

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 ярого
ячменю з розробкою операційної технології сівби»**

Виконав: студент 3 курсу, групи 32к-ім
Спеціальність _____ Н7
«Агроінженерія»
_____ Андрій РИЖЕНКО
(прізвище та ініціали)

Керівник _____ Андрій ВОЙТІК
(прізвище та ініціали)

Рецензент _____ Едуард ПРОКОПЕНКО
(прізвище та ініціали)

ЗМІСТ

ВСТУП	4
Розділ 1. ТЕХНОЛОГІЯ І ОРГАНІЗАЦІЯ ВИКОНАННЯ ОПЕРАЦІЇ	5
1.1. Агротехнічні вимоги до сівби	5
1.2. Вибір енергетичного засобу для сівби ярого ячменю	9
1.3. Комплектування складу МТА	11
1.4. Визначення кінематичних параметрів МТА, його повороту та робочої ділянки	13
1.5. Проектування основних експлуатаційно-технологічних показників МТА при виконанні механізованої роботи	17
1.6. Розрахунок продуктивності та витрат пального	22
 Розділ 2. КОНСТРУКТИВНИЙ РОЗДІЛ	 24
2.1. Необхідність вдосконалення висівного апарата сівалки	24
2.2. Розрахунок на міцність	25
 Розділ 3. ОХОРОНА ПРАЦІ	 27
3.1. Загальні положення охорони праці у рослинництві	27
3.2. Охорони праці при роботі на МТА	29
 Розділ 4. ЕКОНОМІЧНИЙ РОЗДІЛ	 32
 ВИСНОВКИ	 36
ЛІТЕРАТУРА	38

ВСТУП

Ячмінь — одна з найважливіших зернових культур світу й ключовий елемент аграрної та переробної галузей. Як рання та відносно невибаглива культура, він посідає важливе місце в сівоzmінах, сприяючи відновленню родючості ґрунту, зменшенню ерозії та контролю шкідників і хвороб. Завдяки короткому вегетаційному періоду ячмінь дає стабільний урожай у зоні ризикованого землеробства й служить хорошим попередником для інших культур.

У тваринництві ячмінь є цінним кормовим зерном: він забезпечує високу енергетичну та протеїнову цінність раціонів великої рогатої худоби, свиней і птиці. Для підприємств переробної промисловості ячмінь — сировина першої необхідності у солодоварінні й пивоварінні; якісні сорти для солоду визначають смак, аромат і технологічні властивості пива та інших солодових продуктів. Крім того, зерно й побічні продукти ячменю використовують у виробництві харчових продуктів (хлібопродукти, каші, концентрати), біоетанолу та кормових концентратів.

Економічно ячмінь забезпечує гнучкість виробництва: він легко адаптується до різних ґрунтово-кліматичних умов, має відносно низьку собівартість вирощування та швидкий маркетинг завдяки стабільному попиту з боку внутрішнього й експортного ринків. Інвестиції в селекцію (стійкість до посухи, хвороб, підвищена харчова якість) і технології вирощування підвищують рентабельність і конкурентоспроможність галузі.

В умовах сучасних викликів — змін клімату, зростання попиту на продовольство й біопродукти — ячмінь залишається стратегічною культурою, що поєднує агрономічну надійність, промислову цінність і ринкову привабливість. Для агровиробників і переробників правильне поєднання сортових ресурсів, агротехніки й логістики гарантує стабільний прибуток і сталий розвиток галузі.

Розділ 1. ТЕХНОЛОГІЯ І ОРГАНІЗАЦІЯ ВИКОНАННЯ ОПЕРАЦІЇ

1.1. Агротехнічні вимоги до сівби

Вибір строків сівби

- Оптимальні строки залежать від сортової групи (озимий/ярий) і кліматичної зони. Озимий ячмінь сіють у встановлені строки восени, щоб він встиг сформувати 3–5 листків і розвинуту кореневу систему до зими. Ярий — ранньою весною або в оптимальні терміни, щоб уникнути пересихання ґрунту та високих температур у період етапів колосіння.
- В умовах України: ярий ячмінь — рання весна (при 2–4°C ґрунту й наявності вологи), озимий — за 3–4 тижні до настання сталих морозів.

Вибір ділянки та підготовка ґрунту

- Кращі попередники: бобові, картопля, цукрові буряки, кукурудза (за наявності збирання стерні). Уникають після самої пшениці/ячменю через ризик хвороб.
- Ґрунт: добре дренований, родючий, середньоструктурний. На важких ґрунтах потрібне розпушення смуг (strip-till) або обов'язкова якісна підготовка ложа.
- Підготовка ложа: для традиційної технології — культивація, вирівнювання, коткування; для No-Till — попереднє подрібнення решток, рядочистачі на сівалці, контроль вологості. Важливо забезпечити рівномірне, тверде, але не ущільнене посівне ложе.

Насіння та обробка

- Відбір посівного матеріалу: сертифіковані сорти, адаптовані до регіону, з високою схожістю та енергією росту. Для солодових сортів — відповідність технологічним вимогам (зернівка, білок).
- Передпосівна обробка: протруєння від ґрунтових і насіннєвих хвороб, обробка стимуляторами при необхідності, інокуляція (для специфічних сумішей). Сушені або вологі насіння — врахувати при нормуванні висіву.
- Калібрування та контроль висіву: обов'язкові перед початком сівби.

