

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
СУМСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ АГРАРНИЙ УНІВЕРСИТЕТ

Факультет інженерно-технологічний Кафедра
агроінжинірингу

До захисту
Допускається
Завідувач кафедри

Шуляк М.Л.

КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА

за першим (бакалаврським) рівнем вищої освіти

на тему: «Удосконалення процесу механізації основного обробітку ґрунту з розробкою
конструкції оборотного плуга»

Виконав: Матішинець О.В.

(підпис) (Прізвище, ініціали)

Група: АІ 2001-2

(Науковий) керівник: Воліна Т.М.

(підпис) (Прізвище, ініціали)

Суми – 2024

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
СУМСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ АГРАРНИЙ УНІВЕРСИТЕТ

Факультет інженерно-технологічний

Кафедра агроінжинірингу
Ступінь вищої освіти «Бакалавр»
Спеціальність 208 Агроінженерія

ЗАТВЕРДЖУЮ

**Завідувач
кафедри
агроінжинірингу**

Шуляк М.Л.

“__” 202__ року

З А В Д А Н Н Я

НА КВАЛІФІКАЦІЙНУ РОБОТУ ЗДОБУВАЧУ ВИЩОЇ ОСВІТИ

Матішинець Олександр Васильовичу

(прізвище, ім'я, по батькові)

• Тема роботи: Удосконалення процесу механізації основного обробітку ґрунту з розробкою конструкції оборотного плуга,

керівник роботи: Воліна Тетяна Миколаївна, к.т.н., доцент

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

затверджені наказом закладу вищої освіти від “__” 202__ року

№

- Строк подання здобувачем роботи: “ _____ ” 202_ року.
- Вихідні дані до роботи: Огляд стану питання в галузі рослинництва та існуючих засобів основного обробітку ґрунту. Патентний пошук, аналіз літературних джерел, останніх досліджень з обраної тематики.
- Зміст пояснювальної записки (перелік питань, які потрібно розробити):
 - Загальна характеристика господарства;
 - Розрахунково-конструкторська частина;
 - Теоретична частина;
 - Охорона праці;
 - Техніко-економічна оцінка розробки.
- Перелік графічного (ілюстративного) матеріалу:
 - Характеристика об'єкту проектування;
 - Загальний вигляд плуга оборотного;
 - Складальне креслення обертального механізму поворотного плуга;
 - Креслення нестандартних деталей.
- Консультанти розділів кваліфікаційної роботи:

Розділ

Прізвище, ініціали та посада консультанта

Підпис, дата

завдання видав

завдання прийняв

Охорона праці

Економічне обґрунтування

Нормоконтроль

- Дата видачі завдання: “05” вересня 2023 року

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

№ з/п

Назва етапів кваліфікаційної роботи

Строк виконання етапів кваліфікаційної роботи

**Погоджено з керівником кваліфікаційної
роботи**

1.

Обрання теми

до 01.10.23 р.

2.

Аналіз літературних джерел з обраної
тематики

до 01.12.23 р.

3.

Складання плану роботи

до 01.01.24 р.

4.

Написання вступу

до 23.01.24 р.

5.

Написання першого розділу

«Загальна характеристика фермерського господарства «Мірт».

до 15.02.24 р.

6.

Написання другого розділу

«Розрахунково-конструкторська частина»

до 12.03.24 р.

7.

Написання третього розділу

«Теоретичне обґрунтування пропонованої конструкції»

до 15.04.24 р.

8.

Підготовка розділів «Охорона праці»

та «Економічне обґрунтування»

до 01.05.24 р.

9.

Написання висновків

до 11.05.24 р.

10.

Подання роботи на перевірку

унікальності

до 13.05.24 р.

11.

Подання роботи на рецензування

до 22.05.24 р.

12.

Подання роботи до попереднього
захисту

до 31.05.24 р.

Здобувач вищої освіти

Матішинець О. В.

(підпис)

(прізвище та ініціали)

Керівник кваліфікаційної роботи

Воліна Т. М.

(підпис)

(прізвище та ініціали)

Реферат

Дипломна робота на тему «Удосконалення процесу механізації основного обробітку ґрунту з розробкою конструкції оборотного плуга», виконана Матішинець О. В. за спеціальністю 208 Агроінженерія (Сумський національний аграрний університет, м. Суми, 2024 р.), містить:

- пояснювальну записку: 65 стор., 24 іл., 9 табл., 13 викор. джерел, додатки;
- графічний матеріал.

У першому розділі дипломного проекту представлена виробничо- господарська характеристика фермерського господарства «Макаріус», ґрунтово- кліматичні умови його функціонування та опис досліджуваних елементів машино-тракторного парку. У другому розділі описані особливості

вирощування вівса для умов фермерського господарства «Макаріос», а також розроблена технологічна карта вирощування вівса. У третьому розділі приведено теоретичні основи елементів плуга фірми “Iemken”, а також розрахунки його робочих органів. Описані основні заходи з охорони праці. Розраховано собівартість вирощування вівса для умов обраного господарства. За результатами досліджень викладено висновки та пропозиції.

Мета дослідження: розробка конструкції плуга оборотного з метою удосконалення процесу механізації основного обробітку ґрунту. Об'єктом дослідження є плуг оборотний. Предметом дослідження є визначення впливу конструктивних особливостей плуга оборотного на процес основного обробітку ґрунту.

ПЛУГ, ОБРОБІТОК ҐРУНТУ, КОНСТРУКЦІЯ, ОВЕС, ОБҐРУНТУВАННЯ.

Зміст

Вступ

6

1

Загальна характеристика фермерського господарства «Макаріос»

8

1.1

Організаційна характеристика фермерського господарства «Макаріос»

8

1.2

Ґрунтово-кліматичні умови функціонування фермерського господарства «Макаріос»

10

1.3

Огляд досліджуваних елементів машино-тракторного парку фермерського господарства «Макаріос»

12

1.4

Обґрунтування теми дипломного проекту	16
2	
Аналіз існуючих технологій та конструкцій	18
2.1	
Основні характеристики вівса	18
2.2	
Існуючі технології вирощування вівса	19
2.3	
Характеристика сорту та технології його вирощування	21
2.4	
Вибір засобів і машин для виконання робіт	23
3	
Теоретично-розрахункова частина	29
3.1	
Опис досліджуваного агрегату	29
3.2	
Теоретичне обґрунтування досліджуваного агрегату	33
3.3	
Теоретичний розрахунок елементів плуга	47
4	

Охорона праці	50
5	
Техніко-економічна оцінка пропонованих рішень	55
5.1	
Розрахунок економічної ефективності від впровадження пропонуваної конструкції	55
5.2	
Розрахунок собівартості продукції	62
Загальні висновки	63
Список використаних джерел	64
Додатки	66

Вступ

Землеробська культура посівного вівса відома народам південно-східної Європи ще за 1,5–1,7 тисячі років до н.е. У нечорноземній зоні його почали вирощувати з VII століття. В наш час овес поширений у Канаді, Німеччині, Франції, Фінляндії та Швеції. Загальна площа посівів вівса у світі становить близько 26 мільйонів гектарів. В Україні його вирощують переважно в Лісостепу та на Поліссі на площі 0,5–0,6 мільйона гектарів. Хоча середня врожайність вівса (18,9 ц/га) нижча, ніж у ячменю, але його потенціал продуктивності досить високий. Наприклад, на сортодільницях України врожайність вівса може досягати 65–80 центнерів на гектар.

У період з 2000 по 2015 рік спостерігалось зменшення посівних площ під овес у 2,3 рази (з 480 до 210 тисяч гектарів відповідно). При цьому участь сільськогосподарських підприємств зменшилася з 90 до 45 %, а фермерських господарств, навпаки, зросла з 9 до 55 %.

Виробничій собівартості надається особлива увага серед інших економічних показників діяльності фермерських господарств, що характеризують ефективність їх функціонування.

Зменшення собівартості профільної для господарства має вирішальне значення в умовах жорсткої конкуренції на світовому ринку в умовах ринкової економіки, та досягається шляхом впровадження принципово нових рішень матеріально-технічної бази або вдосконалення наявної. Впровадження нових методів управління також приносить відчутний позитивний ефект, особливо при впровадженні новітніх інформаційних технологій та засобів автоматизації технологічних процесів.

В умовах тимчасової втрати висівних площ зернових культур через повномасштабне вторгнення російської федерації гостро стала проблема підвищення ефективності використання наявних. Інтенсифікація агропромислового виробництва сільськогосподарської продукції зазвичай досягається шляхом структурування оброблювальних площ, удосконаленням технологічних карт вирощування зернових з огляду на приналежність території

вирощування до визначеної кліматичної зони, раціонального підходу до сівозмінного режиму, оптимізації зональності вирощування культур відповідно до оптимальних кліматичних параметрів. Оскільки рівень закордонних інвестицій майже відсутній через ведення військових дій, то впровадження нових технологічних ліній з використанням найновіших технологічних рішень, то оптимальним підходом є впровадження модернізації вже наявної матеріально-технічної бази.

Отже, тема дипломного проекту є актуальною і важливою, оскільки вона дозволяє максимально використовувати потенціал вієса посівного в сільськогосподарському виробництві.

- **Загальна характеристика фермерського господарства «Макаріос»**

- **Організаційна характеристика фермерського господарства**

- **«Макаріос»**

Фермерське господарство «Макаріос» розташоване за адресою Україна, 40000, Сумська область (рис. 1.1), місто Суми, вулиця Першотравнева, будинок

10. В оренді фермерського господарства перебуває 20 земельних ділянок в селі Великі Вільми, що належить до Садівської територіальної громади Сумського району.

Рисунок 1.1 – Географія діяльності фермерського господарства «Макаріос»

У кожного підприємства є своя легенда: дані про власника, фінансовий план та звіт про сплату податків, які занесені до єдиного державного реєстру України. У випадку фермерського господарства «Макаріос» ця інформація представлена в таблиці 1.1. Основним видом діяльності фермерського господарства є культивування зернових та олійних культур, а також бобових. Іншими видами діяльності відповідно до витягу з єдиного державного реєстру є вирощування овочевих та баштанних культур, а також коренеплодів.

Неспеціалізована оптова торгівля зерном є окремим видом діяльності.
Керівником фермерського господарства є Бережний Сергій Олександрович.

Таблиця 1.1 – Легенда фермерського господарства «Макаріос» (відповідно до Єдиного державного реєстру)

Категорія легенди

Опис легенди

Повне найменування

Фермерське господарство

«МАКАРІОС»

Скорочена назва

ФГ «МАКАРІОС»

Адреса

Україна, 40000, Сумська область, місто Суми, вулиця Першотравнева,
будинок 10

Код ЄДРПОУ

43863990

Номер запису в Єдиному державному
реєстрі

1006321020000017689

Дата заснування

12.10.2020

Стан

Зареєстровано

Уповноважена особа

Бережний Сергій Олександрович

Організаційно-правова форма

Фермерське господарство

Види діяльності

Основний вид діяльності:

01.11 – Вирощування зернових культур (крім рису), бобових культур і насіння олійних культур

Інші види діяльності:

01.13 – Вирощування овочів і баштанних культур, коренеплодів і бульбоплодів

01.61 – Допоміжна діяльність у
рослинництві

46.21 – Оптова торгівля зерном, необробленим тютюном, насінням і кормами для тварин

46.90 – Неспеціалізована оптова
торгівля

Фермерське господарство «Макаріос» веде зовнішньоекономічну діяльність відповідно до чинного законодавства, встановлюючи бізнес-контакти з іноземними компаніями, організаціями та установами щодо питань, які стосуються її комерційних інтересів. Фермерське господарство «Макаріос» веде оперативний та бухгалтерський облік своєї діяльності, подає звітність відповідно до встановленого порядку, несе відповідальність за її достовірність та звітує перед державними органами у визначені строки та форми.

