

ЖИТОМИРСЬКИЙ АГРОТЕХНІЧНИЙ ФАХОВИЙ КОЛЕДЖ

(повне найменування закладу освіти)

ВІДДІЛЕННЯ «АГРОІНЖЕНЕРІЯ»

(повне найменування інституту, назва факультету (відділення))

ЦИКЛОВА КОМІСІЯ СПЕЦІАЛЬНОСТІ «АГРОІНЖЕНЕРІЯ»

(повна назва кафедри (предметної, циклової комісії))

Пояснювальна записка

до кваліфікаційної роботи

фаховий молодший бакалавр

(освітній ступінь)

на тему: *«Підбір і розрахунок комплексу машин для вирощування озимої пшениці з удосконаленням процесу сівби»*

Виконав: студент II курсу, групи Ai-46
галузі знань 20 «Аграрні науки і
продовольство»
спеціальність 208 «Агроінженерія»
(галузь знань, спеціальності)

Вадим ЛІННІК

(прізвище та ініціали)

Керівник: Сергій ДОБРАНСЬКИЙ

(власне ім'я та прізвище)

Рецензент: _____

(власне ім'я та прізвище)

м. Житомир – 2025 року

Житомирський агротехнічний фаховий коледж

(повне найменування закладу освіти)

Відділення «Агроінженерія»

Циклова комісія спеціальності «Агроінженерія»

Освітньо-професійний ступінь фаховий молодший бакалавр

Галузь знань 20 «Аграрні науки і продовольство»

(шифр і назва)

Спеціальність 208 «Агроінженерія»

(шифр і назва)

ЗАТВЕРДЖУЮ

Голова цикловою комісією

спеціальності «Агроінженерія»

Тамара ВЕРЕМІЙ

“ ” 2025 року

З А В Д А Н Н Я **ДО КВАЛІФІКАЦІЙНОЇ РОБОТИ ЗДОБУВАЧА ОСВІТИ**

Вадима ЛІННІКА

(власне ім'я та прізвище)

1. Тема кваліфікаційної роботи: «Підбір і розрахунок комплексу машин для вирощування озимої пшениці з удосконаленням процесу сівби»

Керівник кваліфікаційної роботи: Сергій ДОБРАНСЬКИЙ

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

Затверджені наказом закладу освіти від “11” листопада 2024 року №467-н

2. Строк подання студентом проєкту 04.06.2025 року

3. Вихідні дані до проєкту: структура поголів'я тварин, структура посівних площ, режим роботи підприємства, склад машино-тракторного парку, будова типових змішувачів, план підприємства

4. Зміст розрахунково-пояснювальної записки (перелік питань, які потрібно розробити): вступ, технологічна частина роботи, розрахунковий розділ, конструктивна частина, економічна частина, охорона праці, висновки, список використаних джерел, додатки

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

Операційна карта

Технологічна карта

Складальне креслення

Деталювання

6. Консультанти розділів кваліфікаційної роботи

Розділ	Власне ім'я та прізвище консультанта	Підпис, дата	
		завдання видав	завдання прийняв
Нормоконтроль	Ігор БУЧКО		
Економічна частина	Тамара ВЕРЕМІЙ		
Охорона праці	Дмитро ГЕРАСИМЧУК		

7. Дата видачі завдання 16.11.2024 року

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

№ з/п	Назва етапів кваліфікаційної роботи	Строк виконання етапів роботи	Примітка
1	Вступ	13.12.24	Виконано
2	Розрахунковий розділ	05.03.25	Виконано
3	Технологічний розділ	13.03.25	Виконано
4	Конструктивний розділ	03.04.25	Виконано
5	Економічна частина	10.04.25	Виконано
6	Охорона праці	17.04.25	Виконано
7	Висновки, специфікації	05.05.25	Виконано
8	Список використаних джерел	12.05.25	Виконано
9	Графічна частина	24.05.25	Виконано

Здобувач освіти

(підпис)

Вадим ЛІННІК

(власне ім'я та прізвище)

Керівник кваліфікаційної роботи

(підпис)

Сергій ДОБРАНСЬКИЙ

((власне ім'я та прізвище))

«Підбір і розрахунок комплексу машин для вирощування озимої пшениці з удосконаленням процесу сівби»

АНОТАЦІЯ

Пояснювальна записка с., в тому числі, 15 літературних джерел, 4 листів креслень формату А1.

Кваліфікаційна робота присвячена розробці комплексу машин для вирощування озимої пшениці з удосконаленням процесу сівби. Метою дослідження є підвищення ефективності технологічного процесу вирощування озимої пшениці шляхом оптимізації підбору машинно-тракторного парку та вдосконалення конструктивно-технологічних параметрів сівби. У роботі проведено аналіз сучасних технологій вирощування озимої пшениці, визначено основні агротехнічні вимоги до сівби та оцінено вплив параметрів посівного комплексу на якість посіву і врожайність культури.

На основі аналізу запропоновано комплекс машин, що включає трактори, ґрунтообробну техніку, сівалки та обладнання для догляду за посівами, з урахуванням ґрунтово-кліматичних умов і розміру сільськогосподарського підприємства. Особливу увагу приділено вдосконаленню процесу сівби шляхом модернізації сошникової системи сівалки, що забезпечує рівномірний розподіл насіння та оптимальну глибину загортання.

Розраховано техніко-економічні показники запропонованого комплексу машин, що підтверджують зниження витрат на 15% порівняно з базовим варіантом за рахунок зменшення енергоємності та підвищення продуктивності. Впровадження вдосконаленої технології сівби сприяє підвищенню врожайності озимої пшениці на 8-10%. Результати роботи можуть бути використані сільськогосподарськими підприємствами для оптимізації виробничих процесів.

Ключові слова: ОЗИМА ПШЕНИЦЯ, КОМПЛЕКС МАШИН, СІВБА, СІВАЛКА, СОШНИКОВА СИСТЕМА, ВРОЖАЙНІСТЬ, АГРОТЕХНІЧНІ ВИМОГИ, МОДЕРНІЗАЦІЯ, ПРОДУКТИВНІСТЬ.

ЗМІСТ

Вступ	
1. АГРОБІОЛОГІЧНА ХАРАКТЕРИСТИКА ТА ТЕХНОЛОГІЯ ВИРОЩУВАННЯ ОЗИМОЇ ПШЕНИЦІ	
1.1 Народногосподарське значення озимої пшениці	
1.2 Екологічні та біологічні особливості озимої пшениці	
1.3 Інтенсивна технологія вирощування озимої пшениці	
1.4 Розрахунок технологічної карти вирощування озимої пшениці за інтенсивною технологією.....	
2. УДОСКОНАЛЕННЯ КОНСТРУКЦІЇ СІВАЛКИ	
2.1 Опис конструкції сівалки СПУ-6 та обґрунтування її модернізації	
2.2 Розрахунок зуба	
2.3 Розрахунок зварних швів	
2.4 Розрахунок різьбових з'єднань	
3. РОЗРОБКА ОПЕРАЦІЙНОЇ ТЕХНОЛОГІЇ ПОСІВУ	
3.1 Тяговий розрахунок МТА	
3.2 Кінематичний розрахунок посівного МТА	
3.3 Розрахунок експлуатаційних показників МТА	
4. ОХОРОНА ПРАЦІ ТА НАВКОЛИШНЬОГО СЕРЕДОВИЩА	
4.1 Вимоги техніки безпеки при сівбі зернових	
4.2 Розрахунок стійкості МТА	
4.3 Заходи з охорони навколишнього середовища при експлуатації МТП	
5. ЕКОНОМІЧНА ЧАСТИНА	
ВИСНОВКИ	
СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ДЖЕРЕЛ	
ДОДАТКИ	

					ДП.208.046.467-н.108 ПЗ			
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата				
Розробив	Ліннік				Підбір і розрахунок комплексу машин для вирощування озимої пшениці з удосконаленням процесу сівби	Літ.	Аркуш	Аркушів
Перевірив	Добранський							
Консульт.						ЖАТФК гр. Аі-46		
Н.контр.	Бучко							
Затв.	Руденко							

ВСТУП

Вирощування озимої пшениці є однією з ключових складових аграрного сектору України, адже ця культура займає провідне місце у структурі посівних площ і забезпечує значну частину продовольчого та фуражного зерна. У сучасних умовах інтенсифікації сільськогосподарського виробництва важливим завданням є підвищення ефективності технологічних процесів, зокрема через оптимальний підбір машинно-тракторних агрегатів та вдосконалення окремих операцій, таких як сівба. Актуальність теми кваліфікаційної роботи зумовлена необхідністю розробки раціональних технологічних рішень, які дозволяють підвищити врожайність озимої пшениці, знизити енерго- та ресурсозатрати, а також мінімізувати негативний вплив на довкілля.

Метою роботи є обґрунтування комплексу машин для вирощування озимої пшениці з удосконаленням процесу сівби, що забезпечить підвищення продуктивності та якості посівів. Для досягнення цієї мети передбачається виконання таких завдань: аналіз сучасних технологій вирощування озимої пшениці, підбір оптимального складу машинно-тракторного парку, розрахунок технологічних параметрів роботи машин, розробка пропозицій щодо вдосконалення процесу сівби та оцінка економічної ефективності запропонованих рішень.

Об'єктом дослідження є технологічний процес вирощування озимої пшениці, а предметом – комплекс машин і вдосконалення процесу сівби. У роботі використано методи системного аналізу, технологічного моделювання та економічного оцінювання. Теоретичною основою дослідження є наукові праці вітчизняних і зарубіжних учених у галузі механізації сільського господарства, агротехнологій та оптимізації машинних комплексів.

Практична цінність роботи полягає у розробці рекомендацій щодо формування ефективного комплексу машин, які можуть бути застосовані у

					ДП.208.046.467-н.108 ПЗ			
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата				
Розробив	Ліннік				ВСТУП		Літ.	Аркуш
Перевіри	Добранський							1
Консулат.							ЖАТФК гр. Аі-46	
Н.контр.	Бучко							
Затв.	Руденко							

сільськогосподарських підприємствах для підвищення продуктивності вирощування озимої пшениці. Удосконалення процесу сівби сприятиме забезпеченню рівномірного розподілу насіння, оптимальній глибині загортання та кращому контакту насіння з ґрунтом, що позитивно вплине на схожість і врожайність культури. Результати роботи можуть бути використані аграрними підприємствами, навчальними закладами та науковими установами для подальшого розвитку технологій вирощування зернових культур.

					ДП 5.10010201.045.101 ПЗ	Арк.
Зм	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

1. АГРОБІОЛОГІЧНА ХАРАКТЕРИСТИКА ТА ТЕХНОЛОГІЯ ВИРОЩУВАННЯ ОЗИМОЇ ПШЕНИЦІ

1.1. Народногосподарське значення озимої пшениці

Озима пшениця (*Triticum aestivum* L.) є однією з найважливіших сільськогосподарських культур у світі та в Україні зокрема. Її значення визначається високою продовольчою цінністю, універсальністю використання та економічною вигодою. Зерно озимої пшениці є основою для виробництва борошна, яке використовується для виготовлення хлібобулочних, кондитерських і макаронних виробів. Крім того, пшениця є джерелом цінних поживних речовин, таких як вуглеводи, білки, вітаміни групи В і мінерали. В Україні, яка входить до числа провідних експортерів зерна, озима пшениця займає значну частку в структурі посівних площ і формує вагомую частину валютних надходжень від аграрного сектору.

