

**ДНІПРОВСЬКИЙ ДЕРЖАВНИЙ АГАРНО-ЕКОНОМІЧНИЙ
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 проекту
ступеня вищої освіти «Бакалавр» на тему:

**Удосконалення використання техніки при вирощуванні пшениці озимої
з розробкою операційної технології основного обробітку ґрунту**

Виконала: студентка 4 курсу, групи М-1-19 за
спеціальністю 208 «Агроінженерія»

Кас'ян Карина Сергіївна

Керівник: _____ Макаренко Дмитро Олександрович

Рецензент: _____ _____

Дніпро – 2023

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

1. Аналіз стану питання за напрямком теми проєкту (А1) 2. Операційно-технологічна карта на оранку (А1). 3 План механізованих робіт вирощування пшениці озимої. (А1) 4. Загальний вид плуга ПЛН-3-35 (А1). 5. Корпус плуга (А2) 6. Стійка (А4). 7. Плоскорізальна лапа (А4) 8. Полиця (А3). 9. Економічна ефективність проєкту (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 р.

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

№ з/п	Назва етапів дипломного проєкту	Строк виконання етапів роботи	Примітка
1	Аналітичний (оглядовий)	до 06.04.2023 р.	
2	Технологічний	до 18.04.2023 р.	
3	Конструкційний	до 08.05.2023 р.	
4	Охорона праці	до 16.05.2023 р.	
5	Економічний	до 26.05.2023 р.	
6	Графічна частина	до 07.06.2023 р.	

Студент

_____ Кас'ян К.С.
(підпис) (прізвище та ініціали)

Керівник роботи

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

№	формат	Позначення	Найменування	Кількість аркушів	Номер аркуша	4 примітки
<u>Текстові документи:</u>						
1	A4	48 ДП.006.000.000.ПЗ	Пояснювальна записка	62		
2	A4	Microsoft Power Point	Презентаційні матеріали	8		
<u>Графічні матеріали:</u>						
3	A1	48 ДП.006.000.000. ГР	Аналіз стану питання за напрямком теми проєкту	1	1	
4	A1	48 ДП.006.000.000.ОТК	Операційно-технологічна карта на оранку	1	2	
5	A1	48 ДП.006.100.000. ТК	План механізованих робіт вирощування пшениці озимої	1	3	
6	A1	48 ДП.006.100.000. ВЗ	Загальний вид плуга ПЛН-3-35	1	4	
7	A2	48 ДП.006.101.000 СК	Корпус плуга (складальне креслення)	1	5	
8	A4	48 ДП.006.101.001	Стійка	1	5	
9	A4	48 ДП.006.101.002	Плоскорізальна лапа	1	5	
10	A3	48 ДП.006.101.003	Полиця	1	5	
11	A1	48 ДП.006.000.000. ТБ	Техніко-економічні показники	1	6	

48 ДП.006 000.000 ПД					
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	
Розроб.		Кас'ян К.С.			
Перевір.		Макаренко Д.О.			
Т. Контр.					
Н. Контр.		Макаренко Д.О.			
Затверд.		Деркач О.Д.			
Відомість дипломного проєкту			Літ.	Арк.	Аркушів
				1	1
			ДДАЕУ М-1-19		

АНОТАЦІЯ

Кас'ян К. С. Удосконалення використання техніки при вирощуванні пшениці озимої з розробкою операційної технології основного обробітку ґрунту / Випускна кваліфікаційна робота на здобуття освітнього ступеня «бакалавр» за спеціальністю 208 «Агроінженерія». – ДДАЕУ, Дніпро, 2023.

Дипломний проєкт присвячений удосконаленню використання техніки при вирощуванні пшениці озимої з розробкою операційної технології основного обробітку ґрунту. Мета проєкту закладається у покращенні ефективності та продуктивності процесу вирощування пшениці озимої, шляхом впровадження нової техніки та розробкою оптимальної операційної технології обробітку ґрунту.

Для досягнення цієї мети, у роботі проведено детальний аналіз поточного стану використання техніки та методів обробітку ґрунту при вирощуванні пшениці озимої. Виявлені недоліки та обмеження, які призводять до зниження продуктивності та якості врожаю, детально проаналізовані та оцінені.

На основі результатів аналізу розроблено пропозиції щодо впровадження нових технічних засобів та методів, які сприятимуть підвищенню ефективності процесу вирощування пшениці озимої. Було враховано фактори, такі як вартість техніки, технічні характеристики, вплив на навколишнє середовище та економічну доцільність.

Наступним етапом було розроблення операційної технології основного обробітку ґрунту з використанням запропонованих нових технічних засобів. У технології детально описані послідовність операцій, параметри техніки та методи виконання. Проведено обґрунтування та розрахунок ефективності запропонованої технології.

Отримані результати підтверджують, що впровадження нових технічних засобів та розробка оптимальної операційної технології сприятимуть підвищенню якості та кількості врожаю пшениці озимої. При цьому будуть досягнуті

економічні переваги, такі як зниження витрат та підвищення рентабельності виробництва.

Отже, даний дипломний проєкт має велике практичне значення для агросфери, оскільки пропонує нові підходи до вирощування пшениці озимої з використанням ефективної техніки та операційної технології обробітку ґрунту, що сприятиме покращенню результативності та ефективності виробництва.

Ключові слова: пшениця озима, обробіток ґрунту, операційно-технологічна карта, удосконалення, плуг, техніка.

ЗМІСТ

ВСТУП	9
1 АНАЛІЗ ТА ОГЛЯД ДІЯЛЬНОСТІ ТОВ “ЗОРЯ”	10
1.1 Загальні відомості про підприємство	10
1.2 Врожайність ключових сільськогосподарських культур підприємства.....	11
1.3 Склад технічного парку машин і тракторів на підприємстві	13
1.4 Технологія та організація робіт при вирощуванні с.-г культур	15
1.5 Охорона праці на підприємстві	16
1.6 Обґрунтування актуальності теми дипломного проєкту	18
2 ПРОЄКТУВАННЯ ВИРОЩУВАННЯ ПШЕНИЦІ ОЗИМОЇ	20
2.1 Розробка операційно-технологічної карти	20
2.1.1 Призначення оранки	20
2.1.2 Агротехнічні вимоги обробітку ґрунту оранкою.....	20
2.1.3 Підбір та розрахунок складу агрегату.....	22
2.1.4 Підготовка орного агрегату до роботи.....	24
2.1.5 Підготовка поля до роботи орного агрегату	27
2.1.6 Робота агрегату в полі.....	28
2.1.7 Перевірка контролю за якістю виконаної роботи.....	29
2.1.8 Охорона праці.....	31
2.2 Складання плану механізованих робіт на вирощування озимої пшениці.....	32
2.3 Висновки по розділу	36
3 УДОСКОНАЛЕННЯ ПЛУГА ПЛН-3-35	37
3.1 Патентний огляд технічних рішень за обраним напрямком.....	37
3.2 Обґрунтування вибору удосконалення та його детальне пояснення.....	43
3.3 Техніко-експлуатаційні розрахунки.....	47
3.4 Висновки по розділу	48
4 ОХОРОНА ПРАЦІ	49

4.1 Вимоги безпеки при складанні та експлуатації машинно-тракторних агрегатів.....	49
4.2 Загальні вимоги безпеки при виконанні обробітку ґрунту.....	50
5 АНАЛІЗ ЕКОНОМІЧНОЇ ЕФЕКТИВНОСТІ ПРОЄКТУ	52
ЗАГАЛЬНІ ВИСНОВКИ	58
БІБЛОГРАФІЧНИЙ СПИСОК	60
ДОДАТКИ.....	62

ВСТУП

У сучасному світі, де важливість сталого розвитку сільського господарства та постачання населення харчовими продуктами стають все більш актуальними, оптимізація процесів вирощування зернових культур набуває особливої важливості. Пшениця озима є однією з ключових культур, яка впливає на світове виробництво хліба та забезпечення харчової безпеки. Тому питання ефективного використання техніки та оптимальної технології обробітку ґрунту стають надзвичайно важливими факторами, що визначають успішність вирощування пшениці озимої.

Зважаючи на важливість цієї проблематики, головною метою моєї дипломної роботи є поліпшення використання техніки при вирощуванні пшениці озимої та розробка операційної технології основного обробітку ґрунту. Особлива увага повинна бути зосереджена на покращенні ефективності процесу вирощування пшениці озимої, з метою досягнення оптимального використання ресурсів та зменшення негативного впливу на навколишнє середовище.

У рамках дипломного проєкту будуть проведені аналіз та оцінка сучасного стану використання техніки при вирощуванні пшениці озимої, а також вивчення сучасних технологій обробітку ґрунту. При цьому, основними критеріями успіху будуть ефективність, економічність та екологічна прийнятність використання техніки та технології вирощування.

1 АНАЛІЗ ТА ОГЛЯД ДІЯЛЬНОСТІ ТОВ «ЗОРЯ»

1.1 Загальні відомості про підприємство

Товариство з обмеженою відповідальністю «Зоря» було засноване і сформульоване 14 березня 2000 р.

Воно знаходиться у Дніпропетровській області, Павлоградського району, у селі Межиріч на вулиці Молодіжна 1. Підприємство ТОВ "Зоря" знаходиться на віддалі 6,1 кілометра від міста Павлоград, яке є районним центром, а також на відстані 58 кілометрів від міста Дніпро, яке є обласним центром.

За даними національного метеорологічного агентства України, середньорічна температура повітря в Павлоградському районі становить близько + 8 °С.

Клімат, як у області, так і у районі - помірено-континентальний з різко вираженим жарко-сухим літом і прохолодною зимою. У весняний та літній періоди переважає вітер з південно-західного та південного напрямку, який приносить тепле і вологе повітря. Восени і взимку панує північний вітер, який приносить сухе прохолодне повітря. Літо дуже спекотне з середньою температурою 20...25 °С, але максимальна температура повітря з середини червня до середини серпня і може досягати 30..35 °С та вище. Відносна вологість повітря літом може бути досить низькою, що робить погоду досить сухою. Крім того, в регіоні можливі часткові пориви вітру та опади, особливо влітку, що може призвести до повеней та ерозії окремих територій. Враховуючи кліматичні умови, під час сільськогосподарських робіт рекомендується використовувати сорти рослин, які відповідають кліматичним умовам місцевості, а влітку забезпечити правильний полив для підвищення врожайності.

Зими холодні і сніжні. У середньому найхолодніша температура взимку випадає на січень і лютий, вона приблизно дорівнює від -5 до -8 °С, іноді бувають сильні морози взимку, коли температура опускається до -20 °С і нижче.

Однак середня температура в березні зазвичай піднімається приблизно до 0 °С, а в кінці зими можуть бути теплі дні вище 5 °С. Глибина промерзання ґрунту коливається у межах від 1,2 м до 1,5 м. Взагалі погода взимку мінлива. Рівень підземних вод варіюється 5...20 м. Середня річна кількість опадів, за останні роки, у цьому районі знаходиться в межах 550...600 мм, а максимальна кількість опадів в день приблизно дорівнює 40...50 мм на добу, але інтенсивні дощі можуть призвести до значного перевищення цього значення.

Початок весни припадає на кінець березня або початок квітня, як раз тоді, коли проводять сівбу ярих зернових культур, а саме ячменю, пшениці, проса. Соняшник, яровий горох і нут садять пізніше, а саме у квітні-травні.

Восени з вересня по листопад середня температура повітря починає знижуватися від + 20 °С у вересні до -1 °С у листопаді, це у свою чергу спричиняє нічні заморозки. Опади також збільшуються і у жовтні-листопаді становлять 50...60 мм на добу.

На підприємстві переважає тип ґрунту - чорнозем типовий. Глибина верхнього родючого шару чорнозему складає 25...35 см., з кислотністю рН 6.0-6.5.

1.2 Врожайність ключових сільськогосподарських культур підприємства

Господарство знаходиться у степовій посушливій (правобережній) зоні, Дніпровсько-Нижньо-Дніпровського природно-сільськогосподарського округу.

На збільшення продуктивності праці разом зі зниженням собівартості виробленої продукції впливає розмір господарства, його організація, також технології і організація праці.

Основні культури, які цього року вони вирощують – озима пшениця, соняшник, соя, ярий ячмінь, озимий ріпак, а ярі боби та нут - зняли з виробництва.

У ТОВ “Зоря” 3096,6 га земельних угідь. Порівнюючи 2021 рік і 2023 рік, бачимо, що підприємство збільшило на 273,4 га. Основною діяльністю

господарства є вирощуванні зернових (крім рису), бобових і насіння олійних культур. Велику частинну земель засаджують пшеницею і соняшником, невелику частину, земель засаджують ячменем, рапсом і соєю.

