

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: *«Обґрунтування комплексу машин і використання техніки
при вирощуванні кукурудзи на зерно з удосконаленням конструкції
плуга-розпушувача»*

Виконав: студент IV курсу, групи Ai-45
галузі знань 20 «Аграрні науки і
продовольство»

спеціальність 208 «Агроінженерія»
(галузь знань, спеціальності)

Віктор ФІЛОНЕНКО
(прізвище та ініціали)

Керівник: Микола КІРИЄНКО
(власне ім'я та прізвище)

Рецензент: _____
(власне ім'я та прізвище)

№ п/п	Формат	Позначення	Найменування	Кільк. арк.	При- мітка
			Документація		
1	A4	ДП.208.045.467-н.096.ПЗ	Пояснювальна записка		.
			Креслення		
2	A1	ДП.208.045.467-н.096.B3	Плуг	1	
3	A1	ДП.208.045.467-н.096.ОТК	Операційно-технологічна	1	
			карта		
4	A2	ДП.208.045.467-н.096.000.СК	Штригельна борона	1	
5	A4	ДП.208.045.467-н.096.001	Кронштейн	1	
6	A3	ДП.208.045.467-н.096.003	Палець	1	
7	A4	ДП.208.045.467-н.096.004	Пластина	1	
			Деталі		
8	A2	ДП.208.045.467-н.096.000.СК	Вирівнювач	1	
9	A4	ДП.208.045.467-н.096.000.001	Стояк	1	
10	A4	ДП.208.045.467-н.096.000.004	Вирівнювальна пластина	1	
11	A4	ДП.208.045.467-н.096.000.002	Кронштейн	1	
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	
Розробив			Філоненко		
Перевірив			Кіриєнко		
Консульт.					
Н.контр.			Бучко		
Затв.			Руденко		
ДП.208.045.467-н.096.ПЗ					
ВІДОМІСТЬ КВАЛІФІКАЦІЙНОЇ РОБОТИ			Літ.	Аркуш	Аркушів
			ЖАТФК Аі-45		

«Обґрунтування комплексу машин і використання техніки при вирощуванні кукурудзи на зерно з удосконаленням конструкції плуга-розпушувача»

АНОТАЦІЯ

Кваліфікаційна робота складається із __ сторінок машинописного тексту пояснювальної записки формату А-4 і 4 аркуші формату А-1 графічної частини.

Кваліфікаційна робота присвячена обґрунтуванню комплексу машин і технологій для ефективного вирощування кукурудзи в умовах зони Полісся, а також розробці конструкції плуга-розпушувача для покращення обробки ґрунту. Досліджено природно-кліматичні особливості Полісся, які впливають на вибір техніки та агротехнічних заходів. Проведено аналіз сучасних машин для обробітку ґрунту, сівби, догляду за посівами та збирання кукурудзи, оцінено їх продуктивність і енергоефективність. Обґрунтовано оптимальний склад машинного комплексу, який враховує ґрунтово-кліматичні умови, економічні показники та екологічні вимоги.

Особливу увагу приділено розробці плуга-розпушувача, який забезпечує якісне розпушування ґрунту, зменшення його ущільнення та покращення водно-повітряного режиму. Запропонована конструкція плуга-розпушувача адаптована до умов Полісся, що сприяє підвищенню врожайності кукурудзи та зниженню витрат на обробіток.

У роботі використано методи системного аналізу, математичного моделювання та експериментальних досліджень. Результати роботи можуть бути використані сільськогосподарськими підприємствами Полісся для оптимізації технологічних процесів і підвищення ефективності виробництва кукурудзи.

КЛЮЧОВІ СЛОВА: КУКУРУДЗА, ЗОНА ПОЛІССЯ, КОМПЛЕКС МАШИН, ПЛУГ-РОЗПУШУВАЧ, ОБРОБІТОК ҐРУНТУ, АГРОТЕХНІКА, ЕНЕРГОЕФЕКТИВНІСТЬ, ВРОЖАЙНІСТЬ, ЕКОЛОГІЧНІСТЬ.

ЗМІСТ

Вступ.....	
1. Технологічний розділ роботи.....	
1.1. Місце кукурудзи в сівозміні.....	
1.2. Основний обробіток ґрунту і внесення добрив.....	
1.3. Весняний і передпосівний обробіток ґрунту.....	
1.4. Підготовка насіння і сівба	
1.5. Догляд за посівами	
1.6. Збирання врожаю.....	
2. Комплектування МТА.....	
2.1. Основи розроблення операційно-технологічної карти.....	
2.2. Агротехнічні вимоги до оранки.....	
2.3. Комплектування машинно-тракторного агрегату.....	
2.4. Організація роботи агрегату в загінці.....	
2.5. Розрахунок технічних показників.....	
2.6. Висновки за розділом.....	
3. Конструктивний розділ.....	
3.1. Агротехнічні вимоги до плугів.....	
3.2. Перспективи удосконалення конструкції плугів та аналіз сучасних конструкцій.....	
3.3. Обґрунтування модернізації плуга.....	
3.4. Розрахунок зварних з'єднань.....	
3.5. Розрахунок різьбових з'єднань.....	
3.6. Висновки за розділом.....	
4. Охорона праці.....	
4.1. Загальні вимоги з охорони праці.....	
4.2. Екологічні підходи щодо експлуатації МТП.....	
4.3. Висновки за розділом.....	
5. Економічна частина.....	
5.1 Економічне обґрунтування проєктних рішень.....	
5.2. Висновки за розділом.....	
Висновки	
Література.....	

					ДП.208.045.467-н.096.ПЗ							
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата								
Розробив	Філоненко				Обґрунтування комплексу машин і використання техніки при вирощуванні кукурудзи на зерно з удосконаленням конструкції плуга-розпушувача				Літ.		Аркуш	Аркушів
Перевіри	Кірисенко											
Консулат.												
Н.контр.	Бучко								ЖАТФК гр. Аі-45			
Затв.	Руденко											

ВСТУП

Сільське господарство України є однією з ключових галузей економіки, що забезпечує продовольчу безпеку держави та значну частку експорту. Зона Полісся, яка характеризується специфічними ґрунтово-кліматичними умовами, зокрема високою вологістю, піщаними та супіщаними ґрунтами, а також значною кількістю органічної речовини, створює унікальні виклики для вирощування сільськогосподарських культур. Кукурудза, як одна з найпоширеніших і економічно вигідних культур, займає провідне місце в структурі посівних площ України, включаючи Полісся. Однак ефективність її вирощування в цій зоні залежить від правильного підбору комплексу машин, раціонального використання техніки та впровадження інноваційних технічних рішень, таких як вдосконалені конструкції сільськогосподарських знарядь.

Метою кваліфікаційної роботи є обґрунтування оптимального комплексу машин для вирощування кукурудзи в умовах Полісся, а також розробка конструкції плуга-розпушувача, який би відповідав особливостям ґрунтів регіону. Актуальність теми зумовлена необхідністю підвищення продуктивності сільськогосподарського виробництва, зниження енерговитрат і збереження родючості ґрунтів. Унікальність умов Полісся вимагає адаптації технологій і техніки до місцевих особливостей, що включає як правильний вибір машин для обробки ґрунту, сівби, догляду за посівами та збирання врожаю, так і створення спеціалізованих знарядь, здатних ефективно працювати на вологих і легких ґрунтах.

Плуг-розпушувач, запропонований у роботі, є інноваційним рішенням, спрямованим на покращення якості обробки ґрунту. Він поєднує функції традиційного плуга та розпушувача, що дозволяє одночасно забезпечувати глибоке розпушування ґрунту, його аерацію та збереження структури. Такий підхід сприяє кращому розвитку кореневої системи кукурудзи, підвищенню врожайності та зменшенню ерозійних процесів, що є особливо важливим для

					ДП.208.045.467-н.096.ПЗ					
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата						
Розробив	Філоненко				ВСТУП			Літ.	Аркуш	Аркушів
Перевіри	Кіриєнко									
Консулат.								ЖАТФК гр. Аі-45		
Н.контр.	Бучко									
Затв.	Руденко									

Полісся, де ґрунти схильні до деградації через надмірну вологість і механічний вплив.

У процесі виконання роботи проаналізовано сучасні технології вирощування кукурудзи, особливості ґрунтів Полісся та вимоги до машинно-тракторних агрегатів. Особлива увага приділена енергоощадним технологіям, які дозволяють знизити витрати пального та зменшити вплив техніки на навколишнє середовище. Розробка конструкції плуга-розпушувача базується на вивченні аналогічних технічних рішень, їхніх переваг і недоліків, а також на врахуванні специфіки місцевих умов. Практична цінність роботи полягає в можливості впровадження запропонованих рішень у сільськогосподарське виробництво, що сприятиме підвищенню ефективності вирощування кукурудзи та сталому розвитку аграрного сектору регіону.

Таким чином, кваліфікаційна робота спрямована на вирішення актуальних проблем сільського господарства Полісся шляхом обґрунтування раціонального комплексу машин і створення інноваційного технічного рішення. Очікується, що результати дослідження матимуть як теоретичне, так і практичне значення, сприяючи модернізації аграрних технологій і підвищенню конкурентоспроможності сільськогосподарської продукції.

					ДП.208.045.467-н.096.ПЗ	Арк.
Зм	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

РОЗДІЛ 1
ТЕХНОЛОГІЧНИЙ РОЗДІЛ РОБОТИ
АНАЛІЗ ТЕХНОЛОГІЇ ВИРОЩУВАННЯ КУКУРУДЗИ

1.1 Місце кукурудзи в сівоzmіні

Кукурудза є однією з ключових культур у сільському господарстві зони Полісся, завдяки своїй високій продуктивності та універсальності використання (зерно, силос, біоетанол). У сівоzmіні кукурудза відіграє важливу роль, оскільки сприяє покращенню структури ґрунту та зниженню засміченості полів.

Оптимальними попередниками для кукурудзи в умовах Полісся є зернові культури (пшениця, ячмінь), бобові (соя, горох), а також просапні культури, такі як картопля чи цукрові буряки. Ці культури залишають після себе достатню кількість органічних решток і не виснажують ґрунт поживними речовинами, необхідними для кукурудзи. Важливо уникати монокультур кукурудзи, оскільки це призводить до накопичення шкідників (зокрема, кукурудзяного жука), хвороб (фузаріоз, гельмінтоспоріоз) та зниження родючості ґрунту.

Рекомендується повертати кукурудзу на те саме поле не раніше, ніж через 3–4 роки. У сівоzmіні Полісся кукурудза часто займає 20–25% площі, що забезпечує баланс між економічною вигодою та агроекологічною стабільністю.

Для підвищення ефективності сівоzmіни застосовують сидеральні культури (гірчиця, редька олійна), які збагачують ґрунт органічною речовиною та пригнічують бур'яни.

					ДП.208.045.467-н.096.ПЗ							
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата								
Розробив		Філоненко			ТЕХНОЛОГІЧНИЙ РОЗДІЛ РОБОТИ				Літ.		Аркуш	Аркушів
Перевіри		Кірисенко										
Консулат.												
Н.контр.		Бучко										
Затв.		Руденко										
ЖАТФК гр. Аі-45												

1.2 Основний обробіток ґрунту і внесення добрив

Основний обробіток ґрунту під кукурудзу в умовах Полісся спрямований на створення оптимальних умов для розвитку кореневої системи, накопичення вологи та знищення бур'янів. Традиційно застосовується оранка на глибину 25–30 см, що забезпечує глибоке розпушування ґрунту та заробку рослинних решток. У рамках кваліфікаційної роботи пропонується використання плуга-розпушувача, який поєднує функції оранки та глибокого розпушування. Така конструкція дозволяє зменшити ущільнення ґрунту, покращити його аерацію та водопроникність, що особливо важливо для легких піщаних і супіщаних ґрунтів Полісся. Плуг-розпушувач забезпечує розпушування на глибину до 40 см, що сприяє розвитку глибокої кореневої системи кукурудзи.

Внесення добрив під час основного обробітку є критично важливим. На основі агрохімічного аналізу ґрунту вносять фосфорно-калійні добрива (наприклад, амофос, калій хлористий) у нормі 80–120 кг/га діючої речовини. Органічні добрива (гній, компост) застосовують під попередник або безпосередньо під кукурудзу в кількості 20–30 т/га, що підвищує вміст гумусу в ґрунті. Азотні добрива (аміачна селітра, карбамід) вносять частково восени (30–40% від загальної норми) для стимуляції розкладання рослинних решток, а основну частину – навесні під час передпосівного обробітку.

1.3 Весняний і передпосівний обробіток ґрунту

Весняний обробіток ґрунту в умовах Полісся починається з ранньовесняного боронування для закриття вологи. Ця операція проводиться важкими боролами при фізичній стиглості ґрунту, щоб уникнути його

					ДП.208.045.467-н.096.ПЗ	Арк.
Зм	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

пересушування. Для вирівнювання поверхні поля та знищення сходів бур'янів застосовують культивуацію на глибину 8–10 см із використанням комбінованих агрегатів, оснащених котками. Передпосівний обробіток спрямований на створення дрібногрудкуватої структури ґрунту, оптимальної для сівби кукурудзи. Для цього використовують передпосівні культиватори з глибиною обробітку 4–6 см. У разі надмірного зволоження ґрунтів Полісся, що є типовим для регіону, застосовують дренажні заходи та локальне осушення. Важливим елементом є точне вирівнювання поля, що забезпечує рівномірну глибину загортання насіння. У комплексі машин для весняного обробітку перевагу надають енергоощадним агрегатам, які мінімізують кількість проходів техніки, знижуючи витрати пального та ущільнення ґрунту.

1.4 Підготовка насіння і сівба

Підготовка насіння кукурудзи включає відбір високоякісного посівного матеріалу, калібрування та обробку протруйниками. У зоні Полісся перевагу надають гібридам кукурудзи з групою стиглості FAO 200–300, які адаптовані до короткого вегетаційного періоду та забезпечують стабільний урожай. Протруювання насіння фунгіцидами (наприклад, на основі флудиоксонілу) та інсектицидами захищає сходи від хвороб і шкідників, таких як дротяники та личинки хрущів. Для підвищення схожості насіння обробляють стимуляторами росту.

Сівба кукурудзи проводиться в оптимальні строки – з кінця квітня до початку травня, коли температура ґрунту на глибині 10 см досягає 10–12°C. Використовують точні сівалки (наприклад, John Deere, Kinze), які забезпечують

					ДП.208.045.467-н.096.ПЗ	Арк.
Зм	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

рівномірний розподіл насіння з міжряддям 70 см і нормою висіву 70–80 тис. насінин/га. Глибина загортання насіння становить 4–6 см, залежно від вологості ґрунту. Застосування GPS-навігації під час сівби підвищує точність і знижує перекриття рядків, що оптимізує використання площі поля.

1.5 Догляд за посівами

Догляд за посівами кукурудзи включає комплекс заходів, спрямованих на захист рослин, забезпечення поживними речовинами та боротьбу з бур'янами. Після сівби проводять коткування для покращення контакту насіння з ґрунтом і прискорення проростання. Для контролю бур'янів застосовують гербіциди на основі мезотріону або дикамби, які вносять у фазі 3–5 листків кукурудзи. У разі високої засміченості проводять міжрядний обробіток культиваторами, що знищує бур'яни та розпушує ґрунт.

Підживлення кукурудзи азотними добривами (150–200 кг/га діючої речовини) проводять у фазі 6–8 листків, використовуючи розкидачі або рідкі добрива через системи фертигації. Для захисту від шкідників (кукурудзяний метелик, бавовняна совка) застосовують інсектициди, а для профілактики хвороб – фунгіциди. У посушливі періоди в умовах Полісся можливе застосування зрошення, що підвищує врожайність на 20–30%. Моніторинг стану посівів здійснюють за допомогою дронів і супутникових систем, що дозволяє своєчасно виявляти проблеми та оптимізувати агротехнічні заходи.

