

ДОСЛІДЖЕННЯ ЗНОШУВАННЯ ЯК МЕТОДУ ФОРМУВАННЯ ЗУБЧАСТОГО ЛЕЗА

Козаченко О.В., д-р техн. наук, Блезнюк О.В., канд. техн. наук
(Харківський національний технічний університет сільського господарства
імені Петра Василенка)

Розглянуто можливість формування зубчастого лека при його зношуванні в процесі експлуатації шляхом нанесення зносостійкого матеріалу змінної товщини при виготовленні дискових робочих органів, що забезпечує підвищення довговічності та якості виконання технологічного процесу

Постановка проблеми. Вирішення проблеми підвищення ефективності робочих органів сільськогосподарських машин і знарядь в напрямку підвищення довговічності та якості виконання технологічного процесу пов'язано з удосконаленням технології виготовлення, конструктивного виконання і обґрунтування їх параметрів. З огляду техніко-економічних складових є доцільним врахування зміни геометричних параметрів робочих поверхонь при виконанні функцій призначення, що суттєво залежать від стану та параметрів їх лека.

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Процеси зношування робочих поверхонь при взаємодії із абразивним середовищем достатньо повно викладені у відомих фундаментальних дослідженнях [1]. Вони дозволяють більш обґрунтовано підходити до питань підвищення довговічності робочих органів машин, які контактують при роботі із абразивним середовищем ґрунту. Відомі різні методи підвищення довговічності робочих органів сільськогосподарських машин, що передбачають різні способи зміцнення робочих поверхонь. При цьому, вибір конструктивних параметрів робочих органів стосується вибору раціональних місця і форми зміцнення матеріалу основи, співвідношення зносостійкості основи і зміцнюючого шару та інших параметрів. Найбільш розповсюдженим способом можна вважати наплавлення тврдосплавним матеріалом сормайтом, що є економічно обґрунтованим до використання у сільськогосподарському машинобудуванні [2, 3]. У результаті зміцнення досягається відповідна зносостійкість та довговічність конструкції, які можна розрахувати використовуючи відомі теоретичні положення, що підтверджені результатами експериментальних випробувань зміцнених робочих органів [4]. Формування в процесі зношування зубчастої поверхні лека є можливим при удосконаленні існуючої технології виготовлення робочих органів, зокрема, це стосується дискових робочих органів коренезбиральних машин [4,5].

Мета роботи. Метою даного наукового дослідження є встановлення можливості формування зубчастого лека в процесі зношування дискового робочого органу, що забезпечить підвищення його довговічності та якості виконання технологічного процесу.

Виклад основного матеріалу. З метою формування зубчастої поверхні леза при зношуванні робочої поверхні дисків викопуючого пристрою коренезбиральної машини [6] абразивним середовищем ґрунту, їх лезо виконується рифленим за допомогою розкатного верстата із заданою глибиною заглиблень та кроком їх розташування. Зміцнення леза виконується за існуючою технологією із дотриманням умов одержання гладкої зовнішньої поверхні зносостійкого шару при змінній товщині основного матеріалу леза.

Для виконання вказаних вимог є дуже важливим розподіл розплавленої шихти при заповненні заглиблень та можливість утворення змінної товщини зносостійкого шару з урахуванням усадки шихти при зміцненні.

Виробнича технологія зміцнення дисків копачів передбачає насипання шихти на лезо товщиною $4_{-0,5}^{+1}$ мм, при контрольному значенні товщини зносостійкого шару, що дорівнює $1,7 \pm 0,5$ мм. Збільшення товщини зносостійкого шару до 2,5 мм допускається на загальній площі до 15%, зменшення товщини - до 0,8 мм на площі до 10%. Приймаючи до уваги виробничу технологію зміцнення дисків копачів, розрахунковий коефіцієнт усадки шихти k складає 2,5.

Теоретичні розрахунки свідчать про стабілізацію товщини зносостійкого шару при зміцненні леза змінної товщини [7]. Для підтвердження теоретичних розрахунків виникає необхідність в проведенні експериментальних досліджень, які показують вплив глибини заглиблень h_3 і кроку їх розташування t_3 на утворення змінного профілю зносостійкого шару.

