

Механізація, електрифікація

УДК 631.31.004.67:
621.9.048.4
© 2013

*М.О. Василенко,
кандидат
технічних наук
Д.О. Буслаєв,
О.Є. Калінін,
В.М. Кучерявий*

*Національний науковий
центр «Інститут
механізації та електрифікації
сільського господарства»*

ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ ЕКСПЛУАТАЦІЙНОЇ НАДІЙНОСТІ РОБОЧИХ ОРГАНІВ ҐРУНТОБРОБНИХ МАШИН ПІД ЧАС ЇХ ВІДНОВЛЕННЯ ТА ІННОВАЦІЙНІ ПРОПОЗИЦІЇ СІЛЬГОСППІДПРИЄМСТВАМ

*Проаналізовано умови експлуатації робочих
органів ґрунтообробних машин, рекомендовано
способи розв'язання проблеми підвищення
ресурсу лап культиваторів під час їх відновлення
із застосуванням електроерозійного загострення
та зміцнення стійкими до абразивного
зношування наплавлювальними матеріалами.*

Ключові слова: плоскорізні стрілочасті лапи, абразивне зношування, електроерозійне загострення, зміцнююче відновлення

Насиченість вітчизняного сільськогосподарського виробництва як вітчизняною, так і зарубіжною ґрунтообробною технікою створює передумови для її ефективного використання. За статистичними даними, в Україні налічується понад 70 тис. плугів, 90 тис. культиваторів та 40 тис. дискових борін вітчизняного і зарубіжного виробництва. Досить часто вітчизняні виробники сільськогосподарської продукції віддають перевагу імпортній техніці, оскільки досвід експлуатації показує її перевагу в надійності порівняно із вітчизняною, зокрема це стосується і довговічності робочих органів машин для обробки ґрунту. Однак і вітчизняні і зарубіжні робочі органи зношуються, хоча і з різною інтенсивністю, що призводить до неякісного виконання їх функціонального призначення. Наприклад, за зношення лап культиваторів зменшується ширина їх захвату до значень, менших за допустимі. Крім того, полільні лапи виконують функцію не тільки розпушування ґрунту, а й підрізання кореневих бур'янів. Для цього лезо лапи в процесі експлуатації постійно має бути гострим. На жаль, лапи, які випускає наша промисловість, та імпортні — такі, як «Bellota», «Horsch-Agro-Союз» та ін., не всі відповідають вимогам до самозагострення, що призводить до накопичення маси бур'янів на стійці лап та неможливості підрізання бур'янів у міжрядді чи по всій ширині обробки ґрунту.

Тому перед підприємствами з ремонту та відновлення робочих органів ґрунтообробних знарядь поставили два основні завдання: це, по-перше, підвищення зносостійкості робочих органів до рівня кращих зарубіжних зразків і навіть вище, а по-друге, — забезпечення самозагострення цих робочих органів у процесі виконання функціонального призначення. Зокрема, це стосується і державних підприємств — дослідних господарств НААН, яких в Україні налічується понад 140.

Сьогодні з огляду на появу порівняно нових технологій нанесення зміцнюючих покриттів — таких, як електроерозійна обробка ріжучої частини лезових робочих органів та локальне точкове зміцнення тих частин лап, які забезпечують ширину захвату спеціальними, стійкими до абразивного зношування, матеріалами, ці завдання можуть бути вирішені.

Аналіз останніх досліджень та публікацій. Аналіз умов експлуатації ґрунтообробної техніки показує, що її лезові робочі органи набувають зношень різного характеру.

Зокрема, лапи культиваторів, що працюють на глинистих і чорноземних ґрунтах, швидко затуплюються під час зношення кромки леза, тоді як на піщаних ґрунтах лапа залишається більш гострою, а зношення відбувається за товщиною. На характер зношення істотно впливає і нерівномірність тиску ґрунту в різних зонах

робочого органу. Через те, що питоме навантаження на передню частину лапи збільшується в напрямку до носка, інтенсивність зношення носка лапи, як правило, в кілька разів вища, ніж інших частин лапи [3].

Тому була підтверджена робоча гіпотеза, згідно з якою зміцнення доцільно проводити передусім у місцях з найбільшою імовірністю зношення з урахуванням умов роботи (маєть на увазі характеристика ґрунтів).