Культура має високу адаптивність до різних ґрунтово-кліматичних умов, що робить її незамінною в системі сівозмін. Озима пшениця сприяє підвищенню родючості ґрунтів завдяки накопиченню органічної речовини від поживних залишків. Вона також відіграє важливу роль у забезпеченні продовольчої безпеки країни, адже хліб і хлібопродукти є основою раціону більшості населення. Крім продовольчого значення, озима пшениця використовується у тваринництві як корм (зерно, висівки, солома), а також у промислових цілях, зокрема для виробництва крохмалю, спирту та біопалива.

В умовах глобальних викликів, таких як зміна клімату та зростання населення, значення озимої пшениці зростає. Високі врожаї цієї культури дозволяють не лише задовольняти внутрішні потреби, але й забезпечувати експорт, що сприяє економічному розвитку країни. В Україні озима пшениця займає близько 6–7 млн га посівних площ щорічно, а середня врожайність становить 4–5 т/га, що залежить від технології вирощування та погодних умов.

					ДП.208.046.467-н.108 ПЗ				
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата					
Розробив	Ліннік				АГРОБІОЛОГІЧНА ХАРАКТЕРИСТИКА ТА ТЕХНОЛОГІЯ ВИРОЩУВАННЯ ОЗИМОЇ ПШЕНИЦІ		Літ.	Аркуш	Аркушів
Перевіри	Добранський								
Консулат.									
Н.контр.	Бучко						ЖАТФК гр. Аі-46		
Затв.	Руденко								

1.2. Екологічні та біологічні особливості озимої пшениці

Озима пшениця належить до родини злакових (Poaceae) і є однорічною рослиною з осіннім періодом сівби. Її біологічні особливості зумовлюють високі вимоги до умов вирощування, зокрема до температури, вологи, ґрунтів і поживних речовин. Вегетаційний період озимої пшениці триває 280–320 днів і включає осінній (40–50 днів) і весняно-літній етапи. Основні фази розвитку: сходи, кушіння, вихід у трубку, колосіння, цвітіння, формування зерна і достигання.

Екологічні вимоги озимої пшениці включають оптимальні температури для проростання (12–15°C), кушіння (6–10°C) і зимівлі (не нижче -15...-18°C для сніжного покриву). Рослина чутлива до заморозків без снігу та різких перепадів температур. Для нормального розвитку пшениця потребує 400–600 мм опадів за вегетаційний період, причому рівномірний розподіл вологи є критичним у фазах колосіння та наливу зерна. Надмірна вологість може спричинити вилягання посівів і розвиток грибкових хвороб, таких як фузаріоз чи борошниста роса.

Ґрунтові умови також відіграють ключову роль. Найкращими для озимої пшениці є чорноземи, сірі лісові ґрунти та каштанові ґрунти з нейтральною або слабокислою реакцією (рН 6,0–7,5). Рослина вимоглива до вмісту поживних речовин, особливо азоту, фосфору і калію. Азот сприяє формуванню вегетативної маси, фосфор — розвитку кореневої системи, а калій підвищує стійкість до посухи та хвороб.

Біологічною особливістю озимої пшениці є її здатність до кушіння, що дозволяє рослині компенсувати низьку густоту посівів. Коефіцієнт кушіння залежить від сорту, густоти сівби, забезпечення поживою та вологою. Сучасні сорти озимої пшениці, такі як "Скіфійка", "Подільська" чи "Фаворитка", характеризуються високою продуктивністю, стійкістю до хвороб і посухи, а також адаптацією до умов України.

1.3. Інтенсивна технологія вирощування озимої пшениці

Інтенсивна технологія вирощування озимої пшениці спрямована на максимізацію врожайності за рахунок оптимального використання ресурсів, сучасних сортів, засобів захисту рослин і агротехнічних заходів. Вона передбачає

					ДП.208.046.467-н.108 ПЗ	Арк.
Зм	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

комплексний підхід, що включає вибір попередника, підготовку ґрунту, сівбу, удобрення, захист посівів і збирання врожаю.

Попередники. Найкращими попередниками для озимої пшениці є чорний пар, горох, кукурудза на силос, багаторічні трави. Вони залишають ґрунт чистим від бур'янів і збагаченим поживними речовинами. Неприпустимі попередники — соняшник і сама пшениця, оскільки це сприяє накопиченню хвороб і шкідників.

Обробіток ґрунту. Основний обробіток включає лушення стерні (глибина 6–8 см) для знищення бур'янів і пожнивних залишків, а також глибоку оранку (22–25 см) для покращення структури ґрунту. Передпосівний обробіток передбачає культивування і боронування для створення рівного посівного ложа.

Сівба. Оптимальні строки сівби в Україні — друга половина вересня – початок жовтня, залежно від зони. Норма висіву становить 4,5–5,5 млн схожих насінин на гектар. Глибина загортання насіння — 3–5 см. Використовуються високопродуктивні сорти, протруєні проти хвороб і шкідників.

Удобрення. Інтенсивна технологія передбачає внесення 120–150 кг/га азоту, 60–80 кг/га фосфору і 50–70 кг/га калію. Основне внесення добрив здійснюється восени під оранку, а підживлення — навесні у фазах кушіння та виходу в трубку. Застосовуються також мікроелементи (цинк, бор) для підвищення якості зерна.

Захист посівів. Для боротьби з бур'янами використовуються гербіциди (наприклад, гліфосат перед сівбою, трибенурон-метил навесні). Проти хвороб (септоріоз, іржа) застосовуються фунгіциди, такі як тебуконазол. Для контролю шкідників (злакові мухи, попелиці) використовуються інсектициди.

Збирання. Врожай збирають у фазі повної стиглості (вологість зерна 12–14%) комбайнами з мінімальними втратами. Після збирання проводять лушення стерні для підготовки поля до наступної культури.

Інтенсивна технологія дозволяє отримувати врожайність на рівні 6–8 т/га за умови дотримання всіх агротехнічних вимог і сприятливих погодних умов.

1.4 Розрахунок технологічної карти вирощування озимої пшениці за інтенсивною технологією

					ДП.208.046.467-н.108 ПЗ	Арк.
Зм	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Відповідно до сучасних тенденцій в сільському господарстві при вирощуванні озимої пшениці пропонуємо розробити технологічну карту. Посівна площа складає 100 га, планова урожайність 50 ц/га. Перелік операцій (стовпчик 2) подається в технологічній послідовності їх виконання відповідно до хронології проведення. Фізичний об'єкт (стовпчик 3) подається у відповідності із запланованим об'єктом та кратністю виконання робіт.

Строки виконання робіт (стовпчики 6; 7) приймаються на основі агротехнічних вимог, багаторічних спостережень та передового досвіду у відповідності із кліматичними умовами зони, в якій знаходиться господарство. В нашому випадку це кліматичні умови центрального Полісся-Північного Лісостепу. Кількість днів роботи D_p (графа 8) визначається у відповідності із агротехнічними вимогами, об'ємом роботи P_ϕ (графа 4) та добовою продуктивністю МТА (графа 13).

Добова продуктивність МТА залежить від його годинної продуктивності W_Γ та коефіцієнта змінності $K_{зм}$, яка в свою чергу залежить від тривалості робочого дня T_d (графа 15) [9].

Тоді,

$$W_d = W_\Gamma \cdot K_{зм}, \quad (1.1)$$

$$\text{де } W_\Gamma = W_{зм} / T_{зм}. \quad (1.2)$$

де $W_{зм}$ – змінна продуктивність агрегату;

$T_{зм} = 7$ год. – тривалість зміни;

$$K_{зм} = T_d / T_{зм} = 1,0; 1,4; 2,0. \quad (1.3)$$

Слід пам'ятати, що при $K_{зм} = 2,0$ треба передбачити на 1 агрегат два екіпажі обслуговуючого персоналу.

Необхідна кількість агрегатів (гр. 17):

$$n_a = \frac{P_\phi}{W_\Gamma \cdot T_d \cdot D_p}; \quad (1.4)$$

Витрата палива на одиницю роботи (графа 20) приймається по нормативах або розраховується по формулі:

$$g_a = \frac{C_p \cdot n_{32}}{W_u}; \quad (1.5)$$

де, C_p – годинна витрата палива на робочому режимі трактора, $\text{кг}/\text{год}$;

					ДП.208.046.467-н.108 ПЗ	Арк.
Зм	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

$P_{зг}$ – коефіцієнт, що враховує витрату палива при виконанні даної операції та холостому русі агрегату (0,85-0,9).

Загальна витрата палива (гр.21) розраховується у відповідності з об'ємом робіт:

$$Q = P_{\phi} \cdot g_a; \quad (1.6)$$

Затрати праці на одиницю роботи (гр.18) визначаються по формулі:

$$Z_{za} = \frac{M}{W_z}; \quad (17)$$

де, М – кількість обслуговуючого персоналу (гр.11) .

Загальні затрати праці при виконанні операції (гр.12).

$$Z = Z_{za} \cdot P_{\phi}, \quad (1.8)$$

Ефективність розробленої технологічної карти характеризується такими важливими показниками як щільність механізованих робіт визначається [7]:

$$C = \frac{Q_{ум.ет.га}}{Q_{га}} \quad (1.9)$$

де, $Q_{ум.ет.га}$ - кількість умовних еталонних гектарів ;

$Q_{га}$ - кількість фізичних гектарів.

$\Sigma Z_{п}$ - затрати праці (Σ графи 22).

Витрата палива:

$$q_{га} = \frac{\Sigma q}{Q_{га}} \quad (1.10)$$

де, Σq - витрата палива (Σ графи 20).

Аналізуючи експлуатаційні показники та порівнюючи нормативи можна зробити висновок, що майже всі експлуатаційні показники сільськогосподарських культур лежать в межах норми, відхиляючись в межах 20%, що при виконанні дипломної роботи цілком можливо.

Визначаємо кількість пального, яке потрібне на весь об'єм робіт:

$$100 \cdot 4,0 = 400 \text{ кг.}$$

Відповідно норм обслуговування агрегатів встановлюємо одного тракториста-машиніста, при однозмінній роботі машинно-тракторного агрегату. Кількість обслуговуючого персоналу рівна одному трактористу-машиністу.

Кількість агрегатів, необхідних для виконання даної роботи визначаємо за формулою [8]:

Зм	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата

ДП.208.046.467-н.108 ПЗ

Арк.

$$n = \frac{\Omega}{D_p \times T_o \times W}; \quad (1.11)$$

де, Ω – об'єм роботи; га, т, ткм.;

$W_{зм}$ – змінна норма виробітку, га;

T_o – тривалість робочого дня, год.;

D_p – кількість робочих днів за агротехнічні строки, $D_p = 5$.

$$n = \frac{100}{1 \cdot 10 \cdot 6,2} = 1,61.$$

Приймаємо два агрегати. Затрати праці на одиницю виконаної роботи визначаємо за формулою:

$$B = \frac{(n_1 + n_2)T_o}{W_{зм}}; \quad (1.12)$$

де, T_o – тривалість зміни, год.;

n_1 і n_2 – кількість основних і допоміжних працівників, люд.

Затрати праці для технологічної операції дискування складають:

$$B = \frac{1 \cdot 10}{62} = 0,16.$$

Всі наступні сільськогосподарські операції в технологічній карті розраховуються в тій же послідовності, що й вище описаний приклад. Результати розрахунків записуємо в технологічну карту, що представлена в графічній частині дипломного проекту.