1.6 Збирання врожаю

Збирання кукурудзи в зоні Полісся проводять у фазі повної стиглості зерна (вологість 25–30%) або на силос (вологість 60–70%). Для збирання зерна

					ДП.208.045.467-н.096.ПЗ	Арк.
Зм	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

використовують комбайни, оснащені кукурудзяними жатками (наприклад, Claas, Case IH), які забезпечують мінімальні втрати врожаю. Оптимальний період збирання припадає на вересень–жовтень, залежно від погодних умов і гібриду. Після збирання зерно очищають і сушать до вологості 14%, що забезпечує його зберігання без втрати якості.

Для силосної кукурудзи застосовують силосозбиральні комбайни, які подрібнюють масу до фракції 1–2 см. Важливим є швидке транспортування силосу до місця зберігання та його ущільнення для забезпечення якісної ферментації. У рамках кваліфікаційної роботи акцентовано увагу на оптимізації роботи техніки під час збирання, зокрема на зменшенні витрат пального та підвищенні продуктивності за рахунок використання сучасних систем автоматизації та навігації.

Комплекс машин, включаючи плуг-розпушувач, сівалки точного висіву, культиватори, комбайни та системи моніторингу, забезпечує ефективне вирощування кукурудзи в умовах Полісся. Розробка плуга-розпушувача сприяє підвищенню якості обробітку ґрунту, що є основою для стабільних урожаїв і збереження родючості ґрунтів регіону.

					ДП.208.045.467-н.096.ПЗ	Арк.
Зм	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

РОЗДІЛ 2

КОМПЛЕКТУВАННЯ МТА

2.1 Основи розроблення операційно-технологічної карти

Комплектування машинно-тракторного агрегату (МТА) є ключовим етапом у технологічному процесі вирощування кукурудзи в умовах зони Полісся, де природно-кліматичні особливості, зокрема підвищена вологість ґрунтів та обмежений період для виконання польових робіт, вимагають ретельного підходу до вибору техніки та організації її роботи. У рамках кваліфікаційної роботи, присвяченої обґрунтуванню комплексу машин і розробці конструкції плуга-розпушувача, розділ, присвячений комплектуванню МТА, охоплює основи розроблення операційно-технологічної карти, агротехнічні вимоги до оранки, принципи комплектування агрегату, організацію його роботи в загінці, розрахунок технічних показників та висновки.

Операційно-технологічна карта (ОТК) є основним документом, який регламентує виконання технологічних операцій у процесі вирощування кукурудзи, зокрема оранки як базової операції для підготовки ґрунту. ОТК розробляється з урахуванням агротехнічних вимог, природно-кліматичних умов зони Полісся, типу ґрунтів (переважно дерново-підзолисті та супіщані), а також технічних характеристик наявної техніки.

Розроблення ОТК починається з аналізу вихідних даних: площі поля, його конфігурації, типу ґрунту, вологості, вмісту органічної речовини, а також строку виконання операції. Для кукурудзи в умовах Полісся важливим є забезпечення оптимальної глибини оранки (20–25 см) та своєчасного виконання робіт (жовтень–листопад для основного обробітку). ОТК включає такі розділи:

- найменування операції (наприклад, основна оранка);
- склад МТА (трактор, плуг, додаткове обладнання);
- режим роботи (швидкість руху, глибина обробітку);

					ДП.208.045.467-н.096.ПЗ			
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата				
Розробив	Філоненко				КОМПЛЕКТУВАННЯ МТА		Літ.	Аркуш
Перевіри	Кіриєнко							Аркушів
Консулат.								
Н.контр.	Бучко						ЖАТФК гр. Аі-45	
Затв.	Руденко							

- норми витрат палива та часу;
- вимоги до якості виконання операції (рівномірність глибини, подрібнення ґрунту, відсутність огріхів).

При розробленні ОТК враховується також економічна ефективність. Наприклад, для зниження витрат палива обирають трактори з оптимальною потужністю (80–120 к.с. для середніх господарств Полісся) та плуги з регульованою шириною захвату. Крім того, ОТК передбачає використання сучасних технологій, таких як GPS-навігація для точного виконання операцій та зменшення перекриттів.

Важливим аспектом є адаптація ОТК до місцевих умов. У зоні Полісся ґрунти часто характеризуються підвищеною вологістю, що ускладнює оранку. Тому в ОТК зазначають рекомендації щодо попереднього осушення або вибору періоду з оптимальною вологістю ґрунту (18–22%). Також карта включає заходи з безпеки праці, такі як перевірка технічного стану МТА перед початком робіт та дотримання швидкісного режиму.

2.2 Агротехнічні вимоги до оранки

Оранка є основною операцією обробітку ґрунту при вирощуванні кукурудзи, оскільки забезпечує його розпушування, знищення бур'янів, загортання рослинних решток та створення сприятливих умов для розвитку кореневої системи. У зоні Полісся агротехнічні вимоги до оранки формуються з урахуванням особливостей ґрунтів та клімату.

Глибина оранки для кукурудзи становить 20–25 см, що забезпечує оптимальне розміщення кореневої системи та доступ до поживних речовин. На дерново-підзолистих ґрунтах, які переважають у Поліссі, глибина може коригуватися залежно від вмісту гумусу та структури ґрунту. Наприклад, на легких супіщаних ґрунтах допускається зменшення глибини до 18–20 см для запобігання надмірному висушуванню.

Рівномірність глибини обробітку є критичною вимогою, оскільки відхилення більше ніж на 2 см можуть призвести до нерівномірного проростання

					ДП.208.045.467-н.096.ПЗ	Арк.
Зм	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

насіння кукурудзи. Для цього плуги оснащуються системами автоматичного регулювання глибини, а трактори – датчиками контролю тягового зусилля.

Якість подрібнення ґрунту також відіграє важливу роль. Після оранки розмір грудок не повинен перевищувати 5 см, що сприяє рівномірному розподілу вологи та поживних речовин. У зоні Полісся, де ґрунти схильні до ущільнення, рекомендується використовувати плуги з додатковими розпушувальними елементами, такими як долота чи диски.

Оранка повинна забезпечувати повне загортання рослинних решток та бур'янів на глибину не менше 15 см, що запобігає їх повторному проростанню та сприяє збагаченню ґрунту органічною речовиною. Умови Полісся вимагають також мінімізації ерозійних процесів, тому оранку проводять перпендикулярно до схилів або з використанням контурного обробітку.

Час виконання оранки має відповідати агротехнічним строкам. У Поліссі основну оранку проводять восени, щоб забезпечити накопичення вологи в ґрунті та природне вивітрювання шкідників. Весняна оранка застосовується рідше і лише на легких ґрунтах, щоб уникнути надмірного ущільнення

2.3 Комплектування машинно-тракторного агрегату

Комплектування МТА для оранки при вирощуванні кукурудзи передбачає вибір трактора, плуга та додаткового обладнання з урахуванням технічних, економічних та агротехнічних вимог. У зоні Полісся перевагу надають універсальним тракторам потужністю 80–150 к.с., таким як МТЗ-82, John Deere 6-ї серії або Case IH Puma, які забезпечують достатнє тягове зусилля для роботи на вологих ґрунтах.

Вибір плуга залежить від типу ґрунту та площі поля. Для середніх і малих господарств Полісся оптимальними є навісні плуги з 3–5 корпусами (наприклад, ПЛН-5-35 або Kverneland RW). Такі плуги дозволяють регулювати ширину захвату (30–50 см на корпус) та глибину обробітку. Для підвищення ефективності використовують плуги-розпушувачі, які одночасно розпушують підорний шар, що особливо актуально для ущільнених ґрунтів Полісся.

					ДП.208.045.467-н.096.ПЗ	Арк.
Зм	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Додаткове обладнання включає системи GPS-навігації для точного виконання операцій, а також причіпні котки для вирівнювання поверхні після оранки. У деяких випадках до МТА додають передплужники для кращого загортання рослинних решток.

При комплектуванні МТА враховують енергетичну відповідність між трактором і плугом. Наприклад, для плуга ПЛН-5-35 з шириною захвату 1,75 м необхідна потужність трактора становить 100–120 к.с. Недостатня потужність призводить до перевантаження двигуна, а надлишкова – до нераціональних витрат палива.

Економічний аспект комплектування передбачає аналіз витрат на пальне, амортизацію техніки та оплату праці. Для зниження витрат обирають МТА з високою продуктивністю (1,5–2 га/год) та низькою питомою витратою палива (10–12 л/га). У зоні Полісся, де період для оранки обмежений, перевагу надають агрегатам із можливістю швидкої переналагодження та мінімальними простоями.

$$R_x = fG + kab_k n_k + \varepsilon ab_k n_k \vartheta^2, \quad (2.1)$$

де, f – коефіцієнт опору протягування плуга у відкритій борозні;

G – вага плуга, кН;

k – питомий опір ґрунту;

α , b_k - глибина та довжина, що підрізається одним корпусом;

n_k - число корпусів на плузі;

ε – коефіцієнт швидкісного опору, який залежить від властивостей ґрунту та форми робочих поверхонь корпусів;

ϑ – швидкість руху плуга.

$$R_x = 0,45 \cdot 0,41 + 45 \cdot 0,26 \cdot 0,35 \cdot 3 + 3 \cdot 0,26 \cdot 0,35 \cdot 3 \cdot 3,24 = 12,99 \text{ кН}.$$

Опір, приведений до одного корпусу визначається:

$$R_{xk} = fq + kab_k + \varepsilon ab_k \vartheta^2, \quad (2.2)$$

де, $q = G/n_k$ - вага плуга, що припадає на один корпус, або ж:

$$R_{xk} = R_x/n_k, \quad (2.3)$$

$$R_{xk} = \frac{12,99}{3} = 4,33 \text{ кН}.$$

					ДП.208.045.467-Н.096.ПЗ	Арк.
Зм	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Знаючи тяговий опір плуга R_x , визначимо складову силової взаємодії польових дощок плуга зі станками борозен:

$$R_{yn} = R_x \operatorname{ctg}(\gamma_0 + \varphi), \quad (2.4)$$

Для одного корпусу, відповідно:

$$R_{yk} = R_{xk} \operatorname{ctg}(\gamma_0 + \varphi), \quad (2.5)$$

де, γ_0 - кут між твірною леза лемеша та стінкою борозни;

φ - кут тертя ґрунту по польовій дошці.

$$R_{yk} = 5,48 \cdot \operatorname{ctg}(40^\circ + 26,56^\circ) = 2,37 \text{ кН}.$$

Опір тертя, що виникає на польовій дошці корпусу:

$$F_k = f R_{yk} = R_{xk} \operatorname{ctg}(\gamma_0 + \varphi), \quad (2.6)$$

де, f – коефіцієнт тертя ґрунту по сталі (при вологості до 25% - 0,25-0,3; для середніх ґрунтів – 0,4-0,5; для важких ґрунтів – 0,48-0,8) [16, 27].

$$F_k = 0,45 \cdot 2,37 = 1,07 \text{ кН}.$$

Тоді для всього плуга:

$$F_n = F_k n_k, \quad (2.7)$$

$$F_n = 1,07 \cdot 3 = 3,21 \text{ кН}.$$

Загальний тяговий опір плуга: $12,99 + 4,4 = 17,4$ кН.

Повний опір машини врахуємо через можливість збільшення опору при русі МТА на підйом.

$$R_{ni\partial} = Q_m \cdot i, \quad (2.8)$$

де, Q_m - експлуатаційна вага машини, кН;

i - нахил поля, %.

$$R_{ni\partial} = 7,0 \cdot 0,04 = 0,28 \text{ кН}.$$

Тоді повний опір складатиме $12,99 + 4,4 + 0,28 = 17,67$ кН.

Визначимо коефіцієнт використання тягового зусилля. Для цього приймемо трактор МТЗ-923.3, який при швидкості 9 км/год забезпечує 20,9 кН тягового зусилля та має буксування рушіїв – 4,5 %.

$$\eta_{TP} = \frac{R_a}{P_{KP} - P_a}, \quad (2.9)$$

де, R_a – тяговий опір агрегату, кН

					ДП.208.045.467-н.096.ПЗ	Арк.
Зм	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

$P_{кр}$ – тягове зусилля трактора, кН.

P_{α} – зусилля трактора на подолання підйому місцевості, кН

$$P_{\alpha} = Q_{тр} \cdot i, \quad (2.10)$$

де, $Q_{тр}$ – маса трактора, кН (включно з баластними вантажами).

$$P_{\alpha} = 70 \cdot 0,04 = 2,8 \text{ кН}.$$

$$\eta_{тр} = \frac{17,67}{20,9 - 2,8} = 0,975.$$

Оптимальні значення коефіцієнта використання тягового зусилля трактора $\eta_{тр} = 0,87 \dots 0,98$, що задовольняє умову.

В зазначених умовах трактор працюватиме на 5 передачі 2 діапазону. Режим роботи, згідно технічних даних запишемо у вигляді таблиці (табл. 2.1).

Таблиця 2.1

Чисельні значення показників тягової характеристики трактора МТЗ-923.3

Режими експлуатації	V_p , км/год	$G_{пг}$, кг/год
$P_T=0$	13,1	3,2
$N_{т.мах}$	10,6	17,1
$P_{т.мах}$	6,4	10,7

Відповідно до зазначених даних визначимо експлуатаційні показники роботи МТА.

2.4 Організація роботи агрегату в загінці

Організація роботи МТА в загінці спрямована на забезпечення максимальної продуктивності, якості обробітку та економії ресурсів. Загінка – це ділянка поля, обмежена поворотними смугами, де агрегат виконує основну роботу. У зоні Полісся розмір загінки залежить від конфігурації поля та зазвичай становить 5–10 га.

Робота в загінці організовується за чітко визначеною схемою руху. Найпоширенішим є загінний спосіб оранки, при якому агрегат рухається паралельними проходами з поворотами на кінцях загінки. Для зменшення витрат

					ДП.208.045.467-н.096.ПЗ	Арк.
Зм	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

часу на повороти використовують комбіновані схеми, такі як «петльовий» рух, що дозволяє мінімізувати холості пробіги.

Перед початком роботи проводять розмітку поля, визначаючи межі загінки та поворотних смуг. Ширина поворотної смуги залежить від радіусу розвороту трактора і становить 8–12 м. Для підвищення точності руху застосовують GPS-навігацію, що забезпечує паралельність проходів і зменшує перекриття (до 5–7%).

Режим роботи агрегату включає швидкість руху (5–7 км/год), глибину обробітку (20–25 см) та ширину захвату плуга. У зоні Полісся швидкість може знижуватися на вологих ґрунтах, щоб уникнути буксування. Робота організується в одну або дві зміни залежно від строків виконання оранки та погодних умов.

Для забезпечення безперебійної роботи в загінці передбачають:

- своєчасне постачання палива та мастил;
- контроль технічного стану МТА;
- організацію відпочинку операторів.

Умови Полісся вимагають також урахування метеорологічних факторів. Наприклад, при підвищеній вологості ґрунту роботу призупиняють, щоб уникнути ущільнення.

Для визначення коефіцієнта робочих ходів при русі човником застосовується методика.

$$\varphi = \frac{L_p}{L_p + 6R + 2e}, \quad (2.11)$$

де, L_p - робоча довжина гону, м;

R - радіус повороту агрегату, м;

e - довжина виїзду агрегату, м;

Робочу довжину гону визначають за формулою:

$$L_p = L - 2E, \quad (2.12)$$

де, L - довжина поля, м; $L=2000$ м;

E - ширина поворотної смуги;

Визначимо мінімальне значення поворотної смуги визначимо за наступною залежністю:

					ДП.208.045.467-н.096.ПЗ	Арк.
Зм	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

$$E_{\min} = 3R + e, \quad (2.13)$$

Для навісних машин радіус повороту визначається з виразу:

$$R = 0,8 \cdot B_p, \quad (2.14)$$

$$R = 0,8 \cdot 1,05 = 0,84 \text{ м.}$$

Довжину виїзду агрегату визначимо за формулою:

$$e = 0,5(l_m + l_M), \quad (2.15)$$

де, l_m, l_M - кінематична довжина відповідно трактора і машини, м;

$$e = 0,5(4,9 + 3,281) = 4,0 \text{ м.}$$

Тоді:

$$E_{\min} = 3 \cdot 0,84 + 4,0 = 6,52 \text{ м.}$$

Фактична ширина поворотної смуги має бути не менше мінімального значення і кратна робочій ширині захвату агрегату. З урахуванням цього ширина поворотної смуги $E = 7,35$ м, що відповідає 7 проходам МТА.

