

**МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
ДНІПРОВСЬКИЙ ДЕРЖАВНИЙ АГРАРНО-ЕКОНОМІЧНИЙ
УНІВЕРСИТЕТ**

Інженерно-технологічний факультет

Кафедра тракторів і сільськогосподарських машин

П о я с н ю в а л ь н а з а п и с к а

до дипломної роботи
освітнього ступеня "Магістр"

на тему:

**Удосконалення технології вирощування пшениці
озимої з розробкою стенда для налагодження
сівалки**

Виконав: студент факультету, гр.МГМ-1-20
за спеціальністю 208 «Агроінженерія»

_____ Гайдаш Олег Віталійович

Керівник: _____ Кобець Анатолій Степанович

Рецензент: _____

Дніпро, 2021

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
ДНІПРОВСЬКИЙ ДЕРЖАВНИЙ АГРАРНО-ЕКОНОМІЧНИЙ
УНІВЕРСИТЕТ

Інженерно-технологічний факультет

Кафедра тракторів і сільськогосподарських машин

Освітній ступінь: "Магістр"

Спеціальність: 208 "Агроінженерія"

ЗАТВЕРДЖУЮ

Завідувач кафедри тракторів і
сільськогосподарських машин

(назва кафедри)

ДОЦЕНТ

(вчене звання)

_____ (підпис)

_____ (прізвище, ініціали)

„_____” _____ 20__ р.

З А В Д А Н Н Я
НА ДИПЛОМНУ РОБОТУ СТУДЕНТУ

_____ (прізвище, ім'я, по батькові)

1. Тема роботи _____

керівник роботи _____

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

затверджені наказом закладу вищої освіти від “ _____ ” _____ 20__ року

№ _____

2. Строк подання студентом роботи _____

3. Вихідні дані до роботи _____

4. Зміст розрахунково-пояснювальної записки (перелік питань, які потрібно розробити) _____

5. Перелік демонстраційного матеріалу _____

6. Консультанти розділів роботи

Розділ	Прізвище, ініціали та посада консультанта	Підпис, дата	
		завдання видав	завдання прийняв

7. Дата видачі завдання _____

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

№ з/п	Назва етапів дипломної роботи	Строк виконання етапів роботи	Примітка

Студент

_____ (підпис)

_____ (прізвище та ініціали)

Керівник роботи

_____ (підпис)

_____ (прізвище та ініціали)

АНОТАЦІЯ

Гайдаш О.В. Удосконалення технології вирощування пшениці озимої з розробкою стенда для налагодження сівалки/ Випускна кваліфікаційна робота на здобуття освітнього ступеня «Магістр» за спеціальністю 208 «Агроінженерія» (спеціалізація «Механізація рослинництва»). – ДДАЕУ, Дніпро, 2021. – 85 с.

В роботі проведено аналіз сучасних технологій вирощування пшениці озимої і розроблено технологію вирощування цукрових буряків для умов і на замовлення СФГ «Нове» Царичанського району Дніпропетровської області. Складено технологічну карту вирощування і визначено необхідний комплекс машин зі складанням графіків використання тракторів і сільськогосподарських машин.

Розроблена конструкція стенда для налагодження і регулювань сівалки для сівби зернових культур та проведені розрахунки основних параметрів і режиму його роботи.

Розроблені заходи з охорони праці можуть бути використані при проведенні інструктажів при вирощуванні озимої пшениці і підвищать рівень безпеки працівників при виконанні технологічних операцій.

Річний економічний ефект від застосування розробок на практиці становить 86480 грн., а затрати на розробку і впровадження окупаються протягом першого року використання.

Ключові слова: пшениця озима, технологія, сівалка, стенд, параметри, режим роботи, охорона праці, економічний ефект.

З М І С Т

В С Т У П.	7
1 СТАН ВИРОЩУВАННЯ ПШЕНИЦІ В ГОСПОДАРСТВІ І НАПРЯМКИ УДОСКОНАЛЕННЯ ТЕХНОЛОГІЇ.	10
1.1 Існуючий технологічний процес в СФГ «Нове».	10
1.2 Біологічні особливості озимої пшениці.	11
1.3 Програмування врожайності.	12
2 УДОСКОНАЛЕННЯ ТЕХНОЛОГІЇ ВИРОЩУВАННЯ ОЗИМОЇ ПШЕНИЦІ В УМОВАХ ГОСПОДАРСТВА.	16
2.1 Основний обробіток ґрунту.	16
2.2 Внесення добрив.	18
2.3 Сівба озимої пшениці.	10
2.4 Догляд за посівами.	26
2.5 Збирання озимої пшениці.	28
3 РОЗРОБКА ТЕХНОЛОГІЧНОЇ КАРТИ І ВИЗНАЧЕННЯ НЕОБХІДНОГО КОМПЛЕКСУ МАШИН.	30
3.1 Складання технологічної карти на виробництво озимої пшениці.	30
3.2 Обґрунтування складу агрегатів.	33
3.3 Вибір складу комплексу машин для виробництва озимої пшениці.	39
4 ОСНОВНІ АГРОТЕХНІЧНІ ВИМОГИ ДО СІВБИ ЗЕРНОВИХ КУЛЬТУР. .	41
5 РОЗРОБКА СТЕНДА ДЛЯ ТЕХНОЛОГІЧНОГО НАЛАГОДЖУВАННЯ СІВАЛОК.	43
5.1 Обґрунтування необхідності розробки стенда.	43

5.2 Технічні і технологічні вимоги до стенда	43
5.3 Конструктивний розрахунок деталей стенда.	45
6 ОХОРОНА ПРАЦІ.	56
6.1 Особливості умови праці в сільськогосподарському виробництві.	56
6.2 Вимоги до обслуговуючого персоналу і засобів захисту.	56
6.3 Вимоги до виробничого устаткування і технологічних процесів.	58
6.4 Рекомендації по поліпшенню умов праці.	60
7 РОЗРАХУНОК ЕКОНОМІЧНОЇ ЕФЕКТИВНОСТІ.	62
ЗАГАЛЬНІ ВИСНОВКИ І ПРОПОЗИЦІЇ.	69
СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ.	70
Д О Д А Т К И.	73

ВСТУП

Пшениця – основний хлібний злак в світі, середній об’єм виробництва якої становить 720 – 760 млн. тон [1, 2], споживання – 700 – 750 млн. тон (рис. 1 і рис. 2). При цьому створюються щорічні запаси об’ємом 215 – 280 млн. тон.

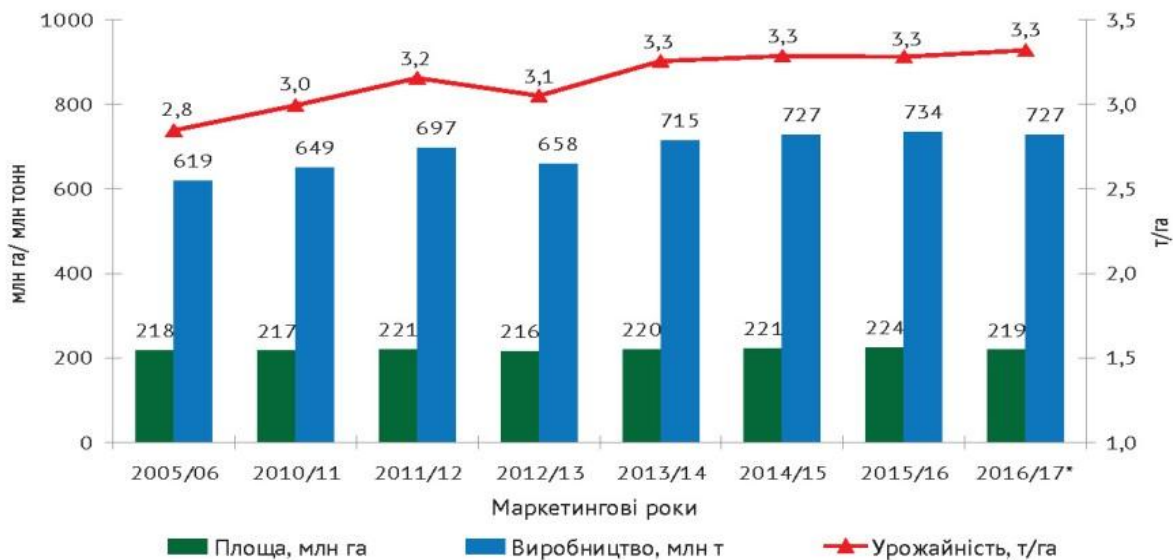


Рисунок 1 - Динаміка світового виробництва пшениці [1, 2]

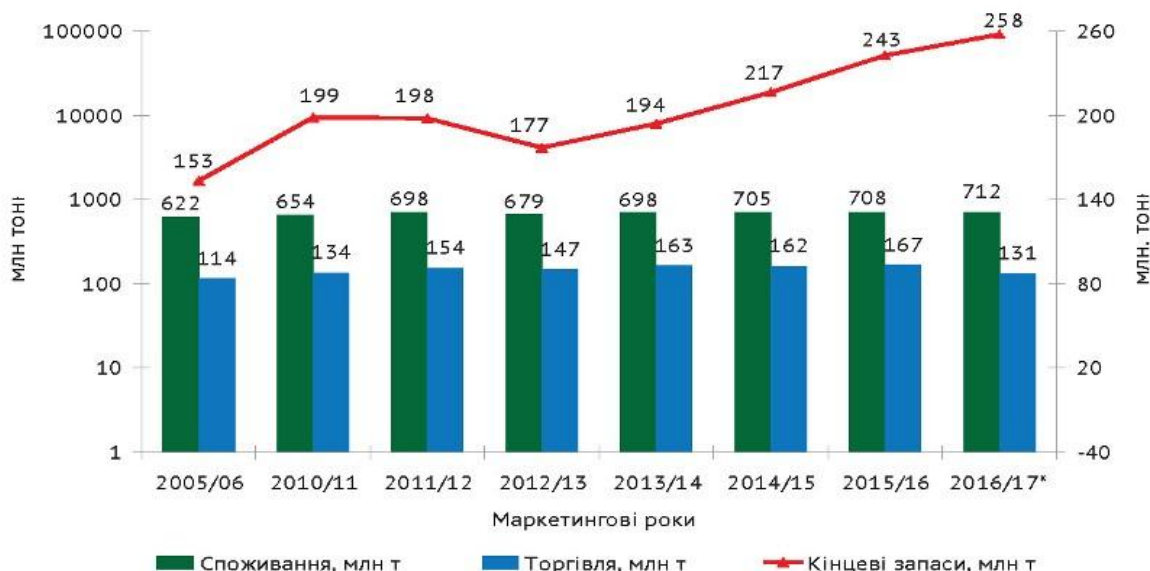


Рисунок 2 - Динаміка світового споживання пшениці [1, 2]

Найбільшим виробником пшениці в світі є Європейський союз – середній об’єм становить 137500 млн. тон. Друге місце займає Китай з показником в 128

млн. т.; на третьому місці знаходиться Індія - 99,7 млн. тон; далі - Російська Федерація - 71 млн. тон відповідно.

Середня урожайність пшениці в різних країнах і континентах різко відрізняється і залежить від багатьох факторів, в тому числі і від ґрунтово-кліматичних умов. Найвищі урожаї вирощуються при помірному кліматі (Центральна і Північна Європа). Так середній показник урожайності в Ірландії становить 9,54 т/га, а в Сомалі – 0,39 т/га. Світовий рекорд урожайності встановлено в 2017 р. в Новій Зеландії – 16,79 т/га.

Пшениця (в основному озима) належить до традиційних культур, що вирощується аграріями України. У структурі посівів пшениця займає в середньому близько 6 млн. га, що становить понад 22% усіх посівних площ (рис. 3) та майже 42% посівів зернових культур [2].

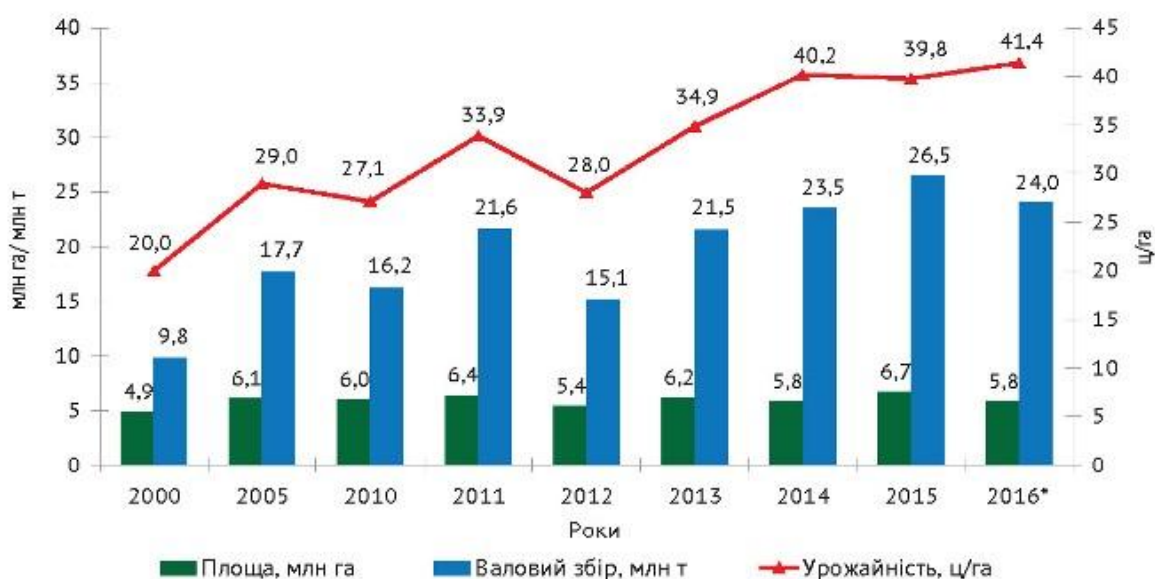


Рисунок 3 - Динаміка виробництва озимої пшениці в Україні [1, 2]

Основне виробництво цієї культури зосереджено в Одеській області та центральних регіонах України - Харківській, Дніпропетровській та Запорізькій областях. В 2021 році українські аграрії зібрали рекордний урожай ранніх зернових культур – майже 45 млн. тон. В тому числі – пшениці – 32,8 млн. т, ячменю – 10,94 млн. т, рапсу – 2,8 млн. т, гороху – 0,57 млн. т. Лідером на збиранні ранніх зернових стала Одеська область з показником 4,1 млн. т. По 3

млн. тон зерна намолотили в Дніпропетровській, Запорізькій, Миколаївській та Харківській областях [3].