Норми висіву та глибина загортання

- Норма висіву залежить від сорту, цільового призначення (солод/фураж), типу ґрунту та строків: для ярого ячменю 3–6 млн всхожих насінин/га (приблизно 150–350 кг/га залежно від крупності насіння і бажаної густоти сходів); для озимого — 4–6 млн/га (200–300 кг/га).
- Глибина висіву: зазвичай 2–4 см на легких ґрунтах, 3–5 см на важких; у посушливих умовах — трохи глибше, щоб забезпечити доступ до вологи, але не більше 6 см. У No-Till дотримуватися стабільної глибини з індивідуальним контролем сошників.

Розміщення рядків і міжряддя

- Традиційні міжряддя 12,5–15 см для рядкових сівалок або 17–25 см залежно від конструкції сівалки та технології обробітку. Для механізованого збирання і вентилявання сухостійності оптимальні ширші міжряддя.
- У No-Till важливо, щоб сошники копіювали мікрорельєф і рядочистачі видаляли рештки з борозни.

Добрива при сівбі (стрічкове та стартове внесення)

- Передпосівне внесення Р і К згідно агрохімічного аналізу ґрунту; при потребі — частина N як старт (стрічково). Для No-Till рекомендовано локальне внесення стартових азотних добрив (20–40 кг/га N у доступній формі) у стрічку поруч із насіниною, або використання стабілізованих форм.
- Загальна рекомендація: баланс макро- та мікроелементів за результатами ґрунтових аналізів; не змішувати насіння і добрива в безпосередньому контакті.

Машини та налаштування сівалки

- Сівалка: справна, відрегульована, оснащена row-cleaner, прикочувальними котками, індивідуальним downforce. В No-Till бажана пневматична подача та можливість стрічкового внесення добрив.
- Налаштування: точна глибина, притиск котка під умови вологості (зниження тиску у вологих ґрунтах), перевірка та калібрування відхилення висіву по секціях перед запуском.

Захист посівів на ранніх фазах

- Фітосанітарні заходи: протруєння, захист від ґрунтових шкідників; у разі підвищеного тиску бур'янів — передпосівні гербіциди або контрольні заходи за вегетацією.
- Хвороби: профілактика від корневих і листових інфекцій, моніторинг у перші 3–4 тижні; уразливість озимого ячменю до «підмерзання» й розтріскування кореня — враховувати строки сівби.
- Шкідники: контроль зернових довгоносиків, дротяників, личинок хрущів; при потребі — локальні обробки.

Полив та догляд після сівби

- У зонах з дефіцитом вологи — оперативні поливи у критичні фази (сходи, кущіння, колосіння). У зонах достатнього зволоження — уникати перезволоження.
- Підживлення азотом у фази кущіння і до виходу у трубку згідно потреб культури та стану ґрунту.

Агротехніка при різних системах землеробства

- Традиційна система: якісна передпосівна підготовка, коткування, вирівнювання.
- No-Till: налаштування сошників, рядочистачів, прикочувальних котків; стрічкове внесення стартових добрив; уникати робіт у надмірно вологий стан ґрунту.
- Strip-till: локальна підготовка смуги з одночасним внесенням добрив для посушливих регіонів.

Сівба під різні цілі (солод/фураж/насіння)

- Для солодових сортів — менші норми висіву, ретельний підбір сорту, контроль білка й чистоти зерна; уникати інтенсивних азотних внесень, що підвищують білок.
- Для фуражного ячменю — вищі норми висіву, акцент на накопичення біомаси; можливі вищі дози азоту.

Логістика та безпека робіт під час сівби

- Калібрування техніки до початку робочого дня; дотримання інструкцій з охорони праці при роботі з сівалкою (див. розділ охорони праці No-Till). Забезпечити зв'язок, аптечки, інструменти для швидкої заміни елементів сошників.

Якісна сівба ячменю — поєднання правильного вибору строків, підготовки ложе, підбору насіння, коректної норми висіву і точної роботи сівалки. Особливо в умовах No-Till важливе правильне налаштування сошників, рядочистачів і системи внесення добрив. Дотримання цих агротехнічних вимог дає основу для дружних сходів, рівномірного кушіння і високоякісного врожаю як для промислової переробки, так і для кормових

1.2. Вибір енергетичного засобу для сівби ярого ячменю

Найточнішими і найоб'єктивнішими показниками, які характеризують рівень розвитку машинно-тракторних агрегатів, є їх годинна продуктивність і витрата пального на одиницю роботи.

Вибір раціонального енергозасобу проводиться на основі багатокритеріальної оцінки. Суть методу полягає в тому, що декілька часткових критеріїв одним із математичних способів зводять в один узагальнений критерій і за мінімальним його значенням приймають вид енергозасобу.

Можна користуватись будь-яким методом багатокритеріальної оцінки, які опубліковані в науковій літературі та навчальних посібниках. В даному розрахунку ми використовуємо метод відстані до точки.

