

О. Г. Павлов, ст. викладач,  
К. А. Мірошніченко, студентка  
Сумський національний аграрний університет

Проведено аналіз існуючих методів відновлення зношених металевих поверхонь і запропонована нова більш перспективна комбінована технологія їх відновлення.

**Ключові слова:** відновлення, поверхня, наплавлення, електроерозійне легування

**Постановка проблеми у загальному вигляді.**

Відновлення деталей (нероз'ємної складальної одиниці) — це комплекс технологічних операцій по усуненню дефектів, що забезпечує поновлення геометричних параметрів, встановлення нормативно-технічною документацією, і працездатності. Відновлення зношених деталей дозволяє повторно, іноді багаторазово, використовувати деталі та складальні одиниці, які вичерпали свій ресурс. Знос поверхонь або інші дефекти, що виникли в процесі експлуатації машин, можуть бути усунуті при відновленні. Це значно скорочує витрати нових запасних частин, забезпечує значну економію коштів і праці, сприяє охороні навколишнього середовища у зв'язку з виключенням етапів виробництва деталей.

Аналіз технологічного обладнання підприємств сільськогосподарської галузі показує, що більше 70% швидкозношуваних деталей піддаються відновленню.

Собівартість відновлення за звичай стано-

вить 3...70% ціни нових деталей, а ресурс відновлених деталей найчастіше значно вище завдяки використанню ефективних способів відновлення й поліпшеним властивостям зміцнених поверхонь [1].

В останні роки в результаті зменшення фінансування в розвиток промисловості та наукових розробок технічний стан обладнання багатьох підприємств України значно погіршився. В зв'язку з цим актуальною задачею становиться пошук ефективних методів відновлення зношених деталей механізмів та машин, оскільки відомі способи ремонту в деяких випадках виявляються занадто трудомісткими і дорогими або не дозволяють принципово вирішити задачу ремонту [2].

**Аналіз останніх досліджень та публікацій.**

Аналіз методів відновлення, проведений на підставі літературних джерел і досвіду ремонтних підприємств (табл. 1), дозволяє зробити висновок про те, що в останні роки в загальному обсязі робіт по відновленню деталей провідне місце займає дугове наплавлення (зварювання).

Таблиця 1 - Частота застосування методів відновлення деталей від загальнообсягу

Методи відновлення деталей	Відношення до загальнообсягу, %
Дугове наплавлення	74
Контактна наварка металевого шару	7
Газотермічне напилювання	6
Нанесення гальванічних покриттів	3
Нанесення полімерних покриттів	5
Пластична деформація	3
Електроерозійне легування	2

Дугове наплавлення (зварювання) є найпоширенішим методом відновлення деталей у ремонтноувиробництві не тільки в Україні, але й за кордоном.

В умовах ремонтних підприємств АПК широке поширення одержали як механізоване дугове зварювання й наплавлення (автоматичне й напівавтоматичне зварювання й наплавлення під флюсами, у середовищі захисних газів, вібродугове наплавлення в різних середовищах), так і ручне зварювання різними електродами. Спосіб застосовується для зварювання сталі, чавуну, алюмінієвих сплавів та ін. Механізованими способами виконується близько 80% зварювально-наплавлювальних робіт.

Разом з тим дугове наплавлення та ряд інших перерахованих методів відновлення деталей мають як переваги, так і недоліки. Основними недоліками, які негативно впливають на кінцевий

результат або значно підвищують собівартість ремонту є:

- наявність поводок та жолоблень;
- слабка адгезія нанесеного шару з основою;
- наявність пор, тріщин та шлакових включень;
- зниження втомлюванісної міцності;
- підвищена екологічна небезпека.

Серед розглянутих методів відновлення деталей великої уваги заслуговують методи електроерозійного легування (ЕЕЛ) та нанесення полімерних композитів (ПК), які в останній час все частіше використовуються в ремонтному виробництві і які доповнюють одна іншу.

**Формулювання цілей статті.**

Таким чином, метою роботи є покращення якості відновлюваних деталей шляхом удосконалення існуючої технології за допомогою створен-

ня комбінованої технології, яка складається з електроерозійного легування з подальшим нанесенням полімерних композитів.

