеницю;

4.3. Удосконалення конструкції лемішного плуга;

4.4. Охорона праці.

4.5. Економічна ефективність.

Висновки та пропозиції

Бібліографічний список

5. Перелік ілюстраційного матеріалу:

5.1. Операційно-технологічна карта;

5.2. Плуг ПМУ-3-40 з удосконаленою полицею;

5.3. Корпус плуга з удосконаленою полицею (складальне креслення);

5.4. Робочі креслення деталей запропонованої конструкції;

5.5. Оцінення експлуатаційних витрат.

6. Консультанти розділів проекту:

Розділ	Прізвище, ініціали та посада консультанта	Підпис, дата		Відмітка про виконання
		завдання видав	завдання прийняв	
1, 2, 3, 5	Шарибура А.О., к.т.н., доцент кафедри агроінженерії та технічного сервісу ім. професора О.Д. Семковича			
4				

7. Дата видачі завдання: 9.11.2020 р.

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

Пор. №	Назва етапів дипломного проекту	Строк виконання етапів проекту	Відмітка про виконання
1.	<i>Написання розділу: «Характеристика і аналіз діяльності господарства»</i>	<i>30.12.22-17.01.23</i>	
2.	<i>Виконання другого розділу: «Організація процесу підготовки ґрунту під озиму пшеницю»</i>	<i>18.01.23-2.02.23</i>	
3.	<i>Виконання третього розділу: «Удосконалення конструкції лемішного плуга»</i>	<i>3.02.23-21.03.23</i>	
4.	<i>Написання розділу: «Охорона праці»</i>	<i>22.03.23-30.04.23</i>	
5.	<i>Виконання розділу: «Економічна ефективність»</i>	<i>31.04.23-6.05.23</i>	
6.	<i>Завершення оформлення розрахунково-пояснювальної записки.</i>	<i>11.05.23-25.05.23</i>	
7.	<i>Завершення роботи в цілому</i>	<i>26.05.23-05.06.23</i>	

Студент _____ Вантух Л.В.
(підпис)

Керівник проекту _____ Шарибура А.О.

УДК 631.171...633.521

Вантух Л.В. Підвищення ефективності процесу обробітку ґрунту під час вирощування озимої пшениці у ТОВ «Незалежність» Золочівського району Львівської області з розробкою системи автоматичного регулювання полиці плуга ПМУ-3-40.

Дипломний проєкт. Дубляни: Львівський національний університет природокористування, 2023.

67 с. текст. част., 10 рис., 14 табл., 5 арк. ілюстр. матер., А1, 21 бібліогр. джерел.

Охарактеризовано стан господарства ТОВ «Незалежність» Золочівського району Львівської області, зокрема, наведено відомості про стан земельних угідь та наявний парк техніки для вирощування озимої пшениці.

Наведено організаційно-технічні аспекти щодо підвищення ефективності вирощування озимої пшениці, а також запропоновані загальні принципи їх організації.

Розроблено нову конструкцію системи автоматичного регулювання полиці плуга зокрема ПМУ-3-40. Наведені розрахунки елементів конструкції на міцність.

Запропоновано заходи з охорони праці та захисту населення під час виконання оранки.

Проведено техніко-економічну оцінку показників ефективності для оранки

ЗМІСТ

Вступ	6
1. АНАЛІЗ ОБ'ЄКТА ПРОЕКТУВАННЯ	7
1.1. Загальні відомості про господарство	7
1.2. Землекористування і структура посівних площ	8
1.3. Аналіз машинно-тракторного парку господарства	10
1.4. Обґрунтування теми проекту	15
2. ПРОЕКТУВАННЯ ОРГАНІЗАЦІЙНИХ ОБСТАВИН ВИРОЩУВАННЯ ОЗИМОЇ ПШЕНИЦІ	16
2.1. Підготовка агрегату до роботи	16
2.2. Підготовка поля та робота агрегату в загінці	21
2.3. Технологічні особливості процесу передпосівного обробітку грунту на вирощуванні озимої пшениці	28
2.4. Агротехнічні вимоги до технологічної операції оранка	31
2.5. Розроблення операційної карти на оранку	32
2.6. Контроль і оцінка якості роботи орного агрегату	37
3. УДОСКОНАЛЕННЯ КОНСТРУКЦІЇ ЛЕМІШНОГО ПЛУГА	38
3.1. Огляд існуючих конструкцій полиць	38
3.2. Актуальність заміни класичної полиці на роликову	42
3.3. Обґрунтування конструктивних параметрів ролика	46
3.4. Визначення основних параметрів і підбір гідроциліндра	48
3.5. Розрахунок болтового з'єднання кріплення гідроциліндра	50
4. ОХОРОНА ПРАЦІ	53
4.1. Структурно-функціональний аналіз механізованих робіт та моделювання травмонебезпечних ситуацій	53
4.2. Розрахунок блискавкозахисту гаражів	58
5. ТЕХНІКО-ЕКОНОМІЧНЕ ОЦІНЕННЯ ПОКАЗНИКІВ ЕФЕКТИВНОСТІ ВИКОНАННЯ ОПЕРАЦІЇ	62
ВИСНОВКИ ТА ПРОПОЗИЦІЇ	65
БІБЛІОГРАФІЧНИЙ СПИСОК	66

Вступ

Озима пшениця – головна зернова продовольча культура в Україні. У зерновому балансі країни їй належить провідне місце. Серед найважливіших зернових культур, озима пшениця за посівними площами займає в Україні перше місце, і є головною продовольчою культурою. Це свідчення великого народногосподарського значення озимої пшениці, і її необхідності у задоволенні людей високоякісними продуктами харчування.

На сучасному етапі розвитку сільського господарства важливою задачею є забезпечення належних обсягів виробництва зерна, яке має вирішальне значення для всього аграрного сектора. Зернове господарство – основа аграрного виробництва, а рівень його розвитку є одним з найважливіших показників стану економіки України.

Проблема виробництва достатньої кількості зерна для повного забезпечення потреб кожного регіону і держави в цілому набуває дедалі більшої актуальності. Перш за все, необхідно відмітити, що, в Україні впродовж останніх років було отримано різний за обсягом урожай зернових. Відсутня чітка тенденція щодо змін обсягів виробництва зерна, при цьому в цілому спостерігаються негативні зміни щодо виробництва, порівняно з 1990 роком.

Сучасні екологічні і економічні умови обумовлюють пошуки як нових технологій вирощування сільськогосподарських культур, так і формування перспективних технологічних комплексів машин, що мають сприяти збереженню та підвищенню родючості ґрунту, зниженню енерго- і трудовитрат, виконанню технологічних процесів на високому рівні.

Найважливіше завдання на перспективу – зростання врожайності й поліпшення якості зерна на основі інтенсифікації виробництва.

1. АНАЛІЗ ОБ'ЄКТА ПРОЕКТУВАННЯ

1.1. Загальні відомості про господарство

Сільськогосподарське товариство з обмеженою відповідальністю “Незалежність” знаходиться в південно-східній частині Золочівського району Львівської області на віддалі 8 км від районного центру, до обласного центру м. Львова – 78 км, до найближчої залізничної станції Зарваниця – 5 км. Господарство має досить компактну форму, дещо видовжене із заходу на схід. Місцевість досить рівнинна (схил до 4°) і окремі підвищення та пагорби суттєво не впливають на застосування широкозахватних машинно-тракторних агрегатів.

Товариство входить до складу сільськогосподарських господарств Золочівського району з центральною садибою в с. Струтин. До складу господарства входять наступні населенні пункти: с. Підгороднє, с. Зарваниця, с. Лука, с. Козаки, с. Золочівка. Дороги, що з'єднують сусідні села – з твердим покриттям; польові дороги господарства досить впорядковані. ТОВ “Незалежність” засноване на основі КСП “Незалежність”, що діяло на правах статуту з 1993 року.

Господарство спеціалізується в рільництві на вирощуванні зернових культур, картоплі та цукрових буряків. Основні пункти реалізації сільськогосподарської продукції знаходяться в містах Золочів, Броди, Львів.

Стосовно ґрунтово-кліматичної зони, то господарство розташоване у західному Лісостепу, яка характеризується континентальним, помірно вологим, теплим кліматом.

Середньорічна температура повітря складає +7°C. Тривалість періоду з середньодобовими температурами вище +5°C – 210...215 днів, а період активної вегетації сільськогосподарських культур (з середньодобовою температурою вище +10°C) – 160...165 днів. Перші осінні приморозки розпочинаються в останній декаді жовтня, останні весняні бувають на

початку квітня. Сума опадів складає 690...710 мм, а в окремі роки – 800 мм. Найбільша їх кількість (290...320 мм) випадає літом, найменша (90...100 мм) – зимою. Проте в останні роки така тенденція порушується. Різкі зміни температури бувають рідко, переважно в зимовий період, в цей час можливе часткове вимерзання озимих культур, особливо під час малосніжної зими, як це було цього року.

Ґрунти товариства розташовані на лесових ґрунтоутворних породах. За механічним складом переважають дерново-карбонатні, легко і середньо суглинкові, сірі опідзолені. На загал, ґрунти господарства середньої родючості. За умови дотримання агротехнічних умов вирощування і внесення необхідної кількості органічних і мінеральних добрив вони дозволяють отримувати високі урожаї більшості сільськогосподарських культур.

1.2. Землекористування і структура посівних площ

Структура земельного фонду господарства – це відношення у відсотках площ різних за призначенням угідь до загальної земельної площі або до площі сільськогосподарських угідь, що є у господарстві.

ТОВ «Незалежність» станом на 01.01.2023 р. володіє земельним фондом, площа і структура якого представлена у табл. 1.1.

Таблиця 1.1 – Структура земельного фонду ТОВ «Незалежність»

Групи і види угідь	Площа, га	Структура, %	
		земельних угідь	с.-г. угідь
1	2	3	4
Загальна земельна площа	550	100	–
в.т.ч. с.-г. угідь,	440	80,0	100
з них: ріллі	390	–	88,6
сіножаті	25	–	5,7

Продовження табл. 1.1

1	2	3	4
пасовища	25	–	5,7
Інші угіддя	60	10,9	–
Присадибні ділянки	50	9,1	–

Дані табл. 1.1. свідчать, що у землекористуванні господарства 550 га землі, в тому числі 440 га сільськогосподарських угідь, що становить 80,0%. Ріллею зайнято 390 га, що складає 88,6% у структурі сільськогосподарських угідь.

Ефективне використання землі у значній мірі залежить від структури посівних площ (табл. 1.2).

Таблиця 1.2 – Структура посівних площ у ТОВ «Незалежність»

Сільськогосподарські культури	Площа, га	Структура, %
1	2	3
Зернові і зернобобові, всього	260	66,7
з них: - озима пшениця	150	38,5
- озиме жито	40	10,3
- гречка	20	5,1
- овес	30	7,7
- ячмінь	20	5,1
Цукрові буряки	25	6,4
Ріпак	25	6,4
Кормові коренеплоди	10	2,6
Багаторічні трави	50	12,8
Не посіяно	20	5,1
Всього посівної площі	390	100

У ТОВ «Незалежність» вирощують в зернові та технічні культури, а також багаторічні трави (рис. 1.1).

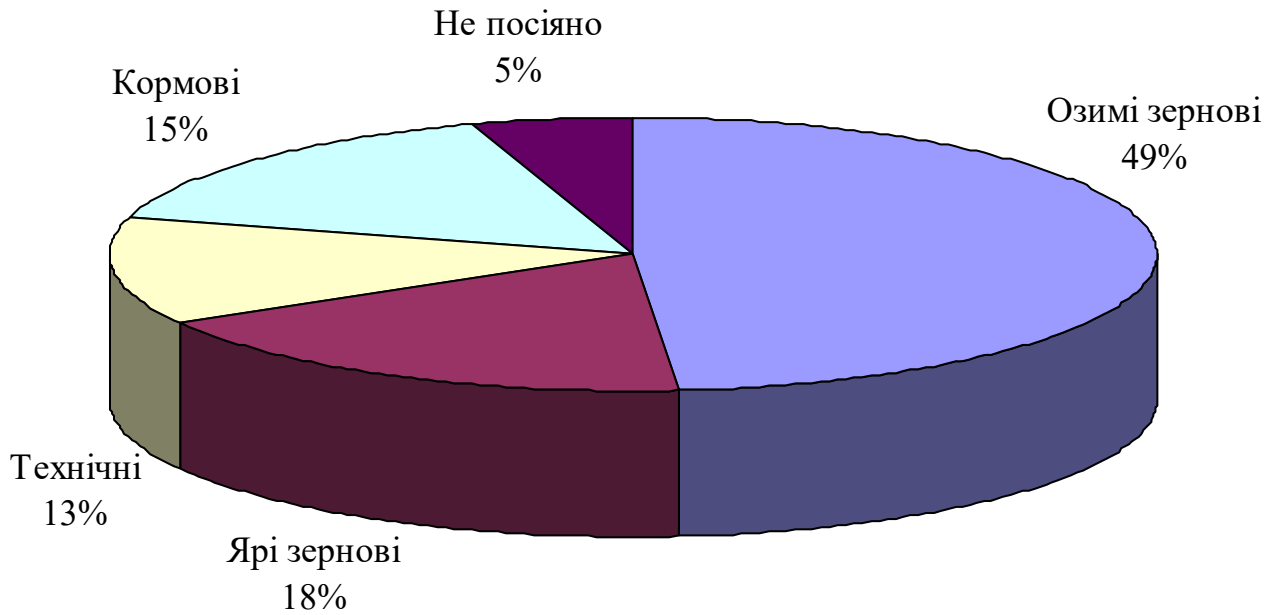


Рисунок 1.1 – Спеціалізація галузі рослинництва ТОВ «Незалежність»

Аналіз рис. 1.1. показує, що найбільшу питому вагу у структурі посівних площ займають посіви озимих і ярих зернових культур – 67%. Озиму пшеницю вирощують на площі 150 га, що складає 38,5%.

Посіви кормових культур у господарстві незначні та існує тенденція щорічного їх зменшення, оскільки тваринницька галузь практично відсутня.

1.3. Аналіз машинно-тракторного парку господарства

Машинно-тракторний парк розміщений на тракторній бригаді в с. Струтин. На території тракторної бригади розміщені ремонтна майстерня, склад запасних частин, навіси для зберігання техніки, майданчики з твердим покриттям.

Тракторний парк нараховує 11 фізичних одиниць. В якісному відношенні парк характеризується значною строкатістю, що свідчать дані табл. 1.3.

Таблиця 1.3 – Склад тракторного парку в ТОВ «Незалежність»

Марка трактора	Кількість, од	Рік випуску	Технічний стан
Т-150К	1	1995	Справний
МТЗ-82	1	2001	Справний
МТЗ-82	1	1999	Справний
МТЗ-80	2	1996	Справний
ЮМЗ-6Л	1	1994	Справний
Т-40	1	1991	Несправний
Т-25	1	1998	Справний
Т-150	1	1989	Справний
ДТ-75М	1	1988	Несправний
Т-70С	1	1985	Несправний
Всього:	11	-	

Як видно з таблиці відсоток гусеничних та колісних тракторів сільськогосподарського призначення становить 27 % та 73 % відповідно (рис. 1.2).

