

УДК 621.797:629.621.3:667.637.22

**М.І. Денисенко, доц., канд.техн. наук, А.С. Опальчук, проф., д-р техн. наук**  
*Національний університет біоресурсів і природокористування України, м.Київ, Україна*  
*E-mail: denysenko.o.n@gmail.com*

## Перспективи створення спеціалізованої дільниці для відновлення та зміцнення робочих органів сільськогосподарських машин

У статті обґрунтовано створення спеціалізованої дільниці для відновлення та зміцнення робочих органів сільськогосподарських машин. Обґрунтовано та запропоновано технологічне обладнання вітчизняного виробництва для організації спеціалізованої дільниці. Дугові механізовані процеси зварювання та наплавлення, які реалізуються за допомогою напівавтоматів, дійсно залишаються одними з найбільш поширених технологічних засобів з'єднання, відновлення та зміцнення конструкційних матеріалів. Наплавлення без захисного середовища здійснюються порошковим дротом (плавким електродом) при відсутності подачі флюсу або захисного газу у зону дуги. Наплавлення відкритою дугою має наступні переваги: простота використання обладнання і технології, відсутність необхідності використання захисного газу і флюсу; можливість наплавлення у польових умовах, оскільки вітер практично не чинить впливу на процес наплавлення; порівняно просте введення легуючих елементів у наплавлений метал, склад якого можливо регулювати в широких межах.

**дугове зварювання плавким електродом, точкове зварювання, леміш плугу, наплавлення по експоненті, коефіцієнт використання обладнання, випрямляч зварний, коливання дуги**

**Н.И. Денисенко, доц., канд. техн. наук, А.С. Опальчук, проф., д-р техн. наук**  
*Национальный университет биоресурсов и природопользования Украины. Киев., Украина*

## Перспективы создания специализированного участка для восстановления и упрочнения рабочих органов сельскохозяйственных машин

Обосновано создание специализированного участка для восстановления и упрочнения рабочих органов сельскохозяйственных машин. Предложено и обосновано технологическое оборудование отечественного производства для организации специализированного участка. Дуговые механизированные процессы сварки и наплавки, которые реализуются с помощью полуавтоматов, действительно есть одними из наиболее распространенных технологических методов соединения, восстановления и упрочнения металлов. Наплавка без защитной среды осуществляется порошковой проволокой при отсутствии подачи флюса или защитного газа в зону дуги. Наплавка открытой дугой порошковой проволокой обладает следующими преимуществами: простота используемого оборудования и технологии, связанная с отсутствием необходимости применения защитного газа и флюса; возможность наплавки в полевых условиях, поскольку ветер практически не оказывает влияния на процесс наплавки; сравнительная простота введения легирующих элементов в наплавленный металл, состав которого можно регулировать в широких пределах.

**дуговая сварка плавящимся электродом, точечная сварка, лемех плуга, наплавка по экспоненте, коэффициент использования оборудования, выпрямитель сварочный, колебание дуги**

**Постановка проблеми.**Робочі органи ґрунтообробних машин ( леміш плугу, лапа культиватора, диск борони) функціонують в умовах абразивного зношування, ударних навантажень та впливу агресивного середовища. Їх ремонт полягає у відновленні вихідних розмірів і зносостійкості робочих поверхонь. Так, наприклад, на характер та інтенсивність зношування лемеша плугу переважний вплив чинять механічний і агрегатний склад ґрунту у зоні контакту.

В теперішній час для відновлення спрацьованих деталей використовується в основному обладнання, що залишилося з часів УРСР. Це пояснюється, насамперед всього, зміною організації процесу ремонту машин і різким скороченням частки відновлювальних деталей. Внаслідок цього попит на обладнання для відновлення зношених деталей практично відсутній, а діюче обладнання в основному сконцентровано в таких закладах, як Інститут електрозварювання ім.Є.О.Патона НАН України, Національний авіаційний університет та інші. На перший погляд, технологічні процеси відновлення зношених деталей застарілі і не можуть конкурувати з торгівлею новими запасними частинами, але досвід роботи деяких науково-виробничих дільниць, показує, що відновлення дорого вартісних деталей вантажних автомобілів, дорожньо - будівельної техніки і машин агропромислового комплексу залишається економічно ефективним та конкурентоздатним за співвідношенням «ціна – якість».