Покажемо приклад розрахунку для сільськогосподарського агрегату МТЗ-80+СЗ-3,6А

Нормувальні критерії визначаємо наступним чином:

$$u_{i1} = \frac{0,53}{0,23} = 2,3,$$

$$u_{i1} = \frac{3}{3} = 1, \quad (1.1)$$

$$u_{i1} = \frac{39,9}{38,1} = 1,047.$$

Знаходимо критерій μ_s :

$$\mu_S = \frac{2,3+1+1,047}{3} - 1 = 0,449. \quad (1.2)$$

Аналогічно проводимо розрахунки для двох інших агрегатів.

Таблиця 1.1 Розрахункові дані

Варіант	Склад МТА	Годинна продуктивність W, га	Обернена величина 1/W, год/га	Витрата палива g, кг	Експлуатаційні затрати E, грн./од.р об.	Значення нормувальних критеріїв u_{ij}			Значення μ_s
						1/W	g	E	
	МТЗ-80+ СЗ-3,6А	0,53	2,3	3,0	39,9	2,3	1,0	1,047	0,449
	Т-150К+ СЗ-3,6А-04	0,23	1,0	3,4	38,1	1,0	1,133	1,0	0,04433
	ЮМЗ-6+ СЗ-3,6А-04	0,59	2,565	2,8	41,4	2,565	0,933	1,0866	0,53
	Ідеалізований варіант	0,23	1,0	3,0	38,1	1,0	1,0	1,0	-

Згідно із значенням критерію μ_s вибираємо агрегат Т-150К+СЗ-3,6А-

04

1.3. Комплектування складу МТА

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

$$B_{max} = \frac{N_e \cdot \eta_m \cdot \eta_o \cdot \eta \cdot \beta - N_{ген} - R_{зч} \cdot v_p}{v_p \cdot K_0}, \quad (1.3)$$

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

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

Визначаємо кількість машин у складі агрегату за наступною умовою:

$$n_m = INT \left[\frac{B_{max}}{b_k} \right], \quad (1.4)$$

$$n_m = INT \left[\frac{13,12}{3,6} \right] = INT[3,6] = 3,$$

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 зчипки N_f , на подолання підйому N_a , у трансмісії N_{mp} та на буксування трактора N_δ .

$$N_m = B_k \cdot \beta \cdot v_p \cdot K_0 / 3,6; \quad (1.5)$$

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

$$N_f = (G_m + G_{зч}) \cdot f \cdot v_p / 3,6; \quad (1.6)$$

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

$$N_\alpha = \frac{(G_m + G_m + G_{зч}) \cdot i \cdot v_p}{100 \cdot 3,6}; \quad (1.7)$$

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

$$N_{mp} = N_e \cdot (1 - \eta_m); \quad (1.8)$$

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

$$N_\delta = N_e \cdot \eta_m \cdot (1 - \eta_\delta); \quad (1.9)$$

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

де B_k – конструктивна ширина захвату агрегату, м; G_t , G_m , $G_{зч}$ – відповідно вага трактора, сільськогосподарської машини та зчіпки, кН.

Визначаємо фактичний коефіцієнт завантаження двигуна:

$$\xi_{\phi}^{\phi} = \frac{N_m + N_f + N_\alpha + N_{mp} + N_\delta}{N_{ен}}, \quad (1.10)$$

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

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

Складаємо експлуатаційну характеристику МТА та заносимо її у табл.1.2.

Таблиця 1.2 Експлуатаційна характеристика МТА

Показник	Значення показника МТА
1. Марка трактора	Т-150К
2. Марка зчіпки	С-11У
3. Марка сільськогосподарської машини	СЗ-3,6А-04
4. Ширина захвату B_p , м	10,8
5. Швидкість руху V_p , м/с (км/год)	3,05 (8)
6. Коефіцієнт завантаження двигуна, ξ	0,9

1.4. Визначення кінематичних параметрів машинно-тракторного агрегату (МТА), його повороту та робочої ділянки

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:

$$L_k = l_m + l_{зч} + l_m, \quad (1.11)$$

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

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

Дійсний радіус повороту МТА:

$$R_{\partial} = R_{\kappa} \cdot k_R, \quad (1.12)$$

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

де R_{κ} – 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:

$$X_n = 2 \cdot R_{\partial}. \quad (1.13)$$

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

Одержане значення X_n порівнюємо з конструктивною шириною захвату агрегату B_{κ} . Так як $X_n > B_{\kappa}$, то приймаємо петльовий вид повороту.

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

$$\begin{aligned} L_x &= (6,6 \dots 8,0) \cdot R_{\partial} + 2 \cdot e; \\ Y_n &= 2,8 \cdot R_{\partial}; E_{\min} = 2,8 \cdot R_{\partial} + e + d_{\kappa}. \end{aligned} \quad (1.14)$$

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

$$Y_n = 2,8 \cdot 10,2 = 28,56;$$

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

Довжина виїзду агрегату з заднім розташуванням причіпних машин:

$$e=(0,5...0,75) \cdot l_k \quad (1.15)$$

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

кінематична ширина МТА:

$$d_k = \frac{B_k}{2}. \quad (1.16)$$

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

Таблиця 1.3 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-04
6. Колія трактора		K	м	1,68
8. Кінематична довжина:	трактора	L_T	м	1,15
	зчіпки	$L_{зч}$	м	6,8
	с.-г. машини	L_M	м	3,2
9. Ширина агрегату: конструктивна		B_k	м	10,8
11. Радіус повороту :	мін. конструктивний	R_k	м	6,8
	дійсний	R_d	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_n	м	1100
робочого ходу	L_p	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:

$$E = n \cdot B_k > E_{min}, \quad (1.17)$$

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

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

Довжина робочого ходу агрегату на полі:

$$L_p = L_n - 2 \cdot E, \quad (1.18)$$

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

де L_n – довжина поля, м.

