

УДК 631.31.004.67:621.9.048.4

ПОКРАЩЕННЯ РЕСУРСНИХ ПОКАЗНИКІВ ВІДНОВЛЕНИХ РОБОЧИХ ОРГАНІВ ГРУНТООБРОБНИХ МАШИН

М.О. Василенко, канд. техн. наук, **Д.О. Буслаєв**, мол. наук. співр.,
В.С. Матвійченко, мол. наук. співр.
ННЦ «ІМЕСГ»

Викладено результати дослідження з розроблення нових комбінованих технологій одночасного загострення та зміцнення робочих органів грунтообробних машин з використанням електроерозійної обробки та локального точкового наплавлення зміцнюючих матеріалів при їх відновленні методом ремонтних вставок.

Ключові слова: робочі органи грунтообробних машин, зміцнення, відновлення, електроерозійна обробка, електроди, наплавлюальні дроти, наробіток, економічний ефект.

Проблема. Робочі органи грунтообробних машин працюють у важких умовах навантаження та абразивної дії ґрунту. При цьому зношення робочих органів грунтообробних машин визначається обсягами фізичних фракцій розміром частинок більше 0,01 мм. Найшвидше зношуються робочі органи, які працюють на піщано-щебневих ґрунтах (5-10 га на леміш), а найнижча інтенсивність зношування спостерігається на чорноземних та глинистих ґрунтах (25-30 га на леміш).

Крім того відрізняється і характер зношування робочих органів, у залежності від типів ґрунтів. У робочих органах, що працюють на глинистих і чорноземних ґрунтах швидко затуплюється та зношується робоча кромка леза, в той час як на піщаних ґрунтах вона залишається більш загостrenoю, а зношення лемеша віdbувається по товщині.

На характер зношення істотно впливає і такий чинник, як тиск ґрунту на робочий орган у певних його зонах. Завдяки тому, що питоме навантаження на лезо лемеша збільшується в напрямку до носка, інтенсивність зношення носка в декілька разів вища, ніж леза лемеша як по ширині під час роботи на чорноземах і глинистих ґрунтах, так і по товщині під час роботи на піщаних ґрунтах [1].

© М.О. Василенко, Д.О. Буслаєв, В.С. Матвійченко.

Механізація та електрифікація сільського господарства. Вип. 96. 2012.

Подібні характер і інтенсивність зношення під час роботи на різних ґрунтах мають і лемеші передплужників, а змінні носки (вістря) лемешів, які конструктивно виготовлені як складові частини лемеша, зношуються аналогічно носовій частині звичайного долотоподібного лемеша.

Тому дослідження зон, величин та характеру зношення проводились на вибракуваних робочих органах плугів, що підлягають вибраціюванню як вітчизняного, так і зарубіжного виробництва, що працювали в умовах, які найбільш істотно відрізняються один від одного за інтенсивністю та характером зношення, а саме, на чорноземах та на піщаних ґрунтах.

Аналіз останніх досліджень та публікацій. Нині при відновленні зношених робочих органів ґрутообробних машин з успіхом використовуються для нанесення зміцнюючих покріттів такі способи, як електроерозійний (для одночасного загострення та зміцнення), електродугове наплавлення, газополуменеве напилення з наступним оплавленням нанесеного шару тощо [2-3]. Розроблені нові технології виготовлення та відновлення робочих органів ґрутообробної техніки з використанням вуглецевих сталей (вміст вуглецю до 0,7%) та із застосуванням для їх зміцнення електроерозійної обробки та порошкових матеріалів [4]. Ці способи зміцнення робочих поверхонь являються перспективними і добре зарекомендували себе у виробничих умовах. Натепер розроблено ряд інших матеріалів, призначених для зміцнення деталей, що працюють в абразивному середовищі. Зокрема дослідним заводом зварювальних матеріалів Інституту електрозварювання ім. Є.О.Патона випускаються електроди марок Т-590 та Т-620. Такі матеріали доцільно наносити на поверхні робочих органів локально, в місцях найінтенсивнішого зношення з метою зменшення їх витрат. При такому способі зміцнення в розрахунку на одну деталь витрачається приблизно 0,1 кг зміцнюючого матеріалу, що за нашими даними коштує 5 грн, а зносостійкість за прогнозами збільшиться в 2,0-2,5 раза порівняно зі зносостійкістю серійного робочого органу.