#### **Вигляд основного матеріалу досліджень.**

Застосування різних наповнювачів в полімерній матриці ПК дає можливість отримати матеріал з різними властивостями. Так вдалося усунути основні недоліки які раніше були присутні при застосуванні полімерів в ремонтному виробництві: невисокі адгезійні властивості, недостатня можливість витримувати температурні коливання, старіння і т.д. ПК на відміну від клеєвих з'єднань, на основі яких вони створюються, можуть зберігати свої властивості при достатньо великих значеннях товщини нанесеного матеріалу (від 0,5 мм до 10 мм і більше). Тобто ремонтні ПК являються фактично формують матеріалами, за допомогою яких можна вирішувати широкий спектр ремонтних задач: відновлення робочих поверхонь, нарощування, підгонка і т.д. Разом з тим, якість ремонтних робіт залежить від технології підготовки поверхні ремонтної деталі. Для досягнення хорошої адгезії полімеру з оброблюваною поверхнею виробу необхідно створити відповідну шорсткість до Rz 175 мкм. Як правило, для вирішення даної задачі використовують абразивний круг, проточування, фрезерування і т.д., які створюють шорсткість за рахунок зняття нерівномірного шару металу з поверхні деталі. Дані заходи по підготовці деталі до ремонту негативно впливають на інші вимоги до деталі (міцність, жорсткість і т.д.), крім того при повторних застосуваннях поступово будуть зменшуватись розміри самої деталі.

Одним з недоліків ЕЕЛ є збільшення шорсткості поверхні, яка зростає із збільшенням енергетичних режимів обладнання. В даному випадку основний недолік ЕЕЛ є перевагою і може бути використаним для підготовки поверхні при нанесенні полімерів.

Враховуючи характерні особливості методу ЕЕЛ: матеріал анода (легуючий матеріал) може утворювати на поверхні катода (легована поверхня) надзвичайно міцно зчеплений з поверхнею шар покриття; відсутній кордон розділу між нанесеним матеріалом і металом основи, тобто відбу-

вається дифузія елементів анода в катод; легування можна здійснювати в чітко вказаних місцях, не захищаючи при цьому останню поверхню деталі; варіюючи режимами легування, можна в широких межах змінювати шорсткість поверхні Rz від 1 до 200 мкм. В даному випадку окремо взяті технології (ЕЕЛ і нанесення ПК) ні в якій мірі не знижують переваги один одного, а доповнюють їх і усувають недоліки кожної окремо. Так поверхневий зміцнений шар, або покриття з твердого зносостійкого матеріалу, сформовані методом ЕЕЛ після нанесення полімерного матеріалу, що заповнює порожнечі між мікронерівностями поверхні, матиме 100% суцільність і значно нижчу шорсткість, ніж без додаткової обробки, а також велику твердість і зносостійкість, ніж при використанні ПК самостійно.

Таким чином, для реалізації даної комбінованої технології можливе застосування ЕЕЛ на високих режимах, тобто великий масоперенос легуючого матеріалу на поверхню деталі і як результат – висока продуктивність процесу, забезпечуючи при цьому утворення необхідної шорсткості поверхні для подальшого нанесення полімерного матеріалу. Крім того, необхідні більш детальні дослідження механічних властивостей поверхонь, які утворені ЕЕЛ на високих режимах, тому що існуючі дослідження даної технології проводились, як правило, на низьких режимах, які забезпечують низьку шорсткість поверхні.

#### **ВИСНОВКИ**

1. Реалізація комбінованої технології ЕЕЛ+ПК дозволить взаємно компенсувати їх недоліки.

2. Запропонована нова комбінована технологія має ряд переваг перед окремим застосуванням вищерозглянутих технологій, а саме:

- суцільність поверхні 100%;
- значно нижча шорсткість, ніж при ЕЕЛ;
- твердість значно вища, ніж у ПК;

3. Необхідні більш детальні дослідження:

- впливу комбінованої технології ЕЕЛ+ПК на механічні та експлуатаційні властивості відновлених деталей;
- ЕЕЛ шару сформованого на високих енергетичних режимах обладнання.

#### **Список використаної літератури:**

1. Батищев А.Н., Голубев И.Г., Лялякин В.П. Восстановление деталей сельскохозяйственной техники – Москва: Информагротех, 1995. – 296 с.
2. Ищенко А.А. Технологические основы восстановления промышленного оборудования современными полимерными материалами – Мариуполь: ПГТУ, 2007. – 250 с.
3. Иванов В.П. Технология и оборудование восстановления деталей машин: учебник – Минск: Техноперспектива, 2007. – 458 с.
4. Восстановление деталей машин: Справочник / Ф.И. Пантелеенко, В.П. Лялякин, В.П. Иванов, В.М. Константинов; Под ред. В.П. Иванова. – М.:Машиностроение, 2003. – 672с., ил.
5. Ремонт автомобілів: Навчальний посібник/ Упор. В.Я. Чабанний. - Кіровоград: Кіровоградська районна друкарня, 2007. - 720 с.
6. Лазаренко Н.И. Электроискровое легирование металлических поверхностей. // Лазаренко Н.И. – М. Машиностроение, 1976.- 46 с.

