

УДК 631.7.015:62

М.І. Денисенко, доц., канд. техн. наук, В.І. Рубльов, проф., д-р техн. наук
Національний університет біоресурсів і природокористування України, м. Київ

Технологічні методи забезпечення довговічності робочих органів і надійності сільськогосподарських машин

У статті проаналізовано сучасні методи підвищення довговічності деталей робочих органів сільськогосподарських машин поверхневим зміцненням. Надійність та технічна досконалість машин визначається якістю їх комплектуючих вузлів і деталей. Запропонована технологія відновлення і зміцнення лемешів плугів модульними пластинами з порошкових карбідосталей значно розширює межу зношування леза лемеша по ширині та суттєво збільшує його ресурс і надійність плугів.

абразивне зношування, леміш плуга, лапа культиватора, довговічність, методи зміцнення, композиційні покриття евтектичного типу, порошкові матеріали конструкційного призначення

Н.И. Денисенко, В.И. Рублёв

Национальный университет биоресурсов и природоиспользования Украины, г. Киев

Технологические методы обеспечения долговечности рабочих органов и надежности сельскохозяйственных машин

В статье проанализированы современные методы повышения долговечности деталей рабочих органов сельскохозяйственных машин поверхностным упрочнением. Надежность и техническое совершенство машин определяется качеством их комплектующих узлов и деталей. Предложенная технология ремонта и упрочнения лемехов плугов модульными пластинами из порошковых карбидосталей значительно расширяет границу износа лезвия лемеха по ширине существенно увеличивает его ресурс и надежность плугов.

абразивное изнашивание, лемех плуга, лапа культиватора, долговечность, методы упрочнения, композиционные покрытия эвтектического типа, порошковые материалы конструкционного назначения

Постановка проблеми. Проблема забезпечення довговічності деталей машин, як і підвищення надійності, має першочергове значення для економії металів, трудових витрат і підвищення ефективності машино-тракторного парку. В теперішній час причиною виходу з ладу більшості машин є зношування тертьових спряжень і робочих органів та полумки в результаті зношування того чи іншого виду. Частіше всього виходять ладу рухомі деталі машин під дією абразивного зношування і зношування внаслідок схоплювання [1-3]. Одним із шляхів захисту машин від абразивного зношування є підвищення твердості поверхневих шарів деталей. В роботах М.М. Хрущова і М.А. Бабичева [4-5] показано, що твердість матеріалів, яка залежить від енергії зв'язку в кристалічній решітці, в значному ступені визначає опір матеріалів абразивному зношуванню (при твердості абразиву, що набагато перевищує твердість матеріалу, що зношується). Якщо ж твердість матеріалу близька і тим більше перевищує твердість абразивних часток (в природі це частинки Al_2O_3 і SiO_2), то зносостійкість багатократно зростає. З нескладних речовин високу твердість мають лише кубічна модифікація вуглецю (алмаз) і бор. Витрати на ремонт і технічне обслуговування техніки складають до 18% від всієї валової продукції сільського господарства.

При цьому в структурі цих витрат 70-75% припадає на придбання нових запасних частин і лише 8-10% йде на відновлення і зміцнення спрацьованих деталей машин. Якість обробки ґрунту, поряд з іншими факторами інтенсифікації землеробства, має велике значення для підвищення врожайності сільськогосподарських культур і напряду залежить від технічного стану деталей робочих органів ґрунтообробних машин. В теперішній час в Україні промисловістю виготовляються змінні робочі органи, що мають малий ресурс, тому сільськогосподарські підприємства вимушені витратити значні кошти (до 18% від валової продукції) на ремонт машин. На сьогодні спостерігаємо тенденцію зниження якості деталей робочих органів, тому що їх виготовленням займаються підприємства, які раніше цим не займалися. При цьому часто не дотримуються встановлена технологія виготовлення, змінюються геометричні розміри деталей та їх фізико-механічні властивості. Робочі органи не відповідають вимогам якості і не забезпечують номінального ресурсу роботи.

Проблема. В зв'язку з вищевказаним, розробка нових методів зміцнення і відновлення деталей машин є вирішальним питанням на сьогодні при підвищенні надійності машин.

Аналіз останніх досліджень. В практиці багато випадків, коли низька довговічність комплектуючих деталей обмежує можливості подальшого підвищення надійності і техніко-економічних показників машини. В сільськогосподарських машинах такими деталями є лапи культиваторів, лемеші плугів, ножі і молотки подрібнювачів кормів, сегменти ріжучих апаратів косарок, ріжучі пари машинок для стрижки овець і інші деталі робочих органів. Порівняно невеликий строк служби цих деталей визиває необхідність виготовлення їх великої кількості в якості запасних частин, суттєво знижуючи продуктивність машин і якість їх виготовлення. Наприклад, граничне затуплення ріжучих пар стригальних машинок часто відбувається через 1,5-2 год безперервної роботи, лап культиваторів через 6-8 год., сегментів косарок через 4-6 год. після чого в польових умовах необхідно загострювати леза [6]. Після зміцнення строк служби деталей збільшується в декілька разів. Робочі органи ґрунтообробних машин виготовляють з вуглецевих сталей 40, Л53, 60 і низьколегованих марганцевистих сталей 65Г і 70Г. В літературних джерелах немає достатнього обґрунтування правильності вибору вказаних сталей. В теперішній час відомо близько 120 різноманітних методів зміцнення і відновлення деталей машин [7]. Всі методи поверхневого зміцнення за механічними, фізичними, хімічними і комбінованими механізмами зміцнення розділені на 11 груп.