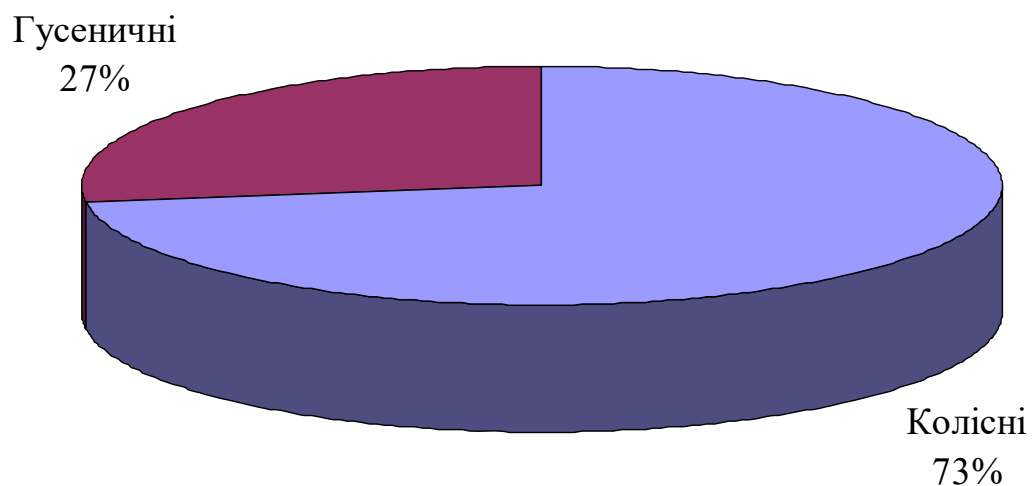


Рисунок 1.2 – Відсоток кількості гусеничних та колісних тракторів сільськогосподарського призначення у ТОВ «Незалежність»

Більшість тракторів знаходиться в експлуатації близько 30 років, тобто відпрацювали свій амортизаційний строк. Частина машин через значне

спрацювання і відсутність коштів на придбання запасних частин не бере участь у польових роботах. За останні роки товариство не придбало жодної одиниці нової техніки. Тому, актуальним для господарства стає питання раціонального використання існуючого машинно-тракторного парку.

Парк сільськогосподарських машин підбирався відповідно до напряму виробничої діяльності господарства і в його складі є машини для основного і передпосівного обробітку ґрунту, догляду за посівами і збирання урожаю (табл. 1.4).

Склад парку сільськогосподарських машин не забезпечує виконання комплексу робіт з вирощування культур спеціалізації господарства. Значна частина машин вже відслужила рекомендований термін і потребує заміни.

Таблиця 1.4 – Склад парку сільськогосподарських машин у ТОВ «Незалежність»

Назва с.-г. машини	Марка	Кількість, од	Технічний стан
1	2	3	4
Плуг	ПМУ-3-40	2	Справний
	ПЛН-3-35	2	Справний
	ПНД-4-30	1	Справний
	ПЛ-5-40	1	Справний
Луцильник дисковий	ЛДГ-5	1	Справний
	ЛДГ-10	1	Справний
Каток	ЗККШ-6А	2	Справний
Розкидач мінеральних добрив	1РМГ-4	1	Справний
	РОУ-6	2	Справний
Розкидач органічних добрив	ПРТ-10	1	Справний

Продовження табл. 1.4

1	2	3	4
Обприскувач	ОПШ-2000	1	Справний
Косарка	КС-2,1	2	Справний
	КРН-1,5	2	Справний
Волокуша	ВТУ-10	2	Справний
Скиртоклад	ПФ-1,4	1	Справний
Фуражир	ФН-1,4	1	Справний
Граблі	ГВК-6	2	Справний
Борона зубова	БЗТС-1,0	21	Справний
	БЗСС-1,0	18	Справний
Борона дискова	БДТ-7	2	Справний
	БД-10	1	Справний
Культиватор	КПС-4	2	Справний
	УСМК-5,4	2	Справний
	КРН-4,2	2	Справний
	КОН-2,8	1	Справний
Сівалка	СЗУ-3,6	2	Справний
	ССТ-12Б	1	Справний
	СУПН-8	1	Справний
Картоплесаджалка	СКС-4	2	Справний
Комбайни	СК-5	2	Справний
	ДОН-1500	1	Несправний
	КСС-2,6	1	Справний
Гичкозбиральна машина	БМ-6	1	Справний
Навантажувач	ПЭ-0,8Б	2	Справний
Причіп тракторний	2ПТС-4М	3	Справний
	1ПТС-9	1	Справний

Якщо товариство тракторами забезпечено в достатній мірі, то число вантажних автомобілів (табл. 1.5) не відповідає обсягу вантажоперевезень.

Таблиця 1.5 – Склад автомобільного парку у ТОВ «Незалежність»

Марка автомобіля	Кількість, од	Рік випуску	Тип	Номінальна вантажопідйомність, т	Технічний стан
ГАЗ-53	1	1989	Бортовий	4,0	Справний
ГАЗ-53Б	1	1990	--	4,0	Справний
ЗИЛ-130	1	1992	--	6,0	Справний
ЗИЛ-130	1	1994	--	6,0	Несправний
КаМАЗ-5320	1	1988	--	8,0	Справний
ГАЗ-3307	1	2004	Самоскид	3,0	Справний
САЗ-3502	1	2002	--	3,2	Справний
САЗ-3507	1	2003	--	3,2	Справний

Відсоток самоскидів та бортових автомобілів становить 38% та 62 % відповідно (рис. 1.3).

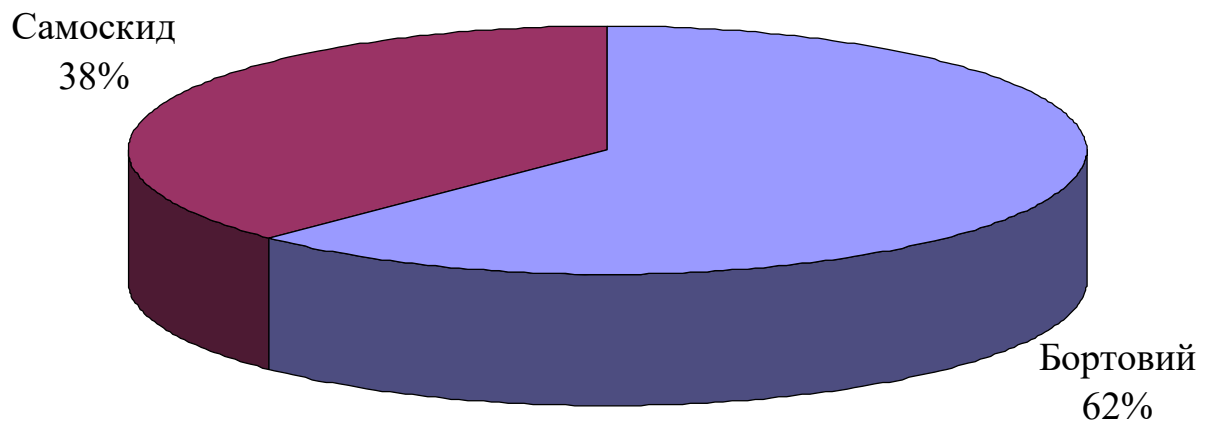


Рисунок 1.3 – Відсоток кількості самоскидів та бортових автомобілів у ТОВ «Незалежність»

Дані таблиці 1.9 свідчать, що господарство в основному добре забезпечене транспортними вантажними транспортними засобами. Проте, значна частина їх (62%) є бортовими, що позначається на нестачі навантажувально-розвантажувальних засобів.

1.4. Обґрунтування теми проекту

В ТОВ «Незалежність» Золочівського району Львівської області під час підготовки поля до сівби озимої пшениці, технологічна операція оранка здійснюється багатьма агрегатами, одним з яких є МТЗ-82+ПМУ-3-40. Проте виконання даної технологічної операції ускладнюється тим, що на одному полі господарства може зустрічатися декілька типів ґрунтів. А це негативно позначається на якості виконаної роботи (перевертанні та кришенні скиби). Окрім того, це спричинює різке зростання та спадання навантаження на трактор, що здійснює негативний вплив на його технічний стан. У зв'язку з цим, господарство має значний марковий склад плугів з різними типами полиць. Ці труднощі змусили нас здійснити пошук вирішення цієї проблеми.

Здійснивши аналіз економічних показників господарств, що займаються вирощуванням та збиранням озимої пшениці показує, що затрати на її виробництво складають 12000...17000 грн/га. При цьому грошові надходження досягають 300 000...500 000 грн/га, що свідчить про високу рентабельність галузі.

2. ПРОЕКТУВАННЯ ОРГАНІЗАЦІЙНИХ ОБСТАВИН ВИРОЩУВАННЯ ОЗИМОЇ ПШЕНИЦІ

2.1. Підготовка агрегату до роботи

Комплектування агрегату [2, 3, 17].

1. Орні агрегати комплектують з числа машин, наявних в даному господарстві. На оранці використовують найпотужніші трактори.

2. Швидкості руху орних агрегатів, що рекомендуються, із стандартними корпусами 4...8 км/год, з швидкісними корпусами 6...10 км/год.

3. Раціональний склад агрегату і режим його роботи визначає агроном господарства в наступній послідовності:

- питомий опір плуга для типа і механічного складу ґрунту за даними паспортизації полів господарства або з таблиці 2.1;
- марку трактора і плуга, найбільш відповідну для даних умов;
- для заданої глибини оранки і встановленому значенню питомого опору з таблиць 2.1 і 2.2 кількість корпусів плуга і робочу передачу трактора.

Таблиця 2.1 – Значення питомого опору плугів при оранці стерні зернових культур, кПа

Тип ґрунту	Механічний склад ґрунту			
	піщана, супіщана	м'який суглинок	середній суглинок	важкий суглинок, глиниста
Бурі лісові підзолисто-оглеєні	45	50	51	57
Лугово-черноземовидні	43	49	55	66

4. Максимально використовують тягово-зчіпні властивості трактора для досягнення вищої продуктивності орних агрегатів. Це можливо при

правильному підборі ширини захвату і швидкості руху агрегату, оскільки кожен тип трактора має певну швидкість і тягове зусилля, при яких він розвиває найбільшу потужність на крюку при найменшій витраті палива на 1 га виконаної роботи.

Таблиця 2.2 – Склад агрегатів і режимів їх роботи на оранці

Трактор	Показник	Питомий опір плуга, кПа							
		20	30	40	50	60	70	80	90
Глибина обробітку 18...20 см									
ЮМЗ-6Л	Кількість корпусів	3	3	3	3	3	3	2	2
	Ширина захвату, см	105	105	105	105	105	105	70	70
	Передача	VIII	VIII	VII	VII	V	V	VI	V
МТЗ-80, МТЗ-82	Кількість корпусів	3	3	3	3	3	3	2	2
	Ширина захвату, см	105	105	105	105	105	105	70	70
	Передача	VI	VI	VI	V	IV	III	III	III
Глибина обробітку 20...22 см									
ЮМЗ-6Л	Кількість корпусів	3	3	3	3	3	3	2	2
	Ширина захвату, см	105	105	105	105	90	90	70	60
	Передача	VIII	VIII	VII	VI	VII	VI	VI	VI
МТЗ-80, МТЗ-82	Кількість корпусів	3	3	3	3	3	2	2	2
	Ширина захвату, см	105	105	105	105	90	70	70	60
	Передача	VI	VI	V	IV	IV	V	IV	IV

5. Трактори ЮМЗ-6Л, МТЗ-80, МТЗ-82 агрегатують з 3-корпусними плугами ПН-3-35 і ПЛН-3-35С із захватом 105 або 90 см, залежно від питомого опору плуга (див. таблиці. 2.2). На кам'янистих ґрунтах трактори комплектують з плугом ПКС-3-35.

6. Трактори ДТ-75, Т-74, ДТ-75М комплектують з навісним плугом ПЛН-4-35, напівнавісним плугом ПЛП-6-35. Для роботи на кам'янистих ґрунтах трактори агрегатують з плугом ПКС-4-35 і ПКУ-4-35.

7. Трактори Т-150 і Т-150К працюють з плугами ПЛН-5-35 і ПЛП-6-35. На цих плугах встановлені швидкісні корпуси ПЛЖ-31, що мають менший питомий тяговий опір, призначені для роботи на швидкостях 9...15 км/ч. Два останні корпуси в плуга ПЛП-6-35 і один в ПЛН-5-35 знімні, завдяки чому при глибокій оранці (див. таблиці. 2.3) вони можуть бути використані в чотирикорпусному навісному варіанті. Для роботи на ґрунтах, засмічених каменями, застосовують напівнавісний плуг ПКГ-5-40 з газово-гідравлічною амортизацією. Використання інших плугів ПН-4-35 і П-5-35 не допускається.

Підготовка агрегату до роботи [2, 3, 17].

1. На оранці трактори МТЗ правими колесами рухаються по борозні, в результаті вони навантажені більше, ніж ліві. Це викликає підвищене буксування лівих коліс. В цілях більш рівномірного розподілу навантаження на провідних колесах переставляють вантажі з правого колеса на ліві. Для кріплення подвійних вантажів на ободі колеса виготовляють чотири болти завдовжки 120 мм. З цією метою застосовують несиметричне розставлення коліс (табл. 2.3).

2. Колію трактора встановлюють залежно від розмірів шин і ширини захвату плуга.

3. Розкоси навіски з'єднують з подовжньою тягою через отвори і встановлюють довжину лівого розкосу на величину 515 мм.

Підготовка навісних і напівнавісних плугів до роботи. [2, 3, 17]

1. Плуг укомплектовують корпусами, передплужниками одного типу, дисковим ножом. На корпусах не можна залишати польові дошки, товщина яких менше 5 мм, а ширина 30...40 мм, оскільки плуг із зношеними польовими дошками зміщується убік, збільшуючи ширину за хвата.

Таблиця 2.3 – Рекомендацій по розставлянню коліс і внутрішньому тиску в шинах для тракторів МТЗ-80/82 і ЮМЗ-6Л

Плуг	Ширина захвату, см	Шини 12-38Р задніх коліс				Шини 15,5-33Р задніх коліс			
		віддаль коліс від вісі симетрії, мм		тиск в шинах, кПа		віддаль коліс від вісі симетрії, мм		тиск в шинах, кПа	
		правих	лівих	передніх	задніх	правих	лівих	передніх	задніх
ПН-3-35Б	90	700	700	170... 140*	100	700	700	170... 140*	100
ПЛН-3-35	105	750	750	170... 140*	100	800	800	170... 140*	100
ПЛН-3-35	105	800	700	170... 140*	100	900	700	170... 140*	100

* Для тракторів МТЗ-82.

