УМАНСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
ІНЖЕНЕРНО-ТЕХНОЛОГІЧНИЙ ФАКУЛЬТЕТ
КАФЕДРА АГРОІНЖЕНЕРІЇ

Допускається до захисту
Завідувач кафедри
_____ Дідур В.В.
“___” _____ 2026 р.

Кваліфікаційна робота (дипломний проєкт)

перший (бакалаврський)
(освітній рівень)

на тему **«Проектування складу МТП при вирощуванні озимого ячменю з розробкою операційної технології сівби»**

Виконав: студент 4 курсу, групи 42-ім
Спеціальність Н7
«Агроінженерія»
Владислав СВИД
(прізвище та ініціали)

Керівник Андрій ВОЙТІК
(прізвище та ініціали)

Рецензент _____
(прізвище та ініціали)

Умань – 2026

ЗМІСТ

ВСТУП 4

Розділ 1. РОЗРАХУНКОВО - ТЕХНОЛОГІЧНИЙ РОЗДІЛ 6

1.1. Шляхи ефективного використання МТП 6

1.2. Підбір і розрахунок марочного складу тракторів 9

1.3. Розробка і складання план-графіка на вирощування озимого ячменю 13

1.4. Агротехнічні вимоги до сівби 15

1.5. Комплектування складу МТА 18

1.6. Проектування основних експлуатаційно-технологічних показників МТА при виконанні механізованої роботи 24

Розділ 2. КОНСТРУКТИВНИЙ РОЗДІЛ 29

2.1. Необхідність вдосконалення висівного апарата сівалки 29

2.2. Розрахунок штифтового з'єднання висівного апарата 30

Розділ 3. ОХОРОНА ПРАЦІ 32

Розділ 4. ЕКОНОМІЧНИЙ РОЗДІЛ 36

ВИСНОВКИ 40

ЛІТЕРАТУРА 42

ВСТУП

Україна залишається одним із ключових гравців світового ринку зерна: чорноземи, сприятливий клімат і потужна аграрна інфраструктура дають природну перевагу. Але сьогоднішній етап розвитку — це не лише про обсяги експорту, а про модернізацію виробництва, підвищення доданої вартості й сталу адаптацію до кліматичних і геополітичних ризиків.

Що працює на користь галузі

- Сильні сільськогосподарські традиції й великий зембанк дозволяють швидко нарощувати виробництво.
- Інвестиції у техніку, точне землеробство й логістику покращують рентабельність і зменшують втрати.
- Розвиток елеваторної мережі, портової інфраструктури та приватних трейдерів забезпечує доступ до зовнішніх ринків.

Головні виклики

- Кліматичні зміни: частіша посуха, нерівномірні опади й екстремальні погодні явища вимагають зміни сортименту та агротехнологій.
- Доступ до фінансування для дрібних і середніх господарств залишається обмеженим; інвестиції концентруються в великих агрохолдингах.
- Логістичні вузькі місця та ризики транзиту підвищують витрати і невизначеність на ринку.

Тренди трансформації

- Перехід до No-Till і ресурсозберігаючих технологій для збереження ґрунтів і вологи.
- Широке впровадження цифрових рішень: супутниковий моніторинг, агрономічні платформи, дрони, IoT-датчики.
- Орієнтація на переробку: зростає інтерес до солодових, олійних і кормових спеціалізацій з метою підвищення доданої вартості.

Ринкові можливості

- Зростаючий попит на якісне зерно та продукти переробки в Азії та Європі відкриває нішеві можливості (солодове зерно, органіка).
- Експортні контракти й диверсифікація маршрутів дозволяють зменшити залежність від окремих каналів поставок.
- Створення локальних логістичних хабів і кооперативів підвищує ефективність малих виробників.

Що потрібно робити вже сьогодні

- Інвестувати у селекцію стійких до стресів сортів і адаптовані агротехнології.
- Розвивати кооперацію між дрібними фермерами для доступу до техніки, зберігання та ринків.
- Підтримувати цифровізацію агропідприємств і навчання персоналу для впровадження сучасних практик.
- Покращувати державну підтримку інфраструктурних проєктів і кредитні інструменти для середнього класу фермерів.

Зернове господарство України має всі шанси перетворитись із сировинного постачальника на центра виробництва цінних агропродуктів. Це вимагатиме системних реформ, інвестицій у людський капітал і технології, а також стратегічної співпраці бізнесу, науки і влади. Успіх залежатиме від того, наскільки швидко галузь адаптується до нових викликів і перетворить їх на можливості.

Розділ 1. РОЗРАХУНКОВО-ТЕХНОЛОГІЧНИЙ РОЗДІЛ

1.1. Шляхи ефективного використання МТП

Ефективне використання машинно-тракторного парку (МТП) — ключ до рентабельного вирощування озимої пшениці. Невірне планування або недбале обслуговування техніки призводять до простоїв, перевитрат палива й зниження якості робіт. Нижче — практичні кроки, які допоможуть зробити МТП дієвим інструментом підвищення урожайності та зниження затрат.

1. Планування робіт «по годинах» і маршрутах
- Складіть календар-графік робіт із часовими вікнами для кожної операції (підготовка ґрунту, сівба, удобрення, обробки).
- Плануйте маршрути з урахуванням радіусів повороту і логістики, щоб мінімізувати холості пробіги й трансфер техніки між ділянками.
2. Раціональне паркування й підбір машин
- Підібрати техніку відповідно до масштабу господарства (не більше — не менше): надмірний парк — зайві витрати, недостатній — простої у критичні строки.
- Універсальні агрегати та навісне обладнання (мульчувачі, сівалки, обприскувачі) підвищують гнучкість парку.
3. Регламентне технічне обслуговування
- Запровадьте журнал ТО із чітким переліком передрейсових і сезонних процедур. Дотримання регламенту знижує аварійність і продовжує ресурс.
- Перед посівною — комплексна діагностика: двигун, гідравліка, трансмісія, гальма, електрика, шини, сошники та насіннєподача.
4. Паливно-мастильні матеріали та облік витрат
- Організуйте пункт ПММ на полі з мінімальним запасом на 7–10 днів, маркуванням і журналом заправок.

- Використовуйте облік витрат ПММ і наробітку техніки для аналізу продуктивності і корекції режимів роботи.

5. Підвищення продуктивності агрегатів

- Налагодьте оптимальні швидкості роботи та глибини обробітку під конкретні умови поля; не «працювати на силу».
- Використовуйте прикочувальні котки, downforce та інші елементи для забезпечення стабільної глибини сівби й рівномірності всходів.

6. Використання точного та цифрового землеробства

- GPS-навігація, автопілот, змінні норми внесення добрив і картографія врожайності дозволяють економити паливо, добрива і підвищувати продуктивність.
- Почніть з базових систем (навігація, калібрування висіву) і поступово інтегруйте аналітику.

7. Навчання і мотивація персоналу

- Інвестуйте у навчання трактористів (налаштування агрегатів, економічні режими, безпека). Добрій оператор економить пальне й продовжує ресурс техніки.
- Впровадьте систему мотивації: бонуси за дотримання норм витрат і відсутність простоїв.

8. Агрегатування та взаємозамінність навісного обладнання

- Застосовуйте блокування утворення «вузьких місць» — сумісні швидкороз’ємні зчеплення, стандартизовані кронштейни. Це скорочує час переналадки і зберігає робочі вікна.

9. Стратегія ремонту: профілактика замість авралів

- Проводьте профілактичний ремонт у міжсезоння; зберігайте критичні запчастини на місці (фільтри, ремені, підшипники, диски сошників).
- Якщо немає можливості ремонтувати в полі — укладайте договори з мобільними бригадами технічного обслуговування.

10. Оперативна логістика збиральних і допоміжних ресурсів

- Плануйте заправку, логістику бункерів, підвіз добрив/ЗЗР так, щоб не створювати черг й простоїв при сівбі та підживленнях.
- Використовуйте централізовані пункти підготовки техніки біля полів.

11. Безпека та екологія

- Дотримуйтесь правил охорони праці: інструктажі, ЗІЗ, огорожі рухомих частин. Безпека зменшує непередбачувані витрати.
- Прагніть до екологічних режимів: економічні режими двигунів, регульоване внесення добрив, мінімальний обробіток ґрунту.

12. Гнучкі моделі доступу до техніки

- Оцінюйте економіку покупки проти лізингу чи контрактного обслуговування. Для сезонних піків вигідні послуги підряду; для стабільного навантаження — власна техніка.
- Кооперація з сусідами (оренда/спільне користування) — спосіб знизити інвестиційне навантаження.

13. Моніторинг і аналіз результатів

- Ведіть щоденний облік виконаних га, витрат ПММ, наробітку техніки й якості сівби; аналізуйте після сезону для корекції планів.
- Використовуйте прості KPI: га/добу на агрегат, л/га пального, середня тривалість простоїв.