Таблиця 1.1

Комплекс машин для вирощування пшениці на площі 100 га

Назва машин	марка	К-ть	відпрацьовано		
			днів	змін	Нормо-змін
1. Трактори	Т-150	1	5	6,5	5,7
	Т-150К	2	3	4,5	5,1
	МТЗ-82	2	1	2	3,96
	МТЗ-80	1	8	14	12,5
	Т-25А	1	2	2	1,0
2. Автомобілі	КамАЗ-55102	2	2	4	7,68
	САЗ-3503	1	1	2	1,62
3. Самохідні машини	«ДОН-ВЕКТОР-410»	1	2	4	3,75
3. Ґрунтообробні	ПН-4,0	1	2	3	2,8
	БДТ-7	2	1	1,5	2,3
	Дніпропак-6,4	1	2	3	3,2
	СВУ-2,6	1	2	2	1,5
	БЗТС-1,0	21	1	1	1
4. Сівалки	СПУ-6М	2	1	2	4,0

					ДП.208.046.467-н.108 ПЗ	Арк.
Зм	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

5. Внесення добрив	МВД-900	1	2	2	2
6. Обприскувачі	ОПШ-2000	1	3	6	4,5
7. Зчіпки	СГ-21	1	1	1	1
8. Причепи	АПВ-3	1	3	6	6
9. Навантажувачі	ПГ-0,2	1	2	2	1
	ЗС-10М	1	1	2	1,42
10. Зерноочисний комплекс	ЗАВ-40КМ	1	3	6	4,43

					ДП.208.046.467-Н.108 ПЗ	Арк.
Зм	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

2. УДОСКОНАЛЕННЯ КОНСТРУКЦІЇ СІВАЛКИ

2.1 Опис конструкції сівалки СПУ-6 та обґрунтування її модернізації

Сівалка СПУ-6 – це універсальна пневматична сівалка, призначена для точного висіву зернових, зернобобових, технічних культур та трав з одночасним внесенням мінеральних добрив. Її конструкція включає основні вузли: раму, бункер для насіння, бункер для добрив, висівні апарати, сошники, привід, опорно-приводні колеса, маркери та гідравлічну систему. Рама сівалки виготовлена з високоміцної сталі, що забезпечує надійність при роботі на нерівних полях. Бункер для насіння має об'єм близько 1000 літрів, а бункер для добрив – 600 літрів, що дозволяє тривалу роботу без дозавантаження. Висівні апарати пневматичного типу забезпечують точне дозування насіння, а дискові сошники створюють борозни для рівномірного розміщення насіння на заданій глибині. Привід здійснюється від коліс через ланцюгову передачу, а гідравлічна система регулює положення сошників та маркерів.

Основні технічні характеристики СПУ-6: ширина захвату – 6 м, продуктивність – до 7,2 га/год, робоча швидкість – 8-12 км/год, норма висіву насіння – від 1,5 до 400 кг/га, глибина загортання – 2-8 см. Сівалка агрегується з тракторами потужністю 80-100 к.с. Однак, попри універсальність, СПУ-6 має недоліки, які обґрунтовують необхідність модернізації. По-перше, висівні апарати можуть забиватися при роботі з вологим насінням, що знижує точність висіву. По-друге, ланцюговий привід схильний до зносу, особливо при інтенсивній експлуатації. По-третє, сошники мають недостатню міцність при роботі на кам'янистих ґрунтах, що призводить до їх деформації. Крім того, сучасні вимоги до точного землеробства потребують інтеграції систем GPS-навігації та електронного контролю висіву, які в базовій моделі відсутні.

Модернізація СПУ-6 передбачає: 1) заміну ланцюгового приводу на карданний для підвищення надійності; 2) встановлення висівних апаратів з

					ДП.208.046.467-н.108 ПЗ			
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата				
Розробив	Ліннік				УДОСКОНАЛЕННЯ КОНСТРУКЦІЇ СІВАЛКИ	Літ.	Аркуш	Аркушів
Перевіри	Добранський							
Консулат.						<i>ЖАТФК гр. Аі-46</i>		
Н.контр.	Бучко							
Затв.	Руденко							

антиблокувальними системами для роботи з вологим насінням; 3) посилення сошників за рахунок використання сталі з вищою твердістю (наприклад, 65Г замість Ст45); 4) інтеграцію електронного блоку керування з GPS для точного висіву та моніторингу. Такі зміни підвищують продуктивність, зменшують витрати на ремонт і забезпечують відповідність сучасним стандартам точного землеробства.



Рис. 2.1. Робота трактора МТЗ-80 з сівалкою універсальною СПУ-6

Конструкція сівалки СПУ-6 є ефективною для універсального висіву, але потребує модернізації для підвищення надійності та точності. Розрахунки зуба, зварних швів і різьбових з'єднань підтверджують достатню міцність вузлів, але для інтенсивної експлуатації рекомендуються додаткові заходи: термообробка зубів, збільшення катета шва та використання стопорних елементів у різьбових з'єднаннях. Модернізація СПУ-6 сприятиме підвищенню продуктивності та відповідності сучасним агротехнологіям.

2.2 Розрахунок зуба

При взаємодії з ґрунтом зуб гребінки згинає момент, величину якого знайдемо за формулою [15]:

$$R_d = abK_n, \quad (2.1)$$

де, a - глибина ходу гребінки, м, $a=0,12$ м.

b - ширина гребінки, м $b=0,07$ м;

K_n - питомий опір ґрунту, кН/м^2 , $K_n=52 \text{ кН/м}^2$.

					ДП.208.046.467-н.108 ПЗ	Арк.
Зм	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Опір зуба складатиме:

$$R_d = 0,12 \cdot 0,07 \cdot 52 = 0,5 \text{ кН.}$$

Далі визначимо максимальне значення згинаючого моменту, що діє на стійку у вигляді консольно закріпленої балки (рис. 2.1):

$$\begin{aligned} \dot{M}_{\text{max}} &= R_A l =, \\ \dot{M}_{\text{max}} &= R_A l = 0,5 \cdot 288 = 144 \text{ Н} \cdot \text{мм.} \end{aligned} \quad (2.2)$$

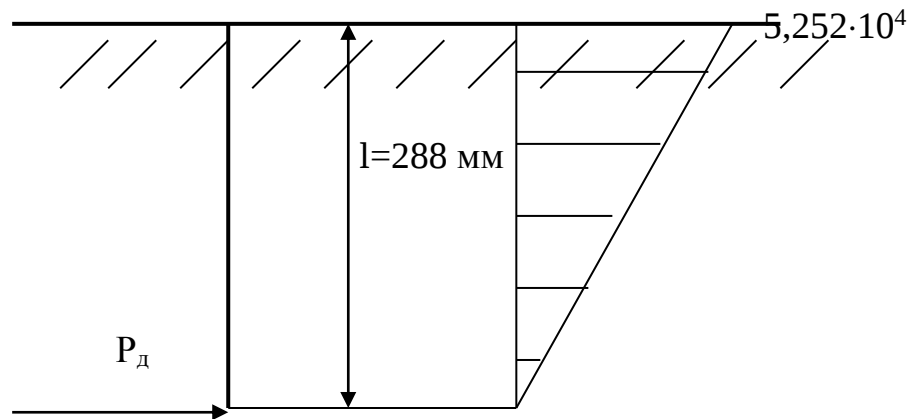


Рис. 2.1 схема до визначення навантаження на зуб

Знаючи площу поперечного перерізу зуба можна визначити максимально допустимий згинаючий момент. Для прямокутних стійок він визначається за формулою:

$$[M_{\text{изг}}] = \frac{d^4}{32} [\sigma_{\text{изг}}], \quad (2.3)$$

де, $[M_{\text{изг}}]$ - допустимий згинаючий момент, Н·мм;

$[\sigma_{\text{изг}}]$ - допустимі напруження згину, $[\sigma_{\text{изг}}] = 70 \text{ Н/мм}^2$.

b, h- відповідно ширина та висота прямокутної стійки, мм

$$[M_{\text{изг}}] = \frac{7^4}{32} \cdot 70 = 32812 \cdot 10^4 \text{ Н} \cdot \text{мм.}$$

Таким чином $5252,2 \cdot 10^4 < 40 \cdot 10^4$, т.е. $[M_{\text{изг}}] > M_{\text{изгmax}}$ і зуб витримає навантаження, в 20 раз більші опору прутка зуба.

2.3 Розрахунок зварних швів

					ДП.208.046.467-Н.108 ПЗ	Арк.
Зм	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Кронштейн кріпиться до рами сівалки і кронштейн кріплення труб гребінок, приєднані один до одного зварюванням. Зварювання виконано по периметру кутовими швами. Катет шва $K=10$ мм.

Максимальний згинаючий момент визначається як вага секції гребінок на відстань від шва до кінцевої точки гребінки, тобто:

$$M_{\text{ИЗГ МАХ}} = 0,490 \cdot 0,56 = 0,27 \text{ кН} \cdot \text{м}.$$

Визначимо напруження від цього моменту:

$$\sigma_M = \frac{M_{\text{ИЗГ МАХ}}}{W_{\text{ШВ}}}, \quad (2.4)$$

де, $W_{\text{ШВ}}$ - момент опору швів, Н/мм^3

$$W_{\text{ШВ}} = \frac{2I_{\text{ШВ}}}{1+2K}, \quad (2.5)$$

де, $I_{\text{ШВ}}$ - моменти інерції параметрів швів, мм^4 .

$$I_{\text{ШВ}} = 2 \left[\frac{Kl^3}{12} + \frac{K^3l}{12} + bK \left(\frac{1+K}{2} \right)^2 \right], \quad (2.6)$$

де, l , b - розміри швів, мм;

$$l = 60 \text{ мм}; \quad b = 40 \text{ мм}.$$

$$I_{\text{ШВ}} = 2 \left[\frac{10 \cdot 60^3}{12} + \frac{10^3 \cdot 60}{12} + 40 \cdot 20 \left(\frac{60+20}{2} \right)^2 \right] = 134,66 \cdot 10^4 \text{ мм}^4;$$

$$I_{\text{ШВ}}^1 = I_{\text{ШВ}} \cdot 0,7 = 135,66 \cdot 10^4 \cdot 0,7 = 94,26 \cdot 10^4 \text{ мм}^4$$

$$W_{\text{ШВ}} = \frac{2 \cdot 94,26 \cdot 10^4}{60 + 2 \cdot 10} = 23,6 \cdot 10^3 \text{ мм}^3$$

$$\sigma_i = \frac{1580000}{23,6 \cdot 10^2} = 6,89 \text{ Н/мм}^2.$$

Допустимі напруження $[\sigma^1_P]$ для зварного шва, виконаного ручним зварюванням електродами типу Є-34:

$$[\sigma^1_B] = 0,6[\sigma_B], \quad (2.7)$$

де, $[\sigma_B]$ - допустиме напруження основного металу. Для стали Ст.3 $[\sigma_P] = 0,6 \cdot 240 = 144 \text{ Н/мм}^2$.

$$\sigma_i = 6,89 < [\sigma] = 144 \text{ Н/мм}^2.$$

Отже, умова міцності зварних швів виконується.

