

УДК 621.436.004.67

ЗАСТОСУВАННЯ БАГАТОКРИТЕРІАЛЬНОЇ ОЦІНКИ ДЛЯ ВИБОРУ СПОСОБУ ВІДНОВЛЕННЯ ГРУНТООБРОБНИХ РОБОЧИХ ОРГАНІВ

Паніна В.В., к.т.н.,

Дашивець Г.І., к.т.н.,

Новік О.Ю., інженер

Таврійський державний агротехнологічний університет

Тел. (0619) 42-20-74

Анотація – у статті розглядається питання вибору прогресивного способу відновлення ґрунтообробних знарядь з застосуванням багатокритеріальної оцінки.

Ключові слова – багатокритеріальна оцінка, критерій, раціональний спосіб, відновлення, ґрунтообробне знаряддя.

Постановка проблеми. В теперішній час для обробки ґрунту у більшості випадків використовуються робочі органи сільськогосподарських машин, конструктивні параметри яких були розроблені 30...40 років 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. 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.

Аналіз останніх досліджень. Багаточисельні випробування серійних робочих органів ґрунтообробних машин показують, що серед-

ній 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].

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 частої 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 La Pina (Іспанія), Forgesde Niawx (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.

Були проаналізовані різні технології зміцнення деталей робочих органів ґрунтообробних машин:

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

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

Плавлення феромарганцю призводить до збагачення рідкої фази активними атомами марганцю і карбідами Mn_3C і Fe_3C . Утворення марганцевистого карбіду заліза $\text{Fe}_{0,4}\text{Mn}_{3,6}\text{C}$ можливе за взаємного розчинення карбідів заліза Fe_3C і марганцю Mn_3C , які утворюють безперервний ряд твердих розчинів [3]. 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.

При серійному методі зміцнення поверхні металу (тільки одне індукційне наплавлення) в наплавленому шарі високолегованого заевтектичного білого чавуну у місці сплавлення спостерігається яскраво виразна структура доевтектичного 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. 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.

Сутність багатьох технологічних процесів зміцнення полягає в тому, що на відносно невеликий об'єм металу впливають крапково (з великими швидкостями потоками енергії високої інтенсивності, одночасно деформуючи і швидко охолоджуючи метал за рахунок відведення тепла в глибину матеріалу.

Точкове 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.

Формування цілей статті (постановка завдання). Вибрати перспективний спосіб відновлення ґрунтообробних знарядь, який відповідає вимогам стандартів якості й має низьку собівартість, що є актуальним й практично значимим для сільськогосподарського виробництва.

Основна частина. Спосіб відновлення 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.

Вихідною множиною альтернативних варіантів способів відновлення були розглянуті такі види наплавлення:

- 1) ручне електродугове,
- 2) газове,
- 3) індукційне,
- 4) точкове.

Основними критеріями для вибору раціонального способу відновлення поверхні ґрунтообробних знарядь є

- X_1 – продуктивність способу відновлення, кг/год.;
- X_2 – твердість відновленої поверхні, HRC_e;
- X_3 – собівартість способу, грн./см³.

Характеристика варіантів способів відновлення наведена в таблиці 1.

Для побудови багатокритеріальної оцінки для вибору способу відновлення треба фактичне значення критерію перевести в нормоване за формулою

$$X_{\text{норм}} = \frac{X_j}{\sum_{j=1}^n X_j}, \quad (1)$$

де X_j – фактичне значення j -го критерію;

$\sum_{j=1}^n X_j$ – сумарне значення фактичної j -го критерію.

Якщо абсолютні значення критеріїв відрізняються між собою на порядок і більше, вводиться нормування критеріїв: замість фактичних критеріїв вводиться нові, які є оберненопропорційними критеріями.

Таблиця 1 – Нормовані значення критеріїв оцінювання

Спосіб відновлення	Критерії						Площа багатокутника	Узагальнений критерій відстані до цілі
	X_1		X_2		X_3			
	Факт.	Норм	Факт.	Норм	Факт.	Норм		
1 Ручне електродугове наплавлення	2,5	0,09	37	0,18	1,7	0,37	0,114	7,13
2 Газове наплавлення	3,0	0,11	45	0,22	2,8	0,28	0,129	8,06
3 Індукційне наплавлення	13,0	0,47	54	0,27	4,8	0,12	0,053	3,31
4 Точкове наплавлення	9,0	0,33	65	0,32	3,5	0,23	0,062	3,88
Разом	27,5	-	201	-	12,8	-	-	-
Ідеал	-	-	-	-	-	-	0,016	1,00

Критерії відкладають на радіально розташованих шкалах. Шкали будують таким чином, щоб покращення критерію йшло до центру. З'єднуючи точки на шкалах для j -го варіанту, отримують багатокутник. На кращих значеннях критеріїв будують багатокутник ідеалізованого варіанту. Узагальнений критерій відстані до цілі μ визначається як відношення площі j -го варіанту до площі ідеалізованого [4]

$$\mu_j = \frac{P_j}{P_0}, \quad (2)$$

де P_j , P_0 – відповідно площі багатокутників j -го та ідеалізованого варіантів.

При визначенні відстані до цілі площа багатокутника визначається як сума площ трикутників зі сторонами, що відповідають значенням критеріїв, за формулою

$$P_j = \sum 0,5 a_i \cdot b_i, \quad (3)$$

де $0,5 a_i \cdot b_i$ – площа трикутника зі сторонами a_i і b_i .

Порівняння значень μ для різних способів відновлення робочої поверхні ґрунтообробного знаряддя показує, що найменша відстань до цілі (ідеалу) характерна для третього способу ($\mu = 3,31$), а найбільш віддаленим є другий спосіб ($\mu = 8,06$).

Висновки. Раціональним способом відновлення робочої поверхні ґрунтообробного знаряддя можна вважати індукційне наплавлення, оскільки воно найбільше наближено до ідеального способу.

Література:

1. Новиков В.С. Обеспечение долговечности рабочих органов почво-обрабатывающих машин: автореф. дис. док. техн. наук / В.С. Новиков. – М., 2008. – 39 с.
2. Кондратьев Е.Т. Восстановление наплавкой деталей сельскохозяйственных машин / Е.Т. Кондратьев, В.Е. Кондратьев – М.: Агропромиздат, 1989. – 232 с.
3. Пашечко М.И. Формирование и фрикционная стойкость эвтектических покрытий / М.И. Пашечко, В.М. Голубец, М.В. Чернец. – К.: Наукова думка, 1993. – 343 с.
4. Нагірний Ю.П. Обґрунтування інженерних рішень: навчальний посібник для студентів інженерних факультетів сільськогосподарських вузів / Ю.П. Нагірний – М.: Урожай, 1994. – 138 с.

**ПРИМЕНЕНИЕ МНОГОКРИТЕРИАЛЬНОЙ ОЦЕНКИ ДЛЯ
ВЫБОРА СПОСОБА ВОССТАНОВЛЕНИЯ ПОЧВООБРАБА-
ТЫВАЮЩИХ РАБОЧИХ ОРГАНОВ**

Панина В.В., Дашивец Г.И., Новик А.Ю.

Аннотация - в статье рассматривается вопрос выбора прогрессивного способа восстановления почвообрабатывающих орудий с применением многокритериальной оценки.

**THE APPLICATION OF MULTI-CRITERIA EVALUATION TO
SELECT THE RECOVERY METHOD SOIL-CULTIVATING
WORKING BODIES**

V. Panina, G. Dashivets, A. Novik

Summary

The article considers the problem of choosing a progressive method of recovery of tillers with the application of multi-criteria evaluation.