

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
ПОЛІСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ

Факультет інженерії та енергетики
Кафедра машиновикористання
та сервісу технологічних систем

Кваліфікаційна робота
на правах рукопису

Чорнолоз Богдан Петрович

УДК 621.43: 631.31

КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА

**ВИБІР ТА ОБГРУНТУВАННЯ СПОСОБУ ВІДНОВЛЕННЯ
ГРУНТООБРОБНИХ РОБОЧИХ ОРГАНІВ**

Спеціальність 208 «Агроінженерія»

Подається на здобуття освітнього ступеня магістр

кваліфікаційна робота містить результати власних досліджень. Використання
ідей, результатів і текстів інших авторів мають посилання на відповідне джерело

_____ Б.П. Чорнолоз

Керівник роботи

Білецький Віктор Романович

к.т.н., доцент

Житомир – 2020

АНОТАЦІЯ

Чорнолоз Б.П. Вибір та обґрунтування способу відновлення ґрунтообробних робочих органів. – Кваліфікаційна робота на правах рукопису. Кваліфікаційна робота на здобуття освітнього ступеня магістра за спеціальністю 208 – агроінженерія. – Поліський національний університет, Житомир, 2020.

Провівши аналіз сучасного стану досліджуваного питання, встановлено причини недостатньої довговічності робочих органів ґрунтообробних машин та розроблені рекомендації по їхньому відновленню. Розглянуті основні способи та методи відновлення робочих органів, вибрано оптимальні для умов аграрних підприємств. Проведено виробничу перевірку відновлених робочих органів та виконана порівняльна оцінка з серійними.

Ключові слова: обґрунтування, відновлення, робочий орган, зносостійкість, довговічність, наплавлення, зміцнення.

SUMMARY

Chornoloz B.P. Selection and substantiation of the method of restoration of tillage working bodies. – Qualification work on the rights of the manuscript. Qualifying work for a master's degree in specialty 208 – agroengineering. – Polissya National University, Zhytomyr, 2020.

After analyzing the current state of the research issue, the reasons for the insufficient durability of the working bodies of tillage machines were identified and recommendations for their restoration were developed. The main methods and techniques of restoration of working bodies are considered, the optimal ones for the conditions of agricultural enterprises are chosen. A production inspection of the restored working bodies was carried out and a comparative assessment with serial ones was performed.

Key words: justification, restoration, working body, wear resistance, durability, surfacing, strengthening.

ЗМІСТ

	стор.
Вступ.....	4
Розділ 1. Сучасний стан питання в науковій літературі.....	6
1.1. Аналіз технологій відновлення робочих органів ґрунтообробних машин.....	7
1.2. Методи відновлення та зміцнення робочих органів ґрунтообробних машин.....	8
Розділ 2. Моделювання відновлення робочих органів ґрунтообробних машин...	11
2.1. Аналіз процесів механічного пошкодження робочих органів.....	11
Розділ 3. Обґрунтування працездатності відновлених робочих органів ґрунтообробної техніки.....	17
3.1. Відновлення робочих органів в умовах аграрних підприємств.....	18
Висновки.....	23
Список використаних джерел.....	24

ВСТУП

Актуальність теми дослідження. Важливим напрямом вирішення питання підвищення ресурсу робочих органів ґрунтообробних машин є використання ефективних технологій їхнього відновлення до робочого стану. Вибір необхідного технологічного процесу відновлення робочих органів ґрунтообробних машин, застосування якого дозволить значно підвищити довговічність, забезпечить підвищення ресурсу робочих органів, являється важливим завданням ефективної та якісної їх роботи та підтримання належного рівня надійності.

Мета і завдання роботи. Мета роботи полягає в виборі та обґрунтуванні способів відновлення робочих органів ґрунтообробних машин.

Для досягнення мети в роботі поставлені і розв'язані наступні завдання:

1. Проаналізувати причини втрати роботоздатності робочих органів ґрунтообробних машин та обґрунтувати перспективні способи їх відновлення.
2. Визначити схеми раціонального зміцнення лез, які б забезпечили зниження опору взаємодії робочого органу з ґрунтом.
3. Виконати оцінку ефективності використання відновлених робочих органів ґрунтообробних машин.

Предмет дослідження. Механізм та динаміка спрацювання робочих органів ґрунтообробних машин. Основні види їхнього відновлення.

Об'єктом дослідження є серійні та відновлені робочі органи ґрунтообробних машин.

Методи дослідження. Дослідження проводились за допомогою математичного моделювання і ґрунтувалися на теорії різання та теорії спрацювання. Результати, отримані в кваліфікаційній роботі, підтверджені даними експериментальних досліджень динаміки спрацювань робочих органів, а також встановлені основні способи їх відновлення.

Перелік публікацій автора за темою дослідження. 1. Білецький В.Р., Готьє Б.О., Чорнолоз Б.П. До питання підвищення довговічності робочих органів

грунтообробних машин / Наукові читання–2020: Матеріали науково-практичної конференції науково-педагогічних працівників, докторантів, аспірантів та молодих вчених факультету інженерії та енергетики, 5-6 березня 2020р. Житомир: ЖНАЕУ, 2020. – С. 8-9. 2. Готьє Б.О., Чернолоз Б.П. Підвищення надійності та довговічності робочих органів ґрунтообробних машин / Біоенергетичні системи: Матеріали 4 міжнародної науково-практичної конференції «Біоенергетичні системи». Частина 2, 29 травня 2020р. – Житомир: Поліський національний університет, 2020. – С. 93-94. 3. Чернолоз Б.П., Готьє Б.О. Відновлення і зміцнення робочих органів ґрунтообробних машин / Студентські читання – 2020: Матеріали науково-практичної конференції факультету інженерії та енергетики «Студентські читання – 2020». 26 жовтня 2020р. Житомир: Поліський національний університет, 2020. – С. 324-326.

Практичне значення отриманих результатів. Встановлено причини недостатньої довговічності робочих органів ґрунтообробних машин та розроблені рекомендації по їхньому відновленню. Проведено виробничу перевірку відновлених робочих органів та виконана порівняльна оцінка з серійними.