Тоді, довжина гону:

$$L_p = 2000 - (2 \cdot 7,35) = 1985,3 \text{ м.}$$

Тепер можемо визначити коефіцієнт робочих ходів.

$$\varphi = \frac{1985,3}{1985,3 + (6 \cdot 0,84) + (2 \cdot 4,0)} = 0,9934.$$

Що є добрим значенням та свідчить про правильність вибору способу руху МТА по полю.

Визначимо ширину загінки.

$$C_n = 10^4 \cdot \frac{F_n}{L}, \quad (2.16)$$

де, F_n - площа поля, га.

$$C_n = 10^4 \cdot \frac{50}{2000} = 250 \text{ м.}$$

Знайдемо кількість робочих ходів по полю.

$$C_n = \frac{C_n}{B_p}, \quad (2.17)$$

					ДП.208.045.467-н.096.ПЗ	Арк.
Зм	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

$$C_n = \frac{250}{1,05} = 238,009.$$

Приймаємо 238 проходів МТА,

Визначимо загальну кількість кінематичних циклів оранки.

$$n_{к.ц.заг.} = 10^4 \cdot \frac{F_n}{2 \cdot L \cdot B_p}, \quad (2.18)$$

$$n_{к.ц.заг.} = 10^4 \cdot \frac{50}{2 \cdot 2000 \cdot 1,05} = 119.$$

Отже, для проведення робіт по основному обробітку ґрунту плугом ПЛН-3-35М на площі поля 500 га з довжиною гону 2000 м необхідно здійснити 119 ходових циклів МТА.

2.5 Розрахунок техніко-економічних показників

Одним із головних критеріїв при аналізі складу та експлуатації машинно-тракторних агрегатів виступає оцінка їхньої продуктивності та витрат пального на обробіток одного гектара. В умовах дефіциту енергоресурсів раціональне використання пального набуває особливої ваги, адже безпосередньо впливає на загальну енергоефективність агровиробництва. При цьому основними показниками ефективності МТА вважаються технічна продуктивність за одну годину роботи та за одну зміну. Змінна продуктивність у гектарах обчислюється за відповідною формулою.

$$W_{3M} = 0,1 \cdot B_p \cdot V_p \cdot T_p, \quad (2.19)$$

де, V_p - робоча швидкість руху агрегату, км/год;

T_p - чистий робочий (основний) час зміни, год

За годину змінного часу відповідно:

$$W_{год} = 0,1 \cdot B_p \cdot V_p \cdot \tau, \quad (2.20)$$

Чистий робочий час зміни визначимо за формулою [30]:

$$T_p = \frac{T_{3M} - (T_{пз} + T_{обс} + T_{воп})}{1 + \tau_{пов} + \tau_{т.о}}, \quad (2.21)$$

де, T_{3M} - тривалість зміни, год;

					ДП.208.045.467-н.096.ПЗ	Арк.
Зм	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

$T_{пз}$ - підготовчо-заклучний час, що враховує витрати часу на отримання наряду і здачі роботи та щозмінне технічне обслуговування агрегату, хв;

$T_{обс}$ - тривалість організаційно-технічного обслуговування агрегату в загінці, що пов'язана з очищенням робочих органів, перевірки якості роботи, технічного обслуговування, хв.;

$\tau_{пов}$ - коефіцієнт поворотів агрегату;

$\tau_{т.о}$ - коефіцієнт технологічного обслуговування агрегату.

Коефіцієнт поворотів агрегату:

$$\tau_{пов} = t_{пов} \frac{V_P}{3,6L_P}, \quad (2.22)$$

де, $t_{пов}$ – тривалість повороту агрегату, с, $t_{пов} = 20$ с;

$$\tau_{пов} = 20 \frac{9}{3,6 \cdot 1985,3} = 0,041.$$

Коефіцієнт технологічного обслуговування для одномашинного агрегату визначимо за формулою:

$$\tau_{т.о} = t_{пов} \frac{0,1B_P V_P}{60}, \quad (2.23)$$

$$\tau_{т.о} = \frac{0,1 \cdot 1,05 \cdot 9}{60} = 0,024.$$

$$T_P = \frac{420 - (45 + 15 + 30)}{1 + 0,07 + 0,02} = 4,95 \text{ год.}$$

$$W_{зм} = 0,1 \cdot 1,05 \cdot 9 \cdot 4,95 = 4,77 \text{ га.}$$

Коефіцієнт використання часу зміни визначається за формулою:

$$\tau = \frac{T_P}{T_{зм}}, \quad (2.24)$$

$$\tau = \frac{4,95}{7} = 0,707.$$

$$W_{год} = 0,1 \cdot 1,05 \cdot 9 \cdot 0,707 = 0,7 \text{ га/год.}$$

Визначимо трудомісткість оранки.

					ДП.208.045.467-Н.096.ПЗ	Арк.
Зм	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

$$З_{П.ГА} = \frac{m_{мех} + m_{доп}}{W_{ГЗ}}, \quad (2.25)$$

де, $m_{мех}$ - число трактористів, що обслуговують агрегат;

$m_{доп}$ - число допоміжних працівників.

$$З_{П.ГА} = \frac{1+0}{0,7} = 1,42 \text{ люд} \cdot \text{год} / \text{га}.$$

Методика розрахунку витрат палива на гектар механізованих робіт базується на аналізі об'єму палива, спожитого двигуном за годину роботи в різних режимах, а також на тривалості функціонування трактора в кожному з цих режимів. До уваги береться й фактична продуктивність машинно-тракторного агрегату за відповідний проміжок часу. Визначення витрати здійснюється за наступною формулою:

$$g_{ГА} = \frac{G_{РР} \cdot T_{Р} + G_{ПОВ} \cdot T_{ПОВ} + G_{ЗУП} \cdot T_{ЗУП}}{W_{ЗМ}}; \quad (2.26)$$

де, $G_{РР}, G_{ПОВ}, G_{ЗУП}$ - витрата палива відповідно на робочому режимі, при здійсненні поворотів, при роботі двигуна на зупинках агрегату, кг/год;

$T_{Р}, T_{ПОВ}, T_{ЗУП}$ - час відповідно чистої роботи агрегату впродовж зміни поворотів і зупинок агрегату з працюючим двигуном, год;

$$T_{ПОВ} = \tau_{ПОВ} \cdot T_{Р}, \quad (2.27)$$

$$T_{ПОВ} = 0,041 \cdot 4,95 = 0,20 \text{ год}.$$

Тривалість роботи агрегату на зупинках з працюючим двигуном визначаємо за формулою:

$$T_{ЗУП} = T_{ТО} \cdot \frac{T_{ОБС} + T_{ВОП} + 0,5 \cdot T_{ЩГО}}{60}, \quad (2.21)$$

де, $T_{ТО}$ - тривалість технологічного обслуговування агрегату.

$$T_{ТО} = 0,024 \cdot 4,95 = 0,11 \text{ год}.$$

$$T_{ЗУП} = 0,11 \cdot \frac{15 + 20 + 0,5 \cdot 30}{60} = 0,091.$$

$$g_{ГА} = \frac{17,1 \cdot 4,95 + 10,7 \cdot 0,2 + 3,2 \cdot 0,091}{4,77} = 18,24 \text{ кг} / \text{га}.$$

Отже, МТА використовуватиме 18,2 кг дизельного палива на 1 гектар оранки і матиме годинну продуктивність 0,7 гектара. Результати досліджень

					ДП.208.045.467-Н.096.ПЗ	Арк.
ЗМ	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

представлені в операційно-технологічній карті, яка оформлена на окремому аркуші А1 графічної частини нашої роботи.

2.6 Висновки за розділом

1. Модернізований плуг створює тягове навантаження 17,67 кН. Для його ефективного агрегатування обрано трактор МТЗ-923.3, який розвиває зусилля до 20,9 кН при русі зі швидкістю 9 км/год, демонструючи при цьому буксування рушіїв на рівні 4,5%.

2. Показник ефективності реалізації тягового потенціалу трактора становить 0,975. За таких параметрів оптимальним є використання п'ятої передачі другого діапазону.

3. Ширина розворотної смуги визначена як 7,35 м, що дає змогу здійснювати 7 технологічних проходів. При довжині гону 1985,3 м коефіцієнт використання робочих ходів сягає 0,9934.

4. У процесі експлуатації машинно-тракторного агрегату на оранці споживання дизельного пального становитиме 18,2 кг/га, а продуктивність – 0,7 га/год.

Комплектування МТА для оранки при вирощуванні кукурудзи в умовах зони Полісся є складним процесом, що вимагає врахування агротехнічних, технічних та економічних факторів. Операційно-технологічна карта забезпечує чітке планування операцій, агротехнічні вимоги до оранки гарантують якість обробітку ґрунту, а правильний вибір трактора та плуга підвищує продуктивність. Організація роботи в загінці та розрахунок технічних показників дозволяють оптимізувати витрати ресурсів і забезпечити своєчасне виконання робіт. Запропонований підхід до комплектування МТА, зокрема використання плуга-розпушувача, сприяє підвищенню ефективності обробітку ґрунту в умовах Полісся, що є основою для високих урожаїв кукурудзи.

					ДП.208.045.467-н.096.ПЗ	Арк.
Зм	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

РОЗДІЛ 3

КОНСТРУКТИВНА ЧАСТИНА РОБОТИ

3.1 Агротехнічні вимоги до плугів

Плуги є ключовим знаряддям у системі обробітку ґрунту, зокрема при вирощуванні кукурудзи в умовах зони Полісся, де ґрунти характеризуються високою вологістю, піщаним або супіщаним складом та значною кількістю органічних залишків. Агротехнічні вимоги до плугів визначаються особливостями ґрунтово-кліматичних умов, технологічними потребами культури та необхідністю забезпечення високої продуктивності й енергоефективності.

Основні агротехнічні вимоги до плугів включають:

1. Якість обробітку ґрунту. Плуг повинен забезпечувати рівномірне загортання рослинних залишків, розпушування ґрунту на задану глибину (20–30 см для кукурудзи) та створення сприятливої структури для розвитку кореневої системи.

2. Енергоефективність. Конструкція плуга має мінімізувати опір ґрунту, що знижує витрати палива та знос робочих органів.

3. Адаптивність до умов Полісся. Плуг повинен ефективно працювати на вологих ґрунтах, уникаючи налипання ґрунту на робочі органи, а також забезпечувати стійкість до кам'янистих включень, характерних для окремих ділянок регіону.

4. Технологічна гнучкість. Плуг-розпушувач має поєднувати функції основного обробітку (оранки) та глибокого розпушування, що сприяє покращенню водопроникності ґрунту та накопиченню вологи.

5. Довговічність і ремонтпридатність. Робочі органи плуга (лемеші, відвали, долота) повинні бути виготовлені з матеріалів, стійких до абразивного зносу, а конструкція має дозволяти швидку заміну зношених елементів.

					ДП.208.045.467-н.096.ПЗ					
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата						
Розробив	Філоненко				КОНСТРУКТИВНА ЧАСТИНА РОБОТИ			Літ.	Аркуш	Аркушів
Перевіри	Кіриєнко									
Консулат.								ЖАТФК гр. Ai-45		
Н.контр.	Бучко									
Затв.	Руденко									

6. Екологічність. Плуг повинен мінімізувати руйнування структури ґрунту та забезпечувати збереження органічної речовини, що важливо для підтримання родючості в умовах Полісся.

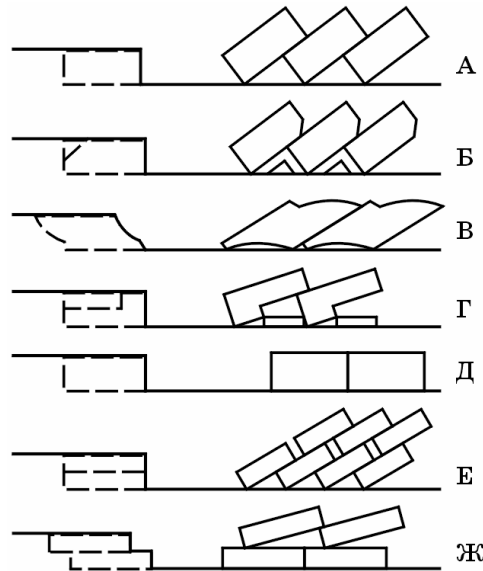


Рис. 3.1 Поперечний профіль ґрунту за різного типу оранки:

А — «зметом»; Б — корпусом з кутознімом; В — ромбічним корпусом; Г — корпусом з передплужником; Д — гвинтовим корпусом; Е — ярусній без поперечного зміщення скиб; Ж — ярусній зі зміщенням верхньої скиби відносно нижньої

Ці вимоги формують основу для розробки плуга-розпушувача, який поєднує традиційні функції плуга з додатковими можливостями для глибокого обробітку ґрунту.



Рис. 3.2 Структурна схема плугів перспективного використання

					ДП.208.045.467-н.096.ПЗ	Арк.
Зм	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Сьогодні універсальний плуг залишається ключовим інструментом для обробітку ґрунту, забезпечуючи рівномірну та якісну оранку завдяки застосуванню оборотних, поворотних, а іноді й фронтальних моделей. Прагнення підвищити ефективність агротехнологій і врожайність культур стимулює модернізацію плужних агрегатів, їх пристосування до сучасних умов господарювання та раціональніше використання. Відбувається поступове відходження від традиційного плуга, який ще у 1980-х роках охоплював понад 90% площ, на користь новітніх технологічних рішень, що враховують особливості ґрунтів і потреби виробництва. До сільськогосподарського процесу активно впроваджуються сучасні моделі з підвищеною продуктивністю — зокрема, ярусні плуги та комбіновані розпушувачі, які дозволяють знизити енергозатрати та підвищити ефективність обробітку. Окрему увагу приділяють розвитку технологій гладкої оранки із застосуванням оборотних плугів, що забезпечує високу якість обробки.

3.2 Перспективи удосконалення конструкції плугів та аналіз сучасних конструкцій

Сучасні плуги зазнають постійного вдосконалення з урахуванням вимог до енергоефективності, екологічності та адаптації до різних ґрунтово-кліматичних умов. Аналіз сучасних конструкцій показує кілька напрямів розвитку:

1. Модульні конструкції. Сучасні плуги, такі як моделі від компаній Lemken (Juwel, Diamant) чи Kverneland (серія PW), мають модульну будову, що дозволяє швидко адаптувати знаряддя до різних умов шляхом заміни робочих органів або зміни їхнього розташування.

2. Застосування нових матеріалів. Використання високолегованої сталі, композитних матеріалів та покриттів (наприклад, карбіду вольфраму) підвищує зносостійкість лемешів і відвалів, знижуючи витрати на обслуговування.

3. Інтеграція з точним землеробством. Плуги оснащуються системами GPS-навігації та датчиками для автоматичного регулювання глибини обробітку, що підвищує точність і знижує витрати ресурсів.

					ДП.208.045.467-н.096.ПЗ	Арк.
Зм	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

4. Комбіновані знаряддя. Плуги-розпушувачі, такі як Kuhn Multi-Leader або Väderstad Tempo, поєднують функції оранки та глибокого розпушування, що особливо актуально для зон із важкими ґрунтами.

5. Зниження опору ґрунту. Нові форми лемешів і відвалів, а також використання гідравлічних систем регулювання кута атаки, зменшують тягове зусилля, що дозволяє працювати з тракторами меншої потужності.