Важливим фактором підвищення урожайності культури є програмування урожаю озимої пшениці, висока якість виконання всіх технологічних операцій, кожна з яких повинна бути направлена на збільшення урожайності цієї цінної культури з найменшими затратами.

Метою даної роботи є удосконалення технологічного процесу вирощування озимої пшениці на основі світового досвіду і наукових досліджень з використанням безполицевого обробітку ґрунту в умовах селянського фермерського господарства (СФГ) «Нове» Царичанського району Дніпропетровської області.

1 СТАН ВИРОЩУВАННЯ ПШЕНИЦІ В ГОСПОДАРСТВІ І НАПРЯМКИ УДОСКОНАЛЕННЯ ТЕХНОЛОГІЇ

1.1 Існуючий технологічний процес в СФГ «Нове»

Вирощування озимої пшениці в СФГ «Нове» передбачає всі технологічні операції, передбачені в технологічній карті.

При реалізації теперішнього механізованого процесу передбачено внесення добрив під основний обробіток ґрунту: органічних (при наявності) – 30 т/га; мінеральних – 10 т/га. При цьому урожайність озимої пшениці за три роки складає в середньому 37 ц/га.

В залежності від сівозміни і господарської необхідності в господарстві озиму пшеницю вирощують на площі 350–400 га. Частіше всього попередником під озимі приймають кукурудзу або соняшник. Зразу ж після збирання попередника проводять лушення та дискування ґрунту. Лушення виконують на глибину 6 – 8 см дисковими луцильниками. Як правило перед оранкою вносять мінеральні добрива, застосовуючи при цьому трактори МТЗ-80 і розкидачі мінеральних добрив 1РМГ-4. Неабияке значення має своєчасна заробка добрив, що не завжди проводиться і призводить до втрат поживних речовин.

Оранку проводять агрегатом в складі трактора Т-150 та плуга ПЛН-5-35. Після оранки проводять культивуацію культиваторами КПС-4 і зубовими боронами СС-1,0 в агрегаті з трактором Т-150К. Після культивуації проводять вирівнювання і ущільнення ґрунту. Цю операцію проводять як передпосівну агрегатом у складі трактора Т-150 і вирівнювача ВП-8. Посів проводять сівалками СЗ-3,6 в агрегаті з трактором Т-150.

При догляді за посівами озимої пшениці виконують наступні види робіт: боронування посівів, підживлення, боротьба з бур'янами і шкідниками. Боронування проводять середніми зубовими боронами поперек посівів або під кутом до них. Для захисту рослин від бур'янів та шкідників застосовують

обприскування агрегатом ЮМЗ-6Л і ОПШ-15 або самохідний обприскувач „Спрей-Куп”.

Збирання проводять двома способами: прямим комбайнуванням (80 % посівних площ) та роздільним. При прямому комбайнуванні застосовують комбайни Дон-1500.

Існуюча технологія та наявна техніка не відповідає сучасним агротехнічним вимогам прогресивної технології, що не дає можливості одержувати стабільні високі врожаї. Тому її слід удосконалити з врахуванням передового досвіду та пропозицій науковців з врахуванням особливостей пшениці і умов господарства.

1.2 Біологічні особливості озимої пшениці

Озима пшениця потребує високих вимог до умов росту. Насіння озимої пшениці має властивість рости при температурі $+1...+2^{\circ}\text{C}$. Швидко і одночасно з'являються паростки при температурі $+15 - +18^{\circ}\text{C}$.

Кущення в озимої пшениці починається приблизно через 15 днів після появи перших паростків, воно проходить восени і навесні. Для гарного кущення потрібна волога в верхньому шарі ґрунту. Різке підвищення кущення при внесенні азотних добрив та при посіві великим насінням. При відповідному часі посіву в пшениці восени розвивається 3-6 паростків.

Розвиток кореневої системи взаємопов'язаний з ростом підземної маси. При прийнятних умовах до підходу зими в озимої пшениці добре розвиваються первинні корені, що проникають на глибину 100 см та вторинна коренева система.

Вихід в трубку озимої пшениці починається в першій половині травня при температурі не нижче 10°C , поява колосків через 30-35 днів. Протяжність від весняного пробудження до появи колосків пшениці становить 70 днів. Цвіте

пшениця близько тижня, а формування, налив і дозрівання зерна продовжується ще 30-35 днів.

До ґрунту озима пшениця вимоглива, реакція ґрунтового розчину повинна бути близькою до нормальної, вологість достатньою. Гарна забезпеченість вологою, необхідна при проростанні насіння в останньому розвитку, а також в період від виходу в трубку до скошування пшениці. Але ж посухи озима пшениця переносе краще, ніж ярі хліби. Коренева система цієї культури має недостатню спроможність вичерпувати з ґрунту розчини.

При недостатці вологи та необхідних речовин восени кушення послаблюється. Але є при перевищенні азотного корму рослини переростають, зимостійкість знижується. Весною озима пшениця росте пізніше і повільніше, ніж ярі, при цьому після зимівлі потреба в азотних добривах дуже велика.

Сортовий склад озимої пшениці для господарства вибираємо у відповідності з перспективним планом заміни сортів - Богдана, Фортуна (селекції Миронівського інституту пшениці ім. В.М. Ремесла, НААН), Співанка та Комерційна (селекції Дніпровського аграрно-економічного університету), які мають хорошу зимостійкість, стійкість до шкідників та хвороб і високий біологічний потенціал.

1.3 Програмування врожайності

Для визначення максимально можливого врожаю необхідно знати показники кількості продуктивної вологи, що використовується при вирощуванні озимої пшениці, та коефіцієнт потреби води.

Величина ДВУ (т/га) визначається за формулою:

$$ДВУ = \frac{W}{K_{10}} \quad (1.1)$$

де W – запас продуктивної вологи, мм;

K_{10} – коефіцієнт потреби води.

Щоб визначити кількість продуктивної вологи для рослин, необхідно суму опадів помножити на 10 (1 мм опадів дорівнює 10 тонам води в розрахунку на 1 га) та отриманої величини враховуємо не виробничі витрати на стікання та випаровування.

По даним метеостанцій річна кількість опадів по господарству складає 490 мм. В розрахунку на гектар, кількість води складає $490 \times 10 = 4900$ т. Не виробнича витрата води на стікання та випаровування складає 30% від загальної її кількості тобто складає 1470 т. Таким чином, кількість продуктивної вологи в розрахунку на 1га складає: $4900 - 1470 = 3430$ т.

Кожна культура на утворення одиниці сухої речовини вимагає окремої кількості вологи. Цю величину води називають коефіцієнтом транспірації плюс вирощування з поверхні ґрунту. При цьому для розрахунку величини врожаю приймається коефіцієнт потреби води, що дорівнює транспірації плюс випаровування з поверхні ґрунту.

Для озимої пшениці:

$$K_{10} = 400$$

$$ДВУ = \frac{3430}{400} = 8.6 \text{ т/га}$$

Ми отримуємо 86 центнерів абсолютно сухої речовини. Очікуваний врожай біомаси при стандартній вологості буде складати 100 ц/га. При співвідношенні основної і побічної продукції озимої пшениці, рівному 1:1,3 можна очікувати отримання 45,0 центнерів зерна з гектару.

Розрахунок норм приводимо за допомогою балансового методу. коли враховується ефективність плодоношення ґрунту і коефіцієнт використання доступних елементів корму з ґрунту та добрив. що дозволяє краще забезпечити рослини елементами корму в оптимальному співвідношенні.

При розрахунку норм добрив на запланований урожай використовують формулу запропоновану „ВИУА” та „ВНИЕ” в модифікації І.С. Шатанова та М.К. Каюмова, яка при внесенні компосту має наступний вигляд:

$$D = \frac{(100 \cdot B) - (P_H \cdot K_H) - (P + K_H)}{K_y \cdot C} \quad (1.2)$$

де B – виніс елементів мінерального корму із запланованим врожаєм, ц/га;

P – вміст в ґрунті доступного потрібного розчину, кг/га;

K_y – коефіцієнт використання потрібного розчину добрив, кг/га;

K_H – коефіцієнт використання потрібних речовин ґрунту, %;

C – вміст діючих речовин в добривах, %;

P_H – важливі коефіцієнти використанні важливих речовин, %.

Розрахунок азотних добрив:

$B = 175$ кг/га; $P = 135$ кг/га; $K_y = 60\%$; $K_H = 34\%$; $C = 20,5\%$; $P_H = 180$ кг/га;
 $K_H = 20\%$.

$$D_N = \frac{(100 \cdot 175) - (180 \cdot 20) - (135 + 34)}{60 \cdot 20,5} = 672 \text{ кг} / \text{га}$$

Розрахунок фосфорних добрив:

$B = 655$ кг/га; $P = 150$ кг/га; $K_y = 20\%$; $K_H = 9\%$; $C = 18,7\%$; $P_H = 92$ кг/га;

$K_H = 35\%$.

$$D_{P_2O_3} = \frac{(100 \cdot 655) - (92 \cdot 35) - (150 + 9)}{18,7 \cdot 20} = 427 \text{ кг} / \text{га}$$

Розрахунок калійних норм добрив:

$B = 125$ кг/га; $P = 414$ кг/га; $K_y = 60\%$; $K_H = 12\%$; $C = 41,6\%$; $P_H = 160$ кг/га; $K_H = 50\%$.

$$D_{H_2O} = \frac{(100 \cdot 125) - (160 \cdot 50) - (414 + 12)}{60 \cdot 41.6} = -0.18 \mu / \text{ca}$$

Отже, з розрахунків видно, що калійних добрив в ґрунті знаходиться в надлишку, при цьому їх вносити не рекомендується.

2 УДОСКОНАЛЕННЯ ТЕХНОЛОГІЇ ВИРОЩУВАННЯ ОЗИМОЇ ПШЕНИЦІ В УМОВАХ ГОСПОДАРСТВА

Ефективним напрямком по підвищенню урожайності озимої пшениці являється впровадження інтенсивної технології її вирощування. Вона базується на використанні високоврожайних, стійких до полягання сортів, забезпечення нормальної кислотності ґрунтів та стабільної наявності поживних речовин в ній, інтегрованій системі захисту рослин. Інтенсивна технологія передбачає чітке додержання строків посіву та норми висіву, рівномірне внесення тукоsumіші і отрутохімікатів. Для забезпечення цих вимог використовують постійну технологічну колію.

2.1 Основний обробіток ґрунту

Система обробітку ґрунту залежить від попередника, загальних умов та погоди. Вона повинна забезпечити протиерозійну стійкість, збереження вологи, вирівнювання ґрунту та знищення бур'янів. При цьому потрібно враховувати рекомендації зональних систем землевпорядкування. Спосіб та кількість обробітку ґрунту сильно впливають на вологість посівного шару, на забрудненість і врожайність пшениці.

В дипломному проекті рекомендуємо обробіток розпочинати відразу після збирання попередника. Луцення проводиться дисковими луцильниками ЛДГ-15 на глибину 6-8 см. На полях забруднених корневими бур'янами проводиться два луцення: перше – дискове на глибину 6-8 см; друге – луцення на глибину 10-12 см. Орати потрібно через 2-3 неділі на глибину 25-27 см плугом з передплужником.

У весняно-літній період по мірі підростання бур'янів проводиться пошарова культивация, розпочинаючи з глибини 10-12 см і підводячи до 5-6 см. Всього проводиться три культивацияі.

При підготовці чорних парів в весняно-літній період загальні вимоги – боротьба з бур'янами, збереження і накопичення вологи до посіву озимих. Для більш дружнього проростання насіння і бур'янів в суху погоду проводиться культивування (окрім передпосівної) з прикочуванням. Для накопичення вологи в ґрунті, культивування можна замінити щілюванням. При обробці раннього пару оранка проводиться до 15 травня на глибину 20-22 см. Пізня оранка проводиться до втрати ґрунтом вологи і утворення великих грудок землі. В подальшому для посіву озимої пшениці ранній пар оброблюється так само, як і чистий пар.

Спосіб обробітку зайнятих парів залежить від умов погоди. Якщо після збирання попередника ґрунт вологий і при обробітку добре кришиться, можна застосовувати оранку на глибину 14-16 см.

Якщо при оранці утворюються великі грудки, то застосовують поверхневий обробіток (БДТ-7,0; БДТ-3,0 та ін.). Глибокий обробіток ґрунту (на 40 см) щілерізом забезпечує розпушення ґрунту. Безплужний обробіток забезпечує краще збереження вологи, більш дружню появу рослин та високу врожайність озимої пшениці.

Після кукурудзи та інших непарових попередників ґрунт оброблюється дисковими боронами (БДТ-7,0; ЛДГ-10) поверхнево на глибину 8-10 см. Перед посівом дискування замінюють плоскорізним обробітком (КПГ-250М) на глибину 12 см разом із щілюванням.

Метою передпосівної підготовки ґрунту є розпушення та вирівнювання. Передпосівна культивування проводиться плоскоріжучими робочими агрегатами на глибину 5-6 см з котками. Якісно підготовлене для посіву поле повинно бути вирівняним і містити грудочки ґрунту розміром від 1 до 5 см. Відхилення глибини обробітку від заданої не повинно перевищувати ± 1 см. Необхідно дотримуватись перекриття (15-20 см) між суміжними проходами. Ці методи дозволяють зберігати вологу і покращують якість посіву. Насіння висівають більш рівномірно і на відповідну глибину.

2.2 Внесення добрив

Озима пшениця добре відзивається на макро- і мікродобрива. Азот регулює ріст вегетативної маси рослин, визначає рівень врожайності і підвищує вміст протеїну в зерні. Азотні добрива вносяться в критичні періоди. Фосфор регулює швидкість дозрівання. Фосфорні добрива найбільш інтенсивно використовуються рослинами в перші 30-35 днів їх вегетації, тому рекомендується вносити в рядки при посіві. Калій покращує перезимівлю рослин, зменшує пошкодження посівів. Калійні добрива використовуються рослинами при внесенні їх під основний обробіток в повній нормі.