Структура та обсяг роботи. Кваліфікаційна робота складається з вступу та трьох розділів. Кваліфікаційна робота виконана на 27 сторінках, містить 3 таблиці, 6 рисунки. Список використаних джерел містить 29 праць.

РОЗДІЛ 1. СУЧАСНИЙ СТАН ПИТАННЯ В НАУКОВІЙ ЛІТЕРАТУРІ

На даний час для обробітку ґрунту застосовуються робочі органи сільськогосподарських машин, конструкційні параметри яких розроблені 35...45 років тому. Технічний рівень і якість виготовлення робочих органів, не відповідають вимогам, що пред'являються до них за наступними параметрами, такими як міцність, зносостійкість, що призводить до зниження їх довговічності і як наслідок неможливості виконання агротехнічних вимог [7].

Робочі органи ґрунтообробних машин, працюють в абразивному середовищі та як наслідок, піддаються інтенсивному зношуванню, змінюючи форму і розміри, отже виникає потреба їх частої заміни або ж ремонту. Близько 75% коштів, припадає на ремонт сільськогосподарської техніки та купівлю нових запасних частин для заміни спрацьованих [2, 8].

Граничні зноси 80% деталей машин не перевищують 0,27мм, причому багато з них мають залишковий ресурс понад 65%, і тільки 20% деталей машин підлягають кінцевому вибракуванню. Тобто певну кількість деталей можливо відновити, причому собівартість відновлення складає в межах 25...65% вартості виготовлення нових деталей [1, 6].

Спосіб відновлення робочих органів можна визначити одним з методів багатокритеріального вибору, який полягає в застосуванні інтегрального критерію відстані до цілі. Суть методу полягає в обґрунтуванні ідеалу та оцінці міри наближення до нього кожного з вихідної множини альтернативних варіантів. Ідеальний варіант характеризує таку систему, для якої кожен із критеріїв досягає свого потенційно можливого найкращого значення. Такі значення можуть бути обґрунтовані теоретично або відповідати кращій реально досягнутій величині [8].

Провівши огляд наукової літератури, яка розкриває причини втрати роботоздатності та способи підвищення довговічності робочих органів ґрунтообробних машин, слід відзначити значний вклад у вивчення питання забезпечення надійності робочих органів, зроблений Рабіновичем А.Ш.,

Бойко А.І., Черноволом М.І., Сідашенком О.І., Ауліним В.В. та іншими вченими.

У працях Кушнар'ова А.С., висвітлено позитивний вплив зубчатої форми леза робочих органів ґрунтообробних машин на процес різання [11].

В багатьох наукових працях розглянуто питання самозагострення лез, а також висвітлені питання яким чином це відбувається та від чого залежить. Для забезпечення даного явища потрібно якісні матеріали виготовлення та термічної обробки робочих органів.

1.1. Аналіз технологій відновлення робочих органів ґрунтообробних машин.

Відомо декілька основних технологій відновлення робочих органів ґрунтообробних машин, їх застосування залежить від технології виготовлення. Основними виробниками ґрунтообробних машин і Україні на сьогодні є: АТ «Ельворті» (м. Кропивницький), ПАТ «Галещина машзавод» (смт. Нова Галещина, Полтавська область), ПАТ «Уманьферммаш» (м. Умань), ПП ВКФ «Велес-Агро» (м. Одеса), а також деякі інші машинобудівні підприємства [20].

На сьогоднішній день, використовуються традиційні технології виготовлення ґрунтообробних робочих органів, які передбачають використання якісних сталей, для забезпечення відповідних фізико-механічних властивостей [18]. Окрім того, окремі із них для зміцнення робочих органів та збільшення їх ресурсу, використовують методи індукційного або плазмового наплавлення спеціальних зносостійких твердосплавних порошоків [17].

Найбільш розповсюдженим способом, який використовується в умовах аграрних підприємств, різних форм власності, для зміцнення різальних лез ґрунтообробних робочих органів є звичайне гартування сталей [7]. При цьому, забезпечується значно нижча їх зносостійкість порівняно із зміцненням за допомогою спеціальних матеріалів, а також на важких ґрунтах не виконується умова самозагострення робочих органів, що значно збільшує тяговий опір та призводить до зростання витрати палива тракторами з якими агрегатуються ґрунтообробні машини [20].

В роботах [6, 11] зазначається, що найбільш доцільним є використання електроерозійної технології відновлення, яка передбачає використання електричних розрядів для загострення та зміцнення лез. У роботі [7] зазначається, що використання електроерозійного способу одночасного загострення та зміцнення робочих органів, дає можливість отримувати твердий шар на рівні 60...62 HRC завтовшки від 1 до 4мм. Зміцнення робочих поверхонь електроерозійним способом, на відміну від звичайного гартування, забезпечує значно вищий їх ресурс та не перешкоджає здійсненню самозагострення. Нажаль, вказаним способом можна виконати лише зміцнення лез. Решту місць інтенсивного зношування слід зміцнювати іншими способами за допомогою спеціальних матеріалів [14].

Вибираючи метод відновлення та зміцнення, необхідно враховувати технологічні і економічні критерії. Потрібно вибрати, такий метод, який буде найбільш ефективним в умовах аграрних підприємств, а з боку технічних аспектів, буде мати можливість забезпечення реалізації ефекту самозаточування робочих органів ґрунтообробних машин.

1.2. Методи відновлення та зміцнення робочих органів ґрунтообробних машин.

Зносостійкість робочих органів ґрунтообробних машин необхідно підвищувати, особливо для зміцнення ріжучих поверхонь. Відомо досить значна кількість способів зміцнення. Але нажаль, не всі підходять для робочих органів ґрунтообробних машин, причиною цього є складні умови ґрунтового середовища, що призводить до суттєвих навантажень [14].

Культиваторні лапи зміцнюють за допомогою термічної обробки, але як показує практика суттєвого результату це не дає [1].