Таблиця 1.1 - Площа посіву с.-г. культур на 2021 - 2023 рік

2021 рік		2022 рік		2023 (план) рік	
Культура	Площа, га	Культура	Площа, га	Культура	Площа, га
1	2	3	4	5	6
Озима пшениця	1310,18	Озима пшениця	1903,71	Озима пшениця	763,4
Соняшник	754,37	Соняшник	721,65	Соняшник	750
Соя	323,58	Соя	63,19	Соя	200
Ярий ячмінь	10,15	Ярий ячмінь	67	Ярий ячмінь	250
Озимий Рапс	169,8	Озимий Рапс	306,86	Озимий Рапс	492,1
Яровий горох	77,31	Яровий горох	-	Яровий горох	-
Нут	6,9	Нут	-	Нут	-
Всього	2823,2	Всього	3096,6	Всього	3096,6

Сільськогосподарські культури і їх посівна площа, які вирощуються у господарстві приведено у таблиці 1.1

Сільськогосподарські культури вирощуються відповідно до рекомендованих сівозмін, використовуються добрива для підживлення рослин. Технологія основного обробітку ґрунту залежить від попередніх культур, а перед посівом проводять операції з збереження вологи та культивуацію. Виконують посів культур згідно з встановленими агротехнічними термінами, передбачених для кожної з них. Збирання врожаю виконують у найбільш стислі строки з метою максимальної збереження врожаю.

За позаминулий рік підприємство відмовилось від ярого гороху і нута, надавши перевагу більш популярним культурам, які мають попит, а саме це озимий рапс, соя та ярий ячмінь.

Продемонстровано раціональне експлуатація землі, як основного фактору виробництва за показниками економічної активності землекористуванням. За рахунок чого господарство отримує максимальний врожай з 1 га землі з мінімальними витратами праці на вирощування продукції.

1.3 Склад технічного парку машин і тракторів на підприємстві

Підприємство ТОВ “Зоря” володіє достатньою кількістю машин і агрегатів, як вітчизняного так і закордонного виробництва, що дозволяє вчасно проводити всі агротехнічні роботи у зазначений строк і без збитків, з розрахунком на випадкові поломки техніки.

Рівень механізації сільськогосподарських робіт високий із-за великого різноманіття техніки.

Машинно-тракторний склад парку на 2023 рік наведено у таблиці 1.2

Таблиця 1.2 - Машинно-тракторний склад парку 2023 р.

Назва	Марка, модель	Кількість
1	2	3
Трактор	T-150K	2
Трактор	MT3-80	4
Трактор	MT3-82	4
Трактор	MT3 (2018 року)	3
Трактор	ЮМЗ-6	3
Трактор	Case IH MAGNUM 340	1
Комбайн	Claas Lexion 560	1
Комбайн	Claas Lexion 670	2
Комбайн	Case	1

Продовження таблиці 1.2

1	2	3
Плуг	ПЛН-3-35	3
Плуг	ПНЯ-4-42	1
Коток	ЗКК-6А	2
Коток	КЗК-6	1
Коток	КПУ-6	1
Граблі-ворушилки	«Сонечко»	1
Борона	АГ-2,4	1
Борона	БГР-4,2	1
Борона	LEMKEN Zirkon 7	1
Борона	БЗП-15,2	1
Борона	БП-6	1
Оприскувач	Hagie STS 12	1
Оприскувач	Case SPX Patriot 3330	1
Причіп	ПТС-4-45	2
Причіп	2ПТС-4	1
Причіп	2ПТС-4-45	2
Косарка	Z-169	1
Сівалка	СЗ-3,6	2
Сівалка	СЗ-5,4	2
Сівалка	GRAIN 4,0-01-V	2
Сівалка	СУПН-8	2
Сівалка	СПУ-8	1
Сівалка	Turbosem II	1
Сівалка	Challenger сериї 9000	1
Вантажний автомобіль	ГАЗ-53	5

Продовження таблиці 1.2

1	2	3
Вантажний автомобіль	ММЗ-555	1
Вантажний автомобіль	УАЗ	1
Вантажний автомобіль	ММЗ-554	1
Вантажний автомобіль	ГАЗ-52	2
Вантажний автомобіль	ЗИЛ	2
Вантажний автомобіль	КАМАЗ-45143	3

Уся техніка на підприємстві дозволяє ефективно виконувати всі технологічні операції на полях, включаючи посів, збір урожаю, підготовку ґрунту, розкидання мінеральних добрив і багато іншого.

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

Обробіток ґрунту на підприємстві для конкретних культур проводяться наступним чином:

- Для пшениці і ячменя виконують наступні операції: оранка, дискування, передпосівна культивуація, посів, коткування, внесення пестицидів, прополка, збір врожаю, луцення і дискування.
- Для гороху ті самі операції, тільки без внесення пестицидів і дискування після збору урожаю.
- Для соняшнику виконують оранку, дискування, передпосівну культивуацію, сівбу, прополку, внесення пестицидів, збір врожаю, луцення і дискування.

Початком процесу для всіх культур є оранка, яка включає переробку грубої ґрунтової маси та її перенесення на поверхню.

Після оранки проводиться дискування, яке допомагає розгладити грудки ґрунту та розподілити на поверхні залишки рослинності.

Перед посівом соняшнику проводять передпосівну культивуацію, що включає змішування та розрідження ґрунту. Після цього проводиться посів на

підготовлену ґрунтову поверхню. Для гороху, пшениці та ячменю після посіву проводиться коткування, що полягає у виробництві жолобків з ґрунту по обидва боки ряду рослин. Для сої не проводять коткування.

В процесі вирощування рослин можуть виникати шкідники та хвороби, тому проводиться внесення пестицидів для їх контролю. Також проводиться прополка соняшника, яка допомагає зберегти його від бур'янів.

Після вирощування культур проводиться їх збір, після чого настає процес лущення насіння, крім гороху. Після цього необхідне дискування ґрунту, щоб підготувати його до наступного циклу вирощування.

На підприємстві використовують різноманітні види добрив для підвищення врожайності сільськогосподарських культур. Для оз. пшениці та яр. ячменю використовуються аміачна селітра та КАС. При посіві цих культур застосовується добриво NPK, яке містить такі компоненти, як азот (N), фосфор (P) та калій (K), що дозволяє забезпечити рослини всіма необхідними поживними речовинами для їх росту та розвитку. Використання різноманітних добрив на підприємстві є важливим елементом забезпечення якісної та високоврожайної сільськогосподарської продукції.

1.5 Охорона праці на підприємстві

Охорона праці є одним з найважливіших аспектів у діяльності будь-якого підприємства, включаючи сільськогосподарське господарство. На підприємстві ТОВ "Зоря" Павлоградського району приділяється значна увага питанням охорони праці та безпеки працівників.

Працівників забезпечують обладнанням, котре використовують за його функціями. Воно повинно "відповідати вимогам технічних регламентів" [1]. Також обов'язковим є дотримання умов безпеки щодо обладнання, які вказуються у відповідних документах.

Завжди необхідно встановлювати місцеву вентиляцію на обладнанні, яке під час експлуатації може викидати шкідливі речовини.

Рівень шуму, який створюється виробничим обладнанням має залишатися у межах встановлених норм. При перевищенні цих норм, “працівники мають бути забезпечені засобами індивідуального захисту органів слуху” [1].

Лінії електропередач, що живлять електричні машини та обладнання у виробничих приміщеннях, повинні бути належним “чином ізольовані та захищені від можливих механічних пошкоджень” [1].

Трубопроводи, клапани, насоси та ємності в теплицях, де використовуються гербіциди та інсектициди, повинні бути опломбовані.

Гальма малої техніки, що використовується під час збирання врожаю або транспортування до сховищ (наприклад, підвісні транспортні лінії, конвеєри, електричні підйомники, візки, що пересуваються по пересіченій місцевості), повинні бути справними і заблоковані за допомогою пускового пристрою.

У господарстві встановлені правила охорони праці, які стосуються усіх працівників та відвідувачів. Кожен працівник має бути ознайомлений з правилами та відповідати за їх дотримання.

В господарстві є необхідна кількість захисних засобів “Положення про порядок забезпечення працівників спеціальним одягом спеціальним взуттям та іншими засобами індивідуального захисту ... захисні каски, окуляри, рукавиці, респіратори тощо”. Крім того, на підприємстві регулярно проводяться перевірки техніки та обладнання, щоб запобігти його можливим несправностям.

У разі виникнення небезпечних ситуацій працівники мають право зупинити роботу та повідомити про це відповідних керівників. Крім того, на підприємстві встановлені механізми подання повідомлень про нещасні випадки на робочому місці.

Охорона праці та безпека працівників є однією з найважливіших пріоритетів на підприємстві ТОВ "Зоря" Павлоградського району.

1.6 Обґрунтування актуальності теми дипломного проєкту

Вирощування пшениці є важливою галуззю сільськогосподарського виробництва, яка має велике значення як з погляду продовольчої безпеки, так і економічного розвитку країни. Однак, успішне вирощування пшениці потребує уваги до кількох аспектів, зокрема обробітку ґрунту. Він є однією з ключових технологічних операцій у вирощуванні пшениці. Ця процедура включає такі етапи, як дискування, оранка, передпосівна культивація, посів та інші. Найголовнішою метою обробітку ґрунту є створення оптимальних умов, які сприяють росту та розвитку рослин, забезпечення оптимального доступу кореневої системи до поживних речовин, вологи та повітря. Це сприяє формуванню сильних рослин з потужною кореневою системою, що впливає на врожайність та якість пшениці. Найбільші витрати при вирощуванні пшениці зв'язані з обробітком ґрунту. Одна з основних причин великих витрат на обробіток ґрунту полягає у необхідності проведення кількох циклів обробітку перед посівом пшениці. Це обумовлено необхідністю підготовки ґрунту для належного проростання насіння, покращення його структури і обов'язковим є дотримання, також і забезпечення оптимальних умов для росту та розвитку рослин. Кожна з цих операцій вимагає використання спеціалізованої техніки та ресурсів, що призводить до збільшення загальних витрат. Крім того, обробіток ґрунту включає використання механізованих пристроїв та машин, які потребують палива, мастила та інших ресурсів.

Також, затрати пов'язані із збереженням та обслуговуванням цієї техніки. Окрім прямих витрат, обробіток ґрунту має великий вплив на продуктивність польових культур, зокрема пшениці. Правильно виконаний обробіток ґрунту допомагає забезпечити належний рівень родючості ґрунту, найвигідніші умови росту кореневої системи та насичення поживних речовин рослинами, що в свою чергу підвищує відсоток збільшення урожайності пшениці. Отже, обробіток ґрунту є важливим етапом у вирощуванні пшениці, проте, цей процес супроводжується значними витратами.

Саме тому, метою дипломного проєкту є проектування технологічних процесів вирощування пшениці озимої та підвищення ефективності основного обробітку ґрунту.

Для досягнення мети необхідно виконати такі завдання:

1. Проаналізувати діяльність ТОВ «ЗОЛЯ»;
2. Розробити план механізованих робіт з використанням модернізованого агрегату для вирощування пшениці озимої;
3. Розробити необхідні аспекти щодо удосконалення плуга ПЛН-3-35;
4. Навести основні питання охорони праці;
5. Виконати аналіз економічної ефективності проєкту.

2 ПРОЄКТУВАННЯ ВИРОЩУВАННЯ ПШЕНИЦІ ОЗИМОЇ

2.1 Розробка операційно-технологічної карти

2.1.1 Призначення оранки

Покращення якості ґрунту полягає у впливі на нього спеціальних знарядь, які допомагають підвищити родючість, знищити шкідників та бур'яни, а також забезпечити високий врожай культурних рослин - це і є обробіток ґрунту. Обробіток забезпечує різноманітні функції, такі як різання, перевертання, кришення та загортання ґрунту, а також підрізання кореневої системи бур'янів. При цьому, поверхня леміш-відвал кришить ґрунт на оптимальні частинки, а саме до частинок 5 - 20 мм з їх кількістю 20...30 %, частинок 5 - 0,25 мм – 45...60%, що дозволяє культурним рослинам проростати та розвиватися на найкращому рівні. Щоб забезпечити додаткові умови для росту рослин, необхідно дотримуватися оптимального рівня щільності орного шару, при лемішно-відвальному обробітку ґрунту щільність орного шару має забезпечуватись на глибині сівби – 1,2...1,3 г/см³, а в орному шарі 1,1...1,2 г/см³.

2.1.2 Агротехнічні вимоги обробітку ґрунту оранкою

Для загального обробітку:

Оріння має бути проведене встановленими агротехнічними строками, з урахуванням вимог щодо глибини оранки. Зазвичай глибина оранки становить 20-22 см, але може варіюватись в залежності від орного шару ґрунту. На полях з меншим орним шаром, орка повинна проводитись на повну його глибину. Важливо забезпечити рівномірну глибину оранки. “Допустиме відхилення не повинно перевищувати 1 см на рівних полях і 2 см на ділянках з нерівним рельєфом” [2].

Після оранки зораний шар повинен бути пухким, а перевертана земля повністю перекладена. Бур'яни та рештки рослин повинні бути приорані.

“Орні агрегати повинні рухатись прямолінійно і не допускати відхилень. Усі корпуси плуга повинні відрізувати однакові скиби. Звальні гребені та розгінні борозни повинні бути вирівняні, а поворотні смуги зорані” [2].

