

ПІДВИЩЕННЯ НАДІЙНОСТІ РОБОЧИХ ОРГАНІВ ГРУНТООБРОБНИХ МАШИН

Борак К.В. к.т.н.

Житомирський агротехнічний коледж

Розглянуті існуючі методи підвищення надійності робочих органів ґрунтообробних машин. Приведено результати експериментальних досліджень надійності серійних і зміцнених робочих органів дискових ґрунтообробних машин.

Постановка проблеми. Недостатня надійність ґрунтообробних машин суттєво впливає на урожайність сільськогосподарських культур та викликає значні витрати запасних частин, що підвищує затрати на їх експлуатацію і ремонт.

Надійність ґрунтообробних машин оцінюють коефіцієнтом надійності:

$$K_M = K_1 \times K_2 \times K_3 \times \dots \times K_n \quad (1)$$

де $K_1, K_2, K_3 \dots K_n$ – коефіцієнт надійності окремих складових вузлів ґрунтообробної машини.

Найбільший вплив на коефіцієнт надійності ґрунтообробних машин має коефіцієнт надійності її робочих органів, оскільки вони піддаються найбільшому зношуванню в процесі роботи, так як вони працюють в абразивній масі. Тому для підвищення коефіцієнта надійності ґрунтообробних машин основна увага повинна приділятися способам підвищення надійності робочих органів [1]. Суттєво підвищити надійність робочих органів ґрунтообробних машин можливо тільки за рахунок підвищення їх зносостійкості.

Результати досліджень. Підвищення зносостійкості деталей машин можливе наступними методами: конструктивними; технологічними; експлуатаційними.

Конструктивні можливості підвищення зносостійкості деталей машин досить різноманітні, але всі вони зводяться переважно до покращення режиму роботи деталей (виключення зовнішнього тертя, покращення умов тертя та ін.).

До експлуатаційних методів підвищення зносостійкості можна віднести: оптимізацію режимів роботи, вчасне виконання ТО й ремонту вузлів тертя та ін. Найбільш суттєво підвищити зносостійкість деталей, що працюють в абразивній масі, можливо технологічними методами, які представлено.

Як уже зазначалося вище, найбільше зношуванню в абразивній масі в сільському господарстві піддаються деталі ґрунтообробних машин. Великий внесок у вивчення питань підвищення зносостійкості РО ґрунтообробних знарядь зробили: Д.Б. Берштейн, Г.Н. Синеоков, Б.І. Костецький, М.М. Хрушов, А.Ш. Рабинович, Л.С. Єрмолов, В.Н. Ткачов, А.М. Михальченков, М.М. Сєвєрньов, С.О. Сидоров, Г.П. Каплун, А.І. Бойко, О.В. Козаченко, В.В. Аулін та багато інших вчених.

Вибір матеріалу повинен здійснюватися залежно від умов роботи деталі – напруженого стану, зовнішніх умов тертя, температурних режимів, властивостей навколишнього середовища.

Авторами [2], рекомендують наступні матеріали для виготовлення деталей, що працюють в абразивній масі: марганцеві сталі (30Г, 50Г, 65Г, 110Г6ХЗЛ), сталі леговані хромом (38ХА, 40Х, 45Х, Х12, Х12Ф1, Х6ВФ), багатокомпонентні леговані сталі і сплави (12ХН3А, 17ХГ2СФР, 08Х18Н10Т), тверді спечені сплави (ВК6, ВК8, ВК15, ВК20). Також відзначається можливість використання двошарового або трьохшарового прокату для підвищення зносостійкості.

Технічні вимоги для дисків до вітчизняної техніки передбачає їх виготовлення зі сталі 65Г, або її замітника – сталі М76 та сталі 45 з термообробкою на твердість 39...44 НРС. Диски іноземних виробників виготовлені із більш зносостійких сталей, зокрема диски фірми Bellota – зі сталі 28MnB5, фірми Case – зі сталі Earth Metal. Стальний лист для виготовлення цих дисків прокатується у двох перпендикулярних напрямках, а диски підлягають складній термо- та дробоструминній обробці. Вартість таких дисків у 2,0...2,3 рази вища від вартості вітчизняних дисків і має на 20...30 % вищу зносостійкість [3]. Використання якісних металів та сплавів є економічно недоцільним, тому вихід слід шукати у використанні методів локального зміцнення робочих поверхонь.

Поверхнєве зміцнення застосовують для підвищення зносостійкості, коли не ставляться підвищені вимоги до об'ємної міцності деталей, але необхідна їх висока поверхнєва міцність. У деяких випадках найкращі результати дає поєднання різних видів зміцнення [4].

Для РО машин, що працюють в абразивній масі, використовують наплавлення таких видів: ручне газове прутковим сплавом типу сормайт №1; дугове порошковою стрічкою; багатоелектродне електрошлакове; плазмове; індукційне.

У сільськогосподарському машинобудуванні 90% усіх робіт зі зміцнення складає індукційне наплавлення. Основним недоліком такого методу є висока вартість сплавів для наплавлення. Для підвищення зносостійкості дискових РО застосовують об'ємну термообробку робочої поверхні. У виборі термообробки сталі необхідно керуватися отриманням найбільшої твердості при достатній в'язкості (залежно від умов міцності).