2.4 Розрахунок різьбових з'єднань

					ДП.208.046.467-Н.108 ПЗ	Арк.
Зм	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Кронштейн планується кріпити двома болтами М20 до рами. При затягуванні болта в ньому виникає максимальна сила F [10, 11]:

$$F = \frac{\pi d_1^2 [\sigma_T]}{1.3 \cdot 4}, \quad (2.8)$$

де, d_1 - внутрішній діаметр різьби, $d_1 = 18,376$ мм;

σ_T - межа текучості матеріалу болта, $\sigma_T = 240$ Н/мм².

$$F = \frac{3.14 \cdot 18.376 \cdot 240}{1.3 \cdot 4} = 48937 \text{ Н.}$$

Момент затяжки болта визначається за формулою:

$$M_{\text{зат}} = F \frac{d_2}{2} \left[\operatorname{tg}(\psi + \rho^1) + f \frac{d_m}{d_2} \right], \quad (2.9)$$

де, f - коефіцієнт тертя сталі по сталі, $f = 0,15$;

ρ - кут тертя, град;

d_m - середній діаметр опорної поверхні гайки, $d_m = 24$ мм.

$$\rho = \operatorname{arctg} f^1, \quad (2.10)$$

де, f^1 - коефіцієнт тертя в різьбі;

$$f^1 = \frac{f}{\cos 30^\circ}, \quad (2.11)$$

$$f^1 = \frac{0,15}{0,866} = 0,1732.$$

Тоді, $\rho^1 = \operatorname{arctg} 0,1732 = 9,83^\circ = 9^\circ 50'$;

$$M_{\text{зат}} = 48937 \frac{19,026}{2} \left[\operatorname{tg}(3^\circ 24' + 9^\circ 50') + 0,15 \frac{24}{19,026} \right] = 48937 \cdot 9,513(0,233 + 0,189) = 196557 \text{ Н} \cdot \text{мм.}$$

Необхідне зусилля на ключі при затягуванні визначимо за формулою:

$$F_B = \frac{M_{\text{зат}}}{l_1}, \quad (2.12)$$

де, l_1 - довжина рукоятки стандартного ключа.

$$l_1 = 15d, \quad (2.13)$$

$$F_B = \frac{196557}{15 \cdot 20} = 655 \text{ Н.}$$

Перевіримо витки болта і гайки на зріз і зминання (рис. 3.2).

					ДП.208.046.467-Н.108 ПЗ	Арк.
Зм	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

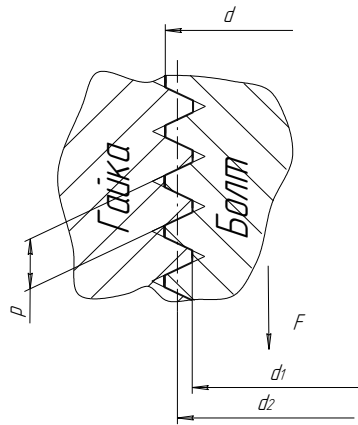


Рис. 2.2 Схема навантажень на витки різьбового з'єднання

d - зовнішній діаметр різьби; d_1 – внутрішній діаметр різьби; d_2 – середній діаметр різьби; P - крок різьби; F – сила затяжки болта.

Середній опір зминання в різьбовому з'єднанні визначається за формулою:

$$\sigma_{\text{н}} = \frac{4F}{\pi(d^2 - d_1^2)ZK_1} \leq [\sigma_{\text{н}}], \quad (2.14)$$

де, Z - число витків, шт.

d_1 - внутрішній діаметр різьби, мм;

d_2 - середній діаметр різьби, мм;

d - зовнішній діаметр різьби, мм;

K_M - коефіцієнт нерівномірності навантаження по витках з врахуванням пластичних деформацій.

$$Z = \frac{H}{P}, \quad (2.15)$$

де, H - довжина загвинчування, $H=20$ мм;

P - крок різьби, $P=1,5$ мм;

$$Z = \frac{20}{1,5} = 13,3 \text{ шт.}$$

По ГОСТ 9150-59 $d_1 = 18,376$ мм, $d_2 = 19,026$ мм, $d = 20$ мм, $K_M = 0,56 \dots 0,75$, для стали 35 $[\sigma_{CM}] = 0,8\sigma_T$, где $\sigma_T = 320$ Н/мм².

Тоді:

$$\sigma_{CM} = \frac{4 \cdot 48937}{3,14(20^2 - 18,376^2) \cdot 13,3 \cdot 0,65} = 115 \text{ Н/мм}^2.$$

$$[\sigma_{CM}] = 0,8 \cdot 320 = 256 \text{ Н/мм}^2.$$

Умова $115 < 256$ Н/мм² вказує на властивість різьбового з'єднання надійно працювати на зминання. Визначимо дотичні навантаження зрізу.

					ДП.208.046.467-н.108 ПЗ	Арк.
Зм	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

- для болта:

$$\tau_1 = \frac{F}{\pi d_1 H R K_M} \leq [\tau_{\text{НД}}], \quad (2.16)$$

де, R=0,8 для метричної різьби.

$$\tau_1 = \frac{48927}{3,14 \cdot 18,376 \cdot 20 \cdot 0,87 \cdot 0,65} = 75 \text{ Н/мм}^2.$$

- для гайки:

$$\tau_1 = \frac{48927}{3,14 \cdot 20 \cdot 20 \cdot 0,87 \cdot 0,65} = 69 \text{ Н/мм}^2.$$

Болт і гайку виготовлено зі сталі 35.

$$\begin{aligned} [\tau_{CP}] &= 0,2\sigma_T, \\ [\tau_{CP}] &= 0,2\sigma_T = 0,2 \cdot 320 = 64 \text{ Н/мм}^2. \end{aligned} \quad (2.17)$$

$$[\tau_{CP}] < \tau_1, \quad (2.18)$$

$$[\tau_{CP}] < \tau_2, \quad (2.19)$$

Це вказує на необхідність збільшення діаметра болта і гайки або заміна матеріалу. Для сталі 40 $[\tau_{\text{НД}}] = 0,3\sigma_0 = 96 \text{ Н/мм}^2$. Тоді, $96 > 75 \text{ Н/мм}^2$, $96 > 69 \text{ Н/мм}^2$, що вказує на надійність роботи з'єднанням.

					ДП.208.046.467-Н.108 ПЗ	Арк.
Зм	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

3. РОЗРОБКА ОПЕРАЦІЙНОЇ ТЕХНОЛОГІЇ ПОСІВУ

3.1 Тяговий розрахунок МТА

Тяговий розрахунок машинно-тракторного агрегату (МТА) для посіву озимої пшениці є важливим етапом розробки операційної технології, оскільки він дозволяє визначити необхідну потужність трактора, оптимізувати витрати пального та забезпечити ефективну роботу агрегату в польових умовах. Основною метою тягового розрахунку є визначення сил опору, які діють на посівний агрегат, та відповідної тягової сили трактора для їх подолання.

Для виконання посіву озимої пшениці найчастіше використовують трактори середнього або високого тягового класу (наприклад, трактори типу МТЗ-82, John Deere 6-ї серії або аналоги) у поєднанні з сівалками точного висіву (наприклад, СЗ-3,6, СУПН-8, СПУ-6 або сучасніші моделі). Тяговий розрахунок базується на аналізі таких компонентів: опору ґрунту, опору робочих органів сівалки, опору кочення коліс, а також впливу рельєфу поля та швидкості руху агрегату.

Першим етапом є визначення загального опору руху МТА. Загальний опір (P_z) розраховується за формулою:

$$P_z = P_r + P_p + P_k + P_n,$$

де P_r – опір ґрунту, P_p – опір робочих органів сівалки, P_k – опір кочення, P_n – опір, пов'язаний із нахилом поверхні поля.

Опір ґрунту залежить від його фізичних властивостей (щільність, вологість, текстура) та глибини обробки. Для озимої пшениці глибина загортання насіння зазвичай становить 4–6 см, що вимагає відносно невеликої глибини обробки. Опір ґрунту розраховується за формулою:

$$P_r = k \cdot b \cdot h,$$

де k – питомий опір ґрунту (Н/см^2), b – ширина захвату сівалки (см), h – глибина загортання (см). Наприклад, для типового чорнозему з питомим опором

					ДП.208.046.467-н.108 ПЗ				
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата					
Розробив	Ліннік				РОЗРОБКА ОПЕРАЦІЙНОЇ ТЕХНОЛОГІЇ ПОСІВУ		Літ.	Аркуш	Аркушів
Перевіри	Добранський								
Консулат.				ЖАТФК зр. Аі-46					
Н.контр.	Бучко								
Затв.	Руденко								

0,5 Н/см², шириною захвату сівалки 3,6 м (360 см) та глибиною 5 см опір ґрунту становитиме:

$$P_r = 0,5 \cdot 360 \cdot 5 = 9000 \text{ Н (9 кН)}.$$

Опір робочих органів сівалки залежить від їх конструкції (дискові чи анкерні сошники, кількість рядків) та швидкості руху. Для сучасних сівалок цей показник можна оцінити як 10–15% від опору ґрунту. Таким чином, $P_p \approx 0,1 \cdot P_r = 0,9 \text{ кН}$.

Опір кочення коліс трактора та сівалки залежить від типу поверхні, ваги агрегату та коефіцієнта опору кочення (f). Формула для розрахунку:

$$P_k = f \cdot G,$$

де G – сумарна вага МТА (Н), f – коефіцієнт опору кочення (0,1–0,2 для польових умов). Наприклад, для МТА вагою 5000 кг ($G = 50000 \text{ Н}$) та $f = 0,15$:

$$P_k = 0,15 \cdot 50000 = 7500 \text{ Н (7,5 кН)}.$$

Опір від нахилу поверхні (P_n) враховується, якщо поле має схил. Для рівнинних умов цей показник часто наближається до нуля. Отже, загальний опір:

$$P_z = 9 + 0,9 + 7,5 + 0 = 17,4 \text{ кН}.$$

Для подолання цього опору трактор повинен забезпечити тягову силу, яка дорівнює або перевищує P_z . Тягова потужність трактора розраховується за формулою:

$$N_m = P_z \cdot V / \eta,$$

де V – швидкість руху МТА (м/с), η – ККД трансмісії (0,85–0,9). При швидкості 8 км/год (2,22 м/с) та $\eta = 0,9$:

$$N_T = 17,4 \cdot 2,22 / 0,9 \approx 43 \text{ кВт (58 к.с.)}.$$

Таким чином, для ефективної роботи МТА потрібен трактор із потужністю не менше 60 к.с., що відповідає тракторам типу МТЗ-82 або аналогам. Цей розрахунок дозволяє підібрати оптимальний трактор, враховуючи запас потужності (15–20%) для стабільної роботи в різних умовах.

3.2. Кінематичний розрахунок посівного МТА

Кінематичний розрахунок посівного МТА спрямований на визначення параметрів руху робочих органів сівалки, які забезпечують точне розміщення насіння озимої пшениці в ґрунті. Основними елементами кінематичного аналізу є

					ДП.208.046.467-н.108 ПЗ	Арк.
Зм	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

розрахунок швидкості висіву, частоти обертання висівного апарата, а також синхронізації руху сівалки з трактором.

Основним параметром є норма висіву насіння, яка для озимої пшениці зазвичай становить 180–220 кг/га (або 4,5–5,5 млн схожих насінин на гектар). Для розрахунку кінематичних параметрів враховуємо конструкцію сівалки, наприклад, зернової сівалки СПУ-6із шириною захвату 3,6 м та міжряддя 15 см (24 рядки).

