

УДК 631.31:621.9.048.4: 621.891

С.М. Герук

к.т.н.

К.В. Борак

аспірант

Житомирський національний агроєкологічний університет

ЗМІЦНЕННЯ РОБОЧИХ ОРГАНІВ ДИСКОВИХ ГРУНТООБРОБНИХ ЗНАРЯДЬ

Проаналізовано існуючі методи підвищення зносостійкості та обґрунтовано доцільність електроерозійного методу зміцнення дискових ґрунтообробних знарядь. Запропоновано засоби реалізації ефекту самозаточування для двошарових робочих органів ґрунтообробних знарядь.

Постановка проблеми

В структурі парку сільськогосподарських машин України дискові ґрунтообробні знаряддя займають близько 40 % від загальної їх кількості [1]. Причому якість їх роботи значною мірою залежить від конструктивних параметрів дискових робочих органів та умов роботи. Як відомо, в процесі роботи номінальні розміри диска через спрацювання зазнають змін, що значно впливає на якість виконання технологічного процесу [2]. Тому постає проблема у необхідності підвищення зносостійкості робочих органів дискових ґрунтообробних знарядь.

Аналіз останніх досліджень та постановка завдання

Зношування деталей робочих органів є закономірним процесом і однією з форм фізичного старіння. Зношування призводить до зміни розмірів, форми та стану робочих поверхонь деталей. Це викликає поступове зниження функціональних якостей і продуктивності машин, а також зростає ймовірність їх відмови [3].

Важливим завданням залишається створення робочих органів ґрунтообробних машин органів, ресурс яких наближається до ресурсу машини в цілому.

Підвищення ресурсу робочих органів ґрунтообробних машин залежить від вибору матеріалів та їх обробки (для отримання заданих характеристик) [3]. Для виробництва вітчизняних дискових робочих органів ґрунтообробних знарядь використовують сталь 65Г та сталь 45. Диски іноземних виробників виготовлені з більш зносостійких сталей. Диски фірми Bellota виготовлені зі сталі 28MnB5, фірми Case – зі сталі Earth Metal. Використання якісних металів та сплавів є економічно недоцільно, тому в нашій країні використовують метод місцевого зміцнення. Основні методи зміцнення представлені на рис. 1 [4].

В сільськогосподарському машинобудуванні 90 % всіх робіт зі зміцнення складає індукційне наплавлення [3]. Основним недоліком

даного методу є вартість сплавів для наплавлення. Тому постає питання пошуку якісних та більш дешевих методів зміцнення.

Об'єкти та методика досліджень

Об'єктом дослідження є процес абразивного зношування та його вплив на ресурс робочих органів дискових ґрунтообробних знарядь і технологічний процес їх зміцнення. Для досліджень використовувались основні положення теорії тертя і зношування в абразивному середовищі та інженерії поверхонь.

Результати досліджень

Електроерозійна обробка входить до сучасних технологій як один з перспективних способів виготовлення та обробки деталей з важко-оброблюваних матеріалів, що дозволить зменшити трудомісткість і вартість процесів виготовлення та обробки.

Електроерозійна обробка полягає в зміні форми, розмірів, шорсткості й властивостей поверхні заготовок під дією електричних розрядів в результаті електричної ерозії ГОСТ 25331-82 [5].

Така обробка характеризується рядом позитивних особливостей:

- практичною незалежністю швидкості, якості та продуктивності обробки від фізико-механічних властивостей матеріалів, що обробляються;
- відсутністю необхідності в спеціальних інструментах або абразивах більш твердих, ніж оброблюваний матеріал;
- значним скороченням витрат матеріалів;
- відносною нескладністю технологій;
- можливістю місцевої обробки виробів великих габаритів без застосування спеціальних великих верстатів;
- перспективою повної механізації й автоматизації;
- високою продуктивністю та економічною ефективністю, зниженням трудомісткості обробки.

Але незважаючи на позитивний бік, електроерозійна обробка не набула широкого застосування в промисловості, оскільки:

- не вивченні питання впливу якості поверхні на працездатність деталей;
- не виключена можливість виникнення внутрішніх напружень;
- неможливо керувати якістю поверхні з отриманням характеристик в заданому співвідношенні [6, 7, 8].