2. Якість підготовки плугів перевіряють на спеціальному бетонованому контрольному майданчику.

3. Допускається відхилення лемеша по ширині до 10, по довжині до 5, а по товщині до 1 мм на довжині 15 мм, виступ лемеша, де відвал не більше 10 мм. Голівки болтів кріплення лемеша мають бути сховані.

4. Передплужники встановлюють перед корпусом так, щоб носок лемеша корпусу плугів був для 8-корпусних на відстані не менше 250 мм, 5...6-корпусних, – 300...350, 3...4-корпусних – 250...300 мм. Дисковий ніж встановлюють перед заднім передплужником так, щоб його центр знаходився проти або декілька спереду носка лемеша, а нижня точка ріжучої кромки ножа – на 20...30 мм нижчий за носком. Установка передплужника по висоті повинна відповідати половині глибини оранки.

5. Диск ножа відводять від польового обріза останнього корпусу на 2...4 см.

6. Конструкція плугів ПН-4-35 і ПЛН-4-35 передбачає два положення кронштейнів з пальцями: верхнє і нижнє. Якщо передбачається орати легкі ґрунти, то кронштейни встановлюють в нижнє положення. Для цього відкручують болти кріплення кронштейнів до рами, а з протилежних кінців пальців знімають розкоси стійки. Кронштейни міняють місцями (лівий стає правим) і перевертають на 180°. При цьому пальці виявляться нижчими за первинне положення на 170 мм.

7. При нижніх положеннях пальців тяговий опір плуга знижується на 20...30%. Тому на легких ґрунтах і там, де забезпечується нормальне заглиблення плуга, працюють при нижньому положенні пальців.

8. У Нечорноземній зоні, де глибина родючого шару не перевищує 20...22 см, а в багатьох районах, особливо в Північно-західній зоні, навіть 16...18 - сантиметровий орний шар заглиблюють.

Для цього застосовують ґрунтопоглиблювальні лапи, які встановлюють позаду і нижче за опорну поверхню плугових корпусів на 5... 10 см.

При роботі з ґрунтопоглиблювальними лапами тяговий опір зростає на 15...20%. Тому для нормальної роботи агрегату від'єднують від плуга корпус або переходять на нижчу передачу.

Підготовка агрегатів до роботи [2, 3, 17].

1. Заздалегідь агрегати налаштовують на задану глибину обробітку на регульовальному майданчику. Під колеса трактора підкладають бруски товщиною на 2...3 см менше заданої глибини обробітку.
2. Для агрегатів з колісними тракторами типа «Білорусь» бруски підкладають лише під ліві колеса. Такі ж бруски встановлюють і під опорні колеса плуга.
3. Спочатку перевіряють правильність встановлення корпусів. Між першим і останнім корпусом натягують шнур. Правильно встановлені корпуси повинні носками лемешів торкатися шнура або відхилитися від нього не більше ніж на 5 мм. Якщо корпуси

відхилені більше вказаної межі, їх розташування регулюють, підкладаючи пластинки під кріплення корпусу або лемеша.

4. Опущений на регулювальний майданчик плуг повинен знаходитися всією поверхнею лемешів торкатися поверхні регулювального майданчика. Таке положення досягається регулюванням довжини розкосів і центральної тяги.
5. Заднє колесо напівнавісного плуга повинне знаходитися в одній площині із заднім корпусом. Регулювальний болт механізму заднього колеса встановлюють так, щоб його голівка злегка торкалась опори.
6. У плугу ПЛН-3-35 регульовану вісь підвіски встановлюють так, щоб стопорний болт правого кронштейна був вкручений в друге справа свердління осі. Польовий обріз переднього корпусу повинен розташовуватися в одній площині із внутрішньою кромкою правого колеса трактора. За допомогою регулювальних болтів ліву частину осі підвіски встановлюють так, щоб гряділі плуга були паралельні повздовжній осі трактора.

Для регулювання бічного переміщення плуга відносно повздовжньої вісі трактора піднімають плуг так, щоб лемеші знаходилися на відстані 1...2 см від поверхні майданчика, а потім за допомогою стяжних гайок регулюють довжину обмежувальних ланцюгів до положення, коли переміщення кінців подовжньої тяги не перевищуватиме 120 мм в кожну із сторін від середнього положення [2, 3, 17].

2.2. Підготовка поля та робота агрегату в загінці

Підготовка поля включає [1, 2, 3, 17]:

1. Напрям оранки вибирають впоперек попередньої оранки, таким чином щороку його міняють.

2. На витягнутих полях малих розмірів протягом декількох років допускається оранка у напрямі довшого гону.

3. При обробі ділянок на схилах напрямом оранки з метою боротьби з водною ерозією повинен бути поперек схилів.

4. Основним способом руху орних агрегатів є гоновий спосіб руху. А також човниковий, якщо застосовують оборотні плуги, «всклад» і «розвал» (рис. 2.1) при використанні звичайних навісних, напівнавісних і причіпних плугів.

5. Для зменшення кількості борозен в розвал, які важче піддаються обробі, застосовують чергування способів роботи «всклад» і «розвал», тобто використовують так званий спосіб оранки трьох заїнок.

6. Поле, підготовлене до оранки, розбивають на заїнки. Оптимальна ширина заїнки залежно від довжини гону і ширини захвату наведена в таблиці 2.4.

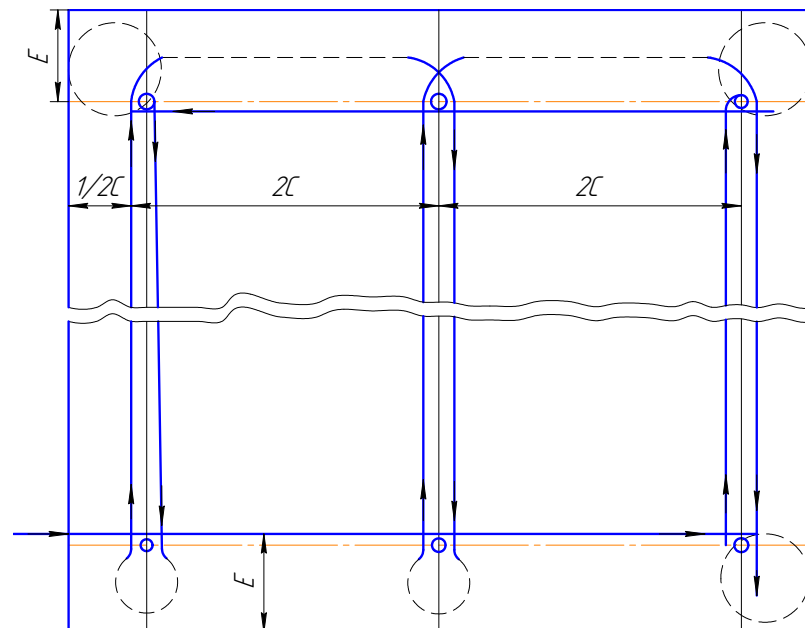


Рисунок 2.1 – Розмітка поля при роботі агрегатів: E – ширина поворотної полоси; $2C$ – подвійна ширина заїнки; $1/2C$ – ширина заїнки.

7. Розбиття поля на заїнки залежить від прийнятого способу оранки. Якщо поле розорюють заїнним способом, то спочатку відмірюють

поворотні смуги зі всіх чотирьох сторін поля, щоб після закінчення оранки обробити поворотні смуги круговим способом без розвальних борозен.

Таблиця 2.4 – Оптимальна ширина загород для оранки способами «всклад» і «розвал», м

Довжина гону, м	Число корпусів в плузі				
	3	4	5	6	8
200	40	50	50	55	
300	45	50	55	60	
400	50	55	60	70	
500	55	60	70	75	100
600	60	65	70	80	110
800	65	70	80	90	115
1000	70	80	90	100	130
1300...2000	80.. 90	100...110	110...120	110...130	140...160

8. Для скорочення числа проходів агрегату по вішках при розбиванні поля на загінки встановлюють першу вішку на відстані, рівному половині прийнятої ширини загінки від межі поля, з врахуванням ширини поворотної смуги, а подальші на відстані, рівному подвійній ширині загороди від першої вішки (рис. 2.1). Наприклад, при оптимальній ширині загороди 100 м першу вішку встановлюють на відстані 50 м плюс ширина поворотної смуги від краю поля, а подальші – через кожних 200 м від першої. Кількість вішок на прохід агрегату визначається довжиною гону. Така схема розбиття поля зменшує число провішених проходів агрегату в два рази.

9. Після проорювання загород на кінцях поля відбивають контрольні борозни для поворотної смуги. Глибина борозни повинна бути 10...12 см. Глибша борозна за несприятливих умов праці викликає необхідність різко знижувати швидкість на повороті.

10. Ширина поворотної смуги агрегату з 4...5-корпусним навісним плугом має бути 10... 13 м, з напівнавісним ПЛП-6-35 – 16...18м.

11. Для розбиття поля на загінки проводять проорювання складного гребеня:

- способом від центру за три проходи способом «всклад». Плуг регулюють так, щоб перший корпус ковзав по поверхні ґрунту, а останній орав на задану глибину. Для другого і третього проходів плуг регулюють на повну глибину оранки всіма корпусами. На другому проході агрегат ведуть по сліду першого проходу так, щоб перший корпус частково засипав відкриту борозну, а при третьому – перший корпус обертає ґрунт в борозну, що напівзасипала. В цьому випадку складний гребінь буде невеликої висоти;
- комбінованим способом за чотири проходи. Причому перші два проходи агрегату виконують способом «розвал», а третій і четвертий – «всклад». Для першого проходу плуг регулюють так, щоб корпус ковзав по поверхні ґрунту, а останній був заглиблений на 10...12 см. Для другого проходу задній корпус заглиблюють ще на 3... 4 см, а для третього і четвертого – всі корпуси орють на повну глибину. Перші два проходи утворюють неглибоку развальну борозну шириною 60...70 см, а подальші два – повністю її засипають. Такий спосіб дає найбільш вирівняну поверхню поля.

Робота агрегатів в загінці [2, 3, 12, 17].

1. На заздалегідь розбитому на загінки полі роботи починають із способу «всклад». На одному полі можуть працювати стільки агрегатів, на скільки загінок воно розбите. Після того, як одна загінка зорана до заданої ширини, спахують третю загінку також «всклад». Другу загінку, що залишилася між ними, розорюють способом «розвал». При такому чергуванні способів кількість роз'ємних борозен найменша. Так, при оранці трьох загінок виходить одна развальна борозна і два гребені всклад.

2. При роботі з навісними і напівнавісними плугами важіль гідророзподільника встановлюють в «Плаваюче» положення.

3. Плуг заглиблюють, коли передній корпус дійде до контрольної борозни, а виглиблюють, коли останній корпус порівняється з нею. Повертають агрегат на нижчій швидкості.

4. При роботі орного агрегату стежать за правильним завантаженням двигуна, підбираючи відповідні передачі.

5. На першому і другому проходах перевіряють і при необхідності остаточно регулюють плуг на задану глибину оранки і нормальну ширину захвату. Якщо перший корпус працює на меншій глибині ніж задній, необхідно вкоротити центральну тягу, а якщо глибше – подовжити. Проте надмірне подовження центральної тяги може погіршити заглиблення плуга. Поперечні перекося плуга усувають регулюванням розкосів.

6. При використанні колісних тракторів тягового класу 1,4 на оранці з 3-корпусним плугом ширину захвату плуга регулюють переміщенням осі підвісу вліво або управо в пазах кронштейнів. Правильне положення плуга можна визначити за напрямом центральної тяги. Якщо вона паралельна повздовжній вісі трактора, то плуг відрегульований правильно, обмежувальні ланцюги при цьому вільно опущені. Якщо в роботі плуг намагається зрушитися вліво (натягнутий лівий обмежувальний ланцюг), тоді слід вісь навіски в лівому кронштейні перемістити назад, а при розвертанні плуга в бік зораного поля – вперед.

7. Залежно від стану ґрунту трактори ведуть так, щоб забезпечувалася злита оранки без огривів і недовалів переднім корпусом. Плуг повинен йти стійко і без перекося на заданій глибині. При правильному регулюванні середня ширина захвату плуга не повинна перевищувати конструктивну більш ніж на 10%.

8. Для зниження буксування і тягового опору плуга при роботі з колісними тракторами тягового класу 1,4 використовують довантажувачі ведучих коліс (ДВК).

9. При використанні трактора ЮМЗ-6Л на оранці передній шарнір центральної тяги встановлюють в нижнє положення, що відповідає максимальному довантаженню провідних коліс. Якщо спостерігається нестійкий рух плуга по глибині, кут нахилу центральної тяги зменшують, тобто переставляють шарнір на один отвір вище.

10. При експлуатації тракторів МТЗ-80, МТЗ-82 на оранці включають в роботу гідравлічний збільшувач зчпної ваги (ГЗВ). Величину тиску в силовому гідроциліндрі встановлюють залежно від щільності ґрунту в межах 0,15...0,20 мПа, що відповідає 3...5 обертам маховичка ГЗВ проти годинникової стрілки. Якщо відбувається виглублення плуга на окремих ділянках поля, тиск зменшують обертанням маховичка за годинниковою стрілкою.

11. Правильність вибраного тиску підпору в силовому гідроциліндрі перевіряють по руху опорного колеса плуга. Якщо воно весь час копіює рельєф, не відривається від поверхні ґрунту і не залишає помітної колії, то тиск підпору вибраний правильно.

12. При використанні довантажувачів перевірку глибини оранки проводять з включеним в роботу довантажувачем.

13. Гідравлічний довантажувач в період заглиблення плуга має бути вимкнений з роботи до повного заглиблення корпусів. Недотримання цієї умови веде до ускладнення шляху заглиблення, а в деяких випадках і до втрати здатності плуга заглиблюватися.

14. При використанні силового регулювання (трактори МТЗ-80, МТЗ-82) опорне колесо плуга ПЛН-3-35 знімають або піднімають в крайнє верхнє положення. Після чого підводять плуг над землею і перемикають регулятор на положення «Силове регулювання». Для цього через люк, що знаходиться під сидінням, повертають фіксатор перемикача вперед до збігу його хвостовика з пазом на важелі, а потім вводять в паз поворотом фіксатора вліво по ходу трактора. Важелі гідророзподільника повинні

знаходиться в нейтральному положенні, а ручка ГЗВ – в положенні «Циліндр закритий» або «ГЗВ вимкнений».

15. Глибину оранки регулюють за допомогою ручки регулювальника. Чим далі вперед повернена ручка, тим глибше оранка. Знайдене положення фіксують маховичком-обмежувачем. Якщо при роботі спостерігаються поштовхи, при корекціях положення плуга необхідно зменшити швидкість корекції поворотом регулюючого крану назад.