МТП — не просто набір машин, а інструмент для досягнення аграрних цілей. Ретельне планування, дисципліна в техобслуговуванні, навчання персоналу та впровадження точних технологій забезпечують менші витрати, більше якісних сходів і вищий фінансовий результат при вирощуванні озимої пшениці. Інвестуйте в порядок, а не лише в більшу кількість техніки — і результат не забариться.

1.2. Підбір і розрахунок марочного складу тракторів

Для проведення розрахунку кількості тракторів необхідно мати загальний об'єм виконаних робіт всіма тракторами за рік в одному господарстві, а також річне навантаження одного умовного трактора. Крім цього для розрахунку потрібно знати процент який припадає на непередбачувальні роботи від загального об'єму робіт. Даний процент можна приймати 10...15%. Визначаємо загальну кількість умовних еталонних тракторів для господарства за формулою:

$$n_{УМ.ЗАГ} = \frac{V + \left(\frac{V \cdot n}{100}\right)}{W_P} \ шт, \qquad (1.1)$$

де $n_{УМ.ЗАГ}$ - скільки потрібно тракторів;

V - об'єм робіт виконаний всіма тракторами протягом року в ум. ет. га.

n - процент на непередбачених робіт, приймаємо, $n = 10\%$.

Wp - річний виробіток трактора за рік.

$$n_{УМ.ЗАГ} = \frac{58960 + \left(\frac{58960 \cdot 10}{100}\right)}{1340} = 48{,}4 \ шт,$$

приймаємо 48 шт.

Визначаємо загальну кількість умовних еталонних колісних тракторів.

$$n_{УМ.КОЛ} = \frac{n_{УМ.ЗАГ} \cdot n_{КОЛ}}{100} \ шт, \qquad (1.2)$$

де $n_{кол}$ - процент колісних тракторів від загальної кількості, $n_{кол} = 72{,}7\%$.

$$n_{УМ.КОЛ} = \frac{48 \cdot 72{,}7}{100} = 34{,}9 \ шт,$$

приймаємо 35 шт.

Визначаємо загальну кількість умовних еталонних гусеничних тракторів

$$n_{УМ.ГУС} = \frac{n_{УМ.ЗАГ} \cdot n_{ГУС}}{100} \ шт, \quad (1.3)$$

де $n_{ГУС}$ - процент колісних тракторів від загальної кількості,

$n_{ГУС}$ *=27,3%.*

$$n_{УМ.ГУС} = \frac{48 \cdot 27,3}{100} = 13,1 \quad шт,$$

приймаємо 13 шт.

Розрахунок марочного складу колісних тракторів:

Визначаємо кількість тракторів марки МТЗ-80/82:

$$n_{МТЗ-80/82} = \frac{n_{УМ.КОЛ} \cdot n_{МТЗ-80/82}}{\lambda \cdot 100} \ шт, \quad (1.4)$$

де $n_{МТЗ-80/82}$ - процент, який припадає на МТЗ-80/82 від загальної кількості тракторів, $n_{МТЗ-80/82}$*= 14%;*

λ- коефіцієнт переводу в умовні еталонні трактори, λ *= 0,7* .

$$n_{МТЗ-80/82} = \frac{35 \cdot 14}{0,7 \cdot 100} = 7 \ шт,$$

приймаємо 7 шт.

Визначаємо кількість тракторів марки МТЗ-100:

$$n_{МТЗ-100} = \frac{n_{УМ.КОЛ} \cdot n_{МТЗ-100}}{\lambda \cdot 100} \ шт, \quad (1.5)$$

де $n_{МТЗ-100}$ процент, який припадає на МТЗ-100 від загальної кількості тракторів, $n_{МТЗ-100}$*= 16 %;*

λ - коефіцієнт переводу в умовні еталонні трактори, λ *=0,7.*

$$n_{МТЗ-100} = \frac{35 \cdot 16}{0,7 \cdot 100} = 8 \ шт,$$

приймаємо 8 шт.

Визначаємо кількість тракторів марки ЮМЗ-6Л:

$$n_{ЮМЗ-6Л} = \frac{n_{УМ.КОЛ} \cdot n_{ЮМЗ-6Л}}{\lambda \cdot 100} \ шт, \quad (1.6)$$

$n_{ЮМЗ-6Л}$ - процент, який припадає на ЮМЗ-6Л від загальної кількості тракторів, $n_{ЮМЗ-6Л} = 20\%$;

λ - коефіцієнт переводу в умовні еталонні трактори, $\lambda = 0,6$.

$$n_{ЮМЗ-6Л} = \frac{35 \cdot 20}{0,6 \cdot 100} = 11,66,$$

приймаємо 12 шт.

Визначаємо кількість тракторів марки Т-40М:

$$n_{Т-40М} = \frac{n_{УМ.КОЛ} \cdot n_{Т-40М}}{\lambda \cdot 100} \ шт, \qquad (1.7)$$

де $n_{Т-40М}$ процент, який припадає на Т-40М від загальної кількості тракторів, $n_{Т-40М} = 4,5\%$;

λ - коефіцієнт переводу в умовні еталонні трактори, $\lambda = 0,5$.

$$n_{Т-40М} = \frac{35 \cdot 4,5}{0,5 \cdot 100} = 3,15 \ шт,$$

приймаємо 3 шт.

Визначаємо кількість тракторів марки Т-25А:

$$n_{Т-25А} = \frac{n_{УМ.КОЛ} \cdot n_{Т-25А}}{\lambda \cdot 100} \ шт, \qquad (1.8)$$

де $n_{Т-25А}$ процент, який припадає на Т-25А від загальної кількості тракторів, $n_{Т-25А} = 2,3\%$;

λ - коефіцієнт переводу в умовні еталонні трактори, $\lambda = 0,3$.

$$n_{Т-25А} = \frac{35 \cdot 2,3}{0,55 \cdot 100} = 1,46 \ шт,$$

приймаємо 1 шт.

Визначаємо кількість тракторів марки Т-16М:

$$n_{Т-16М} = \frac{n_{УМ.КОЛ} \cdot n_{Т-16М}}{\lambda \cdot 100} \ шт, \qquad (1.9)$$

де $n_{Т-16М}$ процент, який припадає на Т-16М від загальної кількості тракторів, $n_{Т-16М} = 9\%$;

λ - коефіцієнт переводу в умовні еталонні трактори, $\lambda = 0,22$.

$$n_{T-16M} = \frac{35 \cdot 9}{0{,}7 \cdot 100} = 4{,}45 \ шт,$$

приймаємо 4 шт.

Розрахунок марочного складу гусеничних тракторів:

Визначаємо кількість тракторів марки ДТ-75:

$$n_{ДТ-75} = \frac{n_{УМ.ГУС} \cdot n_{ДТ-75}}{\lambda \cdot 100} \ шт \qquad (1.10)$$

де $n_{ДТ-75}$ - процент, який припадає на ДТ-75 від загальної кількості тракторів,

$n_{ДТ-75}$*=31% ;*

λ - коефіцієнт переводу в умовні еталонні трактори, λ *=1,0*

$$n_{ДТ-75} = \frac{13 \cdot 31}{1{,}0 \cdot 100} = 4$$

приймаємо 4 шт.

Визначаємо кількість тракторів марки Т-150:

$$n_{T-150} = \frac{n_{УМ.ГУС} \cdot n_{T-150}}{\lambda \cdot 100} \ шт, \qquad (1.11)$$

де n_{T-150} - процент, який припадає на Т-150 від загальної кількості тракторів,

n_{T-150}*= 31% ;*

λ - коефіцієнт переводу в умовні еталонні трактори, λ *=1,65* .

$$n_{T-150} = \frac{13 \cdot 31}{1{,}65 \cdot 100} = 2{,}54 \ шт,$$

приймаємо 3 шт.

Визначаємо кількість тракторів марки Т-70С:

$$n_{T-70C} = \frac{n_{УМ.ГУС} \cdot n_{T-70C}}{\lambda \cdot 100} \ шт, \qquad (1.12)$$

де n_{T-70C} - процент, який припадає на Т-70С від загальної кількості тракторів, n_{T-70C} *= 31% ;*

λ - коефіцієнт переводу в умовні еталонні трактори, λ *=0,74* .

$$n_{T-70C} = \frac{13 \cdot 31}{0{,}74 \cdot 100} = 5{,}5 \ шт,$$ приймаємо 6 шт.