Для лемішно-відвального:

1. Лемішно-відвальні плуги підходять для всіх типів ґрунтів, винятком є ґрунти засмічені каміннями. Питомий опір ґрунтів, тобто їх стійкість, кришенню підрізання знаходиться в межах 36...96 кПа.

2. Плуг повинен здійснювати обробку ґрунту на глибину до 27 см з припустимим відхиленням, яке не має перевищувати ± 2 см. Ярусні плуги повинні мати регулювання глибини занурення робочих органів до максимальної глибини 32 см.

3. Конструкція плуга повинна забезпечувати різання ґрунту в горизонтальній та вертикальній площині. Між борозною стінкою та зовнішньою частиною правих рушіїв має бути мінімальна відстань 350 мм, щоб запобігти зануренню тягача в борозну.

4. Робочі органи плуга повинні забезпечувати повне розтинання бур'янів на заданій глибині обробітку.

5. Робочі органи плуга повинні ефективно згортати не менше 95% подрібнених решток рослинного матеріалу та внесених добрив.

6. Після проходу, структура ґрунту повинна відповідати показникам, а саме: частинки розміром 2...10 мм – не менше 40%; частинки розміром 10...18 мм – не менше 35%; частинки розміром 0,25...5 мм – не більше 5%; частинок розміром менше 0,25 мм – не повинно бути; розміром більше 10 см – не більше 1 на 1 м².

7. Глибина розвальної борозни повинна бути не більше 10 см, а звального гребеня - 7 см.

8. Недоліки та пропуски не припустимі.

9. Під час обробки поворотних полос слід повертати розрізаний шар ґрунту у бік поля.

10. Вказані показники якості обробітку гарантовані в діапазоні вологості ґрунту 17-22%.

2.1.3 Підбір та розрахунок складу агрегату

Тяговий розрахунок плуга проводимо з врахуванням допустимого навантаження на трактор [3].

При обчисленні тяги, потрібно враховувати навантаженість, допустиму для трактора:

$$P_d \geq \sum R \quad (2.1)$$

де: P_d – дотична сила, що діє на ведучі колеса трактора, кН;

$\sum R$ – загальний тяговий опір плуга, кН;

Застосуємо формулу тягового опору для визначення:

$$\sum R = R_{po} + R_{nep} + R_i = 11,03 + 0,404 + 0,076 = 11,51 \text{ кН}, \quad (2.2)$$

де: R_{po} – опір тяги робочих органів, кН;

R_{nep} – опір тяги перекочування знаряддя, кН;

R_i – опір тяги руху при підйомі, кН.

Для визначення спрощеного тягового опору робочих органів знаряддя, скористаємось такою формулою:

$$R_{po} = q \cdot B_p \cdot h = 35 \cdot 1,05 \cdot 0,3 = 11,03 \text{ кН}, \quad (2.3)$$

де: q – питомий тяговий опір руйнуванню ґрунту, кН/м²;

B_p – робоча ширина захвату плуга, м;

h – глибина обробки, м.

Для визначення тягового опору перекочування плуга скористаємось наступною формулою:

$$R_{nep} = G_{pm} \cdot f = 5,05 \cdot 0,08 = 0,404 \text{ кН}, \quad (2.4)$$

де: G_{pm} – сила тяжіння знаряддя, кН.

Сила тяжіння визначається згідно формули:

$$G_{pm} = m \cdot g = 515 \cdot 9,81 = 5052,15 \text{ кг} = 5,05 \text{ кН}, \quad (2.5)$$

де : m – маса плуга, кг;

$$g = 9,81 \text{ м/с}^2;$$

f – коефіцієнт перекочування.

Опір тяги руху агрегату при підйомі :

$$R_i = G_{pm} \cdot i = 5,05 \cdot \frac{1,5}{100} = 0,076 \text{ кН}, \quad (2.6)$$

де : i – нахил поля, %.

За результатом підсумовування всіх складових тягового опору плуга $R_{nl} = \sum R$ підбирається трактор і за його тяговими характеристиками визначається номінальне тягове зусилля на обраній робочій (передачі) швидкості виконання технологічної операції. В даному випадку $P_{mn} > R_{nl}$.

Потім розраховується фактичне навантаження на трактор, обумовлене силою тяги:

$$\xi_p = \frac{R_{nl}}{P_{mn} - G_m \cdot \frac{i}{100}}, \quad (2.7)$$

де P_{mn} - номінальне тягове зусилля трактора, кН.

Для четвертої передачі:

$$\xi_p = \frac{11,78}{15 - 34,32 \cdot \frac{1,5}{100}} = 0,81$$

Навантаження на п'ятій передачі:

$$\xi_p = \frac{12,07}{13,10 - 34,32 \cdot \frac{1,5}{100}} = 0,96.$$

Рекомендується, щоб значення знаходилось в діапазоні $\xi_p = 0,80 \dots 0,95$.

Таким чином, завантаженість трактора на п'ятій передачі занадто велика, що говорить про те, що трактор на цій передачі перевантажений. Фактичне

навантаження на четвертій передачі знаходиться в межах допустимого, тож обираємо цю передачу, як основну.

Ступінь завантаженості тракторних двигунів оцінюється відповідно до їхньої потужності:

$$\xi_{Ne} = \frac{N_m}{N_{en}} = \frac{33,33}{58,9} = 0,57, \quad (2.8)$$

де: N_e – фактичне зусилля, необхідне для запуску трактора, кВт.

Фактична потужність розраховується за формулою:

$$N_m = \frac{(P_m \cdot V_p)}{3,6} = \frac{15 \cdot 8}{3,6} = 33,33 \text{ кВт}, \quad (2.9)$$

2.1.4 Підготовка орного агрегату до роботи

Підготовку МТА розглянемо на прикладі агрегату: трактора МТЗ-82 та плугу ПЛН-3-35.

1. Підготовка плуга

1.1 Перевіряється комплектування плуга, а саме, щоб корпуса і передплужники були одного типу.

1.2 Перевіряється технічний стан робочих органів і приводяться до відповідних вимог, а саме: допускається “зношення лемеша по ширині до 90-95 мм, а по довжині до 450-460 мм; товщина леза лемеша є допустимою до 1 мм, а леза ножа до меж 0,3-0,5 мм; кут заточування леза лемеша з верхньої сторони у межах 20-25°” [2]; забороняється виступ полиці над лемешем, зазор між лемешом і полицею по лінії стику не повинен перевищувати 1 мм; “потайні головки болтів для кріплення повинні бути у рівень з робочими поверхнями лемеша, полиці і польової дошки, допускається заглиблення головок до 1 мм; польові дошки не повинні бути шириною менше ніж 30-40 мм і товщиною 4-5 мм або їх замінюють” [2].

1.3 Перевіряється правильність розміщення корпусів, а саме носки лемешів повинні бути розміщені на одній лінії, допустиме відхилення до 5 мм.

1.4 Встановлюється передплужник та регулюється: глибина його ходу повинна знаходитись в діапазоні 10-12 см; “відстань має бути 300-500 мм між носками лемешів передплужника та корпусом плуга”[2]; він повинен мати боковий виліт вліво на відстані 5-10 мм від орієнтованого польового обрізу корпусу.

1.5 “Встановлюється дисковий ніж перед передплужником крайнього корпусу передплужника, таким чином, щоб при відхиленні вправо він не зачіпав передплужника, а нижня точка його леза була нижче на 10-20 мм від носка лемеша” [2].

1.6 Перевіряється фіксація вісі підвісу плуга. Вона повинна бути зафіксована стопорним болтом на другому отворі справа у правому кронштейні, а також упорним болтом в останньому передньому положенні у лівому кронштейні.

2. Підготовка трактора

2.1. Встановлюється начіпний механізм для роботи з начіпними машинами. Це включає такі кроки: при необхідності, знімається поперечина, якщо трактор раніше працював з причіпним агрегатом; встановлюються та закріплюються подовжувачі нижніх тяг; вилки вертикальних розкосів з'єднуються з поздовжніми тягами через круглі отвори (жорстко); довжина розкосів регулюється до 515 мм (в подальшому не рекомендується змінювати довжину лівого розкосу при регулюванні положення плуга); обмежувальні ланцюги необхідно максимально подовжити [2].

2.2. Перевіряється тиск у шинах коліс. Якщо тиск не відповідає нормі (0,17 МПа для передніх і 0,10 МПа для задніх шин), потрібно його підганяти до норми [2].

2.3. Відрегулюється колія передніх і задніх коліс до 15 мм. Для зменшення буксування лівого ведучого колеса, колію слід зсунути управо від осі симетрії на 50 мм [2].

2.4. Перевіряється схід передніх коліс. Якщо потрібно, регулюється змінна довжина рульових тяг, щоб забезпечити різницю (4-10 мм) відстаней між внутрішніми закраїнами ободів спереду та ззаду на рівні їх центрів [2].

2.5. Додаткові тягарі, вагою приблизно 200 кг, закріплюються на спеціальному кронштейні в передній частині рами [2].

3.Складання і регулювання агрегату

3.1. Плуг монтується на трактор. Це включає такі кроки: фіксується начіпний механізм трактора; трактор під'їжджає заднім ходом до плуга, шарніри нижніх тяг начіпного механізму надягаються на пальці підвіски плуга і фіксуються за допомогою чеки [2].

3.2. Встановлення плуга на задану глибину обробітку:

- На майданчику перед лівими колесами трактора розміщуються бруски з косим зрізом, товщиною на 2-4 см меншою за задану глибину оранки.
- Трактор наїжджає колесами на бруски, загальмовується, плуг опускається і гідророзподільник переключається в положення "плаваюче".
- Під опорне колесо плуга кладеться брусок такої ж товщини, як раніше.
- Змінюється положення опорного колеса, довжина правого розкосу і верхньої центральної тяги, рама плуга вирівнюється горизонтально (носки лемешів повинні торкатися майданчика) [2].

3.3. Регулюється довжина обмежувальних ланцюгів за такою послідовністю:

- Плуг піднімається гідравлічною системою до того моменту, коли носки лемешів не відірветься від поверхні майданчика.
- Обмежувальні носки натягуються, одночасно обертаючи регульовальні стяжки, щоб розмах бокового коливання кінців нижніх тяг був в межах 240-250 мм.

- Плуг переводиться в транспортне положення і фіксується, натискаючи на рукоятку фіксації начіпного механізму.
- За допомогою регулювальних болтів на кронштейнах рівномірно натягуються ланцюги (без зміни їх довжини), щоб переміщення задніх кінців нижніх тяг в один і другий бік не перевищувало 20 мм [2].

3.4. Трактор з'їжджає з брусків і бруски прибираються [2].

2.1.5 Підготовка поля до роботи орного агрегату

1. Визнається напрямок руху орного агрегату. Перевага надається довшій стороні поля, але обов'язково поперек схилу поля, для того, щоб уникнути виникнення процесів ерозії у ґрунті .

2. Відбити поворотні смуги. Для цього встановлюють з обох сторін поля показники або маркери, за допомогою яких тракторист зможе орієнтуватись і змінити напрямок руху.

Ширина поворотної смуги

$$E = 1,5 \cdot R + e = 1,5 \cdot 1,58 + 2,05 = 4,42 \text{ м} \quad (2.10)$$

де: R – радіус повороту агрегату, м

$$R = K_R \cdot R_o = 1,5 \cdot 1,05 = 1,58 \text{ м} \quad (2.11)$$

де: K_R – коефіцієнт враховуючий збільшення радіусу повороту зі збільшенням швидкості повороту V_n .

R_o – радіус повороту при $V_n = 5$ км/год.

$$R_o = B_k = 1,05 \text{ м} \quad (2.12)$$

де: B_k – конструктивна ширина захвату агрегату, м.

e – розмір виїзду агрегату за контрольну лінію, м.

$$e = 0,5 \cdot l_k = 0,5 \cdot 4,1 = 2,05 \text{ м} \quad (2.13)$$

l_k – кінематична довжина агрегату, м.

$$l_k = l_T + l_{\text{плуга}} = 1,3 + 2,8 = 4,1 \text{ м} \quad (2.14)$$

l_T і $l_{\text{плуга}}$ – кінематична довжина трактора і плуга відповідно, м.

Розподіл поля на загінки та виконання оранки проводиться наступним чином:

1. З позначенням першого проходу МТА проводять лінію від краю поля на відстані, що дорівнює площі ділянки, яка може бути оброблена агрегатом за 2-3 дні.
2. Налаштовують плуг на навіссі трактора таким чином, щоб перший корпус працював на повну глибину, а останній торкався поверхні поля. Розділяють все поле на загінки, враховуючи таке налаштування плугу.
3. Повертають плуг в початкове положення.
4. Виконують оранку наступним чином: в звал - обробляють одну десятку, а в розвал - спочатку обробляють загони 1-3-5..., а потім 2-4-6...
5. Після оранки загонів виконують обробку поворотних полос.