Технологічний процес виготовлення фрагментів леза диска визначає наступні операції. На фрезеровану бокову поверхню леза за допомогою дозатора насипається порошкова шихта зносостійкого матеріалу необхідної товщини і ширини. Нагрів зразків токами високої частоти та розплавлення шихти здійснюється за допомогою індуктора генераторної установки. При проходженні через індуктор токів високої частоти поверхневий шар леза зразків нагрівається, порошкова шихта розігрівається і розплавляється за рахунок теплопередачі від основного матеріалу. При зміцненні розплавлена шихта заповнює заглиблення і покриває виступи, утворюючи гладку поверхню. Профіль леза має змінну товщину по основному і зносостійкому шарі (рис. 1).



а)



б)

Рис. 1. Шліфи зразків, які зміцнені зносостійким матеріалом, відповідно: а) - у фронтальній та б) - у профільній площинах— $t_3=35$ мм, $h_3=3$ мм

Істотної нерівномірності формуючого шару із зносостійкого матеріалу на ділянках леза де розташовані заглиблення при огляді 9 зразків виявлено не було. За допомогою шліфів встановлено, що профіль леза має змінну товщину основного і зносостійкого шару, встановлено факт утворення зносостійкого шару змінної товщини. Відмічено вплив конструктивних параметрів профілю леза на перерозподіл розплавленої шихти.

Рівняння спрацювання ділянок леза з різною товщиною зносостійкого шару мають вигляд:

$$\gamma_O = \frac{C_O R_X (1 - \mu \xi / l_O)}{h_O l_O}; \gamma_H = \frac{C_H R_X (1 + \mu \xi / l_O)}{h_H l_H}, \quad (1)$$

де γ_O, γ_H - інтенсивність спрацювання ділянок леза з мінімальною і максимальною товщиною зносостійкого шару;

C_O, C_H - коефіцієнти спрацювання основного та зносостійкого шарів;

R_X - складова рівнодіючої сили, що визначає спрацювання леза в радіальному напрямку;

μ - коефіцієнт пропорційності, що залежить від висоти зубців ξ ;

h_O, h_H - сумарні товщини леза на ділянках l_O, l_H .

В результаті перетворень і виконаних замінів встановлена закономірність впливу параметрів зносостійкого шару на інтенсивність формоутворення зубчастої поверхні леза при його спрацюванні:

$$\xi = \frac{l_O}{\mu} \left(\frac{\frac{\varepsilon_O h_{O \max}}{\varepsilon_H h_{H \min}} l_H - \frac{\varepsilon_O h_{O \min}}{\varepsilon_H h_{H \max}} l_O}{\frac{\varepsilon_O h_{O \max}}{\varepsilon_H h_{H \min}} l_H + \frac{\varepsilon_O h_{O \min}}{\varepsilon_H h_{H \max}} l_O} \right), \quad (2)$$

де $\varepsilon_O, \varepsilon_H$ - зносостійкість основного і зносостійкого шарів.

Проаналізувавши приведені методи для визначення геометричних параметрів леза ми прийшли до висновку, що для проведення досліджень по визначенню динаміки спрацювання леза, точність одержання його профілю відіграє важливу роль при визначенні таких параметрів як кут загострення і гострота леза. Необхідно зазначити, що кут загострення і гострота леза суттєво впливають на швидкість зношування робочого органу та якість виконання технологічного процесу. Так, зменшення кута загострення призводить до більш інтенсивного зношування робочого органу, а затуплення леза – до порушення технологічної глибини. Для визначення цих параметрів є доцільним їх контроль при виготовленні та в процесі експлуатації. Виходячи з цього, в даному науковому дослідженні запропоновано метод визначення геометричних параметрів леза дискових робочих органів за профілем леза, що реалізується за допомогою розробленої дослідної установки, загальний вигляд якої представлений на рис. 2.