Для човникового способу руху поле на загони не розбивається.

Визначаємо коефіцієнт робочих ходів для човникового способу руху:

$$\varphi_q = \frac{L_p}{L_p + 6 \cdot R_o + 2 \cdot l}; \quad (1.19)$$

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

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_6) та кінематична довжина трактора (L_T), сільськогосподарської машини (L_M), машинного-тракторного агрегату (L_K), конструктивна (B_K) і кінематична ($d_{кпр}$, $d_{кл}$) ширина МТА, кут повороту (α_K) напрямних коліс трактора або кут зламу рами, дійсний радіус повороту МТА (R_d).

1.5. 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:

$$T_{зм} = T_0 + T_1 + T_2 + T_3 + T_4 + T_{4.2} + T_{4.3} + T_5 + T_6 + T_7, \quad (1.20)$$

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, (агрегаткування, 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:

$$T_{4.3} = \frac{120 \cdot l_b}{v_{mp}}, \quad (1.21)$$

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

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

Час переїзду із ділянки на ділянку, хв:

$$T_{4.2} = n_{пер} \cdot \left(\frac{60 \cdot l_n}{v_{mp}} + t_{n.n} \right), \quad (1.22)$$

$$T_{4.2} = 0$$

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:

$$t_{pц} = 0,12 \cdot \frac{L_p}{v_p}, \quad (1.23)$$

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

час повороту:

$$t_{хц} = t_{pц} \cdot \frac{1 - \varphi}{\varphi}, \quad (1.24)$$

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

де φ – коефіцієнт робочих ходів.

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

$$t_{оц} = \frac{2 \cdot L_p \cdot H \cdot B \cdot t_{oc}}{V_b \cdot \gamma \cdot \psi \cdot 10^5}, \quad (1.25)$$

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

де t_{oc} - час однієї заправки, хв; H - норма внесення технологічного матеріалу, ц/га; γ - щільність технологічного матеріалу, т/м³; ψ - коефіцієнт використання об'єму бункера; V_b - об'єм бункера, м³.

Час циклу агрегату, хв:

$$t_y = t_{py} + t_{xy} + t_{oy} . \quad (1.26)$$

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

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

$$n_y = \frac{T_{зм} - T_3 - T_{4.1} - T_{4.2} - T_{4.3} - T_5 - T_6 - T_7}{t_y}, \quad (1.27)$$

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

$$n_y = INT(n_y) + 1 = 18.$$

Час основної роботи, хв:

$$T_o = n_y \cdot t_{py}. \quad (1.28)$$

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

Час на повороти, хв:

$$T_1 = n_y \cdot t_{xy}. \quad (1.29)$$

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

Час технологічного обслуговування, хв:

$$T_2 = n_y \cdot t_{oy} \quad (1.30)$$

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

Дійсний час зміни, хв:

$$T_{зм\partial} = T_o + T_1 + T_2 + T_3 + T_{4.1} + T_{4.2} + T_{4.3} + T_5 + T_6 + T_7. \quad (1.31)$$

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

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

$$\tau_{зм} = \frac{T_o}{T_{змд}} \quad (1.32)$$

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

Складаємо табл. 1.4 балансу часу зміни і визначаємо процентний розподіл за елементами часу зміни.

Таблиця 1.4 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:

$$W_o = C_w \cdot B_{\kappa} \cdot \beta \cdot v_p. \quad (1.33)$$

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

1.6. Розрахунок продуктивності та витрати пального

Визначаємо продуктивність агрегата за формулою:

$$W = 0,1 \cdot B_p \cdot V_p \cdot T_p, \text{ га/зм} \quad (1.34)$$

де B_p – ширина захвату агрегата, м, $B_p = 10,8$ м;

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

T_p – робочий час, год.

$$T_p = T_{зм} \cdot \tau, \quad (1.35)$$

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

τ – коефіцієнт використання часу зміни

$$T_p = 8 \cdot 0,85 = 6,8 \text{ год}$$

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

Визначаємо погектарну витрату пального, кг/га:

$$Q = \frac{G_o \cdot T_o + G_1 \cdot T_1 + G_2 \cdot (T_2 + T_3) + G_4 \cdot (T_{4.1} + T_{4.2} + T_{4.3}) + G_5 \cdot (T_6 + 0,5 \cdot T_7)}{W_{зм}}, \quad (1.36)$$

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:

$$G_0 = 2,23 + 0,17 \cdot N_e, \quad (1.37)$$

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

на холостому ходу:

$$G_1 = 3,1 + 0,08 \cdot N_e, \quad (1.38)$$

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

на зупинці трактора при холостій роботі двигуна:

$$G_2 = 0,66 + 0,013 \cdot N_e, \quad (1.39)$$

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

при холостому ходу на переїздах:

$$G_4 = 1,43 + 0,06 \cdot N_e. \quad (3.40)$$

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

Отже погектарна витрата палива буде становити:

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

РОЗДІЛ 2. КОНСТРУКТИВНИЙ

2.1. Необхідність вдосконалення дводискового сошника

Основним недоліком звичайного рядкового способу сівби є надзвичайно висока густина насіння в рядку. Критична відстань між рослинами в рядку 1,4 см. При нормі висіву 5-6 млн. насінин на 1 га відстань між ними в рядку становить 1,1-1,3 см, тобто менша від критичної.

