

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
СУМСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ АГРАРНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
Факультет інженерно-технологічний
Кафедра агроінжинірингу

До захисту
Допускається
Завідувач кафедри

Шуляк М.Л.

КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА

за магістерським рівнем вищої освіти

На тему: « Обґрунтування технічного забезпечення
мобільного пункту ремонту ґрунтообробної техніки»

Виконав:

(підпис)

Бугайов В.Г.

(Прізвище, ініціали)

Група:

СТЗ 2302-2м

(Науковий) керівник:

(підпис)

Думанчук М.Ю.

(Прізвище, ініціали)

Суми – 2024

Реферат

Випускна кваліфікаційна робота представлена на 59 сторінках машинописного тексту пояснювальної записки, що містять 3 таблиці, 14 рисунків, 44 джерела посилань.

Магістерська робота присвячена вдосконаленню технології проведення ремонтних робіт ґрунтообробної техніки.

Метою роботи є обґрунтування вдосконалення технічного забезпечення мобільних пунктів ремонту ґрунтообробної техніки.

Об'єкт дослідження – технологічні методи виконання ремонту ґрунтообробної техніки на місці проведення польових робіт.

Предмет дослідження – технологічний процес ремонту ґрунтообробної техніки в польових умовах сільськогосподарського підприємства.

В роботі проведений огляд літературних джерел по темі дослідження, проведений аналіз проблем експлуатації ґрунтообробної техніки, особливості застосування мобільних пунктів ремонту, існуючих способів відновлення деталей ґрунтообробної техніки, проведено дослідження для вдосконаленого технологічного процесу відновлення, визначено основні технологічні режими відновлення.

Запропоновані перелік заходів з охорони праці при впровадженні розробленої технології, проведено економічне обґрунтування.

Ключові слова: КУЛЬТИВАТОР, ПЛУГ, РЕМОНТ, РЕСУРС, ЗНОШУВАННЯ, ҐРУНТ, ЗМІЦНЕННЯ, ТВЕРДІСТЬ, ЕЛЕКТРОІСКРОВА ОБРОБКА.

Зміст

ВСТУП.....	5
РОЗДІЛ 1. КОНСТРУКТИВНІ ТА ЕКСПЛУАТАЦІЙНІ ОСОБЛИВОСТІ ГРУНТООБРОБНОЇ ТЕХНІКИ.....	7
1.1 Особливості конструкції та експлуатації ґрунтообробних сільськогосподарських машин.....	7
1.2 Властивості ґрунту та його вплив на робочі органи ґрунтообробних машин.....	13
1.3 Поширені технічні проблеми експлуатації ґрунтообробної техніки.....	17
1.4 Причини та закономірності втрати працездатності робочими органами ґрунтообробних машин.....	21
1.5 Аналіз застосування пересувних майстерень для проведення ремонту ґрунтообробної техніки в полі.....	25
РОЗДІЛ 2. ТЕХНІЧНЕ ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ МОБІЛЬНОГО ПУНКТУ РЕМОНТУ ГРУНТООБРОБНОЇ ТЕХНІКИ.....	30
2.1 Технологічні процеси ремонту типових поломок ґрунтообробної техніки.....	30
2.2 Типове обладнання мобільного пункту для ремонту ґрунтообробної сільськогосподарської техніки в полі.....	33
2.3 Пропонований метод зміцнення робочих поверхонь лап культиваторів.....	37
2.4 Методика досліджень.....	39
2.5 Результати досліджень.....	41
2.4 Висновки.....	43
РОЗДІЛ 3. ОХОРОНА ПРАЦІ.....	45
РОЗДІЛ 4. ТЕХНІКО-ЕКОНОМІЧНЕ ОБҐРУНТУВАННЯ.....	50
ВИСНОВОК.....	54
СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ.....	55
ДОДАТКИ.....	58

ВСТУП

Сільськогосподарський сектор є наріжним каменем глобальної економіки, що сприяє виробництву продуктів харчування та зайнятості в сільській місцевості. У цьому секторі ґрунтообробне обладнання відіграє вирішальну роль у підготовці ґрунту, безпосередньо впливаючи на продуктивність та економічну життєздатність сільськогосподарських підприємств. Надійність такого обладнання стає найважливішою, оскільки вона впливає не лише на ефективність роботи, але й на загальний фінансовий стан сільськогосподарських операцій.

Надійне ґрунтообробне обладнання є невід'ємною частиною підвищення продуктивності сільського господарства. Ефективність підготовки ґрунту є основним фактором, який визначає врожайність, оскільки добре підготовлена земля сприяє здоровому росту рослин і оптимальному засвоєнню поживних речовин. Наприклад, сучасні ґрунтообробні машини, оснащені передовою технікою, можуть забезпечити точний обробіток ґрунту, що значно покращує структуру та аерацію ґрунту. Такі покращення можуть призвести до підвищення врожайності, як свідчать дослідження, які показують, що належним чином оброблений ґрунт може давати на 20% більше врожаю порівняно з неадекватно підготовленим ґрунтом. Крім того, надійне обладнання підвищує ефективність роботи та економію праці. Фермери можуть завершувати операції з обробітку ґрунту швидше та з меншою кількістю робітників, що дозволяє їм розподіляти ресурси в іншому місці ферми. Така ефективність не тільки максимізує продуктивність, але й знижує експлуатаційні витрати. Зводячи до мінімуму простої та забезпечуючи своєчасну сівбу, надійна ґрунтообробна техніка дозволяє краще керувати посівами та може призвести до підвищення загальної прибутковості сільськогосподарських підприємств.

Незважаючи на очевидні переваги надійної ґрунтообробної техніки, сільськогосподарські підприємства часто стикаються зі значними проблемами, пов'язаними з надійністю техніки. Такі фактори, як важкі умови праці,

неналежне технічне обслуговування та технологічна складність сучасного обладнання, можуть сприяти виходу обладнання з ладу та простою. Наприклад, дослідження, проведене на Середньому Заході, показало, що несправності обладнання під час критичних сезонів посіву призвели до втрати до 30% потенційного врожаю через затримки. Фінансова напруга через часті ремонти та заміни може бути виснажливою для фермерів, особливо для малих підприємств, які працюють із низькою нормою прибутку. Ця ситуація погіршується через зростання вартості деталей і робочої сили, що може призвести до циклу фінансової нестабільності. Щоб пом'якшити ці ризики, сільськогосподарські підприємства можуть прийняти кілька стратегій, таких як впровадження графіків планового технічного обслуговування, інвестиції в навчання операторів і вивчення варіантів гарантій або страхування, які покривають несправності обладнання. Активно звертаючи увагу на надійність ґрунтообробної техніки, фермери можуть краще захистити свою економічну діяльність і підвищити стійкість до експлуатації.

Надійність ґрунтообробної техніки є вирішальним чинником господарської діяльності сільськогосподарських підприємств. Її роль у підвищенні продуктивності в поєднанні з довгостроковими фінансовими наслідками надійності обладнання підкреслює необхідність для фермерів віддавати пріоритет надійній техніці у своїй діяльності. Незважаючи на те, що такі проблеми, як відмова обладнання та витрати на технічне обслуговування, залишаються, прийняття стратегічних заходів для пом'якшення цих ризиків може призвести до покращення економічних результатів. Оскільки сільськогосподарський сектор продовжує розвиватися, розуміння впливу надійності ґрунтообробного обладнання залишатиметься важливим для сприяння сталим і прибутковим методам ведення сільського господарства. Зрештою, інтеграція надійного ґрунтообробного обладнання приносить користь не тільки окремим фермерам, але й сприяє ширшій стійкості та конкурентоспроможності сільськогосподарської галузі в цілому.

РОЗДІЛ 1. КОНСТРУКТИВНІ ТА ЕКСПЛУАТАЦІЙНІ ОСОБЛИВОСТІ ГРУНТООБРОБНОЇ ТЕХНІКИ

1.1 Особливості конструкції та експлуатації ґрунтообробних сільськогосподарських машин

Сільськогосподарські машини для обробки ґрунту є незамінними інструментами в сучасному сільському господарстві, які змінюють спосіб підготовки землі до обробки. Ці машини відіграють вирішальну роль у маніпулюванні ґрунтом для створення оптимальних умов для росту врожаю, гарантуючи, що фермери зможуть виробляти продукти харчування ефективно та стабільно. Еволюція ґрунтообробної техніки має багату історію, починаючи з інноваційного сталевого відвального плуга, винайденого Джоном Діром у 1830-х роках. Сьогодні ці машини стали передовими, дозволяючи фермерам обробляти великі площі з точністю та ефективністю. У цьому есе розглядаються особливості ґрунтообробних сільськогосподарських машин, досліджуються їхні типи, основні характеристики, робочі механізми та переваги, які вони пропонують для сучасної сільськогосподарської практики.

Обробіток ґрунту визначається як переведення ґрунту в бажаний стан за допомогою механічних засобів із застосуванням різних інструментів для досягнення певних ефектів, таких як подрібнення, аерація та боротьба з бур'янами [1]. Історичне значення ґрунтообробних машин підкреслюється винаходом компанії John Deere у 1830-х роках першого сталевого відвального плуга, який значно підвищив ефективність обробки ґрунту. Полірована сталь відвала дозволяла більш плавно прорізати ґрунт, підвищуючи загальну ефективність оранки [2]. У сучасному сільському господарстві інтеграція сучасних ґрунтообробних машин зробила революцію в сільськогосподарській практиці, дозволяючи комерційним фермерам обробляти більші площі за менший час, підвищуючи при цьому точність і ефективність своїх операцій [3].

Серед різних типів ґрунтообробних сільськогосподарських машин

грунтообробний плуг, виділяється як життєво важливе знаряддя, призначене для боротьби з ущільненням ґрунту та покращення його структури [4]. Ця машина працює на глибших рівнях ґрунту, розбиваючи ущільнені шари та сприяючи кращому розвитку коренів культур. Після оранки використовують борони для очищення поверхні ґрунту, створюючи гладке насіннєве ложе, ідеальне для посіву [4]. Крім того, культиватори та борони відіграють важливу роль у боротьбі з бур'янами в просапних культурах, оскільки вони перешкоджають росту небажаних рослин і пригнічують проростання насіння, тим самим сприяючи більш здоровому розвитку культур [5].



Рисунок 1.1 – Плуг в роботі

Ефективність ґрунтообробних сільськогосподарських машин пояснюється їх ключовими властивостями, серед яких – здатність оптимізувати ґрунтові умови для проростання насіння та формування врожаю [7]. Операції з обробітку ґрунту охоплюють різноманітні завдання, які змінюють властивості ґрунту, такі як об'ємна щільність і розподіл розмірів пор, які є важливими для здорового росту рослин [7]. Крім того, детальні характеристики розпилення сільськогосподарських форсунок, які використовуються в поєднанні з цими машинами, можуть значно вплинути на ефективність боротьби зі шкідниками та поживними речовинами, що робить критичним для операторів розуміння різних доступних класів розпилення [6]. Ці функції в сукупності покращують

продуктивність ґрунтообробних машин, що призводить до покращення сільськогосподарських результатів.

Робочі механізми ґрунтообробних машин є складними й опираються на різноманітні сільськогосподарські джерела енергії та системи двигуна, включаючи механічні, гідравлічні та пневматичні системи [8]. Для ефективного обробітку ґрунту необхідно підтримувати рівномірність глибини обробітку ґрунту, залежно від таких факторів, як сорт культури та обрані методи обробітку ґрунту [9]. Крім того, правильне використання та технічне обслуговування вимірювальних інструментів є критично важливими в сільському господарстві, оскільки вони забезпечують точну оцінку стану ґрунту та допомагають оптимізувати методи ведення сільського господарства [10]. Інтеграція цих механізмів дозволяє фермерам досягти бажаних умов ґрунту для вирощування сільськогосподарських культур.



Рисунок 1.2 – Борона

Т переваги застосування ґрунтообробних сільськогосподарських машин численні, зокрема в системах консерваційного обробітку ґрунту, які значно зменшують вітрову та водну ерозію ґрунту [11]. Ці системи не тільки сприяють збереженню ґрунту, але й підвищують продуктивність, зберігаючи структуру та здоров'я ґрунту. Згідно з дослідженнями, консерваційний обробіток дає найкращу можливість зупинити деградацію ґрунту та відновити продуктивність ґрунту, пропонуючи довгострокові переваги для стійкості

сільського господарства [7]. Крім того, зменшення споживання палива, пов'язане з цими методами, підкреслює економічні переваги ефективних ґрунтообробних машин [11]. Сукупні переваги використання ґрунтообробних сільськогосподарських машин підкреслюють їх важливість у сучасному сільському господарстві.

Екологічні міркування відіграють вирішальну роль у дискурсі навколо ґрунтообробних сільськогосподарських машин, особливо щодо здоров'я ґрунту та боротьби з ерозією. Загальноприйнято розрізняти два основних типи ерозії: природну ерозію, відому як денудаційна або геологічна ерозія, яка відбувається протягом тисячоліть, і антропогенну ерозію, яка значно посилюється сучасними методами землеробства [12]. Огляд здоров'я ґрунту підкреслює його ключову роль у підтримці продуктивності сільського господарства, забезпеченні основних екосистемних послуг і регулюванні клімату [13]. Це призвело до широкого впровадження систем консерваційного обробітку ґрунту, які призначені для збереження вологи в ґрунті, зменшення ерозії ґрунту та підвищення ефективності використання води в рослинництві [14]. Зводячи до мінімуму порушення шарів ґрунту, ці системи не тільки підвищують продуктивність сільського господарства, але й сприяють довгостроковій стійкості сільськогосподарських методів.