**Аналіз останніх досліджень і публікацій.** Ефективність використання зносостійкого покриття обумовлена відповідністю його хімічного та структурного складу умовам технічної експлуатації.

Товщина наплавленого шару  $h_{ш}$  для досягнення найкращих агротехнічних показників повинна бути можливо малою. Однак, товщина ріжучого шару не може бути дуже малою за умовами щільності, можливості нанесення його без пропалу несучого шару, а також зносостійкості наплавленого шару по ширині [1]. На основі експериментальних даних встановлено, що для оранки твердих ґрунтів зносостійкий шар на лемеші повинен мати товщину не більш як 2 мм. Для культиваторних лап товщину наплавленого шару обирають з допустимої кількості не зрізаних бур'янів, які за агротехнічними вимогами не повинні перевищувати 5%.

Товщину основного матеріалу наплавленого леза  $h_a$  знаходять на основі вивчення характеру зносу одношарового лемеша за наступною залежністю:

$$h_{л} = h_{ш} = \frac{h_2 \varepsilon_{ш}}{h_1 \varepsilon_{л}},$$

де  $h_{ш}$  – товщина наплавленого зносостійкого шару, мм;

$h_2$  – товщина верхнього шару зношеного леза, мм;

$h_1$  – товщина нижнього шару зношеного леза, мм;

$\varepsilon_{ш}$  – коефіцієнт зносостійкості вибраного матеріалу для зміцнення леза;

$\varepsilon_{л}$  – коефіцієнт зносостійкості основного матеріалу леза.

Величина  $h_1$  і  $h_2$  визначають по перерізам, перпендикулярним до леза і розташованим у середньої частині одношарового лемеша або крила культиваторної лапи. Розташування цих перерізів, наприклад, у лемеша приймають проти кріпильних отворів, у універсальної стрілкової лапи – на межах середньої частини крила.

При відновленні деталей ґрунтообробних машин використовують різні методи зміцнення: електродами Т – 590, порошковими дротами типу ПП – 125, ПП – АН170, ПП – АН170М, електроконтактне приварювання порошкових матеріалів, дроту і стрічки, електро - імпульсне нарощування та електроіскрове легування, хіміко-термічна обробка. На рівні експериментальних досліджень використовують процеси паяння та приклеювання твердих сплавів і металокераміки. Найбільш універсальною технологією для нанесення зносостійких покриттів є дугове точкове зварювання самозахисним порошковим дротом (плавким електродом) марки ПП – АН170, ПП – АН170М (система легування С – Сr – Мо – В – V – Ti). Ефективність використання розробленої технології полягає у зменшенні швидкості зношування поверхні похилих граней за рахунок зростання ступені деформування і рихлення приповерхневого контактного шару ґрунту шляхом гальмування і змяття на товщину шару з наступним сколюванням частинок у напрямку переміщення при напруженнях, які перевищують межу міцності ґрунту [3, 4].

**Постановка завдання.** Метою дослідження обґрунтування технологічного обладнання для спеціалізованої дільниці та вдосконалення технології зміцнення дугового точкового зварення поверхні тертя робочого органу за експонентою з утворенням самогострювання леза.

**Виклад основного матеріалу.** Дугові механізовані процеси зварювання та наплавлення, що реалізуються за допомогою напівавтоматів, є одними з найбільш поширених технологічних засобів з'єднання, відновлення та зміцнення металів [1,2]. Технічні характеристики автоматичної лінії для точкового зміцнення наведені у табл. 1.