Вузькорядний спосіб сівби, розділюючи потік насіння надвоє, при тій же нормі висіву збільшує відстань між насінинами у два рази - до 2,2-2,6 см.

Тому в даному дипломному проекті для забезпечення висіву ярого ячменю з міжряддям 7,5 пропонується вузькорядний дводисковий сошник (рис.4.1)

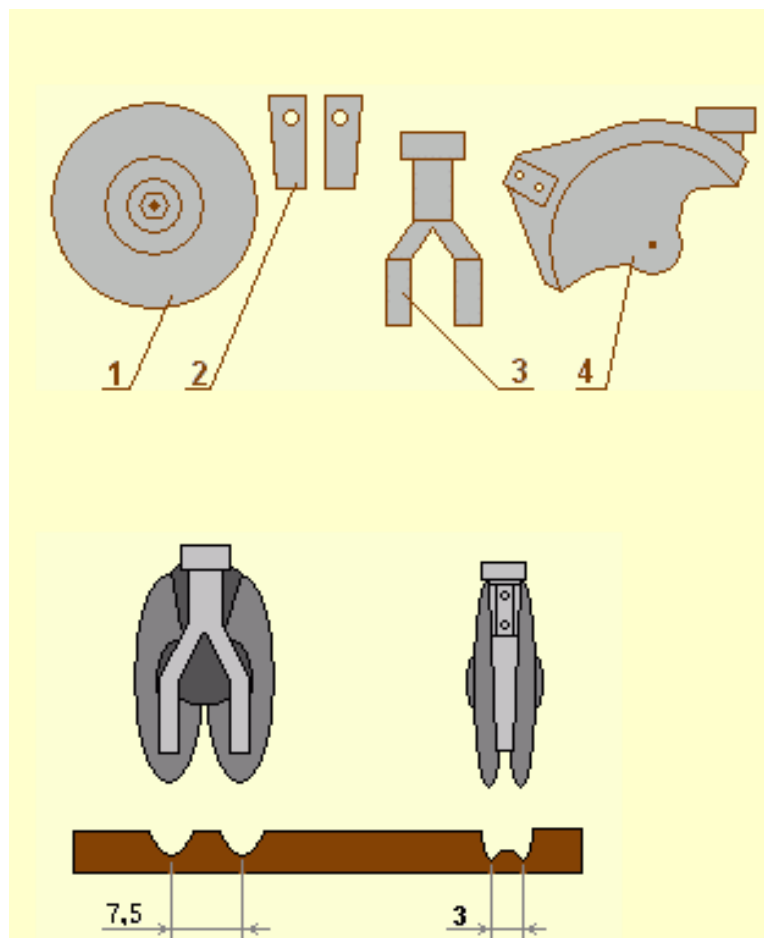


Рис.2.1. Вузькорядний дводисковий сошник: 1- диск з підшипниками, 2 – чистик, 3 – напрямляч насіння, 4 – корпус.

2.2. Розрахунок на міцність

Розраховуємо болт на міцність, який кріпить дводисковий сошник до поводка

Діаметр болту 8мм, зусилля на болт $F = 200\text{кг}$.

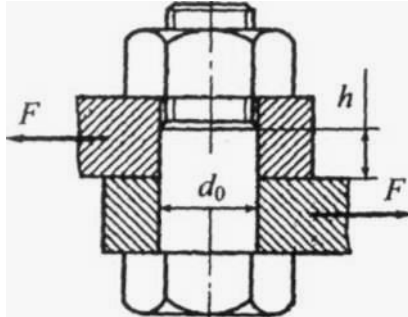


Рис. 2.1 Різьбове з'єднання навантажене поперечною силою

Поперечне навантаження F сприймає стержень болта, що працює на зріз і зминання.

Умова міцності на зріз

$$\tau_c = \frac{F}{\frac{\pi \times d_0^2}{4}} \leq [\tau_c]$$

де τ_c - розрахункове напруження зрізу болта;

F - поперечна зовнішня сила, що зрізає болт;

d_0 - діаметр стержня болта в небезпечному перерізі;

$[\tau_c]$ - допустиме напруження на зріз болта.

$$\tau_c = \frac{2000}{\frac{3,14 \times 8^2}{4}} = 40\text{МПа}$$

$$[\tau_c] = (0,25 \dots 0,3)\delta_T,$$

Для болтів класу міцності 4.6. межа текучості $\delta_T = 240\text{МПа}$

$$[\tau_c] = (0,25 \dots 0,3) \times 240 = 60 \dots 72\text{МПа},$$

приймаємо $[\tau_c] = 65\text{МПа}$

$$\tau_c = 40 \leq [\tau_c] = 65 \text{ МПа}$$

Отже, умова міцності виконується.

Виконуємо перевірочний розрахунок болта

$$d_0 = 1,13 \sqrt{\frac{F}{[\tau_c]}}$$

$$d_0 = 1,13 \sqrt{\frac{2000}{65}} = 6 \text{ мм}$$

Отже приймаємо діаметр болта 6мм.