Необхідно також враховувати найбільш раціональну для абразивного зношування структуру сталі. Як показали дослідження А.А. Сороко-Новіцької, В.М. Гутермана та М.М. Тененбаума [5], окрім твердості, на абразивну стійкість сталі впливає і її структура. А.А. Сороко-Новіцька встановила, що найбільшу зносостійкість має сталь із мартенситною структурою.

У процесі ударно-абразивного зношування зносостійкість вуглецевих сталей залежить не тільки від твердості, але й від складу і структури сталі. Максимальною зносостійкістю володіють сталі, з вмістом вуглецю близько 0,7%. Сталі з великим вмістом вуглецю в результаті крихкого викришування мають меншу зносостійкість. При вмісті вуглецю менше 0,7% сталі піддаються пластичній деформації і більше зношуються.

Окремі дослідники [6] РО ДГЗ радять зміцнювати за допомогою загартування й відпуску до твердості НВ 321...415 або плакуванням лева зносостійким матеріалом. У роботі С.О. Сидорова [7] для підвищення ресурсу диска, виготовленого зі сталі 65Г, рекомендується проводити об'ємне загартування при температурі 810...830 °С і середнім відпуском із дуже точною витримкою при температурі 460...480 °С (HRC 39-42).

В роботі А.І Сідашенка [8] рекомендовано наплавляти робочу кромку електродом Т-590, діаметром 4 мм, силою зварювального струму 260-280 А з зовнішньої сторони на відстані 1...5 мм від кромки диска. В результаті експлуатації таких дисків відзначалося збільшення довговічності в 2,5...3,5 рази порівняно з серійними та покращення процесу самозагострювання.

В.Ф. Стрельбицьким [9] відзначав, що ВИСХОМом ім. Горячкіна В.П. і СибИМЕ проведено дослідження і випробовувано серійні диски БТ-401, наплавлені різноманітними сплавами, і диски виготовлені із двошарового прокату. Найбільшою зносостійкістю відзначалися диски, виготовлені з двошарового прокату (біметалу), у якому несучий шар товщиною 3 мм виготовлено зі сталі 50 (HRC 20-25), а твердий, товщиною 1 мм, із сталі Х6Ф1 (HRC 57-64). Диск із двошарового прокату зношувався у 2,2...2,8 рази менше, ніж серійні диски.

У роботі "Теория и расчет почвообрабатывающих машин" [2] автори відзначають, що найбільш ефективний спосіб підвищення зносостійкості сферичних дисків робочих органів є плазмова дугова наплавка твердого сплаву ПГ-ФБЮ-1-4 (на основі високолегованого чавуну) в середовищі стиснутого повітря. Ресурс таких дисків порівняно із серійними підвищується в 2,0...3,5 рази.

При виборі методу і напрямку зміцнення дискових робочих органів необхідно врахувати необхідність реалізації ефекту самозагострювання. Дослідження В.Ф. Стрельбицького [9] засвідчили, що ефект самозагострювання сферичних дисків відбувається тоді, коли твердий шар розміщений із внутрішнього боку диска, а диск заточується із зовнішнього боку.

У працях В.О. Сидорова [3], навпаки рекомендується наплавляти диск із зовнішнього боку, а заточування проводити з внутрішнього. Також зазначається, що самозагострювання можливе й при наплавленні з внутрішнього боку, проте необхідно, щоб співвідношення твердості зносостійкого шару та основи перевищувало 7,0. Щодо зміцнення робочих органів з досягненням ефекту самозагострювання у дослідників немає єдиного погляду, тому це питання потребує подальших досліджень, у яких слід враховувати тип ґрунту.

Для підвищення ресурсу дискових робочих органів необхідно також брати до уваги й кут загострення зміцнених дисків, оскільки при куті загострення $15...17^\circ$ спостерігається те, що надмірний виступ твердого шару призводить до його обломлювання. Найбільш оптимальним для двохшарових дисків є кут загострення $28...30^\circ$. При такому куті профіль леза диска в процесі роботи мало відрізняється від початкового [9].

Останнім часом усе більшого розповсюдження набуває метод електроерозійної обробки (ЕО) металів.

На рис.1 представлена діаграма напрацювання до граничного стану дисків виготовлених з різних матеріалів та з різними способами зміцнення.

