

УДК 621.43

А.А. Дудніков, О.В. Горбенко, А.О. Келемеш, В.В. Дудник

Полтавська державна аграрна академія

**ТЕХНОЛОГІЧНІ МЕТОДИ ПІДВИЩЕННЯ ЕКСПЛУАТАЦІЙНОЇ НАДІЙНОСТІ  
МАШИН**

*Розглянуті методи підвищення ресурсу сільськогосподарських машин за рахунок зміцнення їх деталей електроконтактним приварюванням*

*Ключові слова:* зношування, надійність, електроконтактне приварювання, мікротвердість, залишкові напруження

А.А. Дудников, А.В. Горбенко, А.А. Келемеш, В.В. Дудник

Полтавская государственная аграрная академия

**ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЕ МЕТОДИ ПОВЫШЕНИЯ ЭКСПЛУАТАЦИОННОЙ  
НАДЕЖНОСТИ МАШИН**

*Рассмотрены методы повышения ресурса сельскохозяйственных машин за счет упрочнения их деталей электроконтактной приваркой.*

*Ключевые слова:* изнашивание, надежность, электроконтактная приварка, микротвёрдость, остаточные напряжения.

A. Dudnikov, O. Gorbenko, A. Kelemesh, V. Dudnyk

Poltava State Agrarian Academy

**TECHNOLOGICAL METHODS OF INCREASE OF OPERATING MACHINE RELIABILITY**

*The methods of increase of the resource of agricultural machines by means of strengthening of their parts by electrocontact welding are considered.*

*Keywords:* wear, reliability, electrocontact welding, microhardness, residual stresses.

**Постановка проблеми.** Резервом підвищення ресурсу сільськогосподарських машин і агрегатів, економії матеріальних ресурсів є використання зміцнюючих технологій при відновленні деталей. Необхідність їх відновлення обумовлена можливістю їх використання, оскільки собівартість відновлення деталей нижча вартості нових.

Одним з напрямків підвищення довговічності відновлених деталей є використання в технологічних процесах присадочних матеріалів при електроконтактному приварюванні (стрічки, порошкових матеріалів). Дана технологія досить успішно використовується в машинобудуванні. В сільськогосподарському ремонтному виробництві вона застосовується поки що досить слабо в силу недостатнього вивчення даного технологічного процесу.

Тому, розробка основних технологічних параметрів вказаної технології при відновленні деталей ґрунтообробних машин є актуальною, що забезпечує високу якість і економічність.

**Аналіз останніх досліджень і публікацій.** Багатьма вченими [1, 2] встановлена головна причина втрати працездатності деталей – тертя, що викликає їх зношування і, в результаті, відказ.

Головним завданням технології відновлення і зміцнення деталей машин і агрегатів є створення поверхонь з потрібними триботехнічними характеристиками: структура матеріалу в процесі тертя не повинна значно змінюватися; поверхневий шар не повинен в процесі тертя наклепуватися; в умовах абразивної ерозії співвідношення матеріалу і абразиву повинно бути не менше 1...1,2 [3].

Знос леза культиваторної лапи за думкою [4] залежить від вологості ґрунту, зі зменшенням якої верхня границя ріжучої кромки зношується активніше. Автор відмічає, що при високій вологості (20...28%) ваговий знос робочого органу значно знижується, оскільки ґрунт стає більш рихлим.

Основні види зносу стрічастих культиваторних лап (затуплення леза, знос носка по довжині, утворення затилочної фаски, зношування лапи по ширині та товщині) погіршують підрізання рослин, підвищують тяговий опір, зменшують глибину обробки [5].

Слід відмітити, недостатній об'єм представлених досліджень в літературі по розробці ресурсозберезувальних технологій відновлення деталей [6].

**Постановка завдань.** Метою дослідження є розробка технологічного процесу зміцнення та відновлення культиваторних лап методом приварювання зносостійких матеріалів, його зв'язок з режимними параметрами та фізико-механічними властивостями приварюваного матеріалу.

**Викладення основного матеріалу.** Головним фактором зниження довговічності робочих органів ґрунтообробних машин є руйнування металевих поверхонь деталей в результаті дії твердих ґрунтових частинок.