РОЗДІЛ 3. ОХОРОНА ПРАЦІ

3.1. Загальні положення охорони праці в рослинництві

Безпека на полі — це не формальність, а питання життя й ефективності. Сучасне рослинництво потребує не лише техніки і знань, а культури безпеки, яка має стати повсякденною звичкою кожного працівника й керівника. Дотримання правил охорони праці — це інвестиція в людський ресурс, стабільність виробництва і репутацію господарства.

Правова дисципліна і відповідальність Закон і внутрішні правила — не перешкода, а основа порядку. Керівник відповідає за безпечні умови, служба охорони праці — за інструктажі й контроль, кожен працівник — за дотримання правил. Чіткий розподіл обов'язків зберігає час, нерви й життя.

Навчання — найдієвіший засіб профілактики Інструктажі, навчання першій допомозі, пожежні тренування — не опція, а обов'язок. Людина, яка знає ризики й порядок дій, діє впевнено і правильно. Це зменшує нещасні випадки і підвищує продуктивність.

Засоби захисту та техніка — перш за все Спецодяг, рукавички, окуляри, захисні огороження, справні гальма, закриті карданні вали — це не додаткова витрата, а необхідність. Машини мають проходити ТО, а самовільні модернізації — бути забороненими. Безпечна техніка — це безпечний працівник.

Профілактика пожеж і безпечне паливне господарство Заправка — лише на стоянці, із заземленням і без куріння. Справні вогнегасники й регулярні перевірки — мінімізують ризик великої втрати майна й загрози для людей.

Хімікати й електробезпека — строго за правилами ЗЗР і добрива зберігаємо й застосовуємо за інструкцією, з документальною звітністю. Електрообладнання обслуговує лише навчений персонал, а роботи під напругою — недопустимі.

Організація робочих зон і маршрутів — питання дисципліни Чіткі маршрути руху техніки, позначені небезпечні ділянки, заборона пересування біля працюючих агрегатів — основа порядку на полі. Один працівник — один агрегат; команда працює злагоджено за сигналами старшого.

Безпека сучасних технологій — окрема увага No-Till, strip-till, пневмотехніка додають нових ризиків: пневмосистеми, важкі модулі, електроніка. Для цього потрібні спеціальні інструкції, навчання і журнал техобслуговування.

Культура безпеки — система мотивації й контролю Заохочення сумлінних працівників, штрафи за грубі порушення, регулярні перевірки й аналіз інцидентів — створюють атмосферу відповідальності. Безпека має бути приємною звичкою, а не тягарем.

Підсумок Безпека в рослинництві — це свідомий вибір кожного господарства. Вона захищає людей, зберігає техніку, знижує витрати і підвищує продуктивність. Коли правила дотримуються послідовно — працювати стає не тільки ефективно, а й гідно.

3.2. Охорона праці при роботі на МТА

У сучасному агровиробництві безпека праці — не лише вимога закону, а ключовий фактор ефективності й стійкості господарства. Модернізація машинно-тракторного агрегату (МТА) та впровадження сучасних засобів захисту, телеметрії й автоматизації знижують ризики нещасних випадків, скорочують простой і підвищують продуктивність. Нижче подано перероблений текст вимог з охорони праці при роботі на МТА від третьої особи, у публіцистичному стилі, із врахуванням сучасних підходів і технологічних тенденцій.

Охорона праці при роботі на МТА — загальні вимоги перед початком роботи. Перед виходом у поле працівник приводить у належний стан спецодяг і екіпіровку: застібає обшлага рукавів, прибирає звисаючі кінці одягу, підбирає волосся і надягає облягаючий головний убір. Робоче місце очищують від сторонніх предметів — підлогу кабіни, панелі приладів ретельно вичищають від пилу, бруду й мастил. Перед пуском двигуна важіль коробки передач ставлять у нейтральне положення. Перевіряють роботу двигуна, сигнальних приладів, освітлення, гідросистеми, а також сумісних агрегатів і зчіпних механізмів. Під час підготовчих операцій особливо важливо дотримуватись інструкцій із технічного обслуговування й використовувати засоби індивідуального захисту (захисні окуляри, рукавички, спецвзуття).

Безпека при зчіпці та пуску агрегату. Зчіпку чи навішування виконують повільно, на малих обертах двигуна й без ривків; оператор тримає ногу на педалі муфти зчеплення і уважно стежить за діями колеги, який виконує зчіпку. Усі роботи з технічного обслуговування, усунення несправностей або підготовки машин до роботи виконують при заглушеному двигуні й відключених енергоносіях.

Вимоги безпеки під час руху та роботи агрегату. Перед рушенням перевіряють відсутність людей під трактором, навішеною машиною та навколо агрегату; подають звуковий сигнал про початок руху. Під час руху здійснюють постійний нагляд за роботою агрегату й окремих вузлів; при появі перебоїв у двигуні, ненормального шуму чи стуку агрегат негайно зупиняють, встановлюють причину й усувають несправність. Особлива увага — поворотам, проїздам обочин, ярів, під'їздам до скирдів і насаджень; на таких ділянках притримуються зниженої швидкості й безпечних маневрів. Не допускають залишення начіпної машини в транспортному положенні при тривалих зупинках.