1.3. Розробка і складання план-графіка на вирощування озимого ячменю

Обсяг роботи $О_{га}$, га, обумовлюється площею вирощування с.-г. культури і кратністю обробітку $К_о$:

$$O_{га} = F \cdot K_o; \tag{1.13}$$

$$O_{га} = 305 \cdot 1{,}0 = 305 \text{ га}$$

Кількість робочих днів виконання кожної с.-г. роботи встановлюється на основі календарних періодів і коефіцієнта використання календарного часу:

$$D_p = \alpha \cdot D_k, \tag{1.14}$$

$$D_p = 0{,}9 \cdot 10 = 9 \text{ ,}$$

де D_p– кількість робочих днів; $D_к$– кількість календарних днів; α– поправочний коефіцієнт.

Експлуатаційні розрахунки проводимо за такими формулами:

кількість машинних агрегатів (із заокругленням до цілого більшого числа):

$$N_a = \frac{O}{D_p \cdot n_{зм} \cdot W_{зм}}; \tag{1.15}$$

$$N_a = \frac{305}{9 \cdot 0{,}98 \cdot 48{,}2} = 0{,}79 \approx 1.$$

фактична кількість робочих днів:

$$D_f = \frac{O}{N_a \cdot n_{зм} \cdot W_{зм}}; \tag{1.16}$$

$$D_f = \frac{305}{0{,}79 \cdot 1 \cdot 48{,}2} = 8{,}8.$$

кількість механізаторів:

$$N_м = N_a \cdot n_{зм} \cdot m_м; \tag{1.17}$$

$$N_м = 1 \cdot 0{,}78 \cdot 1 \approx 1$$

кількість допоміжних працівників:

$$N_d = N_a \cdot n_{зм} \cdot m_d; \quad (1.18)$$

$$N_d = 1 \cdot 1 \cdot 1 = 1$$

витрата пального на весь обсяг робіт, кг або л:

$$Q = G \cdot O; \quad (1.19)$$

$$Q = 1{,}78 \cdot 305 = 597{,}19 \text{ кг}$$

кількість відпрацьованих нормозмін:

$$N_{зм} = \frac{O}{W_{зм}}; \quad (1.20)$$

$$N_{зм} = \frac{305}{48{,}2} = 6{,}96.$$

затрати праці на весь обсяг робіт, люд.-год:

$$Z_p = (m_м + m_d) \cdot N_{зм} \cdot T_{зм}, \quad (1.21)$$

$$Z_p = (1+1) \cdot 6{,}96 \cdot 7{,}12 = 99{,}11 \text{ люд} \cdot \text{год},$$

де О – загальний обсяг робіт, га; $W_{зм}$ – нормативна продуктивність МТА за семигодинну робочу зміну, га/зм; $n_{зм}$ – показник змінності; G – питома витрата пального на одиницю роботи, кг/га або л/га; $m_м$ – кількість механізаторів, чол.; m_d – кількість допоміжних працівників, чол.

В цьому пункті було показано розрахунки лише для лущення стерні. Розрахунки для інших операцій проводим аналогічно.

Графік використання машинних агрегатів будуємо на аркуші формату А1 графічної частини.

На графіку відмічаємо дозволену тривалість виконання механізованих робіт, кількість робочих днів безперервної роботи агрегату та кількість днів періодичної роботи. Після побудови графіка визначаємо необхідну кількість тракторів за піковим періодом використання.

1.4. Агротехнічні вимоги до сівби

Озима пшениця — не просто культура, а інвестиція в весняний врожай, стабільність господарства й продовольчу безпеку. Успіх починається ще восени: сівба, проведена з урахуванням агротехніки й часу, закладає основу дружніх сходів, потужного кущіння й стійкості до стресів. Нижче — практичні вимоги й рекомендації, які варто застосувати вже сьогодні.

Час сівби — розум і відчуття погоди

- Строки мають бути такими, щоб рослина встигла утворити 3–5 справжніх листків і міцну кореневу систему до настання стійких негативних температур. У середній смузі це зазвичай 20–30 днів до середньої дати становлення ґрунтового промерзання.
- Не треба поспішати при сухому ґрунті: сівати в ґрунт без запасу вологи ризиковано. Краще чекати сприятливих опадів або провести передпосівний полив у регіонах з можливістю зрошення.

Підготовка ґрунту — фундамент врожаю

- Якісне посівне ложе повинно бути рівним, дрібногрудкуватим, з достатньою твердістю поверхні для контакту насінини з вологою, але без ущільнення.
- Технологія обробітку адаптується до системи: традиційна оранка + боронування або No-Till/Strip-till з обов’язковим подрібненням решток і налаштуванням сошників. На важких ґрунтах уникайте надмірного розпушення, щоб не утворювати пилову кірку.

Насіння та його обробка — гарантія схожості

- Використовуйте сертифіковані сорти, адаптовані до регіону, з високою енергією проростання і стійкістю до локальних хвороб. Для високоінтенсивних технологій — сорти з кращим зимостійким потенціалом.
- Обов’язкове протруєння від ґрунтових і насіннєвих інфекцій і шкідників; при високому ризику — комбіновані

фунгіцидно-інсектицидні склади. За потреби — обробка стимуляторами росту й інокуляція (для сумішей із бобовими).

Норма висіву і глибина загортання — баланс густоти і розвитку

- Норма висіву: орієнтовно 4–6 млн всхожих насінин/га (змінюється залежно від сорту, цільового призначення і умов вологи). Для південних посушливих умов — нижче; для зон із високою перезимівлею — вище.
- Глибина сівби: зазвичай 2,5–4 см на легких ґрунтах, 3–5 см на важких; у посушливих умовах допускається загортання до 6 см, але при цьому слід враховувати ризик затримки сходів. Важливий стабільний контроль глибини по всій площі.

Прикладна порада: калібруйте норми під фактичну схожість насіння (за 1000 зерен) і підготуйте тестові борозни перед масовою сівбою.

Добрива при сівбі та стартове живлення

- Базове внесення P і K за результатами агрохімічного аналізу — обов’язкове. Азот частково вноситься під передпосівну культивацію, основну частину — навесні (поділ на старт і підживлення).
- Стартове локальне внесення N (20–30 кг/га у доступній формі) поряд із насіниною підвищує енергію росту і зимостійкість. У No-Till рекомендовано стрічкове внесення добрив, щоб уникнути контакту з насінням.

Машини, налаштування сівалки та механізація процесу

- Сівалка має бути справною і відрегульованою: рівномірність висіву по секціях, стабільна глибина, нормальна притискна сила прикочувального котка. Пневматичні сівалки дають кращу точність при великих швидкостях.
- Налаштування downforce, чистильників рядків і сошників під рештки рослинності — запорука якісного закладання насіння в No-Till.

Боронування, коткування, ущільнення — делікатна операція

- Після сівби іноді доцільне коткування для поліпшення контакту насінини з ґрунтом, але у вологих умовах це може спричинити ущільнення. Боронування — лише за необхідності для вирівнювання поверхні та ліквідації ґрунтової кірки.

Захист від шкідників, бур’янів і хвороб на старті

- Моніторинг перед сівбою: оцінка фітосанітарного стану поля, наявність залишків попередника, зимуючі шкідники. При високому тиску — застосування інсектицидного протруювання.
- Гербіциди: уникайте агресивних передпосівних сумішей при чутливості сорту; плануйте захист бур’янів із урахуванням залишкової активності препаратів навесні.

Організація робіт і логістика — час дорівнює врожай

- Складіть план робіт із запасом «вікна» для негоди, підготуйте запас ПММ, фільтрів і запчастин. Розбивайте площу на ділянки для рівномірного навантаження техніки.
- Навчайте оператора сівалки проводити щоденне калібрування і вести журнал висіву (скорість, витрата, норма).

Особливості для No-Till і мінімального обробітку

- Правильне розміщення решток, налаштування сошників-рядочистачів і локальне внесення добрив. Зверніть увагу на можливість «пливучих» посадок при великій кількості рослинних решток — тестуйте на пілотних ділянках.

Моніторинг після сівби — швидке реагування

- Перевірка сходів у перші 10–14 днів: оцінка густоти, однорідності, наявності захворювань. При загущенні — план корегувальних весняних підживлень і регулювання густоти через підживлення/випрямлення посівів.
- Фіксуйте і аналізуйте відхилення від плану, аби коригувати строки та норми в наступному сезоні.

Економічна і екологічна складові

- Раціональний підбір норми висіву, точне внесення добрив і мінімізація зайвих операцій знижують собівартість і вплив на ґрунт.
- Інвестування в якісне насіння, протруєння та налаштовану техніку окупається вищим і стабільнішим урожаєм.

Сівба озимої пшениці — це мистецтво планування, дисципліни і точності. Дотримання агротехнічних вимог — не суто технічна річ, а стратегічне рішення: правильно закладене зерно восени дає територію для маневру навесні, знижує ризики й підвищує ефективність господарства. Працюйте системно, тестуйте зміни на пілотних ділянках і робіть висновки — так формуються стабільні врожаї й сильні господарства.