Мінеральні й органічні добрива вносять з розрахунком на отримання запланованого врожаю і рівня агротехнічних вимог. В проекті рекомендуємо господарству органічні добрива і повну норму фосфорно-калійних добрив вносити під основний обробіток ґрунту чорного і зайнятого парів.

Фосфорні і калійні добрива розкидають перед внесенням гною машинами 1РМГ-4, РУМ-8, а гній вносять безпосередньо перед оранкою. Норма гною 30 т/га. Вносять його рівномірно розкидачем ПРТ-10. Гній повинен бути перепрілим.

В чистих парах азоту достатньо для нормального осіннього росту озимих, тому азот не вноситься. В зайнятих парах і при паровому попереднику восени необхідно вносити азотні добрива (N_{30}), якщо в орному шарі мінімального азоту менше 30 кг/га (20% загальної норми).

Раннє весняне підживлення азотом (за допомогою наземної техніки по технічній колії) збільшує густину стебління, висоту і продуктивність рослин підвищуючи долю соломи у врожаї і дещо впливає на кількість зерна. Проводять її відразу після розтавання снігу в нормі 30 кг/га аміачної селітри.

На початку трубкуватості вноситься не менше 50% від всієї норми азоту. Це підвищує врожайність, підвищує кількість зерна, не збільшуючи виходу соломи. В фазі трубкуватості аміачну селітру вносять поверхнево машиною ОПШ-15. Розчини готуються в мобільних ємностях типу АПЖ-12.

2.3 Сівба озимої пшениці

При вирощуванні озимої пшениці за інтенсивною технологією до посівного матеріалу вимагають високі вимоги. Насіння повинно бути великим, важким (маса 1000 зерен не менше 40-50грамів) і однаковим, але за посівною якістю відповідним вимогам першого класу посівного стандарту. Це необхідно для забезпечення зберігання оптимальної густини продуктивних стеблин до збирання.

Найбільш повні посівні якості насіння відображає сила їх росту – здатність насіння давати в польових умовах дружні паростки і швидкий їх ріст. Силу росту встановлюють лабораторно при аналізі насіння в Державній насінневій інспекції. Рекомендуємо застосовувати насіння із силою росту не менше 80%.

Розміщення озимої пшениці по добрих попередниках при інтенсивній технології зароблення норми висіву встановлюють з розрахунку отримання за час збирання 500-600 продуктивних стеблин на 1м² – після чорних парів 3,5 млн схожих насінин першого сорту. Огріхи агротехніки (погана підготовка ґрунту, недостатня кількість добрив, пізній посів) не можна компенсувати збільшенням норми висіву. Встановлена тенденція до підвищення норм якості зерна при допустимому зниженні норми висіву.

Як ранні, так і пізні посіви при інтенсивній технології зароблення озимої пшениці ведуть до зниження врожайності. При ранніх посівах пшениця

переростає, витрачає багато поживних речовин на утворення змін вегетативної маси, така пшениця сильно пошкоджується грибковими хворобами, знижується зимостійкість рослин. Пізні посіви повільно утворюють кущі і укорінюються. мають низьку продуктивність.

Оптимальний строки посіву для зони, в якій знаходиться господарство – перша половина вересня в залежності від погодних умов. Передбачається посів на глибину 3 см. Цей посів найбільш прийнятний для рослин озимої пшениці, якщо в посівному шарі ґрунту знаходиться волога, в добре прогрітому ґрунті насіння дає дружні і повні сходи, рослини добре кущаться і вкорінюються.

Рекомендуємо господарству передбачити постійну колію при посіві для послідуочого внесення мінеральних добрив і обробітку хімічними засобами захисту рослин під час їх вегетації. Знаходження технологічної колії дозволяє значно підвищити якість агротехнічних робіт. При посіві з залишком колії 1800 мм є незадіяні дві смуги по 450 мм, при цьому використовують гусеничний трактор ДТ-75М в агрегаті з трьома сівалками СЗ-3,6 із зчіпкою СП-11.

Для залишку незасіяних смуг при технологічній колії 1800 мм на середній сівалці вимикають 6-й, 7-й, 18-й та 19-й висіваючий апарати сошників (над котушками закріплюють кришки з металу). При такій схемі сошники 8-й, 9-й, 16-й та 17-й йдуть за слідом трактора, на базі сівалки встановлюють розпушувальні лапи. Також збільшують стиснення пружини підвісок цих сошників. Технологічній колії 1800 мм відповідає розкидач мінеральних добрив 1РМГ-4 та оприскувач ОПШ-15.

Вибираємо робочу швидкість руху агрегату $V_p = 8.45 \text{ км/год}$ і відповідне їй номінальне тягове зусилля трактора $P_{крн} = 18,6 \text{ кН}$ на 3-й передачі.

Визначаємо питомий опір машини:

$$K_v = K_0 \left[1 + (V_p - V_0) \frac{\Delta C}{100} \right] \quad (2.1)$$

де K_0 – питомий опір машини про $V_0 = 5$ км/год., $K_0 = 1,3$ кН/м;

ΔC – темп збільшення питомого опору машини в залежності від швидкості агрегату, $\Delta C = 2\%$;

$$K_v = 1.3 \left[1 + (8.45 - 5) \frac{2}{100} \right] = 1.38 \text{ кН/м}$$

Визначаємо максимальну ширину захвату агрегату:

$$B_{\max} = \frac{P_{кр} - G_{mp} \cdot \sin \alpha}{K_v + g_e \sin \alpha + g_{cy} (f_{cy} + \sin \alpha)} \quad (2.2)$$

де g_e – відношення ваги сівалки до конструктивної ширини захвату,

$$g_e = \frac{G_e}{b_e} = \frac{13.8}{3.6} = 3.8 \text{ кН/м};$$

g_{cy} – відношення ваги зчіпки до конструктивної ширини захвату, для СП-11 $g_{cy} = 0,8 \text{ кН/м}$;

G_{mp} – вага трактора, $G_{mp} = 66,6 \text{ кН}$;

α – кут підйому, $\alpha = 1^\circ$;

$$B_{\max} = \frac{18,6 - 66,6 \cdot 0,0175}{1,38 + 3,8 \cdot 0,0175 + 0,8(0,2 + 0,0175)} = 11,03 \text{ м}$$

Визначаємо кількість машин в агрегаті:

$$П_H = \frac{B_{\max}}{b_c} = \frac{11,03}{3,0} = 3,68$$

Приймаємо $\Pi_H = 3$.

Визначаємо опір посівного агрегату:

$$R_a = (K_v + g_e \sin \alpha) b_c \cdot n_n + g_{uc} \cdot b_{cy} (f_{cy} \cdot \sin \alpha) \quad (2.3)$$

$$R_a = (11.38 + 3.8 \cdot 0.0175) 3.6 \cdot 3 + 0.8 \cdot 10.8 (0.2 \cdot 0.0175) = 15.97$$

Визначаємо коефіцієнт використання тягового зусилля:

$$\eta = \frac{R_a}{P_{кпрн} - G_{mp} \cdot \sin \alpha} \quad (2.4)$$

$$\eta = \frac{15.97}{18.6 - 66.6 \cdot 0.0175} = 0.92$$

Визначаємо довжину маркерів:

$$l_{np} = \frac{A - K_m}{2} + b_{ui} \quad (2.5)$$

$$l_{np} = \frac{10.65 - 1.33}{2} + 0.15 = 4.81$$

$$l_{лнв} = \frac{A + K_m}{2} + b_{ui} \quad (2.6)$$

$$l_{лнв} = \frac{10.65 + 1.33}{2} + 0.15 = 6.14$$

де A – відстань між крайніми сошниками, м;

K_m – колія трактора, м;

b_m – ширина міжрядь, м.

$$E = 4 \cdot b_c \cdot \Pi_H \quad (2.7)$$

$$E = 4 \cdot 3.6 \cdot 3 = 43.2$$

Визначаємо довжину шляху агрегату між заправками сівалки:

$$l_3 = \frac{10^4 \cdot V_n \cdot \rho_n \cdot \varphi_n}{U_n \cdot b_c} \quad (2.8)$$

де V_n – об'єм посівного ящика, м³;

ρ_n – об'ємна маса насіння, кг/м³;

U_n – норма висіву насіння, кг/га;

φ_n – коефіцієнт використання об'єму ящика.

$$l_3 = \frac{10^4 \cdot 0.212 \cdot 1100 \cdot 0.8}{60 \cdot 3.6} = 8637$$

$$l_3 = \frac{10^4 \cdot 0.453 \cdot 750 \cdot 0.8}{160 \cdot 3.6} = 4718.75$$

Визначаємо кількість між заправками сівалок:

$$P_{кр.с} = \frac{l_{зс}}{2L_p} \quad (2.9)$$

$$P_{кр.с} = \frac{4718,75}{2 \cdot 413,6} = 5,7 \approx 5$$

де L_p – робоча довжина гонів, м.

$$L_p = L - 2E = 500 - 2 \cdot 43.2 = 413.6 \text{ м}$$

$$P_{кр.т} = \frac{l_{зт}}{2L_p} \quad (2.10)$$

$$P_{кр.т} = \frac{8637}{2 \cdot 413,6} = 10,4 \approx 10$$

Визначаємо кількість зерна та туків на одну заправку:

$$Q_{заг} = \frac{2 \cdot L_p \cdot U_b \cdot b_c \cdot n_c \cdot n_{кр}}{10^4} \quad (2.11)$$

$$Q_{заг.с} = \frac{2 \cdot 413,6 \cdot 160 \cdot 3,6 \cdot 3 \cdot 5}{10^4} = 7,15$$

$$Q_{заг.м} = \frac{2 \cdot 413,6 \cdot 60 \cdot 3,6 \cdot 3 \cdot 10}{10^4} = 5,36$$

Визначаємо відстань по ширині гону від однієї заправки до іншої:

$$X = 2 \cdot B_p \cdot n_{кр} \quad (2.12)$$

$$X_c = 2 \cdot 10,8 \cdot 5 = 108 м$$

$$X_m = 2 \cdot 10,8 \cdot 10 = 216 м$$

Визначаємо коефіцієнт робочих ходів агрегату:

$$\varphi = \frac{L_p}{L_p + 6R + 2e} \quad (2.13)$$

де e – довжина виїзду апарату, м;

$$e = 0,5 \cdot l_a = 0,5 \cdot 12,54 = 6,27 м \quad (2.14)$$

де l_a – кінематична довжина апарату, м;

$$l_a = l_m + l_{зч} + l_c = 2,35 + 6,7 + 3,49 = 12,54 м \quad (2.15)$$

де l_m – довжина транспортеру, м;

l_c – довжина сівалки, м;

$l_{зч}$ – довжина зчіпки, м.

$$\varphi = \frac{413,6}{413,6 + 6 \cdot 10,8 + 2 \cdot 6,27} = 0,84$$

Визначаємо затрати часу на технологічний цикл:

$$t_{\text{ц}} = t_p + t_{\text{зч}} + t_{\text{нов}} + t_{\text{зм}} \quad (2.16)$$

$$W_{\Gamma} = \frac{W_{\text{зм}}}{T_{\text{зм}}} = \frac{27,5}{7} = 3,93 \text{ га/год.} \quad (2.17)$$

Визначаємо кількість транспортних засобів необхідних для обслуговування посівних агрегатів:

$$n_T = \frac{W_{\Gamma} \cdot U_{\text{дон}} \cdot t_0}{g_{\text{ме}}} \quad (2.18)$$

де t_0 – час повороту транспортного засобу, год.;

$g_{\text{ме}}$ – вантажопідйомність транспортного засобу, кг.

$$t_0 = \frac{S_p}{V_p} + \frac{S_x}{V_x} + t_{\text{ноч}} + t_{\text{раз}} \quad (2.19)$$

$$t_{\text{ноч}} = \frac{g_{\text{ме}}}{W_{\text{ноч}}} = \frac{3200}{60000} = 0,052 \text{ год} \quad (2.20)$$

$$t_{\text{раз}} = \frac{g_{\text{ме}}}{W_{\text{раз}}} = \frac{3200}{30000} = 0,12 \text{ год} \quad (2.21)$$

$$t_0 = \frac{3}{20} + \frac{3}{30} + 0,05 + 0,1 = 0,42 \text{ год}$$

$$n_T = \frac{3,93 \cdot 160 \cdot 0,4}{3200} = 0,08$$

Приймаємо $n_T = 1$

Визначаємо витрати палива на одиницю роботи:

$$g = \frac{G_{\text{ПП}} \cdot T_p + G_{\text{нх}} \cdot T_{\text{нов}} + G_{\text{ест}} \cdot T_0}{W_{\text{зм}}} \quad (2.22)$$

де $G_{пп}, G_{пх}, G_{ест}$ – витрата палива при роботі, на поворотах, на спусках, кг/год;

T_0 – час зупинок з працюючим двигуном, год.

$$T_0 = T_{ТО} + T_{нф} = 0,21 \cdot 0,5 = 0,51 \text{ год}$$

$$g = \frac{15 \cdot 3 + 9 \cdot 0,9 + 1,8 \cdot 0,51}{27,5} = 1,96 \text{ кг/га}$$

Визначаємо затрати часу та праці:

$$z_T = \frac{m}{W_{год}} = \frac{3}{3,93} = 0,76 \text{ год.}$$

де m – кількість осіб, що обслуговують агрегат.

Визначаємо час чистої роботи за один цикл:

$$t_p = \frac{2L_p \cdot \Pi_{кр}}{10^3 \cdot V_p} = \frac{2 \cdot 413,6 \cdot 5}{10^3 \cdot 8,45} = 0,5 \text{ год.}$$

Визначаємо час одного повороту:

$$t_{пов} = \frac{2\Pi_{кр}(6R + 2e)}{10^3 \cdot V_{пов}} = \frac{2 \cdot 5(6 \cdot 10,8 + 2 \cdot 6,27)}{10^3 \cdot 8,45} = 0,15 \text{ год.}$$

$$t_u = 0,5 + 0,13 + 0,15 + 0,09 = 0,87 \text{ год.}$$

2.4 Догляд за посівами

Догляд за посівами озимої пшениці передбачає боронування посівів, підживлення, боротьбу з бур'янами та шкідниками.