2.1.6 Робота агрегату в полі

Змінна продуктивність агрегату розраховується по формулі:

$$W_{зм} = 0,1 \cdot B_p \cdot V_p \cdot T_{зм} \cdot \tau = 0,1 \cdot 1,05 \cdot 8 \cdot 7 \cdot 0,72 = 4,23 \text{ га/зм}, \quad (2.15)$$

$$\tau = \frac{T_p}{T_{зм}} = \frac{5,01}{7} = 0,72 \text{ – коефіцієнт використання часу зміну};$$

T_p – час робочої зміни, год;

$T_{зм}$ – тривалість р, год. $T_{зм} = 7$ год.

B_p – робоча ширина захвату орного МТА, приймається $B_p = B_r$.

Час дійсної робочої зміни розраховується за рівнянням:

$$T_p = \frac{T_{зм} - T_{пз} - T_{О} - T_{\phi} - T_{пер}}{60 \cdot (1 + \tau_{пов})} = \frac{420 - 4 - 31 - 30 - 25}{60 \cdot (1 + 0,097)} = 5,01 \text{ год}, \quad (2.16)$$

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

$T_{О}$ – норматив на проведення ТО, $T_{О}=31$ хв.;

T_{ϕ} – час на фізіологічні потреби, $T_{\phi}=30$ хв;

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

$$\tau_{пов} = \frac{V_n \cdot t_{пов}}{3,6 \cdot L} = \frac{8 \cdot 40}{3,6 \cdot 915} = 0,097 \text{ – коефіцієнт повороту.}$$

Питому витрату палива кг/г можна розрахувати згідно рівняння:

$$g_{za} = \frac{G_p \cdot T_p + G_{нов} \cdot T_{нов} + G_{пер} \cdot T_{пер} + G_o \cdot T_o}{W_{зм}} =$$

$$= \frac{11,56 \cdot 5,01 + 7 \cdot 0,49 + 6 \cdot 0,43 + 1,7 \cdot 0,5}{4,23} = 15,2 \text{ кг/г}, \quad (2.17)$$

$G_p, G_{нов}, G_{пер}, G_o$ – відповідно витрата палива при виконанні роботи, при виконанні поворотів, на переїздах та при зупинках з працюючим двигуном, кг/год, таблиця 2.1;

$T_p, T_{нов}, T_{пер}, T_{зуп}$ – відповідно час роботи, на повороти на переїзди і на зупинки з працюючим двигуном, год, таблиця 2.1.

$$T_p = T_{зм} \cdot \tau_{нов} = 7 \cdot 0,78.$$

$$T_{нов} = T_p \cdot \tau_{нов} = 7 \cdot 5,01 = 0,49 ;$$

Табл. 2.1 - Витрата палива та часу трактором МТЗ - 82

Показник	Витрата палива, кг/год	Час, хв (год)
Виконання роботи	11...19	-
На поворотах	6...8	-
На переїздах	5...7	26 (0,43)
Зупинка з працюючим двигуном	1,7	30 (0,5)

2.1.7 Перевірка контролю за якістю виконаної роботи

Перевірка якості виконання операції здійснюються згідно до агротехнічних вимог. Глибина оранки на рівних полях може відхилятися на ± 1 , з нерівностями на ± 2 см. Допустимим відхиленням стандартизованої ширини захвату у залежності від конструктивної 10 %. Скиба повинна обертатись повно. Мінімальне значення приорюємих решток, бур'янів і різних видів добрив - 95 %. “Висота гребенів та глибина розгінних борозен мають бути не більше 7 см” [4].

Дані для оцінки приведені у таблиці 2.2 [4].

Таблиця 2.2 - Контроль і якість оранки

Показники	Од. виміру	Стандарт	Оцінка	Методи
Дозволені відклонення від встановленої глибини оранки	см	± 1	3	Уздовж діагоналі поля проводять вимірювання глибини оранки в 10-ти точках, розташованих на відстані від 30 до 100 метрів одна від одної. Отримані значення усереднюють і порівнюють їх з встановленим нормативом.
		± 2	2	
		Більше ± 2	1	
Різниця вирівнювання поверхні	см	Не більше 5	3	Для вимірювання довжини профілю поверхні оранки використовують 10-метровий шнур. Шнур розтягують вздовж оранки, а потім вимірюють його довжину, що вказує на довжину профілю поверхні оранки.
		Дорівнює 7	2	
		Понад 7	1	
Відхилення висоти гребенів	см	Рівна поверхня	3	Для вимірювання висоти гребенів і борозен проводять спеціальні заміри. Зазвичай використовують рейку або вимірювальний інструмент, які накладають на гребені або борозені, і вимірюють відстань від ґрунту до верхньої точки.
		Не більше 7	2	
		Понад 7	1	

2.1.8 Охорона праці

Виконання технічного обслуговування машин у польових умовах вимагає дотримання певних правил та заходів. Основні вказівки щодо проведення обслуговування включають:

Справна техніка. Тільки технічно справну техніку, яка повністю відповідає заводським інструкціям і оснащена необхідним інструментом, обладнанням для обслуговування та аптечкою першої медичної допомоги допускають до роботи. “Під час перевірки технічного стану агрегату особливу увагу необхідно звертати на рульове керування, гальма, ходову систему, зчеплення, наявність засобів протипожежного захисту. Заборонено експлуатувати трактори, на яких виявлено підтікання палива і масла “ [4].

Виконання обслуговування вдень: Проводять протягом денного часу. Можна виконувати ці операції і у ночі, лише за наявності “достатнього штучного освітлення і за участі в технічному обслуговуванні не менше двох працівників” [4].

Виключення роботи двигуна: За винятком регулювання двигуна, а також гідросистеми чи гальм, інші операції виконують лише за наявності непрацюючого двигуна.

Обережне запраляння: Під час заправки, як паливом, так і маслом або водою, в обов’язковому порядку треба використовувати насоси чи шланжки або інші спеціальні пристрої, які є у наявності. За допомогою електричного ліхтаря перевіряють кількість палива. У світлий час доби заправляють.

Правильне запускання двигуна: “Перед запуском двигуна необхідно вимкнути передачу” [4].

Безпечний руль та сигналізація: Перед рухом слід переконатися у відсутності людей та перешкод. Кожен тракторний агрегат, який обслуговується, повинен бути обладнаний двосторонньою сигналізацією, щоб забезпечити безпеку працівників. При використуванні агрегатів у нічний час доби обов’язково перевіряється працездатність системи освітлення.

Заборона небезпечних дій: “Під час руху агрегату заборонено: перебувати між трактором і плугом; виконувати регулювальні і мастильні роботи; сходити і сідати на трактор або плуг, при цьому потрібно бути уважним, обережним, акуратним, не порушувати трудової дисципліни” [4].

Заборона небезпечних дій: Заборонено знаходження осіб, які не виконують операцію або третім лицам, передача управлінням.

Використання спеціальних місць для відпочинку.

2.2 Складання плану механізованих робіт на вирощування озимої пшениці

При розробці технологічної карти необхідно мати на увазі наступні основні вихідні дані [3]:

1. Назва вирощуваної культури.
2. Інформація про попередників вирощуваної культури.
3. Площа, на якій передбачається вирощувати дану культуру.
4. Планова врожайність основної та побічної продукції на один гектар.
5. Рекомендовані норми витрати насіння, пестицидів, мінеральних та органічних добрив.

6. Відстань, на яку потрібно транспортувати матеріали.

Розроблена технологічна карта - додаток А.

Послідовність операцій є однаковою для всіх культур (графа 1).

Перелік операцій відповідає методам їх реалізації (графа 2).

У графі 3 містяться вимоги та показники, пов'язані з агротехнікою, які враховують такі фактори: глибина обробітку ґрунту, норми внесення добрив та насіння, врожайність та інші критерії, що впливають на якість виконання роботи.

У графі 4 вказується розмірність виконуваних технологічних операцій в гектарах на тону, транспортних робіт в тонно-кілометрах, навантаження та розвантаження в тонах.

У графі 5 зазначається обсяг робіт для вирощувальної культури в гектарах.

Фізичний обсяг робіт повинен відповідати плановому обсягу (графа 6).

Необхідно обов'язково узгоджувати хронологію технологічних операцій у вирощуванні сільськогосподарських культур, включаючи транспортування зерна, сівбу, збирання та перевезення врожаю, з метою ефективної організації робіт за встановленими строками.

Тривалість виконання операцій у днях (графа 7) встановлюють за агротехнічними вимогами, в свою чергу вони не повинні перевищувати календарних строків. У графі 8 вказується тривалість робочого часу, з урахуванням робочого дня та операцій, які виконуються. Робочий день може мати 1, 1,5, 2 або 3 зміни, з розрахунком 7 годин на зміну. Враховуючи особливості робіт, пов'язаних з шкідливими умовами, такими як обприскування посівів отрутохімікатами, важливо дотримуватися обмеження тривалості зміни, яке не повинно перевищувати 6 годин. Це сприятиме забезпеченню безпеки працівників і збереженню їхнього здоров'я, а також забезпечить ефективне виконання робіт у встановлені терміни.

Формування складу машинно-тракторного агрегату (в графах 9, 10, 11, 12) здійснюється з урахуванням наявної техніки на підприємстві та відповідно до типових норм виробітку і витрат палива. Такий підбір допомагає забезпечити оптимальний склад агрегату, що відповідає вимогам виробництва та економічній ефективності.

Для визначення норми виробітку за зміну (у графі 13) використовуються типові норми. Що стосується транспортних засобів і навантажувачів, які обслуговують основні виробничі агрегати, їх норма виробітку розраховується на основі продуктивності самого основного агрегату. Такий підхід дозволяє забезпечити ефективне використання транспортних засобів і навантажувачів у процесі виробництва. Таким чином, здійснюється оптимальне планування та

організація робочого часу, забезпечуючи ефективну працездатність і раціональне використання ресурсів.

Прикладом розрахунку представлені такі агрегати, як трактор МТЗ-82 і плуг ПЛН-3-35 для основного обробітку ґрунту.

Виробіток агрегату (графа 14) за годину змінного часу розраховується за наступною формулою:

$$W_{год} = \frac{W_{зм}}{T_{зм}} = \frac{4,23}{7} = 0,604 \text{ га/год}, \quad (2.18)$$

де $W_{год}$ - виробіток агрегату за годину змінного часу, га/год, т/год, м³/год;

$T_{зм}$ - тривалість зміни, години (7 або 6);

$W_{зм}$ - виробіток агрегату за змінну, га/зм, т/зм, м³/зм.

Виробіток агрегату за добу:

$$W_{доб} = W_{год} \cdot T_{доб} = 0,604 \cdot 7 = 4,23 \text{ га/доб}, \quad (2.19)$$

де $W_{доб}$ – виробіток агрегату за добу, га/доб;

$T_{доб}$ – добова тривалість робочого дня, год.

Розрахунок оптимальної кількості агрегатів для ефективного виконання процесу оранки землі:

$$n = \frac{Q}{W_{доб} \cdot D_p} = \frac{150}{4,23 \cdot 20} = 1,77 \text{ од}, \quad (2.20)$$

де n – кількість агрегатів, од.;

Q – обсяг робіт (графа 5) га, т, м³ ;

D – агротехнічна тривалість виконання операцій, діб.

Приймаємо 2 агрегати для виконання оранки.

У графах 17 і 18 зазначається кількість трактористів-машиністів і допоміжних робітників відповідно, їх розраховують відповідно змінності.

Оптимізація споживання палива під час виконання роботи (графа 19) визначається з урахуванням норм виробітку та витрати палива у кілограмах на гектар. Щоб перевести витрату палива в літри на гектар, необхідно помножити витрату палива в кілограмах на коефіцієнт 0,83 [3].

Для визначення загального обсягу палива, спожитого під час виконання всіх робіт (графа 20), необхідно помножити витрату палива (графа 19) на обсяг виконаних робіт (графа 5):

$$G = g \cdot 0,83 \cdot Q = 15,2 \cdot 0,83 \cdot 150 = 1892,4 \text{ кг}, \quad (2.21)$$

де g – стала витрата пального розраховуємо трактора, кг/га;

G – витрата пального на весь обсяг виконуємих робіт, кг.

Затрата праці на одиницю роботи, в даному випадку на гектари (графа 21) визначається наступною залежністю:

$$z_{II} = \frac{M_m + M_r}{W_{год}} = \frac{1+0}{0,604} = 1,655 \text{ люд-год/га}, \quad (2.22)$$

де M_m , M_r - відповідно кількість трактористів - машиністів та допоміжних робочих, які працюють за цим агрегатом, з урахуванням роботи в одну зміну (графа 21).

Затрата праці за загальний обсяг робіт (графа 22):

$$z_{н.зат.} = z_{II} \cdot Q = 1,655 \cdot 150 = 248,23 \text{ люд-год}. \quad (2.23)$$

Кількість нормо-змін (графа 23) визначається окремо для кожного виду робіт, враховуючи їх характеристики та особливості, з метою точного визначення необхідного робочого часу для їх виконання, вони розраховуються за формулою:

$$H_{зм.} = \frac{Q}{T_{зм} \cdot W_{год}} = \frac{Q}{W_{зм}} = \frac{150}{4,23} = 35,46 \text{ нормо-змін}, \quad (2.24)$$

де $H_{зм}$ – кількість нормо-змін;

Q – обсяг роботи (графа 5), га, т, м³;

$T_{зм}$ – тривалість зміни, год. (7 або 6);

$W_{год}$ – годинний виробіток агрегату (графа 13), га/год, т/год, м³/год.