1.5. Комплектування складу МТА

Проведемо розрахунки МТА в складі Т-150К+СЗ-3,6А

Задавшись значенням швидкості руху $v_р$ в межах технологічно допустимої при виконанні заданого виду роботи ($v_{pmin}<v_р<v_{pmax}$) визначаємо максимальну ширину захвату агрегату:

$$B_{max}=\frac{N_e\cdot\eta_м\cdot\eta_б\cdot\eta\cdot\beta-N_{ввп}-R_{зч}\cdot v_p}{v_p\cdot K_0}, \qquad (1.22)$$

$$B_{max}=\frac{110{,}4\cdot 0{,}81\cdot 0{,}875\cdot 0{,}94\cdot 0{,}95-2\cdot 3{,}06}{3{,}06\cdot 1{,}38}=13{,}12\text{ м},$$

де $N_{ввп}$ – затрати потужності на привід робочих органів, кВт, в даному випадку вони відсутні; $R_{зч}$ – тяговий опір зчіпки, кН; $v_р$ – робоча швидкість руху, м/с.

Визначаємо кількість машин у складі агрегату за наступною умовою:

$$n_м=INT\left[\frac{B_{max}}{b_k}\right], \qquad (1.23)$$

$$n_м=INT\left[\frac{13.12}{3.6}\right]=INT[3{,}6]=3,$$

де *INT* – ціла частина від ділення; b_k – конструктивна ширина захвату сівалки, м.

Приймаємо основний склад МТА.

Визначаємо значення тягової потужності N_m, значення втрат потужностей на перекочування трактора, причіпної машини і зчіпки N_f, на подолання підйому N_α, у трансмісії $N_{тр}$ та на буксування трактора N_δ.

$$N_m = B_k \cdot \beta \cdot v_p \cdot K_0 / 3{,}6; \tag{1.24}$$

$$N_m = 10{,}8 \cdot 0{,}95 \cdot 11{,}0 \cdot 1{,}38 / 3{,}6 = 57{,}68\,\text{кН}$$

$$N_f = (G_м + G_{зч}) \cdot f \cdot v_p / 3{,}6; \tag{1.25}$$

$$N_f = (14 + 7{,}6) \cdot 0{,}19 \cdot 11 / 3{,}6 = 12{,}54\,\text{кН};$$

$$N_\alpha = \frac{(G_т + G_м + G_{зч}) \cdot i \cdot v_p}{100 \cdot 3{,}6}; \tag{1.26}$$

$$N_\alpha = \frac{(7275 + 1400 + 760) \cdot 2{,}5 \cdot 11}{100 \cdot 3{,}6} = 7{,}19\,\text{кН};$$

$$N_{тр} = N_e \cdot (1 - \eta_м); \tag{1.27}$$

$$N_{тр} = 110{,}4 \cdot (1 - 0{,}81) = 20{,}976\,\text{кН};$$

$$N_\delta = N_e \cdot \eta_м \cdot (1 - \eta_б); \tag{1.28}$$

$$N_\delta = 110{,}4 \cdot 0{,}81 \cdot (1 - 0{,}875) = 11{,}178\,\text{кН};$$

де $B_к$ – конструктивна ширина захвату агрегату, м; $G_т$, $G_м$, $G_{зч}$ – відповідно вага трактора, сільськогосподарської машини та зчіпки, кН.

Визначаємо фактичний коефіцієнт завантаження двигуна:

$$\xi_{дв}^{ф} = \frac{N_m + N_f + N_\alpha + N_{тр} + N_\delta}{N_{ен}}, \tag{1.29}$$

$$\xi_{дв}^{ф} = \frac{57{,}68 + 12{,}54 + 7{,}19 + 20{,}976 + 11{,}178}{121} = 0{,}9.$$

Так як дотримується умова $\xi_{дв}^{ф} \le \xi = 0{,}96$, то розрахунки є задовільними.

Складаємо експлуатаційну характеристику МТА та заносимо її у табл.1.1.

Таблиця 1.1 Експлуатаційна характеристика МТА

Показник	Значення показника МТА
1. Марка трактора	Т-150К
2. Марка зчіпки	С-11У
3. Марка сільськогосподарської машини	СЗ-3,6А
4. Ширина захвату $B_р$, *м*	10,8
5. Швидкість руху $V_р$, м/с (км/год)	3,05 (8)
6. Коефіцієнт завантаження двигуна, ξ	0,9

За довідковою літературою та наведеними нижче формулами визначаємо кінематичні параметри МТА, його повороту та робочої ділянки, а одержані значення параметрів записуємо у табл. 3.3.

Кінематична довжина МТА, м:

$$L_k = l_m + l_{зч} + l_м, \tag{1.30}$$

$$L_k = 1{,}15 + 6{,}8 + 6{,}4 = 14{,}35\,\text{м},$$

де$l_т$, $l_{зч}$, $l_м$, – кінематична довжина відповідно трактора, зчіпки та с.-г. машини, м.

Дійсний радіус повороту МТА:

$$R_д = R_к \cdot k_R, \tag{1.31}$$

$$R_д = 6{,}8 \cdot 1{,}5 = 10{,}2\,\text{м},$$

де $R_к$ – мінімальний конструктивний радіус повороту агрегату; k_R – коефіцієнт, який враховує вплив швидкості руху агрегату на радіус повороту.

Значення мінімального конструктивного радіуса повороту агрегату і коефіцієнт k_R визначаємо за рекомендаціями.

Для наближеного вибору виду повороту при човниковому способі руху МТА визначаємо абсцису кругового повороту:

$$X_п = 2 \cdot R_д. \tag{1.32}$$

$$X_п = 2 \cdot 10{,}2 = 20{,}4\,\text{м}.$$

Одержане значення $X_п$ порівнюємо з конструктивною шириною захвату агрегату $B_к$. Так як $X_п > B_к$, то приймаємо петльовий вид повороту.

Для вибраного виду повороту визначаємо довжину (L_x), ординату ($Y_п$) повороту і мінімальну ширину поворотної смуги (E_{min}) із умови надійності роботи МТА під час повороту за формулами, які наведені нижче.

$$\begin{aligned} L_x &= (6{,}6...8{,}0) \cdot R_д + 2 \cdot e; \\ Y_п &= 2{,}8 \cdot R_д; E_{\min} = 2{,}8 \cdot R_д + e + d_к. \end{aligned} \tag{1.33}$$

$$L_x = 7 \cdot 10{,}2 + 2 \cdot 8{,}61 = 88{,}62;$$

$$Y_п = 2{,}8 \cdot 10{,}2 = 28{,}56;$$

$$E_{\min} = 2{,}8 \cdot 10{,}2 + 8{,}61 + 5{,}4 = 42{,}57$$

Довжина виїзду агрегату з заднім розташуванням причіпних машин:

$$e = (0{,}5...0{,}75) \cdot l_к \tag{1.34}$$

$$e = 0{,}65 \cdot 14{,}35 = 8{,}61\,\text{м};$$

кінематична ширина МТА:

$$d_к = \frac{B_к}{2}. \tag{1.35}$$

$$d_к = \frac{10{,}8}{2} = 5{,}4\,\text{м}.$$

Таблиця 1.2 Кінематична характеристика МТА, повороту і робочої ділянки

Назва параметра агрегату		Позначення	Одиниці виміру	Значення параметра по агрегатах
1. Марка трактора				Т-150К
2. Марка зчіпки				С-11У
3. Марка с.-г. машини				СЗ-3,6А
6. Колія трактора		K	м	1,68
8. Кінематична довжина:	трактора	$L_т$	м	1,15
	зчіпки	$L_{зч}$	м	6,8
	с.-г. машини	$L_м$	м	3,2
9. Ширина агрегату:	конструктивна	$B_к$	м	10,8
11. Радіус повороту :	мін. конструктивний	$R_к$	м	6,8
	дійсний	$R_д$	м	10,2
12. Вид повороту				Петльовий грушоподібний
13. Параметри повороту:	довжина	L_x	м	88,62
	ордината	Y_n	м	28,56
	абсциса	X_n	м	20,4
	довжина виїзду МТА	e	м	8,61
14. Ширина поворотної смуги:	мінімальна	E_{min}	м	44,37
	дійсна	E	м	57,6
15. Довжина:	поля	$L_п$	м	1100
	робочого ходу	$L_р$	м	984,8
18. Коефіцієнт робочого ходу		φ	–	0,926

Вибираємо спосіб руху при виконанні заданого виду роботи і визначаємо кінематичні параметри робочої ділянки.

Дійсна ширина поворотної смуги з умови кратності ширині захвату агрегату:

$$E = n \cdot B_к > E_{\min}, \tag{1.36}$$

$$E = 5 \cdot 10{,}8 = 54 > 42{,}57 \text{ м},$$

де n – ціле число, яке підбирається діленням E_{min} на $B_к$ і заокругленням одержаного значення в більшу сторону (n=[$INT(E_{min}/B_к)$]+1; n=[$INT(42{,}57/10{,}8)$]+1=5).

