

УДК 631.31:669.081.25

ПІДВИЩЕННЯ ДОВГОВІЧНОСТІ ЗМІННИХ РОБОЧИХ ОРГАНІВ СІЛЬСЬКОГОСПОДАРСЬКИХ МАШИН

Денисенко М.І., доцент

(Національний університет біоресурсів і природокористування України)

В статті проаналізовано сучасні методи зміцнення робочих органів ґрунтообробних машин, розглянуто їх переваги та недоліки.

В теперішній час для обробки ґрунту у більшості випадків використовуються робочі органи сільськогосподарських машин, конструктивні параметри яких були розроблені 30...40 тому. Їх технічний рівень і якість не відповідають вимогам, що пред'являються до них за такими параметрами, як міцність, зносостійкість, виконання агротехнічних вимог. Робочі органи ґрунтообробних машин експлуатуються в абразивному середовищі та інтенсивно зношуються, змінюючи форму і розміри, тому їх треба часто міняти або ремонтувати. Особливо це відноситься до лемішного плугу, за допомогою якого виконується, за словами В.П.Горячкіна, «...найбільш важлива, найбільш важка і найбільш непродуктивна з усіх сільськогосподарських робіт».

Багаточисленні випробування серійних робочих органів ґрунтообробних машин показують, що середній наробіток на відмову долотоподібних лемешів П-702 в залежності від виду ґрунтів та їх фізичного стану становить від 5 до 20 га, грудин полиць-від 10 до 100 га, крил полиць-від 40 до 270 га, польових дощок-від 20 до 60 га [1]. Леміш плугу, лапа культиватора-одні з найбільш масових деталей робочих органів сільськогосподарських машин. Вони працюють у важких умовах абразивного зношування, піддаються великим силовим навантаженням, можуть сприймати часті удари каменів та інших предметів, які знаходяться в ґрунті. У зв'язку з цим лемеші плугів, лапи культиваторів спрацьовуються і швидко виходять з ладу, тому їх виготовляють мільйонами штук в рік.

До 70% витрат на ремонт сільськогосподарської техніки припадає на придбання нових запасних частин на заміну гранично спрацьованих. Граничні зноси 85% деталей машин не перевищують 0,3 мм, причому багато з них мають залишковий ресурс 60% і більше, і тільки 20% деталей машин підлягають кінцевому вибракуванню. Іншу кількість можливо відновити, причому собівартість відновлення складає 15...70% собівартості виготовлення. В

більшості випадків відмова в роботі техніки обумовлена зношуванням важко навантажених деталей, і насамперед вузлів тертя. При цьому руйнується тільки робоча поверхня деталі, які в більшості випадків можливо відновити нанесенням зносостійких покриттів зі спеціальними властивостями.

Метою досліджень є аналіз сучасних технологічних методів відновлення і зміцнення змінних робочих органів ґрунтообробних машин та вибір найбільш економічного за матеріалознавчими, конструкційними і технологічними характеристиками.

Результати досліджень. Існує два підходи при виготовленні робочих органів ґрунтообробних машин. Перший полягає у виготовленні деталей робочих органів з вуглецевої конструкційної сталі типу 65Г, з наступним об'ємним зміцненням, що складається з загартування і середнього відпускання. Даний підхід отримав широке розповсюдження на вітчизняних заводах виготовлювачах робочих органів. Робочі органи дешево коштують і мають малий ресурс, що призводить до їх частоті заміни. На сьогодні спостерігається тенденція зниження якості деталей, тому що їх виготовленням займаються підприємства, які раніше ніколи цим не займалися. При цьому часто не дотримується технологія виробництва, змінюються геометричні параметри деталей та їх фізико-механічні властивості. Робочі органи, що випускаються такими підприємствами, не відповідають вимогам якості і не забезпечують номінального ресурсу роботи [2].