Зміцнення робочих органів ґрунтообробних машин електроерозійним способом досліджували і впроваджували у виробництво ННЦ «ІМЕСГ», ГОСНИТИ. У 1997 році лемеші, що відновлені за електроерозійним способом за технологією ННЦ «ІМЕСГ», пройшли державні випробовування в Укр НДІПВТ [9].

Ресурс відновлених лемешів до вибракування складає 27 га, що відповідає вимогам ДСТУ 2416-94 (20 га) [9]. Як бачимо з даних державних випробувань, при електроерозійній обробці ресурс робочих органів ґрунтообробних машин зростає, але при цьому не використовуються дорогі сплави для зміцнення.

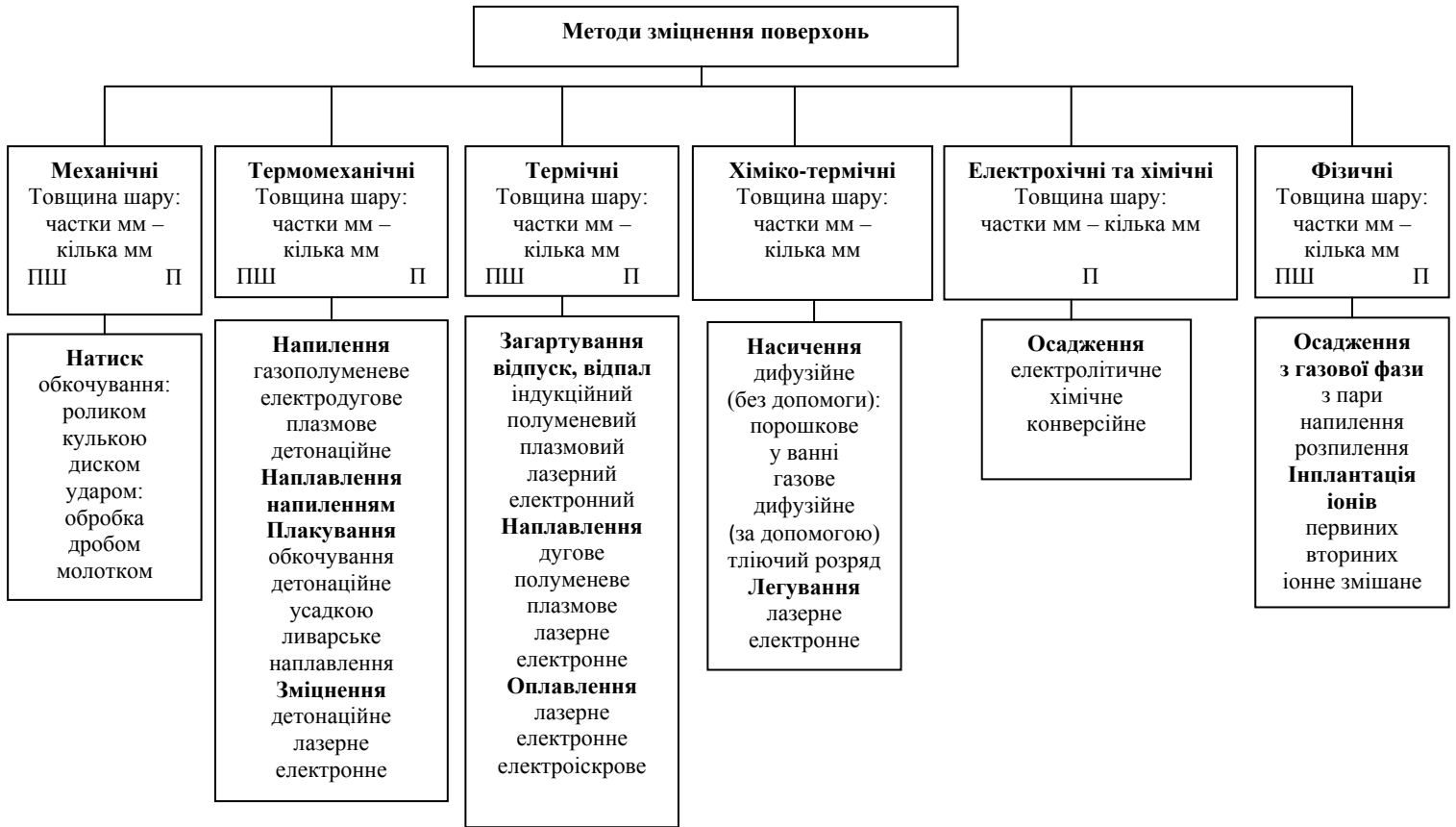


Рис. 1. Класифікація методів зміцнення поверхонь: ПШ – поверхневий шар; П – покриття

Лабораторні дослідження і польові випробування робочих органів показали, що зменшення інтенсивності зношування само по собі не дає великого позитивного ефекту [3]. Так в процесі роботи диска, виготовленого зі сталі 65Г з термообробкою до твердості HRC 46–50, що має заточки леза 15–17°, товщина леза з 0,15–0,5 мм збільшується до 1,5–2 мм. За агротехнічними вимогами допустимою товщиною леза прийнято вважати 1,5 мм, але при цій товщині підрізання бур'янів знижується до 75 % [11]. Тому при виборі методу зміцнення необхідно не тільки враховувати технологічні та економічні показники даного методу, а й необхідність реалізації ефекту самозаточування робочих органів.

Сутність ефекту самозаточування полягає у вибірковому зношуванні неоднорідного за перерізом леза, при якому зберігається необхідна форма і ріжучі властивості дискового робочого органу [3]. При обробці електроерозійним методом утворюється матеріал з подвійною структурою (твердий шар сталі 65Г має твердість 52–60 HRC, несучий шар – 37–42), що, в свою чергу, сприяє реалізації ефекту самозаточування.