Довжина робочого ходу агрегату на полі:

$$L_p = L_n - 2 \cdot E, \tag{1.37}$$

$$L_p = 1100 - 2 \cdot 54 = 984{,}8 \text{ м},$$

де L_n – довжина поля, м.

Для човникового способу руху поле на загони не розбивається.

Визначаємо коефіцієнт робочих ходів для човникового способу руху:

$$\varphi_ч = \frac{L_p}{L_p + 6 \cdot R_д + 2 \cdot l}; \tag{1.38}$$

$$\varphi_ч = \frac{984{,}8}{984{,}8 + 6 \cdot 10{,}2 + 2 \cdot 8{,}61} = 0{,}926$$

Для заданого виду МТА викреслюється на аркуші графічної частини кінематична схема МТА на повороті і вказується кінематичний центр агрегату (*Ц.А.*), миттєвий центр повороту (*Ц.П.*), колія (K), поздовжня база ($L_б$) та кінематична довжина трактора ($L_т$), сільськогосподарської машини ($L_м$), машинного-тракторного агрегату ($L_к$), конструктивна ($B_к$) і кінематична ($d_{кпр}$, $d_{кл}$) ширина МТА, кут повороту ($\alpha_к$) напрямних коліс трактора або кут зламу рами, дійсний радіус повороту МТА ($R_д$).

1.6. Проектування основних експлуатаційно-технологічних показників МТА при виконанні механізованої роботи

Для агрегатів стосовно умов експлуатації визначаємо за наведеними нижче формулами елементи балансу часу зміни.

Баланс часу зміни, год:

$$T_{зм} = T_0 + T_1 + T_2 + T_3 + T_4 + T_{4.2} + T_{4.3} + T_5 + T_6 + T_7, \quad (1.39)$$

де T_0 – час основної роботи, год; T_1 – час поворотів, год; T_2 – час технологічного обслуговування, год; T_3 – час усунення технологічних відмов, год; $T_{4.1}$ – затрати часу на технологічні холості переїзди (під заправку), год; $T_{4.2}$ – час переїзду з ділянки на ділянку або з поля на поле, год; $T_{4.3}$ – час переїзду із бригади до поля і назад, год; T_5 – час підготовки агрегату до роботи, (агрегатування, переводу в робоче і транспортне положення), год; T_6 – регламентовані елементи затрат часу (на одержання наряду, відпочинок, особисті потреби та ін.), год; T_7 – час щоденного технічного обслуговування, год.

Час переїздів із бригади на поле і назад, хв:

$$T_{4.3} = \frac{120 \cdot l_b}{v_{тр}}, \quad (1.40)$$

$$T_{4.3} = \frac{120 \cdot 5}{25} = 24 \text{ хв},$$

де l_b – відстань від бригади до поля, км; $v_{тр}$ – транспортна швидкість агрегату, км/год.

Час переїзду із ділянки на ділянку, хв:

$$T_{4.2} = n_{пер} \cdot \left(\frac{60 \cdot l_n}{v_{тр}} + t_{п.п} \right), \quad (1.41)$$

$$T_{4.2} = 0$$

Час усунення технологічних відмов T_3, холостих переїздів $T_{4.1}$, підготовки агрегату до роботи T_5, затрати часу на регламентовані елементи T_6 та час щоденного технологічного обслуговування T_7 – визначають

спостереженням за роботою агрегату або приймають за даними нормативних станцій.

З навчальною метою приймаємо наступні значення: T_3=10 хв; $T_{4.1}$=0; T_5=5 хв; T_6=15 хв, а T_7=35 хв.

Для визначення затрат основного часу та часу поворотів робимо попередні розрахунки.

Час робочого ходу за цикл, хв, при розмірності швидкості v_p, км/год:

$$t_{рц} = 0{,}12 \cdot \frac{L_p}{v_p}, \tag{1.42}$$

$$t_{рц} = 0{,}12 \cdot \frac{984{,}8}{8} = 10{,}74 \text{ хв}$$

час повороту:

$$t_{хц} = t_{рц} \cdot \frac{1-\varphi}{\varphi}, \tag{1.43}$$

$$t_{хц} = 10{,}74 \cdot \frac{1-0{,}926}{0{,}926} = 0{,}858 \text{ хв}$$

де φ – коефіцієнт робочих ходів.

Для агрегатів із резервуарами визначаємо ще час на заправку, що припадає на один цикл:

$$t_{оц} = \frac{2 \cdot L_p \cdot H \cdot B \cdot t_{ос}}{V_b \cdot \gamma \cdot \psi \cdot 10^5}, \tag{1.44}$$

$$t_{оц} = \frac{2 \cdot 984{,}8 \cdot 2{,}4 \cdot 10{,}8 \cdot 4}{0{,}665 \cdot 0{,}6 \cdot 0{,}95 \cdot 10^5} = 7{,}18 \text{ хв},$$

де $t_{ос}$- час однієї заправки, хв; H - норма внесення технологічного матеріалу, ц/га; γ - щільність технологічного матеріалу, т/$м^3$; ψ - коефіцієнт використання об'єму бункера; V_b - об'єм бункера, $м^3$.

Час циклу агрегату, хв:

$$t_ц = t_{рц} + t_{хц} + t_{оц}. \tag{1.45}$$

$$t_ц = 10{,}74 + 0{,}858 + 7{,}18 = 18{,}78 \text{ хв}.$$

Число циклів роботи агрегату за зміну (із заокругленням до більшого числа), за умови, що розмірність часу тривалості зміни $T_{зм}$ визначається в хв:

$$n_ц = \frac{T_{зм} - T_3 - T_{4.1} - T_{4.2} - T_{4.3} - T_5 - T_6 - T_7}{t_ц}, \quad (1.46)$$

$$n_ц = \frac{420 - 10 - 0 - 0 - 24 - 5 - 15 - 35}{18{,}78} = 17{,}6$$

$n_ц = INT(n_ц) + 1 = 18$.

Час основної роботи, хв:

$$T_o = n_ц \cdot t_{рц}. \quad (1.47)$$

$$T_o = 18 \cdot 10{,}74 = 193{,}32 \text{ хв}.$$

Час на повороти, хв:

$$T_1 = n_ц \cdot t_{хц}. \quad (1.48)$$

$$T_1 = 18 \cdot 0{,}858 = 15{,}44 \text{ хв}.$$

Час технологічного обслуговування, хв:

$$T_2 = n_ц \cdot t_{оц} \quad (1.49)$$

$$T_2 = 18 \cdot 7{,}18 = 129{,}24 \text{ хв}.$$

Дійсний час зміни, хв:

$$T_{змд} = T_o + T_1 + T_2 + T_3 + T_{4.1} + T_{4.2} + T_{4.3} + T_5 + T_6 + T_7. \quad (1.50)$$

$$T_{змд} = 193{,}32 + 15{,}44 + 129{,}24 + 10 + 0 + 0 + 24 + 5 + 15 + 35 = 427 \text{ хв}.$$

Коефіцієнт використання часу зміни (з переведенням хвилин в години):

$$\tau_{зм} = \frac{T_o}{T_{змд}} \quad (1.51)$$

$$\tau_{зм} = \frac{193{,}32}{427} = 0{,}85$$

Складаємо табл. 1.3 балансу часу зміни і визначаємо процентний розподіл за елементами часу зміни.

Таблиця 1.3 Баланс часу зміни роботи агрегату за нормативну зміну

Показники часу	Затрати часу	
	год	%
Час основної роботи, T_o	3,2	44,94
Час на повороти, T_1	0,25	3,5
Час технологічного обслуговування, T_2	2,154	30,25
Час усунення технологічних відмов, T_3	0,167	2,346
Час транспортних переїздів, $T_{4.1}+T_{4.2}+T_{4.3}$	0,4	5,6
Час підготовки агрегату до роботи, T_5	0,083	1,166
Регламентовані затрати часу зміни, T_6	0,25	3,5
Час щоденного технічного обслуговування, T_7	0,583	8,188
Дійсний час зміни, $T_{змд}$	7,12	100
Коефіцієнт використання часу зміни, $\tau_{зм}$	0,45	-

За наведеними нижче формулами визначаємо технічну та змінну продуктивність агрегату.