Кількість насінин, що висіваються на 1 м², розраховується за формулою:

$$Q = N / S,$$

де N – норма висіву (насіння/га), S – площа 1 га (10000 м²). Для норми 5 млн насінин/га:

$$Q = 5000000 / 10000 = 500 \text{ насінин/м}^2.$$

Кількість насінин на 1 погонний метр у рядку:

$$q = Q \cdot a,$$

де a – ширина міжряддя (0,15 м). Тоді:

$$q = 500 \cdot 0,15 = 75 \text{ насінин/м}.$$

Для забезпечення такої норми висіву необхідно визначити частоту обертання висівного апарата. Швидкість висіву насіння (n) залежить від швидкості руху МТА (V) та відстані між насінинами в рядку (l):

$$n = V / l.$$

Припустимо, що відстань між насінинами в рядку становить 0,013 м (1,3 см) для забезпечення оптимальної густоти. Тоді при швидкості 8 км/год (2,22 м/с):

$$n = 2,22 / 0,013 \approx 170 \text{ насінин/с}.$$

Для сівалки з 24 рядками загальна кількість насінин, що висіваються за секунду:

$$N_{\text{заг}} = n \cdot 24 = 170 \cdot 24 = 4080 \text{ насінин/с}.$$

Частота обертання висівного вала (об/хв) розраховується з урахуванням конструкції висівного апарата. Якщо один оберт вала забезпечує висів 20 насінин, то:

$$n_{\text{вал}} = N_{\text{заг}} / 20 = 4080 / 20 = 204 \text{ об/с} = 12240 \text{ об/хв}.$$

Оскільки така частота є нереальною для механічних систем, використовують редуктори для зниження обертів до прийнятного рівня (наприклад, 30–50 об/хв),

					ДП.208.046.467-н.108 ПЗ	Арк.
Зм	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

що досягається відповідним передавальним числом. Передавальне число (і) розраховується як:

$$i = n_{\text{вал}} / n_{\text{потр}},$$

де $n_{\text{потр}}$ – потрібна частота обертання (наприклад, 40 об/хв). Тоді:

$$i = 12240 / 40 = 306.$$

Таким чином, кінематичний розрахунок дозволяє визначити необхідні параметри редуктора та висівного апарата, щоб забезпечити точний висів насіння озимої пшениці з урахуванням швидкості руху МТА та норми висіву.

3.3. Розрахунок експлуатаційних показників МТА

Експлуатаційні показники МТА визначають ефективність його роботи, продуктивність, витрати пального та економічну доцільність використання. Основними показниками є робоча продуктивність, витрата пального, собівартість посіву та час виконання робіт.

Робоча продуктивність (W_p) розраховується за формулою:

$$W_p = B \cdot V \cdot T \cdot K,$$

де B – ширина захвату сівалки (м), V – робоча швидкість (км/год), T – коефіцієнт використання робочого часу (0,7–0,8), K – коефіцієнт переведення в га/год (0,1). Для сівалки СПУ-6 ($B = 3,6$ м), швидкості 8 км/год, $T = 0,75$:

$$W_p = 3,6 \cdot 8 \cdot 0,75 \cdot 0,1 = 2,16 \text{ га/год.}$$

Витрата пального залежить від потужності трактора та питомої витрати пального (g). Для трактора потужністю 60 к.с. (44 кВт) та питомої витрати 250 г/кВт·год:

$$Q_n = N_m \cdot g \cdot t,$$

де t – час роботи (год). За 1 годину роботи:

$$Q_n = 44 \cdot 0,25 = 11 \text{ л/год.}$$

Витрата пального на гектар:

$$Q_{ga} = Q_n / W_p = 11 / 2,16 \approx 5,1 \text{ л/га.}$$

Собівартість посіву розраховується з урахуванням витрат на пальне, амортизацію техніки, заробітну плату оператора та насіння. При вартості пального

					ДП.208.046.467-н.108 ПЗ	Арк.
Зм	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

40 грн/л, витраті 5,1 л/га, амортизації 20 грн/га, зарплати 15 грн/га та насіння 100 грн/га:

$$C = (5,1 \cdot 40) + 20 + 15 + 100 = 204 + 20 + 15 + 100 = 339 \text{ грн/га.}$$

Час виконання робіт залежить від площі поля (S) та продуктивності:

$$T_{роб} = S / W_p.$$

Для поля площею 100 га:

$$T_{роб} = 100 / 2,16 \approx 46,3 \text{ год.}$$

Таким чином, експлуатаційні показники демонструють, що МТА з трактором потужністю 60 к.с. та сівалкою СПУ-6 забезпечує продуктивність 2,16 га/год, витрату пального 5,1 л/га та собівартість посіву 339 грн/га, що є економічно виправданим для середніх господарств.

Погектарна витрата палива визначається з виразу:

$$Q = \frac{G_{mp} T_p + G_{mx} T_x + G_{mo} T_o}{W_{cm}},$$

де, $G_{тр}$, $G_{тх}$, $G_{то}$ — годинні витрати палива трактора на робочому і холостому ходах та зупинках з працюючим двигуном, кг/год;

T_p , T_x , T_o — час проботи, на повороти та зупинки з працюючим двигуном протягом зміни, год.

Тривалість зупинок визначається за формулою:

$$\begin{aligned} T_o &= T_{отл} + 0,5 T_{пз}, \\ T_o &= 0,42 + 0,5 \cdot 1,2 = 1,02 \text{ год.} \end{aligned}$$

Годинна витрата палива на різних режимах роботи двигуна Д-240Л:

$$\begin{aligned} G_{тр} &= G_{ex} + (G_{ен} - G_{ex}), \\ G_{тх} &= G_{ex} + (G_{ен} - G_{ex}), \\ G_{то} &= 0,46 \cdot G_{ex}, \end{aligned}$$

де, $G_{ен}$, G_{ex} — годинна витрата палива на робочому режимі та холостому режимі роботи двигуна, кг/год.

$$G_{тр} = 3,8 + (14,8 - 3,8) \cdot 0,97 = 14,47 \text{ кг/год;}$$

$$G_{тх} = 3,8 + (14,8 - 3,8) \cdot 0,42 = 8,42 \text{ кг/год;}$$

$$G_{то} = 0,4 \cdot G_{ex} = 0,4 \cdot 3,8 = 1,52 \text{ кг/год;}$$

Тоді,

$$Q = \frac{14,47 \cdot 4,95 + 8,42 \cdot 0,31 + 1,52 \cdot 1,02}{25,9} = 2,92 \text{ кг/га.}$$

					ДП.208.046.467-н.108 ПЗ	Арк.
Зм	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Визначимо затрати праці в розрахунку на гектар.

$$H = \frac{(m_{\text{мех}} + m_{\text{всп}})T_{\text{см}}}{W_{\text{см}}},$$

де, $m_{\text{мех}}$, $m_{\text{всп}}$ – число механізаторів і допоміжних працівників.

$$H = \frac{1 \cdot 7}{25,9} = 0,27 \text{ люд-год/га}$$

Отже, спроектований агрегат в складі трактора МТЗ-80 і сівалки СПУ-6М має годинну продуктивність 3,6 га, питомі витрати пального 2,92 кг/га, питомі затрати праці 0,27 люд-год/га.

					ДП.208.046.467-Н.108 ПЗ	Арк.
Зм	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

4. ОХОРОНА ПРАЦІ ТА НАВКОЛИШНЬОГО СЕРЕДОВИЩА

4.1 Вимоги техніки безпеки при сівбі зернових

Сівба зернових культур є одним із ключових етапів сільськогосподарського виробництва, який потребує суворого дотримання вимог техніки безпеки для забезпечення захисту працівників, збереження техніки та запобігання нещасним випадкам. Техніка безпеки при сівбі зернових охоплює підготовку обладнання, організацію робочого місця, поведінку операторів та контроль за виконанням робіт.

Перед початком сівби необхідно провести ретельну перевірку технічного стану машинно-тракторних агрегатів (МТА). Трактори, сівалки, причіпне обладнання повинні бути справними, без пошкоджень робочих органів, гідравлічних систем, електропроводки чи інших вузлів. Особливу увагу слід приділяти перевірці гальмівної системи трактора, стану шин, надійності з'єднань між трактором і сівалкою. Усі рухомі частини сівалок (ланцюги, шестерні, вали) мають бути обладнані захисними кожухами, щоб запобігти травмуванню працівників. Перед запуском двигуна трактора оператор повинен переконатися, що поблизу немає сторонніх осіб, а всі важелі керування знаходяться в нейтральному положенні.

Оператори МТА повинні пройти відповідний інструктаж із техніки безпеки та мати необхідні навички для роботи з конкретним обладнанням. Вони зобов'язані використовувати засоби індивідуального захисту (ЗІЗ), такі як спецодяг, захисні рукавиці, взуття з нековзною підошвою, а за потреби – захисні окуляри чи респіратори, особливо під час роботи з хімічними речовинами (наприклад, протруєним насінням). Робота в стані алкогольного чи наркотичного сп'яніння категорично заборонена. Також забороняється перевозити сторонніх осіб у кабіні трактора чи на причіпному обладнанні.

Під час роботи на полі необхідно дотримуватися безпечної швидкості руху МТА, яка залежить від типу ґрунту, рельєфу місцевості та погодних умов. На

					ДП.208.046.467-н.108 ПЗ			
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата				
Розробив	Лінник				ОХОРОНА ПРАЦІ ТА НАВКОЛИШНЬОГО СЕРЕДОВИЩА	Літ.	Аркуш	Аркушів
Перевірив	Добранський							
Консулат.	Герасимчук					<i>ЖАТФК гр. Аі-46</i>		
Н.контр.	Бучко							
Затв.	Руденко							

схилах чи нерівних ділянках слід уникати різких маневрів, щоб запобігти перекиданню техніки. У разі виявлення несправностей (шумів, вібрацій, витоків палива чи оливи) роботу необхідно негайно припинити, а техніку оглянути та відремонтувати. Забороняється проводити ремонт чи очищення сівалки під час роботи двигуна чи руху агрегату.

Особливу увагу слід приділяти роботі з насінням, обробленим хімічними протруйниками. Таке насіння необхідно зберігати в герметичних контейнерах, а під час завантаження в бункер сівалки використовувати захисні рукавиці та респіратори. Контакт із протруєним насінням може спричинити отруєння чи алергічні реакції, тому після роботи слід ретельно вимити руки та обличчя. Усі залишки протруйників чи хімікатів необхідно утилізувати відповідно до екологічних норм.

Для забезпечення безпеки праці на полі слід організувати чіткий зв'язок між працівниками. У разі групової роботи (наприклад, коли кілька МТА працюють одночасно) необхідно визначити маршрути руху, щоб уникнути зіткнень. У нічний час або за умов поганої видимості техніка повинна бути обладнана справними фарами, габаритними вогнями та світловідбивачами. Після завершення сівби техніку необхідно очистити від залишків насіння, пилу та бруду, а також провести технічне обслуговування для підготовки до наступного використання.

Дотримання цих вимог техніки безпеки дозволяє мінімізувати ризики травматизму, забезпечити ефективну роботу МТА та зберегти здоров'я працівників.

4.2. Розрахунок стійкості МТА

Стійкість машинно-тракторного агрегату (МТА) є одним із ключових параметрів, що впливають на безпеку та ефективність його експлуатації, особливо під час сівби зернових на полях із нерівним рельєфом чи схилами. Стійкість МТА визначається його здатністю зберігати рівновагу під час руху та виконання технологічних операцій без ризику перекидання. Розрахунок стійкості включає аналіз поперечної та поздовжньої стійкості агрегату.