16. Піднімають плуг поворотом рукоятки в крайнє положення на себе до повного підйому, а потім відпускають. Це забезпечить її установку на фіксатор. Заглиблюють плуг установкою рукоятки регулювальника до упору в маховичок-обмежувач.

17. Поворотні смуги обробляють після того, як буде зорано все поле.

18. Оранка поворотних смуг повинна проводитися кругову. При розбитті поля на загороди зі всіх чотирьох сторін залишають поворотні смуги. Якщо на межі поля є перешкоди, які заважають агрегату робити на кутах замкнуті петлі (на останніх проходах), то в цих умовах агрегат повертають так, як показано на рис. 2.2. Такий поворот за часом однаковий з петлевим, але ширина поворотної смуги зменшується на 25...30% [3, 12, 17].

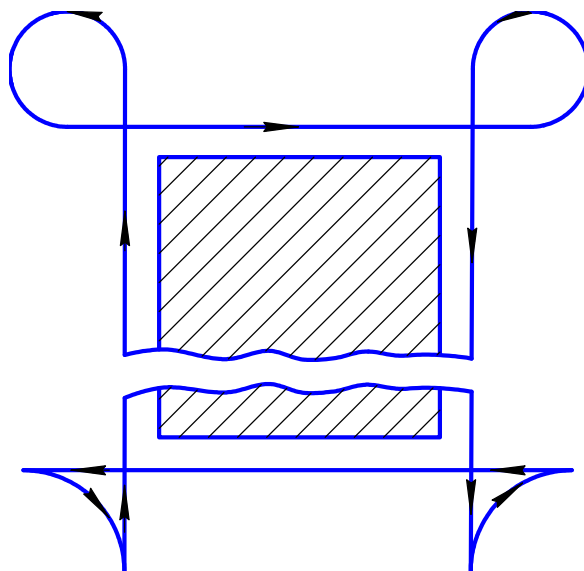


Рисунок 2.2 – Спосіб руху агрегату підчас обробітку поворотних поліс круговим способом.

19. Після оранки поля закладають розвальні борозни агрегатом з навісним плугом. Для цього необхідно перекосити плуг, вкоротити центральну тягу і подовжити правий розкіс так, щоб задній корпус ковзав по поверхні поля, а передній орав на задану глибину. В напівнавісного плуга від'єднують центральну тягу механізму навішування трактора і повністю вивертають упорний болт механізму заднього колеса плуга. Розвальну борозну закладають одним додатковим проходом агрегату. При цьому трактор правими колесами ведуть так, щоб перші корпуси обертали вже зораний ґрунт і засипали борозну.

20. Для підвищення ефективності використання орні агрегати працюють груповим методом.

21. Кількість агрегатів, що працюють на одному полі, має бути таким, щоб їх сумарна змінна продуктивність була не вища за площу поля.

22. Роботу орних агрегатів організовують так, щоб на одному полі кожен з них працював в своїй загінці.

2.3. Технологічні особливості процесу передпосівного обробітку ґрунту на вирощуванні озимої пшениці

Обробіток ґрунту під озиму пшеницю повинен бути диференційований для кожної ґрунтової зони, господарства і полів сівозміни залежно від попередників, ступеня і характеру забур'яненості та ін. Основним завданням обробітку є достатнє осідання ґрунту та збереження вологи до сівби пшениці, поліпшення режиму живлення, боротьба з бур'янами, запобігання ураженню рослин хворобами і шкідниками, якісне загортання пожнивних решток і добрив тощо. Для цього необхідно дотримуватися низки загальних вимог. Зокрема, не запізнюватися із збиранням попередньої культури. Після збирання внести фосфорні і калійні добрива і приорати їх чи провести неглибокий поверхневий обробіток

грунту. Один з показників якості оранки – добре подрібнення скиби, що сприяє осіданню ґрунту і створює передумови для швидкого і якісного обробітку верхнього шару. Після основного обробітку ґрунту якомога швидше готують ґрунт до сівби. Ні в якому разі не можна упускати таку можливість після дощів. Якщо ґрунт відразу не розпушити, то він засихає, утворює брили, що вимагає додаткових витрат на його підготовку. Крім того, надмірна кількість проходів тракторів, іншої техніки, ущільнює ґрунт, руйнує його структуру, змінює об'ємну масу, що негативно позначається на врожаї [2, 3, 10, 12, 17].

При розміщенні озимої пшениці після багаторічних трав, які збираються на два укоси, поле орють плугами з передплужниками не пізніше, як за місяць до сівби. ґрунт добре осідає, що гарантує одержання дружних сходів і добре виживання рослин взимку. Передплужники встановлюють на глибину 10-12 см, а плуг – на 25-27 см. [3, 17]

З плугом агрегують кільчасто-шпорові котки(ЗККШ-6), або при достатній вологості ґрунту - важкі борони (БЗТС-1,0).

Особливо ефективним є застосування в агрегаті з плугом комбінованих знарядь, що ущільнюють, подрібнюють і вирівнюють свіжовиораний і ще не пересохлий ґрунт. Це такі машини, як ППР-2,3; ПВР-2,3. Дані пристосування одночасно з оранкою підготовлюють ґрунт практично до передпосівного стану, агрегуються з 5-6-ти корпусними плугами. Тому можна обмежитись одним передпосівним обробітком ґрунту, що дасть змогу зменшити витрати пального і коштів. Крім того, добре розпушення ґрунту одночасно з оранкою, сприяє збереженню вологи, підвищенню інтенсивності мінералізації, рівномірному загортанню насіння, виключає небезпеку осідання ґрунту в осінньо-зимовий період.

Коли попередником озимої пшениці є зернові бобові культури, після їх збирання без попереднього луцення проводять оранку на глибину 20-25 см. У міру проростання бур'янів проводять один-два поверхневі обробітки ґрунту [7, 16].

З метою економії ресурсів на незабур'ячених полях після гороху, кормових бобів, сої, вики можна обмежитися поверхневим обробітком ґрунту. Застосовують дискові луцильники ЛДГ-10, ЛДГ-15 у випадку достатньої вологості ґрунту у два сліди у двох взаємно перпендикулярних напрямках на глибину 6-8 см. Якщо ґрунт, ущільнений, відносно сухий, погано зачищене поле від рослинних решток, кращі результати забезпечує використання дискових борін БДТ-3,0; БДТ-7,0. Поверхнево оброблений ґрунт менш осідає, має вищу вологість, рослини восени краще розвиваються і зимують [7, 16].

Після вико-вівсяно-горохової або інших бобово-злакових сумішок, озимого ріпаку, люпину на зелений корм, які рано звільняють поле, є можливість зробити лушення лемішними луцильниками на глибину 10-12 см або дисковими на 6-8 см. Після проростання бур'янів, але не пізніше як через 10-12 днів, орють на 20-22 см в агрегаті з боронами або кільчасто-шпоровими котками і боронами. У міру проростання бур'янів проводять два-три поверхневі обробітки ґрунту. На чистих від бур'янів площах, за недостатньої вологості ґрунту, згідно з багатьма рекомендаціями, після цих попередників доцільно застосовувати поверхневий обробіток [7, 16].

Вибір способу обробітку ґрунту визначається також гранулометричним складом ґрунту. На важких ґрунтах у західних регіонах України поверхневий обробіток сильно ущільнює ґрунт, зменшує його водопровідність, утруднюється ріст коренів у глибину, зменшується стійкість рослин проти несприятливих умов і продуктивність.

Збирання просапних культур (картопля, кукурудза на зелений корм і силос, цукрові буряки вересневого строку збирання), проводять безпосередньо перед сівбою озимої пшениці, тому часу для проведення багаторазового обробітку ґрунту не залишається. Дуже глибокий обробіток занадто розпушує ґрунт і сприяє втратам вологи. Тому тут можливий енергоощадний варіант підготовки ґрунту – мілка оранка або поверхневий обробіток.

Після ранньостиглих сортів картоплі орють на глибину 20-22 см, а в зоні Полісся – на 18-20 см в агрегаті з боронами з наступним коткуванням. На легких ґрунтах та на чистих від бур'янів площах замість оранки проводять лущення з боронуванням або культивацією з боронуванням на 8-10 см. У разі необхідності поле перед сівбою коткують кільчасто-шпоровими котками, а найкраще для якісної підготовки ґрунту використовувати комбінований агрегат РВК–3,6 [7, 16].

Найважче підготувати ґрунт до сівби після кукурудзи. Зразу ж за збиранням кукурудзи на зелений корм або силос, щоб подрібнити рослинні рештки, площу дискують добре загостреними дисковими боронами (БДТ-3,0; БДТ-7,0), або дисковими луцильниками (ЛДГ-10; ЛДГ-15) у двох перпендикулярних напрямках. Для кращого заорювання решток передплужник встановлюють на глибину 10-12 см, а основний корпус плуга - на 23-25 см [7, 16].

2.4. Агротехнічні вимоги до технологічної операції оранка

1. Початок і тривалість виконання орних робіт встановлює агроном господарства [1, 3, 17, 19].

2. Глибина оранки повинна відповідати заданій. Відхилення середньої глибини обробітку від заданої не повинне перевищувати ± 1 см, під звальними проходами – не менше половини заданої.

3. Пласт ґрунтів має бути перевернутий, розкришений і укладений без утворення порожнеч. Пласти, що утворюються корпусами, мають бути однакового розміру, а борозни – прямолінійні. Допустиме викривлення рядів оранки ± 1 м на 500 м довжини гону.

4. Всі бур'яни, пожнивні залишки і внесені добрива повинні бути заорані не менше чим на 95%.

5. Поверхня зораного поля має бути рівною. Розриви між суміжними проходами плуга, а також відкриті, а також приховані огріхи і не заорані клини не допускаються.

6. Висота гребенів допускається не більше 5 см.

7. При нормальній вологості ґрунту площа глиб більше 10 см в поперечнику не повинна перевищувати 15% всій площі поля. Можливість оранки перезволожених ґрунтів визначає агроном господарства.

8. Вивертання на поверхню ріллі підорних горизонтів не допускається.

9. Після оранки всіх загінок поворотні смуги і краї поля повинні бути виорані, а гребені і борозни вирівняні.

10. Огріхи не допускаються [1, 3, 17, 19].

2.5. Розроблення операційної карти на оранку

Для оранки полів трактором МТЗ-82 (маса $G_{mp}=33400$ Н) в умовах ТОВ «Незалежність» найбільш доцільно використовувати плуг ПМУ-3-40, для якого питомий опір ґрунту на полі становить $K_o = 55$ кН/м², при $V_0 = 5$ км/год, величина підйому поля $i = 0,04$, глибина оранки $a = 0,22$ м.

Обґрунтування складу агрегату виконуємо в такій послідовності [2, 3, 17]:

1. Вибираємо діапазон агротехнічної швидкості 6.. 8 км/год.

2. Згідно з агротехнічною швидкістю вибираємо передачу трактора. Це буде друга передача, на якій теоретична швидкість $V_m = 4,28$ км/год і третя передача, на якій теоретична швидкість $V_m = 7,24$ км/год. Розрахунок будемо проводити для двох передач.

3. Визначаємо робочу швидкість руху агрегату, враховуючи буксування

$$V_p = V_m \cdot \left(1 - \frac{\delta}{100}\right); \text{ км/год,} \quad (3.1)$$

де V_m - теоретична швидкість, км/год;

δ - коефіцієнт буксування ($\delta = 6...20\%$ для колісних тракторів; у нашому прикладі при переорюванні зябу $\delta = 15\%$) [2, 3, 17].

Отже, для другої передачі

$$V_p^{II} = 4,26 \cdot \left(1 - \frac{15}{100}\right) = 3,62 \text{ км/год;}$$

Для третьої передачі

$$V_p^{III} = 7,24 \cdot \left(1 - \frac{15}{100}\right) = 6,15 \text{ км/год.}$$

4. Відомо, що при зростанні швидкості збільшується питомий опір. Величину питомого опору при збільшенні швидкості руху визначаємо за формулою

$$K_v = K_0 \cdot \left[1 + 0,006 \cdot (V_p^2 - V_0^2)\right] \text{ кН/м}^2, \quad (3.2)$$

де K_0 - питомий опір при швидкості 5 км/год, кН/м²;

V_p - робоча швидкість агрегату, км/год;

V_0 - швидкість руху агрегату 5 км/год;

Отже,

$$K_v^{II} = 55 \cdot \left[1 + 0,006 \cdot (3,62^2 - 5^2)\right] = 51,07 \text{ кН/м}^2;$$

$$K_v^{III} = 55 \cdot \left[1 + 0,006 \cdot (6,15^2 - 5^2)\right] = 59,23 \text{ кН/м}^2;$$

5. Визначаємо максимальну ширину захвату агрегату на другій і третій передачах, м

$$B_{\max} = \frac{P_{\text{зак}}}{K_v \cdot a}, \text{ м;} \quad (3.3)$$

де $P_{\text{зак}}$ - тягове зусилля трактора, кН (на другій та третій передачах для трактора МТЗ-82 $P_{\text{зак}} = 14 \text{ кН}$);

K_v – питомий опір ґрунту з урахуванням швидкості;

a – глибина оранки, м;

Отже,

$$B_{\max}^{\text{II}} = \frac{14}{51,07 \cdot 0,22} = 1,25 \text{ м.}$$

$$B_{\max}^{\text{III}} = \frac{14}{59,23 \cdot 0,22} = 1,07 \text{ м.}$$

6. Визначимо кількість корпусів в агрегаті на другій і третій передачах

$$n_k = \frac{B_{\max}}{b}, \quad (3.4)$$

де B_{\max} - максимальна ширина захвату агрегату, м;

b – ширина захвату одного корпусу, м ($b = 0,40 \text{ м}$).

Тоді,

$$n_k^{\text{II}} = \frac{1,25}{0,40} = 3,13;$$

$$n_k^{\text{III}} = \frac{1,07}{0,40} = 2,68.$$

Отже, виконання оранки на третій передачі плугом марки ПМУ-3-40 є неможливе.

7. Визначаємо робочий опір плуга для взятої ширини на другій передачах, кН

$$R_{\text{пл}} = K_v \cdot a \cdot b \cdot n. \quad (3.5)$$

Отже,

$$R_{\text{пл}}^{\text{II}} = 51,07 \cdot 0,22 \cdot 0,4 \cdot 3 = 13,48 \text{ кН.}$$

8. Визначаємо коефіцієнт використання тягового зусилля трактора

$$\eta_{m.з.} = \frac{R_{пл}}{P_{зак}}, \quad (3.6)$$

Отже,

$$\eta_{m.з.}^{II} = \frac{13,48}{14} = 0,96;$$

Як свідчать дані розрахунку, агрегат на другій передачі буде працювати ефективно.