Ландшафт сільського господарства різко змінився завдяки технологічному прогресу в ґрунтообробних машинах, зокрема завдяки інтеграції технологій точного землеробства. Цей інноваційний підхід зробив революцію в тому, як фермери керують своїми культурами та худобою, дозволивши ефективніше використовувати ресурси та прийняти кращі рішення виготовлення на основі даних реального часу [15]. У рамках цих систем використовуються автоматизовані комплекси керування для покращення операцій з обробітку ґрунту, що включають тензометричне обладнання, системи бачення та ультразвукове сканування для оптимізації продуктивності [16]. Крім того, конструкція сучасних ґрунтообробних знарядь,

таких як «акумуляторна фреза», є прикладом трансформаційного підходу до методів обробки ґрунту шляхом використання акумуляторних технологій, які не тільки зменшують вуглецевий слід, але й підвищують ефективність роботи [17].

Економічний вплив ґрунтообробних сільськогосподарських машин є багатогранним питанням, яке має значні наслідки для ведення сільського господарства. Висока вартість землі є основною перешкодою, яка перешкоджає розширенню ферм і обмежує здатність фермерів, які займаються обробітком ґрунту, розподіляти зростаючі накладні витрати на техніку та робочу силу на більших площах [18]. Це створює складне середовище для фермерів, особливо в умовах коливань динаміки торгівлі та посилення тиску на світовому ринку. Незважаючи на ці проблеми, значний відсоток ферм — 63% класифікованих як «переважно обробіток ґрунту» — були визнані економічно життєздатними у 2018 році, а ще 19% вважалися фінансово стійкими, головним чином через наявність доходу поза фермою [18]. Така фінансова життєздатність підкреслює критичну роль ґрунтообробних машин у підвищенні продуктивності та підтримці економічного ландшафту сучасного сільського господарства.



Рисунок 1.3 – Культиватор

Незважаючи на їхні переваги, використання ґрунтообробних сільськогосподарських машин не позбавлене проблем. Однією з важливих проблем є нестача інструментів, обладнання та джерел енергії, що часто призводить до обмеженого вибору та низьких обсягів продажів. Цей дефіцит

має тенденцію до підвищення витрат на механізацію сільського господарства, створюючи фінансові бар'єри для багатьох фермерів [19]. Крім того, широка модернізація сільського господарства, призвела до серйозної деградації ґрунтів і серйозної втрати продуктивності ґрунтів, що підкреслює нагальну потребу у стійких практиках [20]. Складність землеробства без обробітку також висвітлюється в сучасних дослідженнях, які обговорюють переваги та проблеми, пов'язані з такою практикою, з різних агрономічних та екологічних точок зору [21].



Рисунок 1.4 – Глибокорозпушувач

Заглядаючи вперед, схоже, що майбутнє ґрунтообробних сільськогосподарських машин орієнтоване на інноваційні методи, які надають пріоритет стійкості та ефективності. Сучасні концепції розвитку технології обробітку ґрунту роблять наголос на реалізації контролю за режимами роботи ґрунтообробних машин, що дозволяє застосовувати більш точні та адаптивні агротехніки [22]. Наукова мета поточних досліджень полягає в тому, щоб з'ясувати вплив різних методів обробітку ґрунту на властивості ґрунту та врожайність сільськогосподарських культур, сприяючи глибшому розумінню їх довгострокових наслідків [23]. Крім того, поява комбінованих ґрунтообробно-сівальних машин означає тенденцію, спрямовану на суттєве скорочення експлуатаційних витрат і виробничих циклів, оптимізацію виробничих процесів і пом'якшення руйнування ґрунту [24]. Ці досягнення прокладають шлях до більш стійких сільськогосподарських методів, які відповідають

вимогам мінливого середовища.

1.2 Властивості ґрунту та його вплив на робочі органи ґрунтообробних машин

Ґрунт є важливою основою продуктивності сільського господарства, впливаючи на продуктивність ґрунтообробних машин і загальний стан сільськогосподарських культур. Розуміння різних властивостей ґрунту, включаючи його фізичні, хімічні, біологічні, вміст вологи та схильність до ерозії, дає цінну інформацію про те, як ці фактори взаємодіють із сільськогосподарською практикою. Характеристики ґрунту не тільки визначають ефективність операцій з обробки ґрунту, але й впливають на довгостроковий стан і стійкість ґрунту.

Фізичні властивості ґрунту відіграють ключову роль у визначенні його поведінки під впливом ґрунтообробних машин. Одним із найважливіших аспектів фізики ґрунту є його структура, на яку може негативно вплинути повторний обробіток. Тривалий обробіток ґрунту призводить до деградації структури ґрунту, внаслідок чого підвищується сприйнятливість до вітрової та водної ерозії [1]. Крім того, на ступінь ущільнення ґрунту впливає не лише тип використовуваної сільськогосподарської техніки, а й фізичні та механічні властивості самого ґрунту. Такі фактори, як текстура ґрунту, об'ємна щільність і вологість, взаємопов'язані і суттєво впливають на взаємодію ґрунту з ґрунтообробним обладнанням [2]. Дослідження показують, що фізичні властивості ґрунту, зокрема об'ємна щільність, вміст води, вміст глини та рівень органічного вуглецю, тісно пов'язані з фізичною стабільністю ґрунту та його здатністю підтримувати операції з обробки ґрунту [3].

Хімічні властивості ґрунту також мають вирішальне значення для визначення того, як він взаємодіє з механізмами для обробки ґрунту. Основні характеристики, такі як текстура ґрунту, солоність (рН) і органічна речовина

грунту (SOM), впливають на ущільнення ґрунту та доступність поживних речовин, які є життєво важливими для росту культур [4]. Методи обробки ґрунту в поєднанні з управлінням азотом можуть значно змінити розподіл поживних речовин рослин та інші хімічні властивості в профілі ґрунту. Наприклад, різна глибина ґрунту може демонструвати глибокі відмінності у вмісті поживних речовин, що впливає на ефективність операцій з обробки ґрунту [5]. Крім того, ємність катіонного обміну ґрунту (CEC) є важливою хімічною властивістю, яка відображає здатність ґрунту утримувати та постачати необхідні поживні речовини для рослин. CEC вказує на негативний заряд на одиницю маси ґрунту, який відіграє вирішальну роль у доступності поживних речовин і родючості ґрунту [6].

Т Біологічні властивості ґрунту сприяють його загальному здоров'ю та продуктивності, впливаючи на ефективність ґрунтообробної техніки. Мікробна активність ґрунту є ключовим показником здоров'я ґрунту, оскільки такі мікроорганізми, як гриби та бактерії, відіграють життєво важливу роль у кругообігу поживних речовин і розкладанні органічних речовин. Грибні гіфи та позаклітинні полісахариди бактерій вносять значний внесок у структуру ґрунту, що, у свою чергу, впливає на водоутримання та аерацію [7]. Крім того, органічна речовина ґрунту має важливе значення для буферизації змін рН і підвищення адсорбуючої здатності ґрунту, яка може коливатися від 20% до 90% мінерального ґрунту [8]. Крім того, тварини, такі як дощові черв'яки, є невід'ємною частиною ґрунтових екосистем, сприяючи життєдіяльності бактерій і грибів і сприяючи різноманітності в ґрунті [9]. Ці біологічні взаємодії не тільки підвищують родючість ґрунту, але й впливають на продуктивність ґрунтообробних машин, впливаючи на структуру ґрунту та утримання вологи.

Ще одним критичним фактором, який впливає на роботу ґрунтообробних машин, є вологість ґрунту. Рівень вологи в ґрунті впливає на його зв'язність і стійкість до сил обробки, що робить управління вологістю необхідним для оптимальної продуктивності обробки ґрунту. Дослідження показали, що

ідеальний вміст вологи в ґрунті, зазвичай від 28,3% до 33,1%, є вирішальним для ефективного обробітку ґрунту. За межами цього діапазону, особливо при вищих рівнях вологості, ґрунт стає надмірно насиченим і може призвести до поганих результатів обробки [10][11]. Це підкреслює важливість оцінки вологості ґрунту при проектуванні та експлуатації ґрунтообробної техніки для забезпечення ефективності та мінімізації руйнування ґрунту. Крім того, дослідження показали, що різні способи обробітку ґрунту можуть суттєво впливати на вміст вологи в ґрунті, урожайність зерна та масу коренів, що підкреслює потребу в індивідуальних методах обробітку ґрунту на основі конкретних умов вологості [12].

Ерозія ґрунту є серйозною проблемою для сталого сільського господарства та посилюється неправильною практикою обробки ґрунту. Процес ерозії ґрунту включає три основні етапи: зміщення, транспортування та осадження часток ґрунту, що призводить до погіршення якості землі [13]. Це явище викликає особливе занепокоєння в таких країнах, як Індія, де деградація ґрунту створює значні проблеми для продуктивності сільського господарства. Основними причинами ерозії ґрунту є погане управління землею та вирубка лісів, що призводить до знищення захисного рослинного покриву [14]. Впровадження здорових сільськогосподарських методів, таких як сівозмінна та покривні культури, може ефективно пом'якшити ерозію ґрунту, забезпечивши безперервний ґрунтовий покрив і підвищивши стабільність ґрунту. Ці методи не тільки захищають від ерозійних процесів, але й покращують стан ґрунту, тим самим впливаючи на ефективність операцій з обробітку ґрунту [13].

Ущільнення ґрунту викликає серйозне занепокоєння в сільському господарстві, особливо тому, що воно пов'язане з типом використовуваної техніки та умовами ґрунту під час обробітку ґрунту. На ризик ущільнення ґрунту в першу чергу впливають особливості ґрунту та специфіка агротехніки використовуваної техніки [15]. Рух важкої техніки може призвести до сильного ущільнення, що, у свою чергу, може призвести до значного зниження

врожайності — до 50% або більше залежно від тяжкості ущільнення [16]. Це зниження продуктивності сільськогосподарських культур є не лише наслідком стиснення ґрунту, але також впливає на здатність ґрунту утримувати вологу та поживні речовини, що є критично важливим для здорового росту рослин. Цікаво, що впровадження систем скороченого обробітку ґрунту може бути корисним, оскільки ці методи залишають більшу кількість рослинних залишків на поверхні ґрунту. Цей залишок відіграє захисну роль, перехоплюючи опади, що допомагає запобігти ущільненню поверхні, поширеній формі ущільнення [17]. Зменшуючи ризик ущільнення, фермери можуть підвищити ефективність своїх операцій з обробки ґрунту та підтримувати вищий рівень здоров'я ґрунту та врожайності.

Вибір відповідної техніки для обробки ґрунту значною мірою залежить від розуміння властивостей ґрунту, що вимагає ретельного аналізу того, як ці властивості впливають на продуктивність обладнання. Методичний підхід до системного аналізу та комплексної оцінки ґрунтообробної техніки є життєво важливим для оптимізації агротехніки [18]. Різні типи та умови ґрунту вимагають певних характеристик техніки, щоб забезпечити ефективний обробіток ґрунту та мінімізувати такі негативні наслідки, як ущільнення та ерозія. Останні дослідження представили синтез ґрунтообробних механізмів і машин за допомогою морфологічного аналізу, що призвело до значних удосконалень у конструкції ґрунтообробного обладнання, адаптованого до конкретних ґрунтових середовищ [19]. Ця оптимізація конструкції спрямована на підвищення функціональності та ефективності машин для глибокого обробітку ґрунту, забезпечуючи виконання показників продуктивності за різних умов ґрунту [20]. Таким чином, розуміння властивостей ґрунту є не просто академічною справою, а практичною необхідністю для вибору техніки, яка відповідає цілям сільського господарства та стійкості ґрунту.

1.3 Поширені технічні проблеми експлуатації ґрунтообробної техніки

Ґрунтообробна техніка відіграє вирішальну роль у сучасному сільському господарстві, слугуючи основою для підготовки ґрунту, боротьби з бур'янами та вирощування сільськогосподарських культур. Ці машини, які включають плуги, борони та культиватори, призначені для покращення структури та родючості ґрунту, що зрештою сприяє ефективному вирощуванню сільськогосподарських культур. Однак ефективне функціонування ґрунтообробної техніки часто скомпрометовано рядом технічних проблем, які можуть суттєво перешкоджати веденню сільськогосподарських робіт. Розуміючи ці проблеми, фермери та сільськогосподарські інженери можуть краще вирішувати та пом'якшувати їхній вплив, забезпечуючи більш надійні та продуктивні методи ведення сільського господарства.

Огляд ґрунтообробної техніки показує її фундаментальну роль у сільськогосподарській практиці. Ґрунтообробна техніка визначається як обладнання, яке використовується для підготовки ґрунту до посіву шляхом його механічного перевертання, перемішування або аерації. Поширені типи ґрунтообробної техніки включають відвальний плуг, дискову борону та культиватор, кожен з яких призначений для конкретних умов ґрунту та цілей землеробства. Наприклад, відвальний плуг ефективний для подрібнення та загортання пожнивних решток, а дискові борони – для вирівнювання та перемішування ґрунту. Неможливо переоцінити важливість належної роботи цих машин, оскільки будь-яка несправність може призвести до неналежної підготовки ґрунту, зниження врожайності та збільшення експлуатаційних витрат. Тому розуміння роботи та обслуговування ґрунтообробної техніки є важливим для фермерів, які прагнуть оптимізувати свою сільськогосподарську продуктивність.

Механічні несправності є однією з найпоширеніших технічних проблем, що впливають на ґрунтообробні машини. Поширені проблеми включають зламані деталі, такі як зрізні болти або зубці, і зношені компоненти, такі як

підшипники або леза. Ці несправності часто виникають через відсутність регулярного технічного обслуговування, що з часом може призвести до накопичення зносу. Наприклад, нехтування змащенням рухомих частин може призвести до збільшення тертя, що призведе до передчасної поломки компонентів. Крім того, поганий дизайн може сприяти механічним збоєм; наприклад, обладнання, яке не є належним чином посиленням, може бути більш сприйнятливим до пошкоджень під час великих навантажень. Вплив цих механічних несправностей поширюється не тільки на саму техніку, оскільки вони можуть призвести до збоїв у сільськогосподарських роботах, збільшення часу простою та вищих витрат на ремонт, що зрештою вплине на прибутки фермера.