За призначенням всі існуючі технологічні методи поверхневого зміцнення можна розділити на дві групи:

1. Методи отримання первинних структур з властивостями, які забезпечують можливість оптимальної перебудови і додаткового зміцнення в умовах експлуатації (механічний і фазовий наклеп, хіміко-термічна обробка, гальванічні покриття та ін.). В цьому випадку утворення вторинних захисних структур при терті сприяє розширенню межі нормальних процесів і мінімізації тертя та зношування [8].

2. Методи створення первинних структур з максимально можливою стабільністю по відношенню до механічного і хімічного впливу. Для підвищення зносостійкості необхідно отримати первинні структури з високостабільними властивостями, які мало змінюються в складних умовах навантаження (борування, дифузійне хромування, електролітичне зміцнення) [8].

В залежності від умов навантаження при терті можливо обґрунтовано вибирати матеріали і методи їх обробки з заданими характеристиками активації їх поверхневих шарів.

Сучасні технологічні методи поверхневого зміцнення відкривають необмежені можливості для створення захисних вторинних структур, що забезпечують надійну

роботу вузлів тертя в умовах високих температур і швидкостей тертя, великих навантажень, впливу кавітації, радіації, абразивних і корозійних середовищ та ін. Створення захисних покриттів на робочих поверхнях деталей машин дає змогу підвищити їх довговічність і надійність, корозійну стійкість, зменшити витрату чорних і кольорових металів, заощадити енергетичні, матеріальні й трудові ресурси. Аналіз багаточисленних досліджень дає змогу визначити основні методи утворення захисних зносостійких структур:

- нанесення на поверхню тертя зносостійких покриттів, зміна структури поверхневого шару легуванням його різними хімічними елементами, зміна структури поверхневого шару зовнішнім механічним (або тепловим) впливом без зміни його хімічного складу, використання методів порошкової металургії, комбінація наведених вище методів.

- низька собівартість матеріалів порошкових сумішей, використання для зміцнення евтектичних покриттів (ЕП) нагріванням струмами високої частоти (СВЧ) і високі експлуатаційні параметри дозволяють широко використовувати їх для поверхневого зміцнення і відновлення деталей машин та механізмів, які працюють в умовах абразивного зношування [9]. Спосіб утворення евтектичних покриттів великої товщини полягає у використанні в складі порошкових сумішей більшості елементів Періодичної системи. При цьому відбувається нагрівання металу або сплаву з порошковою сумішшю до температури плавлення легкоплавких елементів суміші (СЧ20, ФМн 1,5) за умови, що у складі суміші є елементи (зокрема, С, В), що утворюють з металом підкладки евтектику при температурі, що менше температури насичення [10].

Конструкційні деталі машин – найпоширеніший вид продукції порошкової металургії. Основною особливістю металокерамічних конструкційних деталей є їх висока щільність і міцність, що наближаються до щільності і міцності деталей з прокату і литва. Існує ряд методів отримання конструкційних деталей високої щільності – це багаторазове пресування і спікання, гідростатичне, ізостатичне і гаряче пресування, прокатування металевих порошоків, гаряче штампування поруватих заготовок, вибухове пресування, екструдкування, просочення рідкими металами, спікання з утворенням рідкої фази. Міцнісні характеристики металокерамічних конструкційних матеріалів підвищуються при легуванні залізної основи сплаву. Однією з найпоширеніших легуючих добавок є хром.

Суть процесу індукційного наплавлення полягає в тому, що замість металевих сормайтєвих електродів використовують спеціальну шихту, яка складається з металевого порошку твердого сплаву та флюсів. Шихту наносять шаром певної товщини на поверхню, що призначена для наплавлення, і спікають. Потім робочу поверхню разом з шихтою нагрівають в індукторі високочастотної установки до повного розплавлення шихти. При використанні високочастотної установки ЛЗ-67 процес наплавлення триває 75-85 сек. Для отримання покриття заданої товщини необхідно нанести шар шихти 4-5 мм. При цьому треба суворо дотримуватися, щоб поверхня деталі (леміш плуга, лапа культиватора) розташовувалися горизонтально [6].

Метою досліджень є проведення аналізу технологічних методів зміцнення і відновлення деталей робочих органів ґрунтообробних машин та підвищення ресурсу лемеша, як показника довговічності і надійності плугу, армуванням лицьової сторони леза порошковими карбідостаями конструкційного призначення і нанесенням евтектичних покриттів наплавкою наморожуванням.

Результати досліджень. В теперішній час, в умовах обмежених матеріальних засобів в сфері промислового і сільськогосподарського виробництва, особливе значення набувають технології, що відповідають вимогам ресурсозбереження без збільшення матеріальних витрат на їх реалізацію. Це відноситься до технологій

відновлення і зміцнення робочих органів сільськогосподарських машин. Більшість технологій, що використовуються, достатньо трудомісткі або малоефективні.