Боронування посівів потрібне для того, щоб зруйнувати поверхневу кірку, допустити кисень до кореневої системи рослин, тим самим покращити умови

Таблиця 2.1 - Основні операції, строки та агрегати по догляду за посівами озимої пшениці

Найменування операції	Строки внесення по фазах	Види і дози внесення мінеральних добрив і засобів захисту рослин	Марки застосованих машин
Перше підживлення азотними добривами	кущіння	Аміачна селітра 30-60 кг д.р./га	НРУ-0,5, РМГ-4 в агрегаті з Т-25, МТЗ-80
Внесення гербіцидів в суміші з фунгіцидами	кущіння	Діамин 0,3кг/га Байлетон 0,6л/га	ОП-1200 в агрегаті з МТЗ-80 або Спрей – Куп.
Внесення ретардантів	початок виходу в трубку	ТУР 6-7 кг/га, 100-150 л розчину на 1га	Спрей – Куп, ОП – 1200, “Темп”
Друге підживлення азотними добривами	початок виходу в трубку	Аміачна селітра або мочеви́на 60-90 кг д.р./га	1РМГ-4 в агрегаті з МТЗ-80
Внесення ретардантів в суміші з фунгіцидами	поява двох, трьох міжвузлів	ТУР 2кг/га Байлетон 0,6кг/га 350 л/га, 65л/га	Спрей – Куп, ОП-1200, “Темп”
Третє підживлення азотними добривами	початок колосіння	Аміачна селітра 40-60кг д.р. або 20% розчин карбонату 20 кг/га Байлетон 0,6 кг/га всього 200л/га, 65л/га	Спрей –Куп, НРУ-0,5 ОП-2000 з вузькими колесами в агрегаті з МТЗ-80 з вузькими задніми колесами

розвитку культурних рослин і зменшити випаровування вологи з верхніх шарів ґрунту. При догляді за озимою пшеницею використовують середні борони. Проходячи поперек посівів, необхідно слідкувати щоб рослина не пошкоджувалась і не засипалась землею.

Ранньовесняне підживлення азотом проводять по технологічним копіям, що збільшує густину стебел, висоту і продуктивність стебел. Це підживлення проводять зразу ж після зникнення снігу з поля в дозах згідно технологічної карти. Доза азоту, внесеного в осінь в дозах в фазі кущіння повинна відповідати не більше 30-35% норми. На початку виходу в трубочку вносимо не менше 50% всієї норми азоту. В процесі роботи повинні суворо дотримуватися вимоги

охорони праці. В цьому випадку слід прийняти до уваги : швидкість вітру, його напрямок, температуру та вологість повітря. Основні операції по догляду за посівами озимої пшениці знаходяться в таблиці 2.1.

2.5 Збирання озимої пшениці

Збирання врожаю відноситься до найбільш напруженого технологічного процесу сільськогосподарського виробництва. Озиму пшеницю, вирощену за інтенсивною технологією, можна збирати як роздільним способом, так і прямим комбайнуванням. Спосіб збирання обирають виходячи із того яка техніка є, особливості сорту, погодних умов та інших факторів. Термін збирання визначається окремо для кожного поля. Висота стерні при роздільному збиранні 15 – 20 см, в залежності від густоти і висоти рослин.

Для забезпечення максимально можливого збирання вирощеного врожаю з найбільш високою якістю зерна і при мінімально допустимих затратах праці та засобів необхідно виконати наступні технологічні і організаційні вимоги.

Суворо дотримуватись оптимальних агротехнічних строків збирання. Висота стерні повинна бути в межах 15-20 см. Валки повинні бути суцільними і рівними по допустимій товщині (10 – 25 см) і ширині (0,8 – 1,7 м). Маса 1 м валка повинна бути в межах 6-15 кг. Огріхи при скошуванні не допускаються. Тривалість підбирання валків не повинна перевищувати 6 – 7 днів. Втрати за під борщиком не повинні перевищувати 0,5 %, а за молотаркою – 1,5%. Пряме комбайнування застосовується на незабур'ячених ділянках, де зерно рослин повністю дозріло (вологість 15 – 20 %). Роздільним способом слід збирати в першу чергу нерівномірно достиглу площу схильну до обсіпання і вилягання, а також площі з великою кількістю бур'янів.

При скошуванні валки кладуть поперек посівів. Ширина прокосів між загінками повинна бути 4 – 5 м. Якщо загінка має довжину 500 – 700 м, то посередині її прокошують розвантажувальну смугу шириною 8 – 10 м.

При підбиранні валків регулюють висоту підбивального механізму таку, щоб валок підбирався без витрат.

Оптимальну поступальну швидкість руху комбайна, яка залежить від врожайності культури, визначаємо за формулою:

$$V_k = \frac{360 \cdot g_e}{B_p \cdot Q_3(1 + \beta)} \quad (2.23)$$

де V_k – оптимальна швидкість руху агрегату;

g_e – пропускна здатність машини;

B_p – робоча ширина захвату;

Q_3 – урожайність зерна, ц/га;

β - коефіцієнт солемистості.

$$V_k = \frac{360 \cdot 5}{6 \cdot 45(1 + 1,2)} = 3,03 \text{ км/год.}$$

Найбільш доцільно використовувати групову роботу комбайнів.

3 РОЗРОБКА ТЕХНОЛОГІЧНОЇ КАРТИ І ВИЗНАЧЕННЯ НЕОБХІДНОГО КОМПЛЕКСУ МАШИН

3.1 Складання технологічної карти на виробництво озимої пшениці

Технологічна карта розробляється на всю площу посіву. Повна площа посіву під відповідну культуру береться у відповідності з завданням.

Врожайність продукції приймається з урахуванням прогресивної технології вирощування і береться з перспективних планів розвитку господарства. Вихід побічної продукції рослинництва береться в процентному відношенні від виходу основної продукції. Вибір попередника і основного обробітку ґрунту здійснюється з науково обґрунтованою системою сівозмін.

Норми внесення добрив, гербіцидів, отрутохімікатів і норми висіву насіння приймаються у відповідності з рекомендаціями для зони степу України.

Віддаль перевезення насіння, добрив, основної і побічної продукції приймається в відповідності з планом землекористування господарства. В перелік сільськогосподарських робіт (графі 2) технологічної карти включаються всі операції які необхідно виконати для одержання кінцевої продукції.

В графі 3 проставляються основні агротехнічні вимоги (глибина обробітку, норма висіву, тощо).

Обсяг робіт (графі 4) визначається посівною площею, кратністю обробітку, для транспортних робіт і навантажувальних робіт – валовим виходом основної і побічної продукції, кількістю перевезених вантажів:

$$Q = k \cdot F \quad (3.1)$$

$$Q_{II} = g \cdot F \quad (3.2)$$

$$Q_T = Q_{II} \cdot S \quad (3.3)$$

де Q , Q_{II} , Q_T – відповідно, обсяг польових робіт, навантажувальних робіт, транспортних робіт;

k – кратність обробітку;

g – норма внесення, т/га;

S – віддаль перевезення, км.

$$Q = 2 \cdot 342 = 648 \text{га}$$

$$Q_{II} = 1 \cdot 342 = 342 \text{т}$$

$$Q_T = 342 \cdot 5 = 1710 \text{км}$$

Календарні агротехнічні строки виконання сільськогосподарських робіт (граф 5) проставляється у відповідності з типовими технологічними картами для зони розміщення відповідного господарства.

Кількість робочих днів (граф 6) за агротехнічний строк визначається по формулі:

$$D_p = D_k \cdot \alpha \quad (3.4)$$

де D_p і D_k – відповідно, кількість робочих і календарних днів за агротехнічний строк;

α – коефіцієнт використання календарного часу.

$$D_p = 4 \cdot 1 = 4$$

В графі 7 вказується тривалість робочого дня в годинах. Доцільно планувати роботу агрегатів на протязі світового дня. Кількість змін за робочий день підраховується за формулою:

$$K_{зм} = \frac{T_d}{T_{зм}} \quad (3.5)$$

де $K_{зм}$ – коефіцієнт змінності;

$T_о$ – тривалість робочого дня, годин;

$T_{зм}$ – тривалість робочого часу зміни.

$$K_{зм} = \frac{14}{2} = 7$$

В графі 9, 10, 11, та 12 вноситься марка машин, які входять в агрегати і їх кількість. При цьому необхідно використовувати технологічні комплекси машин, що рекомендовані для даної зони системою машин, які мають найвищу продуктивність, найменшу гектарну витрату палива і найменші прямі експлуатаційні витрати.

Кількість механізаторів і допоміжних працівників, обслуговуючих машинний апарат, визначаються з технологічних характеристик і залишаться в графі 13 і 14.

В графі 15 і 17 заповнюються відповідно змінна норма виробітку і норма витрат палива, які прийняті в господарстві, або взяті з типових норм.

Виробіток агрегату за агротехнічний строк визначається за формулою:

$$W_{спр} = W_{зм} \cdot D_p \cdot K_{зм} \quad (3.6)$$

$$W_{спр} = 60 \cdot 4 \cdot 7 = 168$$

де $W_{зм}$ – норма обробітку агрегату за строк, яка заноситься в графу 16.

Потреба машинних агрегатів для виконання даного обсягу робіт визначається за формулою (графи 18, 19, 20):

$$n_a = \frac{Q}{D_p \cdot K_{зм} \cdot T_{зм} \cdot W} \quad (3.7)$$

де Q – обсяг робіт, га;

D_p – кількість робочих днів;

$K_{зм}$ – коефіцієнт змінності;

W – годинна продуктивність агрегату, га/год;

$$n_a = 5$$

Потреба механізаторів і допоміжних робітників (графи 21, 22) визначається множенням граф 13, 14 на кількість агрегатів (графа 18).

Потреба в паливі визначається за формулою:

$$G_i = g \cdot Q \quad (3.8)$$

де g – норма витрати, кг/га.

$$G_i = 42,$$

і заноситься в графу 23 даної технологічної карти.

Затрати праці на одиницю роботи заносяться в графу 24 і визначаються за формулою:

$$h = \frac{(m_0 + m_g)}{W_{зм}} T_{зм} \quad (3.9)$$

де m_0 – кількість механізаторів;

m_g – кількість допоміжних працівників;

$W_{зм}$ – змінна продуктивність, га/зм;

$T_{зм}$ – час зміни, годин.

$$h = 0,18$$

Затрати праці на весь обсяг робіт (графа 25) визначається за формулою:

$$H_i = h \cdot Q \quad (3.10)$$

$$H_i = 61.6$$

Прямі експлуатаційні витрати (графа 26) беруться з довідкової літератури.

Кількість годин роботи тракторів (графи 27, 28, 29, 30) визначаються за формулою

$$T_i = \frac{Q \cdot T_{3M}}{W_{3M}} \quad (3.11)$$

$$T_i = 63$$

Коефіцієнт переводу в умовні еталонні трактори вибираються із довідкової літератури і заносять в графу 31.

Обсяг робіт в умовних гектарах (графа 32) знаходиться з виразу:

$$\Omega = \frac{Q \cdot T_{3M}}{W_{3M}} \lambda_{y.m.} \quad (3.12)$$

де $\lambda_{y.m.}$ – коефіцієнт переведення в умовні еталонні трактори.

$$\Omega = 69.3$$

В графі 33 приводиться загальна сума прямих експлуатаційних витрат.

3.2 Обґрунтування складу агрегатів

Для вибору агрегатів дається порівняльна оцінка їх варіантів по основним техніко-економічним показникам:

- годинна продуктивність;
- витрата пального;
- затрати праці;
- енергоємність.

В даному проекті порівнюється:

число корпусів	1	2	3	4	5	6	7
----------------	---	---	---	---	---	---	---

тяговий опір 8,16 12,24 16,32 20,40 24,48 28,56

Використовуючи тягові характеристики та агрегування з відповідними швидкостями руху:

1-й варіант:

Трактор Т-150+ПЛН-6-35

$B_p = 2,1$ м; $V_p = 2,8$ м/с; $r = 0,84$.

2-й варіант:

Трактор ДТ-75М+ПЛН-4-35,

$B_p = 1,4$ м; $V_p = 2,03$ м/с; $r = 0,85$.

3-й варіант:

Трактор МТЗ-80+ПЛН-3-35

$B_p = 1,05$ м; $V_p = 2,24$ м/с; $r = 0,86$.

Порівнюємо годинні продуктивності агрегатів:

$$W_{4za} = 0,36 \cdot B_p \cdot V_p \cdot \tau \quad (3.14)$$

де B_p – робоча ширина захвату агрегату, м;

V_p – робоча швидкість руху агрегату, м/с;

τ – коефіцієнт використання часу зміни.

$$W_{4,1} = 0,36 \cdot 2,1 \cdot 0,84 \cdot 2,8 = 1,48 \text{га/год}$$

$$W_{4,2} = 0,36 \cdot 1,4 \cdot 0,85 \cdot 2,03 = 0,87 \text{га/год}$$

$$W_{4,3} = 0,36 \cdot 1,05 \cdot 0,86 \cdot 2,24 = 0,71 \text{га/год}$$

Витрати пального беремо із нормативних таблиць господарства:

$$g_1 = 15,1 \text{ л/га};$$

$$g_2 = 14,2 \text{ л/га}$$

$$g_3 = 16,8 \text{ л/га}$$

Затрати праці можна розрахувати за формулою:

$$Z_{m.n.} = \frac{n_p}{W_4} \quad (3.15)$$

де n_p – число працюючих на агрегаті.

$$Z_{m.n.1} = \frac{1}{1,48} = 0,67 \text{ чол/га}$$

$$Z_{m.n.2} = \frac{1}{0,87} = 1,15 \text{ чол/га}$$

$$Z_{m.n.3} = \frac{1}{0,71} = 1,41 \text{ чол/га}$$

Енергоємність розраховується за формулою:

$$N_{za} = \frac{N_e}{W_4} \quad (3.16)$$

де N_e – потужність двигуна.

$$N_{za.1} = \frac{111}{1,48} = 68 \text{ кВт/га}$$

$$N_{za.2} = \frac{66}{0,87} = 76 \text{ кВт/га}$$

$$N_{za.3} = \frac{55,2}{0,71} = 78 \text{ кВт/га}$$

Три варіанти складу агрегатів на основних операціях – оранка.