До способів, які найбільш часто використовуються для зміцнення робочих поверхонь деталей, відноситься звичайне гартування середньовуглецевих, високовуглецевих та легованих сталей. При цьому твердість металу можна отримати в межах 45 HRC для сталі 45 і до 65 HRC для сталі 65Г та легованих сталей. Для піщаних ґрунтів такий метод успішно використовується і нині. Але зносостійкість таких робочих органів нижча порівняно з іншими, зміцненими спеціальними

матеріалами. Крім того, на важких ґрунтах не відбувається самозагострення, що призводить до збільшення тягового зусилля і відповідно до перевитрат пального.

Дослідження електроерозійного способу одночасного загострення та зміцнення підтвердили перспективність його для операції зміцнення лезової частини лемешів, лемешів передплужників, доліт. Спосіб дає можливість на високовуглецевих стаях без витрат спеціальних зміцнюючих матеріалів отримувати твердий шар 60-64 HRC товщиною від 1 до 4 мм. Такий робочий орган має достатньо високі показники стосовно ресурсу і відповідає вимогам до самозагострення.

Недоліком цього методу є те, що він, в основному, придатний до використання для робочих органів, що виконують функцію різання ґрунту, а також те, що його можна застосовувати тільки для обробки лезової частини.

Для локального зміцнення поверхні деталі в місцях ймовірного зношенння доцільно використовувати інші методи, а саме: електродугове наплавлення штучними електродами чи порошковими дротами, наплавлення порошковими матеріалами на установках СВЧ, плазмове та газополуменеве наплавлення порошками, прутками тощо.

Електродугове наплавлення як штучними електродами, так і дротами може бути як суцільним по всій поверхні, так і точковим. Дослідженнями встановлено, що точкове наплавлення краще зарекомендувало себе для нанесення на робочу сторону. Незначно збільшуєчи опір, точки в достатній мірі захищають від зношенння шари основного металу.

Ташкентським інститутом інженерів залізничного транспорту розроблено метод багатоелектродного наплавлення суцільного шару металу на поверхні робочого органу. Використовуючи найдешевший низьковуглецевий дріт (Св - 08, Св - 08А), флюс АН-348 та феросплави у вигляді порошків крупної фракції (форохром, феромарганець, феросиліцій тощо), наплавляли шар товщиною 2-5 мм та отримували твердість до 60 HRC. Дослідження, проведені в лабораторії, показали, що низька продуктивність процесів, використання спеціальних матеріалів та значні деформаційні зміни робочих органів у місцях наплавлення роблять цей спосіб малопридатним для вирішення поставлених задач.

Плазмове та газополуменеве наплавлення порошкових матеріалів та прутків на робочі органи плугів не знайшли широкого впровадження через складність обладнання (для плазмового нанесення), низьку продуктивність процесу газополуменевого наплавлення, зв'язаного з

тривалим часом нагрівання деталі.

Таким чином, можна зробити висновок, що для локального зміцнення робочих органів плугів та дискових борін вітчизняного виробництва та зарубіжних фірм найбільш доцільним є спосіб електроерозійного загострення та зміцнення лезової частини лемешів, доліт та лемешів передплужників з робочої сторони, що забезпечить їх самозагострення в процесі роботи. Для польових дощок та полиць раціональним є спосіб точкового електродугового наплавлення порошковими дротами чи штучними електродами. Крім того, для підвищення зносостійкості та збільшення ресурсу лезових робочих органів на робочу поверхню цих деталей також доцільно нанести зміцнюючі матеріали згідно епюри зношень точковим електродуговим наплавленням.

Мета досліджень – підвищення довговічності робочих органів ґрутообробних машин при їх відновленні.

Результати досліджень. Довговічність робочих органів, у значній мірі, залежить від властивостей робочих поверхонь чинити опір абразивній дії ґрунту. В свою чергу, здатність чинити опір ґрунту залежить від типу та марки матеріалів, які наносяться на робочу поверхню.