Поширеною технологією хіміко-термічної обробки, є борування на глибину до 300...600мкм, це забезпечує суттєву твердість та зносостійкість [11]. Дану технологію застосовують для зміцнення багатьох видів робочих органів.

Відомий спосіб швидкісного електродугового зміцнення ріжучих поверхонь лап культиваторів [24]. Спосіб електродугового зміцнення відрізняється високою продуктивністю і доступним обладнанням. Разом з тим, швидкісне електродугове зміцнення забезпечує твердість поверхні, що піддається зміцненню, в межах 55...56 HRC.

Найбільш широко для зміцнення робочих органів ґрунтообробних машин, як показав аналіз літературних джерел, використовують технології наплавлення, наприклад, індукційного наплавлення лап культиваторів [12]. На поверхню, що піддається зміцненню, наноситься присадковий матеріал, який потім розплавляється під дією струмів високої частоти. Присадковий матеріал, складається з металевих порошків різного складу. У вигляді порошків використовують різні компоненти. В залежності від товщини наплавлюваного покриття, присадковий матеріал повинен містити до 15% флюсу [6, 8].

Дані дослідження зносостійкості відновленої деталі наплавленням з використанням пластичного деформування наведено на рис. 1.1 [18].

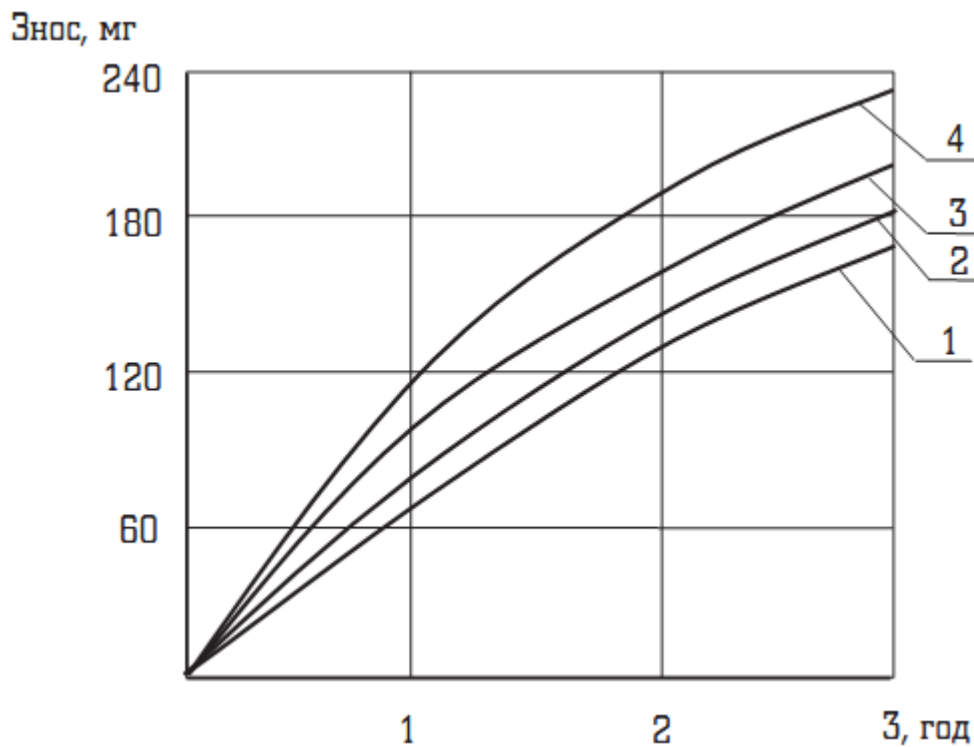


Рис. 1.1. Вплив зносостійкості, залежно від способу відновлення:

1 – наплавлення СВЧ; 2 – наплавлення пластичним деформуванням; 3 – без деформування; 4 - наплавлення з деформуванням.

Проаналізувавши висвітлення наукового питання сучасного стану та різновидностей способів відновлення робочих органів ґрунтообробних машин, було сформульовано мету та завдання виконання дослідження по кваліфікаційній роботі, визначено напрямки проведення теоретичних та практичних досліджень питань відновлення, що в кінцевому випадку сприятиме підвищенню довговічності робочих органів.

РОЗДІЛ 2. МОДЕЛЮВАННЯ ВІДНОВЛЕННЯ РОБОЧИХ ОРГАНІВ ҐРУНТООБРОБНИХ МАШИН

Вибір методології аналізу відновлених поверхонь робочих органів визначався метою і задачами дослідження. Враховуючи складність процесів, що відбуваються при роботі ґрунтообробних машин, було застосовано комплексний підхід проведення дослідження, який включає експериментальні, розрахункові методи, методи багатфакторного планування експерименту та математичної статистики та ін.

Проведений аналіз складових технологічних систем відновлення робочих органів ґрунтообробних машин, показує складність і специфічні особливості виконання даного процесу. Їхнє дослідження можливе на основі застосування методів статистичного імітаційного моделювання. Статистичне імітаційне моделювання відновлення, виконується поетапно, спочатку формулюється мета моделювання, а потім розробляється концептуальна модель. Провівши підготовку початкових даних, розробляється математична модель. Для здійснення досліджень, виконується розробка програмної моделі та плануються експерименти за допомогою комп'ютерного моделювання.

Головною метою моделювання відновлення, є визначення раціональних параметрів, за яких можна проаналізувати показники ефективності відповідних технологічних процесів.

Вихідними параметрам для дослідження технологічних процесів відновлення робочих органів в певному аграрному регіоні, мають бути об'єми робіт, тобто структура сільськогосподарських культур, безумовно наявність ґрунтообробної техніки, а також необхідно провести аналіз технологій виконання ґрунтообробних робіт в залежності від ґрунтово-кліматичних умов.

2.1. Аналіз процесів механічного пошкодження робочих органів.