Технічні засоби безпеки та гігієна МТА має бути оснащений засобами для очищення робочих органів, захисними кожухами й блокуваннями доступу до рухомих частин. Оператори забезпечуються сучасними засобами індивідуального захисту: високоякісними респіраторами при роботі з пилом і хімікатами, захисними окулярами, шумозахисними навушниками, стійким взуттям та рукавичками. Рекомендується застосовувати системи ROPS/FOPS у тракторах, ремені безпеки та контролери перевантажень. Сучасні телематичні системи і сенсори в кабіні допомагають виявляти перевищення допустимих параметрів, контролювати втомленість оператора та передавати діагностичні дані в сервіс.

Профілактичне обслуговування та документообіг Усі роботи з обслуговування виконують відповідно до інструкцій заводу-виробника та журналів ТО; записи про виконані операції і виявлені дефекти фіксують у електронному чи паперовому журналі. Навчання персоналу, інструктажі з безпеки та регулярні медичні огляди — обов'язкова складова профілактики.

Закінчення роботи — порядок і особиста гігієна Після завершення зміни агрегат ставлять на стоянку, важелі переводять у нейтральне положення, робочі органи очищують від забруднень. Проводять огляд трактора й навісного знаряддя, очищують їх від пилу та мастил. Спецодяг знімають, приводять у порядок; працівник мие руки, обличчя або приймає душ. Інструменти та запчастини зберігають на відведених місцях.

Надзвичайні ситуації — алгоритм дій У разі нещасного випадку надають першу допомогу, викликають швидку медичну допомогу та повідомляють керівництво. При пожежі негайно викликають пожежну службу, вживають заходів для локалізації вогню й інформують керівника робіт; при хімічних розливах — блокують зону й викликають спеціалізовані служби.

Сучасні дані та рекомендації щодо підвищення безпеки (коротко)

- Тренінги й стандартизовані інструктажі: сучасні господарства запроваджують регулярні модульні тренінги з елементами симуляції й перевірки навичок; цифрові платформи дозволяють відстежувати пройдені курси.
- Телеметрія й діагностика в реальному часі: підключення МТА до систем обліку й моніторингу дає змогу вчасно виявляти технічні проблеми й попереджати аварії.

- Системи контролю втоми й аварійного гальмування: програмно-апаратні рішення підвищують безпеку операторів під час тривалих змін.
- Захист від перекидання: сучасні ROPS-структури та ремені безпеки знижують ризик важких травм при перекиданні трактора.
- Екологічна безпека: при роботах із ЗЗР рекомендується використовувати закриті кабіни з фільтрацією повітря і контролем залишків пестицидів на робочому одязі.
- Автоматизація і дистанційне управління: впровадження напівавтономних систем і дистанційного моніторингу зменшує кількість операцій у небезпечних зонах.

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, 80га;

W - продуктивність агрегату за зміну 58,7 га/зм.

$$n = 80/58,7 = 1,4 ,$$

$$Сосн.= 1,4 \cdot 42,01 = 580,8 \text{ грн.}$$

Визначаємо додаткову заробітну плату за формулою.

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

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

$$Сдод.= 58,8 \cdot 20 / 100 = 110,8 \text{ грн.}$$

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, $Пє.с.в. = 36,3\%$.

$$C_{\text{с.в.}} = (580,8 + 11,8) 360,3 / 100 = 250,6 \text{ грн.}$$

$$C_{\text{з.п.}} = 580,8 + 110,8 + 250,6 = 960,2 \text{ грн.}$$

Визначаємо фонд заробітної плати на 1 га сівби ярого ячменю.

$$C_{\text{з.п.}} = C_{\text{з.п.}} / F = 960,2 / 80 = 10,2 \text{ грн}$$

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:

$$C_2 = B_{\text{дп}} + B_{\text{дм}} + B_{\text{ам}} + B_{\text{тм}} + B_{\text{сол}} + B_{\text{бен}}, \text{ грн} \quad (4.6)$$

$$B_{\text{дп}} = Q_{\text{дп}} \cdot n_{\text{дп}}, \text{ грн} \quad (4.7)$$

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
T-150K	421,6	5	201,08	1,9	80,01	1	40,21	0,25	10,05	1	40,21
Всього		210,08		80,01		40,21		10,05		40,21	

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

$n_{\text{дп}}$ - вартість дизельного палива, 59,60 грн .

$$B_{\text{дп}} = 4201,6 \cdot 59,60 = 40470,4 \text{ грн.}$$

$$B_{\text{дп}} = Q_{\text{до}} \cdot n_{\text{до}}, \text{ грн.} \quad (4.8)$$

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

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

$$B_{до} = 21,08 \cdot 150 = 3160,20 \text{ грн.}$$

$$B_{до} = Q_{ao} \cdot n_{ao} , \text{ грн} \quad (4.9)$$

де, Q_{ao} - кількість витраченої автотракторної оливи ;

n_{ao} - вартість автотракторної оливи 150 грн ;

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

$$B_{то} = Q_{то} \cdot n_{то} , \text{ грн} \quad (.10)$$

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

$n_{то}$ - вартість трансмісійної оливи, 150 грн;