Для другого підходу характерно використання високолегованих сталей з наступною якісною термообробкою, або зміцненням ріжучої частини твердими сплавами. Даний напрямок отримав широке розповсюдження за кордоном. Зміцнені на етапі виготовлення робочі органи ґрунтообробних машин випускають такі фірми, як LaPina(Іспанія), ForgesdeNiawx(Франція), Land(США, Великобританія). Необхідно зазначити, що перераховані підприємства є спеціалізовані, тобто виготовляють тільки робочі органи. В умовах недостатнього ресурсу великої кількості змінних робочих органів представляється актуальним дослідження підвищення їх зносостійкості. Для підвищення ресурсу деталей машин широко використовують тверді сплави, зносостійкість нанесених покриттів яких вище, ніж отриманих з порошкових дротів. Нанесення покриттів порошками виконують газополум'яним, плазмовим і детонаційним напилюванням, а також плазмовим наплавленням, струмами високої частоти (СВЧ), індукційним наплавленням твердими сплавами, плакирування. Методи відновлення вибираються виходячи з витрат на відновлення деталей, завантаження обладнання, вартості та можливості

придбання цього обладнання, а також можливої централізації робіт по відновленню деталей.

Найбільшучастку у вивчення питання зношування робочих органів ґрунтообробних машин та розробки заходів по підвищенню їх довговічності внесли вітчизняні і закордонні вчені: Берштейн Д.Б., Львов П.Н., Крагельський І.В., Костецький Б.І., Єрмолов Л.С., Рабінович А.Ш., Кушнар'єв А.С., Север'єв М.М., Гречкосій В.Д., Лехман С.Д., Тененбаум М.М., Бойко А.І., Панов І.М., Хрущов М.М., Розенбаум А.Н. і багато інших. Як показують статистичні дослідження, леміш плугу в середньому підлягає заміні після 20 га обробленого ґрунту (ця цифра може бути різною, в залежності від типу ґрунту), наплавлення зносостійкими матеріалами дозволяє експлуатувати леміш більше 100 га. Таким чином отримуємо п'ятикратне збільшення терміну служби і всього двократне збільшення вартості лемеша. Процеси абразивного зношування широко розповсюджені при роботі деталей і робочих органів сільськогосподарських машин. Результати ОЖЕ-спектрального аналізу, проведеного в роботі, свідчать про важливу роль хімічних процесів у формуванні структури поверхонь тертя в процесі експлуатації і насиченні поверхневих шарів деталей машин киснем.

У всіх випадках відбувається деформаційне активування поверхневих шарів деталей, миттєва взаємодія з активними елементами середовища, окислювання з утворенням нових фаз-вторинних структур та їх наступне руйнування (рис.1).

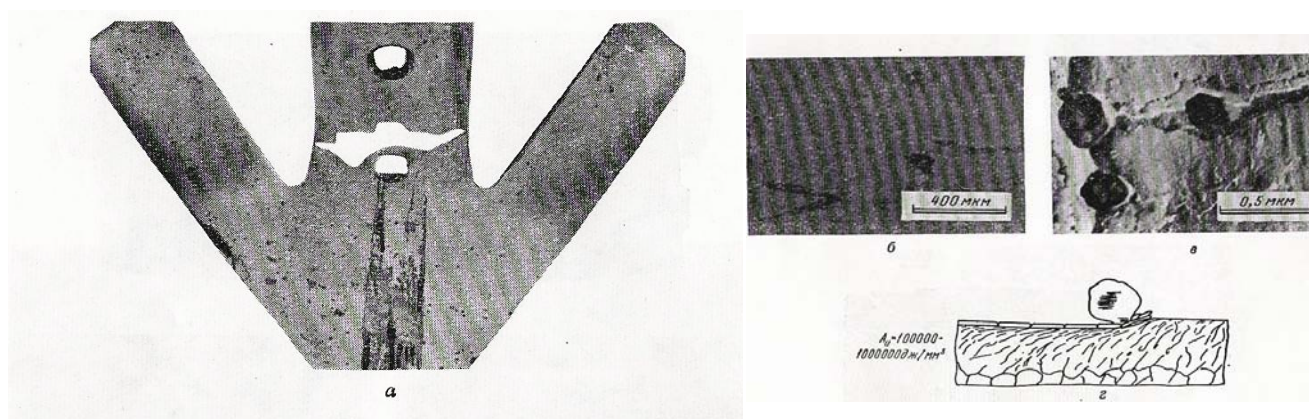


Рисунок 1 - Механо – хімічна форма абразивного зношування лапи культиватора:

а – загальний вигляд; *б* – мікрофотографія поверхні тертя; *в* – електронна фотографія, яка ілюструє руйнування плівок вторинних структур зернами абразиву; *г* – схема взаємодії абразивної частинки з поверхнею металу (по Костецькому Б.І.)