Типи і марки матеріалів, що застосовуються для зміцнення деталей ґрутообробних машин, повинні бути адаптовані до вибраних способів нанесення на поверхню деталі, а нанесений шар за своїми властивостями, виходячи з умов роботи робочих органів, бути стійким до абразивного зношенння.

Для електродугового наплавлення можливо використання таких матеріалів, як зварюально-наплавлювальні порошкові дроти, стрічки, сталеві зварюально-наплавлювальні дроти, штучні електроди для ручного наплавлення.

Для ручного дугового наплавлення зміцнюючих покрить широко застосовують електроди, в склад покриття яких входять газо- та шлакоутворюючі компоненти і легуючі елементи. Для наплавлення деталей, які працюють в умовах абразивного зношенння, застосовуються електроди типу ЕН-95Х7Г5С марки 12АН-ЛІВТ, та типу ЕН-30Х5В2Г2СМ, марки ТК3-Н ГОСТ 9466-75 [4].

Для наплавлення деталей, які працюють в умовах інтенсивного абразивного зношенння з ударними навантаженнями, рекомендується застосовувати електроди типу ЕН-300Х28НЧСЧ марки ЦС1, типу ЕН-225Х10Г10С марки ЦН11, типу ЕН-110Х14В12Ф2 марки ВСН6 та типу ЕН-175Б8Х6СТ марки ЦН16 ГОСТ 9466-75, ГОСТ 10051-75 [3].

Для наплавлення деталей з метою зміцнення їх поверхні відкритою

дуговою широке застосування отримали порошкові дроти. Властивість наплавленого порошковими дротами шару визначається хімічним складом наповнювача. Вміст легуючих домішок у наплавленому металі може досягати до 35 %.

Матеріали, які з властивостями наплавленого шару та можливістю їх застосування відповідно до вибраних способів нанесення рекомендуються для локального зміцнення робочих органів грунтообробних машин, приведені в таблицях 1 та 2.

Таблиця 1. Марки та характеристики наплавлювальних дротів, що рекомендуються для нанесення зміцнюючих покрить на робочі органи грунтообробних машин

Марка	Хімічний склад, %								Твердість наплавленого шару, HRC
	Вуглець	Марганець	Кремній	Хром	Нікель	Вольфрам	Молібден	Ванадій	
Легована сталь суцільний переріз									
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
Порошковий дріт									
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	-	-	-	-	-	-	-	-	50-56
ПП-АН-128	-	-	-	-	-	-	-	-	48-52

Відмінність у технології зміцнення з використанням дугових методів між наплавленням електродами чи дротами та електроерозійним способом полягає в тому, що згадані вище матеріали при їх наплавленні на сталеві поверхні забезпечують зумовлену твердість незалежно від термічного циклу, який має місце при наплавленні. При електроерозійному способі обробки високу твердість можна отримати при

жорстких умовах охолодження обробленого сталевого шару дуговим методом. Це забезпечується тим, що процес відбувається в рідинному середовищі (у воді), завдяки чому отримуємо найсприятливіші умови для утворення загартованих структур. Але при цьому відзначено, що твердість у певній мірі, залежить від температури рідинного середовища і не залежить від таких режимних показників, як струм (у межах 200-500 А) та напруга (в межах 35-55 В).

Таблиця 2. Типи та призначення електродів для наплавлення зносостійких шарів

Марка електрода	Тип	Призначення
TK3-H T3-1, T3-2, T3-3 12AH ЛІТВ	ЭН-30Х5В2Г2СМ ЭН-95Х7Г5С	Для наплавлення деталей, що працюють в умовах інтенсивного абразивного зношення
ЦС-1 ЦН-11 ВСН-6 ЦН-16	ЭН-300Х28Н4С4 ЭН-250Х10Г10С ЭН-110Х14В12Ф2 ЭН-175Б8Х6СТ	Для наплавлення деталей, що працюють в умовах інтенсивного абразивного зношення з ударними навантаженнями

При цьому залежність твердості від температури описується функцією:

$$y = -0,104x + 63,88, \quad (1)$$

де y – твердість зміщеного шару, HRC; x – температура охолоджуючого середовища, $^{\circ}\text{C}$.