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

$$B_{сол} = Q_{сол} \cdot n_{сол} , \text{ грн} \quad (4.11)$$

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

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

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

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

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

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

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

$$C_2 = 40470,4 + 3160,20 + 1200,15 + 630,15 + 201,00 + 390,9 = 46340,8 \text{ грн}$$

Визначаємо витрати коштів на ПММ 1га виконаної роботи:

$$C_{га} = C_2 \setminus F , \text{ грн} \quad (4.13)$$

$$C_{га} = 46340,8 \setminus 305 = 150,2 \text{ грн.}$$

Визначаємо затрати коштів на амортизацію:

$$C_3 = B_{тр} \cdot a_{тр} \setminus W \cdot n_{н} \cdot 100 + B_{маш} \cdot a_{маш} \setminus W \cdot n_{дн} \cdot 100 , \text{ грн.} \quad (4.14)$$

де $B_{тр}$ - ціна трактора ; $B_{тр} = 900000$ грн.;

$B_{маш}$ - ціна машини ; $B_{маш} = 180000$ грн .;

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

$n_{дн}$ - річне навантаження год;

a – норма амортизаційних відрахувань, %

$$C_3 = 900000 \cdot 24 \setminus 16000 \cdot 1,2 \cdot 100 + 18000 \cdot 16 / 450 \cdot 1,2 \cdot 100 = 100,44 \text{ грн.}$$

Визначаємо затрати коштів на технічне обслуговування і ремонт:

$$C_4 = B_{\text{тр}} \cdot a_{\text{тр}} \setminus W \cdot \text{пдн} \cdot 100 + B_{\text{маш}} \cdot a_{\text{маш}} \setminus W \cdot \text{пдн} \cdot 100, \quad (4.15)$$

де а – норма відрахувань на ТО і ремонт

$$C_4 = 900000 \cdot 8 \setminus 1,2 \cdot 1600 \cdot 100 + 180000 \cdot 14 \setminus 1,2 \cdot 450 \cdot 100 = 50,88 \text{ грн}$$

$$C = C_{\text{зп}} + C_{\text{га}} + C_3 + C_4, \text{ грн} \quad (4.16)$$

$$C = 200,2 + 1500,2 + 1000,44 + 500,88 = 3200,7 \text{ грн.}$$

Отже затрати коштів на 1 га сівби ярого ячменю становить 3200,7 гривень.

ВИСНОВКИ

1. Обсяг робіт і технологія

- Запропоновано вирощувати ярий ячмінь на 80 га вузькорядним способом (вузькі міжряддя для підвищення густоти рослин і ефективності використання площі).
- Рекомендовано впровадити технологію на всій площі одночасно або по ділянках 20–40 га для поступової адаптації техніки й персоналу.

2. Агрегат і його застосування

- Для посіву рекомендовано агрегат Т-150К + СЗ-3,6-04.
- Практична перевага: надійність трактора Т-150К, сумісність і продуктивність сівалки СЗ-3,6-04 при вузькорядній сівбі; простота обслуговування і наявність запчастин.
- Необхідно дотримуватись налаштувань: кінематичні параметри агрегату, радіуси повороту і робочі ділянки повинні використовуватись при плануванні маршрутів і формуванні бригад.

3. Експлуатаційно-технологічні заходи

- Впровадити регламент ТО для агрегату (щоденний, передрейсовий, післярейсовий огляд).
- Забезпечити на полі пункт заправки ПММ і комплекту інструментів для швидкого ремонту.
- Визначені показники МТА використати для планування робочого часу та ресурсів (люди, паливо, час на 1 га).

4. Забезпечення паливо-мастильними матеріалами

- Розроблений план постачання ПММ: мінімальний запас на 7–10 днів, маркування ємкостей, порядок заправки на полі.
- Впровадити журнал обліку витрат ПММ та регулярні перевірки протипожежного стану пунктів заправки.

5. Конструктивні рішення сошникової групи

- Рекомендовано вузькорядний дводисковий сошник, що розділяє потік насіння на дві стрічки: при тій же нормі висіву це збільшує міжнасінну відстань до 2,2–2,6 см — сприяє кращому розвитку сходів і зниженню загущення.
- Практичні кроки: тестова установка сошників на полі (не менше 5–10 га) з контролем густоти сходів і корекцією висіву; підготувати змінні робочі органи та запасні диски.

6. Економічні показники

- Розрахункові витрати на висів 1 га ярого ячменю — 3200,7 грн.
- Рекомендація: вести оперативний облік фактичних витрат (паливо, амортизація, праця), порівнювати з розрахунком і коригувати норми витрат та технологію для зниження собівартості.

7. Практична програма впровадження

- Етап 1 (підготовка): закупівля/пристосування сошників, перевірка агрегату, навчання екіпажів (1–2 тижні).
- Етап 2 (пілот): сівба 5–10 га з моніторингом густоти й витрат (1 посівна кампанія).
- Етап 3 (масштабування): корекція налаштувань, впровадження на 80 га, контроль економіки і якості сходів.

Список використаної літератури

1. Березівський П.С., Більський Б.В., Дудаш Я.Я., Березівський З.П. Організаційно-економічні параметри ресурсощадних 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 проєктів 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 рілництва / П.В. Сисолін, В.О. Сало, В.М. Кропівний. – К.: Урожай, 2001. -384 с.