Вибираємо найкращий варіант орного агрегату з тракторами Т-150, ДТ-75М, МТЗ-80 для умов $K_{пл} = 5,3 \text{ кН/м}^2$ – питомий опір тягового плуга, $a = 0,22 \text{ м}$ – глибина оранки, м.

Тяговий опір одного корпусу розраховуються за формулою:

$$R_m = K_{пл} \cdot Q \cdot b_k \quad (3.17)$$

де $K_{пл}$ – питомий опір плуга, кН./м^2 ;

a – глибина оранки, м;

b – ширина захвату корпусу плуга, м.

$$R_m = 53 \cdot 0,22 \cdot 0,35 = 4,08 \text{ кН}$$

Тяговий опір плуга розраховується за формулою:

$$R_{пл} = R_x \cdot n_k \quad (3.18)$$

де R_x – тяговий опір одного корпусу, кН;

n_k – кількість корпусів.

Аналогічно проводимо оцінку варіантів агрегатів для останніх операцій.

Отримані данні заносимо в таблицю 3.1.

За даними таблиці будуємо графіки техніко-економічних показників, варіантів, агрегатів.

На основі аналізу таблиці та графіків вибираємо агрегати з кращими показниками, з меншими затратами засобів і праці. а також широкозахватні та швидкісні:

1. Луцення: Т150К, ЛДГ-1,5;
2. Оранка: Т-150, ПЛН-6-35;
3. Боронування: ДТ-75М, БЗСС-1,0;

4. Передпосівна культивуація: Т-150К, КПС-4;

5. Сівба озимої пшениці: ДТ-75М, СЗ-3,6.

Таблиця 3.1 - Порівнювальна оцінка варіантів агрегатів

П/П	Операція	Склад агрегату			Показники			
		Трактор	Зчіпка	С/г машина	Продуктивність	Витрата пального	Заграти праці	Енергоємність
	Лущення	Т-150	–	ЛДГ-15	9,2	2,5	0,108	2,1
		ДТ-75М	–	ЛДГ-10	5,8	2,2	0,172	1,3
		Т-70С	–	ЛДГ-5	3,5	2,7	0,285	6,8
	Оранка	Т-150	–	ПЛН-6-35	1,48	15,1	0,67	8
		ДТ-75М	–	ПЛН-4-35	0,87	14,2	1,15	6
		МТЗ-80	–	ПЛН-3-35	0,71	16,8	1,41	8
	Боронування	Т-150	СП-21	БЗСС-1,0	13,3	1,2	0,07	,34
		ДТ-75М	СП-21	БЗСС-1,0	8,6	1,4	0,11	,6
		Т-70С	СП-21	БЗСС-1,0	7,6	1,2	0,13	,7
	Передпосівна культивуація	ДТ-75М	–	КПС-4	2,9	3,4	0,34	2,7
		Т-70С	–	КПС-4	2,7	3,2	0,37	1,7
	Посів	Т-150	СП-11	СЗ-3,6	6,87	2,2	0,73	6,2
		ДТ-75М	СП-11	СЗП-3,6	4,86	2,1	0,82	3,6
		МТЗ-80	–	СЗП-3,6	3,14	2,5	0,56	5,4

На основі оцінки визначаємо типаж тракторів. Колісні трактори представлені наступними марками: Т-150К, МТЗ-80. Гусеничні трактори представлені трактором ДТ-75М.

3.3 Вибір складу комплексу машин для виробництва озимої пшениці

Для визначення складу машинно-тракторного парку побудувати графіки використання тракторів, комбайнів і сільськогосподарських машин.

Орієнтовна потреба тракторів даної марки визначається по обсягу робіт в годинах (графи 27, 28, 29, 30) і середньому нормативному річному навантаженні трактора (з довідника):

$$n_i = \sum_{i=1}^n \frac{T_i}{T_H} \quad (3.19)$$

де $\sum T_i$ – загальне навантаження тракторів даної марки;

T_H – нормативне річне завантаження тракторів даної марки, годин.

Таким чином отримуємо:

$n_{Т-150К} = 4$ шт; $n_{Т-150} = 1$ шт; $n_{ЮМ3-6} = 2$ шт; $n_{МТЗ-80} = 3$ шт; $n_{ДТ-75} = 1$ шт; $n_{Т-70С} = 1$ шт.

Графіки використання тракторів будуються на основі технологічних карт для кожного тракториста окремо. Для цього по осі абсцис відкладаються календарні строки робіт, а по осі ординат тривалість роботи на протязі доби. Таким чином окремі роботи на графіку являє собою прямокутники, основа яких відповідає календарним строкам виконання робіт, а висота – тривалості робочого дня.

При побудові графіків використання може виникнути потреба в його корегуванні. Корегування можна здійснювати зміною кількості робочих днів в межах агротехнічних строків, перерозподілом робіт з одного трактора на інший, зміною тривалості робочого дня, використанням більш продуктивних агрегатів.

Таблиця 3.2 - Комплекс машин для виробництва озимої пшениці в господарстві

Назва машини	Марка	Кількість
Трактори	Т-150К	6
	ДТ-75М	2
	Т-16М	4
	МТЗ-80	3
Комбайни	Дон-1500	1
Луцильники	ЛДГ-15	4
Навантажувачі	ПФП-2	1
	ПФ-0,5	2
Розкидачі	ПРТ-10	2
	1РМГ-4	1
Плуги	ПЛП-6-35	4
	СВУ-2,6	1
Борони	БЗСС-1,0	12
Культиватори	КПС-4	1
Протравлювачі насіння	ПС-10	1
Сівалки	СЗ-3,6	2
Обприскувачі	АПЖ-12	2
	ОПШ-15	1
Причепи	2ПТС-4-887А	6
Зчіпка	СП-16	1
	СП-11	2
Котки	ЗККШ-6А	4
Жатка	ЖРБ-4,2А	2

Прямокутники на графіку необхідно заштрихувати умовними позначками. Аналогічним способом потрібно побудувати графіки використання комбайнів, вантажних автомобілів, сільськогосподарських машин, потреби механізаторів і допоміжних працівників.

На основі побудованих графіків визначається в найбільш напружені періоди потреба в транспортах, механізаторах та допоміжних працівниках. На основі технологічної карти складаємо таблицю 3.2.

4 ОСНОВНІ АГРОТЕХНІЧНІ ВИМОГИ ДО СІВБИ ЗЕРНОВИХ КУЛЬТУР

Процес посіву зернових складається з наступних фаз: рівномірної подачі насіння з насінневих ящиків до сошників; підготовки борід; укладання в них посівного матеріалу; заробка останнього вологою землею. В відповідності до цього до посівних машин висуваються три основних вимоги: розміщення заданої кількості насіння на одиницю площі поля, їх рівномірний розподіл по площі засівання і заробка на відповідну глибину.

Відхилення загального висіву від норми повинно становити не більше $\pm 3\%$ [2]. Середня нерівномірність висіву між окремими висіваючими апаратами допускається при посіві зернових культур не більше 3%, бобових – 4%. Коливання ширини міжрядь повинно бути не більше: у основних і суміжних сівалок відповідно ± 1 і ± 2 см, суміжних проходів ± 5 см. Відхилення від заданої глибини заробки насіння допускається не більше 15%. Не допускається наявність не заробленого в ґрунт насіння на поверхні поля. Поворотні смуги повинні бути засіяні.

При точному висіві не менше 80% одиночного насіння повинно розміщатися на заданій відстані одне відносно другого. Число пропусків не більше 2% від числа посіяного насіння. Пошкодження насіння зернових культур висіваючими апаратами не повинно перевищувати 0,3%, злакових і бобових трав – 1%, а висіваючими апаратами пунктирних сівалок – 0,5%.

Машини для сівби класифікують по призначенню, способах сівби і агрегуванню з трактором.

Сівалки діляться на універсальні і спеціальні. Перші призначені для сівби різних сільськогосподарських культур: зернових колосових, бобових, круп'яних, прядильних і масляних, кормових трав. Другі служать для сівби

однієї або двох-трьох однорідних культур, схожих за фізико-механічними властивостями і нормами висіву.

По призначенню сівалки діляться на зернові, кукурудзяні, бурякові, овочеві, бавовняні, лісові, для посіву насіння трав та ін. Всі вони, як правило, комбіновані, так як одночасно з сівбою культур вони вносять добрива.

По способу посіву сівалки бувають для культур: зернових – рядкові, вузькорядні і безрядкові; просапних – гніздові і пунктирні.

По способу агрегування машини бувають причіпні, навісні і напівнавісні. Для роботи на великих площах складаються широкозахватні агрегати на базі причіпних зернових сівалок за допомогою зчіпок.

Способи сівби класифікуються по двох головних ознаках: розміщення насіння в горизонтальній площині, тобто по ширині міжрядь і розміщення в рядках, і в вертикальній площині, тобто в залежності від профілю денної поверхні.

Рядковий посів найбільш розповсюджений серед зернових культур. Ширина міжрядь становить 12,5–15 см, при яких площа живлення однієї рослини 1,7х15 см.

Посів зернових проводять по рівній поверхні при звичайній передпосівній підготовці ґрунту в районах нормальної і недостатньої вологості. Посів по стерні використовується на землях, які піддаються вітровій ерозії. В цьому випадку стерня досить надійно захищає посіви від видування.

5 РОЗРОБКА СТЕНДА ДЛЯ ТЕХНОЛОГІЧНОГО НАЛАГОДЖУВАННЯ СІВАЛОК

5.1 Обґрунтування необхідності розробки стенда

Аналіз використання техніки свідчить про значний резерв кращого підвищення її продуктивності та ефективності. В їх числі важлива хороша і якісна технологічна наладка машин. Вона забезпечує високоякісне проведення технологічних операцій, високопродуктивне використання агрегатів, зниження витрати палива, зменшення затрат праці та собівартості продукції. Технологічна наладка передбачає проведення комплексу регульовально-налагоджувальних операцій відповідно агротехнічним вимогам до виконання сільськогосподарських робіт. Від своєчасності і якості наладки машинно-тракторних агрегатів на оптимальні режим роботи значно залежить успіх виконання операцій по вирощуванні культур [19].

Послідовність налагоджування машин визначається операційною картою. Вона повинна проводитись з врахуванням вихідних технологічних параметрів об'єкту обробітку агротехнічної оцінки поля. Неправильна або неякісна технологічна наладка агрегатів погіршує якість продукції та призводить до значних втрат врожаю.

Щоб провести технологічну наладку зернових сівалок їх необхідно піддомкратити, потім вручну прокручувати за колесо спочатку одну, а потім другу сторони секції, при цьому якість технологічної наладки може бути досить низька. Всіх цих недоліків можна уникнути, застосувавши обкаточний стенд, який досить простий у виготовленні.

5.2 Технічні і технологічні вимоги до стенда

Стенд повинен бути:

- простий в експлуатації, зручний для заїзду на нього колесами сівалки;

- ковзання колеса сівалки на ребристому валу стенда не повинно перевищувати ковзання колеса по землі – 10%;
- швидкість обертання колеса сівалки повинно бути рівномірне і не перевищувати швидкість сівби;
- стенд повинен стояти на бетонованому регульовальному майданчику, або на майданчику з твердим покриттям.

Стенд складається з рами, на якій розміщений редуктор, двох валів з корпусами підшипників і підтримуючого барабана. Процес роботи проходить таким чином. Колесом однієї з секцій сівалки наїжджаємо на стенд. Колесо стоїть на двох ребристих валах, один з яких зірочкою через ланцюгову передачу зв'язаний з приводним редуктором, а другий вільно обертається на підшипниках. Заповнюємо зерновий ящик сівалки на 1/3 об'єму насінням, підставляємо брезент під висівні апарати, вмикаємо вал відбору потужності і прокручуємо привідне колесо на кількість обертів визначених за формулою [19]:

$$n = \frac{200}{B_c KL}, \quad (5.1)$$

де n – кількість обертів приводного колеса сівалки при перевірочному висіву із розрахунку посіву 0,02 га;

B_c – робоча ширина захвату сівалки, $B_c = 3,6$ м;

K – коефіцієнт, враховуючий ковзання привідних коліс, $K = 1,05$;

L - довжина круга привідного колеса

$$L = \pi \cdot D_k, \quad (5.2)$$

де D_k – діаметр привідного колеса, $D_k = 1,168$ м;

$$L = 3,14 \cdot 1,168 = 3,67 \text{ м,}$$

$$n = \frac{200}{3,6 \cdot 1,05 \cdot 3,67} = 14,4 \text{ об.}$$

На основі розрахунку приймаємо для сівалок типу СЗУ-3,6 14 обертів привідного колеса. Через привід прокручуємо один з ребристих валів стенда. Під дією тертя колеса однієї сівалки секції обертається обертаючи другий вал стенда, який вільно обертається на підшипниках. Таким чином колесо обертається на двох валах, підтримуючий барабан не дає колесу зміститися і вискочити із валів.

Перевіряючи одну секцію сівалки проводять таким чином перевірку другої секції. Стенд досить простий у виготовленні і перенести його може два чоловіки. Виготовити стенд можна в умовах майстерні господарства, застосувавши металорізальні верстати та електрогазозварювання.