					ДП.208.046.467-н.108 ПЗ	Арк.
Зм	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Поперечна стійкість МТА залежить від розташування центру мас, ширини колії, кута нахилу поверхні та сил, що діють на агрегат під час руху. Для оцінки поперечної стійкості використовується формула:

Для підвищення поперечної стійкості необхідно: збільшувати ширину колії (за можливості), знижувати центр мас шляхом правильного розміщення вантажів чи баласту, уникати різких поворотів на схилах. Наприклад, для трактора МТЗ-80 з шириною колії 1,4 м і висотою центру мас 0,9 м граничний кут нахилу становить:

Згідно даних МТА визначаємо, що база трактора $L=2850$ мм, колія $B=1700$ мм, координати центра ваги по довжині від осі ведучого моста $a=814$ мм, по висоті $h_{ц.т}=795$ мм.

Наведемо схему дії зовнішніх сил та моментів на агрегат (рис. 4.1)

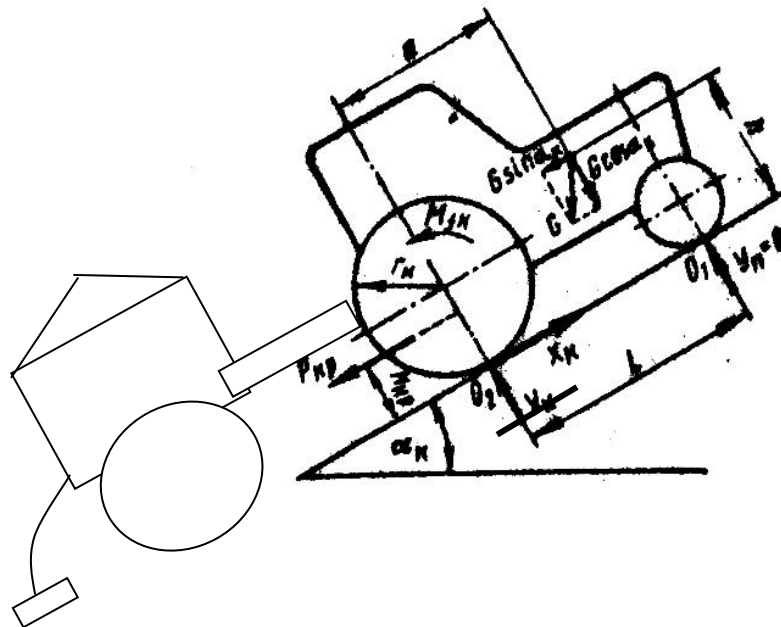


Рис. 4.1 Схема дії сил та моментів на МТА

Перекидання МТА наступає тоді, коли передні колеса трактора повністю розвантажуються і реакція $Y_n=0$. вага МТА сприймається ведучими колесами трактора - $Y_n=C_T \cdot \cos \alpha_{пр}$. Під дією ваги $C_T \cdot \sin \alpha_{пр}$ агрегат намагається скотитись донизу. Момент опору задніх коліс M_{fn} незначний, тому ним а розрахунках можна знехтувати. Умова рівноваги має вигляд:

$$C_{та} \cdot a_{агр} \cdot \cos \alpha_{пр} - C_{тэ} \cdot h_{ц.т} \cdot \sin \alpha_{пр} = 0, \quad (4.1)$$

де, a і $h_{ц.т}$ – поздовжня і вертикальна кординати.

З наведеного рівняння:

					ДП.208.046.467-н.108 ПЗ	Арк.
Зм	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

$$\begin{aligned} \operatorname{tg} \alpha_{\text{пр}} &= a/h_{\text{ц.т}}, \\ \operatorname{tg} \alpha_{\text{пр}} &= 814/795 = 1,0238, \text{ де } \alpha_{\text{пр}} = 45,7^\circ \end{aligned} \quad (4.2)$$

Аналогічно визначається граничний статичний кут нахилу α' . Повністю розвантажуються задні колеса - $Y_{\text{п}}=0$.м рівняння рівноваги відносно можливої осі перекидання:

$$\operatorname{tg} \alpha'_{\text{пр}} = (L-a_{\text{агр}})/h_{\text{ц.т}}, \quad (4.3)$$

Звідки:

$$\begin{aligned} C_{\text{та}} \cdot (L-a_{\text{агр}}) \cdot \cos \alpha'_{\text{пр}} - C_{\text{тз}} \cdot h_{\text{ц.т}} \cdot \sin \alpha'_{\text{пр}} &= 0, \\ \operatorname{tg} \alpha'_{\text{пр}} &= (2850-814)/795 = 2,56, \text{ где } \alpha'_{\text{пр}}=41,2^\circ. \end{aligned} \quad (4.4)$$

Граничний статичний кут поперечного нахилу - це кут нахилу, при якому МТА може працювати без загрози перекиданню (рис. 4.2).

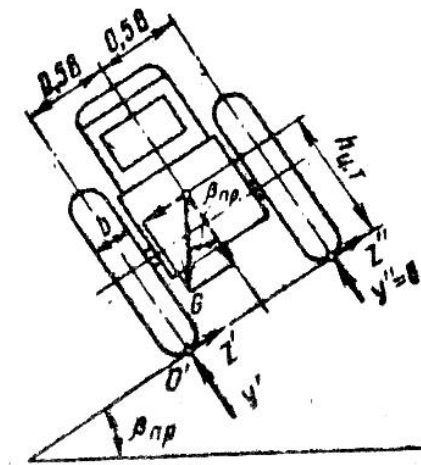


Рис. 4.2 Схема до визначення поперечної стійкості трактора

Рівняння моментів відносно осі перекидання має вигляд:

$$C_{\text{тз}} \cdot h_{\text{ц.т}} \cdot \sin \beta_{\text{пр}} - 0,5B \cdot C_{\text{та}} \cdot \cos \beta_{\text{пр}} = 0, \quad (4.5)$$

$$\operatorname{tg} \beta_{\text{пр}} = 0,5B/h_{\text{ц.т}}, \quad (4.6)$$

Граничний кут підйому $\alpha_{\text{пр}} = 45,7^\circ$, граничний кут нахилу $\alpha'_{\text{пр}}=41,2^\circ$, граничний кут поперечного нахилу $\beta_{\text{пр}}=52,1^\circ$. Отже, умови нашого поля задовольняють безпеку роботи агрегату.

Це означає, що на схилах із кутом нахилу понад $37,8^\circ$ трактор може перекинутися, якщо не вжити додаткових заходів.

Поздовжня стійкість МТА оцінюється для запобігання перекидання вперед чи назад, що може статися під час руху вгору чи вниз по схилу, а також при різкому гальмуванні чи піднятті важкого причіпного обладнання. Поздовжня

					ДП.208.046.467-н.108 ПЗ	Арк.
Зм	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

стійкість залежить від відстані між осями коліс ($\backslash(L\backslash)$), розташування центру мас і кута нахилу поверхні.

Для підвищення поздовжньої стійкості рекомендується використовувати противаги на передній частині трактора, правильно розподіляти навантаження на сівалку та уникати різких змін швидкості на схилах.

Розрахунки стійкості необхідно проводити для кожного конкретного МТА, враховуючи його конструктивні особливості, вагу, габарити та тип причіпного обладнання. На основі цих даних визначаються безпечні режими роботи, зокрема максимальна швидкість, допустимі кути нахилу та маршрути руху. У разі роботи на складних рельєфах рекомендується використовувати трактори з низьким центром мас і широкою колією, а також застосовувати системи стабілізації чи блокування диференціала.

4.3. Заходи з охорони навколишнього середовища при експлуатації МТП

Експлуатація машинно-тракторного парку (МТП) під час сівби зернових культур має значний вплив на навколишнє середовище, зокрема на ґрунт, воду, повітря та біорізноманіття. Для мінімізації негативного впливу необхідно впроваджувати комплекс заходів із охорони довкілля, які відповідають екологічним стандартам і сприяють сталому розвитку сільського господарства.

Одним із ключових заходів є раціональне використання паливно-мастильних матеріалів (ПММ). Трактори та сівалки повинні бути технічно справними, щоб уникати витоків пального чи оливи, які можуть забруднювати ґрунт і водойми. Регулярне технічне обслуговування двигунів дозволяє зменшити викиди шкідливих речовин (оксидів вуглецю, азоту, твердих частинок) у атмосферу. Використання сучасних двигунів із низьким рівнем викидів (відповідно до стандартів Euro-5 чи вище) та біопалива сприяє зниженню екологічного навантаження.

Для захисту ґрунтів від деградації необхідно застосовувати технології мінімального обробітку (no-till, strip-till), які зменшують ерозію, зберігають вологу та органічну речовину. Під час сівби слід уникати надмірного ущільнення ґрунту, що може погіршити його структуру та знизити родючість. Для цього

					ДП.208.046.467-н.108 ПЗ	Арк.
Зм	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

рекомендується використовувати шини низького тиску, оптимізувати маршрути руху МТА та уникати роботи на перезволожених ґрунтах.

Управління відходами є ще одним важливим аспектом. Залишки ПММ, використані фільтри, шини та інші матеріали необхідно утилізувати на спеціалізованих підприємствах. Протруєне насіння, яке не було використане, слід зберігати в герметичних контейнерах і здавати на утилізацію, щоб запобігти його потраплянню в ґрунт чи водойми. Хімічні речовини, що використовуються для обробки насіння, повинні застосовуватися суворо відповідно до інструкцій, щоб уникати надмірного забруднення.

Для збереження біорізноманіття рекомендується створювати захисні смуги з природною рослинністю навколо полів, які слугують середовищем існування для корисних комах, птахів і дрібних тварин. Також слід уникати роботи МТП у період гніздування птахів чи міграції тварин, щоб не завдавати шкоди фауні.

Екологічна освіта працівників є важливим елементом. Оператори МТП повинні бути ознайомлені з правилами екологічно безпечної експлуатації техніки, утилізації відходів і захисту природних ресурсів. Впровадження систем точного землеробства (GPS-навігація, датчики вологості та поживних речовин) дозволяє оптимізувати витрати ресурсів, зменшити кількість хімікатів і підвищити ефективність сівби, що позитивно впливає на довкілля.

Комплексне виконання цих заходів сприяє зниженню екологічного впливу МТП, збереженню природних ресурсів і забезпеченню сталого розвитку сільськогосподарського виробництва.

					ДП.208.046.467-н.108 ПЗ	Арк.
Зм	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

5. ЕКОНОМІЧНА ЧАСТИНА

Економічний ефект зумовлений різницею затрат при запропонованій та традиційній технологіях відповідно. Наша конструктивна розробка спрямована на економію коштів на ПММ, оплату праці, амортизацію, відрахування на оплату праці та матеріал за рахунок поєднання операцій з підготовки ґрунту до сівби та безпосередньо посіву. Дані для розрахунку економічного ефекту запишемо у вигляді порівняльної таблиці (табл. 5.1). Розрахунок проведемо згідно методики.

Таблица 5.1

Дані для техніко-економічного розрахунку

№	Показники	технологія	
		традиційна	запропонована
1.	Склад комплексу машин	МТЗ-80+ЗККШ-6 МТЗ-80+СПУ-6	МТЗ-80+СПУ-6М
2.	Продуктивність, га/год	4,75	3,6
3.	Амортизаційні відрахування, %	15	15
4.	Відрахування на ТО і ремонт, %	15	15
5.	Обслуговуючий персонал, чол	2	1
6.	Питомі витрати палива, кг/кВт·год	0,240	0,240

Конструктивна розробка спрямована на виключення операції по вирівнюванню поля перед сівбою. Для цієї операції в господарстві використовується агрегат в складі трактора МТЗ-80 і котків ЗККШ-6.