Крім того, зносостійкі сплави або їх композиції мають високу початкову вартість. Одним із перспективних шляхів підвищення надійності і експлуатаційної зносостійкості деталей машин і механізмів є використання захисних евтектичних покриттів (ЕП). Завдяки колоніальній структурі евтектичних покриттів, в яких м'яка матрична фаза армована більш міцною з включеннями твердих дисперсних частинок, вони можуть в широких межах змінювати фізико-механічні і електрохімічні властивості металів і сплавів.

Виходячи із закономірностей процесу руйнування обґрунтовано виготовлення цих виробів з біметалевою робочою частиною. При цьому основний метал забезпечує міцність виробу, а захисне покриття – абразивну зносостійкість. Для підвищення термінів служби деталей машин і механізмів шляхом нанесення евтектичних покриттів використовується насичення зі спеціальних порошків (обмазок, паст) за допомогою нагрівання струмами високої частоти СВЧ, швидкісного пічного нагрівання, відцентрової біметалізації, газополум'яного напилювання, електрохімічного осадження, наплавлення сплавами, поверхневого легування, сталевого литва. Поряд з розробкою і нанесенням евтектичних покриттів велика увага надається створенню евтектичних сплавів.

Розроблені варіанти наплавлення наморожуванням відрізняються температурними режимами процесу, підготовкою оброблюваних матеріалів, складом захисних середовищ і покриттів. В кожному випадку вибір технологічного режиму здійснюється з врахуванням хімічного складу і температури зварюваності металів, товщини зміцнюючого шару, його технічного призначення і іншими факторами. Серед різних варіантів цієї технології перспективним є отримання біметалевих виробів занурюванням деталі або заготовки в розплав. Спосіб полягає в попередньому нагріванні заготовки, флюсуванні робочої частини і занурюванні з короткочасною витримкою частини заготовки в розплаві, що зміцнюється.

Так як температура заготовки значно нижче температури розплавленого металу, на її поверхні відбувається кристалізація (наморожування) розплаву. Товщина зміцненого шару досягає 3мм і більше. За необхідності локального зміцнення поверхні, які не підлягають зміцненню, ізолюються. Різновидністю способу наморожування на заготовку є наплавлення методом заморожування. Вона полягає в подаванні порції розплавленого металу в зазор між попередньо активованою направляючою поверхнею заготовки та стінкою форми. Порожнина форми визначає конфігурацію і товщину наплавлення. При заповненні форми присадний сплав витісняє флюс з наплавленої поверхні та кристалізується. Після заповнення форми сплав твердіє з утворенням зносостійкого шару потрібної форми і розмірів.

Технологія наплавлення наморожуванням складається з наступних операцій: плавка присадного сплаву; підготовка флюсу; активація поверхні, яка наплавляється; наплавлення робочої частини деталі; охолодження виробу; контроль якості наплавлення. Плавка присадного матеріалу здійснюється в індукційній сталеплавильній тигельній печі типу ИСТ-0,06 або ИСТ-0,16 в змінних тиглях, які виготовляються з вогнетривких матеріалів на основі нітридів бору або кремнію, або графітомістких типу ТГ-20 виробництва Лужського абразивного заводу. Для наплавлення наморожуванням ріжучих елементів робочих органів використовуються високохромисті чавуни, що мають високу абразивну зносостійкість і ударну в'язкість. До числа наплавочних матеріалів відносяться сплави на основі заліза, що випускаються Горезьким заводом наплавочних твердих сплавів ПГ-ФБХ-6-2; ПР-С27, ПГ-С1, ПГ-УС25.

Температура розплаву регулюється підбиранням потужності, яка підводиться до індуктора плавильної печі. Підготовка флюсу полягає в плавці вихідних компонентів до

потрібної температури активації. Флюс плавиться в електричній нагрівальній печі в змінних тиглях з жаростійкого чавуну або сталі.

Температура розплаву флюсу в тиглі нагрівальної печі підтримується в заданому інтервалі на протязі всього процесу активації з метою забезпечення якісного очищення зміцнюваної поверхні деталей. Температура нагрівання зміцнюваної частини деталі 1123-1223К (850-950°C). Після нагрівання деталі СВЧ, не допускаючи охолодження, подають на пост флюсування та занурюють в розплавлений флюс. Наплавлення ріжучих елементів робочих органів наморожуванням з розплаву здійснюється зануренням нагрітої про флюсованої деталі в розплав зносостійкого евтектичного матеріалу з витримкою на протязі 0,8-1,2 с. Впродовженні вказаного терміну, при дотриманні оптимальних режимів наплавлення, на поверхні деталі твердіє шар зносостійкого шару товщиною 2-3 мм [10].

Рекомендується занурювати деталь в розплав зі швидкістю 0,05-0,2 м/с. Така швидкість сприяє повному витіканню флюсу з поверхні, яка підлягає зміцненню, забезпечуючи тим самим максимальну міцність зчеплення зносостійкого матеріалу з основним металом. При напавленні заморожуванням формуються ділянки аустеніту шириною до 25мкм. В зоні сплавлення формується тонкий (близько 2мкм) аустенітний шар. Фазовий склад покриттів відповідає заданому порошковому матеріалу. Використання легованих хромом та евтектичних порошкових матеріалів ФМІ-6 з великою концентрацією марганцю (25,4% (за масою)) призводить до формування в напавленому шарі евтектик Fe-Mn-C та Fe-Cr-C і дендритів карбіду $Fe_{0,4}Mn_{3,6}C$ з висями другого порядку, розташованими в кристалографічному напрямку (рис. 1). При зменшенні в сплаві вмісту марганцю до 4-12% (ФМІ-13, ФМІ-43) поряд з вказаними евтектиками замість дендритів марганцевистого карбіду формуються дендрити легованого марганцем і хромом аустеніту. Це характерно для всіх способів утворення покриттів. Якість напавленого виробу контролюється вимірюванням лінійних розмірів товщини напавленого шару, знаходженням дефектів і фізико-механічних властивостей покриття.