Технічна продуктивність агрегату, га, за одиницю часу:

$$W_o = C_W \cdot B_к \cdot \beta \cdot v_p. \quad (1.52)$$

$$W_o = 0{,}1 \cdot 10{,}8 \cdot 0{,}95 \cdot 8 = 8{,}2 \text{ га/год.}$$

Визначаємо продуктивність агрегата за формулою:

$$W = 0{,}1 * B_р * V_р * T_р, \text{ га/зм} \quad (1.53)$$

де $B_р$ – ширина захвату агрегата,м, $B_р = 10{,}8$м;

$V_р$ – робоча швидкість агрегата, км/год, $V_р = 8$км/год;

$T_р$ – робочий час, год.

$$T_р = T_{зм} * \tau, \quad (1.54)$$

де $T_{зм}$ – час зміни, $T_{зм} = 8$год;

τ – коефіцієнт використання часу зміни

$$T_р = 8*0,85 = 6,8 \text{ год}$$

$$W_{зм} = 0,1*10,8*8*6,8=58,7 \text{га/зм}$$

Визначаємо погектарну витрату пального, кг/га:

$$Q = \frac{G_o \cdot T_o + G_1 \cdot T_1 + G_2 \cdot (T_2 + T_3) + G_4 \cdot (T_{4.1} + T_{4.2} + T_{4.3}) + G_2 \cdot (T_6 + 0,5 \cdot T_7)}{W_{зм}},$$

(3.36)

де G_o, G_1, G_2, G_4 – середня годинна витрата пального, кг/год відповідно при роботі з нормальним тяговим навантаженням, при холостому ході трактора, на зупинках при холостій роботі двигуна, при холостому ході агрегату на переїздах.

Витрату пального двигуном трактора, кг/год, при відомій потужності двигуна N_e, кВт, на різних режимах використання агрегату можна визначити за наведеними нижче емпіричними залежностями.

При використанні агрегату: з навантаженням:

$$G_0=2,23+0,17 \cdot N_e, \quad (1.55)$$

$$G_0=2,23+0,17 \cdot 121=22,8 \text{ кг/год},$$

на холостому ходу:

$$G_1=3,1+0,08 \cdot N_e, \quad (1.56)$$

$$G_1=3,1+0,08 \cdot 121=12,78 \text{ кг/год}$$

на зупинці трактора при холостій роботі двигуна:

$$G_2=0,66+0,013 \cdot N_e, \quad (1.57)$$

$$G_2=0,66+0,013 \cdot 121=2,233 \text{ кг/год}$$

при холостому ході на переїздах:

$$G_4=1,43+0,06 \cdot N_e. \quad (1.58)$$

$$G_4=1,43+0,06 \cdot 121=8,69 \text{ кг/год}.$$

Отже погектарна витрата палива буде становити:

$$Q = \frac{22,8 \cdot 3,2 + 12,78 \cdot 0,25 + 2,233 \cdot (2,154 + 0,167) + 8,69 \cdot (0 + 0 + 0,4) + 2,233 \cdot (0,25 + 0,5 \cdot 0,583)}{48,2} = 1,78$$

кг

Розділ 2. КОНСТРУКТИВНИЙ РОЗДІЛ

2.1. Необхідність вдосконалення висівного апарата сівалки

Одним із основних агротехнічних вимог до сівби є рівномірність розподілу насіння у рядку. Одним із робочих органів, які формують потік насіння та забезпечують рівномірність висіву є висівні апарати.

На даний момент найбільш поширені катушкові висівні апарати, оскільки вони прості в експлуатації (легко налагодити на норму висіву усі разом апарати і просто їх спорожнити від насіння). Такі висівні апарати також встановлені на сівалці СЗ-3,6А господарства.

Однак даний апарат має ряд недоліків:

- котушковий апарат з нижнім висівом і малою відстанню між котушками та денцем створює жорсткі умови утворення зернового потоку для великого насіння, що зменшує його можливості для висіву останнього та того, що легко травмується;
- якість висіву дрібного насіння малими нормами є не задовільною;
- дуже слабким місцем в апараті є гніздо для розетки в його корпусі через швидке спрацювання пари гніздо-розетка, надійність та довговічність апарата недостатні, крім того, цей дефект ремонту не підлягає;
- пошкодження насіння та пульсуючий висів насіння.

Виходячи з наведеного, в даному проекті пропонується модернізація катушкового висівного апарата шляхом встановлення катушки з похилим розміщенням жолобків (під кутом до осі), що дасть більш рівномірний висів насіння та підвищить врожайність культури вцілому.

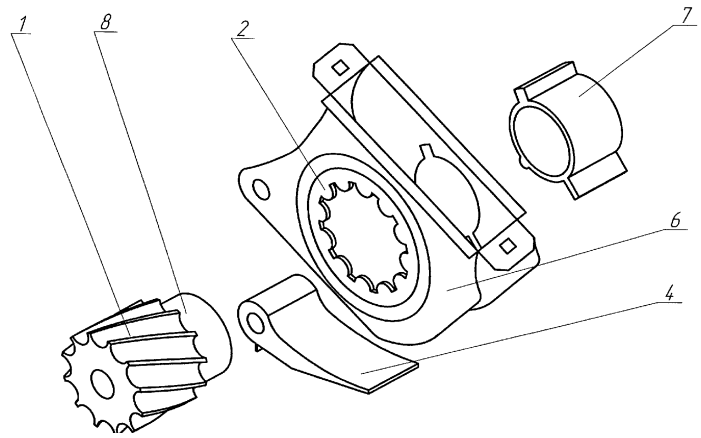


Рисунок 2.1. Модернізований висівний апарат: 1- катушка з похилими жолобками, 2 – розетка, 4 –підпружинений клапан, 6 –змінна коробка, 7 - муфта

2.2. Розрахунок штифтового з'єднання висівного апарата з валом

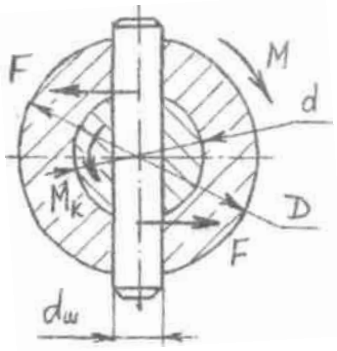


Рисунок 2.2. Схема до розрахунку штифта на зріз.

Визначаємо перевірковий розрахунок штифта на зріз за умовою:

$$\boldsymbol{\tau}_{\text{зр}} = \frac{Q}{i \times A_{\text{зр}}} \leq \left[\boldsymbol{\tau}_{\text{зр}}\right] \qquad (2.1)$$

$\tau_{зр}$ і $\left[\tau_{зр}\right]$ – відповідно розрахункове та допустиме напруження зрізу;

Q – поперечна сила

$$Q = F = \frac{M_k}{0{,}5d} = \frac{61250}{0{,}5 \times 20} = 6125H$$

і – кількість площин зрізу;

$A_{зр}$ – площа зрізу:

$$A_{зр} = \frac{\pi d^2}{4} = \frac{3{,}14 \times 5^2}{4} = 19{,}63 мм^2$$

$$[\tau_{зр}] = 0{,}35\delta_т,$$

де $\delta_т$ – межа текучості матеріалу штифта.

Для виготовлення штифта приймаємо сталь 45, для якої

$\delta_т$ = 360МПа

$$\text{Тоді } [\tau_{зр}] = 0{,}35 \times 360 = 126 МПа$$

$$\tau_{зр} = \frac{6125}{2 \times 19{,}63} = 156{,}01 МПа$$

Умова міцності не витримується:

$$\tau_{зр} = 156{,}01 МПа > [\tau_{зр}] = 126 МПа$$

Тому змінюємо матеріал для виготовлення штифта і приймаємо сталь 15 ГОСТ4543-71, для якої $\delta_т$=500МПа

$$\text{Тоді } [\tau_{зр}] = 0{,}35 \times 500 = 175 МПа$$

Тепер умова міцності виконується:

$$\tau_{зр} = 156{,}01 МПа > [\tau_{зр}] = 175 МПа$$

Виконуємо перевірковий розрахунок штифтового зєднання зірочки з валом на зминання за умовою:

$$\delta_{зм} = \frac{F}{i \times A_{зм}} \leq [\delta_{зм}]$$

де $\delta_{зм}$ і $[\delta_{зм}]$ - відповідно розрахункове та допустиме напруження зминання;

$A_{зм}$ - розрахункова площа зминання.

$$A_{зм} = \frac{D-d}{2} \times d_ш = \frac{40-20}{2} \times 5 = 50 мм^2;$$

$[\delta_{зм}]$ = 120МПа

Тоді

$$\delta_{зм} = \frac{6125}{2 \times 50} = 61{,}25 МПа < [\delta_{зм}] = 120 МПа$$

Отже умова міцності виконується.

РОЗДІЛ 3. ОХОРОНА ПРАЦІ

Сівба озимих культур — критичний етап агротехнічного циклу, який впливає не лише на майбутній врожай, але й на екологічний стан агроландшафту та безпеку праці. Раціональне поєднання екологічних заходів і норм охорони праці забезпечує стійкість виробництва, збереження ресурсів і мінімізацію ризиків для людини та довкілля.