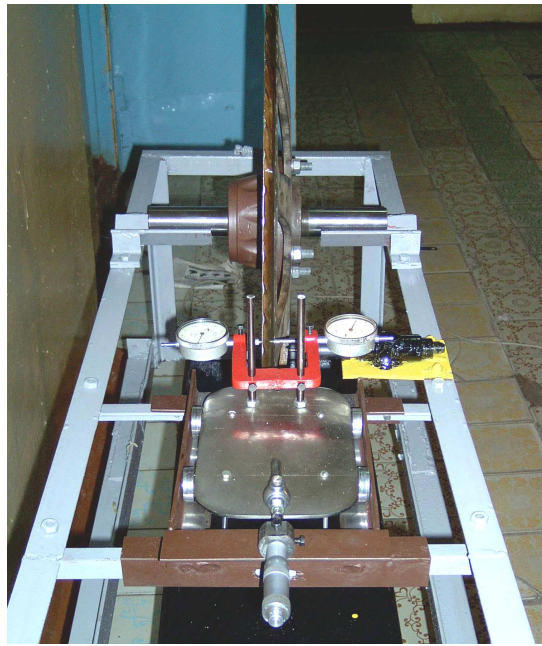


Рис. 2. Установка для визначення геометричних параметрів профілю леза дискових робочих органів

Запропонований метод, дозволяє знімати координати точок, безпосередньо з існуючого профілю леза (рис. 3), за допомогою яких можна з достатньою достовірністю побудувати його реальний профіль і визначити такі геометричні параметри леза як: гострота та кут загострення та дослідити закономірність впливу параметрів зміцнення на інтенсивність спрацювання зміцненого робочого органу з різною зносостійкістю.



Рис. 3. Загальний вигляд секторів диска після напрацювання 240 га з параметрами: а) – $t_3 = 35$ мм, $h_3 = 2$ мм; б) – $t_3 = 35$ мм, $h_3 = 2,5$ мм; в) – $t_3 = 35$ мм, $h_3 = 3$ мм

Для встановлення залежності інтенсивності спрацювання від товщини леза, досліджено процес спрацювання дисків зміцнених зносостійким матеріалом змінної товщини. Враховуючи, що інтенсивність спрацювання обернено пропорційна його товщині, на підставі обробки отриманих експериментальних даних по спрацюванню удосконалених копачів (рис. 4) встановлена експоненціальна залежність:

$$\gamma_{\text{Л}} = \nu e^{-w h_{\text{Л}}}, \quad (3)$$

де ν, w - сталі коефіцієнти, що визначаються за допомогою методу найменших квадратів.

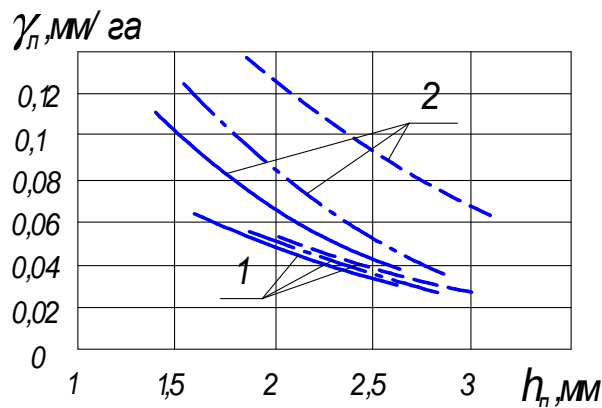


Рис. 4. Залежності інтенсивності зношування γ_L від товщини леза h_L розробленого диска: — $t_3 = 35$ мм, $h_3 = 2$ мм, - - - $t_3 = 35$ мм, $h_3 = 2,5$ мм, ····· $t_3 = 35$ мм, $h_3 = 3$ мм, 1 – впадина, 2 – зуб

Результатами експериментальних досліджень удосконалених дисків підтверджено положення про можливість утворення зубчастої поверхні леза при його спрацюванні. На підставі виробничих випробувань дисків визначені раціональні конструктивні параметри леза за інтенсивністю формоутворення зубчастої поверхні, самозагостренню, інтенсивністю спрацювання та напрацюванням до відмови. В результаті чого була підтверджена адекватність математичних моделей процесів спрацювання та формоутворення зубчастої поверхні удосконалених дисків.

Ефективність розробленого методу зміцнення робочої поверхні підтверджується даними, які наведені в таблиці 1.