Гідравлічні системи є невід'ємною частиною роботи багатьох ґрунтообробних машин, забезпечуючи необхідну потужність для підйому, опускання та регулювання різних знарядь. Однак ці системи не позбавлені проблем. Поширені гідравлічні проблеми включають витіки, які можуть знизити рівень рідини та призвести до втрати тиску, що погіршує ефективність роботи машини. Наприклад, протікання гідравлічної лінії може спричинити неправильне зачеплення культиватора, що призведе до нерівномірної підготовки ґрунту. Втрата тиску також може виникнути через несправність гідравлічних насосів або забитих фільтрів, що ще більше посилює проблеми з продуктивністю. Наслідки гідравлічних несправностей можуть бути серйозними, оскільки вони не тільки перешкоджають роботі техніки, але також можуть призвести до збільшення споживання палива та неефективності роботи, що зрештою впливає на загальну продуктивність сільськогосподарської діяльності.

Електричні системи є ще одним важливим компонентом ґрунтообробної техніки, що контролює різні функції, такі як запалювання, освітлення та електронні системи моніторингу. Поширені проблеми з електрикою можуть включати несправну проводку, яка може порушити живлення основних

компонентів, і проблеми з датчиками, які впливають на моніторинг продуктивності. Наприклад, несправний датчик може призвести до неточних показників рівня вологості ґрунту, спричинивши неправильне налаштування глибини обробки ґрунту. Наслідки електричних збоїв можуть бути далекосяжними; вони можуть призвести до затримки операцій, збільшення витрат на оплату праці для усунення несправностей і навіть до пошкодження інших компонентів обладнання, якщо їх не усунути вчасно. Оскільки сільське господарство все більше покладається на технології, забезпечення надійності електричних систем ґрунтообробної техніки є життєво важливим для підтримки ефективних методів ведення сільського господарства.

Нарешті, ґрунтові та екологічні проблеми створюють додаткові труднощі для роботи ґрунтообробної техніки. Тип ґрунту та його стан можуть суттєво вплинути на продуктивність машини; наприклад, важкі глинисті ґрунти можуть спричинити надмірний знос ножів і потребують більш потужної техніки для досягнення бажаних результатів обробки ґрунту. Крім того, проблеми, пов'язані з рівнем вологості, можуть ускладнити операції з обробки ґрунту; надмірно вологий ґрунт може призвести до ущільнення, тоді як сухі умови можуть перешкоджати досягненню належної обробки ґрунту. Фермери повинні адаптувати свою техніку до різних умов навколишнього середовища, що може передбачати коригування налаштувань обладнання або використання спеціалізованих знарядь, розроблених для конкретних типів ґрунтів. Розуміючи ці виклики та відповідно адаптуючи свою практику, фермери можуть мінімізувати негативний вплив ґрунту та факторів навколишнього середовища на продуктивність ґрунтообробної техніки.

Помилки оператора є ще одним суттєвим фактором, що сприяє технічним проблемам ґрунтообробної техніки. Поширені помилки операторів під час обробки ґрунту включають неправильне налаштування налаштувань обладнання, неналежне використання техніки та нехтування проведенням передопераційних перевірок. Наприклад, відсутність калібрування глибини

обробітку ґрунту може призвести або до недостатньої підготовки ґрунту, або до надмірних порушень, що може негативно вплинути на врожайність. Крім того, недоліки в навчанні та освіті операторів можуть посилити ці проблеми. Недостатні знання про експлуатацію та технічне обслуговування машин можуть призвести до дорогих помилок і неефективності. Щоб зменшити проблеми, спричинені оператором, важливо запровадити комплексні навчальні програми, які включають практичний досвід і детальні інструкції щодо функцій та технічного обслуговування обладнання. Крім того, створення культури безпеки та відповідальності серед операторів може ще більше зменшити ризики, пов'язані з помилками людини.

Стратегії технічного обслуговування та усунення несправностей є життєво важливими для забезпечення надійності та довговічності ґрунтообробної техніки. Регулярне технічне обслуговування має вирішальне значення, оскільки воно допомагає виявити потенційні проблеми, перш ніж вони переростуть у значні проблеми. Загальні практики технічного обслуговування включають регулярні перевірки, змащування рухомих частин і своєчасну заміну зношених компонентів. Крім того, ефективні методи усунення несправностей, такі як систематичні підходи до вирішення проблем і використання діагностичних інструментів, можуть допомогти в оперативному вирішенні механічних, гідравлічних та електричних несправностей. Неможливо переоцінити роль технологій та інновацій у підвищенні надійності машин; Такі досягнення, як інструменти точного землеробства, датчики та аналітика даних, дають фермерам можливість контролювати продуктивність техніки в режимі реального часу, прогнозувати потреби в обслуговуванні та підвищувати загальну ефективність роботи. Використовуючи ці стратегії, фермери можуть забезпечити оптимальну роботу своєї ґрунтообробної техніки, мінімізуючи простой та максимізуючи продуктивність.

Ґрунтообробна техніка необхідна для успішного ведення сільського господарства, але вона часто чутлива до різноманітних технічних проблем, які

можуть перешкоджати її продуктивності. Ці проблеми включають механічні несправності, проблеми з гідравлічною системою, несправності електрики та проблеми, пов'язані з умовами ґрунту та навколишнього середовища. Крім того, помилки оператора та недостатня підготовка можуть посилити ці проблеми, тоді як регулярне обслуговування та ефективні стратегії усунення несправностей є критично важливими для зменшення ризиків. Інтеграція технологій та інновацій ще більше підвищує надійність ґрунтообробної техніки, дозволяючи покращити методи моніторингу та технічного обслуговування. Розуміючи ці загальні технічні проблеми та впроваджуючи комплексні стратегії для їх вирішення, фермери можуть значно підвищити ефективність і продуктивність своїх операцій з обробки ґрунту, що зрештою призведе до кращих сільськогосподарських результатів.

1.4 Причини та закономірності втрати працездатності робочими органами ґрунтообробних машин

Ефективність і довговічність ґрунтообробних машин мають вирішальне значення для сучасної сільськогосподарської практики, оскільки ці машини відіграють життєво важливу роль у підготовці ґрунту та вирощуванні врожаю. Однак працездатність цих машин може з часом зменшуватися через різні фактори. Розуміння причин і закономірностей цього падіння має важливе значення як для фермерів, так і для виробників. Аналізуючи ці елементи, це має на меті надати повний огляд складнощів, пов'язаних із підтримкою ефективності роботи ґрунтообробної техніки.

Механічний знос є однією з найважливіших причин зниження працездатності ґрунтообробних машин. Під час роботи цих машин можуть відбуватися різні види механічного зносу, включаючи абразивний знос, адгезійний знос і втомний знос. Наприклад, абразивне зношування поширене в середовищах з грубозернистим ґрунтом, де частинки можуть руйнувати поверхні робочих органів. Такі фактори, як недостатнє змащення, тривалі

робочі години та використання невідповідних компонентів, можуть ще більше прискорити ці процеси зношування. Регулярне технічне обслуговування, наприклад своєчасні перевірки та заміна зношених деталей, значно впливає на рівень зносу. Дослідження показали, що машини, які підлягають суворому технічному обслуговуванню, демонструють помітно подовжений термін служби та кращу продуктивність порівняно з аналогами, які погано обслуговуються. Взаємозв'язок між ефективним обслуговуванням і механічним зносом підкреслює важливість розробки процедур систематичного обслуговування для збереження працездатності ґрунтообробних машин.

Характеристики ґрунту відіграють вирішальну роль у впливі на продуктивність і довговічність ґрунтообробних машин. Текстура ґрунту, тобто пропорції піску, мулу та глини, безпосередньо впливає на те, як машина взаємодіє з землею. Наприклад, більш важкі глинисті ґрунти можуть створювати більший опір ґрунтообробним знаряддям, що призводить до підвищеного зносу робочих органів машини. Крім того, вологість ґрунту є ключовим фактором; надмірно сухий або надмірно вологий ґрунт може негативно вплинути на ефективність операцій з обробки ґрунту. Коли ґрунт надто сухий, він стає твердим і компактним, що ускладнює проникнення машини, тоді як надмірно вологий ґрунт може призвести до злипання та неефективності роботи. Крім того, склад ґрунту, включаючи вміст органічної речовини та наявність каміння чи сміття, може створювати змінні моделі зносу робочих органів. Розуміння цієї пов'язаної з ґрунтом динаміки має важливе значення для оптимізації конструкції та робочих параметрів ґрунтообробних машин для різних сільськогосподарських умов.

Методи експлуатації значно впливають на знос ґрунтообробних машин. Одним з критичних факторів є швидкість роботи; якщо машини працюють на занадто високих або занадто низьких швидкостях, це може призвести до підвищення напруги та передчасного виходу з ладу робочих органів. Наприклад, надмірна швидкість може призвести до погіршення контролю та

більшого впливу на машину, тоді як неадекватна швидкість може призвести до неефективного обробітку ґрунту та збільшення витрати палива. Крім того, навички та досвід оператора мають вирішальне значення для визначення довговічності машини. Оператори, які добре навчені нюансам поводження з машиною, швидше за все, будуть приймати кращі рішення щодо швидкості, глибини та умов поля, тим самим зменшуючи непотрібний знос. Крім того, неналежне калібрування та регулювання обладнання може посилити проблеми зношування; наприклад, неправильно встановлені рівні глибини можуть призвести до надмірного навантаження на робочі органи. Таким чином, глибоке розуміння практики експлуатації є життєво важливим для підтримки ефективності та продовження терміну служби ґрунтообробних машин.

Т Чималу роль у втраті працездатності ґрунтообробних машин відіграють і фактори зовнішнього середовища. Погодні умови, такі як сильні опади або тривалі посухи, можуть вплинути на час і ефективність операцій з обробки ґрунту. Наприклад, надмірна вологість може призвести до ущільнення ґрунту та створити складні умови для обробки ґрунту, що призведе до підвищеного зносу робочих органів. Сезонні коливання ще більше ускладнюють операції з обробки ґрунту, оскільки продуктивність машин може коливатися в залежності від температури та стану ґрунту протягом року. Крім того, місцевість і ландшафт, де відбувається обробка ґрунту, значно впливають на ефективність машини; нерівна або горбиста місцевість може піддавати машини додатковим навантаженням, що призводить до прискореного зносу. Для фермерів вкрай важливо враховувати ці фактори навколишнього середовища під час планування операцій з обробітку ґрунту, гарантуючи, що машини використовуються в оптимальних умовах для збереження їхньої працездатності.

Якість матеріалів і інноваційний дизайн істотно впливають на довговічність ґрунтообробних машин. Вибір відповідних матеріалів для робочих органів має важливе значення, оскільки високоякісна сталь і сучасні

композити можуть витримувати суворі операції з обробки ґрунту краще, ніж матеріали нижчої якості. Наприклад, компоненти із загартованої сталі менш схильні до зносу та можуть зберігати свою ефективність протягом тривалих періодів використання. Крім того, доведено, що інновації в конструкції, такі як покращена геометрія леза та покращене зносостійке покриття, продовжують термін служби робочих органів. Порівняльний аналіз різних конструкцій ґрунтообробних машин показує, що машини, у яких використовуються ці передові матеріали та конструкції, незмінно перевершують традиційні моделі щодо зносостійкості та ефективності роботи. Таким чином, інвестиції у високу якість матеріалів та інноваційний дизайн є життєво важливими для підвищення довговічності та продуктивності ґрунтообробної техніки.

Технологічний прогрес значно змінив ландшафт ґрунтообробної техніки, запропонувавши інноваційні рішення для пом'якшення втрати працездатності. Останні інновації в технології обробки ґрунту, такі як автоматизовані системи та інтелектуальні датчики, підвищили точність і ефективність операцій з обробки ґрунту. Ці вдосконалення дозволяють у режимі реального часу відстежувати продуктивність машини та стан ґрунту, дозволяючи операторам приймати рішення на основі даних, які оптимізують використання робочого органу. Розвиток точного землеробства ще більше змінив спосіб роботи ґрунтообробних машин, оскільки він наголошує на індивідуальних підходах до управління ґрунтом, які враховують різні польові умови. Ця цілеспрямована стратегія не тільки покращує ефективність обробки ґрунту, але й зменшує непотрібне зношення техніки. Заглядаючи вперед, майбутні тенденції в техніці для обробки ґрунту, включаючи інтеграцію штучного інтелекту та робототехніки, мають великі перспективи для подальшого підвищення ефективності роботи та зниження рівня зносу. Оскільки ці технології розвиваються, вони мають потенціал для трансформації практики обробки ґрунту, гарантуючи, що робочі органи зберігають свою продуктивність протягом більш тривалого часу.

На втрату працездатності робочих органів ґрунтообробних машин впливає безліч взаємопов'язаних факторів. Механічний знос, спричинений різними типами зносу та технічного обслуговування, становить значну загрозу довговічності машини. Характеристики ґрунту, методи експлуатації та фактори навколишнього середовища також відіграють вирішальну роль у визначенні того, наскільки ефективно можуть працювати ґрунтообробні машини. Крім того, якість матеріалів та інноваційний дизайн значно підвищують довговічність, а економічні міркування підкреслюють важливість стратегічних інвестицій у машини. Нарешті, технологічний прогрес продовжує змінювати сектор обробки ґрунту, пропонуючи рішення, які можуть зменшити знос і підвищити ефективність. Розуміючи та розглядаючи ці різноманітні аспекти, зацікавлені сторони в сільськогосподарській галузі можуть оптимізувати продуктивність і термін служби ґрунтообробних машин, що зрештою призведе до більш стійких і продуктивних методів ведення сільського господарства.