Визначимо вартість розробленої сівалки за методом порівняння мас.

$$B = \frac{B_M}{B_C} \cdot \mathcal{I}_C; \quad (5.1)$$

де, M_m і M_c – відповідно маса модернізованої та серійної машини, кг;

C_c – ціна серійної машини, грн.

$$B = \frac{1400}{1100} \cdot 45000 = 57273 \text{ грн.}$$

Проведемо розрахунки затрат різних технологій сівби озимої пшениці.

					ДП.208.046.467-н.108 ПЗ									
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата										
Розробив		Ліннік			ЕКОНОМІЧНА ЧАСТИНА				Літ.		Аркуш	Аркушів		
Перевірів		Добранський												
Консульт.		Веремій												
Н.контр.		Бучко												
Затв.		Руденко												

Визначимо витрати на заробітну плату.

$$З = \frac{n}{W_{год}} \cdot CT; \quad (5.2)$$

де, CT - тарифна ставка, грн./год.

n - кількість механізаторів, чол.

Традиційний МТА:

- коткування $З = \frac{1}{6,3} \cdot 54,5 = 200,3 \text{ грн/га.}$

- сівба $З = \frac{1}{4,75} \cdot 57,2 = 300,62 \text{ грн/га.}$

Разом $З = 200,3 + 300,62 = 500,92 \text{ грн/га.}$

Модернізований МТА: $З = \frac{1}{3,6} \cdot 17,2 = 40,78 \text{ грн/га.}$

Амортизаційні відрахування визначаються за формулою:

$$A = \frac{1,1 \cdot Ц \cdot Q}{t_n \cdot W_c}; \quad (5.3)$$

де, $Ц$ - вартість машини, грн.;

Q - амортизаційні відрахування, %;

t_n - планове річне навантаження, год.

Традиційна технологія:

- коткування $A^c = \frac{1,1 \cdot 12500 \cdot 0,15}{450 \cdot 6,3} = 70,2 \text{ грн/га.}$

- сівба $A^c = \frac{1,1 \cdot 45000 \cdot 0,15}{400 \cdot 4,75} = 300,91 \text{ грн/га.}$

На трактори $A^c = \frac{1,1 \cdot 115000 \cdot 0,15}{1600 \cdot 4,75} + \frac{1,1 \cdot 115000 \cdot 0,15}{1600 \cdot 6,3} = 400,4 \text{ грн/га.}$

Разом $A^c = 0,72 + 3,91 + 4,4 = 9,0 \text{ грн/га.}$

Запропонована технологія: $A^3 = \frac{1,1 \cdot 57273 \cdot 0,15}{400 \cdot 3,6} = 60,56 \text{ грн/га.}$

- на трактор $A^3 = \frac{1,1 \cdot 115000 \cdot 0,15}{1600 \cdot 3,6} = 30,3 \text{ грн/га.}$

Разом: $A^3 = 3,3 + 6,56 = 9,85 \text{ грн/га.}$

					ДП.208.046.467-Н.108 ПЗ	Арк.
Зм	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Відрахування на ПР та ТО:

$$R = \frac{C \cdot 1,1 \cdot r}{t_H \cdot W_e}; \quad (5.4)$$

де, r - планове відрахування на ПР і ТО, %.

Традиційна технологія:

$$\text{- коткування } R^c = \frac{1,1 \cdot 12500 \cdot 0,15}{450 \cdot 6,3} = 100,72 \text{ грн/га.}$$

$$\text{- сівба } R^c = \frac{1,1 \cdot 12500 \cdot 0,15}{450 \cdot 6,3} = 100,72 \text{ грн/га.}$$

$$\text{На трактори } R^c = \frac{1,1 \cdot 115000 \cdot 0,15}{1600 \cdot 4,75} + \frac{1,1 \cdot 115000 \cdot 0,15}{1600 \cdot 6,3} = 140,4 \text{ грн/га.}$$

$$\text{Разом } R^c = 0,72 + 3,91 + 4,4 = 900,0 \text{ грн/га.}$$

$$\text{Запропонована технологія: } R^3 = \frac{1,1 \cdot 57273 \cdot 0,15}{400 \cdot 3,6} = 600,56 \text{ грн/га.}$$

$$\text{- на трактор } R^3 = \frac{1,1 \cdot 115000 \cdot 0,15}{1600 \cdot 3,6} = 300,3 \text{ грн/га.}$$

$$\text{Разом: } R^3 = 3,3 + 6,56 = 900,85 \text{ грн/га.}$$

Визначимо витрати на паливе:

$$П = \frac{\alpha \cdot N \cdot q \cdot d}{W_{zod}}; \quad (5.5)$$

де, α - густина палива, т/м³;

q - питома витрата палива, кг/кВт год;

d - ціна на паливо в регіоні, грн/л.

N – потужність двигуна, кВт.

Традиційна технологія:

$$\text{- коткування } П^c = \frac{0,825 \cdot 60 \cdot 0,24 \cdot 28,2}{6,3} = 117,35 \text{ грн/га.}$$

$$\text{- сівба } П^c = \frac{0,825 \cdot 60 \cdot 0,24 \cdot 28,2}{4,75} = 203 \text{ грн/га.}$$

$$\text{Запропонована технологія: } П^3 = \frac{0,825 \cdot 60 \cdot 0,24 \cdot 9,2}{3,6} = 300,36 \text{ грн/га.}$$

Тепер можемо визначити прямі витрати, які включають в себе суму усіх витрат.

$$B = 3 + A + R + П; \quad (5.6)$$

$$\text{Серійний МТА: } B^c = 5,92 + 9 + 9 + 40,35 = 640,27 \text{ грн/га.}$$

					ДП.208.046.467-Н.108 ПЗ	Арк.
Зм	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Модернізований МТА: $B^3 = 4,78 + 9.85 + 9.85 + 30,36 = 540.84$ грн/га.

Питомі капіталовкладення визначаються за формулою:

$$K = \frac{1,1 \cdot \Pi}{t_H \cdot W_{\text{зод}}} ; \quad (5.7)$$

Традиційна технологія: $K_m^c = \frac{1,1 \cdot 45000}{400 \cdot 4,75} = 260.05$ грн/га.

Запропонована технологія: $K_m^p = \frac{1,1 \cdot 57273}{400 \cdot 3,6} = 430.75$ грн/га.

З величини питомих капіталовкладень визначаються приведені витрати, які визначаються за формулою:

$$I = B + (C \cdot K); \quad (5.8)$$

де, C – коефіцієнт ефективності капіталовкладень.

Коефіцієнт ефективності капіталовкладень (C) складає 0,15.

Отже, визначимо приведені затрати для обох технологій.

Традиційна технологія: $I_c = 64.27 + (0,15 \cdot 26.05) = 680.18$ грн/га.

Запропонована технологія: $I_p = 54.84 + (0,15 \cdot 43.75) = 610.4$ грн/га.

Знаючи приведені витрати можемо визначити річний економічний ефект, який визначається за наступною формулою:

$$E = (I_c - I_p) \cdot W_{\text{зод}} \cdot t_H ; \quad (5.9)$$

$$E = (68.18 - 61.4) \cdot 3,6 \cdot 400 = 97630.2 \text{ грн.}$$

Отже, застосування модернізованої нами сівалки СПУ-6 дає річний економічний ефект в сумі 97630,2 грн.

Визначимо термін окупності вкладених в проект інвестицій (капіталовкладень).

$$T = \frac{\Pi}{E} ; \quad (5.10)$$

$$T = \frac{450000}{97630.2} = 4.6 \text{ роки.}$$

Отже, капіталовкладення окупляться за 4,6 роки. Таке значення терміну окупності менше планового часу наробітку сівалки.

					ДП.208.046.467-н.108 ПЗ	Арк.
Зм	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

ВИСНОВКИ

1. Аналіз виробничо-господарських, агрокліматичних та організаційно-технічних умов проектного підприємства засвідчив їхню придатність для впровадження інтенсивних технологій вирощування зернових культур, зокрема озимої пшениці.

2. Запропоновано технологічну схему вирощування озимої пшениці на площі 100 га. Основні технологічні показники становлять: щільність механізованих робіт – 1,62 умовно-еталонних гектарів на фактичний гектар; питомі витрати пального – 65,51 кг/ф.га; трудові витрати – 3,35 людино-години на гектар. Планова врожайність культури – 5 т/га. Пшениця висівається після озимого ріпаку у сівозміні.

3. У технічній частині роботи виконано розрахунок і проектування вирівнювальної гребінки, яка забезпечує однорідність поверхні поля перед сівбою. Це дозволяє висівати насіння на однакову глибину, що сприяє рівномірним і дружнім сходам озимої пшениці.

4. Модернізована сівалка СПУ-6 агрегується з трактором МТЗ-80. Механізований агрегат працює на п'ятій передачі, при цьому коефіцієнт використання тягового зусилля становить 0,97. Обґрунтовано доцільність човникового способу руху з організацією поворотних смуг завширшки 24 м. Проектна годинна продуктивність агрегату – 3,6 га, витрати пального – 2,92 кг/га, трудовитрати – 0,27 люд-год/га.

5. Розраховані граничні кути роботи агрегату: максимальний кут підйому складає 45,7°, допустимий кут нахилу – 41,2°, а поперечний кут нахилу – 52,1°.

6. Застосування удосконаленої сівалки СПУ-6 дозволяє досягти щорічного економічного ефекту у розмірі 9763,2 грн. Капіталовкладення окупаються за 4,6 року, що менше нормативного строку експлуатації сівалки, а отже, проект є економічно доцільним.

					ДП.208.046.467-н.108 ПЗ							
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата								
Розробив	Ліннік				ВИСНОВКИ				Літ.		Аркуш	Аркушів
Перевіри	Добранський											
Консулат.									ЖАТФК гр. Аі-46			
Н.контр.	Бучко											
Затв.	Руденко											

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. ДСТУ 2015:2015. Сільськогосподарська техніка. Терміни та визначення понять. – Київ: Мінекономрозвитку України, 2015.
2. ДСТУ ISO 4254-1:2015. Сільськогосподарські машини. Вимоги безпеки. Загальні положення. – Київ: ДП «УкрНДНЦ», 2016.
3. Мацюк В. Г., Корбут В. І. Сільськогосподарські машини. Підручник. – К.: Ліра-К, 2021. – 512 с.
4. Савченко О. І. Основи механізації рослинництва. – К.: Центр учбової літератури, 2020. – 280 с.
5. Січевський М. С. Механізація основних виробничих процесів у рільництві. – К.: Урожай, 2018. – 392 с.
6. Трегубенко В. І., Присяжнюк В. М. Основи агротехніки і машиновикористання у землеробстві. – Херсон: Айлант, 2019. – 264 с.
7. Гуменюк В. І. Машини та обладнання для сівби і садіння. – К.: Арістей, 2020. – 336 с.
8. Шевченко В. Г. Сучасні технології вирощування зернових культур. – Полтава: Аграрна наука, 2018. – 250 с.
9. Гусєв В. Є. Основи проектування машинно-тракторних агрегатів. – К.: Вища школа, 2019. – 224 с.
10. Петренко Ю. В. Технічний сервіс у сільському господарстві. – Львів: Новий Світ, 2020. – 320 с.
11. Герасименко М. І. Основи експлуатації машин у рослинництві. – К.: Аграрна освіта, 2021. – 288 с.
12. Калінін С. В. Проектування і розрахунок комплексів машин у землеробстві. – Харків: ХНАУ, 2022. – 356 с.