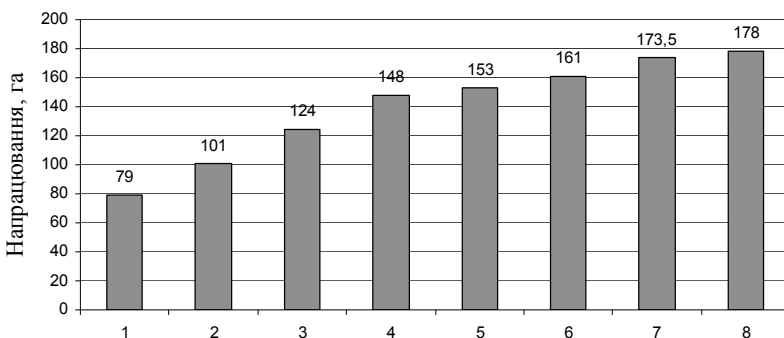


Рис.1. Напрацювання дисків до граничного стану: 1 - серійні диски, виготовлені зі сталі 45; 2 - серійні виготовлені зі сталі 65Г; 3 - диски виготовлені зі сталі 65Г з об'ємним загартуванням $810...830^\circ\text{C}$ і середнім відпуском з дуже точною витримкою при температурі $460...480^\circ\text{C}$; 4 - диски виготовлені зі сталі X12; 5 - серійні диски виготовлені зі сталі 28MnB5; 6 - диски виготовлені зі сталі 65Г та зміцнені методом ЕО з одночасним загострюванням (кут загострення 17°); 7 - диски виготовлені зі сталі 65Г та зміцнені електродом Т-590; 8 - диски виготовлені зі сталі 65Г та зміцнені методом ЕО з одночасним загострюванням (кут загострення 30°)

Як видно з даної діаграми найбільшу зносостійкість мають диски виготовлені зі сталі 65Г та зміцнені методом ЕО з одночасним загострюванням (кут загострення 30°) [10].

Висновки. Після проведення експлуатаційних досліджень з'ясовано, що зносостійкість робочих органів дискових ґрунтообробних машин, зміцнених ЕО, більша за серійні у 1,76 разів. У процесі експлуатації в таких дисків спостерігається ефект самозагострювання, а коефіцієнт зміни форми залишається майже незмінним протягом усього періоду експлуатації, що дає змогу збільшити напрацювання робочих органів дискових ґрунтообробних машин, зміцнених ЕО, до настання граничного стану.

Список використаних джерел

1. Бабицький Л.Ф. Надійність і ремонт робочих органів ґрунтообробних машин: навчальний посібник / Л.Ф. Бабицький, А.О. Кувшинов, У.А. Абдулґазіс – Сімферополь: «ДІАЙП», 2011. – 148с.
2. Синеоков Г.Н. Теория и расчет почвообрабатывающих машин / Г.Н. Синеоков, И.М. Панов. – М.: Машиностроение, 1977. – 328 с.
3. Сидоров С.А. Обоснование эффективных способов повышения работоспособности и износостойкости сферических дисков почвообрабатывающих машин: дис. канд. техн. наук. 05.20.04 / Сидоров Сергей Алексеевич. – М., 1996. - 320 с.
4. Волков Ю.В. Долговечность машин работающих в абразивной среде / Ю.В. Волков, З.А. Волкова, Л.М. Кайгородцев. – М.: Машиностроение, 1964. – 117 с.
5. Гутерман П.М. Влияние микроструктуры на износостойкость углеродистых сталей при абразивном изнашивании / П.М. Гутерман, М.М. Тененбаум // Металловедение и обработка металлов. – М., 1956., – №11. – С. 28-32.
6. Методы повышения долговечности деталей машин / [В.Н. Ткачев, Б.М. Фиштейн, В.Д. Власенко, В.А. Уланов]. – М.: Машиностроение, 1971. – 272 с.
7. Сидоров С.А. Совершенствование конструкции и упрочнение дисковых рабочих органов / С.А. Сидоров // Механизация и электрификация сельского хозяйства. – М., 2003. – №8 – С. 30-32.
8. Тихонов Д.А. Система технологий ремонта режущей кромки дисковых рабочих органов почвообрабатывающих машин / Д.А.Тихонов, А.И.Сидашенко // Підвищення надійності машин і обладнання: Тези доповідей студентів, магістрантів, аспірантів та викладачів на 4 Всеукраїнській науково-практичній конференції 9 квітня 2010 року. – Кі-

- ровоград: КНТУ, 2010. – С. 180-183.
9. Стрельбицкий В.Ф. Дисковые почвообрабатывающие машины / В.Ф. Стрельбицкий. – М.: Машиностроение, 1978. – 135 с.
 10. Борак К.В. Підвищення зносостійкості робочих органів дискових ґрунтообробних знарядь методом електроерозійної обробки: дис. канд. тех. наук: 05.02.04 – тертя та зношування в машинах / Борак Костянтин Вікторович. – Харків, 2013. – 217 с

Аннотация

ПОВЫШЕНИЕ НАДЕЖНОСТИ РАБОЧИХ ОРГАНОВ ПОЧВООБРАБАТЫВАЮЩИМ МАШИН

Борак К.В.

Рассмотрены существующие методы повышения надежности рабочих органов почвообрабатывающих машин. Приведены результаты экспериментальных исследований надежности серийных и усиленных рабочих органов дисковых почвообрабатывающих машин.

Abstract

INCREASING RELIABILITY OF WORKING ORGANS OF TILLERS

Borak K.

The existing methods of improving the reliability of tillage machines working. The results of experimental studies of serial and reliability of consolidated operating disk tillage machines.