Деякі дослідники, обґрунтовуючи вибір параметрів леза, вважають необхідним виконати тільки одну умову – правильно вибрати співвідношення товщини твердого та несучого шарів. Насправді умови самозаточування не вичерпуються тільки цим.

Умови самозаточування для двошарових робочих органів ґрунтообробних машин наступні:

1. Товщина твердого шару δ_t повинна відповідати $\delta_t \leq 2R_d$, де R_d – допустимий радіус затуплення.

2. Товщина несучого шару δ_n повинна бути мінімально можливою для забезпечення необхідної міцності твердого шару:

$$\delta_n = \delta_t K_n,$$

де K_n – коефіцієнт міцності твердого шару, який може, залежно від властивостей ґрунту і твердого сплаву, змінюватись в широкому діапазоні (для лез наплавлених сормайттом $K_n = 1,0 \dots 1,8$).

3. Твердість твердого шару H_t повинна бути в відповідному співвідношенні з твердістю несучого шару:

$$H_t = KH_n,$$

де K – коефіцієнт, який залежить від абразивних властивостей ґрунту ($K = 1,2 \dots 2,8$).

4. Зміцненню, як правило, повинна підлягати та грань леза, що піддається найменшому зношенню. Якщо ця умова не буде виконуватись, то інтенсивність зношування твердого і м'якого шарів вирівнюється, що неминуче призведе до затуплення леза. В деяких випадках зміцнення проводять з іншого боку леза для використання на супіщаних і піщаних ґрунтах [3].

Дані чотири умови самозаточування двошарових робочих органів ґрунтообробних машин були встановлені [3] після лабораторних, стендових та експлуатаційних досліджень лемешів та лап культиваторів.

Зміцнення електроерозійним методом дозволяє керувати як товщиною, так і твердістю зміцненого шару, що дає змогу керувати усіма співвідношеннями, що необхідні для реалізації ефекту самозаточування. Грань леза, яку необхідно зміцнювати, потрібно обирати залежно від типу ґрунту, на якому працюватимуть дискові робочі органи.