1.5 Аналіз застосування пересувних майстерень для проведення ремонту ґрунтообробної техніки в полі

Мобільні майстерні визначаються як автономні підрозділи, оснащені необхідними інструментами та обладнанням для проведення технічного обслуговування та ремонту безпосередньо на фермі. Їх основна мета — підтримка сільськогосподарських операцій шляхом надання послуг з ремонту ґрунтообробної техніки на місці, що є важливим для оптимізації виробництва рослинництва. Історично концепція мобільних майстерень еволюціонувала від елементарних установок до передових транспортних засобів, оснащених високотехнологічними інструментами та діагностичним обладнанням. Ця еволюція відображає зростаючі вимоги сучасного сільського господарства, де швидкість і ефективність операцій є найважливішими. Важливість мобільності в сучасній сільськогосподарській практиці неможливо переоцінити; Оскільки сільськогосподарські операції стають складнішими та потреба в негайному

ремонті зростає, мобільні майстерні пропонують своєчасне рішення, яке підвищує продуктивність і зменшує затримки в роботі.

Переваги пересувних майстерень з ремонту ґрунтообробної техніки багатогранні. По-перше, вони значно підвищують ефективність за рахунок мінімізації часу простою для фермерів. Традиційні методи ремонту часто вимагають транспортування обладнання до стаціонарної майстерні, що може призвести до тривалих періодів простою важливого обладнання. Мобільні майстерні усувають це обмеження, дозволяючи проводити ремонт на місці, гарантуючи, що фермери можуть швидко повернутися до своєї роботи. По-друге, мобільні майстерні є економічно вигідною альтернативою звичайним послугам ремонту. Зменшуючи витрати на транспортування та роботу, пов'язану з переміщенням обладнання, фермери можуть заощадити час і гроші. Крім того, мобільні майстерні покращують доступність послуг з ремонту, особливо у віддалених або сільських районах, де стаціонарних майстерень може бути мало. Ця доступність життєво важлива для фермерів, які покладаються на своєчасне технічне обслуговування для забезпечення безперебійної роботи свого обладнання, що в кінцевому підсумку підтримує виробництво продуктів харчування та сільську економіку.

Обладнання пересувної майстерні вимагає ретельного підбору необхідних інструментів для обслуговування ґрунтообробної техніки. Основні ручні інструменти, такі як гайкові ключі, викрутки та плоскогубці, незамінні для базового ремонту та регулювання. Ці інструменти дозволяють технікам виконувати завдання, починаючи від затягування болтів і закінчуючи заміною компонентів. Крім того, такі електроінструменти, як дрилі та шліфувальні машини, мають вирішальне значення для складніших ремонтів. Наприклад, при роботі з пошкодженими або зношеними деталями електроінструменти сприяють швидкому й ефективному модифікуванню. Крім того, такі діагностичні інструменти, як мультиметри та манометри, стають все більш важливими для точного виявлення проблем, особливо в міру того, як

обладнання для обробки ґрунту стає все більш технологічним. Комбінація цих інструментів дає технікам можливість працювати з різноманітними сценаріями ремонту, тим самим підвищуючи загальну ефективність мобільних майстерень.

Спеціальний ремонт обладнання для обробки ґрунту потребує спеціальних інструментів та обладнання, адаптованих до індивідуальних вимог кожного агрегату. Наприклад, для ремонту плуга потрібні такі інструменти, як регулятори відвалів плуга та заточувачі ножів плуга, щоб забезпечити оптимальну продуктивність. Подібним чином для ефективного ремонту борон можуть знадобитися інструменти для обслуговування, такі як зубці та регульовальні ключі. Культиватори, з іншого боку, вимагають спеціальних інструментів для таких завдань, як заміна лопат або налаштування глибини. Наявність цих спеціалізованих інструментів під рукою є критично важливою для техніків, які керують мобільними майстернями, оскільки це дозволяє їм ефективно вирішувати широкий спектр ремонтних потреб. Можливість виконувати ці ремонти на місці не тільки економить час, але й гарантує, що сільськогосподарські операції можуть продовжуватися з мінімальними перервами, що в кінцевому підсумку призводить до підвищення врожайності та успішної роботи.

Незважаючи на свої переваги, мобільні майстерні стикаються з кількома проблемами, які можуть вплинути на їх ефективність. Одним із суттєвих обмежень є просторові обмеження, пов'язані з роботою з мобільного пристрою. Компактний характер мобільних майстерень може обмежити типи обладнання та інструментів, які можна зберігати та транспортувати, потенційно обмежуючи обсяг ремонту, який можна виконати в польових умовах. Крім того, погодні умови можуть вплинути на мобільність і можливості обслуговування мобільних майстерень. Неприятливі умови, такі як дощ, сніг або сильна спека, можуть завадити технікам працювати ефективно та безпечно. Крім того, ще однією перешкодою є вимога щодо спеціалізованої підготовки техніків, які керують мобільними майстернями. Техніки повинні бути добре обізнаними не тільки в

ремонті механічних пристроїв, але й у логістиці мобільних операцій, включаючи навички управління часом і обслуговування клієнтів. Вирішення цих проблем має важливе значення для максимізації ефективності мобільних майстерень і забезпечення їх відповідності потребам сучасного сільського господарства.

Тематичні дослідження успішного впровадження мобільних майстерень дають цінну інформацію про ефективність цього підходу в сільськогосподарських умовах. Наприклад, ферми в регіонах, де доступ до традиційних ремонтних послуг є складним, повідомили значне підвищення ефективності їх роботи після впровадження мобільних майстерень. Ці ферми відчули скорочення часу простою обладнання, оскільки ремонт можна проводити на місці без необхідності транспортування до фіксованого місця. Аналіз цих тематичних досліджень показує помітне зростання задоволеності фермерів, оскільки виробники цінують негайну доступність ремонтних послуг, що дозволяє їм підтримувати продуктивність у критичні періоди ведення сільського господарства. Крім того, уроки, отримані в результаті цих успішних реалізацій, підкреслюють важливість належної підготовки техніків і необхідність оснащення мобільних пристроїв правильними інструментами для конкретних сільськогосподарських потреб. Задokumentувавши цей досвід, можна отримати інформацію про майбутні практики, щоб максимізувати потенціал мобільних майстерень у різних сільськогосподарських контекстах.

Т Заглядаючи у майбутнє, майбутні тенденції та інновації в мобільних майстернях готові ще більше трансформувати ландшафт сільськогосподарського ремонту. Новітні технології, такі як вдосконалена діагностика та автоматизовані інструменти, інтегруються в налаштування мобільних майстерень, що дозволяє проводити більш ефективний і точний ремонт. Потенціал для інтеграції мобільних майстерень із цифровими інструментами та дистанційною діагностикою є особливо багатообіцяючим, оскільки це дозволяє технікам діагностувати проблеми дистанційно,

скорочуючи час, необхідний для оцінки на місці. Крім того, мобільні майстерні все більше визнають за їхню роль у сталих сільськогосподарських практиках. Зменшуючи потребу в транспортуванні обладнання до стаціонарних майстерень, вони сприяють зниженню викидів вуглецю та зменшенню споживання палива. Це узгоджується з ширшою тенденцією до екологічно чистих методів ведення сільського господарства, роблячи мобільні майстерні не лише практичним, але й життєво важливим компонентом майбутнього сталого сільського господарства.

Пересувні майстерні є значним прогресом у сільськогосподарському секторі, надаючи необхідні послуги з ремонту на місці обладнання для обробки ґрунту, що підвищує ефективність і продуктивність. Історична еволюція цих майстерень підкреслює їхню важливість у сучасному сільському господарстві, де мобільність і миттєвий доступ до ремонту є вирішальними. Переваги мобільних майстерень, включаючи підвищену ефективність, економічність і доступність, доповнюються необхідними інструментами та обладнанням, які дозволяють технікам ефективно виконувати широкий спектр ремонтних робіт.

1.6 Висновки по розділу 1

Метою роботи є обґрунтування вдосконалення технічного забезпечення мобільних пунктів ремонту ґрунтообробної техніки

Об'єкт дослідження – технологічні методи виконання ремонту ґрунтообробної техніки на місці проведення польових робіт.

Предмет дослідження – технологічний процес ремонту ґрунтообробної техніки в польових умовах сільськогосподарського підприємства

РОЗДІЛ 2. ТЕХНІЧНЕ ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ МОБІЛЬНОГО ПУНКТУ РЕМОНТУ ГРУНТОБРОБНОЇ ТЕХНІКИ

2.1 Технологічні процеси ремонту типових поломок ґрунтообробної техніки

Сільськогосподарська техніка для обробки ґрунту відіграє ключову роль у сучасному сільському господарстві, дозволяючи фермерам готувати свої поля до посіву та забезпечуючи оптимальний ріст врожаю. Ці машини, до яких належать плуги, борони та культиватори, необхідні для аерації ґрунту, боротьби з бур'янами та підготовки посівного ложа. Однак, як і будь-яке інше механічне обладнання, ґрунтообробна техніка схильна до поломок, які можуть знизити продуктивність сільського господарства. Розуміння технологічних процесів, пов'язаних з усуненням типових поломок, життєво важливо як для фермерів, так і для операторів техніки.

Ґрунтообробна сільськогосподарська техніка — це різноманітне обладнання, призначене для підготовки ґрунту. Найпоширеніші типи включають відвальний плуг, чизельний плуг, дискову борону та сівалку, кожен з яких служить для певної мети в процесі обробки ґрунту. Наприклад, відвальний плуг в основному використовується для перегортання ґрунту, а дискові борони ефективні для розбивання грудок і вирівнювання ґрунту. Важливість цих машин важко переоцінити, оскільки вони суттєво впливають на врожайність культур і здоров'я ґрунту. Однак суворі вимоги сільськогосподарських робіт піддають ці машини різноманітним механічним навантаженням, що призводить до частих поломок. Поширені проблеми включають зношені леза, несправні підшипники та проблеми з гідравлічними системами, які можуть призвести до зниження ефективності та збільшення часу простою.

Розпізнавання симптомів несправності обладнання має вирішальне значення для своєчасного втручання та ремонту. Загальні ознаки несправності можуть включати незвичайні шуми, нестабільну роботу або видимий знос

компонентів. Загалом поломки можна розділити на три основні типи: механічні, електричні та гідравлічні. Механічні поломки часто проявляються фізичними пошкодженнями або надмірним люфтом рухомих частин, тоді як електричні збої можуть проявлятися у вигляді перегорання запобіжників або несправності дисплеїв. З іншого боку, гідравлічні проблеми зазвичай проявляються через витік рідини або втрату тиску. Для точної діагностики цих поломок оператори можуть використовувати такі інструменти, як мультиметри для електричних систем, манометри для гідравлічної оцінки та візуальний огляд механічних компонентів. Використання таких методів не тільки полегшує ефективне усунення несправностей, але й мінімізує ризик подальшого пошкодження обладнання.

Ремонт механічних поломок передбачає системний підхід до перевірки та усунення. По-перше, оператори повинні провести ретельний огляд механічних компонентів, шукаючи ознаки зносу, зміщення або пошкодження. Поширені механічні несправності можуть включати зламані приводні паси, зношені зірочки або пошкоджені шестерні, кожна з яких потребує певних методів ремонту. Наприклад, заміна пошкодженого приводного ремня передбачає зняття старого ремня та встановлення нового, забезпечуючи належне натягнення та центрування. Крім того, не можна ігнорувати важливість профілактичного обслуговування; регулярне технічне обслуговування, включаючи перевірку мастила та компонентів, може значно зменшити ймовірність механічних несправностей. Завчасно вирішуючи потенційні проблеми, фермери можуть продовжити термін служби своєї ґрунтообробної техніки та підвищити ефективність роботи.

Електричні системи в ґрунтообробних машинах є невід'ємною частиною їх роботи, керуючи різними функціями, такими як запалювання, освітлення та гідравлічний привід. Основні компоненти включають акумулятори, генератори та джгути-проводів. Звичайні електричні несправності можуть проявлятися у вигляді мерехтіння вогнів, неможливості запуску або переривчастої роботи.

Діагностика цих проблем передбачає покроковий процес: починаючи з перевірки напруги батареї за допомогою мультиметра, перевірки з'єднань на наявність корозії та перевірки перемикачів на цілісність. Наприклад, якщо машина не запускається, оператор повинен спочатку перевірити заряд акумулятора, перш ніж перевірити стартер і систему запалювання. Усунення електричних несправностей часто передбачає заміну несправних компонентів, відновлення з'єднань або ремонт пошкодженої проводки. Таке систематичне усунення несправностей не тільки відновлює функціональність, але й підвищує безпеку та надійність обладнання.

Гідравлічні системи мають вирішальне значення для роботи багатьох ґрунтообробних машин, забезпечуючи необхідну силу для різних функцій, таких як підйом і опускання знарядь. Виявлення гідравлічних витоків або несправностей має важливе значення для підтримки ефективності роботи. Загальні ознаки проблем з гідравлічною системою включають видимі витoki рідини навколо шлангів і фітингів, незвичайні шуми під час роботи або відсутність реакції гідравлічних елементів керування. Процедури ремонту гідравлічних компонентів зазвичай включають ізоляцію системи, злив рідини та заміну пошкоджених шлангів або ущільнень. Наприклад, якщо гідравлічний циліндр протікає, оператор повинен зняти циліндр, замінити ущільнювачі та забезпечити належне збирання перед повторним наповненням гідравлічної системи. Регулярне технічне обслуговування, включаючи перевірку рівня рідини та заміну фільтрів, є життєво важливим для довговічності та надійності гідравлічних систем у ґрунтообробній техніці.

Під час обслуговування та ремонту сільгосптехніки безпека є перш за все. Засоби індивідуального захисту (ЗІЗ), такі як рукавички, захисні окуляри та черевики зі сталевими носками, необхідні для захисту операторів від потенційної небезпеки. Крім того, для запобігання нещасним випадкам критично важливі методи безпечного поводження, зокрема належні методи підйому та забезпечення вимкнення обладнання під час ремонту. Оператори

також повинні бути знайомі з посібником з експлуатації обладнання, який часто містить конкретні вказівки з техніки безпеки та процедури. Дотримуючись протоколів безпеки, оператори можуть зменшити ризик отримання травм і забезпечити безпечне робоче середовище під час технічного обслуговування.