**Павлов А.Г., Мірошніченко К.А. АНАЛИЗ ТЕХНОЛОГИЙ КОМПЕНСАЦИИ ИЗНОШЕННОГО ШАРА МЕТАЛЛИЧЕСКИХ ПОВЕРХНОСТЕЙ**

Проведен анализ существующих методов восстановления изношенных металлических поверхностей и предложена новая более перспективная комбинированная технология их восстановления.

**Ключевые слова:** восстановление, поверхность, наплавление, электроэрозионное легирование.

**Pavlov O.G., Miroshnichenko K.A. ANALYSIS OF TECHNOLOGIES OF COMPENSATION WORN LAYER METAL SURFACES**

The analysis of existing methods of repair of worn metal surfaces. The basic disadvantages of the most common methods of repair parts. A study of the use of features, advantages and disadvantages of technologies electro-erosive alloying and polymer composites. A new more promising combined method that includes a surface treatment by electro-erosive alloying before application polymer composites. This method allows a mutually compensate for drawbacks of both technologies and has advantages over methods common in Ukraine repair of worn metal surfaces. Made conclusions on the implementation of the proposed combined technology.

**Key words:** machine parts, surface, fusing, alloying electroerosion.

Стаття надійшла в редакцію: 20.09.2013р.  
Рецензент: д.т.н., професор Тарельник В.Б.

УДК 621.0

**ПРИМЕНЕНИЕ ПОДШИПНИКОВ СКОЛЬЖЕНИЯ ТРИЗ® В НАСОСНЫХ АГРЕГАТАХ**

**В. С. Марцинковский**, к.т.н., директор,  
**И. В. Овсейко**, главный конструктор,  
**М. В. Вовнобой**, рук. проекта «Насосы»,  
**В. И. Юрко**, зав. бюро расчетов и программирования.  
ООО «ТРИЗ»

Необходимость в проведении модернизаций насосов диктует повышение требований к динамической устойчивости и надежности. Эта статья описывает применение современных конструкций опорных и упорных подшипников разработки ТРИЗ с целью устранения таких проблем, как повышенная вибрация, неустойчивая работа насоса в целом. Указаны преимущества демпферных подшипников ТРИЗ с самогенерируемой гидростатической масляной опорой и эффективные способы увеличения несущей способности упорных подшипников, разработанных ТРИЗ. Разработанные и реализованные на эксплуатируемых агрегатах технологии ТРИЗ позволили существенно увеличить несущую способность упорных подшипников до 3,5 раз и снизить удельный расход смазочного масла при сохранении размеров привязки к агрегату. Приведены пример модернизации насоса с заменой шарикоподшипников демпферными опорными подшипниками скольжения и упорными подшипниками с рычажной выравнивающей системой, пример применения демпферного подшипника с картерной смазкой. Отработанный подход в данном виде работ позволяет принимать оптимальные решения в соответствии с поставленной задачей

**Ключевые слова:** вибрация, опорный демпферный подшипник ТРИЗ®, упорный подшипник ТРИЗ®, модернизация насоса

**Постановка проблемы в общем виде.** Необходимость в проведении модернизаций насосов диктует повышение требований к динамической устойчивости и надежности.

**Анализ последних исследований и публикаций.** Проблема повышенной вибрации, неустойчивой работы характерна для многих насосных агрегатов, в связи с чем актуальной является задача оптимизации конструкции валопроводов насосных установок с целью обеспечения их динамической устойчивости и надежности.

**Формулирование целей статьи.** Целью статьи является решение указанных проблем путем применения разработанных фирмой

«ТРИЗ» современных конструкций опорных и упорных подшипников.

**Изложение основного материала исследований.** Проблема недостаточной несущей способности, низкого ресурса работы штатных опорных подшипников и повышения динамической устойчивости ротора успешно решается заменой штатных подшипников на демпферные подшипники ТРИЗ® с самогенерируемой гидростатической масляной опорой. (рисунок 1). Для нагруженных, высокооборотных, мощных насосных агрегатов, работающих в непрерывном режиме эксплуатации, эти подшипники не имеют альтернативы [1]. Это доказано более чем два-