Загальна трудомісткість робіт визначається шляхом підрахунку кількості нормо-змін, що необхідні для їх виконання. Це дозволяє встановити загальний обсяг праці, який буде витрачений на виконання різних видів робіт. Розраховується за формулою (2.25).

$$Z_n = H_{зм} \cdot 7 = 35,48 \cdot 7 = 248,22 \text{ нормо-змін}, \quad (2.25)$$

де 7 – тривалість зміни, год.

2.3 Висновки по розділу

В ході проведення дослідження була розроблена операційно-технологічна карта на оранку для вирощування озимої пшениці. Орієнтована на досягнення оптимальних результатів та забезпечення високої якості виконання робіт, вона включає в себе ряд важливих етапів і параметрів.

У процесі розробки операційно-технологічної карти було визначено призначення оранки, а також встановлені агротехнічні вимоги до обробітку ґрунту оранкою. Підібрано і розраховано склад агрегату, зокрема МТЗ-82 і ПЛН-3-35, і встановлено, що трактор на четвертій передачі навантажений краще.

Окремий підпункт було приділено підготовці орного агрегату до роботи, що включало підготовку плуга, трактора та їх складання. Також було розраховано ширину поворотної смуги поля, яка становила 4,42 метра.

У розділі про розрахунок агрегату в полі були отримані значення змінної продуктивності у розмірі 4,23 гектара на зміну. Додатково, була проведена перевірка якості виконаної роботи та враховані аспекти охорони праці.

Розроблено план механізованих робіт на вирощування озимої пшениці, що отримав особливу увагу. Для ефективного проведення оранки було визначено необхідність використання 2 агрегатів та залучення 4 трактористів. Загальна витрата палива на обробку 150 гектарів становила 1892,4 кілограми. Затрати праці на цей обсяг робіт склали 248,23 людино-години. Кількість нормо-змін для реалізації проекту склала 35,46.

3 УДОСКОНАЛЕННЯ ПЛУГА ПЛН-3-35

3.1 Патентний огляд технічних рішень за обраним напрямком

Удосконалення сільськогосподарської техніки є важливим аспектом для покращення продуктивності та ефективності сільського господарства. В рамках дипломної роботи з фокусом на удосконаленні плуга ПЛН-3-35, проведено патентний огляд технічних рішень України, що вже існують у цьому напрямку.

Удосконалення патенту №126359 заключається у тому, щоб знаряддя зберігало свою працездатність при складних умовах. Здобуте рішення досягло цього за допомогою встановлення гумового пружного елемента, який знаходиться між стійкою і польовою дошкою, при цьому також забезпечується зміна кута постановки польової дошки в межах $10-22^{\circ}$ до стінки борозни.

Удосконалення відрізняється від тим, що “між стійкою і польовою дошкою встановлено гумовий пружний елемент” [5], який і забезпечує ту саму зміну кута. Склад агрегата залишається стандартним і показаний на рисунку 3.1

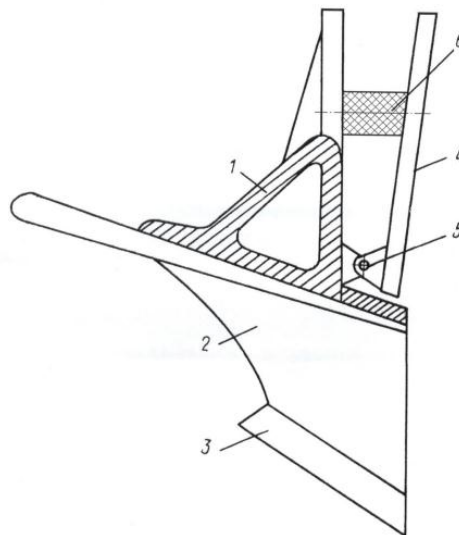


Рисунок 3.1 - Корпус плуга патента №126359:

1 - стійка; 2 - відвал; 3 - лемеш; 4 - польова дошка; 5 - шарнір; 6 - гумовий пружний елемент.

Під час роботи плуга, коли його корпус заглиблюється у ґрунт, леміш плуга виконує підрізання та часткове розрушення ґрунтового шару, а відвалом

плуга цей шар подрібнює, обертає та вкладає в борозну. Під час цього процесу, польова дошка, яка отримує бічне навантаження від ґрунту, забезпечує коливання в горизонтальній площині завдяки шарніру і демпферу. Це коливання дозволяє польовій дошці змінювати кут нахилу в межах $10-22^\circ$ до стінки борозни, що допомагає зменшити зношування робочої поверхні польової дошки.

Завдання патенту №131846 пов'язано зі зменшенням енерговитрат під час обробки ґрунту та забезпечення однорідного зношення тертьової поверхні диска шляхом зміни його положення. Крім того, “корпус складається з леміша, полиці, стояка, до якого прикріплюється верхній кінець повідка зі сторони полиці, а на нижньому кінці повідка встановлена вісь, що обертається у втулці” [6]. Активний диск жорстко закріплений на цій вісі, яка утримується в повідку гайкою.

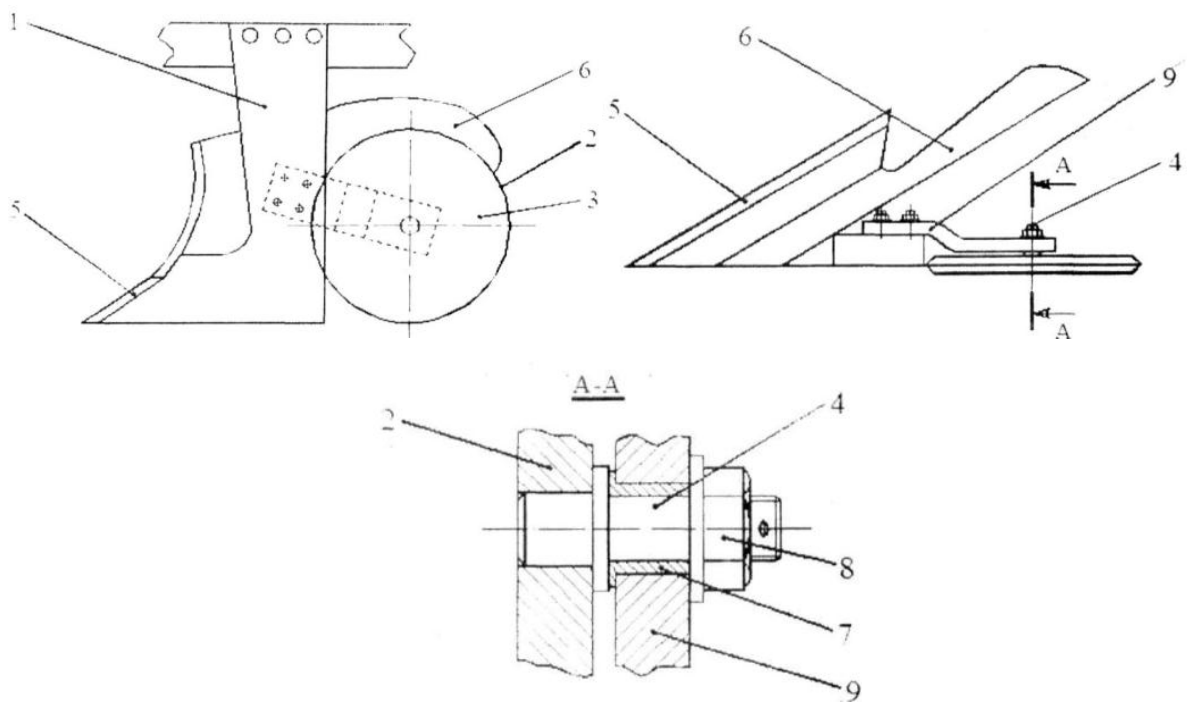


Рис. 3.2 - Удосконалений корпус плуга (патент №131846):

1 - стояк; 2- активний диск; 3 - тертьова поверхня; 4 - вісь; 5 - леміш; 6 - полиця; 7 - втулка; 8 - гайка; 9 - повідок.

Під час руху корпусу плуга в ґрунті, леміш вирізає скибу та направляє її на полицю. Це призводить до виникнення поперечних сил, що діють на диск,

котрий закріплений на вісі і утримується повідком, і тиснуть його до стінки борозни за допомогою третьової поверхні. Зовнішня поверхня диска також тисне на дно борозни, і диск обертається у втулці. Таким чином, сила тертя, що ковзає по стінці борозни, перетворюється на силу тертя кочення завдяки обертанню диска відносно втулки. Цей механізм дозволяє знизити тяговий опір плуга і забезпечити рівномірне зношення третьової поверхні диска шляхом зміни його положення.

Удосконалення, описане в патенті №128645 зменшує питомий тяговий опір, шляхом модернізації, оснований на новій комбінації конструктивних елементів та зв'язків між ними. Завдяки цим змінам досягається автоколивний рух як лемеша, так і плоскорізальної лапи, що приводить до суттєвого зменшення тягового опору.

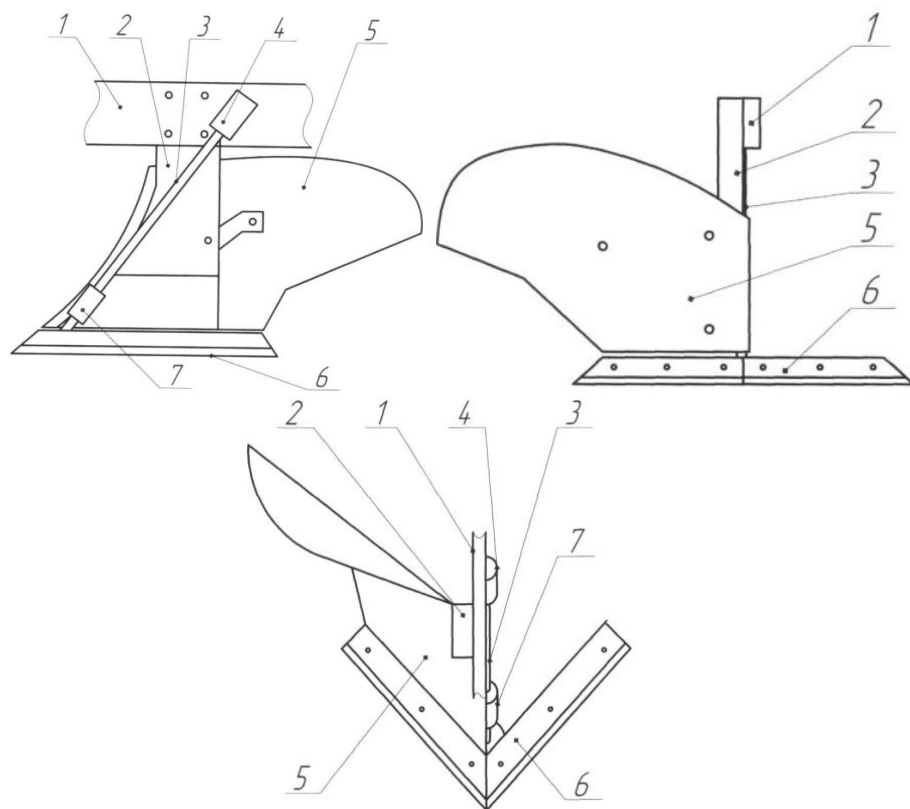


Рис. 3.3 - Удосконалення (патент №128645) корпуса плуга:

1 - рама; 2 - стояк; 3 - торсіон; 4 - опора; 5 - полиця; 6 - леміш; 7 - підшипник.

Корпус плуга включає раму, на якій закріплений стояк з встановленою на ньому полицею. На стояку та рамі за допомогою опори та підшипника

встановлений торсіон, до нижнього кінця якого нерухомо приєднаний леміш, виконаний у вигляді стрілоподібної плоскоріжучої лапи.

Під час руху корпусу плуга в ґрунті, борозенним лезом леміша підрізають скибу і направляють її на стояк. Польовим лезом леміша здійснюється підрізання скиби для наступного корпусу, що “допомагає знизити енерговитрати на роботу леміша” [7] та забезпечує більш тривалу його ефективну роботу. Автоматичні коливання та збільшення ковзання ґрунту вздовж леза плоскорізальної лапи також реалізовані. Крім того, цей метод сприяє зменшенню обволікання лез коренями рослин, що додатково сприяє зниженню тягового опору.

Технічне рішення, яке описано в патенті №121011, було розроблено з метою вирішення таких завдань: зменшення енергоємності агрегату плуга під час обробки ґрунту, “підвищення стійкості руху корпусу плуга та забезпечення рівномірного зношення третьової поверхні диска шляхом зміни його положення” [8].