Майбутнє ремонту ґрунтообробних машин визначається прогресом у технологіях, які вдосконалюють процеси діагностики та ремонту. Інтеграція інтелектуальних технологій, таких як датчики та пристрої Інтернету речей, дозволяє відстежувати продуктивність обладнання в режимі реального часу, забезпечуючи проактивне технічне обслуговування та швидшу діагностику. Крім того, неможливо переоцінити роль навчання та освіти в розвитку технік ремонту; оскільки техніка стає все більш складною, оператори та техніки повинні бути в курсі нових технологій і методологій ремонту. Можливості безперервного навчання, такі як семінари та онлайн-курси, є важливими для того, щоб надати робочій силі необхідні навички, щоб адаптуватися до цих досягнень.

2.2 Типове обладнання мобільного пункту для ремонту ґрунтообробної сільськогосподарської техніки в полі

Пересувні ремонтні пункти, за визначенням, - це рухомі одиниці, оснащені інструментами та обладнанням, необхідним для ремонту та обслуговування сільськогосподарської техніки в польових умовах. Їхня головна мета — надати негайну допомогу на місці фермерам, які інакше можуть зіткнутися з тривалими затримками у роботі техніки через непередбачені поломки. У сільськогосподарському секторі, де час часто ототожнюється з фінансовою вигодою, наявність можливостей мобільного ремонту може кардинально змінити ситуацію. Наприклад, мобільний пристрій може швидко вирішувати такі проблеми, як несправність фрези або зламаний трактор, дозволяючи фермерам відновити свою роботу з мінімальними перервами. Переваги цих мобільних пунктів ремонту виходять за рамки простої зручності;

вони також підвищують загальну продуктивність сільськогосподарських операцій, зменшують потребу у дорогому транспортуванні важкої техніки до віддалених ремонтних майстерень і сприяють культурі проактивного технічного обслуговування серед сільськогосподарських працівників.

Для ефективного ремонту ґрунтообробної техніки необхідний комплексний набір інструментів. Ручні інструменти, такі як гайкові ключі, плоскогубці та викрутки, складають основу будь-якого мобільного ремонтного підрозділу. Ці інструменти незамінні для виконання різноманітних завдань, від затягування болтів до заміни зношених компонентів. Однак одних тільки ручних інструментів недостатньо для складнішого ремонту, що вимагає використання електроінструментів, таких як дрилі, шліфувальні машини та ударні гайковерти. Наприклад, ударний гайковий ключ може значно пришвидшити видалення стійких болтів, що є критичним у сценаріях ремонту, що потребують часу. Крім того, такі діагностичні інструменти, як мультиметри та манометри, є життєво важливими для усунення електричних і механічних проблем, дозволяючи технікам точно оцінювати продуктивність обладнання. Інтеграція цих інструментів не тільки спрощує процес ремонту, але й забезпечує виконання ремонту за найвищими стандартами, тим самим подовжуючи термін служби обладнання.

Гідравлічні системи відіграють ключову роль у функціональності ґрунтообробної техніки, вимагаючи спеціальних інструментів для ефективного ремонту. Розуміння гідравлічних систем має важливе значення для будь-якого техника, який працює на мобільному ремонтному пункті, оскільки ці системи часто відповідають за живлення критичних функцій, таких як підйом і опускання обладнання. Необхідні інструменти для гідравлічного ремонту включають гідравлічні домкрати, обжимки шлангів і набори для виявлення витоків. Крім того, належне управління гідравлічною рідиною є життєво важливим для підтримки цілісності системи та запобігання збоїв. Наприклад, техніки повинні регулярно перевіряти наявність витоків і гарантувати

оптимальний рівень гідравлічної рідини, щоб уникнути збоїв у роботі. Важливість управління гідравлічною рідиною неможливо переоцінити, оскільки навіть незначні витoki можуть призвести до значного простою обладнання та дорогого ремонту. Тому оснащення мобільних ремонтних пунктів правильними гідравлічними інструментами та протоколами технічного обслуговування має важливе значення для підтримки продуктивності ґрунтообробної техніки.

Технічне обслуговування шин і коліс має важливе значення для ефективності роботи ґрунтообробної техніки, а мобільні пункти ремонту повинні бути оснащені спеціальними інструментами для вирішення цих потреб. Типи інструментів для ремонту шин варіюються від важелів для шин і комплектів латок до повітряних компресорів і манометрів у шинах. Підтримка належного тиску в шинах має вирішальне значення, оскільки це безпосередньо впливає на економію палива, тягу та загальну продуктивність. Наприклад, недостатньо накачані шини можуть призвести до підвищення опору коченню, спричиняючи більшу витрату палива та потенційне пошкодження обладнання. Крім того, для забезпечення рівномірного зношування шин і безперебійної роботи обладнання необхідні інструменти для вирівнювання та балансування коліс, такі як датчики вирівнювання та балансування коліс. Правильне вирівнювання може запобігти передчасному зносу шин і покращити керування ґрунтообробним обладнанням, що зрештою сприяє більш ефективній сільськогосподарській діяльності.

Рішення для зберігання мобільного ремонтного обладнання відіграють важливу роль в ефективності мобільних ремонтних пунктів. Різні типи одиниць зберігання, включаючи ящики для інструментів, стелажі та переносні шафи, допомагають ефективно організувати інструменти та деталі. Організований робочий простір має вирішальне значення для скорочення часу, витраченого на пошук обладнання, що може значно вплинути на час ремонту. Впровадження організаційних систем, таких як набори інструментів із кольоровим кодуванням

і марковані відсіки для зберігання, може підвищити ефективність і забезпечити швидкий доступ техніків до необхідних інструментів. Крім того, важливі міркування щодо транспортабельності; Рішення для зберігання повинні бути легкими, але міцними, щоб витримувати суворий ремонт на місці. Інвестуючи в ефективні рішення для зберігання, мобільні пункти ремонту можуть підвищити ефективність роботи та швидкість реагування.

Міцний верстак є невід'ємною частиною ефективності мобільного ремонту, слугуючи спеціальним місцем для роботи техніків. Мобільні робочі станції, призначені для мобільності, часто оснащені такими функціями, як регулювання висоти, вбудоване місце для зберігання інструментів і достатній робочий простір для виконання різноманітних завдань. Неможливо переоцінити важливість управління простором у середовищі мобільного ремонту; добре організований робочий простір підвищує продуктивність і мінімізує хаос під час ремонту. Наприклад, виділення зон для різних типів ремонту або інструментів може спростити процес ремонту, дозволяючи технікам зосередитися на своїх завданнях без зайвого відволікання. Ефективні налаштування верстака в мобільних ремонтних підрозділах зрештою сприяють швидшому обігу та покращенню якості роботи.

Мобільні пункти ремонту ґрунтообробної сільськогосподарської техніки є важливою складовою сучасного сільського господарства, що підкреслює ефективність і продуктивність. Основні інструменти для ремонту охоплюють широкий спектр ручних інструментів, електроінструментів і діагностичного обладнання, а спеціалізовані інструменти для обслуговування двигуна, гідравліки та електричної системи забезпечують комплексну підтримку машин. Інструменти для обслуговування шин і коліс, ефективні рішення для зберігання та надійне обладнання безпеки ще більше підвищують функціональність мобільних ремонтних установок. Крім того, добре обладнаний робочий стіл та інтеграція майбутніх технологічних тенденцій обіцяють революцію в сфері ремонту мобільних пристроїв. Разом ці елементи підкреслюють важливість

можливостей мобільного ремонту для мінімізації простоїв і оптимізації продуктивності сільського господарства, що в кінцевому підсумку підтримує сталість і розвиток сільськогосподарського сектора.

2.3 Пропонований метод зміцнення робочих поверхонь лоп культиваторів

Для усунення зазначених вище недоліків нами був створений спосіб зміцнення поверхонь термооброблених сталевих деталей, який включає ЦЕЛІ та відрізняється тим, що в зону легування подається азот [43]. В даному випадку одночасно протікають два процеси ЦЕЛІ та азотування, що, по суті, є процесом нітроцементації методом ЕЛІ (НЦЕЛІ).

Спосіб нітроцементації здійснюється за рахунок використання пристрою, що закріплюється на вібраторі установки ЕЛІ (рис. 2.1).

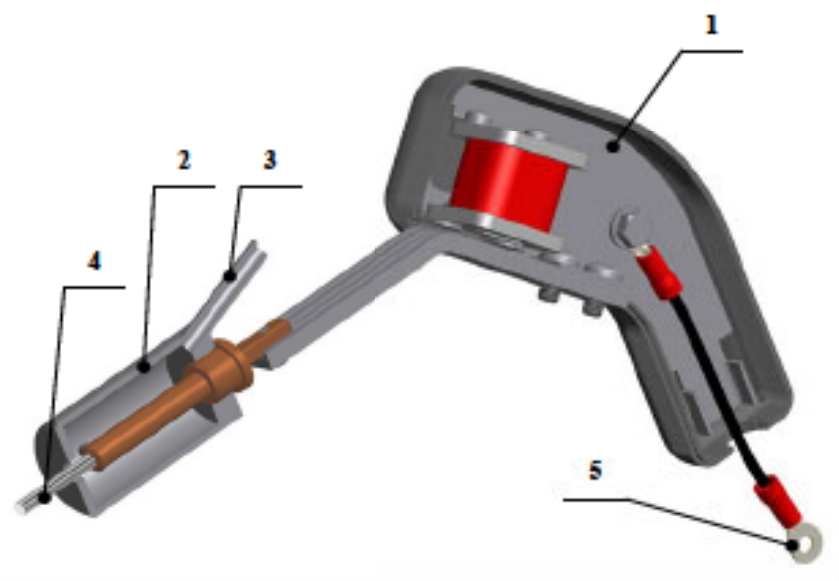


Рисунок 2.1 - Пристрій для подачі газу в зону легування: 1 - вібратор, 2 - оправлення для підведення газу, 3 - штуцер підведення газу, 4 - електрод, 5 - під'єднання вібратора до генератора ЕЛІ

У табл. 2.1 представлено розподіл мікротвердості в поверхневому шарі зразків сталі 40Х, термооброблених на твердість 3900-4000 МПа та зміцнених різними способами, а також наведені результати впливу цих способів зміцнення

на шорсткість утвореного зміцненого поверхневого шару.

Таблиця 2.1 – Результати ЦЕЛІ та НЦЕЛІ поверхневого шару зразків із сталі 40Х

Спосіб зміцнення	Мікротвердість, МПа (крок виміру 30 мкм)					Ra, мкм
	1	2	3	4	5	
ЦЕЛІ	7010	3800	4300	4100	3900	0,8
НЦЕЛІ	10500	6200	5300	4300	4000	0,7

На рис. 2.2 показані мікроструктури поверхневого шару сталі 40Х і розподіл мікротвердості по глибині шару при ЦЕЛІ та НЦЕЛІ.

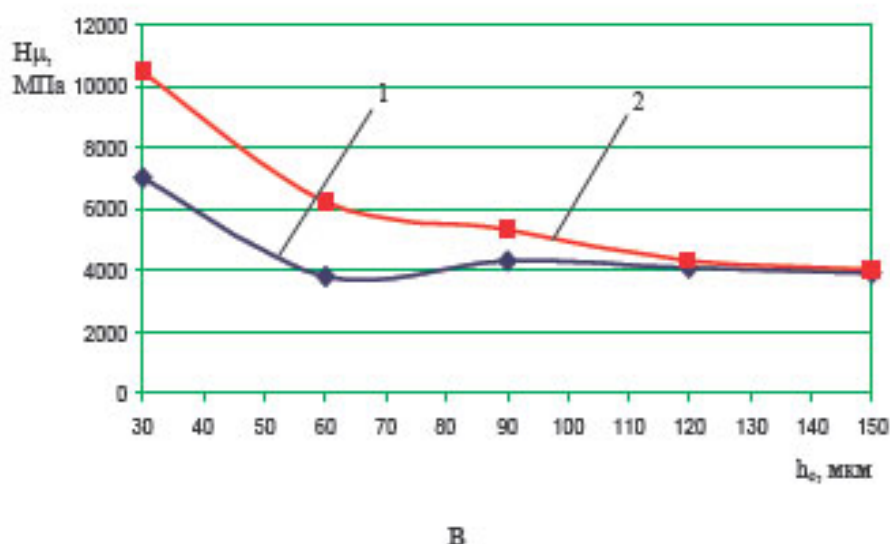
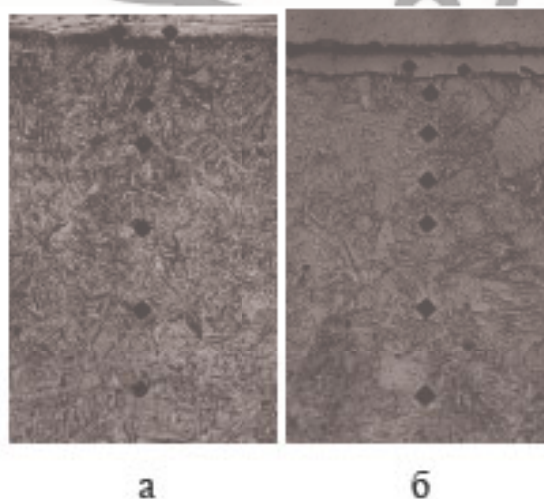


Рисунок 2.2 – Мікроструктура (а, б) та розподіл мікротвердості по глибині шару (в) зразків сталі 40Х після: а – ЦЕЛІ (1); б - НЦЕЛІ (2)

Процес НЦЕЛ, проведений на зазначених режимах, усуває характерний «провал твердості», при цьому відзначається загальне підвищення та плавне зниження твердості у перехідній зоні. Зниження шорсткості поверхні при НЦЭИЛ пояснюється захистом зони легування струменем азоту від навколишнього повітряного (окисного) середовища.