9. Визначаємо змінну продуктивність, га/зм

$$W_{зм} = 0,1B_p \cdot V_p \cdot T_p, \quad (3.7)$$

де B_p – робоча ширина захвату агрегату, м;

T_p – робочий час зміни, год.

$$B_p = B_k \cdot \beta,$$

де B_k – конструктивна ширина захвату, м;

β – коефіцієнт використання ширини захвату агрегату (для плуга $\beta = 1,05 \dots 1,1$) [2, 3, 17].

$$B_p^{II} = 0,40 \cdot 3 \cdot 1,05 = 1,26 \text{ м.}$$

Отже,

$$T_p = T_{зм} \cdot \tau,$$

де T_p – робочий час зміни;

$T_{зм}$ – час зміни ($T_{зм} = 7$ год);

τ – коефіцієнт використання часу зміни (для орних агрегатів $\tau = 0,8$) [2, 3, 17].

$$T_p = 7 \cdot 0,8 = 5,6 \text{ год.}$$

Тоді,

$$W_{зм}^{II} = 0,1 \cdot 1,26 \cdot 3,62 \cdot 5,6 = 2,55 \text{ га/зм;}$$

10. Розрахунок витрати палива визначаємо за формулою [2, 3, 17]:

$$Q_{га} = \frac{Q_p \cdot T_p + Q_x \cdot T_x + Q_3 \cdot T_3}{W_{зм}} \text{ кг/га}, \quad (3.8)$$

де Q_p ; Q_x ; Q_3 – відповідно годинна витрата палива за час робочих ходів, холостих і на зупинках з працюючим двигуном, кг/год;

T_p ; T_x ; T_3 – відповідно затрачений час на робочі і холості ходи та на зупинки з працюючим двигуном.

Для розрахунків беремо $T_x = T_3$, тоді

$$T_x = T_3 = \frac{T_{зм} - T_p}{2} \text{ год.} \quad (3.9)$$

Отже,

$$T_x = T_3 = \frac{7 - 5,6}{2} = 0,7 \text{ год.}$$

Якщо $\eta_{м.з} = 0,96$ – це буде робота на другій передачі. Із дод.2 для даної марки трактора беремо

$$Q_p = 7,6 \text{ кг/год}; Q_x = 2,1 \text{ кг/год}; Q_3 = 0,7 \text{ кг/год.}$$

$$Q_{га}^{II} = \frac{7,6 \cdot 5,6 + 2,1 \cdot 0,7 + 0,7 \cdot 0,7}{2,55} = 17,46 \text{ кг/га.}$$

Із розрахунків видно, що агрегат у складі трактора МТЗ-82 і плуга ПМУ-3-40 з трьома корпусами при роботі на другій передачі матиме продуктивність 2,55 га/зм і витрату палива 17,46 кг/га. На випадок різкого збільшення опору додатковою передачею буде перша.

Таким чином, ефективно агрегат буде використовуватись на другій передачі.

2.6. Контроль і оцінка якості роботи орного агрегату

1. Якість роботи орного агрегату оцінюється на основі трьох показників: відхилення від заданої глибини обробітку, гребнистості і грудкуватість.

2. Глибину обробки в процесі роботи вимірюють бороздоміром або лінійкою і визначають як середнє арифметичне глибини борозни, виміряної в 15...20 місцях з інтервалом через 5м.

Глибину оранки обробленого поля вимірюють зануренням в зораний шар ґрунту тростини агронома (прилад поставляється промисловістю) або стрижня з ціною поділки не менше 0,5 см.

Величину коефіцієнта пухкості приймають рівною 0,8.

3. Гребнистість ріллі вимірюють в 10...15-кратній повторюваності.

4. Гребнистість ріллі оцінюють при нормальній вологості ґрунту в 3...5 місцях обробленої ділянки, враховуючи грудки розмірами більше 10 см в поперечній площині. Для цього застосовують сітчасту дротяну рамку 50x50 см з вічками 5x5 см. Площа кожного вічка складає 1% від площі рамки. Всередині рамки, накладеної на ріллю, підраховують число вічок, зайнятих глибами не менше ніж наполовину. Середнє значення з 3...5 вимірів показує міру грудкуватість обробленої ділянки.

5. Загальну оцінку якості виконаної роботи виражають в балах за результатами оцінки окремо кожного показника.

6. Результати бальної оцінки вносять до облікового аркуша тракториста-машиніста.

7. Якість роботи оцінюють за кількістю набраних балів: 10...9 балів – відмінно, 8...7 – добре, 6...5 – задовільно, 4 бали і нижче – незадовільно.

8. При порушенні встановлених допусків окремо по кожному з двох перших показників оранки роботу бракують незалежно від оцінки її за іншими показниками [2, 3, 17].

3. УДОСКОНАЛЕННЯ КОНСТРУКЦІЇ ЛЕМІШНОГО ПЛУГА

3.1. Огляд існуючих конструкцій полиць

В наш час рекомендована велика кількість ґрунтообробних машин і їх модифікацій, а також різні пристрої до них. Характерною особливістю сільськогосподарського машинобудування останнім часом є прагнення уніфікувати техніку. Для цього створюються групи машин, а основну базу постачають різними пристроями у відповідності до вимог господарства.

З всього комплексу польових засобів, найбільш енегонасиченим є операції обробітку ґрунту. На виконання оранки потрібно біля 40% енергетичних і 25% трудових затрат. Для обробітку ґрунту розроблено комплекс плугів з 19 уніфікованими корпусами і іншими робочими органами. Промисловість освоїла більше 17 базових моделей плугів і 24 модифікацій. Основними плугами загального призначення є наступні: ПЛН-3-35; ПЛН-5-35; ПН-8-35; ПЛН-6-35; ПКУ-4-35; ПН-3-35Б – у них відвали є продовженням полиці плуга [19, 20, 21].

Для глибокого рихлення використовуються наступні плуги: ПНД-4-30, відвали у вигляді диску, також ПВР-8-50; ПРВ-5-50-призначені для основного безполицевого обробітку ґрунту та поглиблення орного шару до 40см, а також чизельні плуги ПЧ-2,5, у них відвали відсутні.

В районах з високою вологістю використовуються плуги-розрихлювачі і без полицеві, а в районах які підлягають вітровій ерозії, ґрунт обробляється плоскорізами, з залишенням стерні на полі. В інших районах переважає оранки з обертанням скиби.

В шарі 0-10 см знаходиться основна частина кореневої системи, в шарі 10-20 см від 25 до 40%.

Відомо, що навісні плуги мають явні переваги перед причіпними, по таких показниках, як простота конструкції, металоємність, маневрування орного агрегату і інші.

Однак вони мають і ряд недоліків, зокрема висока нерівномірність ходу по глибині через кутові коливання трактора, які передаються на плуг через жорстку зчіпку, недостатня керованість орного агрегату і його стійкість прямолінійного руху, підвищений розхід енергії.

Як відомо якість оранки та продуктивність агрегату залежать від правильного підбору полиці до типу ґрунту його стану та вологості. Правильний підбір типу полиці забезпечує необхідну гребнистість та грудкуватість. Окрім того, правильність підбору уможливорює зменшення питомого опору ґрунту на агрегат. У зв'язку з цим ми вирішили здійснити огляд існуючих типів полиць.

За формою робочої поверхні полиці поділяють на циліндричні, культурні, напівгвинтові та гвинтові. Кожна з них по-різному перевертає і розпушує скибу [19, 20, 21].

Культурні поверхні (рис. 3.1., а, в) інтенсивно розпушують та якісно обертають скибу ґрунту, їх використовують для обробітку староорних земель із середньою (до 50 ц/га) кількістю рослинних решток, зокрема на плугах загального призначення з передплужниками або кутознімами. Застосовують їх переважно на легких та середніх ґрунтах.

Напівгвинтова поверхня (рис. 3.1., б) вважається універсальною, оскільки вона ефективно обертає та розпушує ґрунт на староорних і цілинних землях. Крыло полиці такої поверхні більше загнуто у бік борозни. Застосовують її переважно на середніх та важких ґрунтах. Ці поверхні влаштовують на плугах загального призначення, зокрема оборотних, та на корпусах верхнього ярусу плугів для глибокої оранки.

Гвинтова поверхня (рис. 3.1. г) добре обертає оброблювану скибу ґрунту, але недостатньо її розпушує, тому її застосовують на плугах, що

обробляють переважно поля після багаторічних трав та цілинні землі. Вона забезпечує чисту широку борозну[19, 20, 21].

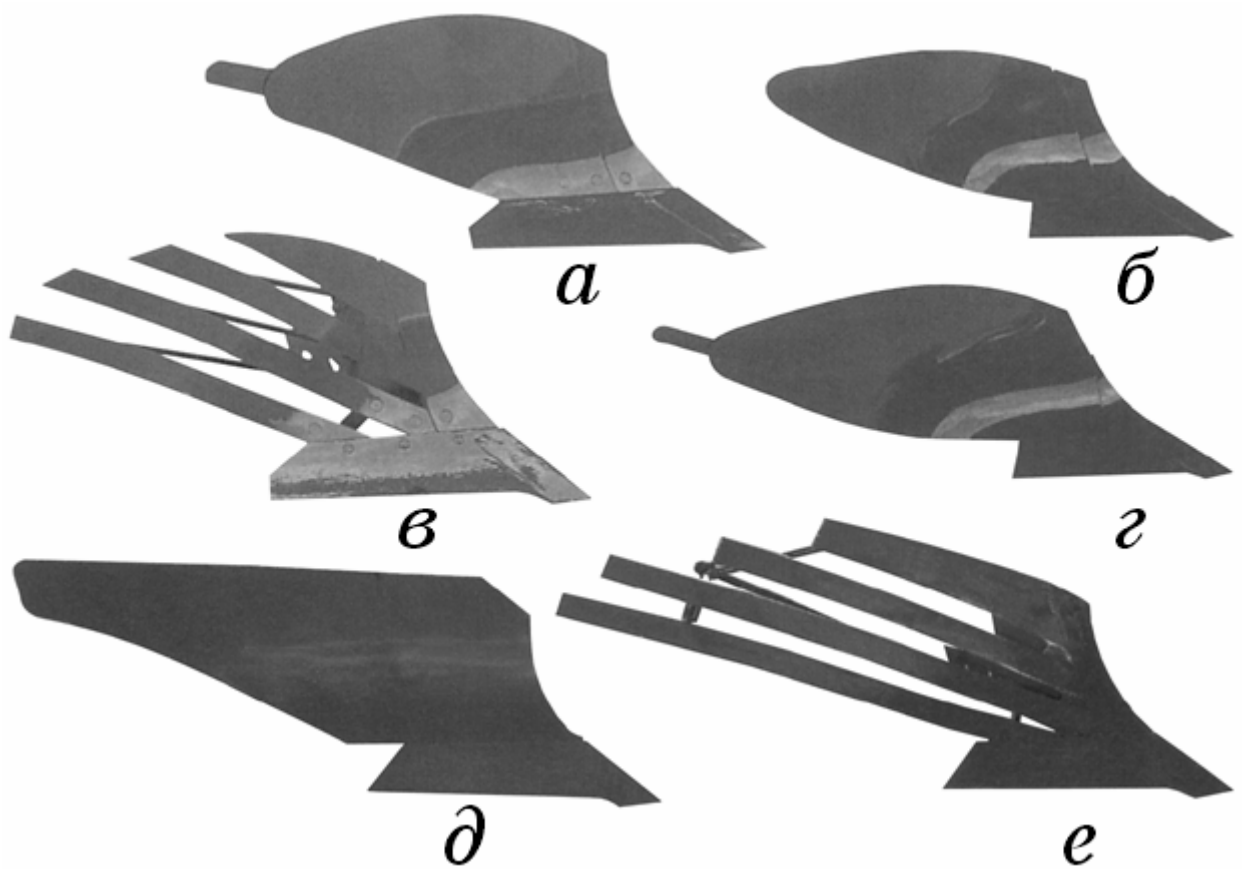


Рисунок 3.1 – Типи лемішно-полицевих поверхонь: а, в – культурна; б – напівгвинтова; г – гвинтова; д, е – циліндрична.

Циліндричні поверхні (рис. 3.1., д, е) полиці, утворені дугою кола певного діаметра, застосовують на староорних полях з незначною (до 30 ц/га) кількістю рослинних решток. Вони відрізняються високою інтенсивністю розпушення скиби. Ефективно працюють на глинистих ґрунтах. Циліндричні або подібні до них циліндроподібні робочі поверхні встановлюють на корпусах поворотних плугів, а також для отримання чистої борозни під ширококолісні трактори.

Полиці бувають суцільними (рис. 3.1., б – д) або пластинчастими (рис. 3.1., а, е). Пластинчасті полиці ефективно працюють на суглинистих та глинистих ґрунтах, зменшуючи тяговий опір корпусу на 10...20 %.

Виготовляють полиці із тришарової сталі або із сталі Ст.2, яку з обох боків цементують на глибину 1,5...2,0 мм, а потім загартовують. Внутрішній м'який шар забезпечує міцність полиці, а тверді цементовані шари підвищують стійкість до спрацювання.

Полиці виготовляють як одну деталь (рис. 3.1., д), з двох або кількох частин (рис. 3.1., а, е). Для забезпечення кращого обертання скиби до крила полиці приєднують пера (рис. 3.1., в, г). Пластинчасті полиці застосовують для перезволожених глинистих ґрунтів. Це конструктивне вирішення дає змогу знизити тяговий опір плуга на 15...20 %.

Вирізні корпуси (рис. 3.2., б) застосовують для оранки підзолистих ґрунтів з невеликим орним горизонтом. Скиба, підрізана лемешем піднімається по його поверхні та ділиться на дві частини. Нижня частина проходить через виріз і не перевертаючись падає на дно борозни, а верхня надходить на полицю і скидається на нижню розпушену скибу [19, 20].

