

УДК 631.313.021: 631.316.022

**ПІДВИЩЕННЯ ЗНОСОСТІЙКОСТІ РОБОЧИХ ОРГАНІВ  
ГРУНТООБРОБНИХ ЗНАРЯДЬ НАВУГЛЕЦЬОВУВАННЯМ  
ВУГІЛЬНИМ ЕЛЕКТРОДОМ**

*О. Левчук, к. т. н.*

*Львівський національний аграрний університет*

**Постановка проблеми.** В агропромисловому виробництві використовують значну кількість машин, робочі органи яких взаємодіють з ґрунтом. До них належать такі знаряддя і машини: а) для передпосівного обробітку, б) для сівби, в) для догляду за посівами, г) машини для збирання коренебульбоплодів. У процесі їх експлуатації відбувається активне абразивне спрацювання поверхонь робочих органів. Аналогічне явище відбувається з робочими органами землерийних машин, які використовують у меліорації й будівництві. Проблема ускладнюється широким (майже стихійним) ринком сільськогосподарських машин і їх комплектуючих, коли, крім зразків відомих виробників, наявні й неліцензовані вироби або зразки, що були в користуванні. Найчастіше з цим зіштовхуються власники малих фермерських господарств з відомих причин, тобто через брак коштів на оригінальну техніку.

**Аналіз останніх досліджень і публікацій.** Питання підвищення зносостійкості робочих органів ґрунтообробних машин вивчають упродовж тривалого часу, йому присвячено велику кількість праць і наукових розробок. Так, наприклад, лемеші плугів виготовляють зі сталі Л-53, Л-65, а лапи культиваторів – із сталі 65Г. Для збільшення їх робочого ресурсу край леза гартують і наплавляють твердими сплавами типу сормайт, реліт тощо, які містять вуглець, хром, нікель, вольфрам або його карбід [1; 2]. Завдяки цьому леміш набуває також властивості самозагострювання. Також відоме зміцнення лемешів, зубів борін спеціальними електродами Е1-300 і Н6-60 [2]. Аналогічно відновлюють та зміцнюють відвали канавокопачів, шнеки екскаваторів-канавокопачів, ножі для скошування рослинності, використовуючи тверді сплави та електроди Т-620, ОЗН-300 або ОЗН-350. Наплавлення вказаних матеріалів може здійснюватись ручним дуговим наплавленням, автоматичним під флюсом або в захисному середовищі газів, плазмовим або індукційним наплавленням [3]. Давно використовують також наплавлення твердих сплавів ацетиленовими пальниками [4].

**Постановка завдання.** Зазначені способи зміцнення й відновлення робочих органів ґрунтообробних машин потребують дорогих матеріалів і обладнання, що є малодоступними в умовах індивідуального фермерського господарства. Отже, необхідно дослідити можливість зміцнення нових і відновлення спрацьованих робочих органів ґрунтообробних машин із застосуванням доступного обладнання і недорогих матеріалів.

**Виклад основного матеріалу.** Способи підвищення твердості і відповідно зносостійкості інструментів, зокрема ґрунтообробних знарядь, виготовлених на основі сплаву залізо-вуглець, відомі з моменту винайдення способу добування заліза. Вироби насичували вуглецем у ковальському горні, виплавляли тигельну сталь, змішуючи крицю і деревне вугілля, також створювали високоміцні вироби за допомогою ковальського зварювання високовуглецевих і низьковуглецевих заготовок. Ці технології були складними, дорогими, і їх використовували лише в особливих випадках.

Серед сучасних відомих доступних способів зміцнення деталей є науглецьовування при горінні електричної дуги між їх поверхнею і вугільним електродом. Відомо, що при горінні електричної дуги прямої полярності ((+) – на деталь, (-) – на електрод) між металевою деталлю і вугільним або графітовим електродом відбувається плавлення деталі, ступінь насичення її вуглецем незначний. Якщо змінити полярність, матеріал шва (тобто проплавленого електричною дугою шару поверхні деталі) інтенсивно насичується вуглецем. У результаті охолодження деталі за рахунок швидкого відведення тепла в масу металу деталі у шарі, що зазнав термічної дії електричної дуги, формується структура металу, що являє собою відбілений чавун, властивостями якого є висока твердість (50-60 HRC) і зносостійкість. Практичному поширенню цього способу зміцнення перешкоджає те, що електрична дуга між вугільним електродом і залізною деталлю на зворотній полярності є нестабільною, тобто часто обривається [5]. Тому було досліджено можливість удосконалити процес науглецьовування поверхонь робочих органів ґрунтообробних знарядь.

Було проведено науглецьовування зразків конструкційної сталі Ст.3 у вигляді пластин товщиною 4 мм. Як джерело живлення використано систему зі зварювального трансформатора з падаючою зовнішньою вольт-амперною характеристикою, оснащеного баластним резистором, однофазним напівпровідниковим випрямлячем і згладжувальним фільтром, що складався з батареї конденсаторів.