Таблиця 1 – Порівняльна оцінка дискових копачів зміцнених сормайт-1

Характеристика копачів			Інтенсивність спрацювання γ_L мм/га	Відносне самозагострення
марка матеріалу	спосіб виготовлення	метод зміцнення		
L30H (Німеччина)	литий	рівномірний зносостійкий шар	0,0322	0,25
сталь 65Г	штампований (серійний)	рівномірний зносостійкий шар	0,0122	0,6
сектору сталь 65Г	складений (ремонтний)	зносостійкий шар змінної товщини	$\frac{0,0234}{0,0123}$ *	≈ 1
сталь 65Г	штампований (удосконалений)	зносостійкий шар змінної товщини	$\frac{0,0139}{0,008}$ *	≈ 1

* у чисельнику – інтенсивність спрацювання впадини, в знаменнику – інтенсивність спрацювання зубців

Середня інтенсивність спрацювання ділянок леза з раціональними параметрами удосконаленого диска нижча ніж у серійного. При цьому відносне самозагострення, що визначалось за напрацюванням до відмови, відповідає ремонтному з секторами.

Аналіз отриманих даних показує, що запропонований метод зміцнення дискових копачів має перевагу в порівнянні з існуючим зміцненням, що відображається у збільшенні довговічності майже вдвічі і характеризується більш раціональним підходом до створення технології зміцнення зносостійким матеріалом змінної товщини у виробничих умовах.

Висновок

Досліджений метод виготовлення робочих органів забезпечує формування зубчастої поверхні леза в процесі зношування при взаємодії з абразивним середовищем ґрунту, що зумовлює підвищення їх довговічності та якості виконання технологічного процесу.

Список літератури

1. Ткачѳв В.Н. Износ и повышение долговечности деталей сельскохозяйственных машин. – М.: Машиностроение, 1964. – 176 с.
2. Пулька И.В. Наплавка рабочих узлов почвообрабатывающей и уборочной сельскохозяйственной техники // Автоматическая сварка. – 2003. – №8. – С. 36 – 41.
3. Рябцев И.А. Классификация и характеристика способов наплавки // Сварщик. – 1998. – №3. – С. 23 – 25.
4. Бойко А.И., Балабуха А.В. Упрочнение лезвий как метод управления их геометрической формой при изнашивании // Підвищення надійності відновлюємих деталей машин: Зб. наук. пр. ХДТУСГ. – Харків: ХДТУСГ, 2000. – Вип. 4. – С. 49 – 56.
5. Козаченко О.В., Блезнюк О.В. Новый метод зміцнення робочих органів сільськогосподарських машин // Праці 1 Міжнародної науково-практичної конференції ТДТУ. Динаміка, міцність і надійність сільськогосподарських машин. – Тернопіль: ТДТУ, 2004. – С. 632 – 636.
6. Дисковый копач коренезбиральной машины: Д.п. 56556А Україна, МКВ А01Д25/04/ Мартиненко В.Я., Козаченко О.В., Сичов І.П., Блезнюк О.В., Вовк Я.Ю., Павлов Я.А., Безпальок А.П. (Україна). – 2002076009; Заявл. 19.07.2002; Опубл. 15.05.2003, Бюл.№5. – 2 с.
7. Сычѳв И.П. Повышение долговечности режущих рабочих органов свеклоуборочных машин путѳм оптимизации параметров наплавленного слоя // Тракторы и сельхозмашины. – 1985. - №11. – С. 48 – 51.

Аннотация

ИССЛЕДОВАНИЕ ИЗНАШИВАНИЯ КАК МЕТОДА ФОРМИРОВАНИЯ ЗУБЧАТОГО ЛЕЗВИЯ

Козаченко А.В., д-р техн.наук, Блезнюк О.В., канд. техн. наук

Рассмотрена возможность формирования зубчатого лезвия при его изнашивании в процессе эксплуатации путем упрочнения износостойким материалом переменной толщины при изготовлении дисковых рабочих органов, что обеспечивает повышение долговечности и качество выполнения технологического процесса

Abstract

STUDY OF WEAR AS A METHOD OF FORMING SERRATED BLADE

A. Kozachenko, O. Bleznyuk

The possibility of forming a toothed blade wear when in use by hardening durable material of varying thickness in the manufacture of circular blades, which increases the durability and quality of the process