Механічною відмовою прийнято вважати об'ємне або поверхневе руйнування, що виявляється у виникненні тріщин, зміні розмірів або форми

деталі і призводить до втрати здатності елемента машини задовільно виконувати задані функції. Під механічною надійністю елемента машини будемо розуміти його здатність протистояти в часі різним видам механічного пошкодження і руйнування. Відповідно до термінології, прийнятої в теорії надійності, механічні відмови елементів машин за характером свого прояву поділяються на дві категорії: миттєво виникають (раптові) і поступові (деградаційні) відмови [29].

Основним видом миттєво виникаючих механічних відмов в мобільних машинах можна вважати руйнування, обумовлене дією раптових перевантажень, які хоча б одноразово перевищили статичну несучу здатність елемента. Виникнення неприпустимих залишкових деформацій при таких перевантаженнях також слід віднести до раптових відмов.

Теорія механічної надійності виникла і розвивається на основі стохастичного підходу до розгляду причин, характеру і наслідків різних видів руйнувань, що відбуваються в машинах. Застосування цієї теорії, дає можливість прогнозувати величину ризиків механічних відмов у часі роботи кожного елемента і машини в цілому[29].

Практична користь такого прогнозу стає найбільш відчутною за умови, що він здійснюється на етапах конструювання і випуску дослідних зразків, коли параметри конструкції і технології виготовлення допускають найбільший діапазон варіювання. Вирішення проблеми раннього прогнозування механічної надійності елементів машини дозволяє своєчасно і раціонально обрати значення основних конструктивних і технологічних параметрів, що визначають ресурс, мінімізуючи або повністю виключаючи доопрацювання в період серійного виробництва [23, 29].

При оцінці, нормуванні і прогнозуванні надійності машин прийнято використовувати показники двох видів: імовірнісні і ресурсні. Ступінь ризику механічного руйнування елемента машини змінюється в процесі його роботи і в теорії надійності кількісно оцінюється за допомогою імовірнісних показників [24, 29].

Раптові механічні пошкодження зазвичай становить малу частку (до 3...5%) в загальній кількості механічних відмов, що виникають у елементах мобільних машин. Однак слід враховувати, що раптові відмови можуть відбуватися в початковий період експлуатації техніки і тому в питанні забезпечення її конкурентоспроможності при впровадженні на ринок грають іноді вирішальну роль. Отже, на етапах конструювання і виробництва необхідно приділяти підвищену увагу питанню попередження їх виникнення [5, 8, 9, 14].

До раптових механічних відмов призводять такі види руйнування, які не пов'язані з процесами поступового накопичення пошкоджень і зниженням опірності руйнуванню. Зазвичай раптові руйнування відбуваються внаслідок одноразового перебільшення діючим на елемент навантаженням або еквівалентним напруженням деякого граничного рівня, відповідного статичному руйнуванню або виникненню неприпустимої деформації. Отже, ризик раптового руйнування конкретного елемента визначається практично не залежним від напруження рівнем його статичної міцності і максимальною величиною діючого навантаження або напруження, що виникає за заданий період експлуатації, яку називають абсолютним максимумом [29].

Розроблено технологію ручного дугового наплавлення робочих органів ґрунтообробних машин порошковими електродами з композиційних матеріалів на основі саморозповсюджувального високотемпературного синтезу (СВС) [19]. Даний спосіб дозволяє збільшити ресурс робочих органів ґрунтообробних машин у 3...4 рази. Велика кількість технологічних операцій, та їх складність, суттєво збільшують собівартість робочих органів зміцнених таким способом.

Розроблено технології лазерного наплавлення і зміцнення робочих органів ґрунтообробних машин [14]. Дані технології є перспективними, однак зважаючи на їх складність та специфіку, не мають широкого застосування.

Для проведення досліджень зі зміцнення робочих органів, використовуємо високочастотну установку (рис. 2.1) [14].



Рис. 2.1. Загальний вигляд інвертора GERRARD MMA-250.

При реалізації даної технології, на поверхню робочого органу напилюється до 3мм спеціального матеріалу. Проведені лабораторні дослідження свідчать про достатню міцність робочих органів, вони мають підвищену зносостійкість та здатність самозагоструватися.

Однак дана технологія потребує спеціального вартісного обладнання, а тому буде ефективною при значних обсягах виконання робіт.

Підвищити зносостійкість робочих органів ґрунтообробних машин, можливо за рахунок точкового зміцнення [14]. На ріжучу поверхню робочого органу, наплавляють зносостійкий матеріал у вигляді точок. В процесі застосування робочих органів при взаємодії з ґрунтовим середовищем, там де є слабкі місця, виникають западини. Ці западини чергуються з виступами наплавлених ділянок, при цьому утворюється пилоподібна ріжуча поверхня

робочого органу. Нажаль, такі робочі органи, мають здатність до поломок та виходу з робочого стану.

Металокерамічні матеріали можуть використовуватися для підвищення зносостійкості ріжучих поверхонь робочих органів ґрунтообробних машин [1], що експлуатуються в абразивному ґрунтовому середовищі, складаються з металевої сталеві основи з надтвердими керамічними включеннями (оксидами, карбідами, нітридами та ін.), тобто являють собою композиційний матеріал [1].

Розглянуті найбільш актуальні методи які використовуються для зміцнення та відновлення поверхонь робочих органів ґрунтообробних машин, що дає можливість виокремити основні переваги та недоліки цих методів табл 2.1.

Таблиця 2.1

Основні переваги та недоліки

Назва методу	Переваги	Недоліки
Електроконтактне зміцнення	перспективний, малоенергоємний	Без широкого застосування
Термічне зміцнення	Нескладний, дозволяє мати однорідність	Складність зміцнення
Поверхнево-пластична деформація	Ефективний, дозволяє змінювати структуру робочої поверхні	Потребує затрат праці та коштів
Точкове зміцнення	Стійкий від абразивного зношування, та різних видів корозії	Велика вартість матеріалів, потребує термообробітку

Основним способом зміцнення робочих органів ґрунтообробних машин, в умовах аграрних підприємств є: ручне дугове та газове наплавлення, науглецювання, наплавлення струмами високої частоти та встановлення тврдосплавних пластин табл. 2.2.