Перспективи удосконалення плугів включають:

- Впровадження автоматизованих систем управління, які дозволяють адаптувати роботу плуга до змінних умов у реальному часі.
- Розробку гібридних знарядь, що поєднують функції плуга, культиватора та глибокорозпушувача.
- Використання біоінспірованих конструкцій, наприклад, робочих органів, форма яких імітує природні механізми розпушування ґрунту.
- Застосування технологій 3D-друку для створення індивідуальних робочих органів із підвищеною міцністю та зниженою масою.

Для умов Полісся перспективним є створення плуга-розпушувача з гідравлічним регулюванням глибини обробітку, посиленими робочими органами та системою захисту від кам'янистих включень. Така конструкція забезпечить високу продуктивність і адаптивність до місцевих умов.



Рис. 3.3 Плуг RW-6 з котком Andpak виробництва Gregoire Besson

					ДП.208.045.467-н.096.ПЗ	Арк.
Зм	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Коток Andpak оснащений системами регулювання глибини та сили притискання, що дає змогу адаптувати інтенсивність прикочування по всій ширині поля, зокрема на його краях. Конструкція з індивідуальним кріпленням дисків типу Lameflex гарантує надійний захист кожного диска при зіткненні з перешкодами. Для зручного транспортування агрегат укомплектовано ресорною підвіскою в транспортному положенні. У випадках роботи з пересушеними або ущільненими ґрунтами, а також для більш інтенсивного обробітку, доцільно застосовувати котки Dura (див. рис. 3.4).



Рис. 3.4 Орний агрегат Gregoire Besson в складі плуга SPB 9 та котка Dura 700



Рис. 3.5 Агрегування котка Dura 700 з плугом

Котки серії Dura 700 оснащені двома рядами дисків діаметром 700 мм і шириною 33 мм, розміщених на відстані 100 мм один від одного. Криволінійна форма спиць забезпечує ефективне кришіння ґрунту та глибоке проникнення. Додатково передбачено чистики, які запобігають налипанню ґрунту на диски. Для зручності роботи з оборотними плугами конструкція передбачає окремий зчіпний

Зм	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата

ДП.208.045.467-н.096.ПЗ

Арк.

важіль, що дає змогу приєднувати коток у кінці кожного проходу. Однак така система дещо ускладнює загальну конструкцію агрегату та потребує певного досвіду від тракториста. Водночас німецька компанія Lemken, лідер українського ринку плугів у період 2020–2044 років, також впроваджує аналогічні ущільнюючі й прикочуючі пристрої у своїй техніці.



Рис. 3.6 Схема роботи котків VarioPack та FixPack компанії Lemken

Котки Lemken вирізняються високою функціональністю та гнучкістю у використанні: їх можна легко поєднувати як з різними типами плугів, так і встановлювати на передню навіску трактора. Конструкція передбачає варіанти з одним або двома рядами, а також можливість використання кілець діаметром 700 або 900 мм — залежно від типу ґрунту. Завдяки регульованому дишлу, коток легко адаптується до плугів із різною шириною захвату, а налаштування висоти точки приєднання дозволяє точно встановлювати глибину обробки.

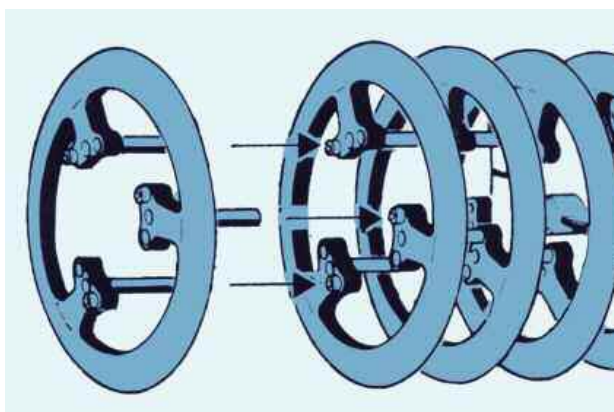


Рис. 3.7 Схема котків Lemken

Котки Lemken відзначаються високою гнучкістю використання — їх можна агрегувати з різними типами плугів або закріплювати на передній навісці

					ДП.208.045.467-н.096.ПЗ	Арк.
Зм	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

трактора. Залежно від умов роботи й структури ґрунту, котки комплектуються одно- або дворядними секціями та кільцями діаметром 700 або 900 мм. Конструкція причіпного дишла передбачає можливість регулювання довжини, що забезпечує сумісність з плугами різної ширини захвату. Крім того, налаштування висоти точки зчеплення дає змогу точно виставити необхідну глибину обробітку.



Рис. 3.8 Профіль кулачкового котка VarioPack виробництва Lemken

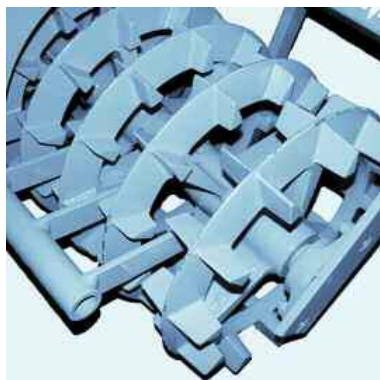


Рис. 3.9 Профіль кільчасто-шпорового котка VarioPack виробництва Lemken

Різнокільцевий коток з пластиковими кільцями (див. рис. 3.10), з діаметром 500 мм та інтервалом 125 мм, ефективно ущільнює легкі ґрунти.



Рис. 3.10 Кільчастий коток FixPack

					ДП.208.045.467-н.096.ПЗ	Арк.
Зм	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Зірочковий коток FixPack розроблений для вирівнювання та кришіння брил на середніх та важких ґрунтах (рис. 3.11). Даний коток забезпечує агресивну дію на зораний пласт ґрунту.



Рис. 3.11 Зірочковий коток FixPack

Розглянемо технічні рішення компанії Kverneland (Норвегія). Плуги виробництва Kverneland моделей LN та RN експлуатуються в Україні. В якості фінішного обладнання для своїх плугів Kverneland випускають катки Раскомат (рис. 3.12).



Рис. 3.12 Загальний вигляд плужного агрегату Kverneland з фінішним обладнанням Раскомат

Раскомат від Kverneland — це високоефективний ущільнювальний пристрій, інтегрований безпосередньо в конструкцію плуга. Завдяки спеціальним клиноподібним дискам, які створюють тиск до 1000 кг, агрегат ефективно подрібнює грудки, вирівнює поверхню поля та ущільнює ґрунт, сприяючи відновленню його капілярної структури. Однією з ключових переваг Раскомат є автоматичний механізм повороту, який не потребує додаткових керуючих

					ДП.208.045.467-н.096.ПЗ	Арк.
Зм	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

елементів — на відміну від рішень, що використовуються у плугах Gregoire Besson та Lemken. Завдяки цьому навіть на легких ґрунтах можливе виконання безпосівного обробітку. Для порівняння, більшість провідних виробників плугів застосовують подібні пристрої лише як завершальний етап обробки саме на легких типах ґрунтів.

3.3 Обґрунтування модернізації плуга

Модернізація плуга-розпушувача для вирощування кукурудзи в умовах Полісся обґрунтовується необхідністю підвищення ефективності обробітку ґрунту, зниження енергетичних витрат і забезпечення стабільних урожаїв культури. Основні проблеми традиційних плугів у регіоні включають:

- Високий опір ґрунту через вологість і наявність органічних залишків.
- Недостатню адаптивність до кам'янистих ґрунтів, що призводить до швидкого зносу робочих органів.
- Обмежену функціональність, що не дозволяє поєднувати оранку з глибоким розпушуванням.

Запропонована модернізація передбачає:

1. Впровадження гідравлічної системи регулювання. Гідравлічні циліндри дозволять динамічно змінювати глибину обробітку (від 20 до 40 см) залежно від стану ґрунту та потреб кукурудзи.

2. Посилення робочих органів. Лемеші та долота виготовлятимуться з високолегованої сталі з наплавленням карбіду вольфраму, що підвищить їхню зносостійкість у 1,5–2 рази.

3. Система захисту від каменів. Пружинно-гідравлічний механізм захистить робочі органи від пошкоджень при зіткненні з кам'янистими включеннями.

4. Комбінована конструкція. Плуг-розпушувач матиме додаткові розпушувальні лапи, розташовані позаду основних корпусів, що забезпечить глибоке розпушування до 40 см без перевертання пласта.

					ДП.208.045.467-н.096.ПЗ	Арк.
Зм	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

5. Оптимізація форми робочих органів. Нова форма лемешів із зменшеним кутом атаки знизить опір ґрунту на 10–15%, що дозволить використовувати трактори потужністю 80–120 к.с.

Така модернізація підвищить продуктивність плуга на 20%, знизить витрати палива на 15% і забезпечить кращу підготовку ґрунту для вирощування кукурудзи.

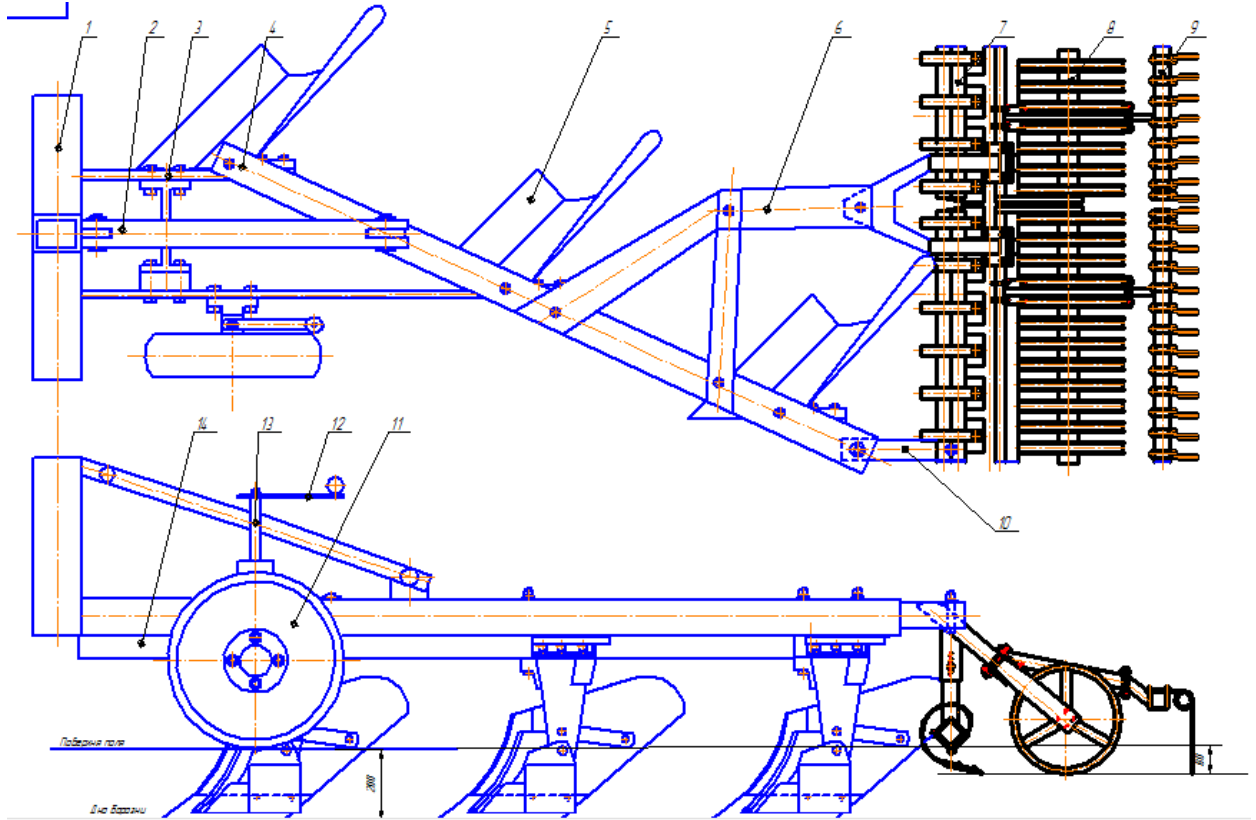


Рис. 3.17 Загальний вигляд модернізованого плуга

1 – навісний механізм; 2 – Центральний брус навіски; 3 – Бокові тяги; 4 – Рама плуга; 5 – Робочий корпус; 6 – Навісна рамка; 7 – Секція вирівнювачів; 8 – Коток; 9 – Секція штригельної борони; 10 – Боковий упор; 11 – Опорне колесо; 12 – Регулювальний механізм; 13 – Гвинт-опора; 14 – Опора рами.

3.4 Розрахунок параметрів робочих органів

Для визначення параметрів роботи штригельної борони проведемо розрахунки аналогічно до зубових борін, використовуючи методику.

					ДП.208.045.467-н.096.ПЗ	Арк.
Зм	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

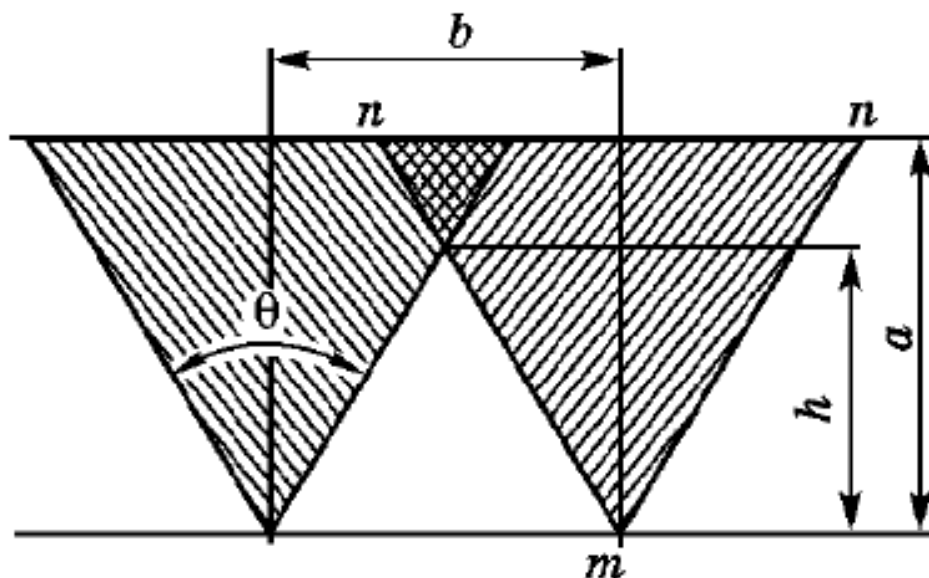


Рис. 3.18 Зона деформації ґрунту пальцем борони у поперечно-вертикальній площині

Згідно з рисунком 3.18, видно, що зона деформації ґрунту по глибині має відмінності у вертикальній та горизонтальній площинах. Ця зона обмежена площинами m і n , які утворюють кут з поздовжньо-вертикальною площиною. Оскільки зона зверху ширша, то після проходження зубів утворюються поздовжні гребені, схожі на трикутники. Висота цих гребенів визначає якість роботи агрегату і обчислюється за допомогою формули:

$$h = \frac{b}{2} \operatorname{ctg} \frac{\theta}{2}, \quad (3.1)$$

Параметри вибираємо з рекомендацій. Так, для середніх борін кут $\theta = 40-60^\circ$, конструктивна відстань між пальцями штригеля 60 мм. Тоді:

$$h = \frac{60}{2} \operatorname{ctg} \frac{50}{2} = 64 \text{ мм.}$$

Висота гребеня 64 мм вважається задовільною для фінішного обробітку, оскільки задачею проектованого фінішного агрегату є обробіток верхнього шару ґрунту.

Визначимо тяговий опір, який створює штригельна борона. Тяговий опір простого ґрунтообробного знаряддя визначається за формулою:

$$P = kabn, \quad (3.2)$$

де, k - питомий опір ґрунту;

a - робоча глибина обробітку;

					ДП.208.045.467-н.096.ПЗ	Арк.
Зм	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

b - ширина захвату робочого органа;

n - кількість робочих органів на агрегаті.