1. Пріоритети екологічної безпеки

- Збереження ґрунтового покриву: мінімізація ерозії шляхом оптимального розміщення обробітку та застосування мінімального або нульового обробітку там, де це доцільно.

- Збереження біорізноманіття: уникати масових операцій під час періодів активності місцевих фауністичних груп (гніздування птиць, міграції інших тварин); залишати смуги природної рослинності як коридори та зони загострення біорізноманіття.

- Контроль над внесенням хімічних агентів: застосовувати лише сертифіковані ЗЗР і добрива згідно регламентів, з обов’язковим урахуванням кліматичних умов, вітру, температури та рельєфу, щоб уникнути стоку та транспортування в навколишні води.

- Захист водних ресурсів: встановлення буферних смуг уздовж водотоків, заборона робіт та заправки в безпосередній близькості до джерел водопостачання; проектування дренажу з урахуванням нейтралізації розчинених речовин.

- Менеджмент рослинних решток: розумне використання решток (розподіл, подрібнення, локальне внесення) для запобігання концентрації патогенів і зниження ризику пожеж.

2. Заходи щодо мінімізації впливу техніки

- Оптимізація маршруту руху і графіків робіт для зниження холостих пробігів і ущільнення ґрунту.

- Використання агрегатів із регульованим тиском на ґрунт (wide tires, duals, трекові системи) і правильним розподілом маси для зменшення ущільнення.

- Регулярне технічне обслуговування для зниження викидів, витоків ПММ і шуму; застосування сучасних фільтрів і технологій очищення вихлопів.

3. Обіг ПММ та зберігання хімічних препаратів

- Централізовані, обладнані ємності з надійним захистом (пальникові майданчики, заземлення) та обладнанням для локального збору розливів; мінімальний запас ПММ на полі з регулярною ротацією.

- Склади ЗЗР і добрив — герметичні, із захистом від опадів, на піддонах, з наявністю матеріалів для нейтралізації розливів і планом дій при аваріях.

- Ведення журналу обліку ПММ і ЗЗР, інструкцій щодо їх застосування, а також паспортів безпеки (SDS/MSDS).

4. Охорона праці: організаційні та технічні заходи

- Стандарти навчання: обов’язкові первинні й періодичні інструктажі з охорони праці, спеціалізовані курси для операторів техніки та осіб, що працюють із ЗЗР і ПММ.

- Засоби індивідуального захисту (ЗІЗ): робочий одяг, захисні окуляри, респіратори при обробці насіння чи застосуванні ЗЗР, рукавички, захисне взуття; інструкції з використання та зберігання ЗІЗ.

- Організація безпечних робочих місць: маркування зон заправки, технічного обслуговування, місць зберігання; обмеження доступу неавторизованого персоналу.

- Процедури під час виконання робіт: заправка техніки поза вітром, заборона паління, дотримання швидкісних режимів руху по полю, чіткі сигнали і правила взаємодії екіпажів.

- Перша допомога та аварійні сценарії: обладнання пунктів першої допомоги, душових станцій на робочих майданчиках, навчання персоналу надання першої допомоги при отруєннях і травмах; план евакуації та алгоритм дій при розливах і пожежах.

5. Особливості застосування ЗЗР і протруєння насіння

- Суворе дотримання інструкцій виробника, дозувань і строків очікування; урахування вітрових умов та температурних режимів під час обприскування.

- Використання захисних технологій: фіксуючі добавки, системи зниження утворення дрейфу (nozzle selection, shielded booms), локальне внесення для мінімізації впливу.

- Утилізація упаковки: централізовані пункти збору і безпечна утилізація/переробка відповідно до нормативів.

6. Екологічні та безпекові індикатори

- Ставте цілі і моніторинг: показники витоків ПММ, кількість інцидентів з розливами, частота випадків отруєння, показники ущільнення ґрунту (пруси й пористість), кількість птахів/фауни на виокремлених смугах — для оцінки ефективності заходів.

- Використання супутникового чи дронового моніторингу для виявлення зон ерозії, водного стоку та інших ризиків у реальному часі.

7. Законодавча відповідність і громадська складова

- Дотримання місцевих і національних нормативів з охорони навколишнього середовища і охорони праці; своєчасне декларування інвентарних запасів ЗЗР, ПММ і відходів.

- Комунікація з місцевими громадами: інформування про графік обробок, забезпечення контактів для повідомлення про інциденти; прозорість знижує соціальну напругу та підвищує довіру.

Висновок Ефективна сівба озимих потребує інтегрованого підходу: забезпечення екологічної безпеки і створення безпечних умов праці має бути відносною складовою технологічних рішень, а не декларативною вимогою. Науково обґрунтовані практики (регулювання навантаження техніки, контроль хімічного навантаження, моніторинг стану ґрунту) разом із системою навчання та готовності до надзвичайних ситуацій забезпечують довготривалу продуктивність ґрунтів, здоров’я працівників і прийняття суспільством агротехнологічних змін.

Розділ 4. ЕКОНОМІЧНИЙ РОЗДІЛ

Визначаємо розмір заробітної плати на 1га сівби за формулою :

$$Сз.п. = Сосн.+ Сдод.+ Сє.с.в. \quad (4.1)$$

де Сосн.- основна заробітна плата, грн.

Сдод.- додаткова заробітна плата, грн.

Сє.с.в – єдиний соціальний внесок.

Основна заробітна плата робітників визначається за формулою :

$$Сосн.= n \cdot Q, \quad (4.2)$$

де n - кількість нормозмін.

Q - змінна тарифна ставка; Q = 420,01 грн.

Кількість нормозмін визначаємо за формулою.

$$n = F/W, \quad (4.3)$$

де F - площа, на якій виконується дана операція, 305га;

W - продуктивність агрегату за зміну 12,6 га/зм.

$$n = 305/58,7 = 5,19 ,$$

$$Сосн.= 5,19 \cdot 420,01 = 2180 \text{ грн.}$$

Визначаємо додаткову заробітну плату за формулою.

$$Сдод.= Сосн. \cdot Пд / 100, \quad (4.4)$$

де Пд – процент додаткової оплати, Пд=20%.

$$Сдод.= 2180 \cdot 20 / 100 = 430,6 \text{ грн.}$$

Визначаємо єдиний соціальний внесок за формулою.

$$Сє.с.в.= (Сосн. + Сдод.)Пє.с.в / 100, \quad (4.5)$$

де Пс.с.- процент відрахування на єдиний соціальний внесок, Пє.с.в. = 36,3%.

Сс.с. .= (2180 + 430,6) 36,3 / 100 = 230,7 грн.

Сз.п. =2180 + 403,6+ 230,7=2850,3 грн.

Визначаємо фонд заробітної плати на 1 га сівби озимого ячменю.

Фз.п.= Сз.п./ F = 2850,3/ 305 = 9,3 грн

Визначаємо вартість паливо мастильних матеріалів при виконанні технологічної операції, визначаємо витрати ПММ у % відношенні від витрати основного палива.

На основі витрачених ПММ визначаємо їх вартість:

$$C_2 = B_{дп} + B_{дм} + B_{ам} + B_{тм} + B_{сол} + B_{бен}, \text{ грн} \quad (4.9)$$

$$B_{дп} = Q_{дп} \cdot n_{дп}, \text{ грн} \quad (4.10)$$

Таблиця 4.1. Витрата ПММ

Марка трактора	Основне паливо	Дизельна олива		Автотракторна олива		Трансмісійна олива		Солідол		Бензин	
		%	к-сть	%	к-сть	%	к-сть	%	к-сть	%	к-сть
Т-150	421,6	5	21,08	1,9	8,01	1	4,21	0,25	1,05	1	4,21
Всього			21,08		8,01		4,21		1,05		4,21

де $Q_{дп}$ - кількість витраченого дизельного палива;

$n_{дп}$ - вартість дизельного палива, 57,00 грн .