Для вирішення цих завдань у відомому корпусі плуга, що складається зі стійки, повідка з диском, що прикріплений до стійки, відвалу та леміша, було внесено зміни. Згідно з винаходом, корпус плуга оснащений гідравлічним мотором, який закріплений на нижньому кінці повідка. На валу цього мотора розміщений плоский диск з вирізами під кутом $\alpha=2^\circ-3^\circ$ до горизонтальної площини і під кутом $\beta=1^\circ-2^\circ$ до вертикальної площини у напрямку руху корпусу плуга. Диск з вирізами розташований нижче леміша на відстані не більше $l=10$ мм і має механізм приводу для обертання. Цей механізм приводу з'єднаний з енергетичним засобом через механізм регулювання, який виконаний у формі гідророзподільника, з'єданого гідравлічною системою з енергетичним засобом та механізмом приводу.

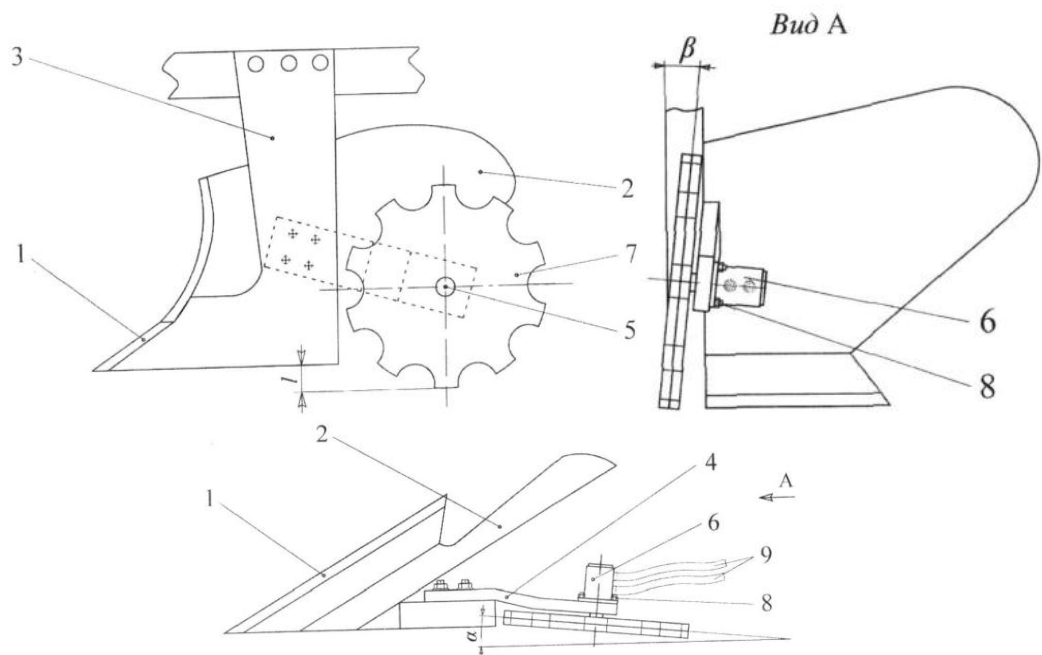


Рис. 3.4 - Удосконалення (патент №121011) корпусу плуга:

1 - леміш; 2 - полиця; 3 - стійка; 4 - повідкок; 5 - полиця; 6 - гідравлічний мотор; 7 - плоский диск; 8 - болт; 9 - гідравлічний шланг.

Корпус плуга складається з трьох основних елементів: леміша, полиці та стійки. У верхній частині стійки, з боку полиці, прикріплюється верхній кінець повідка. Нижній кінець повідка, з своєю черговістю, має встановлений вал гідравлічного мотора. При цьому, під лемішем, знаходиться плоский диск з вирізами, який жорстко закріплений на валу гідравлічного мотора. Даний диск має певне положення відносно горизонтальної та вертикальної площин. Конкретно, він розташовується під кутом $\alpha=2^{\circ}-3^{\circ}$ до горизонтальної площини та під кутом $\beta=1^{\circ}-2^{\circ}$ до вертикальної площини. Крім того, корпус гідравлічного мотора кріпиться до повідка за допомогою болтів. За допомогою гідравлічних шлангів, гідравлічна рідина постачається до гідромотора для обертання диска з вирізами.

Під час роботи плуга з запропонованим робочим органом, механізатор піднімає корпус плуга до транспортного положення за допомогою гідравлічної системи енергетичного засобу та подає гідравлічну рідину до гідромотора через гідравлічні шланги за допомогою гідравлічного розподільника. Потім механізатор вмикає необхідну поступальну швидкість енергетичного засобу та

опускає корпус плуга в робоче положення за допомогою гідравлічного розподільника.

Під час руху корпусу плуга леміш підрізає скибу ґрунту і направляє її на полицю. Це створює поперечну силу, яка діє на плоский диск з вирізами та притискає його до стінки борозни. Оскільки плоский диск з вирізами обертається під дією гідромотора, його тертьова поверхня рівномірно зношується завдяки зміні положення. Сили тертя ковзання по стінці борозни перетворюються на сили тертя кочення, що примушують корпус плуга штовхати себе по дну борозни. Все це сприяє значному зниженню тягового опору плуга, запобігає пробуксовуванню коліс енергетичного засобу, підвищує стійкість руху корпусу плуга та поліпшує якість обробки ґрунту та умови праці механізатора.

Аналог патенту №146085 незважаючи на покращенні якості розпушування ґрунту, він має суттєві недоліки, які полягають у складності конструкції та його ненадійності. Це пов'язано з необхідністю використання шарнірного з'єднання декількох пластин-ножів на полиці та пружинного механізму для кожного з них.

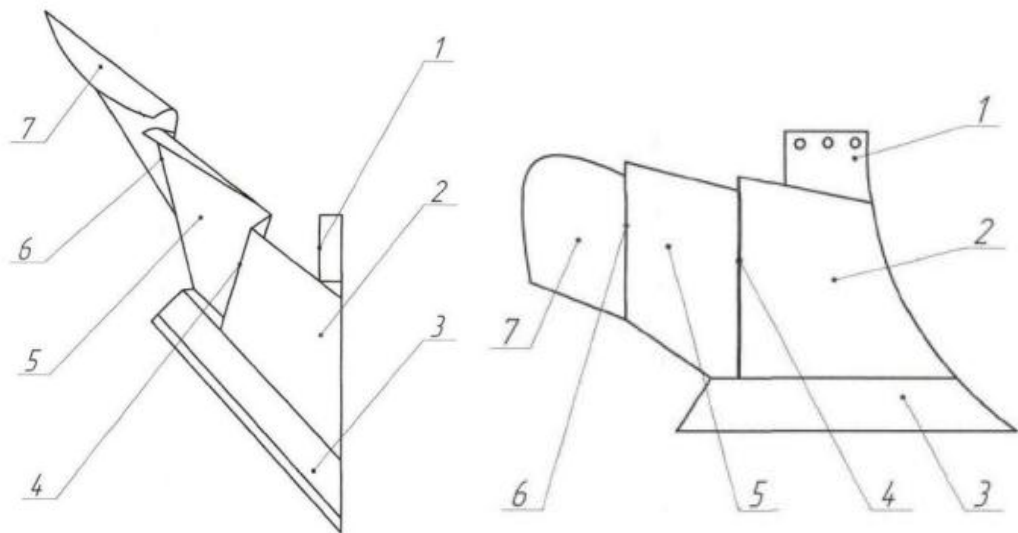


Рис. 3.5 - Удосконалення (патент №146085) корпусу плуга:
1 - стояк; 2, 5, 7 - ступінчаста полиця; 3 - леміш; 4, 6 - сходинки.

В даній корисній моделі основна мета полягає в поліпшенні конструкції корпусу плуга шляхом модернізації, що базується на новій формі полиці та оптимальному розташуванні її елементів і з'єднаннях між ними. Це спрямовано на спрощення конструкції та збільшення її надійності.

У даній моделі корпусу плуга враховується присутність стояка, леміша, полиці, і звісно польової дошки. Згідно з цією моделлю, полиця складається з декількох циліндроїдальних частин, які розташовані на різних рівнях, створюючи ступінчасту структуру.

У даній конструкції полиці, що складається з кількох циліндроїдальних частин, розташованих на різних рівнях, забезпечується збереження якості розпушування ґрунту. Кожна частина полиці, через яку проходить скиба, викликає додаткові деформації згину, що сприяють розрізнюванню ґрунту. Ця конструкція дозволяє досягти ефективного розрихлювання ґрунту та поліпшити якість обробки.

Одночасно, простота конструкції, завдяки зменшенню кількості деталей та відсутності рухомих елементів, забезпечує високу надійність пристрою порівняно з попередніми моделями. Такий підхід дозволяє досягти оптимального балансу між ефективністю розпушування ґрунту та надійністю роботи плуга.

У практичному застосуванні, під час руху корпусу плуга в ґрунті, леміш здійснює підрізання скиби та спрямовує її на полицю, яка складається з кількох частин. Проходячи через ці ступінчасті частини полиці, скиба піддається додатковим деформаціям згину, що сприяють розрізнюванню ґрунту та поліпшенню його обробки.

3.2 Обґрунтування вибору удосконалення та його детальне пояснення

Аргументи в підтримку запропонованого патента №121042 [10]:

1. Зменшується тяговий опір.
2. Зменшується обволікання леза кореневищами рослин.
3. Збереження стійкість руху.

4. Економічні переваги.

Розглянемо аргументи більш детальноше.

“Зменшення тягового опору корпусу плуга” [10] є головною перевагою цього удосконалення. “Частки ґрунту ковзають вздовж леза плоскорізальної лапи, що у свою чергу закріпленна на стояку під кутом нахилу γ_1 до напрямку руху корпусу плуга, меншим, ніж кут γ_0 нахилу лемеша”[10]. Таке розташування лапи сприяє зменшенню опору під час руху плуга по ґрунту, що в свою чергу дозволяє знизити витрати палива та енергії під час обробітку ґрунту.

Удосконалення сприяє зменшенню обволікання леза коренями рослин. Це досягається завдяки кутовому розташуванню плоскорізальної лапи. Ковзання вздовж леза збільшується і таким чином заважає легко прилипати корням до леза плуга.

Запропоноване удосконалення не впливає на стійкість руху плуга, і ніяким образом не змінюється величина реакції на корпус. Означає, що плуг може продовжувати працювати стало та ефективно, в свою чергу він стабільно зберігає рівновагу та якість обробітку ґрунту.

Завдяки тому, що зменшується тяговий опір та обволікання леза коренями рослин - це призводить до зниження споживання палива та енергозатрат під час виконання оранки. Це має позитивний вплив на економічну ефективність сільськогосподарського процесу, підвищуючи продуктивність роботи плуга і знижуючи витрати на паливо.

Загалом, запропоноване удосконалення плуга має гарний потенціал забезпечити покращення продуктивності роботи при цьому знижуючи витрати палива, полегшуючи процес обробки ґрунту, що робить його досить привабливим вибором для сільськогосподарських підприємств.

“Аналог моделі плуга, включає стійку, леміш, грудину полиці, полицю та польову дошку”[10]. Однак модель має певні недоліки, основний з них - це

підвищений тяговий опір, який виникає із-за конструктивних особливостей, зокрема, наявністю польової дошки та її тертям по стінці борозни.

Найближчим аналогом до цієї удосконаленої моделі є плуг, який також “включає стояк, леміш, полицю і плоскорізальну лапу”[10]. Але, цей аналог також має той самий недолік, що виникає із-за взаємного розташування лапи і леміша з однаковими кутами нахилу.

Вибране удосконалення (зображено на рис. 3.6) “складається з стояка, полиці, лемеша, болтового з’єднання і плоскорізальної лапи”[10]. Воно розв’язує цю проблему шляхом “закріплення плоскорізальної лапи на стояку під кутом нахилу γ_1 до напрямку руху корпусу плуга, який в свою чергу є меншим, ніж кут γ_0 нахилу лемеша”[10]. Це призводить до зменшення тягового опору корпусу плуга, так як, збільшується ковзання часток ґрунту вздовж леза плоскорізальної лапи.

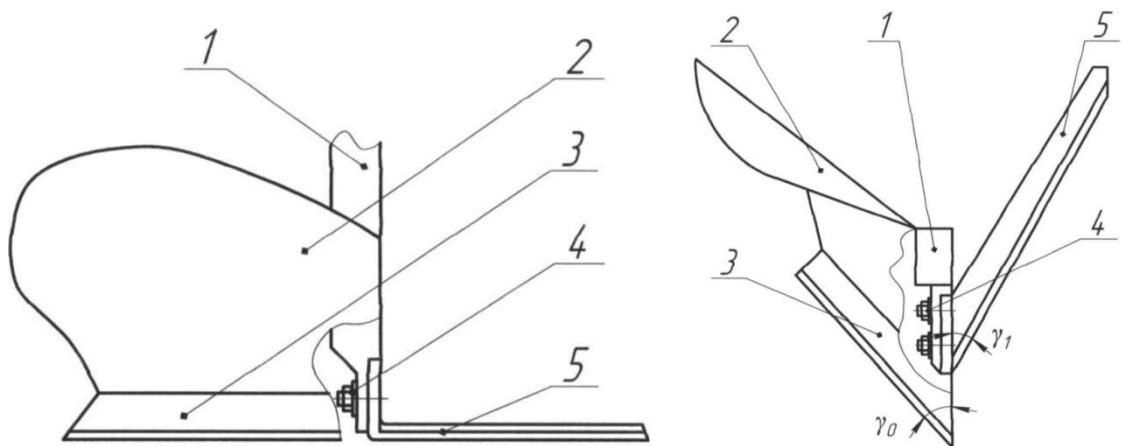


Рис. 3.6 - Удосконалення (патент №121042) ПЛН-3-35:

1 - стояк; 2 - полиця; 3 - леміш; 4 - болтове з’єднання; 5 - плоскорізальна лапа.