Таблиця 2.2

Способи зміцнення робочих органів ґрунтообробних машин

Назва способу	Характеристика способу	Недоліки способу
1. Ручне дугове наплавлення а) валиками, що не перекриваються. б) суцільне наплавлення	Електроди Св-08, Св-08А Підвищує зносостійкість в 1,6...2 рази	Пропал металу, не застосовується при зношуванні на передній частині деталі, висока ймовірність викривлення і зниження міцності
2. Наплавлення струмами високої частоти	Можливість регулювання глибини зміцненого шару, висока продуктивність, мінімальне викривлення	Висока вартість обладнання
3. Навуглецювання	Висока твердість і зносостійкість, підвищення контактної витривалості і витривалості при згині	Необхідність в подальшому загартуванні, складне в використанні та високовартісне обладнання, висококваліфікований персонал
4. Встановлення композиційних та керамічних пластин	Підвищує зносостійкість і ресурс, в умовах суглиннистих ґрунтів в 4...5 разів в порівнянні з незміцненими	Не рекомендується використовувати на кам'янистих ґрунтах, висока ймовірність відриву пластин при експлуатації
5. Плазмове наплавлення а) прутковими матеріалами б) порошковими матеріалами	Матеріали: ПГСР-3, ПГСР-4. Підвищує зносостійкість в 1,5...2,5 рази	Значні тепловкладення, значні зварювальні деформації

РОЗДІЛ 3. ОБГРУНТУВАННЯ ПРАЦЕЗДАТНОСТІ ВІДНОВЛЕНИХ РОБОЧИХ ОРГАНІВ ҐРУНТООБРОБНОЇ ТЕХНІКИ

Різноманітність фізичних явищ і чинників, які мають вплив на процеси зношування, потребують системного підходу при вирішенні проблеми довговічності робочих органів ґрунтообробних машин.

Як показує виробничий досвід, виконання вимог до обробітку ґрунту суттєво залежить від параметрів і стану робочих органів ґрунтообробних машин. Умови їхньої експлуатації доволі специфічні, враховуючи наявність абразивного та корозійного середовища, а також значних статичних і динамічних навантажень. Наявність перерахованих факторів призводить до швидкого зношування робочих органів та як наслідок потребує виготовлення великої кількості запасних частин, що призводить до здорожчання виконання обробітку ґрунту.

Необхідно проводити конструкційну розробку робочих органів підвищеної зносостійкості, враховуючи:

- схеми роботи робочих органів, їх конфігурації і розмірів;
- вибираючи необхідні матеріали;
- забезпечення технологічності та ремонтпридатності робочих органів.

Одним із методів, який забезпечує високої надійності та довговічності робочих органів ґрунтообробних машин є використання зносостійких матеріалів для їхнього виготовлення. Вибір матеріалів визначається їх складом, будовою, властивостями міцності, рівнем зносостійкості, технологічними та економічними показниками. Нажаль вибір матеріалів для механізмів та машин які використовуються у сільському господарстві, досить обмежений з точки зору їхнього спрацювання. А це означає що є значні резерви підвищення надійності та довговічності робочих органів у разі застосування більш зносостійких матеріалів і захисних покриттів, в якості яких застосовують металеві сплави, спечені порошкові, полімерні та композиційні матеріали.

Підвищення довговічності робочих органів напиленням і наплавленням захисних покриттів. Останнім часом практика зміцнення та відновлення робочих органів ґрунтообробних машин, поповнилася методами газотермічного напилення покриттів, в тому числі і в аграрному виробництві.

3.1. Відновлення робочих органів в умовах аграрних підприємств.

В умовах аграрних підприємств пропонується застосування наплавлення, при ремонті, оскільки воно спрямоване на відновлення швидкозношуваних деталей, до яких відносяться робочі органи ґрунтообробних машин. Багаторазове відновлення зношених деталей за допомогою наплавлення, значною мірою зменшує затрати металу на виготовлення запасних частин. Збільшення терміну роботи особливо важливо, оскільки від їх надійності залежить якість обробітку ґрунту, а заміна таких деталей пов'язана з тривалими простоями.

Для виконання технологічного процесу наплавлення, подібно процесу зварювання, використовуються різні джерела нагріву і відповідні їм способи наплавлення. При проведенні дослідження по кваліфікаційній роботі, запропоновано використання плазмового наплавлення. Наплавлений метал утворює одне ціле з основним металом, саме тому застосування наплавлення при відновленні лез робочих органів ґрунтообробних машин, є досить перспективним з точки зору його застосування в умовах виробничих майстерень.

Для проведення експериментальних досліджень, обрано леміш плуга (рис. 3.1.), як одну з деталей яка найбільш зношується при виконанні робочого процесу оранки. Для виготовлення леміша використовується сталь 45 (ГОСТ 1050-88 [10]), яка є конструкційною вуглецевою сталю звичайної якості з регламентованим хімічним складом та механічними властивостями. Даний матеріал, має досить привабливі експлуатаційні якості та адекватну ціну, для збільшення ресурсу проводиться термообробка, це дає можливість підвищити експлуатаційні характеристики.

Матеріал, який буде використовуватись для наплавлення на поверхню леміша, повинен бути більш міцним і твердим чим основний метал та мати кращі

механічні властивості, тобто бути зносостійким, стійким до абразивного та фрикційного спрацювання. Покриття не має містити пор та інших дефектів та мати допустимий вміст шкідливих домішок, таких як сірка і фосфор.