Багато деталей сільськогосподарських машин безпосередньо пов'язані при виконанні агротехнічних операцій з матеріалами, що призводять до абразивного зношування, при якому в результаті високої концентрації контактних напружень відбувається інтенсивне руйнування поверхневого шару.

Ми вважаємо, що інтенсивність зношування залежить не тільки від твердості матеріалу деталі, фізико-механічних властивостей ґрунтів, режимів (умов) роботи, але і від структури матеріалу деталі. Потрібно відмітити, що довговічність робочих органів ґрунтообробних машин залишається досить низькою (табл. 1).

Таблиця 1.

**Основні конструктивні характеристики ріжучих елементів**

Найменування деталі	Гранична товщина леза, мм	Товщина деталі, мм	Кут загострення леза, градус	Наробіток на одну деталь, га	Застосування
1. Культиваторна лапа	0,8	4,5	25	0,5...1	При обробці твердих ґрунтів
2. Плужний леміш	3	7	35	1...2	При обробці твердих ґрунтів

Аналіз табличних даних показує, що через низьку зносостійкість леза потрібно виконувати часту заміну або відновлення.

Підвищити наробіток леза можливо за рахунок зменшення товщини ріжучого шару або надання лезу пилоподібної форми.

При першому способі підвищується крихкість, що викликає викришування матеріалу.

Пилоподібне лезо може бути досягнуте у випадку, якщо на ньому зносостійкий шар буде не суцільним, а у вигляді смуг з відповідним кроком. Однак, технологічно таке лезо отримати досить складно.

Для довговічної роботи леза потрібно виконати наступну умову:

$$t = \frac{d}{\cos \gamma}, \quad (1)$$

де  $t$  – крок між центрами зерен;  $\gamma$  – кут між твірною леза і лінією, що перпендикулярна до напрямку руху;  $d$  – діаметр зерна.

Основні вимоги для лез лап культиваторів по агротехнічним вимогам – підрізання рослин, а не обволочування ними.

Розмір  $d$  може бути визначений по залежності:

$$d \leq D \frac{\sin(\gamma - \varphi)}{\cos \gamma - \sin(\gamma - \varphi)}, \quad (2)$$

де  $D$  – діаметр рослини;  $\varphi$  – кут тертя.

Залежність співвідношення  $d/D$  від кута тертя  $\varphi$  для різних кутів  $\gamma$  культиваторних лап може бути записана:

$$\frac{d}{D} = \frac{\sin(\gamma - \varphi)}{\cos \gamma - \sin(\gamma - \varphi)}. \quad (3)$$

Аналіз даної залежності показує, що при  $\varphi = 48...49^\circ$  величина  $d/D$  повинна знаходитися в межах  $0,06...0,14$  при  $\gamma = 50...54^\circ$ .

Отриманий розмір  $d$  із рівняння (2) забезпечує сходження рослин з робочого органу.

Одним із шляхів підвищення міцності зчеплення покриттів електроконтактним приварюванням (ЕКП) є оптимізація щільності струму в зоні контакту (табл. 2).

Таблиця 2.

Діаметр деталі, мм	Технологічні фактори		
	Величина струму, кА	Тривалість імпульсу зварювання, с	Тиск на ролики-електроди, кН
40...50	5,9...6,4	0,04...0,06	1,5...1,7

Оптимальні режими ЕКП визначались по критерію міцності зчеплення.

Вимірювання твердості покриттів виконувались після контактного приварювання стрічки товщиною 0,7 мм із корозійної сталі 12Х13. За допомогою комп'ютерних програм визначалися статистичні характеристики твердості: середнє значення твердості  $\overline{HV}$ , дисперсія  $\sigma^2$ , середнє квадратичне відхилення  $\sigma$  (табл. 3).

Таблиця 3.

Марка сталі	Твердість, $HV$		Статистичні характеристики твердості	
	до приварювання	після приварювання		
	$HV$	$HV$	$\sigma^2$	$\sigma$
12Х13	120...181	400	133,9	12,2

Зміна глибини і твердості термозміцненої зони при ЕКП показано на рис. 1.