В додаток, зменшується ймовірність утворення загорбків та забруднення леміша ґрунтом. Також, збільшення ковзання часток ґрунту на лезі плоскорізальної лапи сприяє полегшенню процесу викидання ґрунту під час руху плуга, що поліпшує продуктивність роботи.

Удосконалення корпусу плуга також включає в себе використання матеріалів зі зменшеною абразивністю, що дозволяє зменшити знос та подовжити термін служби плуга. Крім того, вдосконалення передбачає розробку спеціальної геометрії плоскорізальної лапи для покращення її ріжучих властивостей та зменшення опору під час проникнення у ґрунт.

Перед початком роботи агрегата, його розміщують на спеціальній площадці. “За допомогою лівого розкосу та центральної тяги заднього начїпного пристрою трактора, раму плуга вирівнюють по горизонталі, а за допомогою гвинтового механізму опорного колеса встановлюють необхідну глибину оранки. Після цього розпочинають роботу”[10].

Під час руху плуга в ґрунті, леміш підрізає скибу і направляє її на полицю. Плоскорізальна лапа виконує підризання скиби для наступного корпусу, зменшуючи енерговитрати та забезпечуючи більш тривалу його роботу. Це досягається шляхом закріплення плоскорізальної лапи “під кутом нахилу γ_1 до напрямку руху корпусу плуга, що менше, ніж кут γ_0 нахилу леміша”[10]. Це зменшує тяговий опір корпусу плуга шляхом збільшення ковзання ґрунтових часток вздовж леза плоскорізальної лапи і зменшення утворення засмічень на цьому лезі через кореневища рослин.

Таким чином, описані зміни в корпусі плуга забезпечують зниження опору та полегшення роботи, що є важливими аспектами для ефективного використання даного агрегата в сільському господарстві.

Це удосконалення покращує продуктивність та ефективність роботи плуга, знижує його енерговитрати та збільшує точність обробки ґрунту. Усе спрямовано на збільшення врожайності та покращення умов праці сільськогосподарських працівників.

Удосконалення корпусу плуга є лише однією з багатьох можливих інновацій, які можуть покращити сільськогосподарське виробництво. Завдяки постійному розвитку технологій та наукових досліджень, сільське господарство

має потенціал для впровадження новітніх рішень, що покращують якість та ефективність роботи.

3.3 Техніко-експлуатаційні розрахунки

Розрахунок болтового з'єднання навантаженого поперечною силою [11].

Для визначення номінального діаметра різьби болта скористаємось умовою міцності приведеною нижче:

$$\sigma_{екв} = \frac{1,3 \cdot F_o}{\frac{\pi \cdot d_p^2}{4}} \leq [\sigma]_p, \quad (3.1)$$

де F_o - сила затяжки, кН;

d_p - діаметр різьби, мм;

$[\sigma]_p$ - допустиме напруження розтягу болта.

З рівняння 3.1 отримуємо наступну залежність:

$$d_p \geq \sqrt{\frac{130 \cdot F_o \cdot \pi \cdot \sigma}{5 \cdot \pi \cdot \sigma}} \text{ мм.} \quad (3.2)$$

Болт не отримує безпосередньо зовнішню силу F_r , його натяг розраховується на основі сили затяжки F_0 :

$$F_0 = \frac{F_r \cdot K}{(f \cdot z \cdot i)} = \frac{6,3 \cdot 1,8}{(0,3 \cdot 1 \cdot 2)} = 18,9 \text{ кН,} \quad (3.3)$$

де F_r - повздовжня зовнішня сила, кН;

$K = 1,4 \div 2$ – коефіцієнт запасу по зсуву деталей;

f – коефіцієнт тертя;

z – число болтів;

i – число площин стику деталей.

Повздовжню зовнішню силу визначаємо за наступною формулою:

$$Fr = K_{cp} \cdot (h \cdot b) = 90 \cdot (0,2 \cdot 0,35) = 6,3 \text{ кН,} \quad (3.4)$$

де $K_{гр}$ - питомий опір ґрунту, кН/м²;

b - висота захвата плуга, м;

h - ширина захвата плуга, м.

Розраховуємо діаметр різьби болта за залежність 3.2:

$$d_p \geq \sqrt{\frac{130 \cdot F_o \cdot \pi \cdot \sigma}{5 \cdot \pi \cdot \sigma}} = \sqrt{\frac{130 \cdot 18,9 \cdot 3,14 \cdot 370}{5 \cdot 3,14 \cdot 370}} = 22,17 \text{ мм.} \quad (3.5)$$

Приймаємо болт номінальним діаметром різьби 24 мм.

3.4 Висновки по розділу

Пропоноване поліпшення плуга, як описано у патенті №121042, представляє новий підхід до обробки ґрунту, який може позитивно вплинути на сільське господарство і процеси, пов'язані з ним.

Це поліпшення має кілька переваг, включаючи зменшення тягового опору, обволікання і підвищення стійкості роботи плуга, що сприяє покращенню продуктивності та ефективності сільського господарства.

Також варто зазначити, що завдяки зміні кута нахилу плоскорізальної лапи та її розташуванню на стояку, плуг може забезпечити точнішу і рівномірну обробку ґрунту, що позитивно вплине на якість посіву і збільшить врожайність.

Крім того, це удосконалення сприятиме зниженню зносу плуга та збільшенню його терміну служби, що призведе до зменшення обслуговування та витрат на заміну деталей.

Нарешті, важливо зазначити, що вдосконалення плуга також сприятиме поліпшенню стану довкілля. Зменшення витрат палива та енергії при його роботі сприятиме зниженню викидів шкідливих газів та негативного впливу на навколишнє середовище.

В цілому, це поліпшення плуга може покращити якість обробки ґрунту, знизити витрати та покращити екологічну стійкість сільського господарства. Це має важливе значення для розвитку сільськогосподарського сектора і сприятиме підвищенню його продуктивності та стійкості.

4 ОХОРОНА ПРАЦІ

4.1 Вимоги безпеки при складанні та експлуатації машинно-тракторних агрегатів

Розглянемо вимоги безпеки, які повинні дотримуватися під час складання та експлуатації машинно-тракторних агрегатів. Ці вимоги становлять важливу складову частину забезпечення безпеки працівників і запобігання нещасним випадкам.

Підготовка до складання: Перед початком складання агрегата слід ознайомитися з інструкціями та технічною документацією виробника. Також потрібно перевірити наявність необхідних інструментів та обладнання для безпечного виконання робіт.

Правильне збирання: Складання агрегата повинно виконуватися з дотриманням правил монтажу, зазначених в інструкції. Важливо правильно встановлювати компоненти, забезпечуючи їх надійне кріплення. “Причіпні і начіпні машини заздалегідь перевіряють і агрегатують лише з тим трактором, що зазначений у заводській інструкції машини” [12].

Регулювання та налаштування: Після складання агрегата слід провести регулювання та налаштування відповідно до вказівок виробника. Це дозволить забезпечити оптимальну роботу агрегата і попередити можливі проблеми під час експлуатації. “До експлуатації допускаються абсолютно справні, відрегульовані і перевірені машини, що пройшли відповідну обкатку, у тому числі і нові машини” [12].

Заходи безпеки під час експлуатації: Під час роботи з машинно-тракторними агрегатами необхідно дотримуватися певних заходів безпеки. Зокрема, слід уникати роботи без відповідного захисту, якщо такий захист передбачений. Також необхідно ознайомитися зі специфічними правилами безпеки, пов'язаними з конкретними типами агрегатів.

Періодичний технічний огляд: Машинно-тракторні агрегати повинні проходити періодичний технічний огляд з метою виявлення можливих дефектів та забезпечення їх своєчасного усунення. Це важливий етап забезпечення безпеки та продовження терміну служби агрегата.

Навчання та підготовка персоналу: Працівники, які займаються складанням та експлуатацією машинно-тракторних агрегатів, повинні мати необхідні навички та знання щодо правильного виконання робіт і дотримання вимог безпеки. Тому проведення навчальних курсів та підготовки персоналу є важливим етапом забезпечення безпеки під час роботи з агрегатами.

4.2 Загальні вимоги безпеки при виконанні обробітку ґрунту

Вимоги безпеки під час обробітку ґрунту охоплюють великий спектр заходів та принципів, які спрямовані на забезпечення захисту праці для працівників у сільському господарстві. Основні аспекти безпеки пов'язані з уникненням травматичних ситуацій, захистом від шкідливих речовин та запобіганням професійних захворювань.

Ефективне дотримання вимог особистого захисного спорядження (ОЗС). Всі працівники повинні мати на собі відповідне ОЗС, таке як захисні окуляри, рукавиці, каски, взуття та наколінники. Це допоможе запобігти травмам та ушкодженням під час роботи зі сільськогосподарською технікою та обладнанням.

Перевірка технічного стану обладнання. Перед початком роботи слід переконаватися, що усі сільськогосподарські машини та пристрої перебувають у належному робочому стані. Регулярне технічне обслуговування та перевірка допоможуть уникнути несправностей, аварій та небезпек.

Безпека пішоходів та персоналу. Робочі зони обов'язково відокремлені від зон для пішоходів. Також, слід уникати рухатися поблизу обертових частин машин, що може призвести до серйозних травм. Застосування сигнальних пристроїв, яскравого освітлення та чіткої сигналізації може суттєво знизити показник шансу потрапляння людини у небезпечні зони.

Фізична підготовка та ергономіка. Правильна техніка підйому, носіння та перенесення вантажів є важливою для запобігання м'язовим напругам та травмам спини. Працівники повинні бути навчені користуватися правильними техніками рухання та виконання фізичних рухів для зменшення ризику травм.

Знання про безпеки та процедури надання першої допомоги. Всі працівники повинні бути ознайомлені з потенційними небезпеками, пов'язаними з роботою на ґрунті, а також знати процедури надання першої допомоги в разі травм або нагальних медичних ситуацій.

Управління ризиками. Розроблення та впровадження політики безпеки, яка включає оцінку ризиків, розробку планів навчання та інструкцій з безпеки, є важливими кроками для забезпечення безпеки під час обробітку ґрунту. Запобігання аварійним ситуаціям та негативним наслідкам повинно бути пріоритетом.

5 АНАЛІЗ ЕКОНОМІЧНОЇ ЕФЕКТИВНОСТІ ПРОЄКТУ

У контексті сільського господарства, коли мова йде про виконання різноманітних видів робіт, постає необхідність використовувати багатоманітну техніку, включаючи трактори, сільськогосподарські машини і знаряддя. Використання ефективних технічних засобів є ключовим фактором для досягнення високих значень продуктивності. Однак, наряду з цим, не менш важливим є аналіз витрат, пов'язаних зі застосуванням різних агрегатів. Цей аналіз надає можливість оцінити економічну ефективність використання різної техніки та зробити обґрунтоване рішення щодо вибору оптимального варіанту. Правильне визначення розміру витрат при застосуванні різних агрегатів стає фундаментом для раціонального планування та управління сільськогосподарськими виробництвами, де головною метою являється отримання максимальної ефективності та прибутковості.

У даному розділі детально робиться аналіз плуга ПЛН-3-35 за економічною ефективністю з розглядом специфіки агроінженерних рішень. Розрахунок фінансової доцільності та прибутку за рахунок вдосконаленого плуга у аграрії і є метою цього дослідження. На їх визначення впливають витрати на придбання, експлуатацію, ТО і поточні витрати, в свою чергу великий вплив мають також потенційні доходи, які в майбутньому будуть отримані, за рахунок його експлуатації.

Вартість модернізованого агрегату збільшилася внаслідок впровадження нових конструктивних елементів та поліпшення його параметрів. Цей модернізований агрегат вирішує недоліки попередніх моделей шляхом зміни геометричних параметрів та співвідношень між конструктивними елементами. Отримані покращення дозволяють зменшити силові затрати на роботу лемеша та покращити його продуктивність. Однак, зміни в конструкції агрегату потребували додаткових витрат на дослідження, розробку, технічну підготовку виробництва, виготовлення нових деталей та збирання агрегату відповідно до

модернізованої конструкції. Всі ці фактори призвели до збільшення загальної вартості модернізованого агрегату порівняно з оригінальними моделями.

Для проведення розрахунків та аналізу проекту використання нового складу агрегату використовуються вихідні дані, що включають інформацію про характеристики та властивості агрегату, їх можна знайти у таблиці 5.1.