Для здійснення даного способу необхідна постійна наявність азоту, яке значний витрата значно знижує, а по суті, нівелює його переваги.

Відомий спосіб, описаний у [64], при якому для підвищення зносостійкості та втомної міцності низьколегованої сталі (24...25) ХГТ (18ХГТ, 30ХГТ) проводять ХТО в пастоподібному карбюризаторі, що містить у своєму складі азотисто-вуглецеві компоненти. При використанні даного способу карбюризатор у вигляді пасти (обмазки) наносять безпосередньо на будь-які поверхні, що зміцнюються, що прискорює реакцію генерування активних атомів азоту і вуглецю до поверхні сталі, на якій вони адсорбуються і дифундують вглиб матеріалу деталі. При такому механізмі витрата компонентів карбюризатора мінімальна, а здатність, що насичує, висока.

Завдяки тому, що компоненти пропонованого карбюризатора проявляють свою максимальну активність при різних температурах (500-900)°С, спосіб може бути використаний для ХТО сталевих виробів з різних видів, від практично чистого азотування до нітроцементациі, цементациі та ціанування.

Запропоновано новий спосіб азотування методом ЕЛ, що включає нанесення на поверхню деталі пастоподібного азотистого компонента і, не чекаючи його висихання, проведення ЕЛ електродом-інструментом з матеріалу, ідентичного матеріалу оброблюваної деталі.

2.4 Методика досліджень

Пропонований новий спосіб нітроцементациі здійснюється методом ЕЛ, який включає нанесення на зміцнювану поверхню насичувальної спеціальної технологічної середовища, в якості якої застосовують пастоподібний

карбюризатор, містить азотисто-вуглецеві компоненти і, не чекаючи на його висихання, проводять обробку електродом-інструментом з графіту.

Для забезпечення процесу нітроцементації використовували установку ЕІЛ моделі "Елітрон-52А", що забезпечує енергію розряду W_p в діапазоні 0,05-6,8 Дж. При цьому для досліджень застосовували енергію розряду $W_p = 0,13; 0,52$ та 3,4 Дж.

Для проведення металографічних досліджень підготовлених зразків використовували оптичний мікроскоп «Неофот-2», за допомогою якого оцінювали якість шару, його суцільність, товщину та будову зон шару – дифузійної зони та зони термічного впливу.

Також проводився дюрOMETричний аналіз розподілу мікротвердості в поверхневому шарі та по глибині шліфу від поверхні. Вимірювання мікротвердості проводили на мікротвердомірі ПМТ-3 вдавлюванням алмазної піраміди під навантаженням 0,05 Н, згідно з ГОСТ 9450-76. На всіх етапах обробки вимірювалася шорсткість поверхні на приладі профілограф-профілометр мод. 201 заводу "Калібр". Результати фіксували за допомогою спеціальної приставки.

Насичувальне середовище у вигляді пасти (45% сечовини + 45% жовтої кров'яної солі + 10% вазеліну) наносили на поверхню зразків сталі 20 і сталі 40, розміром 15x15x8мм і, не чекаючи висихання, проводили нітроцементацію методом ЕІЛ електродом-інструментом у вигляді графітового стрижня марки ЕГ-4 розміром 3x3x25 мм.

Розподіл елементів у поверхневому шарі визначали на растровому електронному мікроскопі з камерою низького вакууму та системою енергодисперсійного мікроаналізу РЕМ-106. Мікроскоп призначений для дослідження рельєфу поверхні різних об'єктів у твердій фазі та визначення елементного складу об'єктів методом рентгенівського мікроаналізу з енергій квантів характеристичного випромінювання у двох режимах: високого вакууму та низького вакууму. Дослідження об'єктів у вторинних електронах забезпечує

топографічний контраст. У відбитих електронах елементний контраст. Встановлений на приладі детектор XR-100FASTSDD фірми Amptek (США) дозволяє проводити якісний і кількісний елементний аналіз досліджуваної області об'єкта, що досліджується. Є можливість проводити дослідження зміни концентрації елементів уздовж лінії, що задається оператором в автоматичному режимі.

2.5 Результати досліджень

На рис. 3 показані мікроструктури поверхневого шару зразка сталі 20 після ЕІІ електродом-інструментом із сталі 20 з використанням енергії розряду $W_p = 0,13; 0,52$ і $3,4$ Дж, відповідним. Як видно з малюнка, структура поверхневого шару складається з трьох ділянок. Зверху розташовується білий шар, який не піддається травленню звичайними реактивами. Нижче «білого» шару розташована зона темнішого кольору – дифузійна зона і ще нижче зона основного металу. Зі збільшенням енергії розряду товщина «білого» шару та дифузійної зони зростають.

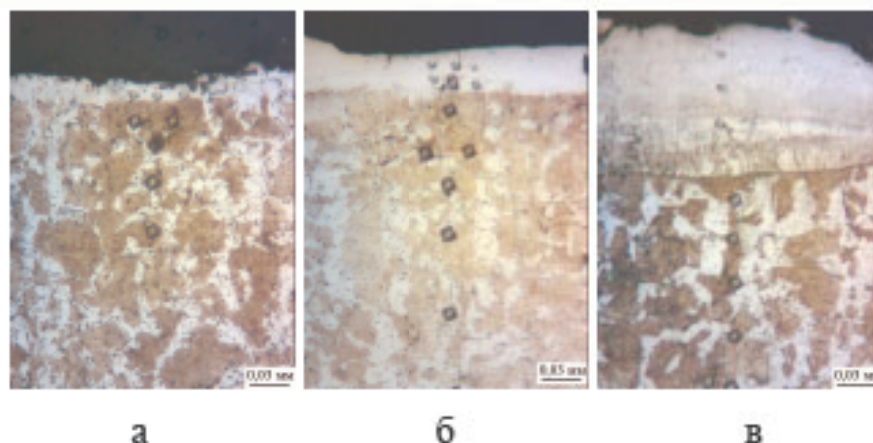


Рисунок 2.3 – Мікроструктури поверхневого шару зразка сталі 20 після ЕІІ електродом-інструментом із графіту: а – $W_p = 0,13$ Дж; б - $W_p = 0,52$ Дж; в - $W_p = 3,4$ Дж

На рис. 4 представлений графік розподілу мікротвердості поверхневого

шару сталі 20 після ЕІЛ електродом-інструментом з графіту. ДюрOMETричний аналіз розподілу мікротвердості у поверхневому шарі показав, що зі збільшенням режиму легування збільшується її величина та глибина зони підвищеної мікротвердості.

Результати вимірювання товщини, мікротвердості та суцільності "білого шару", а також величини шорсткості поверхні зразка сталі 40 після ЕІЛ електродом-інструментом з графіту з використанням енергії розряду $W_p = 0,13$; $0,52$ та $3,4$ Дж зведені в табл. 2.2.

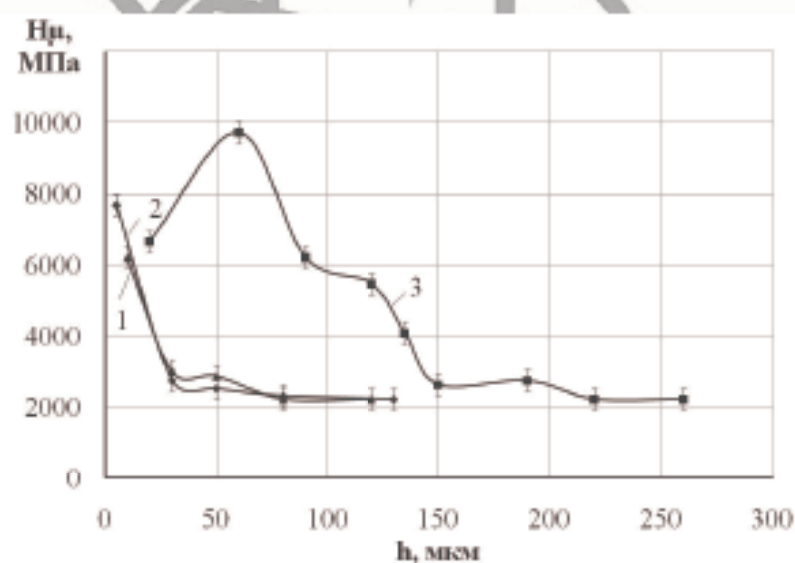


Рисунок 2.4 – Розподіл мікротвердості в міру поглиблення від поверхні:

1 – при $W_p = 0,13$ Дж; 2 – при $W_p = 0,52$ Дж; 3 – за $W_p = 3,4$ Дж

Таблиця 2.2 – Параметри якості поверхневих шарів, одержані після нітроцементзації методом ЕІЛ сталі 20 та сталі 40

Енергія розряду, Дж	Товщина «білого шару», мм	Мікротвердість «білого шару», МПа	Жорсткість, мкм			Суцільність «білого шару», %
			Ra	Rz	Rmax	
Сталь 20						
0,13	10-20	6665	0,8	1,9	6,5	80
0,52	30-40	7689	1,2	2,1	8,1	90
3,4	80-110	9731	4,1	11,3	25,1	100
Сталь 40						
0,13	20-30	7135	0,9	2,2	7,3	90
0,52	30-50	7920	1,3	2,7	8,7	100
3,4	80-120	9932	4,7	16,2	35,1	100

Аналіз табл. 2.2 показав, що заміна сталі 20 на сталь 40 тягне за собою збільшення товщини, мікротвердості та суцільності «білого шару». Розмір шорсткості поверхні збільшуються незначно.

На рис. 2.5 зображені лінії, за якими проводився аналіз хімічних елементів поверхневого шару зразків сталі 20 і сталі 40 після нітроцементації методом ЕЛЛ, а в таблицях 3-5 наведені дані їх розподілу по глибині шару з використанням енергії розряду 0,13; 0,52 та 3,4 Дж.

Аналіз таблиць показав, що при нітроцементації методом ЕЛЛ при всіх енергіях розряду найбільша кількість вуглецю та азоту знаходяться ближче до поверхні, причому у сталі 40 ці показники більші ніж у сталі 20. У міру поглиблення, при кроці сканування 2 мкм, кількість як вуглецю, і азоту знижується і при $W_p = 0,13$ Дж на глибині ~ 20 мкм, відповідно для сталі 20 і сталі 40 становить, 0,25; 0,44 та 0,05; 0,13%, а при $W_p = 0,52$ Дж (табл. 4) на цій же глибині для сталі 20 становить 0,21 і 0,04%, а для сталі 40 - на глибині ~ 28 мкм становить, відповідно, 0,38 та 0,04%.

Внаслідок аналізу табл. 2.3 встановлено, що при нітроцементації методом ЕЛЛ з $W_p = 3,4$ Дж найбільша кількість вуглецю та азоту також знаходяться ближче до поверхні, причому у сталі 40 ці показники більше ніж у сталі 20 і становлять, відповідно, 0,37; 0,21 та 0,58; 0,35%. У міру поглиблення, при кроці сканування 5 мкм, кількість як вуглецю, так і азоту знижується і на глибині ~ 45 мкм, для сталі 20, становить 0,23 і 0,11%, а для сталі 40 на глибині ~ 55 мкм – відповідно, 0,37 та 0,15%.

2.4 Висновки:

1. В результаті проведених досліджень запропоновано новий спосіб нітроцементації сталевих поверхонь деталей, який здійснюється методом ЕЛЛ і включає нанесення на зміцнювану поверхню насичувальної спеціальної технологічної середовища, в якості якої застосовують пастоподібний азотистий компонент, наприклад сечовину і, не чекаючи на його висихання,

проводять обробку електродом-інструментом з графіту.

2. При нітроцементації сталі 20 і сталі 40 зі збільшенням енергії розряду з 0,13 до 3,4 Дж зростають: відповідно, товщина білого шару з 10 до 110 і з 20 до 120 мкм; мікротвердість поверхневого шару з 6665 до 9731 та з 7135 до 9932 МПа; шорсткість поверхні(R_a) з 0,8 до 4,1 мкм та з 0,9 до 4,7 мкм; суцільність покриття з 80 до 100 та з 90 до 100 %. Заміна підкладки зі сталі 20 на сталь 40 не привносить істотних змін показники якості поверхневого шару.

3. При всіх енергіях розряду найбільша кількість вуглецю та азоту знаходиться ближче до поверхні та в міру поглиблення знижується. Зі збільшенням енергії розряду з 0,13 до 3,4 Дж глибина поширення вуглецю та азоту збільшується, відповідно з 20 до 45 та з 20 до 55 мкм.

Інженерно-технологічний факультет СНАУ

РОЗДІЛ 3. ОХОРОНА ПРАЦІ

У сфері сільського господарства мобільні ремонтні станції відіграють вирішальну роль у підтримці працездатності ґрунтообробних машин, необхідних для виробництва продуктів харчування. Ці мобільні пристрої забезпечують необхідну гнучкість для вирішення механічних проблем у віддалених місцях, гарантуючи, що обладнання залишається в робочому стані під час критичних періодів посіву та збирання врожаю. Однак характер роботи, що виконується на цих станціях, представляє значні ризики та небезпеки, які можуть загрожувати безпеці та здоров'ю працівників. В умовах поширеності виробничого травматизму та виробничих захворювань в аграрному секторі нагальним стає створення та підтримання безпечних умов праці на пересувних ремонтних станціях. У цьому есе розглядатимуться важливість безпечних умов праці, загальні небезпеки, з якими стикаються працівники, нормативно-правова база, що регулює безпеку, найкращі практики забезпечення безпеки працівників і роль роботодавців у створенні безпечного робочого середовища.