Провідні зарубіжні фірми довговічність робочих органів, зокрема лемешів плугів та передплужників, польових дощок, лап культиваторів та ін., підвищують термічною обробкою та наплавленням, а також збільшенням майже в 1,5 раза товщини та ширини робочого органу, наприклад лемеші фірми «Lemken».

Інформації про склад матеріалу, з якого виготовляються робочі органи, зарубіжні фірми не надають, але наші дослідження показали, що більшість робочих органів зарубіжного виробництва мають твердість в межах 45–60 HRC. Таку твердість може забезпечити об'ємне загартування робочих органів, що і зумовлює певною мірою порівняно високу зносостійкість.

Останнім часом виробники вітчизняної ґрунтообробної техніки для виготовлення робочих органів використовують високовуглецеві сталі, зокрема сталь 65Г. Така сталь забезпечує твердість близько 60 HRC внаслідок термічної обробки загартуванням або електроерозійної обробки [2]. Крім того, на сьогодні розроблено ряд матеріалів, спеціально призначених для зміцнення деталей, що працюють в абразивному середовищі, зокрема зварювальних матеріалів, розроблених Інститутом електрозварювання ім. Є.О. Патона НАН України, а саме: електроди марки Т–590. Такі матеріали доцільно наносити локально на поверхні робочих органів у місцях найінтенсивнішого їх зношення, що забезпечить збільшення ресурсу завдяки підвищенню зносостійкості [1].

Мета досліджень — визначення взаємозв'язку якісних показників зміцнених поверхонь та режимів електрофізичної обробки, підвищення довговічності робочих органів ґрунтообробної техніки.

Результати досліджень. Нами проведено дослідження способів відновлення зношених лап культиваторів та режимів виконання технологічних операцій, які при цьому застосовуються. Результатом досліджень є розробка установок для електроерозійного загострення та зміцнення робочих органів, а також алгоритму технологічних операцій зміцнюючого відновлення плоскорізних стрілочастих лап культиваторів з шириною захвату 410 мм.

Такі лапи випускаються як вітчизняними виробниками сільськогосподарської техніки, так і зарубіжними. При цьому вартість зарубіжних робочих органів у 2–2,5 раза вища, і наробіток також значно вищий. Щоб забезпечити ресурс відновленої лапи на рівні зарубіжного, досліджувались технології відновлення зі зміцненням, які передбачають відому послідовність операцій відновлення, коли зношену частину відрізають, а замість неї приварюють виготовлені ремонтні елементи з наступною необхідною зміцнюючою обробкою.

Алгоритм технологічних операцій зміцнюючого відновлення плоскорізних стрілочастих лап культиваторів такий: дефектування; слюсарна (обрізування зношеної частини плазмовим або газокисневим методом); слюсарна (виготовлення ремонтних вставок); електроерозійна (електроерозійне загострення та зміцнення вставок); зварювання (приварювання ремонтних вставок до остова); наплавлювальна (електродугове наплавлювання точок); контроль.

Обрізування зношеної частини виконується методами газокисневого або плазмового різання.

Ремонтні елементи виготовляються із листової сталі 65Г на гільйотинних ножицях. Для гарантування зносостійкості вставки оброблялись електроерозійним методом під кутом, який забезпечує загострення з товщиною кромки 0,5 мм та шириною зміцнення 20–25 мм. Товщина зміцненого шару становила 0,5–2,0 мм.

З'ясовано, що твердість отриманого загартованого шару майже не залежить від режимів обробки і становить при цьому 58–62 HRC, що гіпотетично має забезпечувати високу зносостійкість робочих органів. Для забезпечення самозагострення співвідношення між твердістю загартованих шарів та основного матеріалу має відповідати умові самозагострення [4]:

$$H_T \geq H_n \cdot K, \quad (1)$$

де H_T — твердість зміцненого шару; H_n — твердість носійного шару; K — коефіцієнт, залежний від абразивних властивостей робочої маси, $K = 1, 2, \dots, 2, 4$.