5.3 Конструктивний розрахунок деталей стенда

Визначаємо потужність затрачену на прокручування колеса однієї секції сівалки:

$$N_m = 10^{-2} \cdot f \cdot Q \cdot V, \quad (5.3)$$

де Q - вага однієї секції сівалки, Н;

V - швидкість обертання колеса, м/с;

f - коефіцієнт перекочування.

$$N_m = 10^{-2} \cdot 0,18 \cdot 725 \cdot 3 \cdot 1,05 = 4 \text{ кВт.}$$

Кутова швидкість ведучої зірочки

$$\omega_3 = \frac{2 \cdot V}{0,1} = \frac{2 \cdot 3}{0,1} = 60 \text{ рад/с.} \quad (5.4)$$

Частота обертання зірочки

$$n_3 = \frac{30 \cdot \omega_3}{\pi}.$$

$$n_3 = \frac{30 \cdot 60}{3,14} = 573 \text{ хв.}^{-1}.$$

Номінальна частота обертання ВВП

$$\omega_{ВВП} = \frac{\pi \cdot n}{30}, \quad (5.5)$$

де n – частота обертання ВВП, $n = 548 \text{ хв}^{-1}$

$$\omega_{ВВП} = \frac{3,14 \cdot 548}{30} = 57,4 \text{ рад/с}$$

Перевіримо загальне передаточне відношення

$$i = \frac{\omega_{ВВП}}{\omega_3} = \frac{57,4}{60} = 0,96 \quad (5.6)$$

Приймаємо для ланцюгової передачі

$$U_u = \frac{0,96}{2,5} = 0,38$$

Обертний момент на валу ведучої зірочки [20]

$$T_1 = \frac{N_1}{\omega_1} = \frac{4 \cdot 10^3}{57,4} = 69,7 \text{ Н} \cdot \text{м} = 69,7 \cdot 10^3 \text{ Н} \cdot \text{мм}, \quad (5.7)$$

На валу веденої зірочки

$$T_2 = T_1 \cdot U_u = 69,7 \cdot 10^3 \cdot 0,38 = 26,5 \cdot 10^3 \text{ Н} \cdot \text{мм}, \quad (5.8)$$

Розрахунковий коефіцієнт навантаження визначаємо за формулою [20]:

$$K_9 = K_\partial \cdot K_n \cdot K_a \cdot K_p \cdot K_{см} \cdot K_n, \quad (5.9)$$

де K_d - динамічний коефіцієнт при спокійній напрузі, $K_d = 1$;

K_a – коефіцієнт, який враховує вплив міжосьової відстані, $K_a = 1$;

K_n - коефіцієнт, який враховує вплив кута нахилу лінії центрів, $K_n = 1$;

K_p – коефіцієнт, який враховує спосіб регулювання натягу ланцюга, $K_p = 1,25$;

K_{cm} – коефіцієнт при неперервному змащенні, $K_{cm} = 1$;

K_n – коефіцієнт, який враховує продовження роботи на добу при однозмінній роботі, $K_n = 1$;

$$K_s = 1 \cdot 1 \cdot 1 \cdot 1,25 \cdot 1 \cdot 1 = 1,25$$

Крок однорядного ланцюга визначаємо за формулою [20]:

$$t \geq 2,80 \cdot \sqrt[3]{\frac{N \cdot K}{z \cdot n [P] m}}, \quad (5.10)$$

де m - коефіцієнт рядності, $m = 1$;

N - потужність, $N = 4$ кВт;

n - частота обертання, $n = 573$ об/хв;

$[P]$ - допустимий питомий тиск, МПа.

$$t \geq 2,80 \cdot \sqrt[3]{\frac{4 \cdot 1,25}{21 \cdot 573 \cdot 1}} = 18_{\text{мм}}.$$

Підбираємо по таблиці ланцюг ПР-19,05 по ГОСТ 13568-75 руйнуюче навантаження $Q = 31,8$ кН, маса $q = 1,9$ кг/м, $t = 19,05$ мм, $A_{on} = 105,8$ МПа.

Швидкість ланцюга [20]:

$$v = \frac{z \cdot t \cdot n_3}{60 \cdot 10^3}, \quad (5.11)$$

де z – кількість зубів ведучої зірочки, $z = 13$;

t – крок ланцюга, $t = 19,05$ мм;

n_3 – частота обертання ведучої зірочки, $n_3 = 573$ об/хв..

$$v = \frac{13 \cdot 19,05 \cdot 573}{60 \cdot 10^3} = 2,4 \text{ м/с.}$$

Осьова сила буде рівна

$$F_{tu} = \frac{P_2}{v} = \frac{T_1}{v} = \frac{69,7 \cdot 60}{2,4} = 1743 \text{ Н.} \quad (5.12)$$

Тиск в шарнірах перевіряємо за формулою

$$P = \frac{F_{tu} \cdot K_9}{A_{on}} = \frac{1743 \cdot 1,25}{105,8} = 20,6 \text{ МПа} \quad (5.13)$$

Уточнюємо по таблиці допустимий тиск

$$[P] = 22[1 + 0,01(z - 17)] = 22[1 + 0,01(13 - 17)] = 23 \text{ МПа,}$$

$$P < [P].$$

Умова виконана.

Визначаємо діаметри ділительних кіл зірочок

$$d_{\partial 1} = \frac{t}{\sin \frac{180}{z_1}} = \frac{19,05}{\sin \frac{180}{13}} = 79,6 \text{ мм,} \quad (5.14)$$

$$d_{\partial 2} = \frac{t}{\sin \frac{180}{z_2}} = \frac{19,05}{\sin \frac{180}{21}} = 127 \text{ мм.} \quad (5.15)$$

Визначаємо діаметри зовнішніх кіл зірочок за формулою [20]:

$$D_{es} = t \left(\operatorname{ctg} \frac{180}{z} + 0,7 \right) - 0,3d_1, \quad (5.16)$$

де d_l - діаметр ролика ланцюга, $d_l = 5,96$ мм;

$$D_{e1} = 19,05 \left(\operatorname{ctg} \frac{180}{13} + 0,7 \right) - 0,3 \cdot 5,96 = 87,7 \text{ мм},$$

$$D_{e2} = 19,05 \left(\operatorname{ctg} \frac{180}{21} + 0,7 \right) - 0,3 \cdot 5,96 = 137,2 \text{ мм}.$$

Сили які діють на ланцюг:

Осьова $F_{ty} = 1743$ Н,

Відцентрова сила:

$$F_v = g \cdot v^2 = 1,9 \cdot 2,4^2 = 10,9 \text{ Н} \quad (5.17)$$

Сила від провисання [20]

$$F_f = 9,8 \cdot R_f \cdot g \cdot d_u, \quad (5.18)$$

де R_f — коефіцієнт, що враховує розташування ланцюга.

$$F_f = 9,8 \cdot 6 \cdot 1,9 \cdot 0,754 = 84 \text{ Н}.$$

Розраховуємо коефіцієнт запасу міцності:

$$S = \frac{Q}{F_{ty} + F_v + F_f} = \frac{31,8 \cdot 10^3}{1743 + 10,9 + 84} = 17,3 \quad (5.19)$$

Це більше, ніж нормативний коефіцієнт запасу міцності $[S] = 10,7$, таким чином умова $S > [S]$ виконується.

Розрахункове навантаження на вали [20]:

$$F_e = F_{ty} + 2F_f = 1743 + 2 \cdot 84 = 1911 \text{ Н} . \quad (5.20)$$

Розміри веденої зірочки:

маточина зірочки $d_c = 40$ мм;

товщина диска зірочки:

$$S = 0,93 \cdot B_{BH} = 0,93 \cdot 12,9 = 12 \text{ мм}, \quad (5.21)$$

де B_{BH} – відстань між пластинами внутрішньої ланки ланцюга. [8]

Розрахунок веденого вала.

Крутний момент на валу веденої зірочки:

$$T_2 = 26,5 \cdot 103 \text{ Н} \cdot \text{мм},$$

Осьова сила $F_y = 1743 \text{ Н}$.

Навантаження, яке приходить на два підшипника від колеса сівалки, розподіляємо порівну.

Визначаємо реакції опор

$$\sum M_A = 0; \quad F_y \cdot l_1 - P(l_1 + l_2) - R_D = 0. \quad (5.22)$$

$$R_D = \frac{1743 \cdot 34 - 725 \cdot 182}{340} = 214 \text{ Н}.$$

$$\sum M_D = 0; \quad F_y(l_2 + l_3) + P \cdot l_3 + R_A \cdot 340 = 0$$

$$R_A = \frac{1743 \cdot 306 - 725 \cdot 158}{340} = 1232 \text{ Н}.$$

$$\text{Перевірка: } (F_y - R_A) - P + R_D = (1743 - 1232) - 725 + 214 = 0.$$

Будуємо епюру згинаючих моментів

$$M_A = 0; \quad M_{AB} = R_A \cdot 0,04 = 1232 \cdot 0,04 = 49,3 \text{ Нм},$$

$$M_D = 0; \quad M_C = R_D \cdot 0,1 = 214 \cdot 0,1 = 21,4 \text{ Нм}.$$

Будуємо епюру крутних моментів

$$M_K = 26,5 \text{ Нм}$$

Переріз А-А

Концентрація напруг обумовлених посадкою підшипника з гарантованим натягом:

$$\frac{K_{\sigma}}{\varepsilon_{\sigma}} = 3,4; \quad \frac{K_{\tau}}{\varepsilon_{\tau}} = 2,44.$$

Приймаємо $\varphi_{\sigma} = 0,15$ і $\varphi_{\tau} = 0,1$

Згинаючий момент

$$M = F_{ц} \cdot l_1 = 1743 \cdot 34 = 59,3 \cdot 10^3 \text{ Н}\cdot\text{мм.}$$

Осьовий момент опору:

$$W = \frac{\pi \cdot d^3}{32} = \frac{3,14 \cdot 30^3}{32} = 2,6 \cdot 10^3 \text{ м}^3.$$

Амплітуда нормальних напруг

$$G = G_{\max} = \frac{M}{W} = \frac{59,3 \cdot 10^3}{2,6 \cdot 10^3} = 22,8 \text{ МПа.}$$

Полярний момент опору

$$W_p = 2W = 2 \cdot 2,6 \cdot 10^3 = 5,2 \cdot 10^3 \text{ м}^3.$$

Амплітуда і середня напруга циклу дотичних напруг

$$\tau = \tau_{\max} = \frac{\tau_{\max}}{2} = \frac{T_2}{2W_p} = \frac{26,5 \cdot 10^3}{2 \cdot 2,5 \cdot 10^3} = 2,5 \text{ МПа.}$$

Коефіцієнт запасу міцності по нормативних напругах

$$S_{\sigma} = \frac{\sigma_{-1}}{\frac{K_{\sigma}}{\varepsilon_{\sigma}} \cdot \sigma} = \frac{246}{3,4 \cdot 22,8} = 3,17.$$

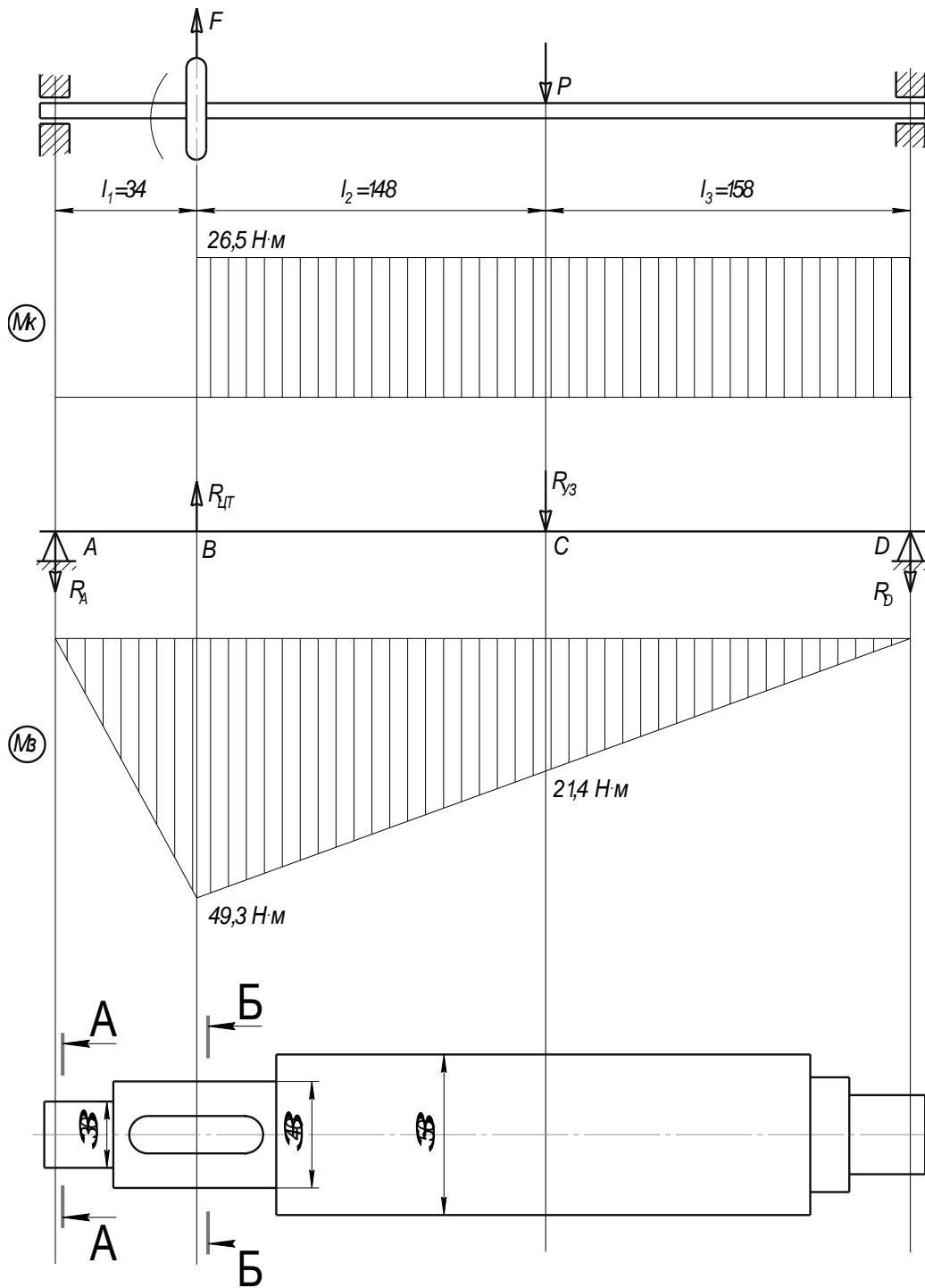


Рисунок 5.1 – Епюри крутих та згинаючих моментів які діють на ведучий вал

Коефіцієнт запасу міцності по дотичних напругах [20]:

$$S_{\tau} = \frac{\tau_{-1}}{\frac{K_{\tau}}{\varepsilon_{\tau}} \cdot \tau + \varphi_{\tau} \cdot \tau} = \frac{142}{2,44 \cdot 2,5 + 0,1 \cdot 2,5} = 22,4.$$