- Грунтово-кліматичні умови функціонування фермерського господарства «Макаріос»

Великі Вільми (рис. 1.2) – населений пункт в Україні, що належить до Садівської територіальної громади Сумського району. Відповідно до даних відкритих джерел, до повномасштабного вторгнення, населення складало 591 особа. Згадування про село фіксуються першою половиною XVIII сторіччя. Згідно плану укрупнення населених пунктів у 1987 року до Великих Вільм відбулось приєднання суміжного населеного пункту Грицаківка.

Основою транспортної інфраструктури виступає межування із автомобільною дорогою національного значення Н07. Відстань до обласного центру (м. Суми), де розташована найближча залізнична станція, становить 17 км. Найближчий елеваторний комплекс розташовано у селі Степанівка Сумського району Сумської області. Відстань до нього становить 21,5 км.

В межах населеного пункту знаходяться витoki річок місцевого значення, зокрема притоки р. Сумка, що протікає обласним центром.

Погодно-кліматичні умови цілковито відповідають помірно- континентальному зонуванню.

Рисунок 1.2 – Село Великі Вільми на карті України

Відповідно до статистичної інформації метеорологічних спостережень показники становлять:

- Середня річна температура в діапазоні $+6,6 \div +6,8$ °C;
- Середня температура найтеплішого місяцю $+19,8 \div 21,4$ °C;
- Середня температура найпрохолоднішого місяцю становить $-6,3$ °C;
- Абсолютний мінімум -36 °C;

Наявні результати аналізу статистичних даних метеорологічних спостережень відображають чітку тенденцію до зростання середньорічної температури, приріст склав $1,5$ °C за останні 100 років.

Середньорічна кількість атмосферної вологи складає 674 мм, в холодну

пору року утворюється стійкий сніговий покрив, який досягає свого максимального значення в лютому. У весняний період характерне водопілля здебільше в заплавах річкових долин, найбільші за яких Десна, Сейм, Сула, Ворскла та Псел, всі являються притоками Дніпра.

Рельєф здебільше представлений відрогами Середньоруської височини з переважаючим ухилом на південний захід. Середня відмітка знаходиться в діапазоні $190 \div 210$ м відносно рівня Балтійського моря.

Ґрунтовий покрив представлений чорноземом малогумусним та середньогумусним.

Завдячуючи помірному клімату лісостепу, спокійному рельєфу місцевості та гумусовмісним ґрунтам угіддя підприємства є вкрай сприятливими для вирощування зернових та олійних культур (окрім рису). Наявність розвиненої транспортної інфраструктури та значної потужності обробки, зберігання та доведення до товарних кондицій неподалік може сприятливо впливати на інвестиційний клімат в регіоні.

- Огляд досліджуваних елементів машино-тракторного парку фермерського господарства «Макаріос»

Під час проходження переддипломної практики на фермерському господарстві «Макаріос» було використано наступне обладнання: трактор

«Беларус 80.1», ґрунтофреза Virgo, обприскувач та косарка. Розглянемо основні характеристики трактора та ґрунтофрези з цих засобів.

Трактор «Беларус 80.1» (рис. 1.3) призначений для виконання різних агротехнічних операцій у саду. Завдяки різноманітному навісному обладнанню за допомогою трактора можна виконувати різні види сільськогосподарських робіт, такі як посадка та збирання різних культур, косіння трави, подрібнення гілок та обприскування дерев. Трактор має напіврамну конструкцію, з компоновкою при якій двигун розміщений попереду та жорстко поєднаний з муфтою зчеплення позаду. Тягове зусилля на задні ведучі колеса передається

через муфту зчеплення, знижувальний редуктор та коробку передач. Технічні характеристики трактора зведено в таблицю 1.2.

Рисунок 1.3 – Загальний вигляд трактора «Беларус 80.1»

Таблиця 1.2 – Основні технічні характеристики трактора «Беларус 80.1»

Модель двигуна

Д-243

Тип двигуна

дизель без турбонаддува, з безпосереднім
вприскуванням палива

Потужність двигуна, кВт (к. с.)

60 (81,6)

Екологічна норма

2200

Максимальний крутний момент, Нм (кг/см)

298

Тип КПП

механічна, ступінчата

Муфта зчеплення

суха, однодискова

Кількість передач вперед / назад	18/4
Вантажопідйомність заднього навісного обладнання на осі підвісу, кг, не менше	3200
Максимальний тиск, Мпа	20
Продуктивність насоса	45
Ємність бака гідросистеми, л	25
Габарити, мм (довжина / ширина / висота)	4120 / 1970 / 2780
Передні шини	9,0 – 20
Задні шини	15,5R38
База, мм	2370
Колія передніх/задніх коліс, мм	1350 – 1850
Колія задніх коліс, мм	1800 – 2100
Агротехнічний просвіт, мм	645
Найменший радіус повороту, м	3,8
Експлуатаційна маса, кг	3770
Кількість циліндрів	

Діаметр циліндра / хід поршня

110 x 125

Робочий об'єм, см³

4,75

Коефіцієнт запасу крутного моменту, %

15

Паливний бак, л

130

У фермерському господарстві використовують ґрунтофрезу Virgo. Цей пристрій призначений для розпушення та перемішування шарів ґрунту без його обертання, руйнування брил, підрізання укорінених бур'янів. Її також використовують для змішування мінеральних добрив з ґрунтом. На робочому роторному валу, що має відрив 22,5 см, закріплені диски з прикріпленими до них ножами. Агрегат обладнаний традиційною відкидною задньою стулкою для обмеження викиду ґрунту та каміння. Фреза має швидкість 265 обертів на хвилину. Стандартним обладнанням є шарнірно-телескопічний вал з запобіжною

муфтою, що забезпечує збільшення міцності та надійності механізму передачі потужності.

Висота різання регулюється. Скошені рослини можна залишати на землі як природне добриво. Ґрунтофрезу не слід використовувати на схилах, де кут нахилу перевищує 12°. Корпус складається зі сталевих профілів і листів. На передній та задній частині встановлені захисні ковпачки, що викидають скосений матеріал. Машина має ВВП з центральною коробкою передач, яка передає потужність на ріжучий вал.

Технічні характеристики ґрунтофрези наведено у таблиці 1.3.

Рисунок 1.4 – Загальний вигляд ґрунтофрези Vomet U540/4 VIRGO

Таблиця 1.3 – Основні технічні характеристики ґрунтофрези Vomet U540/4 VIRGO

Виробник

Vomet

Країна-виробник

Польща

Ширина захвату, см	180
Маса машини, кг	370
Необхідна потужність трактора, кВт / л.с.	45 / 60
Максимальна глибина обробки, мм	140
Робоча швидкість, км/год	8
Кількість ножових дисків, шт	8
Відстань між ножними дисками, мм	225
Кількість ножів на диску, шт	6
Кількість робочих органів, шт	48

- **Обґрунтування теми дипломного проекту**

Продуктивність сільськогосподарських культур залежить від численних факторів. А саме такі як температурний режим та сонячна енергія, не піддаються контролю людини, але враховуються шляхом вибору термінів сівби, густини посадки рослин, напрямку рядків та інших методів. Інші фактори залежать від діяльності людей. Серед них: наявність вологи у ґрунті, достатнє забезпечення рослин мінеральними елементами, використання нових районованих сортів, якість насіння, захист шкідливих рослин, хвороботворних мікроорганізмів та шкідників ефективні методи збирання врожаю та організація робіт у найважливіші технологічні операції в оптимальні терміни.

Суть підвищення ефективності технологічного процесу полягає в:

- **Раціональному планування висіву на найкращих попередниках у системі сівозміни;**

- Застосування високоврожайного висівного матеріалу;
- Ефективне застосування відповідних мінеральних добрив з урахуванням сівозмінності;
- Комплексний підхід при впровадженні засобів захисту культури, що культивується;
- Дотримання регламенту ґрунтообробних робіт.

Для підвищення ефективності технологічного процесу потрібно повторювати обробку поля для проведення додаткових заходів щодо підживлення та захисту рослин від шкідників, бур'янів та хвороб. Підвищення якісних показників досягається шляхом:

- впровадженням план-схеми руху ґрунтообробної техніки;
- модернізація наявної матеріально-технічної бази, її кваліфіковане обслуговування та налаштування;
- впровадження поопераційного контролю технологічного процесу на всіх етапах, що досягається через ланкову організацію праці підрядним госпрозрахунком. Доречність використання інтенсивної технології для обробітку вівса визначається можливістю отримання врожаю не менше 30–40 центнерів зерна з гектара.

Отже, вся сільськогосподарська техніка, що використовується на фермерському господарстві «Макаріос», здатна виконувати весь необхідний обсяг робіт на достатньому рівні. Однак існують певні недоліки, переважно пов'язані з тривалим періодом експлуатації техніки та відсутністю додаткового обладнання, яке могло б полегшити та покращити якість роботи. Актуальність обраної теми дипломного проекту пов'язана перш за все з удосконаленням механізованої технології вирощування вівса, як важливої продовольчої культури. Отже, обрана тема дипломного проекту на сьогодні є актуальною та доцільною для виконання.

- Аналіз існуючих технологій та конструкцій

На фермерському господарстві «Макаріос» вирощуються сільськогосподарські культури олійного та зернового напрямку. Згідно з попередньою угодою з товариством, планується вирощування вівса. Оскільки ця культура є популярною у даному регіоні, було запропоновано техніку та технології для його вирощування.

- Основні характеристики вівса

Високий вміст в зернах вівса білка (15 %), крохмалю (40 %), жиру (5 %) та золи (4 %) (рис. 2.1) визначає його значення як продукту харчування та корму для тварин. Овес є важливим концентрованим кормом для коней, молодняку інших видів тварин та птиці. Його зерно має високий харчовий потенціал: 1 кг зерна містить перетравний протеїн (близько 90 г), еквівалентний місткості однієї кормової одиниці. У зерні також багато вітамінів (В₁, В₂), кобальту, цинку, марганцю. Він є основою круп, галет, печива, толокна та заміників кави. У вівсяному борошні не міститься клітковина, тому воно не застосовується для хлібовиробництва. Для дієтології та виробництва дитячого харчування овес є цінним через легке засвоєння вівсяних страв.

Рисунок 2.1 – Посіви вівса

Вівсяна солома (її 100 кг містить 31 корм.од.) та солома (100 кг містить 45 корм.од.) є найкращими поживними грубими кормами із відмінною засвоюваністю. Овес висівають для зеленого корму і сіна у поєднанні з ростками гороху, чини, віки. Перші згадки про вирощування вівса датуються IV століттям до н.е. Як землеробська культура овес посівний відомий народам південно-східної Європи за 1,5–1,7 тис.років до н.е. Зараз він поширений у США, Канаді, Європі, особливо в Німеччині, Франції, Фінляндії, Швеції. Загальна площа посівів вівса у світі становить близько 26 млн.га. Для України цей показник становить 0,55 млн.га (Лісостеп та Полісся). Потенціал середньої врожайності вівса (близько 18,9 ц/га) є досить високим: врожайність окремих сортів досягає 80 ц/га.