Таблиця 1–Технічні характеристики автоматичної лінії для точкового зміцнення

|     |  |   |
|-----|--|---|
| 1.  | Річна програма випуску деталей за двозмінної роботи, штук          | 500000                                    |
| 2.  | Такт роботи лінії, с   | 22  |
| 3.  | Коефіцієнт використання обладнання                                 | 0,8                                       |
| 4.  | Режим роботи лінії   | налагоджувальний, автоматичний            |
| 5.  | Кількість основних робочих за зміну, людей                         | 1   |
| 6.  | Вид наплавлення  | електродугова точкова                     |
| 7.  | Зварювальні матеріали  | порошковий дріт ПП-АН-170 (ТУ14-4-800-77) |
| 8.  | Діаметр зварювального дроту, мм                                    | 2,0 -3,2                                  |
| 9.  | Кількість зварювальних головок, штук                               | 35  |
| 10. | Кількість одночасно зварювальних точок, штук                       | 7   |
| 11. | Кількість випрямлячів зварювальних ВДУ-1201-УЗ, ( ВС-650СР) штук   | 7   |
| 12. | Струм зварювальний, А, не більше                                   | 700                                       |
| 13. | Номінальна напруга живильної мережі за ГОСТ 13109-67, В            | <b>380<sup>+10%</sup><sub>-13%</sub></b>  |
| 14. | Номінальна частота живильної мережі за ГОСТ 13109-67, Гц           | 50:20%                                    |
| 15. | Встановлена потужність, кВА, не більше                             | 1000                                      |
| 16. | Витрати води, л/хв., не більше                                     | 100                                       |
| 17. | Тиск у пневмосистемі, МПа (кгс/см <sup>2</sup> ), у межах          | 0,4-0,6(4-6)                              |
| 18. | Максимальні габарити наплавленого виробу, мм:<br>довжина<br>ширина | 750<br>180                                |

Установка (автоматична лінія) повинна бути оснащена комплектуючими виробами (редукторами, двигунами і т.інше), що серійно випускаються вітчизняною промисловістю. У процесі проведеної роботи була відпрацьована технологія точкового зміцнення на дослідних зразках: підібрані режими наплавлення (напруга і сила зварного струму, швидкість наплавлення), а також параметри режиму зварювання кратера. В табл. 2 додатковонаведені показники призначення для точкового зміцнення.

Таблиця 2–Показники призначення технології точкового зміцнення

|     |   |  |
|-----|---|--|
| 1.  | Продуктивність автоматичної установки, шт/с (шт/год)                      | 0,05(180...200)  |
| 2.  | Споживна потужність установки, кВт  |  |
| 3.  | Напруга живлення, В   | 380/220  |
| 4.  | Вид струму, що живить мережі  | змінний  |
| 5.  | Частота струму, що живить мережу, Гц                                      | 50   |
| 6.  | Витрата електроенергії, кВт/год   | -  |
| 7.  | Витрати води, м <sup>3</sup> /с (м <sup>3</sup> /год) орієнтовано         | 0,00005(0,18)  |
| 8.  | Матеріал присадний  | порошковий дріт ПП-АН-170 по ТУ 14-4-800-77<br>Ø2,0 - 3,2 мм |
| 9.  | Швидкість подачі порошкового дроту, м/с (м/год) 0,022-0,097               | (80...350)   |
| 10. | Витрати дроту на наплавлення однієї точки, мм, не більше                  | 80...140   |
| 11. | Маса установки, кг, (орієнтовно)  | 1800   |
| 12. | Габаритні розміри установки, мм, не більше<br>довжина<br>ширина<br>висота | 5000<br>1000<br>2000   |
| 13. | Деталь, що наплавляється (технічні вимоги, ТУУ)                           | лемеші долото подібні типу ПНЧС 01.702 і П 01.702            |
| 14. | Маса деталі, що оброблюється, кг  | леміш ПНЧС 4,5<br>леміш П.01.702 4,3                         |