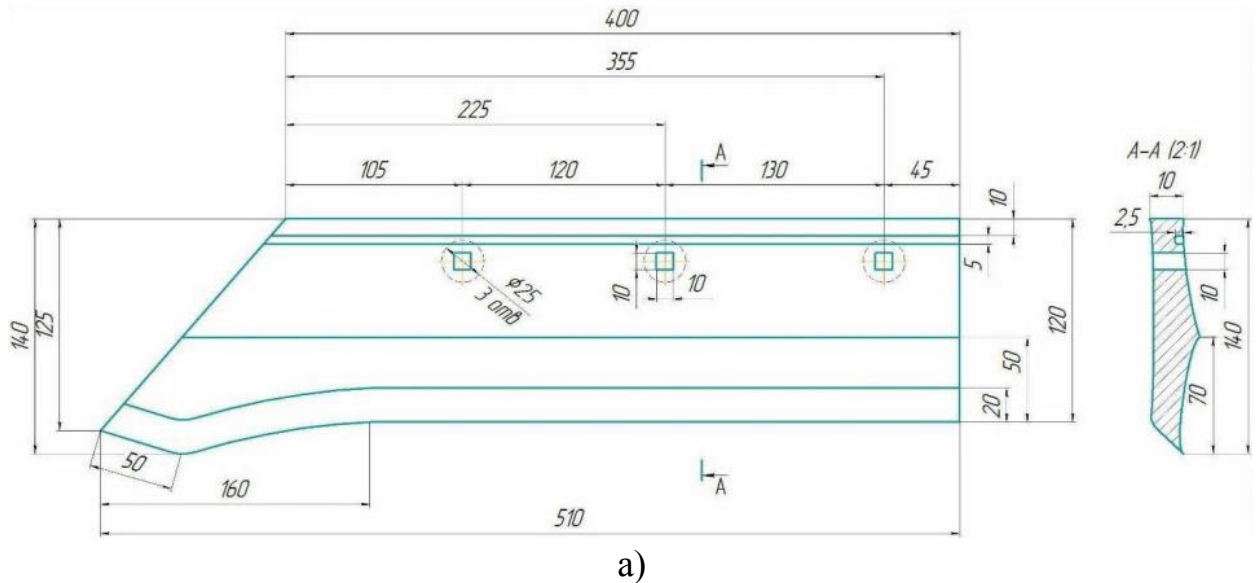


Рис. 3.1. Геометричні розміри (а) та загальний вигляд (б) леміша.

Підвищення довговічності лемішів, неможливе без застосування різних технологічних методів збільшення зносостійкості, нанесення зносостійких покриттів, або ж без термічної обробки. Для багатьох робочих органів ґрунтообробних знарядь, відомі загальні характеристики навантаження та зношування, властиві більшості із них, але є і специфічні види, наприклад у лемішів плугів інтенсивно зношується носова частина, в результаті чого зникає долотоподібний виступ. Це пов'язано з найбільшим навантаженням даної частини леміша, при цьому, гострі кути заднього кінця леміша закруглюються (рис. 3.2).

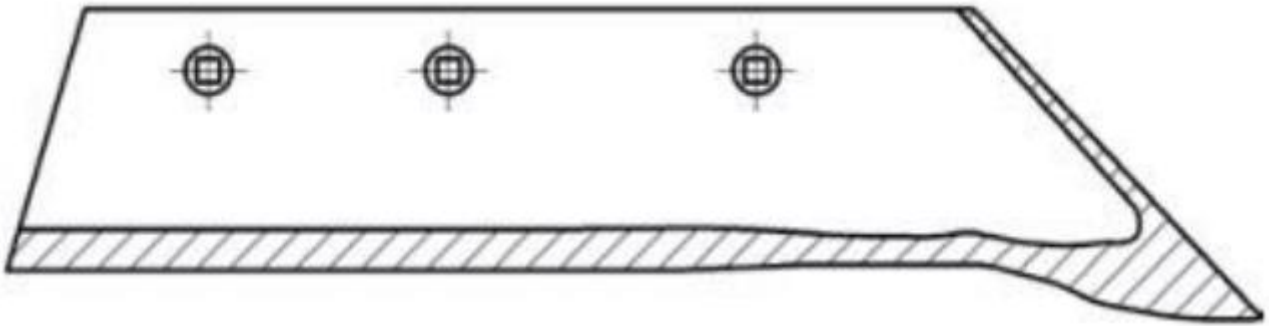


Рис. 3.2. Зміна експлуатаційних властивостей леміша при зношуванні.

Електродугове точкове наплавлення розроблено та запропоноване до застосування інститутом ім. Є.О. Патона рис. 3.3. [12].



Рис. 3.3. Варіант точкового наплавлення.

Особливістю запропонованої технології зміцнення, є те що відновлення проводиться не тільки лез робочих органів, а і можливе нанесення точок на будь-яку просторову конфігурацію робочого органу, наприклад отвори під болтові з'єднання, тобто ті місця, які також є доволі слабкими з точки зору зношування.

При виконанні експериментальних досліджень, проводилось електродугове наплавлення з використанням штучних електродів та спеціальних дротів (табл. 3.1 та табл. 3.2). Застосовувалось точкове наплавлення, а також суцільне по всій поверхні (рис. 3.4).

Таблиця 3.1

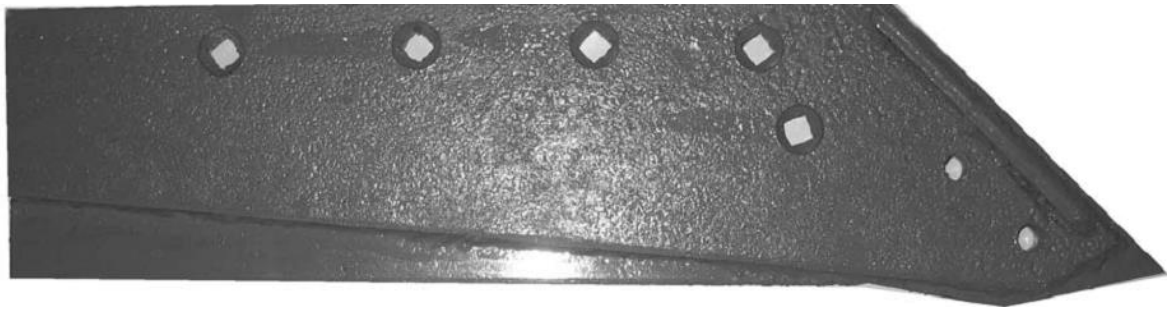
Електроди для наплавлення зносостійких покриттів

Марка електрода	Тип	Призначення
ТКЗ-Н, Т-590, Т-620, 12АН ЛИВТ	ЭН-30Х5В2Г2СМ ЭН-95Х7Г5С	Наплавлення робочих органів, що працюють в складних ґрунтових умовах
ЦС-1 ВСН-6	ЭН-300Х28Н4С4 ЭН-110Х14В12Ф2	Для наплавлення робочих органів, що працюють в умовах інтенсивного зношення з ударними навантаженнями.