Глибина трансформованого і окисленого шару деталей (леміш плугу, лапа культиватора) складає до 0,15...0,20 мкм, вміст кисню знаходиться в межах 15...18%. [3]. Основними агентами зношування змінних робочих органів є тверді (HV 7...11 ГПа) мінеральні частинки кварцу і граніту, що складають приблизно 36...70% ґрунту. Потім за ступенем вмісту йдуть польовий шпат, слюда та інші мінерали (HV 6...7,2 ГПа). [1]. В нашій роботі розроблено та випробувані різні технології зміцнення деталей робочих органів ґрунтообробних машин:

- індукційне наплавлення твердим сплавом ПГ-С27;
- точкове дугове зварювання порошковим дротом ПП-АН170;
- використання евтектичних покриттів системи Fe-Mn-C-B;

Для підвищення строку служби деталей машин і механізмів шляхом нанесення евтектичних покриттів використовується насичення зі спеціальних порошків (обмазок, паст) за допомогою нагріванням СВЧ, швидкісного пічного нагрівання, відцентрової біметалізації, газополум'яного напилювання, електрохімічного осадження, наплавлення твердими сплавами, поверхневого легування сталевого литва. При реалізації відомого підходу [4] за 10 секунд при товщині суміші 3 мм і нагріванню СВЧ до 1553 К на сталі 45 отримують покриття товщиною 0,7 мм. Таким чином, запропонований метод дозволяє у 2 рази збільшити товщину зміцненого шару.