Основними перевагами сучасного обладнання для зміцнення і відновлення деталей машин є забезпечення програмного управління і автоматизації процесів. У механізованому обладнанні для дугового точкового зварювання (ДВЗ) є технічні рішення, в яких певний вплив на процес зміцнення здійснюється за рахунок зміни в процесі характеристик систем, які забезпечують цикл зварювання. Це системи подавання електродного дроту, живлення дуги, створення захисного середовища. Склад автоматичної установки для зміцнення і відновлення деталей та робочих органів сільськогосподарських машин: маніпуляторів подавання деталей (леміш плуга, лапа культиватора та інші деталі) зі спеціальних касет (з конвеєра) на установку; зварного агрегату з зажимами і охолоджувальними нижніми мідними підкладками у місцях наплавлення лемеша плугу (лапи культиватора); зварних головок, маніпуляторів знімання і вкладання лемешів у спеціальні касети (на конвеєр); пультів управління; шафи автоматики, витяжної вентиляції.

Зварна установка на базі напівавтомату ПШ – 107 дискретної дії працює в режимі, обумовленого темпом наплавлення деталей машин, пристрій підпалу дуги УПД – 315, джерело живлення ВДУ – 506, ВС – 650СР, заточувальний верстат для загострювання лемеша після наплавлення деталі.


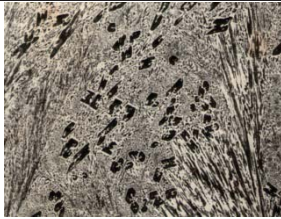

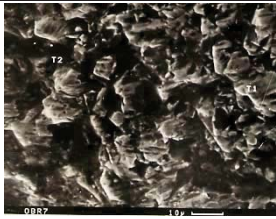
Випрямлячі для напівавтоматичного зварювання ВС – 450СР і ВС – 650СР з параметричним дроселем і жорсткою вольт амперною характеристикою призначені для зварювання і наплавлення в особливо важких експлуатаційних умовах, адаптовані до сурових кліматичних умов (високі і низькі температури, підвищена запиленість або вологість). Ці випрямлячі забезпечують живлення одного поста при напівавтоматичному зварюванні або наплавленні на струмах до 450А (ВС – 450СР) і до 650А (ВС – 650СР).

При ДТЗ – дуговому точковому зварюванні особливе значення набуває визначення моменту дійсного збурення дуги [10]. Пояснюється це тим, що при зварюванні плавким електродом дуга не завжди починає горіти з першого торкання, і це чинить суттєвий вплив на розміри точок шва, що виконуються на одному режимі. В залежності від етапу ДТЗ, товщини деталей і діаметру порошкового дроту параметри режиму дугового токового зварення можуть становити: швидкість подавання дроту 30...700 м/год, сила зварного струму 150...800 А, напруга на дузі 30...50 В, тривалість зміцнення 0,5...3,0 с [10].

Наплавлення порошковим дротом (плавким електродом) дозволяє в широких межах легувати наплавлений метал та усуває незручності, що поєднані з використанням спеціального захисного середовища (флюсів, газів, рідин і т. ін.). Крім того, цей вид наплавлення дає можливість отримати порівняно невелику глибину проплавлення основного металу та відрізняється іншими перевагами. Зварний струм чинить найбільший вплив на формоутворення точки зміцнення. Так, зі зростанням зварного струму з 400 до 650 А, діаметр точки зміцнення зростає від 14,5 до 31 мм, глибина проплавляння з 2,3 до 4,3 мм, а висота наплавлення зменшується з 3,5 до 1,2 мм [7].

За точкового наплавлення, одна із основних умов забезпечення стабільної якості зміцнення – узгодження зварного струму та напруги дуги. Наявність бризок від дугового точкового зварення (ДТЗ) на поверхні тертя деталей не впливає на її функціональні властивості.