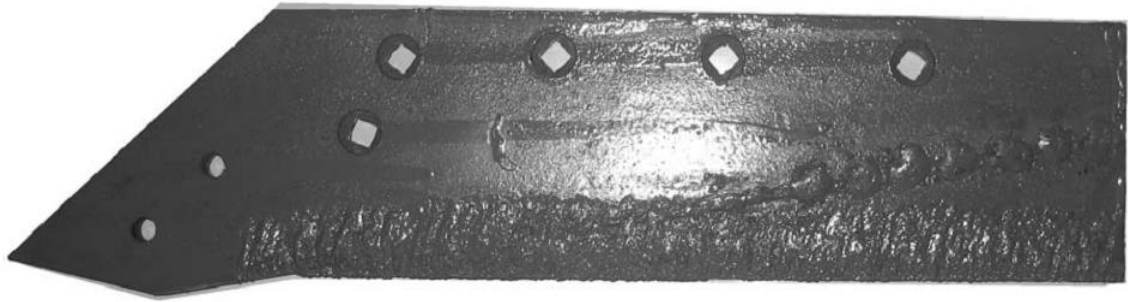
Таблиця 3.2

Дроти для наплавлення зносостійких покриттів

Марка	Хімічний склад, %									Твердість наплавленого шару, НРС
	Вуглець	Марганець	Кремній	Хром	Нікель	Вольфрам	Молібден	Ванадій	Титан	
Дроти суцільного перерізу										
НП-40Х2Г2М	0,35-0,43	1,8-2,3	0,4-0,7	1,8-2,3	≤0,4	-	0,8-1,2	-	-	54-56
НП-50ХФА	0,46-0,54	0,5-0,8	0,17-0,37	0,8-1,1	≤0,4	-	-	0,1-0,2	-	43-50
Порошкові дроти										
ПП-АН124	2,8	1	0,6	17	-	-	-	-	0,3	42-48
ПП-АН125	2	1	1,5	15	-	0,7	-	-	0,3	50-58
ПП-АН170	0,7	0,6	0,6	20	-	3	-	-	0,2	60-65
ПП-АН-122	0,3	1,6	0,8	5	-	-	0,6	-	0,2	50-56



а)



б)

Рис. 3.4. Відновлений леміш а) неробоча сторона, б) робоча сторона.

Відновлені та зміцнені за рекомендованою технологією робочі органи, пройшли лабораторно-польові випробування. Як показали отримані результати, ресурс використання робочих органів ґрунтообробних машин після відновлення збільшився на 25...30%, що в кінцевому результаті, позитивно впливає на якість обробітку ґрунту.

ВИСНОВКИ

1. Як показав аналіз досліджуваного питання, робочі органи ґрунтообробних машин працюють в умовах корозійного і абразивного зношування, що стає причиною втрати роботоздатності. Наслідком є, погіршення якості обробітку ґрунтів та збільшення вартості виконання робіт.
2. Розглянуто найбільш актуальні методи і технології відновлення та зміцнення поверхонь робочих органів, що дозволило виділити їх основні переваги і недоліки цих.
3. Надійність деталей робочих органів, визначається фізико-механічними властивостями поверхневого шару, які формуються в процесі їхнього відновлення, тому що втрата ресурсу більшості робочих органів заключається у зношуванні та руйнуванні поверхневих шарів, а це викликає поступову зміну розмірів і форм робочих поверхонь.
4. В умовах ремонтних майстерень аграрних підприємств запропоновано застосувати наплавлення, оскільки воно спрямоване на відновлення швидкозношуваних деталей, до яких відносяться робочі органи ґрунтообробних машин.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Аулін В.В. Вплив зміцнюючих композиційних покриттів на зносостійкість робочих органів ґрунтообробних машин / Динаміка, міцність і надійність сільськогосподарських машин: Праці I-ї міжнародної науково-технічної конференції (DSRAM-I). – Тернопільський державний технічний університет імені Івана Пулюя. – Тернопіль, 2004. – С. 303-307.
2. Бернштейн Д.Б. Абразивне зношування лемішного леза і працездатність плуга / Д.Б. Бернштейн // Трактори та сільгоспмашини. – 2002. – № 6. – С. 40–45.
3. Бирюков В.П. Восстановление и упрочнение поверхностей лазерным излучением / Бирюков В.П. // Фотоника. – 2009. – № 3. – С. 14–16.
4. Бойко А.И. Упрочнение лезвий как метод управления их геометрической формой при изнашивании / А.И. Бойко, А.В. Балабуха // Вісник Харківського державного технічного університету сільського господарства – Харків: ХДТУСГ, 2000.– Вип. 4. – С. 49-56.
5. Бойко А.І. Сучасні проблеми забезпечення надійності сільськогосподарської техніки / А.І. Бойко // Вісник Харківського НТУСГ ім. П. Василенка: Підвищення надійності деталей відновлюємих машин. – Випуск 15. – Харків, 2003. – С.10 – 13.
6. Василенко М.О. Відновлення лемішів плугів із застосуванням електроерозійного способу для їх загострення та зміцнення / Василенко М.О., Чернявський О.О. // Механізація та електрифікація сільського господарства. – Глеваха. – 2001. – Вип. 85. – С. 262-264.
7. Василенко М.О. Підвищення довговічності робочих органів ґрунтообробних сільськогосподарських агрегатів / М.О. Василенко // Матеріали Міжнародного науково-практичного форуму «Теорія і практика розвитку АПК». – Львів, 2006. С. 324–328.
8. Відновлення працездатності робочих органів ґрунтообробної техніки / С. Карабиньош, Є. Костюк, А. Новицький, В. Окаянюк // Agroexpert: практичний посібник аграрія. – 2011. – № 10. – С. 58–62.