					ДП.208.046.467-н.108 ПЗ			
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата				
Розробив	Ліннік				СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ		Літ.	Аркуш
Перевірів	Добранський							3
Консулат.							ЖАТФК зр. Аі-46	
Н.контр.	Бучко							
Затв.	Руденко							

13. Каталог сільськогосподарської техніки. – К.: Мінагрополітики України, 2023. – 128 с.
14. Пастух І. В. Машини для обробітку ґрунту і сівби. – Тернопіль: ТНТУ, 2018. – 216 с.
15. Воронін С. М., Петрук А. О. Агроінженерія: машиновикористання у землеробстві. – К.: ЦУЛ, 2021. – 300 с.
16. Ільчук М. М. Основи наукової організації механізованої праці. – Вінниця: ВНАУ, 2020. – 208 с.
17. Методика визначення економічної ефективності впровадження нової техніки й технологій у сільському господарстві. – К.: ННЦ ІЕАМ, 2022. – 48 с.
18. Інструкція з експлуатації сівалки СПУ-6. – Харків: Завод ім. Малишева, 2017. 56 с.

					ДП.208.046.467-н.108 ПЗ	Арк.
Зм	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

ДОДАТКИ

ІНСТРУКЦІЯ З ОХОРОНИ ПРАЦІ ТРАКТОРИСТА-МАШИНІСТА

1. Загальні положення

1.1. Ця інструкція з охорони праці розроблена для трактористів-машиністів, які виконують роботи на тракторах, комбайнах, самохідних сільськогосподарських машинах та інших механізмах у сільському господарстві. Вона встановлює вимоги щодо безпечного виконання робіт, попередження нещасних випадків і професійних захворювань.

1.2. До роботи трактористом-машиністом допускаються особи, які:

- досягли 18 років;
- пройшли медичний огляд і не мають протипоказань до виконання робіт;
- мають посвідчення тракториста-машиніста відповідної категорії;
- пройшли вступний і первинний інструктажі з охорони праці, навчання та перевірку знань з безпечного виконання робіт;
- ознайомлені з інструкціями з експлуатації машин і обладнання.

1.3. Тракторист-машиніст зобов'язаний:

- дотримуватися вимог цієї інструкції, правил внутрішнього трудового розпорядку та інших нормативних документів з охорони праці;
- використовувати засоби індивідуального захисту (ЗІЗ), спецодяг і спецвзуття;
- знати і виконувати правила безпечної експлуатації тракторів, причіпного та навісного обладнання;
- негайно повідомляти керівника про виявлені несправності машин, обладнання чи небезпечні ситуації;
- проходити періодичні медичні огляди та інструктажі з охорони праці.

1.4. Основні небезпечні та шкідливі виробничі фактори:

- рухомі частини машин і механізмів;
- вібрація та шум;
- пил, вихлопні гази, хімічні речовини (паливо, мастила, добрива);
- несприятливі погодні умови (спека, холод, дощ);
- ризик перекидання трактора на нерівній місцевості;
- електричний струм при роботі з електрообладнанням.

1.5. Тракторист-машиніст забезпечується:

- спецодягом (комбінезон, куртка, штани, рукавиці, головний убір);
- спецвзуттям (черевики з захисним носком);
- засобами індивідуального захисту (захисні окуляри, навушники або беруші, респіратор при роботі з хімікатами);
- аптечкою першої допомоги.

1.6. За невиконання вимог цієї інструкції тракторист-машиніст несе відповідальність відповідно до чинного законодавства України.

2. Вимоги безпеки перед початком роботи

2.1. Перед початком роботи тракторист-машиніст зобов'язаний:

- перевірити наявність і справність ЗІЗ, спецодягу та спецвзуття;
- отримати завдання від керівника та уточнити особливості його виконання;
- ознайомитися з маршрутом руху, станом поля, наявністю перешкод (дерева, стовпи, ями);
- перевірити технічний стан трактора та причіпного/навісного обладнання.

2.2. Перевірка технічного стану трактора включає:

- огляд зовнішнього стану (наявність пошкоджень, витоків палива чи мастила);
- перевірку рівня палива, мастила, охолоджувальної рідини;
- справність гальмівної системи, рульового керування, світлових і звукових сигналів;
- надійність кріплення коліс, причіпних пристроїв, навісного обладнання;
- наявність і справність захисних кожухів на рухомих частинах;
- справність електрообладнання (акумулятор, проводка, фари).

2.3. Перед запуском двигуна необхідно:

- переконавшись, що важіль коробки передач у нейтральному положенні;
- перевірити, чи немає сторонніх осіб у зоні роботи трактора;
- упевнитися, що всі захисні пристрої (огороження, кожухи) на місці.

2.4. Забороняється:

- приступати до роботи на несправному тракторі чи обладнанні;
- виконувати роботи без відповідного інструктажу чи в стані алкогольного, наркотичного сп'яніння;
- допускати до керування трактором сторонніх осіб.

2.5. У разі виявлення несправностей тракторист-машиніст зобов'язаний повідомити керівника та не приступати до роботи до їх усунення.

3. Вимоги безпеки під час виконання роботи

3.1. Загальні вимоги:

- виконувати лише доручену роботу, дотримуючись технологічних вимог;
- керувати трактором плавно, уникаючи різких маневрів;
- дотримуватися встановленої швидкості руху залежно від стану ґрунту, рельєфу та виду робіт;
- не залишати трактор із увімкненим двигуном без нагляду;
- використовувати ремені безпеки (за наявності) під час руху.

3.2. Під час руху:

- тримати дистанцію до інших машин і механізмів;
- знижувати швидкість на поворотах, нерівностях, схилах;
- уникати руху поблизу ям, канав, крутих схилів (нахил понад 15°);
- при русі дорогами загального користування вмикати світлові сигнали, дотримуватися правил дорожнього руху.

3.3. Під час роботи з причіпним і навісним обладнанням:

- перевіряти надійність з'єднання перед початком руху;
- не проводити регулювання чи ремонт обладнання під час роботи двигуна;
- не допускати сторонніх осіб до зони роботи навісного обладнання;
- опускати навісне обладнання на землю після завершення роботи.

3.4. При роботі з хімічними речовинами (добрива, пестициди):

- використовувати респіратор, захисні рукавиці, окуляри;
- дотримуватися інструкцій із застосування хімікатів;
- не їсти, не пити та не палити під час роботи з хімікатами;
- після роботи вимити руки, обличчя, прополоскати рот.

3.5. При роботі в темний час доби або в умовах поганої видимості:

- увімкнути всі світлові прилади (фари, габаритні вогні);
- використовувати світловідбивні елементи на спецодязі;
- перевірити справність освітлення робочої зони.

3.6. Забороняється:

- перевозити пасажирів у кабіні трактора, якщо це не передбачено конструкцією;
- працювати без захисних кожухів на рухомих частинах;
- виконувати ремонт, чищення чи змащення машин під час роботи двигуна;
- заправляти трактор при увімкненому двигуні чи поблизу відкритого вогню;
- курити під час заправки чи роботи з легкозаймистими речовинами.

3.7. У разі виникнення аварійної ситуації (пожежа, витік палива, поломка):

- негайно зупинити трактор і вимкнути двигун;
- повідомити керівника та, за потреби, викликати аварійні служби;
- за наявності вогнегасника спробувати загасити невелике загоряння;
- залишити зону небезпеки, якщо ситуація загрожує життю чи здоров'ю.

4. Вимоги безпеки після закінчення роботи

4.1. Після завершення роботи тракторист-машиніст зобов'язаний:

- заглушити двигун, вимкнути всі електроприлади;
- опустити навісне обладнання на землю;
- перевірити стан трактора, причіпного та навісного обладнання;
- очистити трактор від бруду, рослинних залишків, хімічних речовин;
- здати трактор на місце зберігання (гараж, стоянка);
- повідомити керівника про виявлені несправності чи неполадки.

4.2. Після роботи з хімічними речовинами:

- ретельно вмити руки, обличчя, прополоскати рот;
- очистити спецодяг і ЗІЗ від залишків хімікатів;
- здати забруднений спецодяг на прання чи утилізацію.

4.3. Тракторист-машиніст має зняти спецодяг, ЗІЗ і залишити їх у встановленому місці, а також перевірити стан аптечки першої допомоги.

4.4. Забороняється залишати трактор на схилах, поблизу водойм чи в місцях, що ускладнюють рух іншого транспорту.

5. Вимоги безпеки в аварійних ситуаціях

5.1. У разі поломки трактора:

- зупинити машину в безпечному місці, увімкнути аварійні сигнали;
- повідомити керівника та дочекатися ремонтної бригади;
- не проводити ремонт самостійно, якщо це не входить до обов'язків.

5.2. У разі пожежі:

- негайно зупинити трактор, вимкнути двигун;
- використати вогнегасник для гасіння вогню (за можливості);
- викликати пожежну службу за номером 101;
- покинути зону небезпеки та попередити інших працівників.

5.3. У разі травмування:

- припинити роботу, надати першу допомогу потерпілому;
- викликати швидку допомогу за номером 103;
- повідомити керівника про інцидент;
- зберегти обстановку на місці події до прибуття комісії з розслідування.

5.4. При ураженні електричним струмом:

- відключити джерело струму (за можливості);
- не торкатися потерпілого, доки не знеструмлено обладнання;

- викликати швидку допомогу та надати першу допомогу.

5.5. У разі несприятливих погодних умов (гроза, сильний вітер, злива):

- припинити роботу та перемістити трактор у безпечне місце;
- дочекатися покращення погодних умов;
- не ховатися під деревами чи біля ліній електропередач під час грози.

6. Відповідальність

6.1. Тракторист-машиніст несе відповідальність за:

- дотримання вимог цієї інструкції та інших нормативних документів;
- справність і безпечну експлуатацію трактора й обладнання;
- своєчасне повідомлення про несправності чи небезпечні ситуації.

6.2. Порухення вимог інструкції може призвести до дисциплінарної, адміністративної чи кримінальної відповідальності відповідно до законодавства України.

6.3. Керівник підприємства забезпечує контроль за дотриманням інструкції, своєчасне проведення інструктажів і навчання, а також надання необхідних ЗІЗ і обладнання.

7. Додаткові рекомендації

7.1. Тракторист-машиніст повинен регулярно підвищувати кваліфікацію, брати участь у тренінгах із безпечної експлуатації техніки.

7.2. Рекомендується вести журнал технічного стану трактора, де фіксуються всі перевірки, ремонти та виявлені несправності.

7.3. Для зниження впливу вібрації та шуму використовувати антивібраційні рукавиці, сидіння з амортизацією, а також регулярно відпочивати під час тривалої роботи.

7.4. У разі роботи в умовах високої запиленості чи загазованості забезпечити кабінку трактора герметичними фільтрами або використовувати додаткові засоби захисту дихання.

8. Висновок

Дотримання вимог цієї інструкції є обов'язковим для забезпечення безпеки тракториста-машиніста, збереження його здоров'я та попередження аварійних ситуацій. Кожен працівник повинен усвідомлювати свою відповідальність за власну безпеку та безпеку оточуючих. Регулярне навчання, перевірка технічного стану обладнання та використання ЗІЗ значно знижують ризики травматизму та професійних захворювань.