При роботі двошарових дисків з кутом заточки 15–17° спостерігалися надмірний виступ твердого шару та його надломлення. Найбільш оптимальним для двошарових дисків є кут заточки 28–30°. При такому куті профіль леза дисків в процесі роботи мало відрізняється від початкового [11]. Поверхнєве зміцнення електроерозійним методом дозволяє одночасно заточувати лезо до необхідних значень.

Нами були проведені експлуатаційні випробування дисків, що зміцнені за електроерозійним методом. Зміцненню підлягла зовнішня грань зубів диска (рис. 2), яка найінтенсивніше зношується.



Рис. 2. Електроерозійне покриття робочої поверхні дискових ґрунтообробних знарядь

Як показали експлуатаційні дослідження, четверта умова самозаточування [3] не є обов'язковою для дискових робочих органів. Диски працювали на чорноземах середньо-суглинкових; під час

експлуатації спостерігався ефект самозаточування, а за четвертою умовою це неможливо. Тому дане питання потребує ретельних досліджень.

Незважаючи на велику твердість робочих органів, викришування зубів не спостерігалось. Це пояснюється тим, що в'язкість внутрішнього шару залишилася незмінною після електроерозійної обробки.

Під час експлуатаційних досліджень було констатовано рівномірне спрацювання зубів за діаметром з інтенсивністю 0,045–0,054 мм/га (для дисків БДВ-7 даний показник становить 0,11–0,12 мм/га та 0,05–0,078 мм/га для дисків важкої борони Bellota). З даних результатів видно, що зносостійкість дисків, що зміцнені за електроерозійним методом, зростає, навіть порівняно з іноземними серійними дисками, що виготовлені із високоякісного металу.

Висновки:

1. Електроерозійний метод зміцнення дозволяє підвищити зносостійкість робочих органів дискових ґрунтообробних знарядь.
2. Двошаровість робочої поверхні після електроерозійного зміцнення сприяє реалізації ефекту самозаточування.

Перспективи подальших досліджень полягають у продовженні дослідження в лабораторних та експлуатаційних умовах зносостійкості та ефекту самозаточування дискових робочих органів зміцнених електроерозійним методом.

Література

1. Дудак С.М. Дискові ґрунтообробні знаряддя: основні параметри та особливості / С.М. Дудак // Механізація та електрифікація сільського господарства. – 2007. – Вип. 91. – С. 368–371.
2. Синеоков Г.П. Теория и расчёт почвообрабатывающих машин / Г.П. Синеоков., И.М. Панов. – М.: Машиностроение, 1977. – 328 с.
3. Ткачев В.Н. Работоспособность деталей машин в условиях абразивного изнашивания / В.Н. Ткачев. – М.: Машиностроение, 1995. – 336 с.
4. Інженерія поверхні: підруч. / К.А. Юценко, Ю.С. Борисов, В.Д. Кузнецов, В.М. Корж. – К.: Наук. думка, 2007. – 559 с.
5. Обработка электроэрозионная. Термины и определения: ГОСТ 25331-82. [введ. 1983-07-01]. – М.: Изд-во. – стандартов, 1983. – 11 с.
6. Фотеев Н.К. Технология электроэрозионной обработки / Н.К. Фотеев. – М.: Машиностроение, 1980. – 184 с.
7. Немилев Е.Ф. Электроэрозионная обработка материалов: учебник / Е.Ф. Немилев. – Л.: Машиностроение, 1983. – 160 с.
8. Электроэрозионная обработка металлов / М.К. Мицкевич, А.И. Бушик, И.А. Бакуто [и др.]; под. ред. И.Г. Некрашевича. – Мн.: Наука и техника, 1988. – 216 с.

9. Протокол державних приймальних випробовувань № 01-87-97 (4031697) від 18 грудня 1997 р. – Укр. НДПВТ, 1997. – 14 с.
10. Плуги загального призначення та лушительники лемішні. загальні технічні умови: ДСТУ 2416-94. [чинний від 1995-01-01]. – К.: Держстандарт України, 1995. – 13 с.
11. *Стрельбицкий В.Ф.* Дисковые почвообрабатывающие машины / *В.Ф. Стрельбицкий.* – М.: Машиностроение, 1978. – 135 с.