Рисунок 1 – Мікроструктура евтектичного покриття (ЕП) №1, (x 400)

Наплавлення наморожуванням на заготовку здійснюється наступним чином. Після активації нагріту деталь розміщують в форму, що забезпечує розташування зміцнюваної поверхні під кутом 0-85° по відношенню до напрямку потоку металу у формі. В такому випадку потік розплавленого сплаву потрапляє на зміцнювану поверхню, стікає по ній в нижню частину порожнини форми, змиваючи частину флюсу, тим самим порушуючи суцільність флюсуєчого покриття на поверхні, та заповнює

порожнину форми. По мірі піднімання рівня розплаву в формі рідкий метал витискує флюс, що залишився на зміцнюваній поверхні, змочує її та кристалізується.

Порожнина форми заповнюється зі швидкістю піднімання розплавленого металу в інтервалі 0,03-0,15 м/с, що забезпечує повне витискання флюсу зі зміцнюваної поверхні і високий рівень міцності зчеплення між присадочним сплавом і металом заготовки.

Форма виготовляється з вогнетривких матеріалів на основі графіту, порошкових матеріалів на основі карбідів кремнію і алюмінію. Вона визначає конфігурацію і об'єм наплавлення, забезпечує точність розмірів наплавленого зносостійкого шару.

Евтектичні зносостійкі матеріали, що рекомендуються для наплавлення заморожуванням, характеризується наступними фізико-механічними властивостями: твердість не менше 50HRC, ударна в'язкість 50-75 кДж/м², відносна зносостійкість (еталон сталь 45) 3-6. В процесі заморожування в розплаві з порошкового матеріалу ФМІ-3 формується покриття з рівномірним по товщині розподілом елементів (рис. 2).. Товщина зони сплавлення близько 10 мкм.

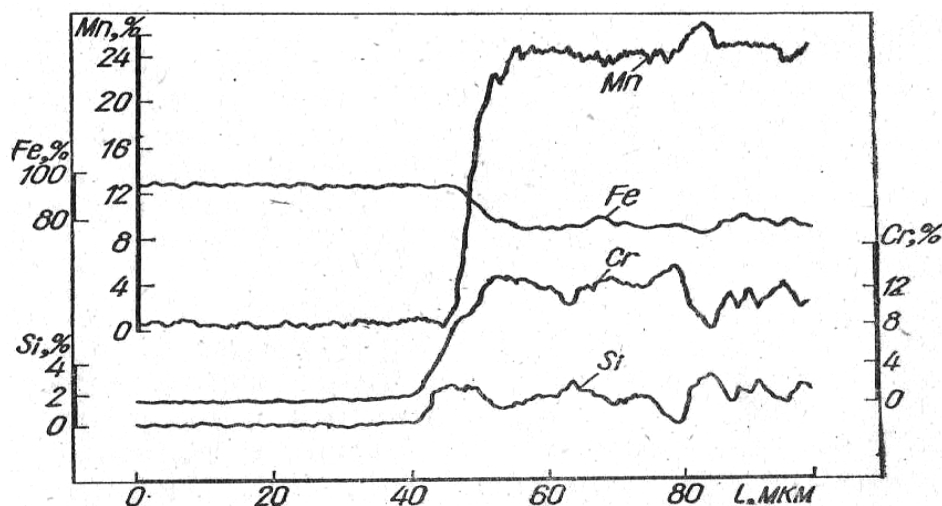


Рисунок 2 – Розподілення елементів по глибині покриття на сталі 45, отриманого зі сплаву ФМІ-3 методом заморожування

При наплавленні заморожуванням ґрунтообробних елементів оптимально узгоджуються конструктивні і технологічні фактори підвищення довговічності деталей.

Аналіз структури показав, що наплавлений сплав в переважаючому порядку складається з евтектики Fe-Mn-C і Fe-Cr-C дендритів аустеніту і марганцевистого карбиду заліза. Стовбчасті кристали дендритів в основному розташовані по нормалі до поверхні тепловідводу. Такий структурний стан наплавленого сплаву забезпечує його підвищену абразивну зносостійкість. Особливо це важливо до деталей, що працюють в абразивному середовищі. В даному випадку тверду фазу в вигляді голок стовбурових дендритів кристалів можна розташовувати перпендикулярно до поверхні тертя. Встановлено, що твердість, ударна в'язкість і абразивна зносостійкість наплавленого заморожуванням сплаву зі стовбуровою структурною анізотропні. Це свідчить про направлене формування службових властивостей сплаву.

У відповідності з поставленою ціллю розроблена технологія відновлення і зміцнення лемешів плугів приварюванням металокерамічних пластин на основі сталей марок X17H2, X13M2 з карбідом хрому та карбідом титану шляхом аргоно-дугового зварювання (рис 3, 4, 5).