Овес є самозапильною рослиною при нормальному температурному режимі та рослиною перехресного запилення при його перевищенні. Загальна кущистість вівса становить 3-4 пагони, продуктивна – 1,5–2. Коренева система здатна до поглинання з ґрунтового середовища важкорозчинних поживних речовин, зокрема фосфорної кислоти. Вегетаційний період триває 100–120 днів в залежності від зони та особливостей сорту.

- Існуючі технології вирощування вівса

Попередники.

Найгіршим попередником для вівса є цукрові буряки через наявність спільних хвороб та шкідників. Найкращими ж попередниками серед зернобобових культур є горох та люпин, серед просапних культур – кукурудза та картопля. Також рекомендується вирощування вівса після озимих зернових культур та після льону-довгунця.

Обробка ґрунту під овес проводиться з урахуванням особливостей попередників, стану ґрунту та погодних умов. Основну та передпосівну обробку ґрунту виконують ідентично до ярого ячменю. З урахуванням високої потреби

вологи обробка ґрунту має передбачати заходи, що сприяють її збереженню. Серед них – затримка снігу та своєчасна й якісна передпосівна обробка ґрунту. Збереження вологи в ґрунті має бути вибіркоким, проводити його необхідно відповідно до настання фізичної стиглості

грунту. Передпосівну культивуацію рекомендується проводити з мінімальним часовим розривом перед висіванням.

Удобрювання.

Посіви вівса добре реагують на внесення органічних добрив за умови висіву на 2–3 рік після удобрювання.

Серед мінеральних добрив ефективними для вівса вважаються фосфорно-калійні, які вносяться при основному обробітку ґрунту або при весняній культивуації. В залежності від ґрунтових характеристик та обраного попередника норма їх внесення варіюється від 30 до 90 кг/га діючої речовини.

Норма внесення азотних добрив становить 50 кг/га. Їх вносять при передпосівній культивуації. Варто відмітити, що перевищення норми внесення азотних добрив може спричинити вилягання посівів.

Гранульований суперфосфат вноситься при сівбі з розрахунку 15 кг/га.

Кислі ґрунти потребують внесення фізіологічно-лужних азотних добрив та фосфоритного борошна, що призводить до зниження кислотності ґрунту. Крім того, для кислих ґрунтів обов'язковим є вапнування. Торф'яні ж ґрунти вимагають внесення мідних добрив у розрахунку 4 ц/га піритних недогарків або 25 кг/га мідного купоросу.

Підготовка до посіву.

Підготовка вівса до сівби передбачає поділ насіння на перші і другі зерна, які суттєво відрізняються один від одного за формою і крупністю. З перших зерен розвиваються рослини з гарною кущистістю і великими врожайями. Рослини, вирощені з других зерен, менш продуктивні. Перед посівом відсортовані насіння протруюють 40 % формаліном у розрахунку 0,38 л на 1 т насіння за 5 днів до

посіву. Протруювання виконують сухим і напівсухим способом. Перший варіант

забезпечує посилену дію препарату, сприяє збереженню зерен у весняний час без зниження схожості. Його виконують за 30–60 днів до посіву. Варто відзначити, що попередній обробці підлягають тільки насіння, вологість яких менше 14 %. Якщо вологість більше 17 %, насіння слід обробляти напівсухим способом за 2–

- дні до посіву. Дозу протруйника вибирають для обробки 1 т насіння і розбавляють в 10 літрах води. Отримана суспензія служить для змочування насіння.

Для вирощування вівса найкраще використовувати ранні строки посіву.

Існують три основних методи посіву: перехресний, суцільний рядний та вузькорядний. При перехресному і вузькорядному посівах рекомендується збільшити норму висіву на 10–15 %. Глибина загортання насіння впливає на схожість насіння та подальший розвиток рослини. Наприклад, важкі глинисті ґрунти в нечорноземній зоні потребують загортання на глибину 2–3 см, тоді як на суглинних ґрунтах ця глибина може становити 3–4 см. У більш легких ґрунтах допускається поглиблення на 5–6 см. Норма для Поволжя, Центрально-Чорноземної зони та

Північного Кавказу становить 6–8 см. Умови суглинних ґрунтів Далекого Сходу вимагають загортання на глибину 4–5 см, а супіщаних – на 5–6 см.

Для досягнення високих результатів у вирощуванні вівса важливий правильний та своєчасний догляд за посівами. Ця робота включає наступні заходи:

- Післяпосівне прикочування з використанням кільчасто-шпорових ковзанок на легких або посушливих ґрунтах. Знищення бур'янів після посіву за допомогою гербіциду. Боронування у випадку виникнення ґрунтової кірки до сходів насіння;
- Застосування ретарданта під час кушіння в розрахунку 3–4 кг/га, що запобігає виляганням посівів вівса;
- Боротьба з бур'янами. На стадії кушіння-виходу в трубку застосовують гербіциди;
- Боротьба з хворобами: борою, жовтою іржею, борошнистою росою, септоріозом та стебловою іржею. Використовують фунгіциди на етапах кушіння і виходу в трубку;
- Боротьба з шкідниками проводиться у разі наявності личинок хлібної жувелиці, хлібного жука-кузьки, злакових мух і хлібної п'явиці.

Збирання вівса є складним процесом через нерівномірність дозрівання зернин. Повна стиглість зерна призводить до втрат у верхній частині стебла. Передчасне збирання також небажане, оскільки може призвести до отримання неповноцінного зерна. Окрім цього, рослинний покрив зерна вимагає більшого часу для свого висихання у порівнянні з зерном, тому при підвищеній вологості ускладнюється відділення зерна від стебла. У зв'язку з цим рекомендується збирати врожай вівса лише роздільно: при досягненні повної стиглості зерна у верхній частині стебла та воскової стиглості посередині. При цьому зерна в нижній частині стебла розвиваються з певним запізненням, тому врожай може бути дещо більшим.

Застосування методу прямого комбайнування посівів допускається лише на ділянках, вільних від бур'янів, а також на низькорослих або розріджених посівах.

Операція скошування у валки виконується за допомогою начіпних жниварок ЖВН-6А, ЖНС-6-12, ЖВР-10 і самохідні УСК-17 «Степ», ЖВН-6А-01 і ЖВР-10-03 із енергетичним засобом КПС-5М. Зернозбиральні комбайни («Єнісей-1200», «Дон», Лан, Славутич), обладнані підбирачами стрічкового типу ПТП-3А, використовуються для підбору та обмолоту валків.

Після збирання врожаю виконують обробку зерна зерноочисними агрегатами (ЗАВ-20, ЗАВ-25, ЗАВ-40, ЗАВ-50 і ЗАВ-100) для виокремлення домішок та бур'янів.

За допомогою зерноочисних сушильних комплексів (КЗС-20Ш, КЗС-40Ш, КЗС-25Ш, КЗС-25Б і КЗС-50) зерно проходить операцію сушіння.

2.3 Характеристика сорту та технології його вирощування

Технологія виробництва – це послідовний перелік операцій, необхідних для виробництва продукції із зазначенням умов і засобів їх виконання. Найефективнішим способом підвищення врожайності є інтенсифікація технології вирощування продукції, що передбачає максимізацію дотримання біологічних вимог рослини, вимог до умов її вирощування, посилення механізації виконання робіт з урахуванням вимог агротехнологій, застосування найкращих попередників, ретельне виконання підготовчих операцій ґрунтового середовища, дотримання нормативів удобрювання.

Розробку технології вирощування вівса проводимо згідно умов та наявності техніки на площі 100 га (табл. 2.1, 2.2).

Таблиця 2.1 – Вибір операцій для вирощування вівса

№ п/п

Технологічна операція

Склад агрегату

Марка трактора

Марка с.-г.

машини

1

Лущення стерні (підготовка до основного обробітку ґрунту)

MTЗ-1522

ЛДГ-15

2

Основний обробіток ґрунту

JohnDeere 7730

Lemken

3

Внесення добрив

	МТЗ-80
	МВУ-100
	4
Передпосівна культивуація	
	Т-150
	КПСП-4
	5
Протруювання насіння	
	ГАЗ-53
	УЗСА-40
	6
Сівба	
	МТЗ-80
	СЗ-5,4
	7
Збирання врожаю	
	ДОН-1500

Таблиця 2.2 – Характеристики сорту

Сорт
 Аркан (овес посівний)
 Рослина
 овес посівний
 Попередник
 зернобобові
 Країна-винахідник
 Україна
 Напря́м використання
 зерновий, фуражний

Група стиглості

середньоранній

Стійкість до полягання, обсипання та
засухи

7,0–9,0 балів

Середньоранній, вегетаційний період

97 днів

Норма внесення мінеральних добрив – 150 кг д.р./га

азотних – 50;

фосфорних – 50;

калійних – 50

Маса 1000 зернин

34,4 гр

Вирівняність зерна

95 %

Плівчастість середня

28,6 %

Сівба

Звичайним рядковим способом, норма

висіву 4 млн.шт/га (160 кг/га)

Внесення добрив

N10P10L10

Овес є прямостоячою рослиною із середньою довжиною. Інколи прапорцеві листки вівса можуть закручуватися. Тривалість викиду волоті є середньою. Листові пластини не опускаються зовсім або опускаються незначно. Довжина волоті, як і колоскової луски, є середньою, гілочки розкидисті, розташовані горизонтально, вторинні колоски пониклі. Нижня квіткова луска є помірно сіруватою, неостиста. На первинному зерні наявні короткі базальні волоски. Довжина стрижня другого зерна є невеликою. Обласними державними

центрами сортової експертизи протягом років випробувань було отримано середню урожайність на рівні 42,4 ц/га, що на 10,4 % більше за стандартну.

Бактеріальним опіком, корончастою іржею овес уражується від слабого до середнього рівня.

2.4 Вибір засобів і машин

Обрання моделей техніки рекомендується починати з тракторів, а далі переходити до сільськогосподарських машин. При виборі типів та моделей тракторів необхідно враховувати наступні фактори:

- Природно-кліматичні умови, характер ґрунту та рельєф місцевості;
- Види сільськогосподарських культур, які вирощуються на підприємстві;
- Розміри полів та їх конфігурація;
- Типові виробничі операції, які будуть виконуватися;
- Існуючий парк машин та тракторів.

На основі нормативних даних щодо наявності техніки на підприємстві та використання комплексів машин при вирощуванні вівса, було підготовлено таблицю 2.3 з обґрунтуванням вибору за критеріями мінімізації витрат та оптимізації робочого часу.

Таблиця 2.3 – Склад машино-тракторного парку

№

п/п

Назва машини

Марка

Кількість

1

Трактори

MT3-1522

1

T-150K

1

MT3-80/82

1

John Deere 7730

1

T-25

1

2

Зернозбиральний комбайн

ДОН-1500

1

3

Автомобіль

КАМАЗ-5510

1

ГАЗ-53

1

4

Сівалка

СЗ-5,4

2

5

Культиватори

КПСЦ-4

1

6

Борона

БЗСС-1

21

7

Основний обробіток

грунту

lemken

1

8

Луцільник

ЛДГ-15

1

Гладка оранка – це процес обробітку ґрунту без утворення звальних гребенів і розвальних борозен. Після такого обробітку поверхня поля є рівною, що створює кращі умови для пророщування вівса та для проведення наступних агротехнічних операцій. Гладка оранка забезпечує підвищення врожайності та ефективності подальшого функціонування агрегатів до 15 %. Виконується гладка оранка за допомогою оборотних, фронтальних, поворотних, клавішних та балансирних плугів.