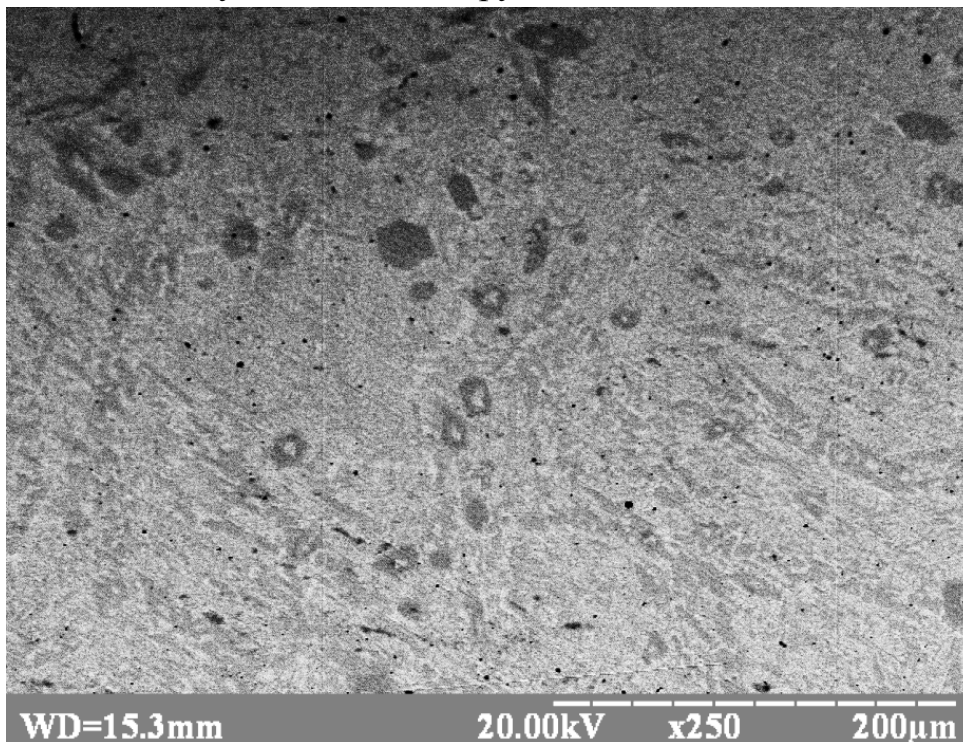


Рисунок 2 - Мікроструктура евтектичного покриття

Плавлення феромарганцю призводить до збагачення рідкої фази активними атомами марганцю і карбідами Mn_3C і Fe_3C (рис.2). Утворення марганцевистого карбіду заліза $Fe_{0,4}Mn_{3,6}C$ можливе за взаємного розчинення карбідів заліза Fe_3C і марганцю Mn_3C , які утворюють безперервний ряд твердих розчинів [5]. Структура евтектичного покриття при насиченні з вказаної суміші складається зі складно легованого перліту, марганцевистого карбіду заліза та включень бориду заліза Fe_2B . Встановлено, що однією з головних характеристик, що впливають на структуру і властивості наплавленого металу, поблизу його границі з основним матеріалом деталі, яку зміцнюють, є розміри (протяжність) до евтектичної ділянки, яка утворюється внаслідок розведення зміцнюючого сплаву матеріалом основи, зміни його хімічного складу та збільшення частки в легованому чавуні заліза. На рисунку 3 наведені структури шару твердого сплаву ПГ-С27 на сталі 65Г, що утворюється після індукційного наплавлення.

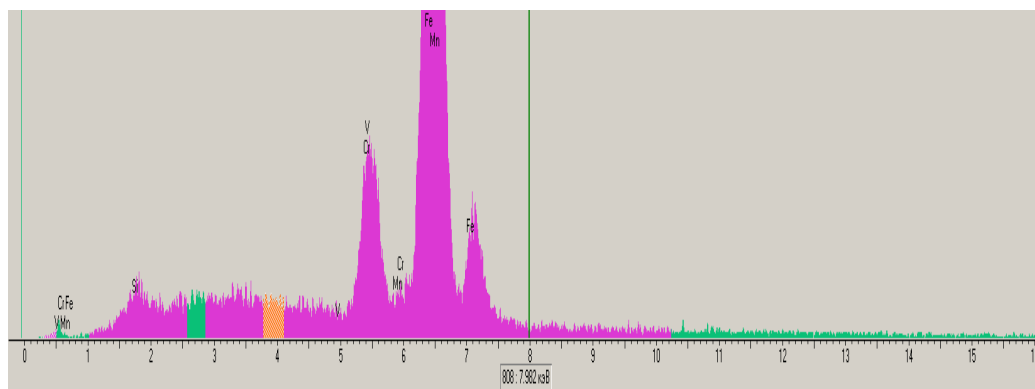
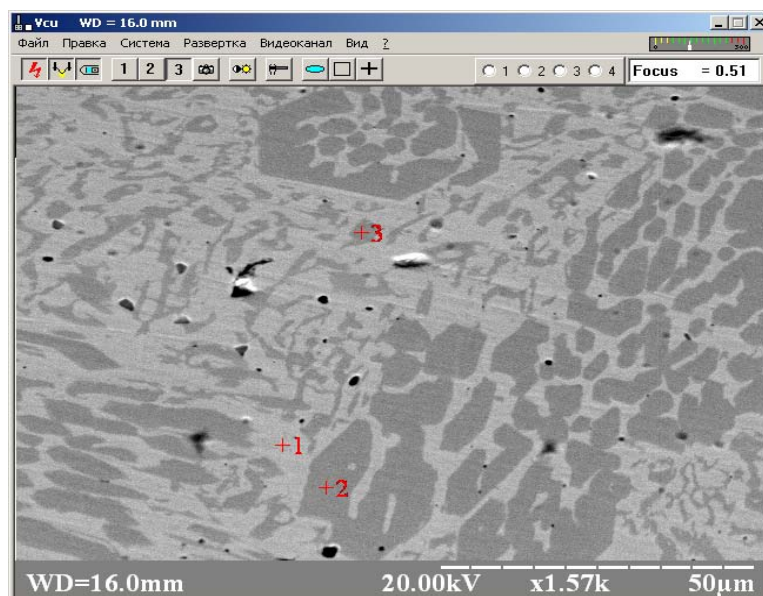