9. Вітчизняна техніка для основного обробітку ґрунту та ефективність її використання // Режим доступу: <https://propozitsiya.com/ua/vitchiznyana-tehnika-dlya-osnovnogo-obrobitku-gruntu>.
10. ГОСТ 1050-88 Сталь качественная и высококачественная. Сортовой и фасонный прокат, калибровочная сталь. Дата скасування дії 01.01.2019. Новий документ ДСТУ 7809:2015.
11. Денисенко М.І. Підвищення експлуатаційної надійності деталей робочих органів ґрунтообробних машин / Денисенко М.І., Войтюк В.Д. // Науковий вісник НУБІП України. – 2011, Вип. 166. (1) – С. 175–183.
12. Денисенко М.Л. Підвищення довговічності робочих органів ґрунтообробних машин з використанням точкового зміцнення / М.Л. Денисенко, В.І. Рубльов // Науковий вісник НУБІП України: Техніка в сільськогосподарському виробництві, галузеве машинобудування, автоматизація. – 2011, випуск 24, ч. II. – С. 28-35.
13. Дудніков А.А. Проектування технологічних процесів сервісних підприємств / А.А. Дудніков, П.В. Писаренко, О.І. Біловод [та ін.] – Вінниця: Наукова думка, 2011. – 400с.
14. Електронний ресурс / «Лезо» Розробка технології відновлення і зміцнення стрілочастих лап культиваторів в умовах майстерень господарств // Режим доступу: https://www.khadi.kharkov.ua/fileadmin/P_vcheniy_secretar/МАТЕРІАЛ/Р_m_Lezo.pdf
15. Зазимко О. Методи оцінки надійності деталей сільськогосподарських машин / О. Зазимко, Н. Костецька // Техніко-технологічні аспекти розвитку та випробування нової техніки і технологій для сільського господарства України: Збірник наукових праць УкрНДІПВТ. – Дослідницьке, 2004. – Вип. 7 (21). – С. 343 – 348.
16. Карабиньош С. Відновлення працездатності ґрунтообробних машин / С. Карабиньош, А. Новицький, М. Басилкевич // Пропозиція. – 2012. – № 2. – С. 116-118.

17. Ковальчук Ю.О. Застосування лазерного зміцнення сталі 65Г для підвищення зносостійкості робочих органів ґрунтообробних знарядь / Ю.О. Ковальчук, В.В. Кравченко // Техніка в сільськогосподарському виробництві, галузеве машинобудування, автоматизація, 2012. – Вип. 25. – ч. I. – С. 74-80.
18. Лапенко Т.Г. Відновлення деталей сільськогосподарських машин / Т.Г. Лапенко, Є.Я. Прасолов // Вісник Полтавської державної аграрної академії. – № 2, 2011. – С. 140-144.
19. Лузан С.А. СВС – процессы в технологиях упрочнения и восстановления деталей машин наплавкой и газотермическими способами напыления покрытий (обзор) / С.А. Лузан, А.И. Сидашенко, А.С. Лузан // Технічний сервіс агропромислового, лісового та транспортного комплексів. – Харків: 2016. – № 6. – С. 152-162.
20. Маланчук О.В. Обґрунтування параметрів технологічних систем відновлення робочих органів ґрунтообробних машин: дис. на здобуття наук. ступеня канд. техн. наук : спец. 05.05.11 «Машини і засоби механізації сільськогосподарського виробництва» / О.В. Маланчук. – Львів., 2016. – 239с. // Режим доступу: http://www.lnau.edu.ua/lnau/attachments/3382_Дисертація_Маланчук.PDF
21. Методичні вказівки щодо виконання та захисту випускних кваліфікаційних робіт для здобувачів вищої освіти зі спеціальності 208 «Агроінженерія». – Житомир: ЖНАЕУ, 2020. – 46с.
22. Положення про кваліфікаційні роботи у ЖНАЕУ. – Житомир: ЖНАЕУ, 2019.
23. Практикум з ремонту машин / О.І. Сідашенко, Т.С. Скобло та ін.; За ред. О.І. Сідашенка та О.В. Тіхонова. – Х.: ХНТУСГ, 2007. – 415с.
24. Сідашенко О.І. Ремонт машин та обладнання: Підручник. / О.І. Сідашенко та ін.; за ред. проф. О.І. Сідашенка, О.А. Науменка. – К.: Агроосвіта, 2014. –665с.
25. Сільськогосподарські машини: підручник / Д.Г. Войтюк, Л.В. Аніскевич, В.В. Іщенко та ін.; за ред. Д.Г. Войтюка. К.: «Агроосвіта», 2015. – 679с.
26. Сидорчук О.В. Прогнозування попиту на відновлення робочих органів ґрунтообробних машин / Сидорчук О.В., Тригуба А.М., Маланчук О.В.,

Шолудько П.В. // Міжвід. темат. наук.зб. «Механізація та електрифікація сільського господарства». Випуск 97, Том 2. – Глеваха, 2013. – С.292-299.

27. СОУ 74.3-37-155:2004. Випробування сільськогосподарської техніки. Машина і знаряддя для обробітку ґрунту. Методи випробовувань. [введ. 24.12.2004 р.] Київ Мінагрополітики України 2006 – 105с.

28. Хітров І.О., Гавриш В.С. Ремонт машин і обладнання: Навч. посібник. – Рівне: НУВГП, 2012. – 184с.

29. Черновол М.І. Надійність сільськогосподарської техніки: підруч. / М.І. Черновол, В.Ю. Чекун, В.В. Аулін та ін. – Кіровоград: КОД, 2010. –320с.