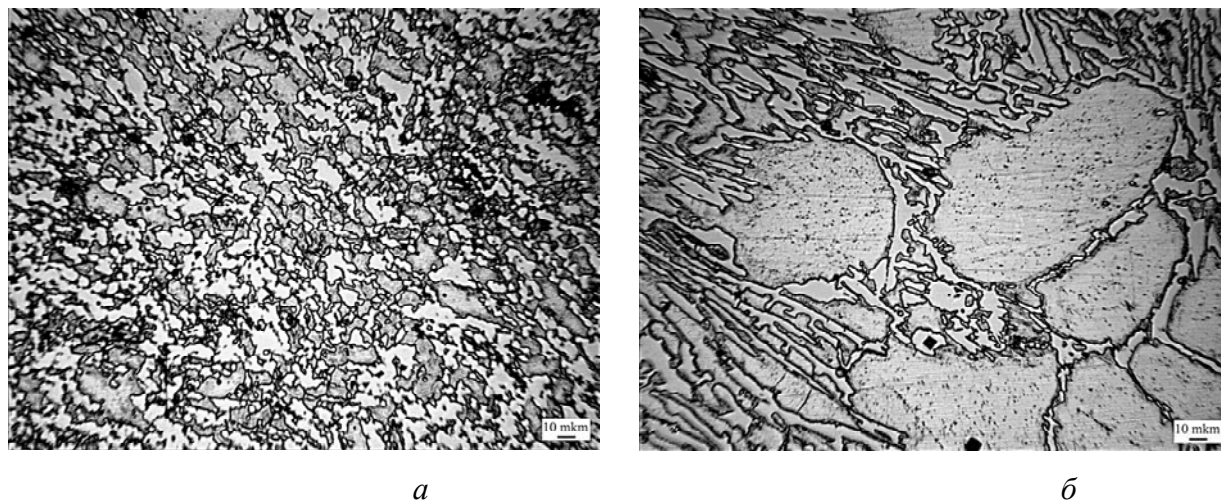


Рисунок 3 – Мікроструктура карбідосталі X13M2 - 22,5% об. Cr₃C₂, спеченої при 1200 (а) і 1250 (б) °С

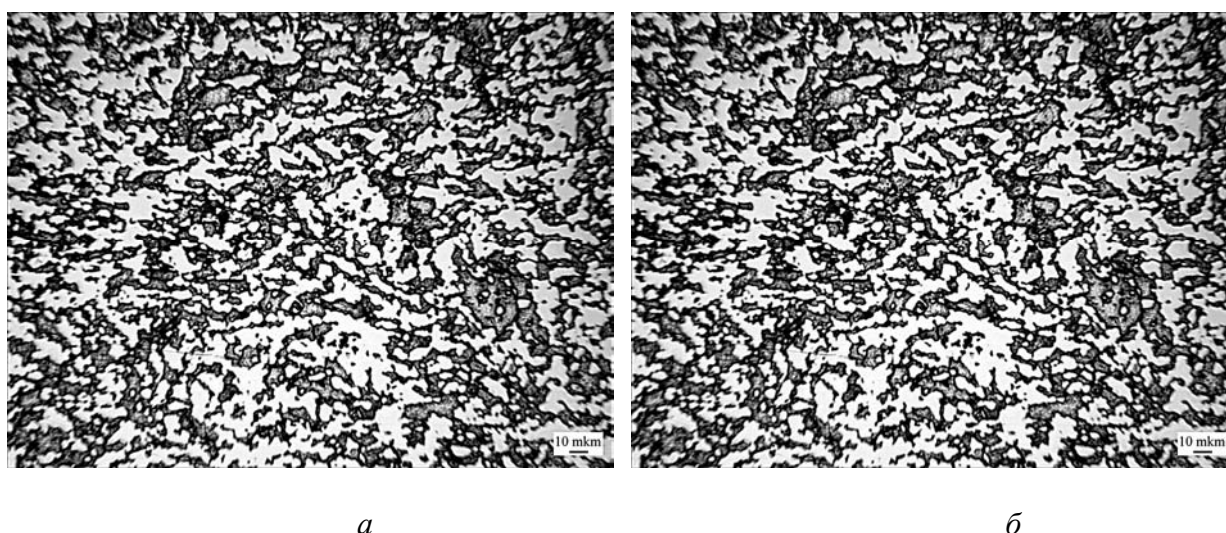


Рисунок 4 – Мікроструктура карбідосталі X13M2-30% об. Cr₃C₂, спеченої при 1250 (а) і 1300 (б) °С

Розглянувши основні типи зносостійких матеріалів, до яких належать: матеріали з нерівноважною структурою, композиційні матеріали на основі нержавіючих сталей з добавками твердих сполук, зносостійкі тверді сплави та карбідосталі, ми прийшли до висновку, що карбідосталі за участю карбиду хрому є малодослідженими. Хромисті нержавіючі сталі використовують трьох типів: з 13, 17 і 27% Cr, причому сталі з 12% Cr в залежності від вимог мають різний вміст вуглецю (від 0,1 до 0,4%). Сталі з 17-18 і 25-28% Cr інколи мають невелику кількість домішок титану і нікелю. Титан і нікель додають для подрібнення зерна, а нікель для покращення механічних властивостей. Разом з тим за рівнем фізико-механічних, триботехнічних, корозійних та експлуатаційних властивостей вони є перспективними матеріалами для виготовлення деталей з підвищеною зносостійкістю, що працюють в корозійноактивних середовищах. За основу було обрано хромисту сталь, в тому числі з невисоким вмістом нікелю, яка з економічної і технологічної точок зору та рівнем фізико-механічних властивостей є придатною для створення зносокорозійностійких матеріалів. Особливістю структури гарячештапованої карбідосталі є відсутність перехідної зони в місці контакту карбідного зерна з металом основи (рис 3, 4).