Неможливо переоцінити важливість безпечних умов праці на мобільних ремонтних станціях, оскільки це середовище часто пов'язане з ризиками, які можуть призвести до серйозних травм або навіть смертельних випадків. Мобільні ремонтні станції, які характеризуються здатністю обслуговувати сільськогосподарську техніку на місці, доставляють техніків безпосередньо до місця розташування обладнання, яке потребує ремонту. Ця гнучкість, хоч і корисна, наражає працівників на унікальні небезпеки, включаючи роботу важкої техніки та інструментів у потенційно небезпечних середовищах. Дослідження показують, що працівники сільського господарства піддаються більшому ризику отримати травми, пов'язані з роботою, порівняно з іншими секторами, причому рівень травматизму майже вдвічі перевищує рівень травматизму в інших галузях. Небезпечні умови праці не тільки загрожують здоров'ю, але й негативно впливають на продуктивність; Дослідження показують, що коли працівники почуваються в безпеці у своєму середовищі,

вони більш зосереджені та ефективні, що призводить до кращих загальних результатів сільськогосподарських операцій.

Працівники мобільних ремонтних станцій стикаються з різними поширеними небезпеками, які можуть суттєво вплинути на їх безпеку та здоров'я. Переважають фізичні небезпеки, оскільки працівникам часто доводиться працювати з важким обладнанням та інструментами, що може призвести до травм, таких як переломи або рвані рани. Крім того, використання техніки підвищує ризик нещасних випадків, особливо якщо не суворо дотримуються протоколи безпеки. Хімічні небезпеки також становлять значний ризик; працівники можуть піддаватися впливу шкідливих речовин, таких як масла, розчинники та паливо, що може призвести до респіраторних проблем або захворювань шкіри. Наприклад, тривалий вплив розчинників без належної вентиляції може призвести до токсичного впливу на нервову систему. Крім того, ергономічні небезпеки є головною проблемою мобільних станцій ремонту; завдання, які включають повторювані рухи або незручні пози, можуть призвести до розладів опорно-рухового апарату. Дослідження показують, що приблизно 30% працівників сільського господарства повідомляють про травми такого типу, що підкреслює необхідність ефективного ергономічного втручання.

Щоб пом'якшити ці небезпеки, надійна нормативна база регулює безпеку мобільних станцій ремонту. Для захисту працівників сільськогосподарського сектору існують різні нормативні акти щодо охорони праці та безпеки, наприклад стандарти Управління з охорони праці (OSHA) у Сполучених Штатах. Ці правила окреслюють конкретні вимоги до техніки безпеки, включаючи належну вентиляцію, використання засобів індивідуального захисту (ЗІЗ) і навчання роботі з небезпечними матеріалами. Урядові органи відповідають за дотримання цих стандартів, проведення інспекцій та надання вказівок роботодавцям щодо відповідності. Важливість дотримання галузевих інструкцій з безпеки очевидна; Організації, які впроваджують ці вказівки, не

тільки зменшують ймовірність нещасних випадків, але й сприяють розвитку культури безпеки, яка може підвищити моральний дух працівників і утримати їх.

Впровадження найкращих практик для забезпечення безпеки працівників мобільних ремонтних станцій має важливе значення для мінімізації ризиків і сприяння безпечному робочому середовищу. Одним із найефективніших заходів є створення комплексних програм навчання працівників з питань безпеки, які охоплюють такі теми, як розпізнавання небезпеки, безпечна робота обладнання та процедури реагування на надзвичайні ситуації. Регулярне технічне обслуговування та перевірка інструментів і обладнання також є критично важливими. Переконавшись, що всі машини знаходяться в належному робочому стані, ймовірність несправностей і нещасних випадків може бути значно зменшена. Крім того, надання засобів індивідуального захисту (ЗІЗ), таких як рукавички, захисні окуляри та засоби захисту органів дихання, є життєво важливим для захисту працівників від хімічних і фізичних небезпек. Відповідно до звіту Національного інституту безпеки та гігієни праці (NIOSH), правильне використання засобів індивідуального захисту може знизити ризик отримання травми до 50%, підкреслюючи необхідність їх забезпечення та використання.

Роль роботодавців у просуванні безпечних умов праці на мобільних ремонтних станціях є ключовою. Створення культури безпеки в організації заохочує працівників надавати безпеку пріоритету та брати активну участь в ініціативах з безпеки. Роботодавці повинні підтримувати відкриті канали спілкування, які дозволяють працівникам висловлювати занепокоєння щодо безпеки та пропозиції, таким чином сприяючи почуттю власності на методи безпеки. Заохочення участі працівників у комітетах з безпеки може ще більше посилити цю культуру, оскільки працівники, які беруть участь у процесах прийняття рішень, швидше за все, дотримуватимуться протоколів безпеки. Проведення регулярних перевірок та оцінок безпеки є ще одним важливим

обов'язком роботодавців; ці оцінки допомагають визначити потенційні небезпеки та оцінити ефективність існуючих заходів безпеки. Вживаючи профілактичних заходів для забезпечення безпечних умов праці, роботодавці можуть не тільки захистити своїх працівників, але й підвищити загальну продуктивність і ефективність роботи.

Обов'язки співробітників відіграють вирішальну роль у забезпеченні безпеки на мобільних ремонтних станціях. Працівники повинні усвідомлювати важливість повідомлення про загрози безпеці та можливі випадки, оскільки такий проактивний підхід може допомогти запобігти інцидентам у майбутньому. Швидко інформуючи керівників про будь-які небезпечні умови або близькі дзвінки, співробітники сприяють колективному усвідомленню потенційних ризиків, дозволяючи своєчасно втручатися. Крім того, важливо дотримуватися встановлених протоколів і процедур безпеки; відповідність гарантує, що всі працівники розуміють необхідні запобіжні заходи, яких необхідно вживати під час роботи. Це включає належне використання інструментів, постійне носіння ЗІЗ та дотримання вказівок щодо небезпечних матеріалів. Крім того, безперервне вивчення методів безпеки ще більше підвищує безпеку працівників. Це може включати участь у поточних навчальних заняттях, бути в курсі останніх правил техніки безпеки та ділитися думками з колегами. Зрештою, культура, яка наголошує на відповідальності працівників за безпеку, не лише захищає окремих працівників, але й зміцнює загальну систему безпеки в організації.

Заглядаючи вперед, майбутні тенденції та інновації значно підвищать безпеку мобільних ремонтних станцій. Досягнення технологій, таких як робототехніка та автоматизація, все більше інтегруються в ремонт сільськогосподарської техніки. Ці технології можуть виконувати завдання високого ризику, зменшуючи вплив небезпечних ситуацій на працівників і мінімізуючи ймовірність нещасних випадків. Крім того, не можна ігнорувати роль аналізу даних у виявленні та зменшенні ризиків. Аналізуючи дані про

безпеку, організації можуть точно виявляти повторювані проблеми, відстежувати моделі інцидентів і впроваджувати цілеспрямовані заходи для посилення заходів безпеки. Цей підхід на основі даних дозволяє більш проактивно керувати безпекою, а не реагувати на інциденти. Крім того, існує потенціал для співпраці галузі для покращення стандартів безпеки в галузі. Обмінюючись передовим досвідом, ресурсами та інноваціями, зацікавлені сторони можуть колективно підвищити стандарти безпеки, що зрештою призведе до безпечнішого робочого середовища для всіх працівників мобільних ремонтних станцій.

Забезпечення безпечних умов праці працівників пересувних станцій ремонту ґрунтообробної сільськогосподарської техніки є надзвичайно важливим через невід'ємні ризики, пов'язані з цією сферою. Важливість безпеки в цих середовищах була підкреслена потенційними небезпеками, з якими стикаються працівники, включаючи фізичні, хімічні та ергономічні ризики. Існує нормативна база для регулювання стандартів безпеки, але ефективність цих правил значною мірою залежить від відповідності та галузевих інструкцій. Найкращі практики, включаючи навчання техніці безпеки, технічне обслуговування обладнання та надання ЗІЗ, є важливими для виховання культури безпеки. Крім того, неможливо переоцінити роль роботодавців і працівників у сприянні безпечній практиці, оскільки обидві сторони роблять свій внесок у безпечне робоче середовище. Заглядаючи в майбутнє, такі інновації, як робототехніка, аналітика даних і галузева співпраця, обіцяють покращити стандарти безпеки та зменшити ризики. У сукупності ці висновки показують, що комплексний підхід до безпеки, який включає дотримання нормативних вимог, залучення працівників і технологічний прогрес, відіграватиме вирішальну роль у захисті здоров'я та продуктивності працівників мобільних ремонтних станцій.

РОЗДІЛ 4. ТЕХНІКО-ЕКОНОМІЧНЕ ОБГРУНТУВАННЯ.

Сільськогосподарський сектор є основою економіки багатьох країн, безпосередньо впливаючи на продовольчу безпеку та рівень існування в сільській місцевості. Оскільки вимоги до ефективності та продуктивності в сільському господарстві продовжують зростати, інноваційні рішення стають все більш життєво важливими. Одним із таких нововведень є використання мобільних майстерень для ремонту ґрунтообробної сільськогосподарської техніки в польових умовах. Мобільні майстерні служать трансформаційним підходом до сільськогосподарської практики, мінімізуючи простой та надаючи фермерам своєчасний доступ до ремонтних послуг. У цьому есе розглядається економічна ефективність пересувних майстерень, розглядаються їхні переваги, економічний вплив, порівняльний аналіз зі стаціонарними об'єктами та технологічні досягнення, які покращують їхню функціональність. Аналізуючи ці аспекти, ми можемо зрозуміти, як мобільні майстерні не тільки оптимізують сільськогосподарські операції, але й сприяють загальній економічній стійкості сільського господарства.

Мобільні майстерні в сільському господарстві визначаються як переносні установки, оснащені необхідними інструментами та обладнанням для виконання ремонту на місці, безпосередньо на місці розташування техніки. Метою цих семінарів є задоволення критичних потреб фермерів, які часто стикаються з затримками та логістичними проблемами під час транспортування техніки на стаціонарні ремонтні підприємства. Історично мобільні майстерні еволюціонували від елементарних установок до складних установок, здатних виконувати складні ремонти. Виникнення пересувних майстерень можна простежити до зростання механізації сільського господарства в середині 20-го століття, коли фермери почали вимагати більш негайних рішень для поломок машин. Сучасні тенденції свідчать про те, що пересувні майстерні все більше поширюються, особливо в регіонах, де доступ до стаціонарних ремонтних закладів обмежений. Завдяки розвитку технологій і поширенню

сільськогосподарської техніки попит на швидкі та ефективні послуги з ремонту стає більш помітним, ніж будь-коли, що призводить до значного збільшення використання мобільних майстерень у різних сільськогосподарських секторах.

Переваги мобільних майстерень з ремонту ґрунтообробної техніки багатогранні. По-перше, вони забезпечують підвищену доступність і зручність для фермерів, дозволяючи їм виконувати ремонт на місці без необхідності транспортування. Така доступність має вирішальне значення для фермерів, які працюють у віддалених районах, де до найближчої стаціонарної ремонтної майстерні можна дістатися за кілька годин. Крім того, мобільні майстерні значно скорочують простой, пов'язані з ремонтом техніки. Традиційні методи ремонту часто передбачають тривалий час очікування на замовлення та транспортування запчастин, тоді як мобільні майстерні можуть оперативно вирішувати проблеми, зводячи до мінімуму перерви в сільськогосподарській роботі. З точки зору економічної ефективності мобільні майстерні часто виявляються більш економічним варіантом порівняно з традиційними методами ремонту. Наприклад, витрати, пов'язані з транспортуванням техніки до стаціонарного об'єкта, які можуть включати плату за буксирування та втрату робочої сили, можуть перевищувати витрати, понесені через мобільний ремонт. У результаті фермери не тільки заощаджують витрати на негайний ремонт, але й підвищують ефективність роботи.

Економічний вплив пересувних майстерень на роботу сільського господарства є значним. Детальний аналіз показує значну економію витрат на робочу силу, оскільки фермери можуть продовжувати роботу під час ремонту, тим самим максимізуючи продуктивність праці. Крім того, збільшення часу безвідмовної роботи техніки призводить до підвищення продуктивності та врожайності. Наприклад, дослідження, проведене в сільськогосподарських регіонах Середнього Заходу, показало, що фермери, які використовують пересувні майстерні, повідомили про підвищення продуктивності на 20% завдяки скороченню часу простою машин. Крім того, тематичні дослідження

різних сільськогосподарських кооперативів демонструють фінансові переваги пересувних майстерень, висвітлюючи випадки, коли фермери заощаджували тисячі доларів щорічно, уникаючи дорогих поїздок до стаціонарних ремонтних закладів. Ці кількісні оцінки підкреслюють відчутні економічні переваги, які надають мобільні майстерні, посилюючи їхню цінність у сучасній сільськогосподарській практиці.

Порівнюючи пересувні майстерні зі стаціонарними ремонтними підприємствами, важливо враховувати плюси і мінуси кожного варіанту. Пересувні майстерні пропонують перевагу гнучкості та негайного обслуговування, але їм може не вистачати великої кількості інструментів та спеціалізованого обладнання, яке є в стаціонарних приміщеннях. І навпаки, стаціонарні ремонтні майстерні можуть надавати комплексні послуги та виконувати більш складні ремонти, але вони вимагають транспортування обладнання, що призводить до можливих затримок. Ситуаційний аналіз показує, що пересувні майстерні особливо вигідні для планового технічного обслуговування та дрібного ремонту, а стаціонарні – для масштабних ремонтів або спеціалізованих послуг. Цей аналіз дозволяє фермерам приймати обґрунтовані рішення на основі їхніх конкретних потреб у ремонті, зрештою оптимізуючи ефективність роботи.