Провідним закордонним досвідом, який наразі впроваджується в Україні, є застосування для відвальної оранки оборотних плугів, що можуть працювати агрегатовано з іншими знаряддями. Вони відрізняються від інших типів плугів тим, що мають одночасно право- та ліво-поворотні корпуси аналогічної конструкції. Ці корпуси працюють човниково залежно від напрямку переміщення машини. Це забезпечує відкидання відрізаної скиби ґрунту бік від оброблюваної ділянки. При цьому не потрібно розбивати поле на загінки.

До основного недоліку такої конструкції відносять збільшену витрату матеріалів (в 1,3–1,6 разів), складнішу конструкцію та додаткові поворотні механізми рами.

Оборотні плуги передових світових виробників (Lemken, KUHN, JohnDeere, Vogel&Noot, Maschio-Gaspardo, GregoireBesson та ін.), які містять

більше п'яти корпусів, оснащуються роз'ємною рамою із шарнірами між передньою та задньою частиною, що забезпечує покращення дублювання агрегатом поверхні ґрунту. Регулятори

заднього опорного колеса є механічними або гідравлічними з шарнірними кріпленнями. Окрім того вони мають автоматичний контроль глибини оранки та тягового зусилля, а також запобіжники від перевантажування механічного або гідравлічного типу. Транспортна фіксація поворотної рами є горизонтальною. Два гідроциліндри приводять в дію зубчато-рейковий механізм повороту агрегату. Ними ж забезпечується сталість зусилля під час роботи та безривковість зміни положення агрегату.

Відповідно до типу ґрунту та рослинності на ньому оборотний плуг обладнується належними плужними корпусами, відвалами та передплужниками. Оборотний плуг “Vari-Diamant” та “Euro-Diamant”, розроблений німецькою компанією Lemken (рис. 2.2) може виконувати гладку оранку поля в будь-яких ґрунтово-кліматичних умовах. Запобіжний зрізний болт захищає корпус агрегату від перевантажування.

Механізм Non-Stop “Tandem”, встановлений на секції корпусів оборотного плуга, при зіткненні корпусу з будь-якою перешкодою автоматично неперервно відхиляє його вгору, повертаючи в

початкове положення після подолання перешкоди.

Рисунок 2.2 – Загальний вигляд оборотних плугів фірми Lemken (Німеччина)

Конструкцією такого оборотного плуга передбачається безступінчата ширина захвату в діапазоні 25–55 см за допомогою гідравлічного циліндру.

Навісний та напівнавісний тип плуга (ПОН і ППО) виробництва

«Уманьферммаш» (Україна) (рис. 2.3) є одним з найсучасніших в країні. Конструкцією забезпечується робоча швидкість на рівні 5–8 км/год, питомий опір – до 1 МПа, твердість – до 3 МПа, ширина захвату – 35 см. За допомогою них виконується гладка оранка з глибиною 20–30 см за умови відсутності каміння.

а) б)

Рисунок 2.3 – Загальний вигляд плугів: 1 – рама; 2 – поздовжня балка; 3 – корпус правий; 4 – корпус лівий; 5 – механізм передній упорний; 6 – механізм заднього польового колеса; 7 – механізм зміни ширини захвату; 8 – навіска; 9 – механізм обороту плуга; 10 – гідросистема; 11 – лапка упорна; 12 – модуль:

а) ПОН; б)
ППО

Отже, механізовані роботи сільськогосподарського виробництва плануються на основі технологічної карти вирощування та збирання. Розроблена для умов фермерського господарства «Макаріос» технологічна карта вирощування вівса наведена в додатках дипломної роботи. Запропоноване удосконалення плуга оборотного забезпечить зменшення витрат паливно-мастильних матеріалів та збільшення продуктивності машинно-тракторного агрегату.

- Теоретично-розрахункова частина

- **Опис досліджуваного агрегату**

Досліджуваний орний агрегат складається з трактору John Deere серії 7030 та оборотного п'ятикорпусного плуга фірми "Lemken" (рис. 3.1).

Рисунок 3.1 – Досліджуваний орний агрегат

- Трактор John Deere 7830

Трактори Джон Дір серії 7030 виготовляються на заводі у Ватерлоо (США). Ці високоефективні трактори пропонують широкий вибір специфікацій, що дозволяє створити машину, що повністю відповідає індивідуальним потребам клієнта. Двигуни з високим крутним моментом, комфортабельна кабіна, підвищена вантажопідйомність навісного обладнання – все це можна знайти у тракторах нової серії. Трактори 7030 забезпечують високу продуктивність під час виконання сільськогосподарських операцій на полі та відмінні ходові якості під час транспортування. Лінійка тракторів 7030 відзначається винятковою надійністю, маневреністю та універсальністю.

Серію тракторів 7030 представляють три моделі: Трактор John Deere 7730 (двигун Джон Дір, об'єм 6,8 л, максимальна потужність 188 к.с.), трактор John Deere 7830 (двигун Джон Дір, об'єм 6,8 л, максимальна потужність 205 к.с.) та

трактор John Deere 7930 (двигун Джон Дір, об'єм 6,8 л, максимальна потужність 221 к.с.).

Трактор Джон Дір серії 7030 (рис. 3.2) має наступні переваги:

- двигуни John Deere Power Tech розроблені спеціально для сільськогосподарської техніки і забезпечують більший запас тягового зусилля та паливну економічність порівняно з двигунами вантажних автомобілів;
- трансмісія Auto Quad Plus 20/20 має режим автоматичного перемикання передач, що дає особливу перевагу в полі, оскільки немає потреби вручну змінювати передачі, а перемикання діапазонів здійснюється за допомогою кнопки "De Clutch" на важелі перемикання, яка замінює педаль зчеплення;

- на тракторі 7030 доступний фронтальний ВВП на 6, 20 і 21 шліц, а вантажопідйомність передньої навіски складає 5900 кг. Це дозволяє поєднувати трактор з фронтальними розкидачами добрив, оборотними плугами або фронтальними косарками, що вимагають високої продуктивності навішування.

Технічні характеристики трактора Джон Дір зведено у таблицю 3.1.

Рисунок 3.2 – Трактор JohnDeere 7730

Таблиця 3.1 – Технічні характеристики трактора Джон Дір

	Модель
	7730
	7830
	7930
Потужність номінальна, кВт (к.с.)	136 (185) 151 (205) 162 (220)
Об'єм паливного бака, л	392
Габарити, м	2,44x3,18x5,50
Мінімальна маса, кг	7850
Максимальна допустима повна маса на швидкості 40 км/год	13100

• Пług оборотний компанії Lemken

Асортимент із шести найменувань (Diamant, EurOpal, VariOpal, EuroTitan, VariTitan, Juvel) оборотних плугів виробляється німецькою компанією Lemken, причому кожне з найменувань має кілька модифікацій. Вони придатні до використання для будь-яких ґрунтово-кліматичних умов з агрегуванням до тракторів діапазону потужності 50...500 к.с.

Усі машини від Lemken оснащені сучасною гідравлікою «Унітрон» та подвійним циліндром дії, що автоматично фіксує вертикальне положення плуга в борозні. Це дозволяє швидко розгортати техніку, і при роботі не потрібно додатково регулювати кут нахилу плуга. У базовій комплектації є ящик для інструментів, а кожен запобіжний болт завжди знаходиться під рукою.

Для проведення операції оранки пропонується використовувати оборотний п'ятикорпусний плуг фірми Lemken типу Variopal (рис. 3.3). Стандартна комплектація плуга Lemken Variopal 5 включає в себе:

- гідравлічний механізм обертання Е 90 для плуга;
- можливість гідравлічного регулювання ширини захвату;
- основу конструкції плуга – раму квадратного профілю 110x110x8 мм;
- подвійно діючий гідравлічний циліндр обертання;
- систему регулювання плуга Optiquick;
- вал навішування категорії 2 або категорії 3, або категорії 3N = L2 Z3;
- опорну стійку;
- розділені леміші / вістря леміші (або цілком леміш для кам'янистих ґрунтів з наплавленням);
- ящик із інструментами, необхідними деталями та зрізними болтами;
- корпус моделі Dural за вибором форми В, С, D, Р або W.

Рисунок 3.3 – Загальний вигляд плуга Lemken Variopal 5

До основних характеристик плуга Lemken Variopal 5 відносять:

- Автоматичне коригування ширини передньої борозни налаштуванням ширини захвату. Цим забезпечується висока якість виконання оранки без відхилення незалежно від ширини захвату;

- Всі опори оснащені зносостійкими втулками і загартованими болтами, чим забезпечується максимальна стійкість та низький знос;
- Довговічність експлуатації плуга, що забезпечується збільшенням міцності та високою точністю встановлення пластин опору поворотних кронштейнів на рамі;
- Виключення забиття агрегату завдяки великій відстані між його корпусами, зміщенню корпусів в сторону від рами і спеціальній формі стійок корпусів;
- Завдяки особливому розміщенню маятникового колеса на рамі, можливо обробляти ґрунт дуже близько від ровів, зборів і меж ділянки, залежно від кількості борозен і встановленої ширини захвату.

Таблиця 3.2 – Технічні характеристики плуга Lemken Variopal

Потужність трактора, л.с.

Вага, кг

Ширина захвату,

см

Кількість борозен

Відстань між корпусами,

см

Variopal 5 3 N 90

50-80

727

22-45

3

90

Variopal 5 3+1 N 90

60-100

950

22-45

3+1

	90
Variopal 5 2 N 100	
	40-60
	567
	22-50
	2
	100
Variopal 5 2+1 N 100	
	50-80
	794
	22-50
	2+1
	100
Variopal 5 3 N 100	
	50-80
	739
	22-50
	3
	100
Variopal 5 3+1 N 100	
	60-100
	966
	22-50
	3+1
	100

- **Теоретичне обґрунтування досліджуваного агрегату**

Пристрій корпусу плуга і його різновиди

Якісні показники виконання оранки залежать від конструктивно-геометричних особливостей агрегату та від розміщення його робочих органів відносно корпусу борони. За конструктивними особливостями корпуси поділяють на такі типи: відвальний, безвідвальний, вирізний, дисковий, комбінований та такі, що містять заглиблювач у ґрунт та долото.

Відвальна конструкція корпусу використовується для обороту та розпушення ґрунту (рис. 3.4). Закріплення леміша III, відвалу I та польової дошки IV має місце на стійці II корпусу.

Плуги загального призначення мають корпуси з шириною захвату 25, 30, 35 і 40 см, тоді як спеціальні плуги мають ширину захвату 45, 50, 60, 75 і 100 см. З безлічі технологічних операцій, що виконуються корпусом, основними з точки зору сільськогосподарської техніки є обертання і подрібнення пласта, інтенсивність яких залежить від значень і зміни кутів α , γ і β , тобто форми робочої поверхні відвалу.

За формою робочої поверхні відвальних корпусів вони можуть бути:

- культурні (рис. 3.5),
- напівгвинтові (рис. 3.6),
- гвинтові (рис. 3.7),
- циліндричні.