За середньої твердості загартованої електроерозійним способом сталі 65Г близько 60HRC і твердості незагартованої сталі 65Г близько 25 HRC мають місце умови самозагострення. Однак під час проведення досліджень електроерозійного методу було помічено, що така обробка супроводжується деформаціями, які в окремих випадках призводили до недопустимих величин зміни розмірних показників ремонтних елементів.

На деформаційні зміни деталей у процесі електроерозійної обробки істотно впливають розміри ремонтних елементів, а саме: довжи-

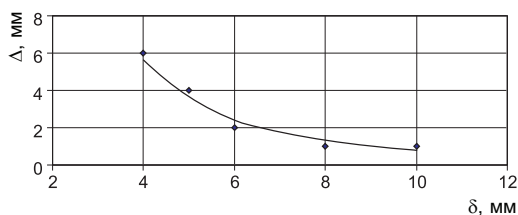


Рис. 1. Залежність величини деформації ремонтного елемента від його товщини за електроерозійної обробки, де Δ — величина деформації, мм; δ — товщина ремонтного елемента, мм

на, товщина та ширина деталі. Логічно, що величина деформації перебуває в прямій залежності від довжини ремонтного елемента, а саме: для однакових відрізків довжини — величина деформації однакова.

Встановлено, що величина деформації ремонтних елементів зменшується зі збільшенням їхньої товщини. Залежність величини деформації від товщини ремонтного елемента описується степеневою функцією:

$$y = 110,92x^{-2,14}, \quad (2)$$

де y — величина деформації, мм; x — товщина ремонтного елемента, мм.

Графічну залежність наведено на рис. 1.

Установлено, що величина деформації ремонтних елементів зменшується зі збільшенням їхньої ширини. Залежність величини деформації від ширини ремонтного елемента описується також степеневою функцією:

$$y = 191x^{-1,0985}, \quad (3)$$

де y — величина деформації, мм; x — ширина ремонтного елемента, мм.

Графічну залежність наведено на рис. 2.

Встановлено залежності придатні для товщини ремонтних елементів від 4 мм і більше та ширини від 30 мм і більше.

У результаті проведених наукових досліджень визначено режими електроерозійної обробки під час зміцнення ремонтних елементів, які забезпечують якісні показники, а саме: твердість отриманого шару та відсутність деформації понад 2 мм (за даними експлуатаційників, відхилення глибини передпосівного обробітку допускається до 5 мм).

Такі показники отримуємо для ремонтних елементів до відновлених лап культиваторів завтовшки 8 мм, завширшки 60 мм та завдовжки — 400 мм при струмі 350–400 А, напрузі 50–55 В і температурі охолоджувального середовища у ванні установки для одночасного електроерозійного загострення та зміцнення від 20 до 30°C.

Зміцнені таким чином складові частини при-

варювали у стик чи нахлестом на остов обрізаної зношеної лапи з двох боків дуговим способом. Після приварювання лез до остова зі збереженням конструктивних розмірних показників нових лап проводили локальне дугове зміцнення штучними електродами носкової частини та в місцях, які забезпечують ширину захвату лапи, а саме: у хвостовій частині кожного крила.

Відновлені та зміцнені описаним методом лапи культиваторів пройшли випробування на зносостійкість у польових умовах на культиваторі КТС-9,7 в ПП «Агроекологія» Шишацького р-ну Полтавської обл.

Вигляд відновленої лапи, встановленої на культиваторі, подано на рис. 3.

На цьому самому культиваторі для порівняльних випробувань були встановлені аналогічні лапи з шириною захвату 410 мм іспанського виробництва фірми «Bellota», оскільки за результатами експертних оцінок, ці лапи мають наробіток удвічі більший, ніж вітчизняні лапи серійного виробництва.

У результаті випробувань встановлено, що відновлені та зміцнені за технологією ННЦ «ІМЕСГ» універсальні стрілочасті лапи з шириною захвату 410 мм відповідають своєму функціональному призначенню. За напрацювання на одну лапу 60 га ступінь зношеності цих лап менший, ніж імпортованих, товщина різальної кромки перебуває у межах 0,5–1,0 мм, а лапи придатні для подальшої експлуатації (рис. 4).

Крім того, з'ясовано, що культиваторні лапи фірми «Bellota» не відповідають вимогам до самозагострення після аналогічного наробітку.