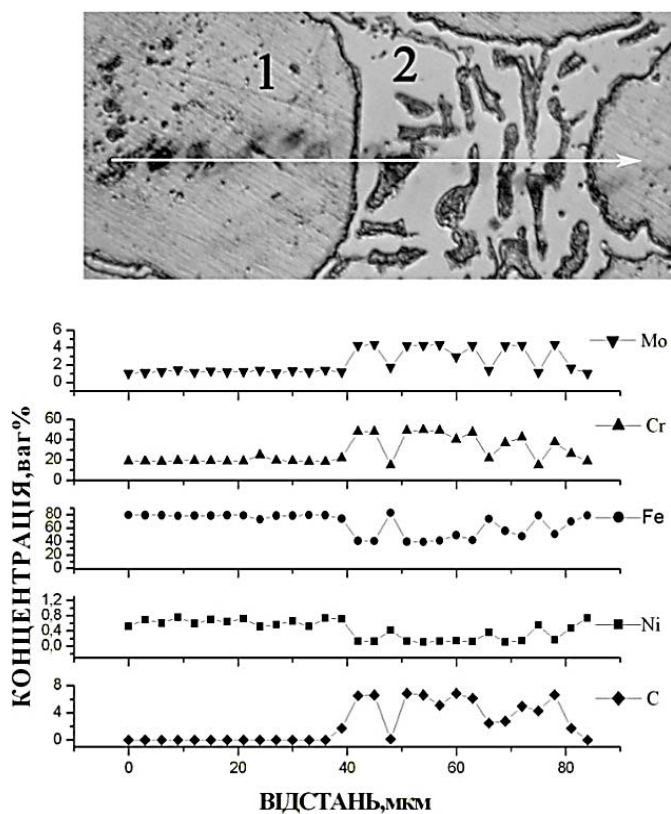


Рисунок 5 – Розподіл Cr, Ni, Fe, Mo, C в зразку (X13M2-15% об. Cr_3C_2) – спікання у вакуумі при $t = 1300\text{ }^\circ\text{C}$ (1 – карбіди; 2 – металева фаза)

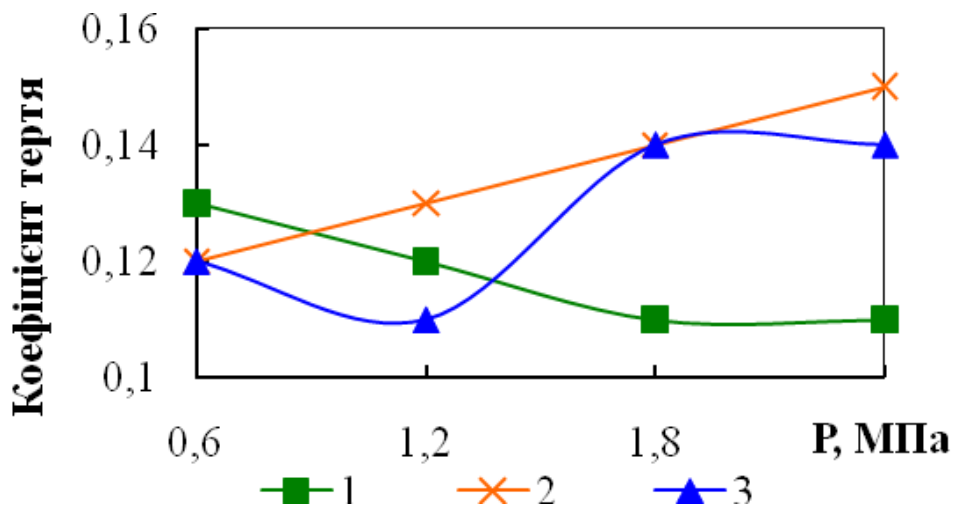


Рисунок 6 – Залежність коефіцієнта тертя від навантаження спечених при $1250\text{ }^\circ\text{C}$ карбідосталей: X13M2-15% об. Cr_3C_2 (1); X13M2-22,5% Cr_3C_2 (2); X13M2-30% об. Cr_3C_2 (3)