Графік функції показано на рисунку 1.

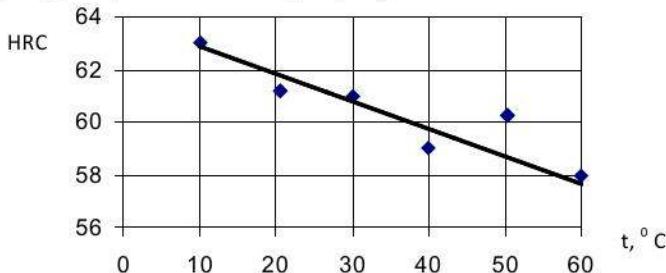


Рис. 1. Залежність твердості зміщеного шару від температури охолоджуючого середовища

Із графічної залежності витікає, що температуру рідинного середовища доцільно підтримувати в межах 10-60 °C, що забезпечить показники твердості в межах 58-63 HRC.

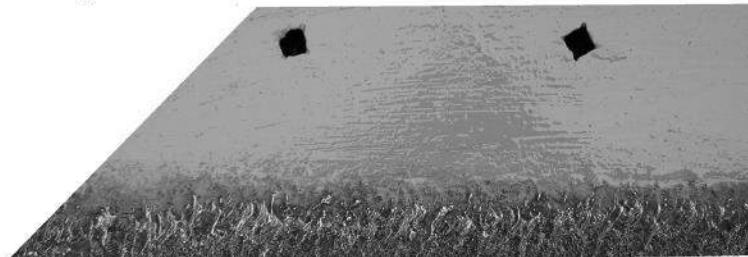


Рис. 2. Леміш плуга «Юпітер», змінений за розробленим ТП (електроерозійне змінення з неробочої сторони)

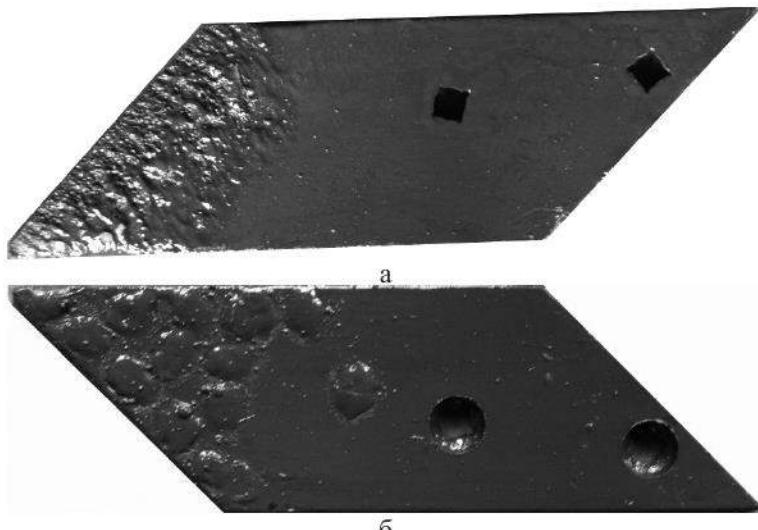


Рис. 3. Носок лемеша плуга «Юпітер», змінений за розробленим ТП: а – електроерозійне змінення та загострення з неробочої сторони; б – точкове електродугове змінення з робочої сторони

Така твердість поверхневого шару на робочих органах ґрунтообробних машин буде забезпечувати високі ресурсні показники та зумовлювати процес самозагострення робочих органів під час виконання функціонального призначення, що позитивно відобразиться на якісному підрізанні кореневищ бур'янів та на зменшенні тягового опору

ру і економії пального.

За проведеними дослідженнями розроблені технологічна та конструкторська документація, яка впроваджена в ряді підприємств України.

Вигляд лемеша плуга та носка, змінених за запропонованою комбінованою технологією, приведено на рисунку 2 і 3.