Рисунок 3.4 – Лемішно-відвальний плужний корпус: I – відвал, II – стійка, III – леміш, IV – польова дошка; 1 – носок, 2 – лезо, 3 – п'ятка, 4, 5 і 6 – борозний, верхній і польовий обрізи відповідно, 7 – крило, 8 – груди відвалу

Культурні корпуси (рис. 3.5) ефективно розпушують і розбивають ґрунтовий шар, тому вони застосовуються для обробки старих щільних ґрунтів. Культурні корпуси виготовляються для роботи на швидкостях від 7 до 12 км/год. Допустима робоча швидкість вказується у технічних характеристиках плуга.

Напівгвинтові корпуси (рис. 3.6) добре виконують обертання ґрунту, але менш ефективні у його розпушуванні. Ці корпуси головним чином встановлюються на плугах для обробки кущисто-болотистих угідь, але їх можна також використовувати на твердих та компактних ґрунтах.

Рисунок 3.5 – Культурний тип корпусу відвального плуга

Рисунок 3.6 – Напівгвинтовий тип корпусу відвального плуга

Гвинтова конструкція корпусу (рис. 3.7) забезпечує повне обертання ґрунту з відсутністю розпушення, створюючи найсприятливіші умови для перегнивання рослинних та деревних

залишок. Вони використовуються на площах, де вирощуються багаторічні трави, кормові культури. Також їх можна використовувати для першого орання цілих земель.

Рисунок 3.7 – Гвинтовий тип корпусу відвального плуга

Види і геометричні розміри пласта

- Розміри поперечного перерізу пласта і умови його обороту залежать від глибини оранки (a) та ширини захвату корпусу (b).
- Основні геометричні відношення елементів відвального пласта представлені на діаграмі (рис. 3.8).
- Ширина вільної борозни $\square \square_0$ – це відстань від стінки борозни $A'B'$ до точки перетину лінії відваленого пласта з дном борозни (рис. 3.6, а).
- При використанні корпусу з передплужником, ширина вільної борозни

$\square \square_0$ дорівнює значенню a . Якщо $\square \square_0 < \square$, пласт передплужника не вкладається в борозну.

- Для культурних корпусів при фіксованому співвідношенні пласта $\square =^3$

\square 2

до захоплення передплужника $\square =^3$ величина \square

$= \square$, пласт передплужника

1 2 1

вкладається в борозну.

- Якщо ширина борозни перевищує ширину захоплення передплужника, тобто $\square > \square_1$, але при цьому значна глибина пласта призводить до його обсіпання, фактична ширина борозни стає менше глибини оранки.

- Співвідношення $\square \square \square \square_0$

α описує кут, що утворюється між відваленим
 α

пластом та горизонталлю при застосуванні агрегату без передплужника, тобто:

$$\alpha_0 = \arccos \frac{b}{r}$$

$$= \arccos \frac{25}{45}$$

$$= 33,75^\circ.$$

Геометричні характеристики поперечного перерізу, місце розташування і кут нахилу борозного зрізу відвалу розраховується виходячи з геометричних принципів. Обрис пласта $A'B'$ формується з точки B за допомогою радіусу BC , при цьому точка D_0 відмічається на дні борозни, а точка C_0 на продовженні поверхні угіддя за допомогою радіусу b . Лінія C_0D_0 відображає теоретичне положення борозного обрізу відвалу, яке використовується для побудови контуру проектованої робочої поверхні.

Рисунок 3.8 – Геометричні елементи обороту пласта: а) оборот пласта на 130÷150%;

б) повний оборот пласту;

в) оборот пласту при застосуванні передплужника.

Теоретичне розпушування ґрунту визначаємо за формулою:

h

$$h_2 = 1 + \cos 33,74^\circ = 1.83.$$

3.1

За такої умови стик пласту розташовується на віддалі від нижньої точки борозни, що тотожна заглибленню оранки.

Ротація шару ґрунту при оранці напряму залежить від виразу α , при його

α

збільшенні зменшується кут укладання шару відносно горизонталі угіддя.

Встановлено, що при досягненні $\alpha = 1,27$ пласт приймає близьке до

α

вертикального положення, що неприпустимо, оскільки в такому випадку неможливо спрогнозувати напрямок укладання.

У випадку застосування передплужників зі співвідношення ширини

захвату до захвату корпусу рівним 2 вкрай імовірно виникнення ситуації при якій

3

співвідношення $\alpha \leq 1,27$.

α

За використання культурних відвалі при обробленні ґрунтів малої

щільності з високою пористістю застосовують значення α в діапазоні $1,2 \div 1,5$, для

α

ротаційних відвалі при обробленні зв'язкових ґрунтів – $1,5 \div 2,0$.

Вказаний відвал напівгвинтового корпусу відповідає вимогам оптимальної кінематичної схеми ротаційного руху пласту.

Основи розрахунку плуга

Оптимальні геометричні параметри робочого органу агрегату є основним чинником забезпечення технологічних характеристик ґрунту при його механізованому обробітку. Виходячи з результатів своїх досліджень та натурних випробувань В.П. Горячкін дійшов висновку, що клиноподібна форма робочого органу ґрунтообробної установки є єдиною для ефективної роботи, а отже сумарні дискретні впливи кожного окремого випадку будуть описувати вплив ґрунтообробного знаряддя.

Поширення саме клиноподібної форми робочих органів ґрунтообробних механізмів виправдано, оскільки рушійна сила T , яку треба застосувати до устаткування значно менше за нормальний тиск α_1 на пласт ґрунту від його робочої поверхні (рис. 3.9).

Рисунок 3.9 – Схема дії сил клинового робочого органу ґрунтообробного знаряддя

Збільшення реакції α пропорційно пов'язано із зменшенням кута α :

$$\alpha_1 = \sin \alpha$$

□

3.2

Характер деформування ґрунту, що обробляється, безпосередньо залежить від його фізико-механічних характеристик, нахилу клиноподібної робочої поверхні робочого органу під дією реакції α_1 .

Рисунок 3.10. – Схема впливу клиноподібного робочого органу ґрунтообробного механізму на піщаний ґрунт

Зсув є переважаючим видом деформації при обробітку піщаних ґрунтів. Під час руху клиноподібного робочого органу ґрунтообробної машини між положеннями I та II утворюється площина ковзання вздовж лінії *OA* через переуцільнення масиву матеріалу із-за послідовного зміщення часток *a* та *б*.

Процес описаний вище призводить до переміщення пласту ґрунту по похилій площині робочого органу вгору (рис. 3.10).

При обробленні задернілих ґрунтів та вологих суглинків якась одна переважаюча деформація не виникає. У зазначеному вище випадку виникають зсув та згин, при цьому утворюється пласти ґрунту з ненаскрізними тріщинами, які рухаються вздовж похилої площини робочого клиноподібного органу догори (рис. 3.11, а).

Рисунок 3.11. – Схема впливу клиноподібного робочого органу ґрунтообробного механізму ґрунт:

- а) в'язко-сипкий;
- б) пересохлий та твердий

При обробітку сухих ґрунтів, що мають високу твердість деформація пластів відбувається хаотично з відколюванням окремих грудок, та поширенням нижче дна борозни.

У просторовому представленні можна сформулювати чотири елементарні форми простого плоского лину (рис. 3.12).

Рисунок 3.12. – Схема впливу косої поверхні робочого органу на механізм ґрунтообробки:

- а) перший випадок елементарного клину; б) другий випадок елементарного клину; в) третій випадок елементарного клину; г) випадок поєднання попередніх типів

У першому випадку елементарний клин має робочу площину грані $ABCD$ і опорну частину $EFBC$ (рис. 3.12, а). Ребро BC утворює ріжучу кромку, яка відділяє пласта ґрунту, що обробляється з подальшим підйманням вздовж похилої відносно горизонту площини $ABCD$, при якому відбувається його подрібнення, яке пропорційно куту α , тому він називається «кутом подрібнення». Другий випадок (рис. 3.12, б) елементарного клину є повернутим на 90° перший випадок, тому відділення пласту ґрунту відбувається у вертикальній площині відносно горизонту, при якому він зазнає згину та боковому зсуву. Кут γ є кутом зсуву.

У третьому випадку елементарно клину (рис. 3.12, в) робоча площина $A_2B_2C_2D_2$ при опорі $C_2D_2E_2F_2$. Для досягнення повного повороту пласту ґрунту кут β повинен мати безкінечну кількість значень діапазону нахилу, так як він задає здатність клину до перевертання відокремленого пласту при обробітці.

Для ефективного обробітці ґрунту робочі органи ґрунтообробного устаткування повинні мати всі вищенаведені властивості трьох елементарних

клинів, тому існує випадок, який поєднує можливості наведених форм, та досягається шляхом їх поєднанням і та приведенням в початок координат (рис. 3.12, г).

Умовами збільшення кута подрібнення α є перетин робочої грані $A_1B_1C_1$ з

кутом α_1 та $A_2B_2C_2$ з кутом α_2 при дотриманні умови $\alpha_2 > \alpha_1$, в результаті

отримаємо ламану площину кут подрібнення стало збільшується вздовж всієї робочої площини (рис. 3.13, а). Обмеження клину останнього випадку лінією та подовження площини в сторону суміжного квадрата з обмеженням борозенного зрізу отримуємо робочу поверхню плуга (рис. 3.13, б). При нескінченній кількості подібних маніпуляцій отримуємо увігнуту площину робочого органу, а саме циліндричну.

Рисунок 3.13. – Схема формування циліндричної поверхні косої тригранного клину:

- а) отримання ламаної поверхні з плоскими гранями; б) отримання увігнутої робочої поверхні;

При використанні зазначеного вище типу клину можна отримати варіації поверхонь ґрунтообробних знарядь з урахуванням їх призначення та необхідних параметрів.

Раціональна формула В.П. Горячкіна

Для встановлення рушійного зусилля ґрунтообробного знаряддя автор сформулював універсальний вираз заснований на вивченій ним закономірності між основними параметрами установки та опором, який виникає при її роботі. Оскільки вираз приведений у раціональному вигляді, то і формула отримала назву «раціональна формула В.П. Горячкіна», та наведена в кінцевому вигляді наступним чином:

$$P = P_1 + P_2 + P_3 = P_1 + P_2 + P_3 + P_4 + P_5 + P_6,$$

3.3

де P – коефіцієнт тертя;

P_1 – сила тяжіння;

P_2 – коефіцієнт питомого опору;

L, B – лінійні розміри пласту;

P_3 – коефіцієнт, що враховує форму відвалу та фізико-механічні властивості ґрунту, що обробляється;

ρ – щільність ґрунту, що обробляється;

V – швидкість переміщення ґрунтообробного знаряддя.

Перша частина виразу P_1 враховує опір:

- привідних механізмів рушіїв ґрунтообробної установки;
- безпосередньо робочих органів ґрунтообробного знаряддя.

Друга частина формули P_2 описує деформаційні параметри пласту ґрунту, що обробляється. Третя частина P_3 описує опір, що передається на робочу поверхню ґрунтообробного знаряддя від утвореного пласту при її переміщенні у робочому положенні продовж одиниці часу.

Виходячи із наведеного вище можна розрахувати коефіцієнт корисної дії плуга:

$$\eta = \frac{P_3}{P_1 + P_2 + P_3 + P_4 + P_5 + P_6}$$

$$\eta_{пл} = \frac{P_3}{P_1 + P_2 + P_3 + P_4 + P_5 + P_6}$$

3.4

Отриманий результат не може бути об'єктивним, оскільки не враховує ряд факторів, таких як затуплення ріжучої кромки робочого органу, тертя польових дошок, тому об'єктивно прийнято вважати ККД одного плуга рівним 70%.