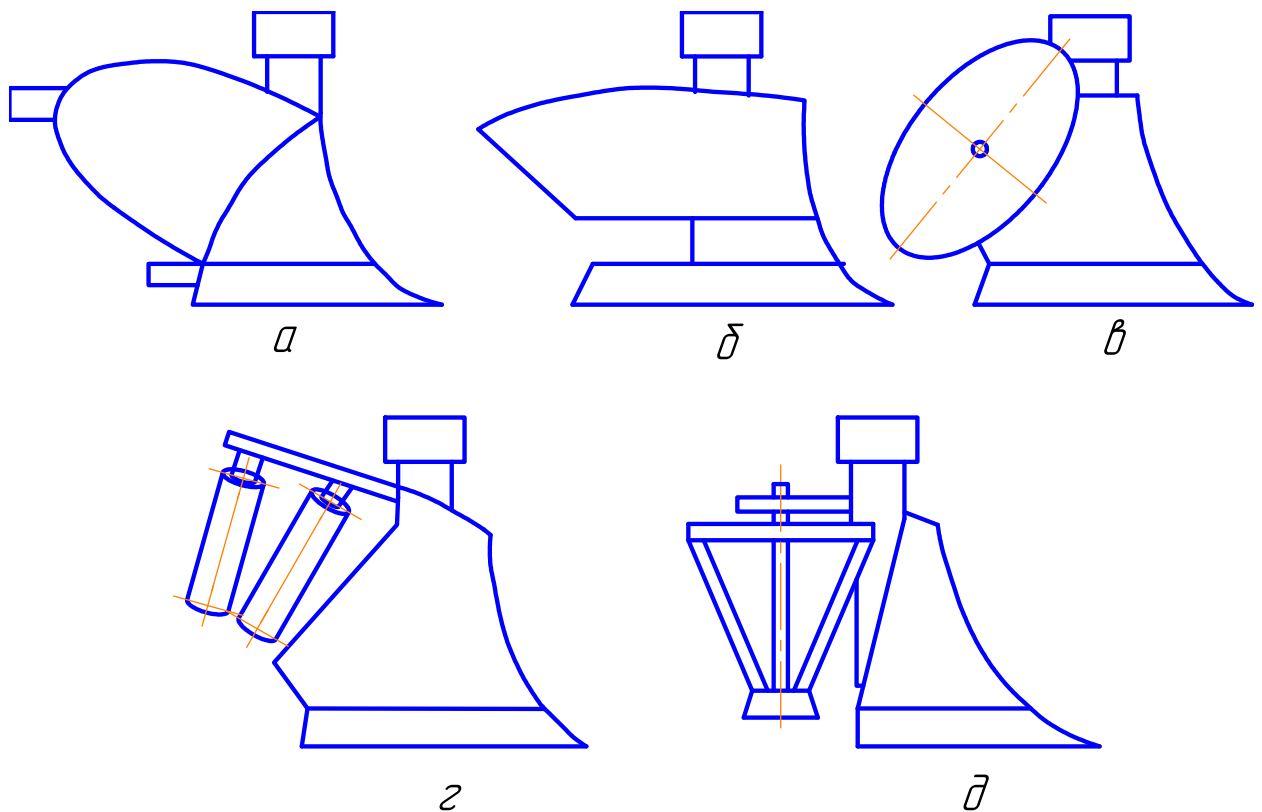


Рисунок 3.2 – Корпуси плугів з різними типами полицевих поверхонь:
 а – зі змінною полицею; б – вирізна; в – дискова; г – роликів; д – з ротором.

Дискові плуги (рис. 3.2., в) призначені для обробки ґрунту всіх типів на глибину 4-20 см. човниковим способом, створюють оптимальну природну структуру ґрунту для росту рослин і прикочують верхній шар ґрунту для збереження вологи. Особливо ефективні при роботі на сухих-твердих ґрунтах і на схилах, так як не переміщують ґрунт в поперечному напрямку до руху агрегата.

З ротором (рис. 3.2., д) призначений для пошарового основного обробітку ґрунту без обертання пласта на глибину 12 см під посів зернових культур, під повторний посів кукурудзи, гречки і трав в умовах недостатнього зволоження.

Роликова полиця (рис. 3.2., г) в порівнянні з класичною дає змогу суттєво зменшити питомий опір ґрунту, а також тертя яке виникає між шаром ґрунту і полицею за рахунок перетворення тертя ковзання в кочення. Окрім того, вона унеможливує появу такого явища як налипання ґрунту на робочі поверхні [9, 19].

Наведені переваги роликової полиці свідчать про доцільність встановлення їх замість класичних.

3.2. Актуальність заміни класичної полиці на роликову

Рівнодіюча сила опору ґрунту руху корпусу плуга має просторове розміщення. На схемі зображуються поздовжньо – вертикальна проекція рівнодіючих сил R_x і R_y і поперечно вертикальна проекція R_{zy} і горизонтальна проекція – R_{xy} , а також проекції і на координати напрямлення R_x , R_y , R_z [9, 19, 20], (див. рис. 3.3).

Вихідною можна рахувати повздовжню горизонтальну складову силу R_x . В відповідності з середніми величинами кути нахилу проекції R_{zx} і R_{xy} , можна знайти їх значення, а також, значення сили R_y і R_z в залежності від R_x . Якщо рахувати, що опорне колесо навантажується тільки вертикальними

силами, а польова дошка тільки поперечними – горизонтальними силами, то в відповідності з формулою [9, 19, 20]:

$$R_y = R_x \cdot \operatorname{tg}(15\dots 25^\circ) = \frac{R_x}{3}. \quad (3.1)$$

Сила тертя класичного відвалу буде становити [9, 19, 20].

$$F = f \cdot R_y = 0,5 \frac{R_x}{3}. \quad (3.2)$$

де f – коефіцієнт тертя, рівний 0,5

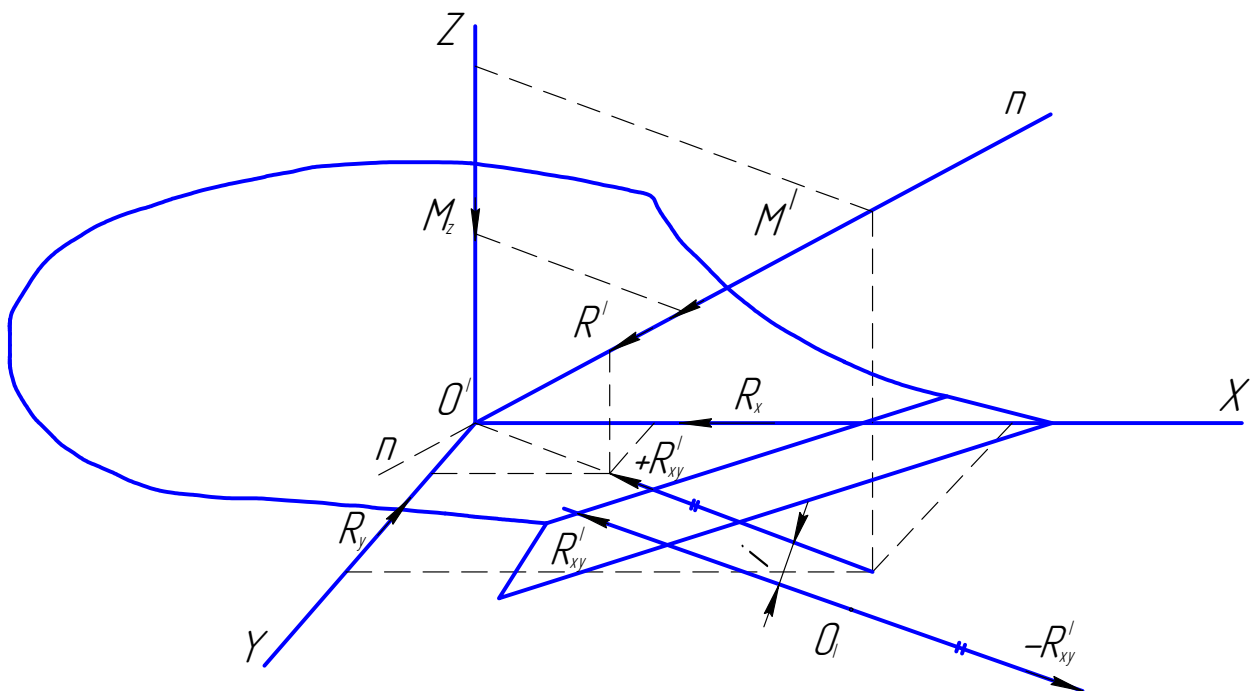


Рисунок 3.3 – Схема силової характеристики плужного корпусу.

При цих умовах можна рахувати, що сила тертя прикладена до середини висоти заднього кінця польової дошки тобто відвалу.

Отже при заміні класичного відвалу на відвал з роликом, ми замінюємо силу тертя ковзання на силу тертя кочення підшипників (які знаходяться в роликах і сприймають основне навантаження). Зменшення сили тертя приведе до зменшення тягового опору корпусу плуга і всього агрегату в цілому.

Розраховуємо сили які діють на корпус плуга а отже і на полицю. Основна розрахункова величина при аналізі сил, які діють на корпус плуга – це тяговий опір корпусу плуга, його можна визначити по універсальній формулі Горячкіна В.П. [19].

$$R_{x1} = \eta \cdot k_0 \cdot a \cdot b \cdot \varepsilon \cdot V^2. \quad (3.3)$$

де R_{x1} – тяговий опір одного корпусу плуга, Н;

η – тяговий ККД плуга який враховує опір плуга на перекочування його по полю, приймаємо $\eta=0,7$;

k_0 – питомий тиск опору плуга, для середніх ґрунтів $k_0=3000$ кг/м³;

a, b – розміри пласта, рівні відповідно 0,25 м і 0,3 м;

V – швидкість руху плуга, $V=8$ км/год, або 2,22 м/с;

ε – безрозмірний коефіцієнт, $\varepsilon=175$ кг·сек²/м³

Отже,

$$R_{x1} = 0,7 \cdot 3000 \cdot 0,25 \cdot 0,3 + 0,25 \cdot 175 \cdot 2,22^2.$$

Крім повздовжньої сили на корпус діють ще і бокова сила R_{y1} і вертикальна R_{z1} .

$$R_{y1} = R_{x1} \cdot \operatorname{ctg}(\gamma \cdot \varphi); \quad (3.4)$$

де φ – кут тертя ґрунту, $\varphi=27^\circ$, $\gamma=35^\circ$;

$$R_{y1} = 2179,6 \cdot \operatorname{ctg}(35 - 27) = 1158$$

Вертикальна сила R_{z1} залежить від властивостей ґранту, глибини оранки, форми відвалу і гостроти леза лемеша і знаходиться в межах параметрів:

$$R_{z1} = 0,2 R_{x1} \quad (3.5)$$

Наявність цієї сили враховує величина заданого кута ψ . Під цим кутом діє сумарний вектор R_{xz1} , утворений силами R_{x1} і R_{z1} .

$$R_{xz1} = \frac{R_{x1}}{\cos \psi} \quad (3.6)$$

Сума сил R_{x1} і R_{y1} утворює вектор R_{xy1} .

$$R_{xz1} = \frac{R_{x1}}{\sin(\gamma + \varphi)} \quad (3.7)$$

$$R_{xz1} = \frac{2179,6}{\sin(22 + 35)} = 2468,6 \text{ Н}$$

Всі ці сили враховують опір пласта, але в розрахунку слід врахувати, що і опір сил тертя польової дошки по стінці борозни [19].

$$F_{x1} = R_{y1} \cdot \operatorname{tg} \varphi = 1158,9 \cdot \operatorname{tg} 27^\circ = 590,5 \text{ Н}$$

Визначаємо повний опір.

$$R = \sqrt{R_{xy1}^2 + F_{x1}^2} \quad (3.8)$$

$$R = \sqrt{2468,6^2 + 590^2} = 2538,2 \text{ Н}$$

При заміні класичного відвалу на відвал з роликом сила тертя ковзання перейде у силу тертя кочення підшипників.

Визначаємо силу тертя, яка виникає в підшипниках.

$$F_n = F_{x1} \cdot K_n \quad (3.9)$$

де K_n – коефіцієнт тертя тіла кочення підшипника, 0,01.

$$F_n = 590 \cdot 0,01 = 6 \text{ Н}$$

Сила R_{xy1} діє на відвал, а значить повний опір одного корпусу роликового відвалу буде становити:

$$R_p = \sqrt{R_{xy1}^2 + F_n^2} \quad (3.10)$$

$$R_p = \sqrt{2468,6^2 + 6^2} = 2468,6 \text{ Н}$$

Визначаємо різницю сил тертя в корпусі плуга з класичною полицею і роликовою полицею.

$$\Delta = \frac{R - R_p}{R_p} \cdot 100\% \quad (3.11)$$

$$\Delta = \frac{2538,2 - 2468,6}{2468,6} \cdot 100\% = 2,82\%$$

Отже, тертя в корпусі плуга з роликовою полицею менше на 2,82% в порівнянні з класичною полицею, що засвідчує доцільність даного удосконалення.

3.3. Обґрунтування конструктивних параметрів ролика

Припустимо, що навантаження на кожний ролик буде розподілятися однаково. Кількість роликів приймаємо рівним 2.

Конструктивно приймаємо ширину ролика.

Діаметр ролика будемо знаходити з умов, щоб залишки культурних рослин і їх коріння не намотувались на ролики відвалу. Для цього довжина кола ролика повинна бути в два рази більша від довжини залишків рослин, які залишилися після збирання уражаю [19].

$$l_{po} \leq \pi D \quad (3.12)$$

де D – діаметр ролика, см;

Приймаємо мінімальну довжину рослинних рештків рівною 20 см:

$$D = \frac{2l_{po}}{\pi} = \frac{2 \cdot 20}{3,14} = 13,3 \text{ см} \quad (3.13)$$

Для більшого запасу ймовірність намотування рослинних рештків на ролик приймаємо $D = 140 \text{ мм}$.

В якості матеріалу для виготовлення ролика вибираємо сталь 45, діаметр заготовки до 160 мм. Термообробка – покращена.

Межа міцності $\sigma_B = 780$ МПа. Межа $\sigma_T = 440$ мПа [14, 15].

Твердість HB – середня, 250-300.

Внутрішній діаметр ролика ми вибираємо під підшипник 32 208А з наступними даними: $d = 40$ мм; $D = 80$ мм; $B = 18$ мм; $C = 52,9$.

Отже внутрішній діаметр ролика буде рівний 80мм.

Товщину стінки ролика знаходимо за формулою [14, 15]:

$$\delta = \frac{D_e - D_c}{2} \quad (3.14)$$

де D_e – зовнішній діаметр ролика, мм;

D_c – внутрішній діаметр ролика, мм;

$$\delta = \frac{140 - 80}{2} = 30 \text{ мм}$$

Проводимо розрахунок підшипника на довговічність [14, 15].

$$P_6 = V \cdot P \cdot K_6 \cdot K_T \quad (3.15)$$

де V – коефіцієнт обертання внутрішнього колеса підшипника
рівний 1;

P – радіальне навантаження;

K_6 – постійний коефіцієнт, який залежить від виду навантаження
підшипника;

K_T – температурний коефіцієнт роботи підшипника.

Отже,

$$P_6 = 1 \cdot 2469 \cdot 2,1 \cdot 1,1 = 5703,4 \text{ Н}$$

Тепер розраховуємо довго тривалість роботи підшипника в годинах [14, 15].

$$h = \frac{10^6}{60 \cdot n} \cdot \left(\frac{C}{P} \right)^p \quad (3.16)$$

де n – частота обертів підшипника, хв.⁻¹;

C – динамічна вантажопідйомність;

P – еквівалентне навантаження;

p – показник для підшипників $p=3$;

Отже маємо:

$$h = \frac{10^6}{60 \cdot 10} \cdot \left(\frac{53,9}{5703,4} \right)^3 = 1,6 \cdot 10^3 \text{ год.}$$

Висновок: довговічність в годинах дуже перевищує допустиму межу, але якщо врахувати можливість ударів, нерівномірного навантаження і так далі, то дійсна довговічність буде нижчою.