Результуючий коефіцієнт запасу міцності для перерізу А-А

$$S = \frac{S_{\sigma} \cdot S_{\tau}}{\sqrt{S_{\sigma}^2 + S_{\tau}^2}} = \frac{3,17 \cdot 22,4}{\sqrt{3,17^2 + 22,4^2}} = 3,07.$$

Переріз Б-Б

Діаметр вала в цьому перерізі $d_1 = 40$ мм концентрація напруг обумовлена присутністю шпоночної канавки.

$$K_{\sigma} = 1,59; \quad R_{\tau} = 1,49$$

Масштабні фактори $\varepsilon_{\sigma} = 0,775$; $\varepsilon_{\tau} = 0,67$;

Коефіцієнти $\varphi_{\sigma} = 0,15$ і $\varphi_{\tau} = 0,1$;

Крутний момент $T_2 = 26,5 \cdot 10^3$ Н·м;

Крутний момент в горизонтальній площині

$$M = 49,3 \cdot 10^3 \text{ Нм.}$$

Згинаючий момент

$$M_{B-B} = \sqrt{M^2 + T_2^2} = \sqrt{(49,3 \cdot 10^3)^2 + (26,5 \cdot 10^3)^2} = 56 \cdot 10^3 \text{ Нм.}$$

Момент опору кручення

$$W_K = \frac{\pi \cdot d^3}{32} - \frac{bt_1(d-t_1)^2}{2d}; \quad (5.23)$$

де d - діаметр вала, $d = 40$ мм;

b - ширина шпонкової канавки, $b = 8$ мм;

t_1 - висота шпонкової канавки, $t_1 = 2,5$ мм.

$$W_K = \frac{3,14 \cdot 40^3}{32} - \frac{8 \cdot 2,5(40 - 2,5)^2}{2 \cdot 40} = 5,9 \cdot 10^3 \text{ Нм}$$

Амплітуда нормальних напружень згину:

$$G_v = \frac{M_{B-B}}{W_K} = \frac{56 \cdot 10^3}{5,9 \cdot 10^3} = 9,5 \text{ МПа,}$$

Коефіцієнт запасу міцності по нормальних напругах

$$S_\sigma = \frac{\tau_{-1}}{\frac{K_\tau \cdot \tau + \varphi_\tau \cdot \tau}{\varepsilon_\tau}} = \frac{142}{\frac{1,49}{0,67} \cdot 2 + 0,1 \cdot 2} = 30$$

Результуючий коефіцієнт запасу міцності для перерізу Б-Б

$$S = \frac{S_\sigma \cdot S_\tau}{\sqrt{S_\sigma^2 + S_\tau^2}} = \frac{11,7 \cdot 30}{\sqrt{11,7^2 + 30^2}} = 10,9$$

Розраховуємо зварне з'єднання пластини корпусу підшипника з кронштейнами.

Полоса товщиною 6 мм зварюється з кронштейном товщиною 6 мм, із сталі Ст. 3 і витримує навантаження від однієї секції сівалки.

Приймаємо товщину зварного шва рівну товщині зварювальних деталей. Визначаємо напруження для наплавляючого матеріалу шва з врахуванням виду зварки.

В якості розрахункової моделі зварного з'єднання приймаємо стержень, який знаходиться під дією згинаючого моменту.

Приймаємо в якості основного розміру зварювальних деталей товщину полоси $S = 6$ мм.

$$\sigma = \frac{M}{W} \leq [\sigma] \quad (5.24)$$

$$W = \frac{Sl^2}{6} \quad (5.25)$$

де l - довжина зварювального шва.

$$l = \sqrt{\frac{6 \cdot M}{S \cdot [\sigma]}} = \sqrt{\frac{6 \cdot 26,5 \cdot 10^3}{0,06 \cdot 160 \cdot 10^6}} = 0,12 \text{ м.}$$

Проведені розрахунки враховуємо при проектуванні вузлів і деталей стенда.

6 ОХОРОНА ПРАЦІ

6.1 Особливості умови праці в сільськогосподарському виробництві

Сучасне сільськогосподарське виробництво має різні складні машини, агрегати, знаряддя, безпечна робота на яких вимагає відповідних знань.

Складність сільськогосподарської праці і виробництва в цілому полягає в необхідності постійно слідкувати за безперервними змінами технологічного процесу і своєчасно приймати заходи, спроможні підтримати безпечні методи праці. Часто із-за погодних умов механізатори не можуть закінчити заплановану роботу, а в погожі дні їм приходиться працювати більше нормальної тривалості зміни. Так створюється природна неритмічність роботи. В таких випадках надзвичайну роль грає здібність адміністрації чітко організувати працю механізаторів.

Таким чином, для запобігання травматизму і захворюваності в сільському господарстві необхідні різносторонні знання з охорони праці, вміння виявляти і видаляти потенційні небезпеки і шкідливості, враховувати вплив змінних зовнішніх умов безпеки праці, вміння володіти прийомами першої долікарської допомоги і методами гасіння пожеж.

При організації охорони праці в господарстві слід керуватися оновленими «Правилами охорони праці у сільськогосподарському виробництві», затвердженими наказом Міністерства соціальної політики України 29 серпня 2018 року № 1240 (Зареєстровано в Міністерстві юстиції України 21 вересня 2018 р. за № 1090/32542) [15].

6.2 Вимоги до обслуговуючого персоналу і засобів захисту

Персонал повинен пройти вступний інструктаж по безпеці праці у відповідності з Державними стандартами і знати:

- призначення і зміст виконуючих технологічних операцій і їх зв'язок з іншими операціями процесу;

- будова обслуговуючих машин, призначення загородження і запобіжних пристосувань, що забезпечують безпеку роботи;
- можливі небезпечні і шкідливі виробничі фактори характерні для виконуючої роботи;
- методи і прийоми безпечного виконання операцій;
- правила пожежної безпеки;
- способи надання медичної допомоги потерпілим при нещасних випадках;
- правилами використання засобів індивідуального захисту.

До механізованих робіт особи молодші 17 років допускаються лише з наставником. Особи, допущені до робіт на машинах, повинні мати відповідні свідоцтво на право керування ними.

До робіт із застосуванням пестицидів допускаються особи не молодші 18 років, які пройшли медичний огляд, здавши залік по техмінімуму. Вагітні жінки і жінки які годують грудьми, а також інші особи в відповідності за наказом Міністерства охорони здоров'я України до таких робіт не допускається.

До роботи з сильнодіючими високотоксичними речовинами допускаються особи, які мають досвід цієї роботи або які пройшли відповідну підготовку на спеціальних курсах.

Для захисту органів дихання, відкритих шкіряних покриттів, рук, ніг, голови, обличчя, очей працюючі повинні бути забезпечені відповідними засобами індивідуального захисту. Засоби індивідуального захисту видаються в відповідності з діючими типовими галузевими нормами безплатною видачею спеціальної одежі, спеціального взуття і інших засобів індивідуального захисту.

Підбір засобів індивідуального захисту покладається на осіб відповідальних за проведення робіт.

6.3 Вимоги до виробничого устаткування і технологічних процесів

Виробниче устаткування повинно бути безпечним при експлуатації, ремонті, транспортуванні, зберіганні і відповідати Державним стандартам.

Одночасне обслуговування одним робітником двох і більше сівалок забороняється. Для короткочасного відпочинку і приймання їжі в полі потрібно використовувати пересувні приміщення (вагончики), обладнанні згідно санітарно-гігієнічних вимог.

Проектування, організація і проведення технологічних процесів повинні передбачати:

- ліквідація прямого контакту працюючих з протравленим насінням при їх навантаженні в сівалки і під час посіву;
- комплексну механізацію, автоматизацію, застосування пристроїв для усунення зривів технологічного процесу з робочого місця тракториста;
- ущільнення насінневих і тукових ящиків посівних агрегатів;
- систему контролю (дистанційного зв'язку) і управління технологічним процесом із кабіни трактора;
- забезпечення трактористу вільного огляду із кабіни робочих органів причіпних сільськогосподарських машин;
- автоматичне приєднання трактора до сівалочних агрегатів, не вимагаючих знаходження в зоні приєднання робітників.

В період експлуатації стан системи керування причіпними сівалочними агрегатами, справність запобіжних пристроїв, шлангових з'єднань повинні забезпечувати безпечне виконання технологічного процесу і технологічного обслуговування.

Кришки насінневих і тукових бункерів сівалок повинні щільно закриватися і надійно фіксуватися при допомозі запірного пристрою, а при

необхідності – вільно відкриватися. Машини, знаряддя і обладнання без захисних загороджень вузлів, які обертаються і рухаються, експлуатувати забороняється.

Агрегати, в склад яких входять причіпні машини, обладнанні робочим місцем, повинні мати справні пристосування дистанційного зв'язку, підставні дошки і загородження. Зчіпний пристрій агрегатів, в склад яких входять причіпні машини, повинен обладнуватися страхувальним ланцюгом і тросом.

Режим технологічних процесів сівби повинні забезпечувати погодження роботи машинно-тракторних агрегатів, викликаючих виникнення небезпечних і шкідливих виробничих факторів:

- сівалки і обладнання повинні мати можливість транспортуватися по дорогах загального значення з габаритом ширини не більше 2,5 м і бути обладнані світловими відбивачами;

- захисні кожухи посівних машин повинні бути вимальовані у червоний або жовтий колір, що відрізняється від кольору машини;

- при виїзденні агрегату (трактора з причіпною машиною) необхідно перевірити надійність причіпного обладнання;

- при груповому методі використання агрегатів починати роботу потрібно тільки по сталому сигналу, попередньо переконавшись в тому, що їх рух не погрожує безпекою для оточуючих.

Завантаження посівних агрегатів потрібно виконувати в полі:

- перегін посівних агрегатів з завантаженими зернотуковими бункерами забороняється;

- поворот причіпних машин потрібно здійснювати з виглибленими із ґрунту робочими органами;

- перед початком маневрування (поворот, розворот) посівний агрегат

потрібно зупинити, дати можливість сіяльнику відійти на небезпечну відстань і тільки після цього на швидкості 3 – 4 км/год., продовжувати маневр.

Сівбу протравленого насіння пестицидами і мінеральними добривами потрібно проводити при швидкості вітру не більше 4 м/с.

Безпечність і надійність роботи машинно-тракторного агрегату багато залежить від того, як він підготовлений до експлуатації. З метою захисту тракториста від травми при перекиданні, всі трактори повинні постачатися міцними суцільнометалевими кабінами або каркасами.

Підлога кабіни трактора повинна бути виготовлена із матеріалу, маючи рифи висотою 1 - 2,5 мм або отвори розмірами від 4 до 20 мм. Стеля кабіни трактора над сидінням механізатора повинна мати пом'якшуючу обшивку.

Машини повинні мати чистик для чистки робочих органів і знарядь. Наявність чистика обумовлюється в технічній документації на машину.

На причіпній сівалці, де в процесі здійснення технологічного процесу обслуговуючий персонал, знаходячись на машині, повинен під час роботи переміщуватися відносно неї, необхідно передбачати поруччя і площадку без розриву шириною не менше 350 мм з запобіжним бортиком на передній частині висотою 100 мм. В середній частині площадка повинна бути обладнана опорно-запобіжною конструкцією не менше 1/3 довжини площадки або перилами на висоті 900 мм.

На сівалках повинно бути передбачено пристосування для контролю за роботою висіваючих апаратів і рівня насіння і туків в бункері і ящиках з місця водія.

6.4 Рекомендації по поліпшенню умов праці

На підставі аналізу стану охорони праці в господарстві нами рекомендується:

1. Провести паспортизацію виробничих підрозділів (інженер з охорони праці). Проводиться щорічно.
2. Укомплектувати медичні аптечки (інженер з охорони праці). Березень 2022 року.
3. Посилити контроль за виконанням шкідливих та небезпечних робіт (керівники підрозділів). Постійно.
4. Забезпечити працюючих необхідною кількістю справних засобів індивідуального захисту (інженер з охорони праці). До квітня 2022 року.
5. Укомплектувати пожежні щити необхідним інвентарем (керівник станції пожежної охорони). Березень 2022 року.
6. Провести 32-годинні курси з охорони праці (керівники підрозділів господарства). Лютий 2022 року.
7. Придбати нову нормативно-технічну літературу з охорони праці (інженер з охорони праці). Постійно.

7 РОЗРАХУНОК ЕКОНОМІЧНОЇ ЕФЕКТИВНОСТІ

Доцільність впровадження нововведень підтверджується економічною ефективністю. Новизна повинна не тільки не уступати базовому варіантові, а й перевищувати його за певними показниками.

В економічних розрахунках, пов'язаних з ефективністю використання машин при виконанні механізованих робіт застосовують, головним чином, прямі і приведені експлуатаційні витрати і розрахунок затрат праці.

Всі складові експлуатаційних витрат розділяють на три групи і витрати що залежать від балансової вартості, встановлених нормативів, відрахувань і строку служби машини; витрати пов'язані з витратою праці; витрати, що залежать від обсягу фактичного наробітку й витрати паливо-мастильних матеріалів. Відношення прямих експлуатаційних витрат до одиниці наробітку (продуктивності) називають питомими.

Розраховуємо економічну ефективність удосконалення технології вирощування озимої пшениці в господарстві із застосуванням розробленого стенду для налагоджування сівалок. Це дозволить зекономити час в період посівних робіт, тобто скоротити строки посіву і підвищити рівномірність сходів, підвищити точність налагодження на необхідну норму висіву і цим самим зекономити до 10 % насіння.

Вихідні дані для проведення розрахунків приведені в таблиці 7.1.

Затрати праці на процес визначаються за формулою:

$$H = \frac{M}{W}, \quad (7.1)$$

де M – кількість обслуговуючого персоналу, чол.;

W – продуктивність агрегату, га/год.