Обґрунтування вдосконалення оборотного механізму

Для проведення дослідження з метою модернізації обрано плуг Lemken Opal 110 (рис. 3.14).

Рисунок 3.14 – Схема поворотного пристрою плуга виробництва “Lemken”: 1 – привідне колесо рушійної машини; 2 – циліндри гідравлічної системи; 3 – просторова рама установки; 4 – вал кріплення корпусів; 5 – корпуси плуга; 6 – система амортизації рушійної машини

При задіянні гідравлічної системи установки циліндри (рис. 3.15) виконують обертання корпусів плугу, причому виштовхуючи рухи виконує перший циліндр, а поступаючи другий.

Рисунок 3.15 – Загальний вигляд гідравлічних циліндрів установки

Зазначений принцип роботи розкриває основний недолік такого рішення, що полягає в збільшенні маси установки за рахунок використання двох гідравлічних циліндрів, що в свою чергу призводить до збільшення маси та складності гідравлічної систем загалом.

Після вивчення літературних джерел було обрано поворотний механізм АС №1696824 (рис. 3.16), як оптимальний до використання, оскільки його застосування при модернізації установки нівелює описаний вище недолік конструкції плуга Lemken Opal 110.

Рисунок 3.16 – Будова поворотного механізму АС №1696824: 1 – корпус; 2 – шланги гідравлічної системи; 3 – гідравлічний циліндр; 4 – мала вісь; 5 – стійка; 6 – кришка; 7 – вал обертання; 8 – перехідник; 9 – стопорний гвинт; 10 – коромисло; 11 – вісь; 12 – стійка; 13 – підшипник; 14 – коловий паз; 15 – стопор; 16 – обмежувач

Послідовність технологічного циклу механізму починається з початкового положення, яке може бути правим чи лівим (для опису розглянемо ліве), при якому обмежувач обертання валу взаємодіє з лівим упором, при цьому поворотний плуг, який закріплений на валу обертання через перехідник, перебуває зліва від повздовжньої вертикальної площини. При нижньому

положенні штока гідравлічного циліндра обертання валу обмежене тиском гідравлічної рідини в ньому, та обмежувачем, який в свою чергу взаємодіє з коловим пазом. В такому положенні вісь коромисла перебуває у початковому положенні під кутом до горизонтальної площини, при цьому наявний зазор між ним та коловим пазом, що складає 2 мм. З початком роботи гідравлічної системи починає переміщення коромисло під дією руху поршня гідравлічного циліндра, який через шарнірно-важільний механізм рухає його вздовж зазору до упору в його торці. В результаті процесу писаного вище відбувається обертання валу механізму разом із поворотним плугом до досягнення поршнем гідравлічного циліндра свого кінцевого положення (здійснить повний хід), при цьому відбувається його поворот на 90°.

При досягненні мертвої точки ходу гідравлічного циліндру виникає ексцентриситет між центром маси та віссю, що створює перекидний момент, який переміщує механізм з лівою сторони відносно поздовжньої вертикальної осі в праву. При подачі гідравлічної рідини в верхню частину циліндру починається послідовність описаних вище дій у зворотному порядку, та при досягненні обмежувачем правого упору приводить механізм у початкове положення, після чого він готовий до наступного циклу.

Конструкція поворотного механізму, що пропонується має ряд переваг відносно типового виконання:

- зменшення масо-габаритних параметрів;
- спрощення конструкції;

- зменшення витрат праці при обслуговуванні.

Для впровадження запропонованої конструкції виконаємо розрахунок гідравлічного циліндру та підшипника.

- Теоретичний розрахунок елементів плуга

Розрахунок гідравлічного циліндру

Для перевірки параметрів обрано стандартний гідравлічний циліндр Ц– 75/4 з наступними параметрами:

- внутрішній діаметр – 75 мм;
- повний хід поршня – 200 мм;
- діаметр штока – 30 мм;
- номінальний тиск – 100 кгс/см²;
- номінальне зусилля – 4 тн.

Маса установки складає 2,5 тн. Визначаємо вагу відповідно до формули

(3.5):

$$M = m \times g,$$

(3.5)

де M – маса установки;

g – прискорення вільного падіння.

Отримаємо:

$$M = 2500 \times 9,81 = 24525 \text{ Н.}$$

Робочий тиск обчислюємо за формулою:

$$p = \frac{4 \times M}{\pi \times d^2}$$

π

(3.6)

π

π

Отримуємо:

$$4 \times 24525$$

$$\sigma = 3,14 \times (75 \times 10^3)^2 = 55,5 \text{ кПа}$$

Вибір підшипників

Для застосування обрано радіальний підшипник №46106, з наступними параметрами: $d = 80 \text{ мм}$, $D = 95 \text{ мм}$; $B=T=13 \text{ мм}$, $C=11200 \text{ Н}$, $C_0=8030\text{Н}$, $n=12500 \text{ хв}^{-1}$, $m=0,18 \text{ кг}$.

Беручи до уваги різноспрямовані навантаження та особливості середовища експлуатації, встановимо розрахункове навантаження відповідно до формул:

$$F_{\text{р}} = (F_{\text{т}} \cdot K_{\text{т}} + F_{\text{р}} \cdot K_{\text{р}}) \cdot K_{\text{б}} \cdot K_{\text{т}} \quad (3.7)$$

$$F_{\text{а}} = (F_{\text{т}} \cdot K_{\text{т}} + F_{\text{р}} \cdot K_{\text{р}}) \cdot K_{\text{б}} \cdot K_{\text{т}} \quad (3.8)$$

де $F_{\text{р}}$ та $F_{\text{т}}$ – спрямовані до осі радіальні сили;

$K_{\text{т}}$ та $K_{\text{р}}$ – коефіцієнти, що застосовуються до осьового та радіального навантаження і складають 0,5 та 0,43 відповідно при розрахунку кулькового підшипника;

$K_{\text{б}}$ – коефіцієнт, що враховує обертання кільця підшипнику, для зовнішнього складає 1,2, для внутрішнього 1.

$K_{\text{т}}$ – коефіцієнт, що враховує режим роботи механізму, у нашому випадку складає 1, режим робіт спокійний.

$K_{\text{т}}$ – коефіцієнт, що враховує температурні деформації механізму під час роботи, складає 1 для обраного підшипника зі сталі ШХ 15.

Отже, отримуємо:

$$F_{\text{р}} = (0,5 \cdot 1 \cdot 849,1 + 0,43 \cdot 625,1) \cdot 1 \cdot 1 = 693,3 \text{ Н}$$

$$F_{\text{а}} = (0,5 \cdot 849,1 + 0,43 \cdot 625,1) \cdot 1 \cdot 1 = 693,3 \text{ Н}$$

Розрахунок зварного з'єднання

Оскільки кронштейн кріпиться до рами механізму методом електродугового зварювання, то виконаємо розрахунок міцності стикового з'єднання на розрив відповідно розрахунковій схемі (рис. 3.17).

Рисунок 3.17 – Розрахункова схема зварного з'єднання

Вихідні дані до розрахунку: $F=2600 \text{ Н}$, $M=1012 \text{ Н}\cdot\text{м}$, $\sigma_p=136 \text{ МПа}$. Розрахунок перевірки зварного з'єднання виконується відповідно формулі:

$$\sigma = \sigma + 6 \cdot \sigma \leq \sigma$$

), (3.9)

$$P \quad \sigma \cdot \sigma \quad \sigma \cdot \sigma^2 \quad P$$

де σ – товщина контрольного зразку;

σ – протяжність зварного з'єднання;

σ , σ – навантаження, що діють на контрольний зразок.

Отже, отримаємо:

$$\sigma_p = \frac{2600}{0,020 \cdot 0,125} + \frac{6 \cdot 1012}{0,020 \cdot 0,125^2} = 20627096 \text{ Па} = 20,6 \text{ МПа},$$

$$20,6 \text{ МПа} \leq 136 \text{ МПа}.$$

Відповідно до отриманих розрахунковим методом даних міцність зварного з'єднання забезпечується.

- Охорона праці

В залежності від тривалості та потужності дії на організм людини, фактори виробництва можуть представляти небезпеку або шкоду для здоров'я. У разі миттєвого впливу спричинена дія є небезпечною, у разі тривалої дії – шкідливою.

Небезпечними вважають фактори, що відповідно до умов праці можуть спричинити травми або інші негативні наслідки для здоров'я працівника.

Шкідливим вважають фактори, що за певних умов праці можуть призвести до захворювань працівника або до погіршення його здатності виконувати свої обов'язки.

Відповідно до державного стандарту природа впливу негативних факторів класифікується на фізичну, хімічну, біологічну та психофізіологічну.

Охорона праці на виробництві має на меті оцінку умов праці персоналу, чинників впливу елементів виробничого процесу на здоров'я та безпеку працівника.

Під час експлуатації сільськогосподарських машин та виконання технологічних процесів на підприємствах працівники можуть опинитися у небезпечних зонах. Небезпечним фактором виробництва вважають той, що його вплив на працівника призводить до його травмування чи різкого погіршення здоров'я.

Для забезпечення зменшення кількості небезпечних факторів та дій під час виконання певних видів робіт використовується метод логічного моделювання можливих ризиків.

Виконаємо логічну схему теоретично можливих небезпечних факторів, що можуть гіпотетично виникати та зазнавати впливу на працівників задіяних при механізованому обробленні угідь у табличній формі (табл. 4.1)

Таблиця 4.1 – Логічне моделювання небезпечних ситуацій при механізованому обробленні ґрунту

№ з/п

Технологічна операція

Умова, що становить
небезпеку

Небезпечна дія

Небезпечна ситуація

Гіпотетичні небезпечні
наслідки

1

Регулювання установки

Невідповідність механізму технічним
регламентам

Проведення робіт в стиснених
умовах

Обвал конструкцій установки на
персонал

Виробниче травмування

Використання несправного устаткування

Понаднормове закручування гвинтів

Зміна геометричних параметрів
устаткування

Виробниче травмування

2

Обслуговування робочого пристрою

Невідповідність інструментів чинним
регламентам

Сходження стійок

Травмування кінцівок обслуговуючого
персоналу

Виробниче травмування

3

Переміщення установки для проведення робіт

Несправність зчіпного пристрою

Переміщення до місця виконання

робіт

Втрата цілісності агрегату

Аварійна ситуація

Неуважність

оператора установки

Недотримання

швидкісного режиму

Перекидання агрегату

Аварійна ситуація

4

Зчеплення установки з

рушієм

Понаднормовий ухил поверхні

майданчику

Зчеплення

Зіткнення рушія і установки

Аварійна ситуація

5

Налагодження в

польових умовах

Не виконання фіксації рушію

Самовільний рух трактору

Наїзд на робітника
Виробниче травмування

6

Виконання робіт

Засмічення робочого органу установки

Виконання очищення на ходу

Потрапляння кінцівок робітника в зону дії робочого
органу

Аварійна ситуація, виробниче травмування

7

Заправлення трактора

Наявність відкритого вогню під час операцій

Заправка трактора

Куріння

Аварійна ситуація, виробниче травмування,
опіки

8

Буксирування рушію

Застосування несправного зчіпного
пристрою

Втрата цілісності зчіпного
пристрою

Пошкодження кабіни трактора

Виробниче травмування

9

Обслуговування рушія в полі

Працюючий двигун

Демонтаж вузлів гідравлічної
системи

Розбризування гідравлічної рідини

Виробниче травмування

Самовільне переміщення трактора

Наїзд на робітника

Аварійна ситуація, виробниче

травмування

За допомогою методу логічного моделювання небезпек, аварійності та травматизму розробляється система керування безпекою життєдіяльності працівників, що ґрунтується на оперативному виявленні виробничих небезпек,

їх глибокому логічному аналізу та невідкладному розробленні заходів для усунення потенційних загроз ще до виникнення травмонебезпечних ситуацій. Акцент на конкретному наборі небезпек буде різнитися у кожному господарстві через відмінності в рівні матеріально-технічного забезпечення.