3.4. Визначення основних параметрів і підбір гідроциліндра

Внутрішній діаметр гідроциліндра D з одностороннім штоком визначають за формулою для умови, коли зусилля передається безштоковою порожниною:

$$D = 2 \cdot \sqrt{\frac{F_u}{\pi \cdot (p_u \cdot \eta - (1 - K_u^2) \cdot p_{zl})}} \quad (3.17)$$

де p_u – робочий тиск в циліндрі, МПа;

p_{zl} – тиск в зливній порожнині циліндра, МПа;

η – гідромеханічний к.к.д. гідроциліндра;

K_u – коефіцієнт, що дорівнює відношенню діаметра штока до внутрішнього діаметра гідроциліндра;

F_u – зусилля, що діє на шток гідроциліндра, Н.

Робочий тиск в гідроциліндрі, що має долати зовнішнє зусилля на шток $F_{ш} = 1470\text{Н}$ визначимо із наступної формули:

$$p_{ц} = \frac{F_{ш} \cdot 4}{\pi \cdot D^2}. \quad (3.18)$$

де D – діаметр гідроциліндра, мм.

$F_{ш}$ – зусилля, що діє на шток гідроциліндра, Н.

Для проведення розрахунку приймемо $D = 80\text{мм}$. Тоді підставимо значення у формулу, знайдемо:

$$p_{ц} = \frac{1470 \cdot 4}{3,14 \cdot 80^2} = 0,75 \text{ мПа}.$$

Для попередніх розрахунків можна прийняти [14, 15]:

$$p_{зл} = 0,2 \dots 0,3 \text{ мПа};$$

$$K_{ш} = 0,5 \dots 0,7;$$

$$\eta = 0,95 \dots 0,98.$$

Підставимо значення у формулу, отримаємо:

$$D = 2 \cdot \sqrt{\frac{1470}{3,14 \cdot (0,75 \cdot 0,97 - (1 - 0,5^2) \cdot 0,25)}} = 59,02 \text{ мм}.$$

Розраховані значення діаметра заокруглимо до найближчого стандартного з ряду: 40; 50; 63; 80; 100; 110; 125; 140; 160; 180; 200; 220; 250 [6, 14, 15].

Виберемо гідроциліндр марки ГЦ63 [6, 14, 15].

Витрату рідини Q_n в гідроциліндрі для вибраної швидкості штока $v_{ш} = 0,1\text{м}^3/\text{с}$, визначимо із формули при умові без штокової робочої порожнини:

$$Q_{ц} = \frac{\pi \cdot D^2}{4} \cdot \frac{v_{ш}}{\eta_o} \quad (3.19)$$

Підставимо значення у формулу, визначимо при η_o – об’ємний к.к.д. циліндра, $\eta_o=1,0$ [6, 14, 15]:

$$Q_u = \frac{3,14 \cdot 0,06^2}{4} \cdot \frac{0,1}{1} = 0,00028 \text{ м}^3/\text{с}$$

Прийmemo $Q_u = 0,0003 \text{ м}^3/\text{с}$

Таблиця 3.1 – Технічна характеристика гідроциліндра

№ з/п	Параметри	ГЦ 63
1	Діаметр поршня гідроциліндра, мм	63
2	Діаметр штока, мм	32
3	Хід поршня, мм	400
4	Тиск, МПа номінальний максимальний	16 20
5	Зусилля на штоці, кН при виштовхуванні втягуванні	49,8 29,7
6	Маса, кг	15,77
7	Діаметр отвору сповільнюваного клапана, мм	4,0

3.5. Розрахунок болтового з’єднання кріплення гідроциліндра

Для з’єднання гідроциліндра, що здійснює регулювання роликової полиці плуга ПМУ-3-40 з рамою плуга використаємо болтове з’єднання. В даному з’єднанні (рис.3.4.) болт розташований з зазором в отворах деталей. При затягуванні болта на стику деталей виникають сили тертя, які перешкоджають відносному їх зміщенню. Зовнішня сила T безпосередньо на

болт не передається, тому його розраховують за силою затягування V [6, 14, 15]:

$$V = \frac{T \cdot k}{f \cdot i \cdot z} \quad (3.20)$$

де k – коефіцієнт запасу за зсувом деталей ($k = 1,2 \div 2$);

f – коефіцієнт тертя (для сталевих та чавунних поверхонь ($f = 0,15 \div 0,20$);

i – число стиків (в нашому випадку $i = 2$);

z – число болтів.

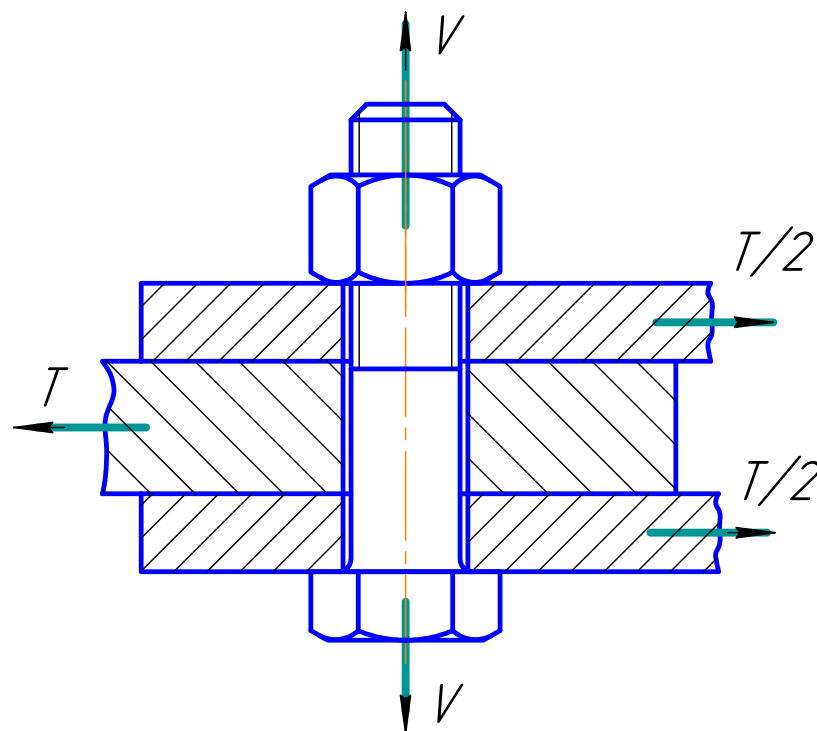


Рисунок 3.4 – Схема для розрахунку болтового з'єднання, навантаженого поперечною силою

На деталь діє поперечна сила $T = 2940$ Н·м; кількість болтів у з'єднанні $z = 1$. Отже:

$$V = \frac{2940 \cdot 1,5}{0,2 \cdot 2 \cdot 1} = 11025 \text{ Н·м}$$

При затягуванні болт працює на розтяг та кручення, отже

$$V_{роз} = 1,3 \cdot V \quad (3.21)$$

Тоді

$$V_{роз} = 1,3 \cdot 11025 = 14332,5 \text{ Н}\cdot\text{м}$$

Внутрішній діаметр різьби болта

$$d \geq \sqrt{\frac{4 \cdot V_{роз}}{\pi \cdot [\sigma]_p}} \quad (3.22)$$

де $[\sigma]_p$ – допустиме напруження на розтяг для болта

$$[\sigma]_p = \frac{\sigma_T}{[n_T]} \quad (3.23)$$

де σ_T – межа текучості матеріалу болта (для сталі 20

$$\sigma_T = 245 \text{ Н/мм}^2 [6, 14, 15];$$

$[n_T]$ – необхідний (допустимий) коефіцієнт запасу міцності.

Отже,

$$[\sigma]_p = \frac{245}{3} = 81,67 \text{ Н/мм}^2$$

Відповідно до формули 3.22

$$d \geq \sqrt{\frac{4 \cdot 14332,5}{3,14 \cdot 81,67}} = 14,95 \text{ мм}$$

На основі отриманих даних робимо висновок, що для з'єднання гідроциліндра, який здійснює регулювання роликів поліці з рамою плуга використовуємо болти М16 [6, 14, 15].

4. ОХОРОНА ПРАЦІ

4.1. Структурно-функціональний аналіз механізованих робіт та моделювання травмонебезпечних ситуацій

Процеси формування та виникнення аварій, а також виробничих травм є випадковими подіями (явищами), що утворюють конкретну аварійну або травмонебезпечну ситуацію і пов'язані між собою причинно-наслідковими зв'язками. В них є початкові, проміжні та кінцеві події [4, 5, 13]. Усі початкові події (небезпечні умови, небезпечні дії) слід виявляти у процесі обстеження об'єктів виробництва, а проміжні та кінцеві на основі логічного аналізу можливих варіантів перебігу подій.

Поняття «початкові події» введено умовно, бо насправді цим подіям можуть передувати інші. Але вони першими помічаються при обстеженні робочих місць та інших об'єктів виробництва. Якщо на схемах, що зображують процеси перебігу випадкових подій, починаючи з початкових і закінчуючи кінцевими, показати причинно-наслідкові зв'язки, то ми одержимо логічні моделі процесів, що вивчаються.

Логічна модель процесу формування та виникнення небезпечної або аварійної ситуації (табл. 4.1) складається з певної кількості випадкових подій, які між собою можуть бути статистичне залежними або незалежними. Статистичне залежні події – це такі, коли поява наступної події неможлива без виникнення попередньої. Якщо кожна з двох подій, що входять до однієї моделі, можуть з'являтися незалежно одна від одної, то такі події є статистичне незалежними. Як правило, у таких моделях незалежні випадкові події одна відносно одної розміщуються паралельно, а залежні - послідовно.

Причинно-наслідкові зв'язки зображені стрілками, які, крім того, ще показують напрямок протікання (перебігу) подій. Шляхом дослідження небезпечних ситуацій, які можуть виникати при експлуатації виробничого обладнання в галузях сільського господарства, описані і побудовані логічні

Таблиця 4.1 – Моделювання травмонебезпечних і аварійних ситуацій [4, 5, 13]

Вид робіт	Виробнича небезпека			Можливі наслідки	Заходи запобігання небезпечній ситуації
	Небезпечна умова (НУ)	Небезпечна дія (НД)	Небезпечна ситуація (НС)		
Агрегування трактора з причіпними с.-г. машинами, причепами	З'єднання трактора з причіпною машиною здійснюється за допомогою ручних операцій НУ	Можливий рух трактора без команди причіплювача НД	Можливий наїзд трактора на причіплювач НС	Травма, аварія	Трактори повинні мати спеціальні пристрої для автоматичного агрегування причіпних машин
<p style="text-align: right;">Модель процесу</p>					
Ремонт чи регулювання орного агрегату	Неналежний технічний стан інструменту НУ	Зривання ключа з граней кріпильних елементів НД	Удар кистю руки об елементи агрегату НС	Травма	Використання справного інструменту
<p style="text-align: right;">Модель процесу</p>					

моделі різні за формою і характером подій. Це дало можливість перейти до побудови більш складних моделей аварій, травм і катастроф, які потрібні для встановлення причин виникнення потенційних небезпек, без чого неможливо вжити обґрунтованих профілактичних заходів.

Метод логічного моделювання потенційних аварій, травм і катастроф відкриває можливість розробити досконалу систему управління безпекою життєдіяльності виробництва, яка базується на оперативному пошуку виробничих небезпек, їх глибокому логічному (при необхідності і математичному) аналізі й терміновому прийнятті заходів для усунення потенційних небезпек ще до виникнення травмонебезпечних та катастрофічних ситуацій. Процес пошуку потенційних небезпек на виробництві ґрунтується на більш точному і ефективному проведенні існуючого оперативного контролю, який також повинен бути відповідно удосконалений [4, 5, 13].

Аналізуючи кожен з побудованих логічних моделей процесів формування та можливого виникнення травмонебезпечних та аварійних ситуацій, завжди можна знайти подію, з якої починається небезпечний процес і до виникнення небезпечних наслідків (табл. 4.1). Якщо дослідження логічних зв'язків провести у зворотному напрямку, то обов'язково можна знайти ту подію (явище), що є причиною (однієї з причин) формування досліджуваного процесу. Метод логічного моделювання травмонебезпечних аварійних та інших ситуацій значно полегшує пошук причин аварій, виробничих травм і дорожньо-транспортних пригод при їх розслідуванні.

4.2. Розрахунок блискавкозахисту гаражів

Для захисту будівель і споруд, а також електричних установок від прямих ударів блискавки блискавковідводи, які являють собою добре заземлені провідники, розміщені вище елемента, який захищається [4, 5].

Блискавкоприймачі монтуються на відстані не менше як на 15 см і не більше як на 2 м вище стояка. В ролі стояка можуть бути використані повітровивідні отвори проте основним недоліком їх є незначна висота, струмопровід виконують сталлюю смугою перерізом 50 мм². Заземлення здійснюють кутовою сталлю на відстані 1 м від фундаменту будівлі. Опір розтікання заземлення не повинен перевищувати 10 Ом.

Блискавкозахист буде ефективним при умові, що всі розміри споруди вписуються у захисну зону, яка визначається поверхнею двох конусів, побудованих в певному масштабі.

Зона захисту блискавковідводу – це частина простору поблизу блискавковідводу, де ймовірність ураження об'єкта блискавкою досить незначна. Об'єкт вважають захищеним від прямого удару блискавки, якщо він повністю знаходиться в середині зони захисту блискавковідводу.

Захисні властивості стержневого блискавковідводу характеризуються захисною зоною, під якою розуміють простір навколо блискавковідводу, де ураження об'єкту, що захищається атмосферним розрядом є малоімовірним.

Здійснимо розрахунок блискавковідводу гаража, що знаходиться на території ТОВ «Незалежність» розміри якого становлять 35х6х3,7 м.

Розрахунок блискавковідводу проводять за наступною методикою. Приймаємо довільне значення висоти блискавковідводу (h , м приблизно $2h_x$) та здійснюємо розрахунок контурів захисних зон що утворюються в даному випадку. Якщо споруда знаходиться в їх межах, то розрахунок припиняють або ж зменшують висоту блискавковідводу доводячи контури до оптимальних розмірів, це дає змогу зменшити металоємність. В іншому випадку поступово збільшуємо висоту блискавковідводу доводячи контури захисних зон до необхідних розмірів.

Для подвійного стержневого блискавкозахисту (рис.4.1) радіус захисту r_x одинарного стержневого блискавко захисту висотою менше 30м визначається за формулою [4, 5]:

$$r_x = 1,6 \cdot h \cdot \frac{h - h_x}{h + h_x} \quad (4.1)$$

де h – повна висота блискавковідводу, м;

h_x – висота приміщення, м.