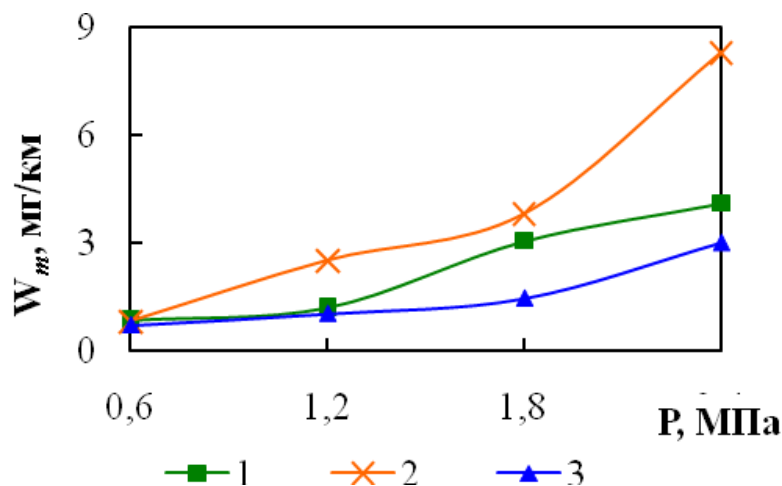


Рисунок 7 – Залежність масового W_m (мг/км) зносу від навантаження спечених при 1250 °С карбідосталей: X13M2-15% об. Cr_3C_2 (1); X13M2-22,5% Cr_3C_2 (2); X13M2-30 % об. Cr_3C_2 (3)

Таблиця 1 – Корозійна стійкість спечених карбідосталей

Номер зразку	Склад, %		Відносна густина ρ , %	Корозійні властивості					
				30% – ний NaOH		3 % – ний NaCl		20% – ний HNO_3	
	сталь	Cr_3C_2		П, мм/рік	Бал*	П, мм/рік	Бал	П, мм/рік	Бал
1	X13M2	15	0,93	-	10	0,33	3	0,11	4
2	X13M2	22,5	0,95	0,41	3	-	10	0,06	4
3	X13M2	30	0,97	0,03	4	0,59	2	0,31	2
4	X17H2	7,5	0,99	0,00	10	0,14	3	0,81	2

(* – за десятибальною шкалою)

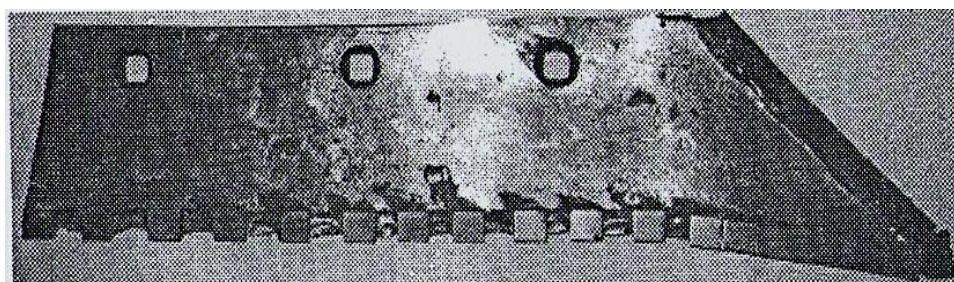


Рисунок 8 – Леміш плуга армований металокерамічними пластинами із карбідосталі X13M2-30% з їх суцільним і переривчастим розташуванням

Карбідосталі на основі X13M2 мають зносостійкість в 1,5-3 рази вищу, порівняно з карбідосталлю X17H2- Cr_3C_2 . Це можна пояснити наявністю 2% молібдену, який підвищує дифузійну рухливість хрому і призводить до збільшення його концентрації у приповерхневих шарах, що, як відомо, підвищує зносостійкість (рис.6, 7).

Порошкові тверді сплави є композиційними гетерогенними матеріалами, які складаються з твердих тугоплавких сполук розподілених в пластичній матриці з металів тріади заліза. Карбідосталі за своїми властивостями є проміжними між твердими сплавами і інструментальними сталями. Нами запропоновано карбідосталь, в

якості основи якої використані хромисті сталі феритного і ферито-мартенситного класів з відносно невеликим вмістом карбідної складової (7,5-30% об.) корозійностійкого вищого карбіду хрому Cr_3C_2 . Для їх отримання, поряд з рідкофазним спіканням, можуть бути використані альтернативні методи – гаряче штампування та імпульсне гаряче пресування у вакуумі. В результаті аналізу впливу вмісту компонентів на структуру спеченої карбідосталі виявлено ефект подрібнення мікроструктури при збільшенні кількості карбіду хрому від 7,5 до 30% об., що дозволяє керувати структуроутворенням для досягнення необхідних властивостей карбідосталей (рис.5). Встановлено, що гарячештампована карбідосталь має анізотропію зерен металу-основи в напрямку, перпендикулярному зусиллю штампування. Особливістю структури гарячештампованої карбідосталі є відсутність перехідної зони в місці контакту карбідного зерна з металом основи. Це в деяких випадках сприяє підвищенню міцності карбідосталі, що загалом забезпечує зростання механічних властивостей матеріалу [11]. Корозійна стійкість карбідосталей (табл. 1) значною мірою визначається вибірковою здатністю зовнішньої дії на складові компоненти матеріалу. В умовах, коли стійкість фази карбіду перевищує стійкість сталевोї зв'язки до дії реагентів, загальна стійкість сплавів карбід-сталь збільшуватиметься зі зниженням вмісту сталі. Корозійна стійкість карбідосталей, отриманих гарячим штампуванням, в 30% - розчині NaOH сягає 10 балів (повністю стійкий) до вмісту карбіду хрому 15% включно, але при подальшому підвищенні вмісту Cr_3C_2 корозійна стійкість падає до 4-х балів (понижено стійкий).