Відновлені та змінені за розробленими технологіями робочі органи ґрутообробних машин пройшли лабораторно-польові випробування. Для випробувань було виготовлено комплект носків та лемешів до плуга «Юпітер» (по 8 одиниць кожної з деталей). Результати випробувань показали, що середній наробіток на робочий орган плугів становить від 180 га до 210 га.

Це дає можливість стверджувати, що ресурс змінених за технологією ННЦ «ІМЕСГ» робочих органів зарубіжних ґрутообробних машин за значенням не нижчий нових деталей, або ж у декілька разів – (4-6) переважає ресурс лемешів вітчизняного виробництва.

Економічний ефект від впровадження технології при програмі 500 деталей в рік становить ~ 50 тис. грн.

Висновки. 1. Підвищення довговічності робочих органів ґрутообробних машин рекомендується відновленням та зміненням ділянок, які найінтенсивніше зношуються внаслідок абразивного контакту та дії тиску ґрунту, зносостійкими матеріалами, такими як штучні електроди, порошкові дроти та дроти суцільного перерізу.

2. Раціональним є спосіб змінення в місцях найбільшого зношення електроерозійною обробкою лезової частини ріжучих робочих органів, виготовлених із високовуглецевих легованих сталей, що дає можливість отримати змінені шари твердістю до 63 HRC, а також точкове електродугове наплавлення поверхонь робочих органів.

3. Електроерозійна обробка забезпечує змінення та загострення без застосування спеціальних зміцнюючих матеріалів, використовуючи властивості матеріалу деталі гартуватись до високих значень за твердістю на глибину 1-4 мм, забезпечуючи при цьому ефект самозагострення в процесі експлуатації.

4. Для точкового електродугового змінення рекомендуються до застосування електроди марки Т-590 типу Е-320х25С 2ГР. Для автоматичного наплавлення дротами рекомендуються порошкові дроти марок ПП-АН-138 та ПП-АН-170, дроти суцільного перерізу марки НП-40Х2Г2М.

5. Для отримання твердості в межах 58-63 HRC, що забезпечує ви-

соку зносостійкість, температура охолоджуючого середовища у ванні (води) повинна бути не вище 60°C.

6. Ресурс робочих органів, зміцнених за технологією ННЦ»ІМЕСГ», не нижчий ресурсу імпортних робочих органів і становить 180-210 га на леміш.

7. Річний економічний ефект від впровадження технології ~ 50 тис грн.

БІБЛІОГРАФІЯ

1. Хрущев М.Н. Развитие теории абразивного изнашивания. / Труды с ответами по вопросам теории изнашивания. - АН СССР, 1967. – 201 с.
 2. Прогрессивное оборудование технологии для восстановления и упрочнения деталей: Обзорная информация //. Госагропром СССР, АгроНИИЭИТО: М., 1989. – 60 с.
 3. Современные способы восстановления изношенных деталей машин: Госагропром СССР, АгроНИИЭИТО: М., 1987.
 4. ГОСТ 10051-75 Электроды покрытые металлические для ручной дуговой наплавки поверхностных слоёв с особыми свойствами. Типы.
-

УЛУЧШЕНИЕ РЕСУРСНЫХ ПОКАЗАТЕЛЕЙ ВОССТАНОВЛЕННЫХ РАБОЧИХ ОРГАНОВ ПОЧВООБРАБАТЫВАЮЩИХ МАШИН

Изложены результаты исследований по разработке новых комбинированных технологий одновременной заточки и упрочнения рабочих органов почвообрабатывающих машин с использованием электроэррозионной обработки и локальной точечной наплавки упрочненными материалами при их восстановлении методом ремонтных вставок.

Ключевые слова: рабочие органы почвообрабатывающих машин, упрочнение, восстановление, электроэррозионная обработка, электроды, наплавочная проволока, наработка, экономический эффект.

IMPROVING LONGEVITY INDICES OF REBUILDED WORKING MEMBERS OF TILLAGE MACHINES

The results of studies on the development of new combined technologies of simultaneous sharpening and strengthening of working members of tillage machines using electroerosive machining and local spot surfacing with strain-hardening materials in their rebuilding by repair inserts.

Key words: working members of tillage machines, strain-hardening, rebuilding, electroerosive machining, electrodes, welding wire, working hours, economic effect.