Причинами вказаних наслідків можуть бути порушення правил техніки безпеки, невиконання працівниками своїх обов'язків (які дії або бездіяльність призвели до небезпечних наслідків), а також непередбачувані випадкові обставини, які неможливо передбачити і уникнути. Крім людського фактору, значний вплив на безпеку проведення робіт має стан інструменту та безпосередніх технічних засобів.

Відповідно до чинного законодавства в галузі охорони праці розробка інструкцій щодо виконання робіт покладається на керівників структурних підрозділів, структура та її зміст має відповідати відповідним вимогам спеціального положення.

Загальні положення:

- Працівники без проходження інструктажу на робочому місці до роботи не допускаються;
- Несправні машини і механізми до роботи не допускаються;

- При виконанні робіт по технічному обслуговуванні чи спорядженні ґрунтообробної установки не допускається захаращення місця проведення робіт;

- При виконанні технічного обслуговування чи спорядження ґрунтообробних установок не допускаються сторонні особи в місця проведення робіт;

- Керувати роботами по технічному обслуговуванню чи спорядженню ґрунтообробних механізмів повинен безпосередньо відповідальна особа, що призначається заздалегідь;

- Місце проведення робіт повинно бути забезпеченим засобами первинної медичної допомоги, засобами індивідуального та колективного захисту (за

потреби), засобами пожежогасіння;

- Робітники, що пройшли інструктаж та допущені до виконання робіт особисто відповідають за слідування вимогам техніки безпеки, пожежної безпеки та промислової санітарії.

Заходи з охорони праці до початку виконання робіт:

- Режим початку та завершення робіт встановлюється правилами внутрішнього розпорядку підприємства на якому виконується роботи;

- Працівники обов'язково мають бути забезпечені спецодягом та засобами індивідуального захисту (ЗІЗ);

- Спецодяг повинен бути застібнутий на всі наявні на ньому гудзики;

- Трактор має відповідати всім регламентам стосовно відповідного транспортного засобу, бути обладнаний дзеркалам колового огляду та справними освітлювальними приладами включно з вказівниками повороту;

- Транспортні засоби з несправної гальмівною системою та механізмами фіксації в нерухомому положенні до виконання робіт не допускаються;

- Спорядження трактора з несправним зчпним пристроєм заборонено;

- Працівники повинні дотримуватись вимог промислової санітарії та особистої гігієни;

Вимоги безпеки при виконанні робіт в полі:

- Виконання ґрунтообробних робіт виконується у відповідності до плану, який заздалегідь затверджує відповідальна особа;
- Використання обмежувальних пристроїв при спорядженні ґрунтообробних машин є обов'язковим;
- До проведення налагоджувальних робіт устаткування необхідно перевіряти надійність встановлення упорів;
- При роботі з мінеральними добривами робітники повинні використовувати відповідні ЗІЗ;
- Не дозволяється виконувати налагоджувальні роботи несправними інструментом;
- Забороняється заходити та залишати трактор під час руху;
- Категорично забороняється виконувати будь-які пуско-налагоджувальні роботи за працюючого двигуна та при перебуванні установки у піднятому положенні;
- Поопераційна перевірка спорядженого трактора при виконанні робіт обов'язкова;
- Заправка трактора виконується за допомогою спеціалізованої насосної станції, відкрите заливання пального заборонено;
- Технічне обслуговування машин і механізмів виконується у спеціально пристосованих для цього місцях відповідно до чинного регламенту у надійно зафіксованому положенні при дезактивованій гідравлічній системі;
- Категорично забороняється виконувати будь-які ґрунтообробні роботи на територіях де проходили активні бойові дії без дозволу ДСНС;
- При виявленні вибухонебезпечних предметів зупинити агрегат та викликати представників ДСНС, обмежити доступ місця знахідки до приїзду вибухотехніків;
- При виявленні вибухонебезпечних предметів категорично заборонено ї переміщати або доторкатися до них.

Вимоги техніки безпеки після завершення робіт:

- Виконувати очищення робочих органів установки спеціальним приладдям до виїзду за межі угіддя;

- Керуватись правилами дорожнього руху при переміщенні до місця базування;
- Доповісти відповідальній особі про перебіг робіт та виявлені недоліки чи несправності ґрунтообробного агрегату (за наявності);
- Дотримуватись правил особистої гігієни після виконання робіт.

Заходи при настанні нещасного випадку чи аварійної ситуації:

- При настанні нещасного випадку необхідно негайно припинити роботи, вимкнути двигун машини та поінформувати відповідального керівника, надавати викликати швидку медичну допомогу та надавати першу медичну допомогу до її приїзду;
- При виникненні займання чи пожежі застосувати наявні засоби пожежогасіння або викликати підрозділ ДСНС при відсутності можливості локалізувати вогонь власними силами

- Техніко-економічна оцінка пропонованих рішень

• Розрахунок економічної ефективності від впровадження пропонованої конструкції

Витрати на одиницю виробленої продукції ґрунтообробних установок визначаються відповідно до формули:

$$\square = \mathcal{Z} + \square + T_p + A,$$

(5.1)

де \mathcal{Z} – заробітна платня персоналу;

\square – затрати паливо-мастильних матеріалів;

T_p – витрати на утримання устаткування у справному стані;

A – амортизаційні відрахування.

Отже, отримаємо:

$$\square = 157,8 + 447 + 180,2 + 119,7 = 904,7 \text{ грн.}$$

Оплата праці робітників які задіяні на утриманні устаткування у робочому стані розраховується відповідно до формули:

$$\mathcal{Z}_m \cdot \square_m \cdot K_m \cdot \mathcal{Z}_p \cdot \square_p \cdot K_p$$

$$\mathcal{Z} = \quad ,$$

де: Z_M, Z_P – змінна тарифна ставка механізаторів;

\square_M, \square_P – чисельність механізаторів та допоміжного персоналу;

K_M, K_P – коефіцієнт заробітної плати задіяного персоналу;

\square_3 – тривалість зміни.

Отримаємо:

$$Z = \frac{483,3 \cdot 1 \cdot 3,2}{9,8}$$

= 157,8 грн.

Оплата визначається виходячи із мінімальної заробітної плати, що встановлюється державою та відповідно до тарифної сітки відповідного розряду працівника. Додаткова оплата праці може бути запроваджена безпосередньо на аграрному підприємстві за можливістю і бажанням власника або інвесторів.

Питома вартість паливно-мастильних матеріалів обчислюється за формулою:

$$\square = \square \cdot \square_{\Pi},$$

де \square – питома витрата ПММ;

\square_{Π} – ціна ПММ, що також включає змащувальні матеріали.

Отримаємо:

$$\square = 14,9 \cdot 50 = 745$$

грн

га

Питомі витрати на утримання агрегату в технічно справному, робочому стані обчислюються за формулою:

$$T_P = \frac{1}{100} \left(\frac{B_T \cdot V_T}{P_T} + \frac{B_{3ч} \cdot V_{3ч}}{P_{3ч}} + \frac{B_M \cdot \square_M \cdot V_M}{P_M} \right),$$

(5.4)

де $B_T, B_{3ч}, B_M$ – балансова вартість трактора агрегатованого ґрунтообробного знаряддя та машин із застосуванням коефіцієнту 1,1, грн.;

$V_T, V_{3ч}, V_M$ – відрахування на утримання задіяних машин і механізмів у робочому стані, %;

\square_M – чисельність задіяних машин, що входять до складу ґрунтообробного агрегату;

\square – питомий виробіток спорядженого агрегату, га/год;

$P_T, P_{3ч}, P_M$ – річне завантаження спорядженого агрегату, %.

Отримаємо:

$$T_P = 100 \cdot 1,4 \left(\frac{420000 \cdot 6,8}{1350} + \frac{398000 \cdot 27}{465} \right) = 180,2$$

грн

га

Амортизаційні відрахування визначаємо за формулою:

$$A = \frac{1}{100} \left(\frac{B_T \cdot a_3}{T_T} + \frac{B_{3ч} \cdot a_{3ч}}{T_{3ч}} + \frac{B_M \cdot \square_M \cdot a_M}{T_M} \right),$$

(5.5)

де $a_3, a_{3ч}, a_M$ – нормативні значення амортизаційних витрат, %.

Отримаємо:

1

$$A = 100 \cdot 1,4$$

$$420000 \cdot 19,5$$

$$1350 +$$

$$398000 \cdot 12,5$$

$$465) = 119,7$$

грн га

Виконавши розрахунки за формулами 5.2÷5.5 застосовуємо отримані результати для встановлення експлуатаційних витрат відповідно до формули 5.1.

Витрати по машино-тракторному агрегату обчислюються відповідно до формули:

$$K = \frac{B_T}{T_T} + \frac{B_{зч}}{T_{зч}} + \frac{B}{T_M} \cdot \square$$

$$\square \quad \square \quad T_T \quad T_{зч} \quad T_M$$

(5.6)

1

420000

398000

1,4

(

1350

$$\begin{aligned}
& + \\
& \qquad \qquad \qquad 465 \\
& \qquad \qquad \qquad 1 \\
& \qquad \qquad \qquad 420000 \\
& \qquad \qquad \qquad 398000 \\
& \qquad \qquad \qquad 1,4 \\
(& \qquad \qquad \qquad 1350 \\
& + \\
& \qquad \qquad \qquad 465 \\
& \qquad \qquad \qquad) = 833,6 \text{ грн.}
\end{aligned}$$

Зведені витрати по МТА визначаються із виразу:

$$B_3 = E + \square_{\square} \cdot \square_{\square},$$

(5.7)

де \square_{\square} – коефіцієнт показнику капіталовкладень 0,15.

Отримаємо:

карті.

$$B_3 = 904,7 + 0,15 \cdot 833,6 = 1029,7 \text{ грн.}$$

Загальний фонд заробітної плати розраховано та наведено у технологічній

Визначимо потребу в паливі відповідно до виразу:

$$\Pi_{\text{ПММ}} = \square \cdot \square, \tag{5.8}$$

де \square – питома потреба палива, кг/га;

\square – обсяг робіт, га.

Отримаємо:

$$\Pi_{\text{ПММ}} = 14,9 \cdot 100 = 1490 \text{ кг.}$$

Потреба в змащувальних матеріалах визначається за формулою:

$$\Gamma = \Pi_{\text{ПММ}} \cdot \square, \tag{5.9}$$

де \square – комплексна розцінка пального в якій врахована вартість змащувальних матеріалів.

$$\Gamma = 1490 \cdot 50 = 44700 \text{ грн.}$$

Витрати на утримання МТА в справному стані визначаються як відсоткове відношення до залишкової балансової вартості та розраховується відповідно до виразу:

$$T = \frac{B_{\text{кп}}}{P} \cdot 100' \tag{5.10}$$

де $B_{\text{к}}$ – залишкова балансова вартість всіх основних фондів задіяних на вирощуванні визначеної сільськогосподарської культури.