Незважаючи на численні переваги мобільних майстерень, деякі проблеми та обмеження залишаються. Одним із важливих питань є логістика та транспортування самих мобільних одиниць. Забезпечення належного обладнання та стратегічного розташування цих майстерень для ефективного обслуговування фермерів може бути складним з точки зору логістики. У сільській місцевості, де може бути відсутня інфраструктура, транспортування пересувної майстерні до місця роботи може становити значні перешкоди. Крім того, між механіками, які керують цими мобільними пристроями, існує помітна прогалина в навичках. Багато техніків, можливо, не пройшли спеціалізованої підготовки для роботи з широким спектром сільськогосподарської техніки, що

вимагає постійного навчання та підвищення кваліфікації для забезпечення високоякісного обслуговування. Крім того, проблеми з регулюванням і безпекою створюють проблеми для мобільних операцій, оскільки необхідно підтримувати відповідність місцевим законам і стандартам безпеки. Ці проблеми можуть включати безпеку транспортних засобів, утилізацію відходів і поводження з небезпечними матеріалами, які потребують ретельного управління, щоб уникнути юридичних наслідків і забезпечити безпеку як техніків, так і фермерів.

Дивлячись у майбутнє, перспективи мобільних майстерень у сільському господарстві виглядають багатообіцяючими. Прогнози вказують на значне зростання впровадження пересувних майстерень, зумовлене підвищенням механізації сільського господарства та необхідністю своєчасного ремонту. Оскільки фермери продовжують шукати способи підвищити продуктивність і скоротити час простою, мобільні майстерні є життєздатним рішенням. Крім того, існує значний потенціал для інновацій та покращення надання послуг; прогрес у технологіях і краще матеріально-технічне планування можуть призвести до більш ефективних операцій. Стратегії для збільшення впровадження мобільних майстерень серед фермерів можуть включати освітні кампанії для підвищення обізнаності про їхні переваги, партнерство між сільськогосподарськими кооперативами та постачальниками мобільних послуг, а також фінансові стимули для заохочення фермерів використовувати ці послуги. Вирішуючи існуючі проблеми та сприяючи інноваціям, мобільні майстерні можуть закріпити своє місце як найважливіший елемент сучасної сільськогосподарської практики.

Інженерно-технологічний
факультет
СНАУ

ВИСНОВОК

Під час розробки проекту були отримані такі результати:

1. Аналіз системи технічного обслуговування і ремонту показав, що для підвищення рівня технічної справності техніки є доцільним застосування мобільних пунктів ремонту, здатних виконувати відновлення техніки в польових умовах.
2. Встановлено, що використання мобільного пункту ремонту забезпечує зниження витрати палива в 3...5 раз при перегоні техніки в спеціалізовані СТО для проходження ремонту та технічного обслуговування.
3. Застосування мобільних пунктів ремонту дозволяє значно скоротити простої техніки внаслідок ремонту та суттєво знизити втрати при збиранні врожаю.
4. Для розширення переліку виконуваних робіт пропонується обладнати мобільний пункт ремонту установкою для електроерозійного легування.
5. В результаті проведених досліджень запропоновано новий спосіб нітроцементації сталевих поверхонь деталей, який здійснюється методом ЕІЛ і включає нанесення на зміцнювану поверхню насичувальної спеціальної технологічної пасти, в якості якої застосовують пастоподібний азотистий компонент, наприклад сечовину і, не чекаючи на його висихання, проводять обробку електродом-інструментом з графіту.
6. При нітроцементації сталі 20 і сталі 40 зі збільшенням енергії розряду з 0,13 до 3,4 Дж зростають: відповідно, товщина білого шару з 10 до 110 і з 20 до 120 мкм; мікротвердість поверхневого шару з 6665 до 9731 та з 7135 до 9932 МПа; шорсткість поверхні (Ra) з 0,8 до 4,1 мкм та з 0,9 до 4,7 мкм; суцільність покриття з 80 до 100 та з 90 до 100 %.

За результатами дослідження опубліковано дві тези доповідей

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ.

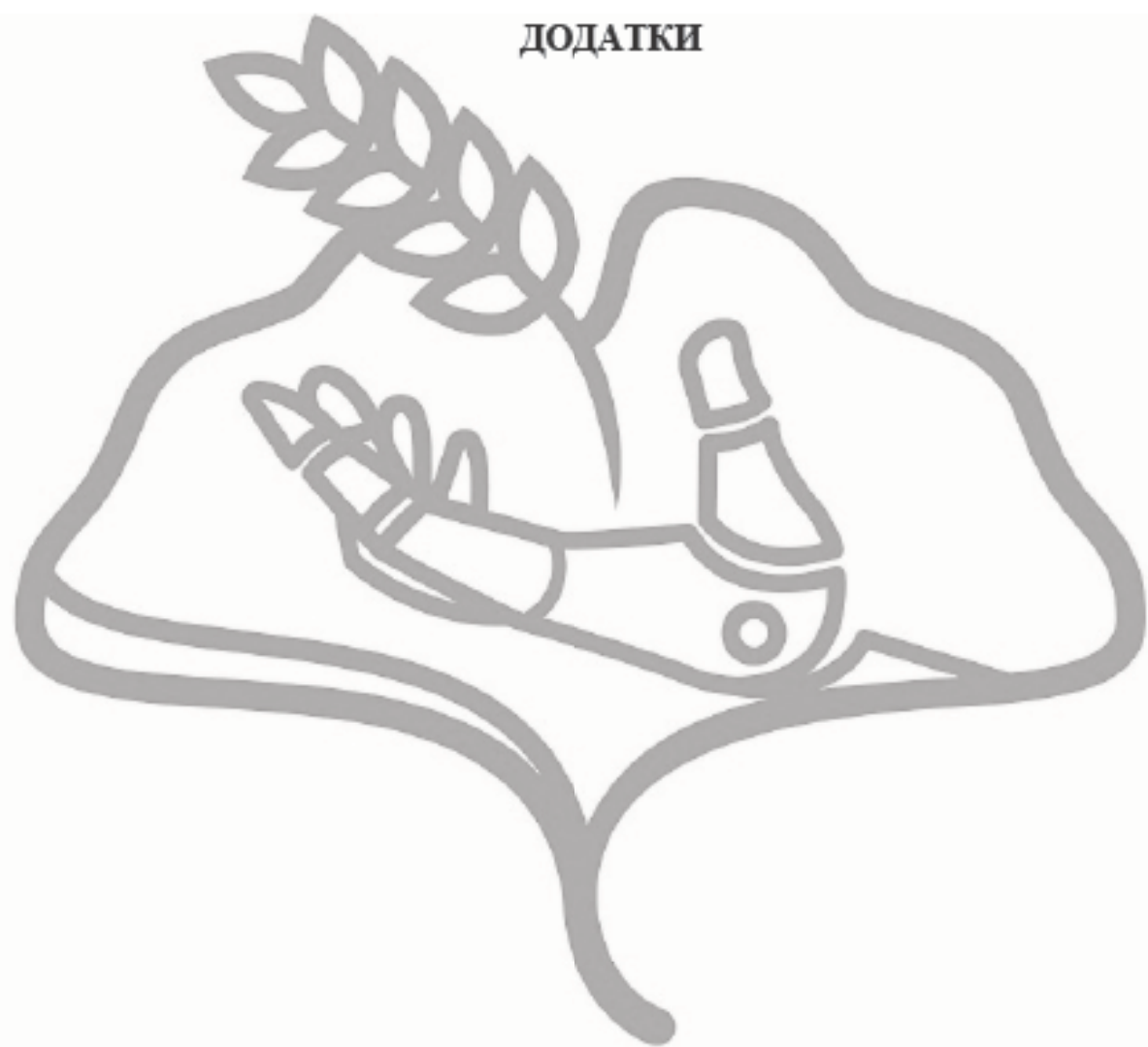
1. *Tillage | Definition, Types, Equipment, Practices*
від www.britannica.com/topic/tillage
2. *History of tillage and tillage research.* від extension.umn.edu
3. *Agricultural Machinery Uses In Precision Farming.*
від eos.com/blog/agricultural-machinery/
4. *Types of Tillage Equipment - Primary & Secondary Implements.*
від kellytillage.com/blog/types-of-tillage-equipment/
5. *Types of Tillage Implements in Agriculture - JCBL Agri.*
від jcblagri.com/blog/types-of-tillage-implements/
6. *Design and Application of Agricultural Equipment in Tillage*
від www.researchgate.net
7. *Chapter 8 Conservation tillage for increased crop production.*
від www.fao.org/4/t1696e/t1696e09.htm
8. *Farm Power And Machinery TILLAGE | PPT.* від www.slideshare.net
9. *(PDF) A Tillage Depth Monitoring and Control System for*
від www.researchgate.net
10. *TOOLS AND MACHINERY OF AGRICULTURE.*
від curriculumresources.edu.gh
11. *Tillage: Advantages and Disadvantages - CropWatch.*
від cropwatch.unl.edu/tillage/advdisadv
12. *Erosion and principles of soil conservation.* від horizon.documentation.ird.fr
13. *(PDF) Soil Health and Environmental Sustainability.*
від www.researchgate.net
14. *Conservation tillage for sustainable agriculture.* від www.researchgate.net
15. *4 Precision Agriculture: Technology and Implementation.*
від www.researchgate.net
16. *Automated control complexes of the tillage units operation.*

- від www.researchgate.net
17. *Design and Development of Ecofriendly Tilling Machine for*
від www.propulsiontechjournal.com
18. *Economic Impact Assessment of the Tillage Sector in Ireland.*
від www.researchgate.net
19. *Agricultural mechanization - FAO Knowledge Repository.*
від openknowledge.fao.org
20. *The challenge of tillage development in African agriculture.*
від www.fao.org/4/t1696e/t1696e08.htm
21. *(PDF) No-till Farming Systems for Sustainable Agriculture*
від www.researchgate.net
22. *(PDF) Modern trends in designing and selecting the*
від www.researchgate.net
23. *Long-Term Effects of Different Tillage Systems and Their*
від www.mdpi.com/2073-4395/14/4/870
24. *Current Status and Future Directions for Combined Tillage*
від www.mdpi.com/2076-3417/14/24/11707
25. *Effects of Tillage Systems on the Physical Properties*
від www.mdpi.com/2077-0472/13/3/683
26. *Influence of soil physical and chemical properties on*
від www.sciencedirect.com
27. *The effect of soil compaction and soil physical properties*
від www.sciencedirect.com
28. *Influence of soil physical and chemical characteristics on*
від www.sciencedirect.com/science/article/pii/S240584402401171X
29. *Soil chemical properties as influenced by tillage and*
від www.sciencedirect.com
30. *the implication of cation exchange capacity (cec)* від www.researchgate.net
31. *Soil Biological Properties - an overview.* від www.sciencedirect.com

32. *Effect of soil organic matter on physical properties of soil.*
від www.researchgate.net
33. (PDF) *Soil Fauna: Occurrence, Biodiversity, and Roles in ...*
від www.researchgate.net
34. (PDF) *Soil moisture influence in the soil tillage operations.*
від www.researchgate.net
35. *effect of soil moisture contents on machinery performance ...*
від www.researchgate.net
36. (PDF) *Assessing the Impact of Tillage Methods on Soil ...*
від www.researchgate.net
37. *Soil Erosion Causes, Types, Ways To Reduce And Prevent.*
від eos.com/blog/soil-erosion/
38. (PDF) *SOIL EROSION: CAUSES AND CONSEQUENCES.*
від www.researchgate.net
39. (PDF) *Soil compaction due to agricultural machinery impact.*
від www.researchgate.net
40. (PDF) *A Review on the Effect of Soil Compaction and its ...*
від www.researchgate.net
41. *Management to Minimize and Reduce Soil Compaction.*
від extensionpubs.unl.edu/publication/g896/na/pdf/view
42. *AGROTECHNOLOGICAL FUNDAMENTALS OF CREATION ...*
від http://bulletin.imk.zp.ua/pdf/2021/31/Shevchenko_31.pdf
43. (PDF) *Ranking and Selecting Machines for Deep Soil Tillage.*
від www.academia.edu
44. (PDF) *Modern trends in designing and selecting the ...*
від www.researchgate.net

ФАКУЛЬТЕТ
СНАУ

ДОДАТКИ



Інженерно-
технологічний
факультет
СНАУ

Прорахунок будемо проводити на прикладі оранки поля яке знаходиться в полі на відстані 50 км від ремонтної майстерні та з розцінкою послуги 3300 грн/га. Вартість придбання шасі (вантажного мікроавтобуса), обладнання та інструментів становить 3250000 грн

За одну проводиться оранка близько 1,3 га

Час на виконання ремонту – 3 год.

Розглянемо проведення ремонту за двома схемами:

1. Варант

Перегон трактора з плугом на територію ремонтної майстерні у дві сторони 100 км., швидкість середня пересування 15 км/год. З розрахунку виходить 6,67 годин.

Виконання ремонту - 3 години.

Загальна перерва в виконанні польових робіт – 9,67 годин.

Втрати від простою при такому ремонті становить:

$$(9,67 \times 1,3) \times 3300 = 28614,3 \text{ грн.}$$

2. Варіант

При поломці викликається мобільний пункт ремонту. Час приїзду при середній швидкості 60 км/год становить $50/60=0,83$ год

Тривалість виконання ремонтних робіт – 3 годин

Загальна перерва в виконанні польових робіт – 3,83 годин.

Втрати від простою при такому ремонті становить:

$$(3,83 \times 1,3) \times 3300 = 16460 \text{ грн.}$$

Економічний ефект від впровадження мобільного пункту ремонту складе:

$$E = 28614,3 - 16460 = 12183,6 \text{ грн.}$$

Термін окупності капіталовкладень становить:

$$O = K / E = 3\,250\,000 / 12183,6 = 266,8 \text{ (візди)}$$

Даний підрахунок не враховує ряд чинників: різниця в витраті палива на

переїзд на відстань 100 км трактора та мікроавтобуса, витрату цінного моторесурсу трактора та інші.

З підрахунку виходить що мобільний пункт треба використовувати на підприємствах тому що це вигідно.



Інженерно-технологічний факультет СНАУ