Характеристика покриття, яке нанесене електродуговим наплавленням з використанням порошкового дроту (Fluxcoredwire), що отримані при ДТЗ (дуговому точковому зваренні) представлена нижче.

|   |   |  |   |
|---|---|--|---|
| Мікроструктура покриття, яке досліджується (сталь 65Г + точкове зміцнення ППАН – 170) |   |  |   |
| Характерні зони   | Порошковий дріт ППАН - 170  | Сталь 65Г  | Точка зміцнення після зношування  |
| Мікроструктура ділянок, х 320   |  |  |  |
| Твердість, НРС  | 60...65   |  |   |
| Зносостійкість  | 1,9...2,2   | 1.0  | 2,2...2,8   |



Мікроструктура точкового покриття складається з мартенситу, складної борідної евтектики, залишкового аустеніту і первинних карбідів. Спостерігається виділення великої кількості нітридів. Твердість наплавленого шару висока. Відчутне підвищення твердості отримано поблизу лінії сплавлення. На лінії сплавлення не утворюється кристалізаційних прошарків, а бачимо плавний перехід від металу наплавлення до основного металу. Мікроструктура основного металу – мартенсит з невеликою кількістю залишкового аустеніту. Твердість основного металу досить висока і складає 585...686Нц. В основному металі присутня велика кількість рядкових сульфідів.

В якості основи запропоновано якісну конструкційну сталь 20, 35 по ДСТУ 3684-98 (ТУУ 27.1 – 4 – 531 – 2002).

#### **Висновки:**

1. Дугове наплавлення вкритим електродом є найбільш розповсюдженим способом ремонту (відновлення форми і розмірів) деталей автомобілів, тракторів та інших машин агропромислового комплексу внаслідок простоти її здійснення і мобільності технологічного обладнання.

2. Можливість точкового зміцнення в польових умовах, оскільки вітер практично не чинить вплив на процес наплавлення.

3. Дугове точкове зварювання (точкове зміцнення) у порівнянні з індукційним наплавленням підвищує зносостійкість деталей та робочих органів машин агропромислового комплексу у 1,5-2 рази.

#### **Список літератури**

1. Сайфуллин, Р.Н. Перспективы создания специализированного наплавочного оборудования для восстановления изношенных деталей машин [Текст] / Р.Н. Сайфуллин, О.К. Валиева, И.Р. Гаскаров. – Уфа.: ФГБОУ ВПО «Башкирский государственный аграрный университет», 2015. – 210-216 с.
2. Лебедев, В.А. Використання комбінованих впливів та суміщення процесів при вдосконаленні техніки і технології дугового зварювання та наплавлення (огляд і пропозиції) [Текст] / В.А. Лебедев. – К.: Вісті Академії інженерних Наук України, 2011. – №3 (37). – 3-11 с.
3. Василенко, М.О. Щодо створення дільниці з відновлення та зміцнення робочих органів ґрунтообробних машин [Текст] / М.О. Василенко, Ю.А. Кононогов, О.Є. Калінін, В.В. Рязанцев.- Глеваха.: ННЦ «ІМЕСГ», Механізація та електрифікація сільського господарства, 2013. – Вип. 97. – 307-314.
4. Ельцов, В.В. Восстановление и упрочнение деталей машин [Текст] / В.В.Ельцов. – Электронное учебное пособие. Тольятти.: Изд-во ТГУ, 2015. – 335 с.
5. Иванайский, В.В. Физико-химические и технологические основы управления структурой и свойствами износостойких покрытий из белых высоколегированных хромистых чугунов и псевдосплавов, сформированных индукционной наплавкой и углеродистые и низколегированные стали [Текст]: автореф. дис. д-ра техн. наук: 05.02.10 / В.В. Иванайский. – Алтайский государственный аграрный университет. – Барнаул, 2012. – 44 с.
6. Денисенко, Н.И. Инновационная технология точечного упрочнения рабочих органов почвообрабатывающих машин [Текст]: / Сборник статей международной научно-практической конференции «Техника будущего: перспективы развития сельскохозяйственной техники» ФГБОУ ВПО «Кубанский государственный аграрный университет», 2013. – 183-187 с.
7. Клюенко, В.Н. Точечное упрочнение рабочих органов почвообрабатывающих машин [Текст] / В.Н. Клюенко, В.П. Балан, – М.: Тракторы и сельскохозяйственные машины, 1989. – №11. – 54-57 с.
8. Черныш, А.П. Технологический ремонтный блок для восстановления рабочих органов почвообрабатывающих машин [Текст] / А.П. Черныш, Б.И. Коган.-Кемерово.: Научно-практический журнал «Вестник ИрГСХА», 2007. – Вып. 45. – 111-119 с.
9. Константинов, В.М. Технично-економічна ефективність упрочнення наплавкою робочих органів ґрунтообробних орудій [Текст] / В.М. Константинов, Ф.И. Пантелеенко, С.Н. Жабуренко, О.Г. Девоино, А.М. Авсиевич. – Минск.: Сварщик, 2003. – 5(33). – 12-13 с.