Отже, отримаємо:

$$T_p =$$

$$T_p =$$

$$22213,3 \cdot 6,8$$

$$= 1510,5 \text{ грн,}$$

$$\frac{100}{61112,3 \cdot 27}$$

$$= 16500,3 \text{ грн.}$$

$$\frac{100}{100}$$

Тобто, сумарні витрати на утримання основних фондів МГА складають:

$$T_p = 18010,8 \text{ грн.}$$

$$B_k = B \cdot \frac{T_k \cdot \square_M}{T_H},$$

(5.11)

де B – балансова вартість одної машини, грн.;

\square_M – кількість в агрегаті, шт.;

T_k – тривалість роботи при культивуванні визначеної культури, год.;

T_H – нормативна тривалість роботи продовж року, год.;

$$B_{ktr} = 420000 \cdot \frac{71,4}{1350} \cdot 1 = 22213,3 \text{ грн,}$$

$$B_{ktr} = 398000 \cdot \frac{71,4}{465} \cdot 1 = 61112,3 \text{ грн.}$$

Відповідно до виразу визначається балансова вартість машини:

$$B = 1,1 \cdot C_M,$$

(5.12)

Загальний час виконання робіт визначається шляхом складання відпрацьованих змін з урахуванням їх тривалості.

$$T_k = \sum 7 \cdot H_{zm} = 7 \cdot 10,2 = 71,4 \text{ маш. год.}$$

(5.13)

Амортизаційні відрахування визначаються відповідно до формули:

$$A = \frac{B_k \cdot a}{z},$$

де a – нормативний показник, %.

$$22213,3 \cdot 19,5$$

$$A_{\text{гр}} =$$

$$A_{\text{пл}} =$$

$$\frac{100}{100} = 4331,6 \text{ грн,}$$

$$61112,3 \cdot 12,5$$

$$\frac{100}{100} = 7639,1 \text{ грн.}$$

Відповідно сумарні амортизаційні витрати склали $A = 11970,7$ грн.

Вартість насінного матеріалу визначається виходячи із норми висіву та його вартості за формулою:

$$B_{\text{н}} = H_{\text{в}} \cdot C_{\text{н}} \cdot P_{\text{к}} = 160 \cdot 12 \cdot 100 = 192000 \text{ грн,}$$

(5.15)

де $H_{\text{в}}$ – нормативна маса висівного матеріалу на одиницю площі, 160 кг/га;

$C_{\text{н}}$ – ціна висівного матеріалу, 12 грн/кг;

$P_{\text{к}}$ – площа на якій культивується культура, га;

Вартість мінеральних добрив розраховується відповідно до норми внесення для обраної сільськогосподарської культури:

$$B_{\text{м}} = (H_{\text{о}} \cdot C_{\text{о}} + H_{\text{р}} \cdot C_{\text{р}} + H_{\text{к}} \cdot C_{\text{к}}) \cdot P_{\text{к}} = (50 \cdot 12 + 50 \cdot 7,9 + 50 \cdot 14,6) \cdot 100 = 172500 \text{ грн,}$$

(5.16)

де H – нормативна потреба в добриві, ц/га;

C – ціна мінерального добрива, грн/кг;

Витрати на гербіциди і інсектициди визначаються у відповідності до формули:

$$B_{\text{ззр}} = \sum \square_{\text{ох}} \cdot C_{\text{ох}} \cdot P_{\text{к}} = \sum \square 1,5 \cdot 270 \cdot 100 = 40500 \text{ грн,}$$

□-1 □-1

(5.17)

де: $\square_{\text{ох}}$ – витрата хімічних засобів і-того найменування, кг;

$\square_{\text{ох}}$ – ціна і-го хімічного засобу, грн/га;

Платню за використання пайових ділянок приймаємо у розмірі 1980 грн/га. Витрати на перевезення вантажів визначаємо із виразу:

$$T = O_T \cdot V_{\text{тк}} = 1212,5 \cdot 4,5 = 5456,3 \text{ грн,}$$

(5.18)

де O_T – загальна потреба у вантажоперевезенні, т.км:

$V_{\text{тк}}$ – вартість перевезення, грн/т.км.

Вартість інших витрат встановлюється у відсотковому співвідношенні до прямих витрат у розмірі 10% за виключення вартості висівного матеріалу та амортизаційних відрахувань:

$$I = ((3 + \Gamma + T_p + T + V_M + O + V_{\text{зр}}) \cdot 10) / 100 = ((24264,3 + 44700 + 18010,8 + 5456,3 + 172500 + 198000 + 40500) \cdot 10) / 100 = 50343,1 \text{ грн.}$$

(5.19)

Витрати на страхування основних засобів обчислюються як відсоткове співвідношення до суми прямих та інших витрат за виключенням амортизаційних відрахувань:

$$I = ((3 + \Gamma + T_p + T + V_M + O + V_{\text{зр}} + I) \cdot 7) / 100 = ((24264,3 + 44700 + 18010,8 + 5456,3 + 172500 + 198000 + 40500 + 50343,1) \cdot 7) / 100 = 52204,2 \text{ грн.}$$

(5.20)

Загальновиробничі витрати встановлюються як відсоткове відношення до прямих витрат за виключення амортизаційних відрахувань:

$$V_{\text{зв}} = ((3 + \Gamma + T_p + T + V_M + O + V_{\text{зр}}) \cdot 5) / 100 = ((24264,3 + 44700 + 18010,8 + 5456,3 + 172500 + 198000 + 40500) \cdot 5) / 100 = 34771,6 \text{ грн.}$$

(5.21)

- Розрахунок собівартості продукції

Визначення собівартості отриманої продукції встановлюємо відповідно до виразу використовуючи отримані раніше розрахункові дані:

$$I = 3 + \Gamma + T_p + T + B_M + O + B_{ззр} + O + C_T + I + B_{зв} = 24264,3 + 44700 + 11970,7 + 18010,8 + 5456,3 + 192000 + 172500 + 40500 + 198000 + 50343,1 + 52204,2 + 34771,6 = 844721 \text{ грн.}$$

(5.22)

Собівартість обчислюємо за формулою:

$$C = \frac{C}{V} = \frac{844721}{3000} = 281,6 \text{ грн,}$$

(5.18)

де V – валовий збір, що складає $V=30 \cdot 100=3000$ ц.

Використанні модернізованої ґрунтообробної установки підвищує ефективність культивування сільськогосподарської продукції та її якість.

Загальні висновки

У процесі розробки дипломного проекту на тему «Удосконалення процесу механізації основного обробітку ґрунту з розробкою конструкції оборотного плуга», було проведено аналіз роботи агрегату, що включає в себе трактор JohnDeere 7030 та оборотний плуг фірми «Lemken». Також були виконані економічні розрахунки.

Перша частина проекту включає детальний аналіз господарської діяльності з вирощування культури вівса, включаючи наявну техніку та структуру сільськогосподарських угідь.

Друга частина полягає у вивченні культури вівса як об'єкта виробництва та у виборі оптимального комплексу технічних засобів для її вирощування.

Третя частина проекту присвячена теоретичним основам роботи робочих органів агрегату, що складається з трактора JohnDeere серії 7030 та оборотного п'ятикорпусного плуга фірми «Lemken», а також проведенню розрахунків окремих конструктивних елементів.

У розділі охорони праці був проведений аналіз нормативно-правового забезпечення з охорони праці в господарстві, розроблена логічна модель виробничих небезпек при обробітку ґрунту та запропоновані відповідні рекомендації стосовно охорони праці для проведення визначеної операції.

Розрахунок собівартості продукції показав, що собівартість в господарстві становить 281,6 грн за 1 центнер виробленої продукції.

Список використаних джерел

- 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.
- Фурман В. М., Люсак А. В., Олійник О. В. Ґрунтозахисна контурно- меліоративна система землеробства: Навчальний посібник. – Рівне: НУВГП, 2016. – 215 с.
- Історія розвитку теорії і конструкції плуга (XIX – початок XX ст.): Навчальний посібник / Д. Г. Войтюк, В. А. Вергунов, О. С. Мудрук, З. А. Шквира; За ред. Д. Г. Войтюка. – К.: НАУ, 2006. – 143 с.; іл.
- Машини для обробітку ґрунту та внесення добрив. Навчальний посібник для студентів агротехнічних спеціальностей. / Сало В. М., Лещенко С. М., Лузан П. Г., Мачок Ю. В., Богатирьов Д. В. – Х.: Мачулін, 2016. – 244 с.: іл.
- Romanyuk N., Ednach V., Nukeshev S., Troyanovskaya I., Voinash S., Kalimullin M., Sokolova V. Improvement of the design of the plow-subsoiler-fertilizer to increase soil fertility. *Journal of Terramechanics*, Volume 106, 2023. Pp. 89–93. <https://doi.org/10.1016/j.jterra.2023.01.001>.
- Tarasenko B., Drobot V., Troyanovskaya I., Orekhovskaya A., Voinash S., Sokolova V., Maksimovich K., Galimov R., Lopareva S.. Research and development of a combined unit for tillage with a layer turnover. *Journal of Terramechanics*, Volume 99, 2022. Pp. 29–33. <https://doi.org/10.1016/j.jterra.2021.11.002>.
- Blednykh V.V., Svechnikov P.G., Troyanovskaya, I.P. Moldboard surface universalization of the ploughshare operating unit. *Procedia Engineering*, Volume 150, 2016. Pp. 1297–1302. <https://doi.org/10.1016/j.proeng.2016.07.297>.
- Findura P, Šindelková I, Rusinek R, Karami H, Gancarz M, Bartoš P. Determination of the influence of biostimulants on soil properties and field crop yields. *International Agrophysics*. 2022; 36(4): 351–359. doi: 10.31545/intagr/155955.

- Blednykh V.V., Svechnikov P.G., Troyanovskaya I.P. Tractor plough with repeated cutting angle on working elements. *Procedia Engineering*, Volume 206, 2017. Pp. 1577–1582. <https://doi.org/10.1016/j.proeng.2017.10.680>.

- Hamed F. A. Models designed to increase the work of reversible disc plough. *Asian Research Journal of Agriculture*, 2019.

<https://doi.org/10.9734/arja/2019/v11i330058>.

- Yin Ya., Guo Sh., Meng Zh., Qin W., Li B., Luo, Ch. Method and system of plowing depth online sensing for reversible plough. *IFAC-PapersOnLine*, Volume 51, Issue 17, 2018. Pp. 326–331. <https://doi.org/10.1016/j.ifacol.2018.08.199>.

- Baumhardt R. L., Jones O. R., Schwartz R. C. Long-term effects of profile-modifying deep plowing on soil properties and crop yield. *Soil Sci. Soc. Am. J.*, 72, 2008. Pp. 677–682. <https://doi.org/10.2136/sssaj2007.0122>.

- Bulgakov, V. et al. (2023). Theoretical Study of the Trajectory of Movement of a Ploughing Aggregate with a Reversible Plough on the Headlands. In: Pascuzzi, S., Santoro, F. (eds) *Farm Machinery and Processes Management in Sustainable Agriculture. FMPMSA 2022. Lecture Notes in Civil Engineering*, vol 289. Springer, Cham. https://doi.org/10.1007/978-3-031-13090-8_3.

ДОДАТКИ

Технологічна карта вирощування вівса