За питомий опір гнуту приймемо значення зораного шару важкого суглинкового ґрунту. Приймавши максимальну глибину обробітку 8 см та ширину захвату пальця штригеля за ширину дроту, з якого він виготовлений, матимемо:

$$P = 15 \cdot 0,08 \cdot 0,1 \cdot 21 = 2,52 \text{ кН}.$$

Аналогічно визначимо тяговий опір ряду вирівнювачів.

$$P = 15 \cdot 0,08 \cdot 0,15 \cdot 10 = 1,80 \text{ кН}.$$

Далі визначимо параметри котка. Аналізуючи конструкції машин світових брендів, приймаємо рішення теж використовувати кільчастий коток з гладенькими колесами. Так, зусилля на перекочування гладенького котка визначаються за формулою:

$$P = 0,863 \sqrt{\frac{G^4}{q_o B D^2}}, \quad (3.3)$$

де, G - сила ваги котка;

B - ширина захвату котка;

D - діаметр котка;

q_o - коефіцієнт об'ємного зминання ґрунту;

Для встановлення діаметра котка слід пере вірити умову його кочення без накопичення ґрунту (рис. 3.19).

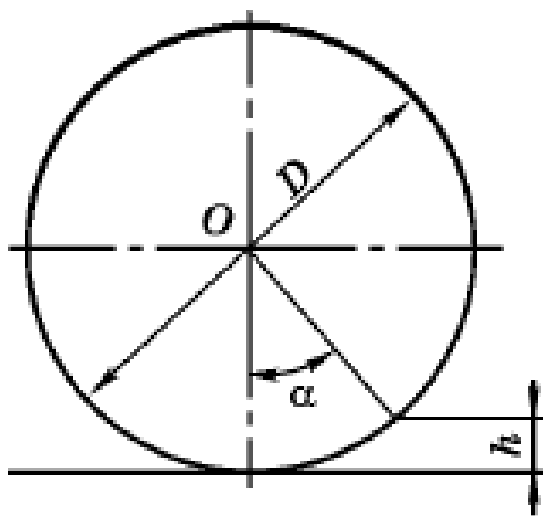


Рис. 3.19 Схема до визначення діаметра котка

D - діаметр; h – глибина колії;

					ДП.208.045.467-н.096.ПЗ	Арк.
Зм	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Загалом діаметр котка визначається бажаною глибиною колії, яку він має створювати. Тобто:

$$D \geq \frac{2}{1 - \cos \alpha}, \quad (3.4)$$

Поздовжня деформація ґрунту обмежує максимум кута α 20°.

$$D \geq \frac{2}{1 - \cos 20} = 0,33 \text{ м.}$$

Приймаємо діаметр котка 0,33 м.

Опір перекочуванню визначимо як суму опорів кожного кільця котка.

$$P = 0,863 \sqrt{\frac{5^4}{0,4 \cdot 3 \cdot 33^2}} \cdot 21 = 1,9 \text{ кН}, \quad (3.5)$$

Тоді загальний тяговий опір додаткового обладнання складатиме:

$$P_{\Sigma} = 2,5 + 1,8 + 1,9 = 4,4 \text{ кН.}$$

Дане значення необхідно враховувати в тяговому розрахунку МТА,

3.4 Розрахунок зварних з'єднань

Перевіримо міцність зварного з'єднання кронштейна штригельної борони.

Умова міцності на зріз зварного шва має вигляд:

$$\tau = \frac{F}{n \cdot A_{\text{ср}}} \leq [\tau], \quad (3.6)$$

де, τ - напруження зрізу;

$F=850$ Н – навантаження на зварні шви;

$n = 2$ – число зварних швів;

$A_{\text{ср}}$ – площа зрізу, м²

$[\tau]$ - допустиме напруження на зріз, МПа.

					ДП.208.045.467-Н.096.ПЗ	Арк.
Зм	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

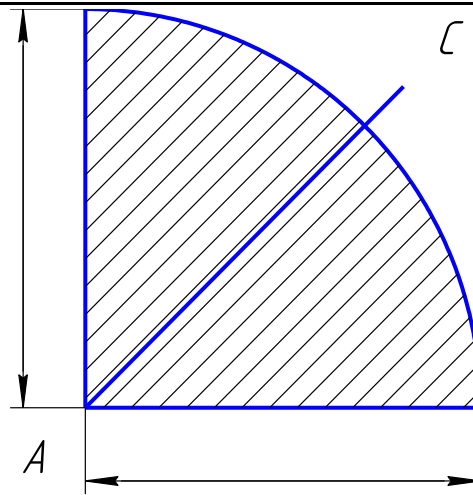


Рис. 3.20 Схема зварного з'єднання кронштейна

Площу зрізу зварного шва визначимо за формулою:

$$A_{cp} = \kappa \cdot \delta \cdot l, \quad (3.7)$$

де, $\kappa = 0,7$ – коефіцієнт, що враховує руйнування шва в площині АС;

$\delta = 4\text{мм}$ – катет зварного шва;

$l = 10\text{мм}$ – довжина шва.

$$A_{cp} = 0,7 \cdot 4 \cdot 10 = 28\text{мм}^2 = 28 \cdot 10^{-6}\text{м}^2.$$

Приймаємо технологічний процес зварювання – ручне зварювання електродом. При такому процесі:

$$[\tau] = 0,6[\sigma], \quad (3.8)$$

де, $[\sigma] = 156\text{ МПа}$ – допустиме напруження для основного металу зварюваних деталей (матеріал рами).

$$[\tau] = 0,6 \cdot 156 = 93,6\text{МПа}.$$

Перевіримо міцність шва:

$$\tau = \frac{850}{2 \cdot 28 \cdot 10^{-6}} = 15,2\text{МПа} < [\tau].$$

Умова міцності шва забезпечується.

Також вважаємо за доцільне провести розрахунок на міцність осі лопати. умова міцності матиме вигляд:

$$\sigma_{cm} = \frac{F}{A_{cm}} \leq [\sigma_{cm}], \quad (3.9)$$

де, σ_{cm} - нормальне напруження зминання;

F – навантаження на вісь;

					ДП.208.045.467-н.096.ПЗ	Арк.
Зм	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

A_{cm} – площа зминання;

$[\sigma_{cm}]$ - допустиме напруження зминання.

Для знаходження сили F складемо рівність суми моментів відносно шарніра С.

$$\Sigma_{M_C} = F \cdot 90 - 850 \cdot 600 = 0, \quad (3.10)$$

$$F = \frac{850 \cdot 600}{90} = 5667 \text{ Н}.$$

Площа зминання являє собою прямокутник $b \times h$, де $b = 10 \text{ мм}$ – товщина рами штригеля, $h = d = 45 \text{ мм}$ – довжина сторони, що рівна діаметру осі.

$$A_{cm} = bh, \quad (3.11)$$

$$A_{cm} = bh = 10 \cdot 45 = 450 \text{ мм}^2 = 450 \cdot 10^{-6} \text{ м}^2.$$

Для пластичних матеріалів $[\sigma_{cm}]$ визначаємо за формулою:

$$[\sigma_{cm}] = (2 \div 2,5)[\sigma], \quad (3.12)$$

де, $[\sigma] = 156 \text{ МПа}$ - допустиме напруження для сталі 20.

Приймаємо: $[\sigma_{cm}] = 2[\sigma] = 2 \cdot 156 = 312 \text{ МПа}$, тоді перевіримо міцність:

$$\sigma_{cm} = \frac{5667}{450 \cdot 10^{-6}} = 12,6 \text{ МПа} < [\sigma_{cm}].$$

Отже, умова міцності забезпечується.

3.5 Розрахунок різьбових з'єднань

Різьбові з'єднання використовуються для кріплення робочих органів (лемешів, доліт) до корпусів плуга. Вони повинні витримувати значні динамічні навантаження, що виникають під час роботи.

Упорні планки та боковини фінішного обладнання планується кріпити до рами плуга болтами М20. При затягуванні болта в ньому виникає максимальна сила F:

$$F = \frac{\pi d_1^2 [\sigma_T]}{1,3 \cdot 4}, \quad (3.13)$$

де, d_1 - внутрішній діаметр різьби, $d_1 = 18,376 \text{ мм}$;

σ_T - межа текучості матеріалу болта, $\sigma_T = 240 \text{ Н/мм}^2$.

$$F = \frac{3,14 \cdot 18,376 \cdot 240}{1,3 \cdot 4} = 48937 \text{ Н}.$$

					ДП.208.045.467-Н.096.ПЗ	Арк.
Зм	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Момент затяжки болта визначається за формулою:

$$M_{\text{зат}} = F \frac{d_2}{2} \left[\operatorname{tg}(\psi + \rho^1) + f \frac{d_m}{d_2} \right], \quad (3.14)$$

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.

$$\rho = \operatorname{arctg} f^1, \quad (3.15)$$

де, f^1 - коефіцієнт тертя в різьбі;

$$f^1 = \frac{f}{\cos 30^\circ}, \quad (3.16)$$

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

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

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

Необхідне зусилля на ключі при затягуванні визначимо за формулою:

$$F_B = \frac{T_{\text{зат}}}{l_1}, \quad (3.17)$$

де, l_1 - довжина рукоятки стандартного ключа.

$$l_1 = 15d, \quad (3.18)$$

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

Перевіримо витки болта і гайки на зріз і зминання (рис. 3.21).

Середній опір зминання в різьбовому з'єднанні визначається за формулою [8]:

$$\sigma_{\text{зі}} = \frac{4F}{\pi(d^2 - d_1^2)ZK_1} \leq [\sigma_{\text{зі}}], \quad (3.19)$$

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.

					ДП.208.045.467-Н.096.ПЗ	Арк.
Зм	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

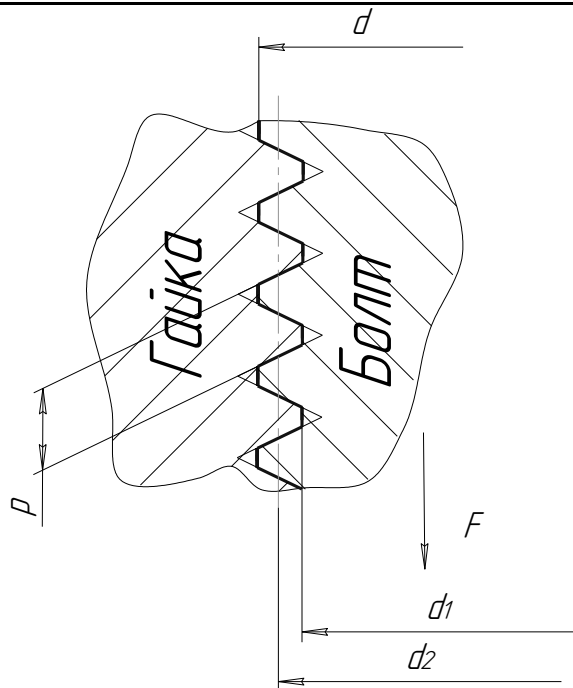


Рис. 3.21 Схема навантажень на витки різьбового з'єднання

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

$$Z = \frac{H}{P}, \quad (3.20)$$

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

P - крок різьби, $P=1,5$ мм;

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

По ДСТУ 9150-96 $d_1 = 18,376$ мм, $d_2 = 19,026$ мм, $d = 20$ мм, $K_M = 0,56 \dots 0,75$, для сталі 35 $[\sigma_{CM}] = 0,8\sigma_T$, где $\sigma_T = 320$ Н/мм² [1].

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.

для болта:

$$\tau_1 = \frac{F}{\pi d_1 H R K_M} \leq [\tau_{NB}], \quad (3.21)$$

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:

					ДП.208.045.467-н.096.ПЗ	Арк.
Зм	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

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

Болт і гайку виготовлено зі сталі 35.

$$[\tau_{CP}] = 0,2\sigma_T, \quad (3.22)$$

$$[\tau_{CP}] = 0,2\sigma_T = 0,2 \cdot 320 = 64 \text{ Н/мм}^2.$$

$$[\tau_{CP}] < \tau_1, \quad (3.23)$$

$$[\tau_{CP}] < \tau_2, \quad (3.4)$$

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

3.6 Висновки за розділом

У конструктивному розділі обґрунтовано агротехнічні вимоги до плугів для умов Полісся, проаналізовано сучасні конструкції та перспективи їх удосконалення. Запропоновано модернізацію плуга-розпушувача, яка включає гідравлічне регулювання, посилення робочих органів, систему захисту від каменів і оптимізацію форми лемешів. Розрахунки зварних і різьбових з'єднань підтвердили їхню міцність і надійність. Модернізований плуг-розпушувач підвищить ефективність обробітку ґрунту, знизить енергетичні витрати та забезпечить оптимальні умови для вирощування кукурудзи в зоні Полісся.

					ДП.208.045.467-н.096.ПЗ	Арк.
Зм	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

РОЗДІЛ 4

ОХОРОНА ПРАЦІ

4.1. Загальні вимоги та аналіз стану охорони праці

Охорона праці є одним із ключових аспектів у сільськогосподарському виробництві, зокрема при вирощуванні кукурудзи в умовах зони Полісся. Забезпечення безпеки працівників, збереження їхнього здоров'я та створення сприятливих умов праці сприяють не лише підвищенню продуктивності, але й зниженню ризиків травматизму та професійних захворювань. У контексті кваліфікаційної роботи, присвяченої обґрунтуванню комплексу машин і використанню техніки при вирощуванні кукурудзи, а також розробці конструкції плуга-розпушувача, охорона праці набуває особливого значення. Це пов'язано з інтенсивним використанням машинно-тракторного парку (МТП), який потребує чіткого дотримання нормативів безпеки та екологічних стандартів. У даному розділі розглянуто загальні вимоги з охорони праці, екологічні підходи до експлуатації МТП та зроблено відповідні висновки.

Охорона праці в сільському господарстві, зокрема при вирощуванні кукурудзи, базується на нормативно-правових актах, які регулюють безпечну організацію робочого процесу. Основними документами є Закон України «Про охорону праці», галузеві стандарти та правила техніки безпеки при експлуатації сільськогосподарської техніки. Загальні вимоги з охорони праці включають організаційні, технічні та санітарно-гігієнічні заходи, спрямовані на створення безпечних умов праці для операторів машин, трактористів, агрономів та інших працівників, залучених до технологічного процесу.

Організаційні заходи передбачають розробку інструкцій з охорони праці, проведення регулярних інструктажів (вступного, первинного, повторного, позапланового та цільового) та навчання працівників безпечним методам роботи. Наприклад, перед початком польових робіт з вирощування кукурудзи кожен працівник, який працює з плугом-розпушувачем чи іншою технікою, повинен

					ДП.208.045.467-н.096.ПЗ								
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	ОХОРОНА ПРАЦІ				Літ.		Аркуш	Аркушів	
Розробив	Філоненко												
Перевіри	Кіриєнко												
Консулат.	Герасимчук												
Н.контр.	Бучко												
Затв.	Руденко												
					ЖАТФК гр. Ai-45								

пройти інструктаж щодо правил експлуатації машин, заходів безпеки під час їхнього запуску, роботи та зупинки. Особлива увага приділяється ознайомленню з конструктивними особливостями нової техніки, зокрема плуга-розпушувача, розробленого в рамках кваліфікаційної роботи. Інструктажі також охоплюють дії в аварійних ситуаціях, таких як поломка обладнання, загоряння чи травмування.

Технічні заходи зосереджені на забезпеченні безпеки при роботі з МТП. Техніка, що використовується для вирощування кукурудзи (трактори, сівалки, культиватори, плуги), повинна відповідати стандартам безпеки. Наприклад, плуг-розпушувач, запропонований у роботі, має бути оснащений захисними кожухами на рухомих частинах, ергономічною системою управління та сигнальними пристроями для попередження працівників про початок роботи. Трактори, які агрегатуються з плугом, повинні мати справні гальмівні системи, освітлення, звукові сигнали та кабіни, що відповідають вимогам захисту від вібрації, шуму та пилу. Регулярне технічне обслуговування машин, перевірка їхнього стану перед початком робіт та своєчасний ремонт є обов'язковими для запобігання нещасним випадкам.