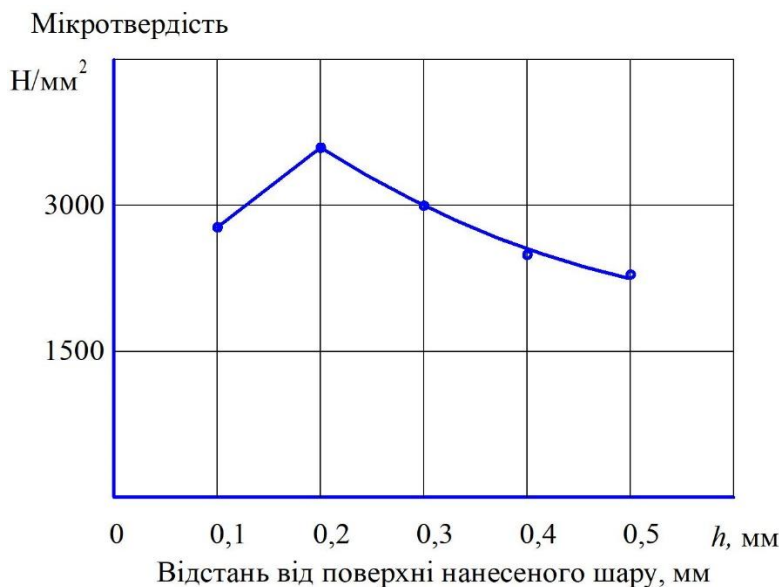


Рис.1. Середнє значення мікротвердості по глибині привареної стрічки зі сталі 12Х13

Отримані дані дозволяють констатувати, що вибором відповідної марки стрічки можна забезпечити необхідну твердість робочих поверхонь деталей, відновлених ЕКП.

Проведений мікроструктурний аналіз привареного шару показує, що в верхній своїй частині він складається із зерен більшого розміру, ніж в середній зоні і поблизу зони сплавлення з основою, що можна пояснити різним впливом термомеханічної дії на стрічку при ЕКП.

Розподіл елементів в привареному шарі на культиваторній лапі свідчить, що зміцнений елемент зберігається в тому ж об'ємі, що і в новій лапі.

Проведений аналіз розподілу залишкових напружень показав високу навантаженість поверхневого шару покриття.

Залишкові напруження в поверхневому шарі покриттів зі сталі 12Х13 одного знаку, розтягуючі, по величині близькі до границі текучості металу покриття. В центральній частині покриття виділяється розвантажена до рівня 0...0,25 від границі текучості ділянка покриття. В крайніх ділянках покриття залишкові напруження досягають 0,5...0,6 від границі текучості металу покриття. На вільному краї зразка в поверхневому шарі покриття вони знижуються до нуля.

В процесі ЕКП в поверхневому шарі виникає нерівномірне по напрямку нормалі до поверхні температурне поле. Найбільша температура спостерігається в області контакту основного металу і привареного покриття.

При електроконтактному приварюванні в поверхневому шарі деталі з'являються пластичні деформації стиснення, при охолодженні якого в ньому виникають розтягуючі залишкові напруження.

**Висновки.** В статті обґрунтований вибір порошкової композиції і схеми технологічного процесу електроконтактного приварювання для відновлення деталей, представлений розрахунок визначення основних параметрів технологічного процесу. Встановлено, що твердість і мікротвердість покриття матеріалів ЕКП змінюється в процесі приварювання як по глибині, так і вздовж поверхні покриття. Показано зміну залишкових напружень в поверхневому шарі покриття.

#### **Список використаних джерел:**

1. Ермолов Л.С., Кряжков В.М., Черкун В.Е. Основы надежности техники. М. : Колос, 1982. 271 с.
2. Молодык Н.В., Зенкин А.С. Восстановление деталей машин. М. : Машиностроение, 1989. 480 с.
3. Кулу П. Износостойкость порошковых материалов и покрытий. Таллин : ВАЛГУС, 1988. 120 с.
4. Ткачев В.Н. Износ и повышения долговечности деталей сельскохозяйственных машин. М. : Машиностроение, 1981. 264 с.
5. Гудзь В.П., Лісовон А.П., Андрієнко В.О., Рибак М.Ф. Землеробство з основами ґрунтознавства і агрохімії. К. : Центр навчальної літератури, 2007. 408 с.
6. Юнусбаев М.Н. Восстановление автотракторных деталей ЭКП порошковых материалов в магнитном поле. Уфа : 2006. 140 с.

Стаття надійшла до редакції 03.10.2018