$B_{дп}$ =421,6· 57,00 =27400,40 грн.

$$B_{дп} = Qдо \cdot nдо, \text{ грн.} \quad (4.11)$$

де, $Q_{до}$ - кількість витраченої дизельної оливи;

$n_{до}$ - вартість дизельної оливи ; 150 грн ;

$B_{до}$= 21,08 · 150 = 3160,20 грн.

$$B_{до} = Q_{ао} \cdot n_{ао}, \text{ грн} \quad (4.12)$$

де, $Q_{ао}$ - кількість витраченої автотракторної оливи ;

nao - вартість автотракторної оливи 150 грн ;

$$В_{ам} = 8,01 \cdot 150 = 1200,15 \text{ грн},$$

$$В_{то} = Q_{то} \cdot n_{то} \text{ , грн} \quad (4.13)$$

де , $Q_{то}$ - кількість витраченої трансмісійної оливи ;

nто- вартість трансмісійної оливи, 150 грн;

$$В_{то} = 4,21 \cdot 150 = 630,15 \text{ грн}$$

$$В_{сол} = Qсол \cdot nсол \text{ ,грн} \quad (4.14)$$

де , $Q_{сол}$ - кількість витраченого солідолу ;

$n_{сол}$ - вартість солідолу, 200 грн.

$$В_{сол} = 1,05 \cdot 200 = 210,00 \text{ грн}$$

$$В_{бен} = Qбен \cdot n_{бен} \text{ , грн} \quad (4.15)$$

де , $Q_{бен}$ - кількість витраченого бензину ;

$n_{бен}$ - вартість бензину, 59,50 грн ;

$$В_{бен} = 4,21 \cdot 59,50 = 390,9 \text{ грн}$$

$$С_2 = 27400,40 + 3160,20 + 1200,15 + 630,15 + 201,00 + 390,9 = 33000,8 \text{ грн}$$

Визначаємо витрати коштів на ПММ 1га виконаної роботи:

$$Зга = С_2 \setminus F \text{ , грн} \quad (4.16)$$

$$Зга = 33000,8 \setminus 305 = 100,8 \text{ грн.}$$

Визначаємо затрати коштів на амортизацію:

$$Сз = Бтр \cdot атр \setminus W \cdot nн \cdot 100 + Бмаш \cdot а_{маш} \setminus W \cdot n_{дн} \cdot 100 \text{ , грн.} \quad (4.17)$$

де Бтр - ціна трактора ; Бтр = 900000 грн.;

Бмаш - ціна машини ; Бмаш = 180000 грн .;

W- продуктивність агрегату за год; W = 1,2га/год;

$n_{дн}$- річне навантаження год;

а – норма амортизаційних відрахувань, %

$$Сз = 900000 \cdot 24 \setminus 1600 \cdot 1,2 \cdot 100 + 180000 \cdot 16 / 450 \cdot 1,2 \cdot 100 = 100,44$$

грн.

Визначаємо затрати коштів на технічне обслуговування і ремонт:

$$С_4 = Бтр \cdot атр \setminus W \cdot nдн \cdot 100 + Бмаш \cdot амаш \setminus W \cdot nдн \cdot 100 , \quad (4.18)$$

де а – норма відрахувань на ТО і ремонт

$$С_4 = 900000 \cdot 8 \setminus 1{,}2 \cdot 1600 \cdot 100 + 180000 \cdot 14 \setminus 1{,}2 \cdot 450 \cdot 100 = 50{,}88 \text{ грн}$$

$$С = ф_{ЗП} + Зга + Сз + С4 , \text{грн} \quad (4.19)$$

$$С = 93 + 1000{,}8 + 1000{,}44 + 500{,}88 = 2800 \text{ грн.}$$

Отже затрати коштів на 1 га сівби озимого ячменю становить 2800 гривень.

ВИСНОВКИ

1. Забезпеченість технікою й модернізація парку

- Висновок: більшість машин у господарстві відпрацювала нормативний ресурс і потребує заміни або капітального оновлення.
- Рекомендації: скласти поетапну програму оновлення МТП на 3–5 років (пріоритет — трактори та сівалки), оцінити варіанти лізингу й співфінансування; для тимчасового покриття дефіциту — налагодити співпрацю з сервісними операторами/кооперативами.

2. Обґрунтування вибору агрегату Т-150К + СЗ-3,6-04

- Висновок: розрахунок підтвердив техніко-економічні переваги цього агрегату щодо сумісності, продуктивності та простоти експлуатації.
- Рекомендації: при закупівлі забезпечити наявність запасних частин і сервісу; провести випробування агрегату в польових умовах на тестовій ділянці 10–20 га для оптимізації налаштувань перед масштабним застосуванням.

3. Кінематичні параметри, поворотні і робочі ділянки

- Висновок: визначено радіуси повороту та робочі зони агрегату, що дозволяє точніше планувати маршрутну технологію й уникати простоїв.
- Рекомендації: включити визначені параметри в картографію поля (GPS-карти), оптимізувати маршрути руху і краще планувати ширину робочих смуг для зменшення холостих пробігів.

4. Експлуатаційно-технологічні показники МТА

- Висновок: спроектовані показники дають реалістичну базу для планування робочих годин, пального та бригадного складу.
- Рекомендації: впровадити систему обліку наробітку техніки й витрат ПММ (щоденні журнали, телеметрія); використовувати KPI (га/доба на агрегат, л/га) для управлінських рішень.

5. Забезпечення ПММ

- Висновок: розроблені заходи забезпечення ПММ створюють базу для безперебійної роботи, проте потребують впровадження.

- Рекомендації: організувати мобільний пункт заправки з мінімальним запасом 7–10 днів, маркування і систему обліку, інструктаж з протипожежної безпеки та реагування на розливи.

6. Вдосконалення висівного апарата сівалки СЗ-3,6-04

- Висновок: запропоновані конструктивні зміни знижують пошкодження зерна і покращують рівномірність висіву.

- Рекомендації: виготовити прототип вдосконаленого апарата і випробувати на полі (5–10 га) з порівнянням показників: відсоток пошкоджених насінин, однорідність висіву, відхилення норми; за успіху — серійне впровадження та розробка інструкції з обслуговування.

7. Економічні показники

- Висновок: розраховані витрати на висів 1 га озимого ячменю становлять 2800,3 грн, що є орієнтиром для планування собівартості.

- Рекомендації: вести оперативний облік фактичних витрат (паливо, амортизація, праця), порівнювати з розрахунковими величинами кожного сезону; ідентифікувати резерви зниження собівартості (оптимізація маршрутів, корекція норм висіву, економічні режими роботи техніки).

Список використаної літератури

1. Березівський П.С., Більський Б.В., Дудаш Я.Я., Березівський З.П. Організаційно-економічні параметри ресурсоощадних технологій виробництва продукції рослинництва і тваринництва. – Львів: Укр. технології, 2000. – 223 с.
2. Білявський Г.О., Падун М.М., Фурдуй Р.С. Основи загальної екології.– 2- ге вид.– К.: Урожай, 1995. – 368 с.
3. Бондаренко М.Г., Демещук В.А. Комплектування машинно-тракторного парку в рослинництві. – К.: Вища школа, 1995. – 237 с.
4. Войтюк Д.Г., Гаврилюк Г.Р. Сільськогосподарські машини: Підручник. 2-е вид. – К.: Каравела, 2008. – 552с.
5. Довідник з машиновикористання в землеробстві / За ред. В.І. Пастухова. – Харків: Веста, 2001. – 343 с.
6. Жидецький В.Д., Джигирей В.С., Мельников О.В. Основи охорони праці. – Львів: Афіша, 2001. – 349 с.
7. Експлуатація машинно-тракторного парку в аграрному виробництві / В.Ю. Ільченко, П.І. Карасьов, А.С. Лімот та ін.; За ред. В.Ю. Ільченка. – К.: Урожай, 1993. – 288с.
8. Машиновикористання в землеробстві / В.Ю. Ільченко, Ю.П. Нагірний,
П.А. Джолос та ін.; За ред. В.Ю. Ільченка та Ю.П. Нагірного.– К.: Урожай, 1996. – 384с.
9. Медведовський А. К., Іваненко П. І. Енергетичний аналіз інтенсивних технологій в сільськогосподарському виробництві.–К.: Урожай, 1988. – 208 с.
10. Мельник І.І., Гречкосій В.Д., Демидко М.О. та ін. Методичні вказівки до виконання дипломних проектів з дисципліни "Машиновикористання в рослинництві". - К.: НАУ, 2000. - 33 с.

11. Методичні рекомендації щодо виконання дипломного проекту зі спеціальності 5.091902 «Механізація сільського господарства». – Немішаєво: НМЦ, 2006.- 148с.

12. Механізовані польові роботи. Методика розрахунку і норми виробітку і витрати палива / Під ред. В.В. Вітвіцького. – Кн. 2 – 274 с., Кн. 3 – 494 с., Кн. 4 – ТОВ "Комплекс Віта", 1998. – 668 с.

13. Пропозиція: Український журнал з питань агробізнесу / Інформаційний тижневик. – К.: Компанія "Юнівест маркетинг".

14. Типові задачі машиновикористання в землеробстві / Ю.П. Нагірний, Б.І.Затхей, В.В. Хом'як та ін. – Львів: ЛДАУ, 2001. – 180 с.

15. Сільськогосподарські машини: теоретичні основи, конструкція, проектування: Підруч. для студ. вищ. навч. закл. із спец. «Машини та обладн. с.г. вир-ва» / За ред. Чорновола М.І. Кн. 1: Машини для рільництва / П.В. Сисолін, В.О. Сало, В.М. Кропівний. – К.: Урожай, 2001. -384 с.