Рисунок 3 - Електронна мікроскопія і хімічний аналіз характерних ділянок структури покриття ПГ-С 27

При серійному методі зміцнення поверхні металу (тільки одне індукційне наплавлення) в наплавленому шарі високолегованого заевтектичного білого чавуну у місці сплавлення спостерігається яскраво виразна структура до евтектичного чавуну. В наплавленому шарі, на поверхні хрому в 2,5 рази більше, ніж в перерізі; а кремнію в 2 рази менше. Під час роботи, фази, що містять хром спрацьовуються менше, тому вони залишаються в наплавленому шарі. Статистичні дослідження показують порушення технології індукційного наплавлення поверхонь тертя. Після зміцнення потрібна вторинна термообробка (загартування поверхні), потім відпускання до температури шихти. Одним з важливих факторів, що визначає опір металевих сплавів абразивному зношуванню, є їх структурний стан, а також властивості, взаємне розташування, кількісне співвідношення і характер зв'язку окремих структурних складових структури. Крім характеристик, описаних вище, зносостійкі покриття повинні мати структуру, яка в максимальному ступеню повинна відповідати принципам синергетичного підходу до зрівноваженої системи. Виконаний комплекс теоретичних і експериментальних досліджень дозволив розробити конкретні виробничі рекомендації по підвищенню ресурсу деталей робочих органів ґрунтообробних машин зміцненням їх ріжучої частини з використанням методу точкового зміцнення (дугового точкового зварювання).

Сутність багатьох технологічних процесів зміцнення заключається в тому, що на відносно невеликий об'єм металу впливають точково (з великими швидкостями потоками енергії високої інтенсивності, одночасно деформуючи і швидко охолоджуючи метал за рахунок відведення тепла в глибину матеріалу. В нашій роботі використовується «точкове зміцнення», суть процесу в наступному: методом макровкраплення твердого сплаву здійснюється зміцнення ділянок робочих органів, які швидко зношуються. Порошковий дріт, наприклад, ПП-АН170М, 130,135, діаметром 3,2 мм плавиться під впливом електричної дуги, утворюючи конуси проплавлення, що в результаті активної дифузії твердого сплаву з основним металом, міцно утримується в деталі, підвищуючи їх зносостійкість.

Наплавлення дозволяє підвищити стійкість деталей машин проти зношування, головним чином, абразивного, електрохімічної корозії, ерозії, кавітаційного руйнування, термічної і контактної втоми. Наплавлення широко використовують для відновлення розмірів спрацьованих деталей машин, що дозволяє замінити в деталях високолеговані сталі вуглецевою, а кольорові метали – чорними. В теперішній час є велика кількість наплавлених матеріалів, що дає можливість конструктору підібрати необхідні за умовами роботи

матеріали для наплавлення поверхонь деталей машин.

Найбільший наробіток мають лемеші з точковим зміцненням. Із 9 випробувальних лемешів тільки один леміш досяг граничного зносу по носку, решта лемешів мають 140 га наробітку і придатні до подальшої експлуатації. Поломок лемешів даного типу в процесі випробувань не виявлено. По загальному досягнутому для всіх деталей наробітку, лемеші з точковим зміцненням переважають серійні в 2,8 рази.

Для визначення відносної зносостійкості за вагою і довжині носка побудовано графік (рис. 4). Таким чином, леміш з точковим зміцненням може замінити по наробітку три серійних лемешів. Значення величини середньоквадратичного відхилення і коефіцієнту варіації параметрів робочих органів з точковим зміцненням свідчать про стабільність технологічних процесів їх виготовлення.