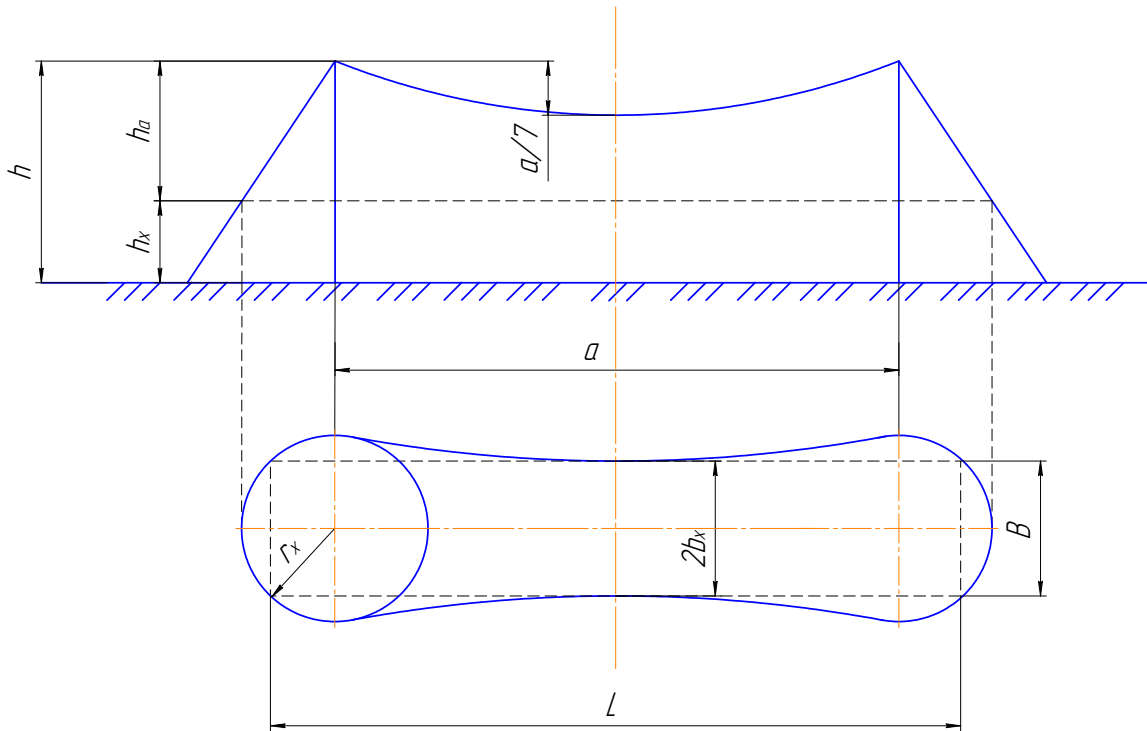


Рисунок 4.1 – Схеми блискавкозахисту гаража.

Приймаємо висоту блискавковідводу $h = 9,6$ м.

Отже,

$$r_x = 1,6 \cdot 9,6 \cdot \frac{9,6 - 3,7}{9,6 + 3,7} = 6,81 \text{ м}$$

Захисна дія стержневого блискавкозахисту характеризується коефіцієнтом захисту k_x :

$$k_x = \frac{1,6}{1 + \frac{h_x}{h}} \quad (4.2)$$

Отже,

$$k_x = \frac{1,6}{1 + \frac{3,7}{9,6}} = 1,15$$

Граничне значення k_x при висоті блискавкозахисту менше 30м рівно 1,6.

Розрахункову ширину внутрішньої захисної зони $2b_x$ на висоті h_x знаходять за формулою [4, 5]

$$2b_x = \frac{7h_a - a}{14h_a - a} \cdot 4r_x \quad (4.3)$$

де h_a – активна висота блискавковідводу, м;

a – віддаль між блискавковідводами, м.

$$h_a = h - h_x. \quad (4.4)$$

отже,

$$h_a = 9,6 - 3,7 = 5,9 \text{ м}$$

Для прямокутних будівель

$$a = L - B. \quad (4.5)$$

отже,

$$a = 35 - 6 = 29 \text{ м}$$

Використовуючи рівняння (4.3) знаходимо розрахункову ширину внутрішньої захисної зони [4, 5]

$$2b_x = \frac{7 \cdot 5,9 - 29}{14 \cdot 5,9 - 29} \cdot 4 \cdot 6,81 = 6,25 \text{ м}$$

Накладаючи контури захисних зон на контури гаража, ми переконалися, що дане приміщення вписується у захисну зону, тобто буде захищене від прямих ударів блискавки.

5. ТЕХНІКО-ЕКОНОМІЧНЕ ОЦІНЕННЯ ПОКАЗНИКІВ ЕФЕКТИВНОСТІ ВИКОНАННЯ ОПЕРАЦІЇ

Впродовж усього періоду роботи машини (агрегату) на полях господарство несе наступні витрати: 1) експлуатаційні витрати; 2) втрати через несвоєчасність збиральних робіт.

Питомі експлуатаційні витрати на одиницю виконаної машиною (агрегатом) роботи, (грн/га) визначають [8, 18]:

$$C_V = C_1 + C_2 + C_3 + C_4 \quad (5.1)$$

де C_1 – оплата праці персоналу, який обслуговує машину (агрегат), грн/га;

C_2 – вартість витрачених паливно-мастильних матеріалів, грн/га;

C_3 – відрахування на реновацію машини, грн/га;

C_4 – відрахування на ремонт та технічне обслуговування, грн/га.

Оплата праці обслуговуючого персоналу дорівнює, грн/га;

$$C_1 = \frac{n_1 \cdot T_1 + n_2 \cdot T_2 + \dots + n_6 \cdot T_6}{W_{год}} \quad (5.2)$$

де n_1, n_2, \dots, n_6 – чисельність працівників, які обслуговують машину (агрегат), окремо за кожною кваліфікацією (розрядом);

T_1, T_2, \dots, T_6 – годинна оплата праці, грн./год;

$W_{год}$ – годинна продуктивність машини (агрегату), га/год.

Вартість паливно-мастильних матеріалів:

$$C_2 = C_K \cdot G_{II} \quad (5.3)$$

де C_K – комплексна ціна одного кілограма палива, грн/га;

G_{II} – погектарна витрата палива машиною (агрегатом), кг.

Питомі витрати на амортизацію машини (агрегату):

$$C_3 = \frac{B_K \cdot a_K \cdot k_r}{100 \cdot S_c} \quad (5.4)$$

де B_K – балансова вартість машини (трактора та с.г. машини), грн;

a_K – відсоток відрахування на реновацію, %;

k_r – коефіцієнт зайнятості;

S_c – сезонна площа вирощування озимої пшениці, га.

Питомі відрахування на ремонт і технічне обслуговування становлять:

$$C_4 = \frac{B_K \cdot P_K}{W_K^{год} \cdot T_K} \quad (5.5)$$

де P_K – відсоток відрахувань на ремонт і технічне обслуговування машини для трактора $P_K = 9,9\%$ та плуга $P_K = 20\%$;

$W_K^{год}$ – годинна продуктивність машини, га/год;

T_K – нормативне річне завантаження r -ї машини (для трактора $T_K = 1350$ год та плуга $T_K = 250$ год). [8, 18].

Наведемо приклад визначення питомих експлуатаційних витрат підприємства для технологічної операції оранки. Зазначимо, що площа, на якій виконується операція становить 70 га.

За формулою (5.2) визначаємо питомі витрати коштів на оплату праці тракториста.

$$C_1 = \frac{1 \cdot 88,44}{0,36} = 245,65 \text{ грн/га.}$$

Вартість паливно-мастильних матеріалів визначаємо за формулою (5.3):

$$C_2 = 48,5 \cdot 17,46 + 0,1 \cdot 290 = 875,81 \text{ грн/га;}$$

Питомі відрахування на амортизацію визначаємо за формулою (6.4). Норма відрахувань на амортизацію приймаємо для трактора $a_K = 15\%$ та для

с.г машини $a_k=20\%$; коефіцієнт зайнятості для трактора $k_r=0,15$ для с.г. машини $k_r=1$ [8, 18]:

для трактора

$$C_{31} = \frac{950000 \cdot 15 \cdot 0,15}{100 \cdot 70} = 305,36 \text{ грн/га};$$

для плуга

$$C_{32} = \frac{65000 \cdot 12 \cdot 1}{100 \cdot 70} = 111,43 \text{ грн/га.}$$

Питомі відрахування на ремонт і технічне обслуговування становлять:

для трактора

$$C_{41} = \frac{950000 \cdot 0,99}{0,36 \cdot 1350} = 193,52 \text{ грн/га};$$

для плуга

$$C_{42} = \frac{65000 \cdot 0,2}{0,36 \cdot 250} = 144,44 \text{ грн/га.}$$

Тоді, питомі експлуатаційні витрати господарства на виконання операції оранки удосконаленою машиною на площі 70 га становлять:

$$C_v = 245,65 + 875,81 + 305,36 + 111,43 + 193,52 + 144,44 = 1876,21 \text{ грн/га.}$$

Отже, виконання вищенаведених розрахунків дає змогу встановити питомі експлуатаційні витрати коштів на виконання операції оранки у ТОВ «Незалежність» Золочівського району Львівської області становить 131334,87 грн.

Встановлені показники експлуатаційних витрат підприємства дають змогу оцінити ефективність виробництва озимої пшениці у ТОВ «Незалежність».

ВИСНОВКИ ТА ПРОПОЗИЦІЇ

Сільськогосподарське ТОВ «Незалежність» Золочівського району Львівської області розташоване дуже вигідно з точки зору економічних зв'язків. Воно спеціалізується в рільництві на виробництві зернових і технічних культур, а в тваринництві – на виробництво молока. Значну частку в структурі посівних площ займають кормові (15%) та технічні (13%) культури. Проте площа під кормовими культурами з кожним роком поступово зменшується.

Аналіз машинно-тракторного парку господарства показує, що воно є технічно забезпеченим. Проте, тривалий період не здійснювалося його оновлення, про це свідчать дані з таблиці 1.3. Парк сільськогосподарських машин в господарстві є достатньо різноманітним, що дає змогу механізувати всі технологічні операції. Він знаходиться в справному стані, всі машини зберігаються під накриттям або в боксах.

Запропоноване удосконалення системи автоматичного регулювання полиці плуга ПМУ-3-40 дає змогу суттєво підвищити ефективність виконання технологічної операції шляхом можливості якісного виконання даної операції одним агрегатом на полях з різними типами ґрунтів. Окрім того, дане вдосконалення дає змогу зменшити різкі зростання та спадання навантаження на трактор, що позитивно впливає на його технічний стан.

Впровадження запропонованих та розроблених заходів з охорони праці, дасть змогу шляхом попередження виникнення можливих небезпечних ситуацій в період оранки зменшити рівень виробничого травматизму та покращити умови праці.

Впровадження у господарстві заходів щодо охорони довкілля, які пропонуються в даній роботі, дасть змогу зменшити викиди та поширення шкідливих речовин у навколишнє середовище.

Проведені економічні розрахунки уможливають визначення питомих експлуатаційних витрат коштів на виконання операції, та на їх основі оцінити ефективність агрегату.

БІБЛІОГРАФІЧНИЙ СПИСОК

1. Гречкосій В.Д. та ін., Довідник сільського інженера. Київ : Урожай, 1988. 360 с.
2. Довідник з машиновикористання в землеробстві / За ред. В. І. Пастухова. Харків: "Веста" 2001. 347 с.
3. Експлуатація машин і оладнання: навчально-методичний комплекс [навч. посіб. Для студентів інженерних спеціальностей осв.-кваліф. Рівня «Бакалавр»] / І.М. Бендера, В.П. Грубий, П.І. Роздорожнюк та ін. / за ред. І.М. Бендери, В.П. Грубого, П.І. Роздорожнюка. Кам'янець-Подільський: ФОП Сисин Я.І., 2013. 576 с.
4. Жидецький В.Н., Джигирей В.С., Мельников О.В. Основи охорони праці. Львів : Афіша, 2001. 349 с.
5. Запобігання аварійності і травматизму у сільському господарстві / С.Д. Лахман, В.І. Рубльов, Б.І. Рябцев. Київ : Урожай, 1993. 272с.
6. Коновалюк Д. М., Ковальчук Р.М. Деталі машин. Київ : Кондор, 2004. 584 с.
7. Лихочвор В.В. Рослинництво. Технології вирощування сільськогосподарських культур. Львів: НВФ „Українські технології”, 2002. 800 с.
8. Марченко В. Методика визначення показників економічної ефективності використання комплексів машин та машинно-тракторного парку / В. Марченко // Збірник наук.пр. НАУ. Механізац. с.г. ви-ва. Т.ХІV. 2003. С. 189-194.
9. Механізація та експлуатація сільського господарства // Республіканський міжвідомчий науковий збірник. Київ : Урожай, 1991. №74. 79 с.
10. Наукові основи агропромислового виробництва в зоні Полісся і західного регіону України / [редкол. : М. В. Зубець (гол. редколегії) та ін.]. Київ : Урожай, 2004. 560 с.

11. Олена Басанець. Технологія вирощування озимої пшениці. URL: <https://superagronom.com/articles/290-tehnologiya-viroschuvannya-ozimoyi-pshenitsi-etapi-nyuansi-ta-vidminnosti-zalejno-vid-regionu>. (Дата звернення 02.05.2023).
12. Оптимальна оранка. URL: <https://www.agronom.com.ua/optymalna-oranka/> (Дата звернення 02.05.2023).
13. Охорона праці (гігієна праці та виробнича санітарія): навчальний посібник / Пістун І.П., Березовецький А.П., Тимочко В.О., Городецький І.М.; за ред. І.П.Пістуна. Львів: Тріада плюс, 2017. Ч.1. 620 с.
14. Павлице В.Т. Основи конструювання та розрахунку деталей машин. Львів : Афіша, 2003. 560 с
15. Павлице В.Т. Основи конструювання та розрахунок деталей машин: Підручник. Київ : Вища шк., 1993. 556 с.
16. Петриченко В.Ф., Лихочвор В.В. Рослинництво. Нові технології вирощування польових культур: підручник. -5-те вид., виправ., допов. Львів: НВФ „Українські технології”, 2020. 806 с.
17. Практикум із машиновикористання в рослинництві. Навчальний посібник / За ред. Мельника І.І. Київ: Кондор. 2009. 284 с.
18. Про затвердження Методики обчислення вартості машино-дня та збитків від простою машин” постанова Кабінету міністрів України від 12 липня 2004 р. N 885.
19. Сільськогосподарські машини : підручник / Д. Г. Войтюк, Л. В. Аніскевич [та ін.] ; За ред. Д. Г. Войтюка. Київ : Агроосвіта, 2015. 678 с.
20. Сучасні тенденції розвитку конструкцій сільськогосподарської техніки / За ред. В.І. Кравчука, М.І. Грицишина, С.М. Ковалюка. Київ : Аграрна наука, 2004. 396 с.
21. Ясенецький В.А., Куліш В.С., Мечта М.П., Пономаренко А.Ф., Фенко А.І., Лузан В.П. Нова сільськогосподарська техніка. Київ : Урожай, 1991. 320 с.