Таблиця 7.1 - Вихідні дані для проведення економічних розрахунків

Показники	Базова технологія	Удосконалена технологія
Продуктивність, га/год.	3,2	3,93
Питомі витрати палива, кг/га	2,3	1,96
Балансова вартість машини, грн.	39500	41600
Кількість обслуговуючого персоналу, чол.	3	3

Затрати праці при роботі базового агрегату на сівбі зернових дорівнюють:

$$H_6 = \frac{3}{3,2} = 0,94 \text{ люд.год./га}$$

При використанні удосконаленої технології затрати праці будуть дорівнювати:

$$H_n = \frac{3}{3,93} = 0,76 \text{ люд.год./га}$$

Зниження затрат праці при використанні розробок будуть дорівнювати:

$$H_3 = H_6 - H_n; \quad (7.2)$$

$$H_3 = 0,94 - 0,76 = 0,18 \text{ люд.год./га}$$

За сезон при сівбі зернових в господарстві на площі 400 га зниження затрат праці становить:

$$H_3^c = 0,18 \cdot 400 = 72 \text{ люд. год.}$$

Прямі експлуатаційні затрати при сівбі озимої пшениці визначаються за формулою:

$$C = C_{оп} + C_a + C_p + C_{пмм}; \quad (7.3)$$

де $C_{оп}$ – оплата праці з нарахуваннями, грн./га;

C_a – амортизаційні відрахування, грн./га;

C_p – витрати на ремонт і технічне обслуговування, грн./га;

$C_{пмм}$ – витрати на паливо і мастильні матеріали, грн./га.

Оплата праці обслуговуючого персоналу визначається за формулою:

$$C_{оп} = \frac{\kappa(m_m f + m_d f_d)}{W} \quad (7.4)$$

де f і f_d - оплата праці механізатора і допоміжного працівника за змінну норму виробітку, грн. ($f = 250$ грн., $f_d = 250$ грн. з врахуванням мінімальної оплати праці 6000 грн.);

κ – коефіцієнт нарахувань на заробітну плату $\kappa_n = 1,375$;

m_m і m_d кількість механізаторів і допоміжних працівників, які обслуговують агрегат;

W - змінна норма виробітку, га.

Для механізатора, який працює на серійному агрегаті, оплата праці становить:

$$C_{оп} = \frac{1,375(1 \cdot 250 + 2 \cdot 250)}{22,4} = 46,04 \text{ грн./га}$$

Для механізатора, який працює по удосконаленій технології:

$$C_{оп} = \frac{1,375(1 \cdot 250 + 2 \cdot 250)}{27,5} = 37,5 \text{ грн./га}$$

Амортизаційні відрахування визначаються виходячи з річних норм на відрахування від загальної вартості машини за формулою:

$$C_a = \frac{Ц \cdot \alpha}{100 \cdot Д \cdot К \cdot W_{зм}} \quad (7.5)$$

де C – ціна машини, грн.;

D – кількість днів роботи в рік;

K – коефіцієнт змінності.

За нормативами річна норма відрахувань на амортизацію для сівалок становить 15%. Тоді відрахування для базової машини будуть становити:

$$C_{аб} = \frac{39500 \cdot 15}{100 \cdot 30 \cdot 1,8 \cdot 22,4} = 4,9 \text{ грн./га.}$$

Амортизаційні відрахування на машини по удосконаленій технології будуть становити:

$$C_{ар} = \frac{41600 \cdot 15}{100 \cdot 30 \cdot 1,8 \cdot 27,5} = 4,2 \text{ грн./га.}$$

Затрати на ремонт і технічне обслуговування агрегату також визначається за нормативами, які становлять 15 % в рік від вартості машини.

Розрахунки проводяться за формулою:

$$C_p = \frac{C \cdot \beta}{100 \cdot D \cdot K \cdot W_{зм}}, \quad (7.6)$$

де β - норма річних відрахувань.

Для базової технології затрати на ремонт і технічне обслуговування машини будуть дорівнювати:

$$C_{р.б} = \frac{39500 \cdot 15}{100 \cdot 30 \cdot 1,8 \cdot 22,4} = 4,9 \text{ грн./га.}$$

Для удосконаленої технології затрати на ремонт і технічне обслуговування машин будуть дорівнювати:

$$C_{р.н.} = \frac{41600 \cdot 15}{100 \cdot 30 \cdot 1,8 \cdot 27,5} = 4,2 \text{ грн./га.}$$

Витрати на паливо і мастильні матеріали визначаються по формулі:

$$C_{\text{ПММ}} = C_{\text{П}} \cdot V_{\text{Га}}; \quad (7.7)$$

де $C_{\text{П}}$ – комплексна ціна 1 кг палива;

$V_{\text{Га}}$ – витрати палива на 1 га.

Комплексна ціна включає витрати на основне і пускове паливо, а також на мастильні матеріали і диференціюється в залежності від марки трактора і зони застосування. Приймаємо наступні норми витрат мастильних матеріалів і пускового бензину в % до основного палива:

- моторне масло – 11,7 %;
- трансмісійне масло – 3,43 %;
- індустриальне масло – 0,64 %;
- консерваційні мастила – 0,47%;
- пусковий бензин – 0,96 %;

На сьогодні вартість на паливо-мастильні матеріали залежить від цінової політики ринку, постачальника, величини оптових закупок і т. ін. Для розрахунків приймаємо комплексну ціну 1 кг палива, яка дорівнює 29,8 грн./кг. Тоді затрати на паливо-мастильні матеріали при роботі базової машини будуть становити:

$$C_{\text{ПММ}}^{\text{б}} = 2,3 \cdot 29,8 = 68,54 \text{ грн./га.}$$

При роботі агрегату за удосконаленою технологією затрати на ПММ будуть становити:

$$C_{\text{ПММ}}^{\text{н}} = 1,96 \cdot 29,8 = 58,41 \text{ грн./га.}$$

Загальні прямі експлуатаційні затрати при роботі базового агрегату будуть дорівнювати:

$$C_6 = 46,04 + 4,9 + 4,9 + 68,54 = 124,38 \text{ грн./га.}$$

Загальні прямі експлуатаційні затрати при роботі агрегату за удосконаленою технологією будуть дорівнювати:

$$C_n = 37,5 + 4,2 + 4,2 + 58,41 = 104,31 \text{ грн./га.}$$

Зниження прямих затрат при впровадженні розробок у виробництво в порівнянні з базовим об'єктом буде становити:

$$E = C_b - C_n = 124,38 - 104,31 = 20,07 \text{ грн./га.} \quad (7.8)$$

В відсотках економічний ефект буде становити:

$$E_b = \frac{20,07 \cdot 100}{124,38} = 16,14 \text{ \%}.$$

При нормі висіву насіння озимої пшениці 230 кг/га і економії насіння 10% (23 кг/га) додатковий економічний ефект при вартості насіння 8,5 грн./кг становитиме

$$E_d = 23 \cdot 8,5 = 195,5 \text{ грн./га.}$$

Річний економічний ефект при впровадженні розробок на площі 400 га буде становити:

$$E_p = (20,07 + 195,5) \cdot 400 = 86480 \text{ грн.}$$

Основні техніко-економічні показники, які розраховані в проекті, приведені в таблиці 7.2.

Окупність затрат на удосконалення технології і виготовлення стенду визначається за формулою:

$$E_o = \frac{Ц}{E_p} \quad (7.9)$$

$$Z_o = \frac{2100}{86480} = 0,03 \text{ роки.}$$

Таблиця 7.2 - Основні техніко-економічні показники проекту

Назва показників	Базовий агрегат	Розроблений агрегат
1. Продуктивність, га/год.	3,2	3,93
2. Питомі витрати палива, кг/га	2,3	1,96
3. Затрати праці, люд.год./га	0,94	0,76
4. Прямі експлуатаційні затрати, грн./га	124,38	104,31
в т . ч. – оплата праці з нарахуваннями	46,04	37,5
- амортизаційні відрахування	4,9	4,2
- затрати на ремонт і ТО	4,9	4,2
- затрати на ПММ	68,54	58,41
5. Зниження прямих затрат, грн./га	-	20,07
6. Додатковий економічний ефект, грн./га	-	195,5
7. Річний економічний ефект, грн.	-	86480
8. Строк окупності затрат на удосконалення, років	-	0,03

Аналіз прямих затрат на виконання процесу показує, що основна частка затрат припадає на паливо і мастильні матеріали, що пояснюється надто високими цінами на ринку.

ЗАГАЛЬНІ ВИСНОВКИ І ПРОПОЗИЦІЇ

1. Аналіз діяльності показує, що господарство забезпечене сільськогосподарською технікою в необхідній кількості, але техніка морально і фізично зношена і її необхідно оновлювати і удосконалювати для підвищення ефективності і зменшення затрат на виробництво продукції.

2. На підставі аналізу існуючих технологій і результатів наукових досліджень розроблена удосконалена технологія вирощування озимої пшениці для умов господарства, що дозволяє зменшити затрати і збільшити урожайність. Розроблена технологічна карта на вирощування, визначено комплекс необхідних машин.

3. Розробка і застосування станду для налагодження сівалок дає можливість покращити точність регулювань, зменшити час на підготовку сівалок до роботи, а значить і скоротити строки посівних робіт, а також зменшити витрати насіннєвого матеріалу до 10%. Проведені розрахунки дали можливість визначити основні параметри станду.

4. Приведені в роботі заходи з охорони праці можуть бути використані в господарстві при організації робіт з охорони праці і проведенні інструктажів на виконанні польових робіт.

5. Результати розрахунків економічної ефективності показують, що впровадження удосконаленої технології вирощування озимої пшениці в господарстві і розробленого станду для налагодження і регулювань сівалок дозволить одержати річний економічний ефект в сумі 86480 грн. Термін окупності витрат на удосконалення становить 0,03 роки.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Світове виробництво пшениці// <https://www.yara.ua/crop-nutrition/wheat/key-facts/world-wheat-production/>.
2. Маслак О., Томашевська А. Ринок пшениці в Україні та світі / Економічний гектар / Серeda, 29 червня 2016/ <http://agro-business.com.Ua/agro/ekonomichni-hektar/item/932-rynok-pshenytsi-v-ukraini-ta-sviti.html>
3. Аграрії зібрали рекордний урожай зерна – МінАП // <https://www.slovoidilo.ua/2021/09/03/novyna/suspilstvo/ahrariyi-zibraly-rekordnyj-urozhaj-zerna-minap>.
4. Технологія вирощування озимої пшениці// <https://bizontech.ua/blog/technology-of-growing-winter-wheat>.
5. Мельник Л.Л. Проблемні питання щодо напрямів використання зерна в Україні/ Л.Л.Мельник, С.В.Васильєв, В.О.Олексюк// Агросвіт. - 2015. - №22. - С. 11-17.
6. Маслак О. Прогноз розвитку ринку зерна/ О.Маслак// Агробізнес сьогодні.- [№21\(292\), листопад 2014](#). С.12-14.
7. Кобець А.С., Іщенко Т.Д., Волик Б.А., Демидов О.А. Механіко-технологічні властивості сільськогосподарських матеріалів: Навчальний посібник. – Дніпропетровськ: РВВ ДДАУ, 2009. – 84 с.
8. Ільченко В.Ю., Кобець А.С., Мельник В.П., Карасьов П.І., Кухаренко П.М., Ільченко А.В. Практикум з використання машин машин у рослинництві / Дніпропетровський держагроуніверситет. – Дніпропетровськ, 2002. – 212 с.
9. Механізовані польові роботи. Методика розрахунку, норми виробітку та витрати пального на основний обробіток ґрунту / В.В. Вітвіцький, Н.М.

Семененко, І.В. Лобастовий та ін.; за ред. В.В. Вітвіцького. – К.: УкрНДСагропром. Кн.2, 1997. – 274с.

10. Механізовані польові роботи. Методика розрахунку, норми виробітку та витрати пального на основний обробіток ґрунту / В.В. Вітвіцький, Н.М. Семененко, І.В. Лобастовий та ін.; За ред. В.В. Вітвіцького. – К.: УкрНДСагропром. Кн.3, 1996. – 480с.

11. Механізація вирощування сільськогосподарських культур в Україні/ А.С.Кобець, О.Д.Деркач, М.І.Ролдугін, В.М.Яцук, П.М.Кухаренко, А.М.Пугач; Дніпропетровський державний аграрно-економічний університет. – Дніпропетровськ, 2014. – 285 с.

12. Сільськогосподарські машини: підручник/ Д.Г. Войтюк, Л.В. Аніскевич, В.В. Іщенко та ін.; за ред.. Д.Г. Войтюка. – К.: «Агросвіт», 2015. – 679 с.

13. Кобець А.С. Основи теорії робочих органів сільськогосподарських машин: Навчальний посібник/ Дніпропетровський державний аграрний університет. – Дніпропетровськ, 1999. – 204 с.

14. Заїка П.М. Теорія сільськогосподарських машин. Том 1 - 5.- Харків, Око. – 2003. – с. 375.

15. Довідник сільського інженера /Гречкосій В.Д., Погорілець О.М., Ревенко І.І, та ін.: За ред. Гречкосія В.Д. К.: Урожай, 1988.- 360 с.

16. Агроекологія. Навчальний посібник /Городній М.М., Шикула М.К., Гутков І.М. - К. : Вища школа,1993.-192с.

17. Машиновикористання та екологія довкілля: Підручник/ Головчук А.Ф., Лімонт А.С., Бондаренко М.Г. За ред. А.Ф. Головчука.–К.:Грамота, 2007.- 360 с.

18. Целинський В.П. Охорона праці в рослинництві. – К.: Урожай, 1991. – 80 с.

19. Правила охорони праці у сільськогосподарському виробництві// Затверджені наказом Міністерства соціальної політики України 29 серпня 2018 року № 1240, зареєстровано в Міністерстві юстиції України 21 вересня 2018 р. за № 1090/32542.

20. Вініченко І.І, Сітковська А.О. Методичні рекомендації з економічного обґрунтування дипломних робіт для студентів факультету механізації сільського господарства// Дніпропетровськ: ДДАЕУ, 2016. – 27 с.