Санітарно-гігієнічні заходи включають створення належних умов праці для працівників. У зоні Полісся, де клімат характеризується підвищеною вологістю та перепадами температур, важливо забезпечити працівників засобами індивідуального захисту (ЗІЗ), такими як спецодяг, взуття, рукавички, захисні окуляри та респіратори. Наприклад, під час обприскування кукурудзи пестицидами працівники повинні використовувати герметичні комбінезони та маски для захисту дихальних шляхів. Крім того, необхідно організувати місця для відпочинку, забезпечити доступ до питної води та засобів гігієни. Робочі місця в кабінах тракторів і комбайнів мають бути обладнані системами вентиляції та кондиціонування для підтримання комфортного мікроклімату.

Особливу увагу слід приділити ергономіці робочих місць. Плуг-розпушувач, розроблений у рамках кваліфікаційної роботи, передбачає автоматизоване управління, що знижує фізичне навантаження на оператора. Однак тривала робота за кермом трактора може викликати втому, тому необхідно дотримуватися режиму праці та відпочинку. Згідно з нормативними вимогами,

					ДП.208.045.467-н.096.ПЗ	Арк.
Зм	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

тривалість безперервної роботи оператора не повинна перевищувати 4 години без перерви. Для зниження впливу вібрації та шуму кабіни тракторів обладнуються амортизаційними сидіннями та шумоізоляційними матеріалами.

Пожежна безпека є ще одним важливим аспектом. У період збирання кукурудзи, коли техніка працює в умовах високої температури та сухої рослинної маси, зростає ризик займання. Трактори та комбайни повинні бути оснащені вогнегасниками, а працівники — проінструктовані щодо дій у разі пожежі. Плуг-розпушувач, який використовується для підготовки ґрунту, не становить прямого ризику займання, але його експлуатація в комплексі з іншою технікою вимагає дотримання правил протипожежної безпеки, таких як заборона куріння поблизу машин та своєчасне очищення обладнання від залишків рослинної маси.

Таблиця 4.1.

Аналіз небезпечних та шкідливих виробничих факторів при вирощуванні зернових

Технологічна операція	Небезпечний (шкідливий) виробничий фактор	Засоби захисту
Лущення стерні	Порізи при техдоглядах, регулюванні робочих органів	Спеціальні очисні засоби, гачки, підставки
Комплектування орного агрегату і оранка	Придавлення пальців рук при від'єднанні, пошкодження ніг при очистці борін	Застосовувати при регулюванні плугів підставки.
Навантаження мінеральних добрив і насіння	Отруєння добривами. Засмічення очей. Травмування бортом кузова при відкриванні замка.	Після робіт мити руки. Забороняється споживати їжу, пити під час роботи. Застосовувати засоби індив. захисту.
Посів	Травми при ручній заправці. Травми при відчіплюванні сівалок; при обриванні гідрошлангів	Заправку проводити механізовано. При від'єднанні сівалки повинні бути опущені
Міжрядні рихлення	Порізи при регулюванні і очищенні.	При очищенні робочих органів трактор повинен бути на нейтральній передачі.
Хімічний захист	Опіки, отруєння шлункового тракту	Засоби індивідуального захисту
Збирання	Захват одягу робочими органами, падіння при виході із кабіни. Травми при регулюванні	Захисні кожухи на робочі органи. Технічний огляд при повній зупинці комбайна.
Пожежа при збиранні	Травми. Опіки при горінні одягу.	Обладнання тракторів, комбайнів вогнегасниками.

Потреба в засобах індивідуального захисту

Професія	К-сть,	Засоби індивідуального захисту	Строк носіння	Річна кількість, шт
Заправник	2	Костюм з кислотостійкою прокладкою. Рукавиці	12	2
			3	8
Шофер	21	Костюм хлопково-бумажний	12	21
Трактористи	45	Костюм хлопково-бумажний. Рукавиці	12	45
			12	90
Електрогазозварювальник	1	Костюм брезентовий Рукавиці брезентові	12	1
			6	6
Токар	1	Костюм хлопково-бумажний	12	1
				2
Електромонтер	2	Костюм хлопково-бумажний. Голоші діелектричні	12	4
			6	4

4.2 Екологічні підходи щодо експлуатації МТП

Екологічна безпека при вирощуванні кукурудзи та експлуатації МТП є невід'ємною частиною сталого розвитку сільського господарства. У зоні Полісся, яка характеризується чутливими екосистемами, зокрема заболоченими ґрунтами та лісовими масивами, впровадження екологічних підходів до використання техніки має особливе значення. Екологічні підходи охоплюють раціональне використання ресурсів, мінімізацію впливу на ґрунт, воду та повітря, а також застосування енергоефективних технологій.

Мінімізація впливу на ґрунт є одним із пріоритетів при вирощуванні кукурудзи. Інтенсивне використання важкої техніки може призводити до ущільнення ґрунту, що знижує його родючість і погіршує водопроникність. Плуг-розпушувач, розроблений у рамках кваліфікаційної роботи, сприяє зменшенню цього негативного впливу завдяки своїй конструкції, яка забезпечує глибоке розпушування ґрунту без перевертання пласта. Це дозволяє зберігати структуру ґрунту, зменшувати ерозію та сприяти накопиченню органічної речовини. Крім того, використання сучасних тракторів із шинами низького тиску та системами точного землеробства допомагає оптимізувати маршрути руху техніки, знижуючи площу ущільнення.

					ДП.208.045.467-н.096.ПЗ	Арк.
Зм	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Зменшення викидів є ще одним важливим аспектом. Традиційні трактори та комбайни, що працюють на дизельному паливі, викидають значну кількість парникових газів (CO₂, NO_x) та твердих частинок. Для зниження цього впливу рекомендується використовувати техніку з двигунами, що відповідають стандартам Euro-5 або Euro-6, а також застосовувати біопаливо або альтернативні джерела енергії. Наприклад, електричні трактори або гібридні моделі можуть бути перспективними для використання в зоні Полісся, де електроенергія доступна завдяки розвиненій інфраструктурі. Плуг-розпушувач, завдяки своїй енергоефективній конструкції, знижує витрати палива під час обробітку ґрунту, що також сприяє зменшенню викидів.

Рациональне використання ресурсів включає економію палива, мастил і води. Сучасні МТП оснащуються системами моніторингу, які дозволяють оптимізувати витрати пального залежно від навантаження та умов роботи. Наприклад, під час роботи плуга-розпушувача системи автоматичного регулювання глибини обробітку допомагають уникнути надмірного споживання енергії. Крім того, використання біорозкладних мастил для техніки знижує ризик забруднення ґрунту в разі витоків. Водозбереження є важливим у контексті зрошення кукурудзи, яке в зоні Полісся застосовується рідко, але може бути актуальним у посушливі періоди. Застосування систем крапельного зрошення дозволяє економити воду та мінімізувати її втрати.

Запобігання забрудненню включає заходи з утилізації відходів, що виникають під час експлуатації МТП. Використані мастила, фільтри, шини та інші матеріали повинні утилізуватися відповідно до екологічних стандартів. Господарства, що вирощують кукурудзу, зобов'язані укладати договори з ліцензованими організаціями для переробки таких відходів. Крім того, під час технічного обслуговування плуга-розпушувача та іншої техніки необхідно запобігати потраплянню мастил і палива в ґрунт чи водойми.

Точне землеробство є сучасним підходом, який поєднує екологічність і ефективність. Використання GPS-навігації, датчиків вологості ґрунту та систем моніторингу врожайності дозволяє точно дозувати добрива, пестициди та воду, що

					ДП.208.045.467-н.096.ПЗ	Арк.
Зм	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

знижує їхній негативний вплив на довкілля. Наприклад, під час сівби кукурудзи сівалки з системами точного висіву забезпечують оптимальну густоту посіву, що зменшує потребу в додаткових обробках. Плуг-розпушувач, інтегрований із системами точного землеробства, може працювати з урахуванням картографування ґрунтів, що підвищує ефективність обробітку та знижує екологічне навантаження.

Навчання працівників екологічним підходам є важливим для їхньої практичної реалізації. Працівники, які експлуатують МТП, повинні бути ознайомлені з принципами сталого землеробства, правилами поводження з хімічними речовинами та методами зниження впливу на довкілля. Наприклад, оператори плуга-розпушувача мають знати, як налаштувати обладнання для мінімального порушення ґрунтового покриву, а трактористи — як оптимізувати маршрути для економії палива.

Таблиця 4.3

Вимоги до робочої зони водіїв та механізаторів
(розроблені станом на 1.01.2025.)

Показники	Розмірність	Допустиме значення
Шум в кабіні трактори, комбайни вантажні автомобілі	дБА	70 60
Освітленість покриття доріг	Лк	2-20
Яскравість покриття доріг	кд/м ²	0,2-1,6
Рівномірність освітленості (перепади) сонячна погода похмура дощова погода		1:3 1:1,6
Освітленість в кабіні	лк	10*
Зона очищення склоочисником	м ²	0,4

* - на рівні приладового щитка

4.3 Висновки за розділом:

Охорона праці є невід’ємними складовими ефективного вирощування кукурудзи в умовах зони Полісся. Загальні вимоги з охорони праці передбачають комплекс організаційних, технічних і санітарно-гігієнічних заходів, спрямованих на забезпечення безпеки працівників. Інструктажі, використання засобів індивідуального захисту, технічне обслуговування МТП, ергономіка робочих місць

					ДП.208.045.467-н.096.ПЗ	Арк.
Зм	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

і протипожежні заходи дозволяють мінімізувати ризики травматизму та професійних захворювань. Плуг-розпушувач, розроблений у рамках кваліфікаційної роботи, відповідає вимогам безпеки завдяки своїй ергономічній конструкції та автоматизованому управлінню, що знижує фізичне навантаження на оператора.

Екологічні підходи до експлуатації МТП сприяють сталому розвитку сільського господарства. Мінімізація впливу на ґрунт, зменшення викидів, раціональне використання ресурсів, запобігання забрудненню та впровадження точного землеробства дозволяють знизити екологічне навантаження. Плуг-розпушувач відіграє важливу роль у цьому процесі, забезпечуючи енергоефективний і екологічно безпечний обробіток ґрунту. Навчання працівників екологічним і безпечним методам роботи є необхідною умовою для реалізації цих підходів.

Таким чином, дотримання вимог охорони праці та екологічних стандартів при вирощуванні кукурудзи не лише підвищує безпеку та комфорт працівників, але й сприяє збереженню природних ресурсів і підвищенню продуктивності сільськогосподарського виробництва. Впровадження сучасних технологій, таких як плуг-розпушувач і системи точного землеробства, є перспективним напрямом для досягнення цих цілей у зоні Полісся.

					ДП.208.045.467-н.096.ПЗ	Арк.
Зм	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

РОЗДІЛ 5

ЕКОНОМІЧНА ЧАСТИНА

5.1 Економічне обґрунтування проектних рішень

Економічна вигода досягається завдяки зниженню витрат, що виникає при переході від традиційної технології до модернізованої. Запропоноване конструктивне вдосконалення сприяє зменшенню маси агрегату, що, в свою чергу, знижує споживання пально-мастильних матеріалів, витрати на оплату праці, амортизацію та матеріальне забезпечення. Інтеграція додаткових знарядь дозволяє підвищити технологічну ефективність обробітку ґрунту, виключаючи потребу в окремому допоміжному обладнанні. Порівняння витрат за двома підходами подано у таблиці 5.1.

Таблиця 5.1

Дані для техніко-економічного розрахунку

№	Показники	Технологія	
		традиційна	запропонована
1.	Склад комплексу машин:		
	- трактор	МТЗ-80	МТЗ-923.3
	- с.г. машина	ПЛН-3-35	ПЛН-3-35М
		МТЗ-80	-
		БШМ-4,0	-
2.	Продуктивність, га/год	0,8	0,7
3.	Тарифна ставка механізатора, грн/год	19,5	19,5
4.	Амортизаційні відрахування, %	15	15
5.	Відрахування на ТО і ремонт, %	15	15
6.	Обслуговуючий персонал, чол	1	1
7.	Питомі витрати палива, г/кВт·год	240	240

Запропоноване нами технічне вдосконалення має на меті підвищити ефективність обробітку ґрунту, водночас усуваючи потребу в коткуванні та додаткових агротехнічних заходах для знищення бур'янів. Це дозволяє знизити

					ДП.208.045.467-н.096.ПЗ							
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата								
Розробив		Філоненко			ЕКОНОМІЧНА ЧАСТИНА				Літ.	Аркуш	Аркушів	
Перевіри		Кірисенко										
Консулат.		Веремій							ЖАТФК гр. Аі-45			
Н.контр.		Бучко										
Затв.		Руденко										

використання гербіцидів і, відповідно, скоротити витрати на хімічний захист посівів.

Для розрахунку вартості модернізованого плуга були взяті до уваги актуальні ціни з прайс-листів компанії "Агропостач". Так, одна бокова секція котка КШП-4 коштує 15 650 грн, а витрати на слюсарні роботи й матеріали складають орієнтовно 42 000 грн для григельної борони та 71 000 грн для вирівнювальних елементів, адаптованих з культиватора АГД-3,0. Відтак, до базової вартості плуга додаються витрати на впровадження конструктивних змін.

$$B = 64000 + 1565 + 12000 + 4200 + 7100 = 88865 \text{ грн.} \quad (5.1)$$

де, 640000 – вартість серійного плуга, грн;

Проведемо розрахунки затрат різних технологій обробітку ґрунту.

Визначимо витрати на заробітну плату складають:

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

де, CT - тарифна ставка, грн./год.

n - кількість механізаторів, чол.

Традиційний МТА:

оранка

$$З = \frac{1}{0.8} \cdot 19,5 = 24,5 \text{ грн / га.}$$

коткування

$$З = \frac{1}{4,8} \cdot 17,1 = 3,56 \text{ грн / га.}$$

Разом по серійній технології.

$$З_c = 24,50 + 3,56 = 28,06 \text{ грн/га.}$$

Модернізований МТА:

$$З = \frac{1}{0,7} \cdot 19,5 = 27,7 \text{ грн / га.}$$

Амортизаційні відрахування визначаються за формулою:

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

де, $Ц$ - вартість машини, грн.;

Q - амортизаційні відрахування, %;

t_H - планове річне навантаження, год.