Порівняльний аналіз зношення лап, відновлених та зміцнених за технологією ННЦ «ІМЕСГ», із серійними лапами вітчизняного виробництва показав, що їхній ресурс у 2,1–2,3 раза вищий.

За даними експлуатаційників, вартість культиваторної лапи фірми Bellota становить 190–200 грн.

Розрахункова вартість відновлення такої лапи, а також аналогічної лапи з шириною захвату 410 мм вітчизняного виробництва — 110 грн,

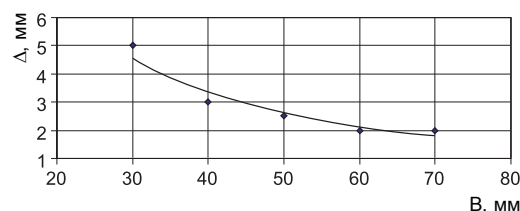


Рис. 2. Залежність величини деформації ремонтного елемента від його ширини за електроерозійної обробки, де Δ — величина деформації, мм; B — ширина ремонтного елемента, мм



Рис. 4. Вигляд відновленої лапи, встановленої на культиваторі

що становить 55–60% від вартості нової лапи Bellota при забезпеченні наробітку на рівні кращих зарубіжних зразків та забезпеченні самозагострення під час виконання функціональних технологічних операцій з передпосівного обробітку ґрунту.

Нами розроблено інноваційну бізнес-пропозицію щодо створення дільниць з відновлення робочих органів ґрунтообробних машин в умовах сільськогосподарського підприємства з означенням необхідного технологічного обладнання та забезпеченням технологічною документацією.

Для створення дільниці з відновлення робочих органів досить виробничої площі 60 м². При цьому для забезпечення функціонування технології необхідне таке обладнання: установка для одночасного електроерозійного загострен-



Рис. 5. Вигляд відновленої лапи після наробітку 60 га

ня та зміцнення робочих органів 01.10.016А. Вона має комплектуватися джерелом живлення типу ВД-1202, ВДУ — 506 і т.ін. Установку можна виготовити за кресленнями ННЦ «ІМЕСГ», що значно здешевить її вартість; установка для плазмового різання металу завтовшки до 25 мм. Рекомендується апарат «Мультиплаз — 7500»; джерело живлення з крутоспадною характеристикою, придатне для ручного зварювання штучними електродами (типу ВДУ, ВС, від 300А і вище); для виготовлення ремонтних вставок фрагментарно використовуються гільйотинні ножиці. За їх відсутності виготовлення таких вставок можна замовити на найближчому підприємстві, де є таке обладнання.

Економічний ефект від впровадження технології та обладнання за створення такої дільниці становитиме близько 50 тис. грн за рік.

Висновки

При відновленні і зміцненні робочих органів ґрунтообробних машин раціональним є спосіб електроерозійної обробки з одночасним загостренням і зміцненням лезової частини на глибину 1–3 мм, що забезпечує самозагострення у процесі експлуатації.

Установлено, що величина деформації ремонтних елементів обернено залежить від їхньої товщини і ширини й описується степе-

невою функцією. Раціональними режимами електроерозійної обробки є струм 350–400 А, напруга 50–55В і температура рідинного середовища 20–30° С. Ресурс відновлених та зміцнених робочих органів у 2,1–2,3 раза вищий за ресурс серійних лап вітчизняного виробництва, вартість відновлення становить 55–60% від вартості нових робочих органів зарубіжного виробництва.

Бібліографія

1. Василенко М.О. Підвищення механіко-конструктивних властивостей лемешів плугів//Пр. Тавр. держ. агротехн. акад. — 2006. — Вип. 39. — С. 156–160.
2. Василенко М.О. Перспективи застосування локального зміцнення при виготовленні і відновленні робочих органів//Техніка АПК. — 2008. — № 1. — С. 29–31.
3. Хрущев М.Н. Развитие теории абразивного

изнашивания//Труды с ответами по вопросам теории изнашивания. — М.: Наука, 1967.

4. Шитов А.Н. Повышение долговечности рабочих органов почвообрабатывающих машин//Научные проблемы и перспективы развития, ремонта, обслуживания машин и восстановления деталей: матер. междунар. науч.-техн. конф. — М., 2003. — С. 101–103.

Надійшла 22.01.2013.