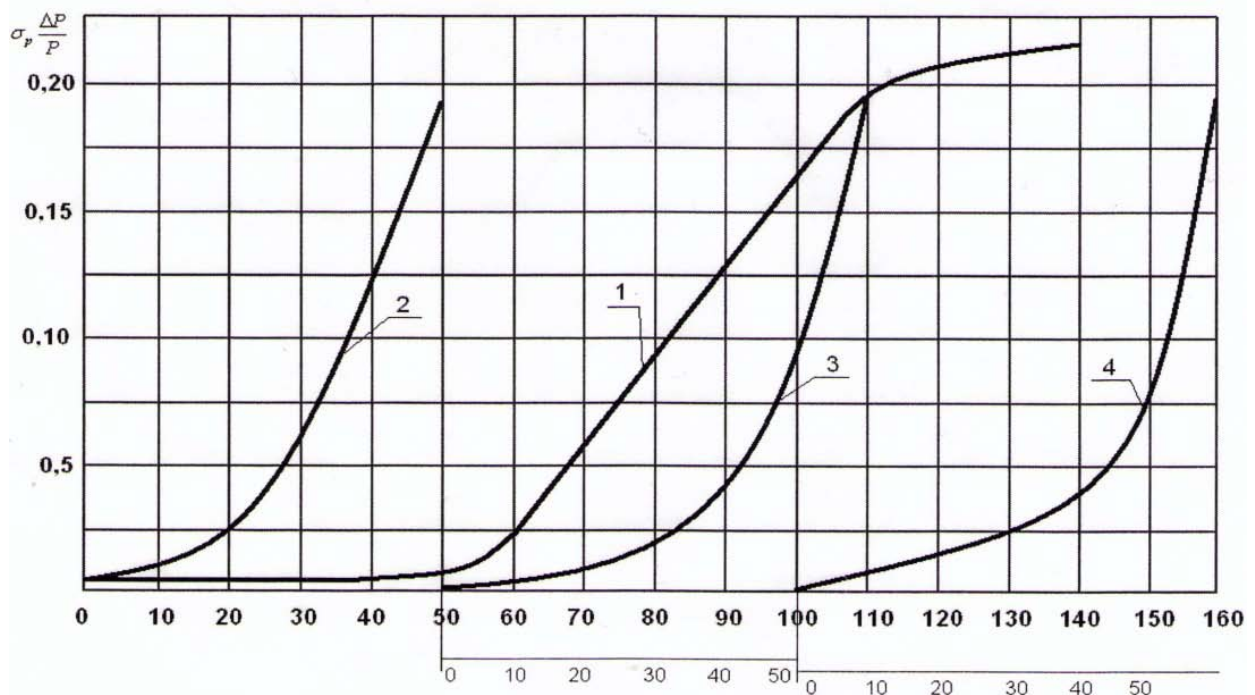


Рисунок 4 - Відносний знос за масою серійного та зміцненого лемешів:

1 - леміш з точковим зміцненням; 2 - серійний леміш (перша установка);
3 - серійний леміш (друга установка); 4 - серійний леміш (третя установка)

Висока зносостійкість в умовах абразивного зношування забезпечується наявністю в структурі наплавленого шару після дугового точкового зварювання карбідів тугоплавких металів (рис. 5).