					ДП.208.045.467-н.096.ПЗ	Арк.
Зм	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Традиційна технологія:

- плуг:

$$A^c = \frac{1,1 \cdot 64000 \cdot 0,15}{500 \cdot 0,8} = 26,4 \text{ грн/га.}$$

трактор:

$$A^c = \frac{1,1 \cdot 515000 \cdot 0,15}{1800 \cdot 0,8} = 59,12 \text{ грн/га.}$$

коток:

$$A^c = \frac{1,1 \cdot 142000 \cdot 0,15}{300 \cdot 4,8} = 16,81 \text{ грн/га.}$$

трактор:

$$A^c = \frac{1,1 \cdot 515000 \cdot 0,15}{1800 \cdot 4,8} = 9,84 \text{ грн/га.}$$

Разом:

$$A^c = 26,4 + 59,12 + 16,81 + 9,84 = 112,17 \text{ грн/га.}$$

Запропонована технологія:

- плуг:

$$A^3 = \frac{1,1 \cdot 88865 \cdot 0,15}{500 \cdot 0,7} = 41,89 \text{ грн/га.}$$

- на трактор:

$$A^3 = \frac{1,1 \cdot 605000 \cdot 0,15}{2400 \cdot 0,7} = 56,56 \text{ грн/га.}$$

Разом:

$$A^3 = 41,89 + 56,56 = 98,45 \text{ грн/га.}$$

Відрахування на ПР та ТО:

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

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

Традиційна технологія:

плуг:

$$R^c = \frac{1,1 \cdot 64000 \cdot 0,15}{500 \cdot 0,8} = 26,4 \text{ грн/га.}$$

трактор:

$$R^c = \frac{1,1 \cdot 515000 \cdot 0,15}{1800 \cdot 0,8} = 59,12 \text{ грн/га.}$$

коток:

$$R^c = \frac{1,1 \cdot 14200 \cdot 0,15}{300 \cdot 4,8} = 16,81 \text{ грн/га.}$$

трактор:

$$R^c = \frac{1,1 \cdot 310000 \cdot 0,15}{1600 \cdot 4,8} = 6,67 \text{ грн/га.}$$

					ДП.208.045.467-Н.096.ПЗ	Арк.
Зм	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Разом:

$$R^c = 26,4 + 59,12 + 16,81 + 9,84 = 112,17 \text{ грн/га.}$$

Запропонована технологія:

плуг:

$$R^3 = \frac{1,1 \cdot 88865 \cdot 0,15}{500 \cdot 0,7} = 41,89 \text{ грн/га.}$$

- на трактор:

$$R^3 = \frac{1,1 \cdot 605000 \cdot 0,15}{2400 \cdot 0,7} = 56,56 \text{ грн/га.}$$

Разом:

$$R^3 = 41,89 + 56,56 = 98,45 \text{ грн/га.}$$

Визначимо витрати на пальне:

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

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:

оранка

$$П^c = \frac{0,825 \cdot 55,5 \cdot 0,24 \cdot 22}{0,8} = 302,2 \text{ грн/га.}$$

коткування

$$П^c = \frac{0,825 \cdot 55,5 \cdot 0,24 \cdot 22}{4,8} = 50,36 \text{ грн/га.}$$

Разом

$$П^c = 302,2 + 50,36 = 352,56 \text{ грн/га.}$$

Запропонована технологія:

$$П^3 = \frac{0,825 \cdot 70 \cdot 0,24 \cdot 22}{0,8} = 341,15 \text{ грн/га.}$$

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

$$B = 3 + A + R + П; \quad (5.6)$$

Серійний МТА:

$$B^c = 28,06 + 112,17 + 112,17 + 352,56 = 604,66 \text{ грн/га.}$$

Модернізований МТА:

$$B^3 = 27,7 + 98,45 + 98,45 + 341,15 = 565,75 \text{ грн/га.}$$

Питомі капіталовкладення визначаються за формулою:

$$K = \frac{1,1 \cdot Ц}{t_H \cdot W_{год}}; \quad (5.7)$$

					ДП.208.045.467-Н.096.ПЗ	Арк.
Зм	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Традиційна технологія:

$$K_{\text{м}}^{\text{с}} = \frac{1,1 \cdot 64000}{500 \cdot 0,8} = 176 \text{ грн/га.}$$

Запропонована технологія:

$$K_{\text{м}}^{\text{р}} = \frac{1,1 \cdot 88865}{500 \cdot 0,7} = 279,29 \text{ грн/га.}$$

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:

$$I_{\text{с}} = 604,66 + (0,15 \cdot 176) = 631,06 \text{ грн/га.}$$

Запропонована технологія:

$$I_{\text{р}} = 565,75 + (0,15 \cdot 279,29) = 607,64 \text{ грн/га.}$$

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

$$E = (I_{\text{с}} - I_{\text{р}}) \cdot W_{\text{год}} \cdot t_{\text{н}}; \quad (5.9)$$

$$E = (631,06 - 607,64) \cdot 0,7 \cdot 500 = 8197 \text{ грн.}$$

Оцінимо потенційне зниження витрат завдяки раціональнішому використанню гербіцидів, що дозволить частково компенсувати інвестиції в обладнання. Припустимо, що середня норма внесення становить 2,4 л/га, а вартість одного літра — 12 євро. У такому випадку витрати на обробку одного гектара складуть близько 748,8 грн. Якщо завдяки технологічному вдосконаленню вдасться скоротити норму внесення на 10%, то економія складе 74,88 грн/га. Для площі в 500 га — це вже 37 440 грн за сезон. Водночас, зважаючи на те, що бур'янами вражена лише половина посівів, реальна економія становитиме орієнтовно 18 720 грн.

Отже, застосування розробленого нами обладнання приносить щорічний економічний ефект у сумі $(18\,720 + 8\,197)$ 26 917 гривень. Тепер визначимо термін окупності капітальних вкладень у проект.

					ДП.208.045.467-н.096.ПЗ	Арк.
Зм	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

$$T = \frac{Ц}{E}; \quad (5.10)$$

$$T = \frac{88865}{26917} = 3,3 \text{ роки.}$$

Окупність інвестицій у впровадження запропонованого агрегату становитиме 3,2 роки, що суттєво менше за прогнозований термін експлуатації лемішно-полицевих плугів. Це свідчить про доцільність і раціональність використання даної конструкції з економічної точки зору.

5.2. Заключні висновки

1. Згідно з розрахунками, орієнтовна вартість виготовлення нової машини становитиме близько 88 865 грн. Для об'єктивної оцінки її економічної ефективності вона була зіставлена з аналогічними агрегатами: МТЗ-80+ПЛН-3-35 та МТЗ-80+КШП-4.

2. Хоча КШП-4, відповідно до нормативних показників, має продуктивність 4,8 га/год і виконує аналогічні функції, її вилучення з виробничого процесу дозволяє зменшити витрати на обробіток ґрунту без втрати якості виконання робіт.

3. Агрегат МТЗ-923.3 у комплекті з ПЛН-3-35М дає змогу скоротити витрати на пальне на 110,41 грн з кожного гектара. Очікуваний річний економічний ефект від експлуатації агрегату становить 269 170 грн, а термін його окупності — 3,3 роки, що підтверджує високий рівень ефективності запропонованого технічного рішення.

					ДП.208.045.467-н.096.ПЗ	Арк.
Зм	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

ВИСНОВКИ

У процесі виконання кваліфікаційної роботи на тему "Обґрунтування комплексу машин і використання техніки при вирощуванні кукурудзи на зерноз удосконаленням плуга-розпушувача" було проведено комплексне дослідження, яке охопило як теоретичні, так і практичні аспекти вирощування кукурудзи в специфічних ґрунтово-кліматичних умовах Полісся. Основною метою роботи було розроблення оптимального комплексу машин для забезпечення ефективного вирощування кукурудзи, а також створення нової конструкції плуга-розпушувача, адаптованої до місцевих умов. Проведені дослідження дозволили досягти поставлених цілей і отримати результати, які мають як теоретичне, так і практичне значення.

Зона Полісся характеризується специфічними природними умовами, зокрема високим рівнем зволоженості ґрунтів, низькою родючістю піщаних і супіщаних ґрунтів, а також значною кількістю опадів. Ці фактори створюють певні виклики для сільськогосподарського виробництва, особливо для вирощування кукурудзи, яка є вимогливою до якості обробітку ґрунту, поживного режиму та агротехнічних заходів. Аналіз сучасних технологій вирощування кукурудзи показав, що ефективність виробництва значною мірою залежить від правильного підбору машин і обладнання, які враховують особливості місцевих ґрунтів і клімату. У роботі було проведено огляд існуючих комплексів машин, які застосовуються для вирощування кукурудзи, та оцінено їхню придатність для умов Полісся.

На основі проведеного аналізу було обґрунтовано оптимальний комплекс машин, який включає техніку для основного та передпосівного обробітку ґрунту, сівби, внесення добрив, догляду за посівами та збирання врожаю. Зокрема, для основного обробітку ґрунту рекомендовано використання комбінованих агрегатів, які забезпечують якісне розпушування та збереження структури ґрунту. Для сівби кукурудзи запропоновано застосування точних сівалок, які забезпечують

					ДП.208.045.467-Н.096.ПЗ							
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата								
Розробив	Філоненко				ВИСНОВКИ				Літ.		Аркуш	Аркушів
Перевіри	Кірисенко											
Консулат.									ЖАТФК гр. Аі-45			
Н.контр.	Бучко											
Затв.	Руденко											

рівномірний розподіл насіння та оптимальну глибину загортання. Для догляду за посівами рекомендовано використання культиваторів із системами точного внесення добрив, що дозволяє підвищити ефективність використання поживних речовин. Для збирання врожаю обґрунтовано доцільність застосування комбайнів із адаптерами для кукурудзи, які мінімізують втрати зерна.

Одним із ключових результатів роботи є розробка конструкції плуга-розпушувача, адаптованого до умов зони Полісся. Запропонована конструкція враховує особливості місцевих ґрунтів, зокрема їхню низьку щільність і схильність до перезволоження. Плуг-розпушувач поєднує функції глибокого розпушування та обертання ґрунтового шару, що сприяє покращенню аерації, зменшенню ущільнення та підвищенню водопроникності ґрунту. У процесі розробки було використано сучасні методи моделювання, що дозволило оптимізувати геометричні параметри робочих органів плуга. Проведені розрахунки показали, що використання запропонованої конструкції забезпечує зниження енергетичних витрат на обробіток ґрунту на 10-15% порівняно з традиційними плугами, а також сприяє підвищенню врожайності кукурудзи за рахунок покращення умов росту рослин.

Економічна оцінка впровадження запропонованого комплексу машин і плуга-розпушувача показала їхню високу ефективність. Розрахунки свідчать про зниження собівартості вирощування кукурудзи на 8-12% завдяки оптимізації технологічних процесів і зменшенню витрат на паливо та робочу силу. Крім того, використання адаптованої техніки сприяє підвищенню врожайності на 5-10%, що забезпечує додатковий економічний ефект. Таким чином, запропоновані рішення є економічно доцільними для господарств зони Полісся, особливо для малих і середніх фермерських господарств, які працюють у складних ґрунтово-кліматичних умовах.

Результати роботи можуть бути використані як основа для подальших досліджень у сфері оптимізації технологій вирощування кукурудзи та розробки сільськогосподарської техніки. Запропонований плуг-розпушувач має потенціал для серійного виробництва після проведення додаткових польових випробувань і

					ДП.208.045.467-н.096.ПЗ	Арк.
Зм	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

сертифікації. Крім того, розроблений комплекс машин може бути адаптований для вирощування інших культур у схожих ґрунтово-кліматичних умовах.

Таким чином, проведені дослідження підтвердили гіпотезу про можливість підвищення ефективності вирощування кукурудзи в умовах зони Полісся за рахунок використання оптимального комплексу машин і нової конструкції плуга-розпушувача. Отримані результати мають практичну цінність для аграрного сектору, сприяють підвищенню продуктивності сільськогосподарського виробництва та відповідають сучасним вимогам до економічної ефективності та екологічної безпеки. Подальші дослідження можуть бути спрямовані на вдосконалення конструкції плуга-розпушувача, впровадження елементів точного землеробства та розробку автоматизованих систем управління технологічними процесами.

Сучасні тенденції в ґрунтообробній техніці свідчать про активне впровадження багатоопераційних машин, що поєднують кілька функцій за один прохід. Особливий акцент робиться на розробці агрегатів із посиленням розпушуванням ґрунту після роботи плужних корпусів, що дозволяє суттєво знизити енергозатрати під час вирощування сільськогосподарських культур.

У межах нашого дослідження пропонується оновлений варіант навісного плуга ПЛН-3-35, доповнений елементами для поверхневої обробки орного горизонту. Така конфігурація сприяє ущільненню верхнього шару, зменшує капілярність (яка може пошкоджувати сходи), рівномірно подрібнює ґрунт та ефективно очищує посівний шар від бур'янів шляхом їхнього виведення на поверхню з подальшим природним знищенням.

Функціональні елементи плуга виконують різні завдання: плужні корпуси знімають та перевертають основний пласт землі, частково його подрібнюючи; вирівнювач ущільнює поверхню, зменшуючи капілярний ефект; котки вирівнюють структуру ґрунту, створюючи вологозатримувальні борозни; а штригельні пальці очищують посівний шар від бур'янів та перемішують ґрунт. Комплексний вплив сприяє поліпшенню водно-повітряного балансу, зниженню потреби в хімічних засобах обробки та збереженню вологи в холодний період року.

					ДП.208.045.467-н.096.ПЗ	Арк.
Зм	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Встановлення додаткового обладнання потребує додаткової тягової потужності в 4,4 кН. Щоб компенсувати збільшене бокове зусилля з боку необробленої ділянки поля, передбачено зміщення навісної системи вправо, що також знижує навантаження на польові дошки й подовжує термін їх служби.

З урахуванням умов експлуатації, конструкцією передбачено коток з колесами діаметром 33 см і товщиною 3 см, а також один ряд штригельних елементів із пружинної сталі діаметром 10 мм. Вирівнювач, як найбільш навантажена частина, обладнаний знімними пластинами на болтовому з'єднанні, що дозволяє оперативно замінювати їх у польових умовах.

За результатами техніко-економічних розрахунків, вартість розробленої конструкції оцінюється приблизно в 88 865 грн. Для аналізу її ефективності проведено порівняння з наявними машинами типу МТЗ-80 у комплекті з ПЛН-35 та КШП-4.

Агрегат на базі МТЗ-923.3 з модернізованим ПЛН-3-35М дозволяє зекономити до 110,41 грн/га тільки за рахунок зменшення витрат пального. Сумарний річний економічний ефект сягає 260 917 грн, а період окупності становить 3,3 роки, що свідчить про доцільність впровадження даного технічного рішення.

					ДП.208.045.467-н.096.ПЗ	Арк.
Зм	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

ЛІТЕРАТУРА

1. Бокач О. Технологія вирощування кукурудзи в Україні / О. Бокач // Сингента Україна. — 2016. — URL: <https://www.syngenta.ua>.
2. Вирощування кукурудзи 2025: від підготовки ґрунту до врожаю // Ерідон. — 2025. — URL: <https://www.eridon.ua>.
3. Технологія і комплекс машин для вирощування і збирання кукурудзи на силос // Doc4web. — URL: <https://doc4web.ua>.
4. Мащенко Ю. В. Біотехнологічні прийоми вирощування кукурудзи на зерно по різних попередниках в умовах Степу України / Ю. В. Мащенко, І. М. Соколовська, В. О. Коваленко // Подільський вісник: сільське господарство, техніка, економіка. — 2024. — № 43. — DOI: <https://doi.org/10.37406/2706-9052-2024-2>.
5. Ґрунтообробка // Вікіпедія. — 2015. — URL: <https://uk.wikipedia.org>.
6. Технологія і комплекс машин для вирощування і збирання кукурудзи на силос // Knowledge.allbest. — URL: <https://knowledge.allbest.ua>.
7. Кукурудза під мікроскопом // AgroTimes. — 2024. — URL: <https://agrotimes.ua>.
8. Технологія вирощування кукурудзи // Semagro. — URL: <https://www.semagro.com.ua>.
9. Ціна помилок при вирощуванні кукурудзи // DEKALB Україна. — 2015. — URL: <https://www.dekalb.ua>.
10. Визначення технологічних процесів передпосівного обробітку ґрунту / Є. В. Іванов // GitHub. — URL: <https://evgivanov.github.io>.
11. Вирощування кукурудзи: особливості культури // Tetra-Agro. — 2024. — URL: <https://tetra-agro.com.ua>.
12. Вирощування кукурудзи методом Strip Till: які нюанси потрібно врахувати // Healthysoil. — 2023. — URL: <https://healthysoil.in.ua>.