Результати досліджень абразивної зносостійкості зразків зі сталі X17H2 показали, що в них спостерігається катастрофічне зношування вже при навантаженні 0,6 МПа. Введення в шихту карбідних домішок суттєво змінює характер зносостійкості, підвищуючи її в 50 разів. Порівняння зносостійкості карбідосталей показує, що інтенсивність зношування карбідосталі з Cr_3C_2 в 13,5 разів менше ніж карбідосталі з TiC. Це може бути пов'язано з вищою концентрацією Cr в металевій складовій карбідосталі з Cr_3C_2 або, можливо, з малою інтенсивністю взаємодії TiC зі сталеву основу та слабким адгезійним зв'язком між частинками карбіду титану і матрицею.

Збільшення вмісту карбіду призводить до росту зносостійкості, що викликано збільшенням частки твердої складової за рахунок гетерофазної взаємодії з основою та подрібненням розміру металевої фази, що в умовах абразивного зношування по закріпленим частинкам призводить до підвищення зносостійкості. Запропонована технологія відновлення і зміцнення забезпечує міцне з'єднання металокерамічних пластин і леза лемеша (рис.8), що збільшує його ресурс. Використання для зміцнення лемеша зносостійких пластин з карбідосталей конструкційного призначення дозволяє тривало зберігати вихідну долотоподібну геометрію лемеша.

Висновки.

1. При наплавленні наморожуванням оптимально поєднуються конструктивні і технологічні фактори підвищення довговічності деталей машин, і, як наслідок, їх надійності.

2. Ресурс роботи наплавлених наморожуванням деталей робочих органів ґрунтообробних машин (лапи культиватора) в 2-4 рази більше ресурсу серійних виробів.

3. Запропонована технологія відновлення і зміцнення лемешів плугів модульними пластинами з порошкових карбідосталей значно розширює межу зношування леза лемеша по ширині та суттєво збільшує його ресурс і надійність плугів.

Список літератури

1. Хрущов М.М. Сопротивление абразивному изнашиванию структурно-неоднородных материалов./М. Хрущов, М. Бабичев.-М.: Трение и износ в машинах. 1958.-(вып. XII).
2. Хрущов М.М. Исследование изнашивания металлов / М.Хрущов., М.Бабичев.-М.: Изд-во АН СССР. 1960.-351 с.
3. Хрущов М.М. Классикация условий и видов изнашивания деталей машин. / Хрущов М.М.-М.: Изд АН СССР. В сб.: Трение и износ в машинах, 1953.- С.5-17.
4. Хрущов М.М. Исследование влияния твердости абразива на износ металла. / М.Хрущов, М.Бабичев.- М.: Изд АН СССР., 1956.- вып.ХІ.
5. Ткачев В.Н. Износ и повышение долговечности деталей сельскохозяйственных машин /Ткачев В.Н.-М.: Машиностроение, 1971.- 264 с.
6. Ткачев В.Н. Высокочастотная наплавка сплавом сормайт самозатачивающихся лемехов / В.Н. Ткачев., Н.В. Казинцев.- Сварочное производство.- 1963.- №1.
7. Поверхностная прочность материалов при трении/[Костецкий Б.И., Носовский И.Г., Караулов А.К. и др.]; под ред.Б.И.Костецкого.-К.:Техника, 1976.- 296 с.
8. Костецкий Б.И. Износостойкость и антифрикционность деталей машин. /Б. Костецкий, И. Носовский.-К.: Техника, 1965.- 206 с.
9. Пашечко М.И. Формирование и фрикционная стойкость эвтектических покрытий / Пашечко М.И. Голубец В.М., Чернец М.В.: - К.: Наукова думка, 1993.- 343 с.
10. Голубец В.М. Износостойкие покрытия из эвтектики на основе системы Fe-Mn-C-V/W. Голубец, М. Пашечко.-К.: Наукова думка, 1989.- 160 с.
11. Патент №46567 Україна, МПК (2009), В22/F 7/02. Молоток для кормодробарок / В.Д. Войтюк, М.І. Денисенко, О.О. Котречко, В.А. Маслюк, Р.В. Яковенко, Т.В.Олійник; заявл.17.07.2009; опубл.25.12.2009, Бюл. №24.

N. Denisenko, V. Rublev

National university of life and environmental sciences of Ukraine

Technological methods to ensure the longevity and reliability of working agricultural machinery

Purpose of the work. Increase in the service life of plowshare as the index of longevity and reliability of plow, by the technological methods of strengthening.

Brief description of the executed work. Are analyzed the contemporary methods of increasing the components of the operating units of agricultural machines by surface hardening. Reliability and technical perfection of machines is determined by the quality of their completion units and components. The technology of repair and strengthening of the plowshares of plows proposed by modular plates from the powder carbide steels considerably enlarges the boundary of the wear of plowshare along the width and substantially increase its resource and reliability of plows.

Conclusions. The technology of restoration and strengthening of the plowshares of plow proposed by the modular plates of powder carbide steels enlarges the zone of the wear of plowshare along the width, increase resource and reliability of plows.

abrasive wear, blade share, blade cultivator tor tooth, operating longevity, method hardening, carbidesteel constructional purposes

Одержано 18.11.13