10. Терещенко, В.И. Особенности дуговой точечной сварки плавящимся электродом в углекислом газе [Текст] / В.И. Терещенко, А.Н. Шаровольский, К.А. Сидоренко, В.А. Трошин, Ю.И. Сапрыкин. Киев.: Автоматическая сварка, 1983. – №9 (366). – С. 51-53.

**Mykola Denisenko, Assoc. Prof., PhD tech. sci., Andriy Opalzuk, Prof., DSc.**  
*National University of Life and Environmental Sciences of Ukraine. Kyiv, Ukraine*

### **Prospect Create Specialization Section of Restoration of Hardening Tool Element Agricultural Machine**

This article ground specialization section of restoration and hardening tool element agricultural machine. Ground and propose adaptable to streamlined production of native produce and organization specialization section.

Arc mechanization process welding of facing, what realized of assistance semi-automatic arc welding machine have of the greatest spreading a dap table to streamlined production methods of connection, restoration hardening metal. Facing arc deposition of shielding medium is carried out flux-cored electrode in an atmosphere of shielding gas of zone arc.

Arc deposition opening arc flux-cored electrode have to next preference simplicity make use of plant of technology connect need make use of in an atmosphere of shielding gas of flux, possibility facing of field condition, so long as wind practical not make in fluency of on process facing, compared simple introduction of alloying element of built-up metal, composition what sort of maybe regular of broad boundary.

**consumable-electrode is welding, resistance spot welding, and ploughshare, hard facing of exponential curve, coefficient equipment factor, welding rectifier, and oscillation arc**

Одержано 01.11.17

**УДК 637.116:621.51**

**В.Ю. Дудін, доц., канд. техн. наук, О.І. Чухліб, магістрант**

*Дніпровський державний аграрно-економічний університет, м. Дніпро, Україна*  
*E-mail: vladudin@i.ua*

## **Дослідження фаз розподілу повітря ротаційного пластинчатого вакуумного насоса**

В статті приведено результати теоретичних та експериментальних досліджень динаміки зміни вакууметричного тиску в робочій камері ротаційного пластинчатого вакуумного насоса з похилим розміщенням пластин. Отримані дані дають змогу уточнити методику вибору фаз розподілу повітря для вказаного типу насосів.

**вакуум, ротаційний пластинчатий насос, фази розподілу повітря**

**В.Ю. Дудин, доц., канд. техн. наук, А.І. Чухліб, магістрант**

*Днепропетровский государственный аграрно-экономический университет, г.Днепр, Украина*

### **Исследования фаз распределения воздуха ротационного пластинчатого вакуумного насоса**

В статье приведены результаты теоретических и экспериментальных исследований динамики изменения вакууметрического давления в рабочей камере ротационного пластинчатого вакуумного насоса с наклонным расположением пластин. Полученные данные дают возможность уточнить методику выбора фаз распределения воздуха для указанного типа насосов.

**вакуум, ротационный пластинчатый насос, фазы распределения воздуха**

© В.Ю. Дудін, О.І. Чухліб, 2017