Таблиця 5.1 - Початкові показники нового складу агрегату в проекті

Показники	Варіант	
	Базовий	Проектний
Вид роботи, яка виконується	Оранка	Оранка
Склад агрегату	МТЗ-82 + ПЛН-3-35	МТЗ-82+ ПЛН-3-35
Обсяг роботи, га	$Q^B = 150$	$Q^П = 150$
Година продуктивність агрегату, га/год	$W_{год}^B = 0,56$	$W_{год}^П = 0,604$
Витрата палива, кг/га	$g_{п} = 13,57$	$g_{п} = 12,616$
Балансова вартість агрегату, грн	$B^B = 482000$	$B^П = 484000$
Тривалість зміни, год	$T_{зм}^B = 7$	$T_{зм}^П = 7$
Кількість обслуговуючого персоналу, осіб	$K_{пр}^B = 2$	$K_{пр}^П = 2$
Ціна 1 кг пального, грн	$Ц_{к}^B = 48$	$Ц_{к}^П = 48$

Для здійснення економічного аналізу проекту необхідно розрахувати наступні показники:

Продуктивність агрегата за змінну ($W_{зм}$), вимірювана в га/зм:

$$W_{зм} = W_{год} \cdot 7 \text{ год}, \quad (5.1)$$

$$W_{зм}^B = 0,56 \cdot 7 = 3,92 \text{ га/зм},$$

$$W_{зм}^П = 0,604 \cdot 7 = 4,23 \text{ га/зм}.$$

Затрати робочого часу на виконання одиниці роботи агрегатом (В) в люд.-год./га:

$$B = \frac{K_{np} \cdot T_{зм}}{W_{зм}}, \quad (5.2)$$

$$B^B = \frac{2 \cdot 7}{3,92} = 3,57 \text{ люд.} - \text{год./га},$$

$$B^П = \frac{2 \cdot 7}{4,23} = 3,31 \text{ люд.} - \text{год./га}$$

Нормативне завантаження знаряддя (Тн) у гектарах:

$$T_H = \frac{Q}{W_{год}}, \quad (5.3)$$

$$T_{H}^B = \frac{150}{0,56} = 267,86 \text{ га},$$

$$T_{H}^П = \frac{150}{0,604} = 248,34 \text{ га}$$

Нормативні затрати на технічне обслуговування (ТО), поточний (ПР) та капітальний ремонт (КР) і на зберігання, вимірюється у грошовій одиниці гривні:

$$H_{рем} = B \cdot 0,097 \cdot \frac{W_{год}}{T_H}, \quad (5.4)$$

$$H_{рем}^B = 482000 \cdot 0,097 \cdot \frac{3,92}{267,86} = 684,22 \text{ грн},$$

$$H_{рем}^П = 484000 \cdot 0,097 \cdot \frac{4,23}{248,34} = 799,7 \text{ грн}$$

Загальні витрати на експлуатацію у грн./га:

$$EB = ЗП + A + B_{ПММ} + B_{рем.} + IB, \quad (5.5)$$

Оплата праці з нарахуваннями (ЗП) вимірюється у грн./га:

$$ЗП = \frac{ТС}{W_{год}} \cdot 1,2 \cdot 1,362, \quad (5.6)$$

де: ЗП - оплата праці;

ТС - оклад;

1,2 - коефіцієнт враховуючий додаткову грошову доплату;

1,362 - коефіцієнт враховуючий розмір відрахувань на соціальні заходи.

$$ЗП^B = \frac{440}{0,56} \cdot 1,2 \cdot 1,362 = 1284,17 \text{ грн/га},$$

$$ЗП^П = \frac{440}{0,604} \cdot 1,2 \cdot 1,362 = 1190,62 \text{ грн/га}.$$

Розрахунок амортизації основних засобів проводиться за наступною залежністю:

$$A = \frac{B \cdot \lambda \cdot q_{\text{дійсн}}}{100 \cdot Q \cdot q_{\text{річ}}}, \quad (5.7)$$

де B - вартість агрегату, грн;

λ - норма амортизації у %;

Q - обсяг виконаної роботи вимірюється у гектарах або тонах;

$q_{\text{дійсн}}$ - реальна витрата палива на виконувану операцію, кг;

$q_{\text{річ}}$ - річне навантаження відповідно до витрат палива, кг.

$$A^B = \frac{482000 \cdot 11 \cdot 2035,5}{100 \cdot 150 \cdot 9700} = 74,17 \text{ грн/га},$$

$$A^П = \frac{484000 \cdot 11 \cdot 1892,4}{100 \cdot 150 \cdot 9700} = 69,24 \text{ грн/га}.$$

Затрати на паливо-мастильні матеріали (ПММ) у грн./га:

$$B_{\text{ПММ}} = H_{\text{ПММ}} \cdot Ц_{\text{к}}, \quad (5.8)$$

де: $H_{\text{ПММ}}$ - норма витрати палива, кг/га;

$Ц_{\text{к}}$ - комплексна вартість 1 кг ПММ, грн.

$$B_{\text{ПММ}}^B = 13,57 \cdot 48 = 651,36 \text{ грн/га},$$

$$B_{\text{ПММ}}^П = 12,616 \cdot 48 = 605,57 \text{ грн/га}.$$

Витрати на ТО, КР, ПР і зберігання у грн./га:

$$B_{\text{рем.}} = \frac{K \cdot H_{\text{РЕМ}}}{W_{\text{год}} \cdot Q}, \quad (5.9)$$

де: K - коефіцієнт, який переводє трактори в умовні еталони;

$H_{\text{рем}}$ - норма відрахувань на КР, ПР, ТО і зберігання;

$W_{\text{год}}$ - продуктивність агрегату за годину, га/год або т/год.

$$B_{\text{рем.}}^B = \frac{1,65 \cdot 684,22}{0,56 \cdot 150} = 13,44 \text{ грн/га},$$

$$B_{\text{рем.}}^П = \frac{1,65 \cdot 799,7}{0,604 \cdot 150} = 14,56 \text{ грн/га}.$$

Витрати, що не входять до інших категорій, становлять 3 % від загальної суми затрат на експлуатацію, грн.:

$$IB = \frac{(3П + A + B_{\text{ИММ}} + B_{\text{РЕМ}}) \cdot 3}{100}, \quad (5.10)$$

$$IB^B = \frac{(1284,17 + 74,17 + 651,36 + 13,44) \cdot 3}{100} = 60,7 \text{ грн},$$

$$IB^П = \frac{(1190,62 + 69,24 + 605,54 + 14,56) \cdot 3}{100} = 56,4 \text{ грн}.$$

Тепер розраховуються загальні витрати на експлуатацію за рівнянням (5.5):

$$EB^B = 1284,17 + 74,17 + 651,36 + 13,44 + 60,7 = 2083,84 \text{ грн/га},$$

$$EB^П = 1190,62 + 69,4 + 605,54 + 14,6 + 56,4 = 1936,36 \text{ грн/га}.$$

Фінансовий результат за рік, грн.:

$$E_p = (EB^B - EB^П) \cdot Q, \quad (5.11)$$

$$E_p = (2083,84 - 1936,36) \cdot 150 = 147,48 \cdot 150 = 22122 \text{ грн}.$$

Період окупності інвестиційних вкладень (T_o), років:

$$T_o = \frac{\Delta KB}{E_p}, \quad (5.12)$$

$$T_o = \frac{2000}{22122} = 0,09 \text{ років}.$$

де ΔKB - розмір додаткових інвестиційних вкладень в проєкт визначається шляхом порівняння різниці у капітальних вкладеннях.

Після виконаних розрахунків, отримані результати фіксуємо у таблиці 5.2.

Таблиця 5.2 - Аналіз техніко-економічних показників проекту, отримані за допомогою розрахунків

Показники	Варіант	
	Базовий	Проектний
Обсяг роботи, га	150	150
Годинна продуктивність, га/год.	0,56	0,604
Витрата палива на 1 га, кг	13,57	12,661
Балансова вартість агрегату, грн.	482000	484000
Експлуатаційні витрати на 1 га, грн. загалом:	2083,84	1936,36
в т. ч. заробітна плата з нарахуваннями, грн.	1284,17	1190,62
амортизаційні відрахування, грн.	74,17	69,24
вартість ПММ, грн.	651,36	619,2
витрати на ПР, грн.	13,44	14,56
інші витрати, грн.	60,7	56,4
Річний економічний ефект, грн.		22122
Термін окупності додаткових капітальних вкладень, років.		0,09

На підставі аналізу проведених розрахунків можна зробити висновок, що модернізація є актуальною для агросфери. Термін окупності додаткових капітальних вкладень становить 0,09 року, а самі вкладення складають 2000 грн при річному економічному ефекті в розмірі 22122 грн.

ЗАГАЛЬНІ ВИСНОВКИ

На основі проведеного аналізу діяльності ТОВ "Зоря" виявили можливості для поліпшення виробництва сільськогосподарської продукції. Впровадження удосконаленого плуга, який забезпечує зменшення тягового опору та покращення якості роботи, позитивно впливає на продуктивність і ефективність вирощування культур.

Розроблено план механізованих робіт на вирощування озимої пшениці, що отримав особливу увагу. Встановлено, що для своєчасного проведення оранки необхідно використання 2 агрегатів та залучення 4 трактористів. Загальна витрата палива на площу 150 гектарів становила 1892,4 кілограми. Затрати праці на цей обсяг робіт склали 248,23 людино-години. Кількість нормо-змін для реалізації проєкту склала 35,46. Питома витрата палива на вирощування пшениці становить 40,7 кг/га. Загальні затрати праці складають 520,1 люд.-год.

Запропоновано удосконалення конструкції плуга, що полягає в зміні кута нахилу плоскорізальної лапи та її розташування. Таке рішення дозволяє підвищити якість обробки ґрунту, що сприяє покращенню якості посіву і збільшенню врожайності. Крім того, запропоноване рішення забезпечує зниження зносу та підвищує термін служби плуга, що впливає на зниження витрат на обслуговування та заміну деталей. Застосування такого плуга також сприятиме поліпшенню стану довкілля, зменшуючи викиди шкідливих газів, так як витрата палива при роботі модернізованого МТА зменшується.

Розроблено операційно-технологічну карту на виконання оранки з використанням модернізованого плуга. Визначено годинну продуктивність – 0,604 га/год. Використання модернізованого плуга дозволяє зменшити витрату палива з 13,57 кг/га до 12,66 кг/га.

Модернізація плуга є актуальною для агросфери, хоча супроводжується збільшенням вартості через необхідність додаткових витрат на дослідження,

розробку і виробництво. Термін окупності додаткових капітальних вкладень становить 0,09 року, при річному економічному ефекті в розмірі 22122 грн.

БІБЛІОГРАФІЧНИЙ СПИСОК

1. Наказ Міністерства соціальної політики України 29.08.2018 №1240. Правила охорони праці у сільськогосподарському виробництві. [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/z1090-18#Text>.
2. Технологічна наладка орних агрегатів: Методичі вказівки до виконання лабораторно-практичних робіт по курсу «Технологія механізованих робіт»/ Упоряд.: В.О. Кириченко, О.А. Шептур, А.П. Горбаньов, О.С. Вотченко. – Харків, ХНТУСГ, 2010. – с.16. [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <http://surl.li/hxbnt>.
3. Методичні рекомендації до практичних занять з навчальної дисципліни «Експлуатація машин і обладнання» для здобувачів першого (бакалаврського) рівня вищої освіти спеціальності 208 «Агроінженерія» ОПП «Агроінженерія». О.Д. Деркач, Д.О. Макаренко, П.М. Кухаренко. Дніпро: ДДАЕУ, 2022. – 246 с.
4. Експлуатація машин і обладнання. Електронний підручник. [Електронний ресурс]. – Режим доступу: https://evgivanov.github.io/expl_html_book/index.html.
5. Український інститут інтелектуальної власності. Патент №126359. [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <http://surl.li/hyvxe>.
6. Український інститут інтелектуальної власності. Патент №131846. [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <http://surl.li/hywac>.
7. Український інститут інтелектуальної власності. Патент №128645 [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <http://surl.li/hywbe>.
8. Український інститут інтелектуальної власності. Патент №121011. [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <http://surl.li/hywbo>.
9. Український інститут інтелектуальної власності. Патент №146085. [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <http://surl.li/hywbz>.

10. База патентів України. Патент № 121042 [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <https://uapatents.com/5-121042-korpus-pluga.html>.

11. Дирда В.І., Овчаренко Ю.М., Козуб Ю.Г., Рижков І.Є. Деталі машин. Практикум та курсове проектування. Навчальний посібник. – Дніпропетровськ – Луганськ – Львів: Авантаж. – 2009. – 285 с

12. Агротехнічні вимоги та оцінка якості обробітку ґрунту: навч. посібник / М. С. Чернілевський, Ю. А. Білявський, Р. Б. Кропивницький, Л. І. Ворона. – вид. 2-ге, допов. – Житомир: Вид-во «Житомирський національний агроекологічний університет», 2012. – 84 с. Електронний ресурс]. – Режим доступу:

http://ir.polissiauniver.edu.ua/bitstream/123456789/4774/3/ZNAEU_2011_83.pdf.

ДОДАТКИ