Величину струму дуги контролювали амперметром із шунтом. У дослідях використано вугільні й графітові оміднені електроди діаметром 10 мм, загострені під кутом  $60^\circ$ . Оскільки метою процесу є науглецьовування, полярність вибрано зворотною. Для підвищення стійкості горіння дуги вжито такі заходи. Відомо, що одним із чинників, які впливають на можливість виникнення і стабільність горіння електричної дуги, є властивості матеріалів електродів, між якими вона виникає. Конкретно йдеться про потенціал іонізації хімічного елемента, що є основою електрода. Так, для заліза він становить 7,9 електронвольт, для вуглецю – 11,264, для лужних металів значно менше. Для калію, наприклад, цей параметр становить 4,339 [6].

Звідси стає зрозуміло чому електрична дуга між вугільним електродом і залізною деталлю не стабільна, особливо на зворотній полярності. Для підвищення стійкості горіння дуги було здійснено насичення електродів солями калію, а саме карбонатом ( $K_2CO_3$ ). Для цього по осі стрижня електрода було просвердлено отвір діаметром 1,4 мм. Отвір заповнювали зволоженою сіллю. Після цього електрод 1,5 години сушили у жаровій шафі за температури 120-140 °С. Здійснено почергово два проходи дугою по поверхні кожного зразка вугільним і графітовим електродами (рис. 1-3). Величина струму дуги становила 135-145 А.



Рис. 1. Обробка вугільним електродом.



Рис. 2. Обробка графітовим електродом.



Рис. 3. Обробка графітовим електродом з використанням флюсу.

Далі за допомогою твердоміра (марки 2140 TP) перевірено властивості отриманих поверхонь. Так, твердість пластин у місцях, що не підлягали обробці, становила 17 HRC. Твердість обробленої поверхні першого зразка (обробку здійснювали вугільним електродом) становила 48–53 HRC. Твердість обробленої поверхні другого зразка (обробка здійснювалась графітовим електродом) становила 54–61

HRC. Третій зразок обробляли вугільним електродом, попередньо нанісши на поверхню флюс (суміш вугільного порошку (C), білого піску ( $\text{SiO}_2$ ) і прожареної бури ( $\text{Na}_2\text{B}_4\text{O}_7$ )). Твердість у цьому разі становила 51–58 HRC.

**Висновки.** 1. У результаті дослідів встановлено можливість зміцнення робочих органів ґрунтообробних знарядь в умовах індивідуального фермерського господарства.

2. Найбільшу твердість (до 61 HRC) отримано із застосуванням активованого графітового електрода, крім того, на ньому спостерігали найбільшу стійкість горіння дуги.

3. Необхідна практична перевірка зносостійкості робочого органа, обробленого даним способом.

#### **Бібліографічний список**

1. Сільськогосподарські та меліоративні машини / за ред. Д. Г. Войтюка. – К. : Вища освіта, 2004. – 544 с.
2. Петров И. В. Износостойкая наплавка в ремонте машин / И. В. Петров // Прил. к журналу-приложению «Техника в сельском хозяйстве». – М. : Агропромиздат, 1988. – 118с.
3. Юзвенко Ю. А. Наплавка : курс лекций для специалистов-сварщиков / Ю. А. Юзвенко. – К. : Наук. думка, 1976. – 59 с.
4. Шехтер С. Я. Наплавка металлов / С. Я. Шехтер, А. М. Резницкий. – М. : Машиностроение, 1982. – 71 с.
5. Гуменюк І. В. Технологія електродугового зварювання / І. В. Гуменюк, О. В. Іваськів, О. В. Гуменюк. – К. : Грамота, 2006. – 512 с.
6. Никольский Б. П. Справочник химика. Т. 1 / под ред. Б. П. Никольского. – М ; Л. : Химия, 1982. – 1008 с.

#### **Левчук О. Підвищення зносостійкості робочих органів ґрунтообробних знарядь навуглецьовуванням вугільним електродом**

Досліджено можливість зміцнення нових і відновлення спрацьованих робочих органів ґрунтообробних машин. Вивчено та вдосконалено спосіб відновлення і зміцнення деталей навуглецьовуванням їх поверхні електричною дугою за допомогою вугільного (графітового) електрода.

**Ключові слова:** абразивне спрацювання, відновлення, вугільний (графітовий) електрод, навуглецьовування, стійкість горіння дуги, потенціал іонізації.

**Levchuk O. Increase of wear resistance of the elements of tillage tools by means of carbon electrode carbonizing**

The research is focused on the perspectives of strengthening new tools and renovating the worn ones in tillage machines. It studied and improved method of renovating and strengthening of machine parts by means of carbonizing their surfaces with electric arc using carbon (graphite) electrode.

**Key words:** abrasive wear, renovation, carbon (graphite) electrode, carbonizing, resistance of arc combustion, ionization potential.

**Левчук А. Повышение износостойкости рабочих органов почвообрабатывающих орудий науглероживанием угольным электродом**

Исследована возможность укрепления существующих и восстановления изношенных рабочих органов почвообрабатывающих машин. Изучен и усовершенствован способ восстановления и упрочнения деталей путем науглероживания их поверхности электрической дугой с помощью угольного (графитового) электрода.

**Ключевые слова:** абразивный износ, восстановление, угольный (графитовый) электрод, науглероживание, устойчивость горения дуги, потенциал ионизации.