					ДП.208.045.467-н.096.ПЗ					
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата						
Розробив	Філоненко				ЛІТЕРАТУРА			Літ.	Аркуш	Аркушів
Перевіри	Кіриєнко									
Консулат.								ЖАТФК зр. Аі-45		
Н.контр.	Бучко									
Затв.	Руденко									

13. Підготовка агрегату до роботи. Розрахунок системи машин для вирощування кукурудзи // Agro.bobrodobro. — URL: <https://agro.bobrodobro.ua>.
14. Досвід вирощування кукурудзи і соняшнику на Поліссі / СТОВ Десна // Пропозиція. — 2020. — URL: <https://propozitsiya.com>.
15. Вітчизняне виробництво сільськогосподарської техніки / Волиньагротех // Т1.ua. — URL: <https://t1.ua>.
16. Кравчук В. І. Сільськогосподарські машини: підручник / В. І. Кравчук, М. М. Кулик. — К.: Урожай, 2018. — 456 с.
17. Погорілий Л. В. Технологія вирощування кукурудзи на зерно і силос / Л. В. Погорілий. — К.: Аграрна наука, 2019. — 320 с.
18. Шуст І. М. Конструкція сільськогосподарських машин / І. М. Шуст, В. П. Кравець. — Львів: Світ, 2020. — 280 с.
19. Ткачук В. І. Основи землеробства в умовах Полісся / В. І. Ткачук. — Житомир: Полісся, 2017. — 200 с.
20. Гриценко В. В. Технологічні карти вирощування сільськогосподарських культур / В. В. Гриценко. — К.: Аграрна освіта, 2016. — 180 с.
21. Сільськогосподарська техніка для обробітку ґрунту / І. О. Сидоренко // Техніка АПК. — 2022. — № 5. — С. 34–40.
22. Оптимізація комплексу машин для вирощування кукурудзи / О. П. Ляшенко // Аграрний вісник. — 2023. — № 12. — С. 22–28.
23. Конструкція плугів для мінімального обробітку ґрунту / М. С. Коваль // Техніка і технології АПК. — 2021. — № 3. — С. 15–20.
24. Енергоощадні технології в землеробстві / П. М. Задорожний. — К.: Урожай, 2019. — 250 с.
25. Вирощування кукурудзи в умовах Полісся: агротехнічні аспекти / Л. О. Шевчук // Сільське господарство України. — 2024. — № 8. — С. 10–16.

					ДП.208.045.467-н.096.ПЗ	Арк.
Зм	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

ДОДАТКИ

ДОДАТКИ

ІНСТРУКЦІЯ З ОХОРОНИ ПРАЦІ

для слюсаря з ТО та ремонту тракторів

1. Загальні положення

1.1. Ця інструкція з охорони праці розроблена для слюсарів, які виконують роботи з технічного обслуговування (ТО) та ремонту тракторів, і є обов'язковою для виконання. Вона встановлює вимоги безпеки під час виконання робіт, спрямованих на підтримання техніки в робочому стані, та запобігання нещасним випадкам.

1.2. До роботи слюсарем з ТО та ремонту тракторів допускаються особи, які:

- досягли 18 років;
- пройшли медичний огляд і не мають протипоказань до виконання робіт;
- мають відповідну професійну підготовку (кваліфікацію слюсаря 3–6 розряду);
- пройшли вступний і первинний інструктаж з охорони праці, а також навчання з безпечних методів роботи;
- ознайомлені з правилами пожежної безпеки, електробезпеки та надання першої допомоги.

1.3. Слюсар зобов'язаний:

- виконувати лише доручену роботу, для якої він проінструктований;
- дотримуватися вимог цієї інструкції, а також правил внутрішнього трудового розпорядку;
- використовувати засоби індивідуального захисту (ЗІЗ) відповідно до характеру виконуваних робіт;
- знати та застосовувати безпечні методи роботи з інструментами, обладнанням і механізмами;
- негайно повідомляти керівника про виявлені несправності обладнання, інструментів чи порушення техніки безпеки.

1.4. небезпечні та шкідливі виробничі фактори, які можуть впливати на слюсаря:

- рухомі частини тракторів (вали, паси, ланцюги);
- електричний струм (при роботі з електрообладнанням);
- гострі кромки деталей, інструментів;
- падіння важких деталей чи інструментів;
- хімічні речовини (мастила, паливо, кислоти в акумуляторах);
- шум, вібрація, запиленість, недостатнє освітлення;
- небезпека травмування при піднятті вантажів або роботі на висоті.

1.5. Слюсар забезпечується ЗІЗ, до яких належать:

- спецодяг (комбінезон або куртка і штани з бавовняної тканини);

- захисні рукавиці (бавовняні, шкіряні або комбіновані);
- захисні окуляри або щиток при роботі з електроінструментом;
- взуття з металевим носком і нековзною підошвою;
- каска (при роботі під піднятими частинами трактора або на висоті);
- засоби захисту слуху (навушники або беруші) при високому рівні шуму.

1.6. Робоче місце слюсаря має бути обладнане відповідно до вимог безпеки:

- достатнє освітлення (не менше 200 лк для загального освітлення, 500 лк для локального);
- справні інструменти та обладнання;
- засоби пожежогасіння (вогнегасники, пісок, покривала);
- аптечка для надання першої допомоги.

1.7. У разі порушення вимог охорони праці слюсар несе відповідальність відповідно до чинного законодавства України, зокрема Кодексу законів про працю та Закону України «Про охорону праці».

2. Вимоги безпеки перед початком роботи

2.1. Перед початком роботи слюсар зобов'язаний:

- перевірити справність ЗІЗ, надіти їх відповідно до виду робіт (наприклад, рукавиці при роботі з маслами, окуляри при зварюванні);
- оглянути робоче місце, переконатися у відсутності сторонніх предметів, що можуть заважати роботі;
- перевірити справність інструментів (гайкових ключів, викруток, домкратів, знімачів тощо) та обладнання (верстатів, підйомників, компресорів);
- переконатися, що трактор, який підлягає ТО чи ремонту, знеструмлений, двигун вимкнений, а ключ запалювання вилучений;
- перевірити наявність і справність заземлення електрообладнання;
- забезпечити достатнє освітлення робочої зони.

2.2. Якщо роботи проводяться в ремонтній майстерні, слюсар перевіряє:

- стан підлоги (вона має бути рівною, неслизькою, без розлитих мастил чи палива);
- справність вентиляційної системи для видалення вихлопних газів або хімічних випарів;
- наявність огорожень для рухомих частин обладнання (верстатів, шліфувальних машин).

2.3. При роботі з підйомним обладнанням (домкрати, талі, крани) слюсар:

- перевіряє їх вантажопідйомність і справність;
- переконується, що підйомні механізми надійно закріплені;
- встановлює упори або підставки під підняті частини трактора для

запобігання їх падінню.

2.4. Слюсар перевіряє наявність і доступність засобів пожежогасіння та аптечки. У разі виявлення несправностей обладнання, інструментів чи відсутності ЗІЗ він повідомляє керівника і не приступає до роботи до усунення недоліків.

2.5. Перед початком робіт, пов'язаних із паливною системою чи акумулятором, слюсар:

- забезпечує відсутність джерел відкритого вогню чи іскроутворення;
- перевіряє герметичність ємностей для зливу палива чи мастил;
- використовує гумові рукавиці та захисні окуляри при роботі з електролітом.

2.6. Слюсар ознайомлюється з технічною документацією трактора (паспортом, інструкцією з експлуатації), щоб врахувати особливості його конструкції та вимоги до ТО чи ремонту.

3. Вимоги безпеки під час виконання роботи

3.1. Загальні вимоги:

- Слюсар виконує лише ті роботи, які входять до його обов'язків і для яких він проінструктований.
- Забороняється залишати робоче місце без нагляду, якщо трактор чи обладнання перебувають у ввімкненому стані.
- Інструменти та деталі розміщуються в зручному порядку, щоб уникнути їх падіння чи травмування.
- Роботи на висоті (понад 1,3 м) проводяться з використанням драбин, риштувань або помостів із поручнями.

3.2. Технічне обслуговування тракторів:

- Перед початком ТО слюсар переконується, що трактор встановлено на рівній поверхні, колеса зафіксовані упорами, а ручне гальмо увімкнене.
- При зливі мастил чи палива використовуються спеціальні ємності, щоб уникнути розливання.
- Заміна фільтрів, перевірка ременів чи шлангів проводиться лише після охолодження двигуна.
- При перевірці гідравлічної системи слюсар стежить за герметичністю з'єднань і використовує манометри для контролю тиску.

3.3. Ремонтні роботи:

- Демонтаж важких вузлів (двигуна, трансмісії, мостів) проводиться за допомогою підйомних механізмів із відповідною вантажопідйомністю.
- При роботі з електрообладнанням (стартер, генератор) слюсар відключає акумулятор і перевіряє ізоляцію проводів.
- Зварювальні роботи проводяться в ізольованій зоні з використанням захисного щитка, рукавиць і спецодягу з вогнетривкої тканини.
- При обробці деталей на верстатах (свердлильних, шліфувальних) слюсар використовує захисні окуляри та надійно закріплює заготовки.

3.4. Робота з хімічними речовинами:

- При роботі з мастилами, паливом чи електролітом слюсар використовує гумові рукавиці, захисні окуляри та респіратор (за потреби).
- Забороняється змішувати різні типи мастил чи палива без узгодження з технічною документацією.
- Пролиті рідини негайно прибираються за допомогою абсорбентів (піску, тирси), а забруднені ганчірки утилізуються в спеціальні контейнери.

3.5. Робота з акумуляторами:

- Перед від'єднанням акумулятора слюсар знімає металеві прикраси (годинники, браслети), щоб уникнути короткого замикання.
- При перевірці рівня електроліту використовуються захисні окуляри та рукавиці, а робоче місце вентилується.
- Забороняється палити або використовувати відкритий вогонь поблизу акумулятора через ризик виділення водню.

3.6. Використання інструментів:

- Ручні інструменти (гайкові ключі, викрутки) мають бути справними, без тріщин чи деформацій.
- Електроінструменти (дрилі, шліфувальні машини) перевіряються на цілісність ізоляції шнура та корпусу.
- При роботі з пневматичним інструментом слюсар перевіряє тиск у системі та надійно закріплює шланги.

3.7. Робота під піднятим трактором:

- Забороняється перебувати під трактором, піднятим лише домкратом, без додаткових упорів.
- Слюсар використовує підставки або страхувальні пристрої, розраховані на вагу трактора.
- Перед початком роботи перевіряється стійкість трактора та надійність кріплення підйомних механізмів.

3.8. Організація робочого місця:

- Слюсар підтримує чистоту на робочому місці, своєчасно прибираючи використані матеріали, ганчірки та відходи.
- Забороняється захаращувати проходи деталями чи інструментами.
- У разі виконання робіт кількома працівниками слюсар координує свої дії з колегами, щоб уникнути травмування.

3.9. Дотримання електробезпеки:

- Електрообладнання, яке використовується слюсарем, має бути заземленим і оснащеним пристроями захисного відключення.
- Забороняється працювати з електроінструментом у вологих умовах або без діелектричних рукавиць.
- При виявленні несправностей електрообладнання (іскріння, запах горілого) слюсар негайно відключає його від мережі та повідомляє керівника.

3.10. Дотримання пожежної безпеки:

- У ремонтній зоні забороняється палити, використовувати відкритий вогонь чи електронагрівальні прилади без дозволу.
- Слюсар знає розташування засобів пожежогасіння та вміє ними користуватися.
- Легкозаймисті рідини (бензин, розчинники) зберігаються в герметичних ємностях подалі від джерел тепла.

4. Вимоги безпеки після закінчення роботи

4.1. Після завершення роботи слюсар:

- вимикає все обладнання та електроінструменти, від'єднує їх від мережі;
- перевіряє, чи вимкнений трактор, чи зняті ключі запалювання;
- прибирає робоче місце, складає інструменти та деталі у відведені місця;
- утилізує відходи (масла, ганчірки, упаковки) відповідно до встановлених правил;
- знімає ЗІЗ, перевіряє їх стан і зберігає в спеціально відведеному місці.

4.2. Слюсар оглядає обладнання та інструменти, виявляє можливі несправності та повідомляє про них керівника.

4.3. У разі роботи з хімічними речовинами слюсар переконується, що всі ємності герметично закриті, а пролита рідина прибрана.

4.4. Після закінчення робіт у ремонтній майстерні слюсар перевіряє, чи вимкнені вентиляція, освітлення та інші системи, і закриває приміщення.

4.5. Слюсар доповідає керівнику про виконану роботу, виявлені несправності чи порушення вимог безпеки.

5. Вимоги безпеки в аварійних ситуаціях

5.1. У разі виникнення аварійної ситуації (пожежа, ураження електричним струмом, травмування) слюсар:

- негайно припиняє роботу та відключає обладнання від мережі;
- повідомляє керівника та, за потреби, викликає аварійні служби (пожежну, медичну);
- евакуюється з небезпечної зони, якщо ситуація загрожує життю чи здоров'ю.

5.2. При пожежі:

- Слюсар використовує вогнегасник або інші засоби пожежогасіння для локалізації вогню, якщо це безпечно.
- Забороняється гасити електрообладнання водою; використовуються вуглекислотні вогнегасники.
- Якщо ліквідувати пожежу неможливо, слюсар евакуюється за встановленими маршрутами.

5.3. При ураженні електричним струмом:

- Слюсар відключає джерело струму або відтягує потерпілого від струмопровідних частин за допомогою діелектричного матеріалу (сухої

дерев'яної палиці, гумового килимка).

- Надає першу допомогу (штучне дихання, непрямий масаж серця) до прибуття медиків.

5.4. При травмах:

- Слюсар зупиняє кровотечу, накладає пов'язку або джгут (за потреби) і забезпечує транспортування потерпілого до медичного закладу.

- Забороняється самотійно вправляти вивихи чи переломи.

5.5. У разі витоку палива чи мастил слюсар:

- перекриває джерело витоку, якщо це безпечно;

- використовує абсорбенти для збирання рідини;

- забезпечує вентиляцію приміщення.

5.6. Слюсар зобов'язаний знати план евакуації, розташування аварійних виходів і засобів надання першої допомоги.

6. Відповідальність за порушення інструкції

6.1. Слюсар несе відповідальність за:

- невиконання вимог цієї інструкції;

- використання несправного обладнання чи інструментів;

- порушення правил пожежної та електробезпеки;

- приховування інформації про нещасні випадки чи аварійні ситуації.

6.2. Порушення вимог охорони праці може призвести до дисциплінарної, адміністративної або кримінальної відповідальності відповідно до законодавства України.

6.3. Керівник підприємства забезпечує контроль за дотриманням інструкції та проводить періодичні перевірки знань слюсаря з охорони праці.

7. Додаткові рекомендації

7.1. Слюсар проходить повторний інструктаж з охорони праці не рідше ніж раз на 6 місяців, а також позаплановий інструктаж у разі зміни технологічного процесу чи обладнання.

7.2. Для підвищення безпеки рекомендується:

- використовувати сучасне обладнання з автоматичними системами захисту;

- регулярно оновлювати ЗІЗ і перевіряти їх стан;

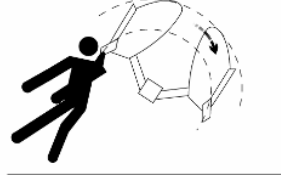
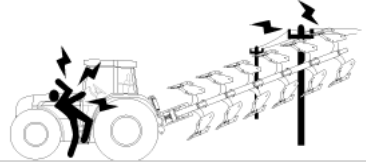
- брати участь у тренінгах із надання першої допомоги та гасіння пожеж.

7.3. Слюсар має право відмовитися від виконання роботи, якщо вона створює загрозу для його життя чи здоров'я, повідомивши про це керівника.

7.4. Під час виконання робіт у зимовий період слюсар використовує утеплені ЗІЗ і забезпечує обігрів робочого місця, якщо температура нижче 10 °С.

7.5. Для підтримання фізичного стану слюсар дотримується режиму праці та відпочинку, уникаючи перевантажень при піднятті важких деталей.

Знаки безпеки, що встановлюються на плуги згідно європейських норм безпеки праці

Загальний знак небезпеки	DANGER – позначення зон найбільшого ризику	WARNING – зони ризику середньої значимості
		
ATTENTION – попередження про потенційну небезпеку	Обов'язково прочитати інструкцію з експлуатації	Блокування робочих органів перед виконанням ТО
		
Дотримання безпечної дистанції	Місця можливих підтікань рідин під тиском	Значення максимальної транспортної швидкості
		
При з'єднанні плуга з трактором, його заглушити	Забороняється наближатись до плуга, що рухається	Знаходитись під плугом в транспортному положенні заборонено
		
Заборонено ставити ноги під дисковий ніж плуга	Не працювати у вільному одязі	Обережно рухатись під лініями електропередач
		
Треті особи мають знаходитись на безпечній відстані на полі	Заборонено знаходитись третім особам позаду плуга	При постановці плуга скинути тиск в гідросистемі