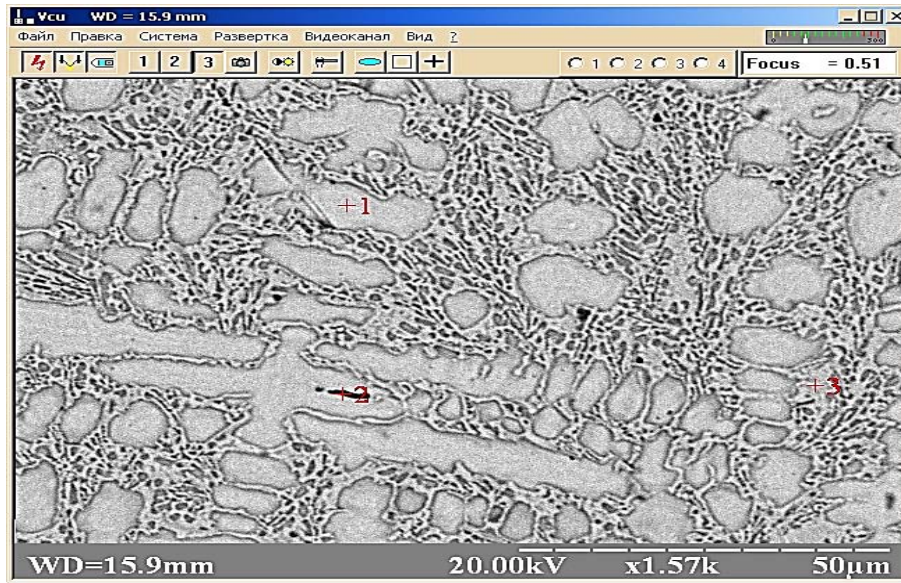


Рисунок 5 - Рентгеноструктурний і хімічний аналіз характерних ділянок точкового покриття

Мікроструктура металу покриття складається з карбідів, борідної евтектики і мартенситу. Наплавлений шар це до евтектичний сплав з виразною дендритною структурою, первинні дендрити на основі легованого заліза. Діаметр дендритних гілок складає від 3 до 10 мкм. В перехідному шарі присутній шар товщиною від 17 мкм до 20 мкм на основі фериту, легованого хромом до 0,24% і кремнієм до 0,2%. Твердість наплавленого металу висока. Зі сторони покриття наплавленого шару спостерігається збільшення вмісту хрому і кремнію.

Висновки

1. В Україні особливо гостро стоїть проблема підвищення ресурсу робочих органів сільськогосподарської техніки, тому що, ні один з використовуваних в теперішній час методів зміцнення не вирішує цю проблему, що призводить до великих фінансових і трудових втрат в сфері виробництва і технічної експлуатації.

2. Ремонт, заснований на простій заміні змінних деталей новими, не може забезпечити ні якості, ні економічної ефективності. Заводи, що випускають запасні частини для ґрунтообробних машин, суттєво погіршили їх якість, і систематично допускають порушення технології зміцнення, тобто без термообробки і загартування робочої поверхні.

3. Ефективним методом підвищення довговічності змінних деталей робочих органів ґрунтообробних органів є точкове зміцнення (дугове точкове зварювання) порошковим дротом-плавким електродом.

Список літератури:

1. Новиков В.С. Обеспечение долговечности рабочих органов почвообрабатывающих машин /В.Новиков, автореферат диссертации на соискание ученой степени доктора технических наук-М.: 2008.-39 с.
2. Кондратьев Е.Т., Кондратьев В.Е. Восстановление наплавкой деталей сельскохозяйственных машин.-М.: Агропромиздат., 1989.
3. Зазимко О.В. Закономерности механохимических процессов при абразивном изнашивании сталей /О.Зазимко, автореферат на соискание ученой степени кандидата технических наук-Киев, 1988.-19 с.
4. Пашечко М.И., Голубец В.М. Износостойкие покрытия из эвтектики на основе системы Fe-Mn-C-V.-Киев: Наук.думка,1989.-160 с.
5. М.И.Пашечко. Формирование и фрикционная стойкость эвтектических покрытий/ Пашечко М.И., Голубец В.М., Чернец М.В., Киев.: Наукова думка.1993.-343 с.

Аннотация

Повышение долговечности сменных рабочих органов сельскохозяйственных машин

Денисенко Н.И.

В работе дан анализ современных методов упрочнения рабочих органов почвообрабатывающих машин, рассмотрены их преимущества и недостатки. Показано, что наиболее эффективным методом упрочнения рабочих поверхностей деталей почвообрабатывающих машин является точечное упрочнение - дуговая точечная сварка порошковой проволокой (плавящимся электродом).

Abstract

Increase of longevity of removable workings organs of agricultural machines

Denisenko N.I.

In article present introduce the present method hardening working tool cultivation machine them advantage and defect Demonstrate what the greatest effective method hardening force surface part cultivation machine have-point hardening point consumable-electrode are welding flux cored electrode.