

## АНАЛІЗ ТЕХНОЛОГІЙ ВІДНОВЛЕННЯ ДЕТАЛЕЙ МАШИН

**Павлов О.Г., Тарельник В.Б., д.т.н., професор**  
(Сумський національний аграрний університет)

*На підставі аналізу переваг та недоліків існуючих методів ремонту деталей машин запропонована нова більш перспективна комбінована технологія їх відновлення.*

**Вступ і постановка проблеми.** Відновити зношену деталь або зношене спраження - це означає відновити первинні (або близькі до них) геометричні, фізико-механічні, фізико-хімічні і інші їхні характеристики (властивості), тобто усунути експлуатаційні дефекти, відновити розміри, геометричну форму, структуру і фізико-механічні властивості відповідно до технічних вимог. Відновлення деталей і спражень – найважливіша задача ремонтного виробництва. Дослідження показали, що працездатність і ресурс відновлених деталей складає в середньому 60...80% цих показників для нових. Але в даний час відомі технологічні методи (електромеханічні, електрофізичні і ін.), за допомогою яких можна повністю відновити первинний ресурс деталей або навіть збільшити його [1].

Організація відновлення деталей дозволяє заощадити значну кількість дефіцитних матеріалів, в 2...3 рази продовжити термін служби деталей, зменшити випуск товарних запасних частин на заводах-виробниках і знизити собівартість ремонту машин та обладнання. Впровадження централізованого відновлення деталей, широке застосування потокових ліній, автоматизації процесів ремонту деталей сприяють подальшому підвищенню ефективності ремонтного виробництва.

Виробництво по відновленню деталей використовує велику кількість праці, матеріалів та енергії, необхідних для нанесення покриттів, термічної та механічної обробок деталей. Тому оптимізація витрат цих ресурсів за рахунок найкращого їх використання при своєчасному виконанні виробничих завдань та забезпечення нормативних показників якості і являється актуальною задачею.

**Аналіз останніх досліджень та публікацій.** На сьогодні існує багато різних технологічних методів компенсації зношеного шару металу деталей [1-4]. Одним з шляхів покращення якості поверхневого шару і зниження вартості ремонту машин є багаторазове відновлення форми деталей металопокриттями і забезпечення їх взаємозамінності. Найбільш розповсюджені методи, їх переваги та недоліки зведені в табл. 1.

Таблиця 1 – Технології компенсаціїзношеного шару металу деталей

Метод	Переваги	Недоліки
1	2	3
Наплавлення	Підвищення твердості та зносостійкості, можливість необмежено нарощувати зношену поверхню	Утворення тріщин, висока пористість, наявність шлакових включень, зниження втомлюванісної міцності, жолоблення, підвищена екологічна небезпека
Гальванопокриття	Зберігає структуру деталі, висока зносостійкість і твердість поверхні	Низьке припрацювання та змочування мастилом, зниження втомлюванісної міцності, низька адгезія, підвищена екологічна небезпека
Металізація	механічні властивості матеріалу деталі не змінюються і деталь не піддається жолобленню, висока зносостійкість	Висока пористість (до 10%), зниження втомлюванісної міцності, низька адгезія, підвищена екологічна небезпека
Пластичне деформування	Підвищує твердість, зменшує шорсткість, підвищує зносостійкість	Низька продуктивність, можливе деформування поверхні на 5-10 мкм і більше, можуть виникати рівномірні напливи металу товщиною 0,03-0,3 мм
Електроерозійне легування	Локальна обробка поверхні-легування можна проводити на окремих ділянках від декількох мм і більше не захищаючи решту поверхні; міцне з'єднання перенесеного та основного металу; відсутність загального нагрівання деталі в процесі обробки, можливість використання в якості оброблюваних матеріалів: чистих металів, сплавів, металокерамічних композицій, тугоплавких з'єднань; підвищення твердості, жаро-, зносо- та корозійної стійкості; відсутність необхідної підготовки поверхні	Підвищення шорсткості, виникнення в поверхневому шарі розтягуючи залишкових напружень, зниження втомлюванісної міцності
Полімерні покриття	Можливість необмежено нарощувати зношену поверхню, близькі до металу деформаційні характеристики, висока адгезія	Необхідність спеціальної підготовки поверхні, в тому числі формування шорсткості поверхні; обмежене застосування через порівняно невисоку твердість

Загальна технологія відновлення деталей складається з декількох методів кожний з яких має 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 втомлювальної 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.

Таким чином, метою роботи є покращення якості відновлюваних деталей шляхом удосконалення існуючої технології за допомогою створення комбінованої технології, яка складається з електроерозійного легування з подальшим нанесенням полімерних композитів.

**Результати досліджень.** Слід відмітити, що дані технології володіють деякими недоліками, які можуть компенсуватися при комбінованому застосуванні. Так при нанесенні ПК однією з вимог підготовки поверхні ремонтної деталі є досягнення необхідної шорсткості любым доступним методом. Як правило, для цього використовують абразивний круг, проточування, фрезерування і т.д., що в подальшому негативно впливає на механічні властивості деталі, основною з яких є зниження втомлювальної міцності, а також при повторних застосуваннях поступово зменшує 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 (легуєчий 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 відбувається 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  $R_z$  від 1 до 200 мкм.

В свою чергу використання полімерного матеріалу, який наноситься на нанесену методом ЕЕЛ поверхню заповнює порожнечі між мікронерівностями рис. 1 і тим самим значно покращує якості сформованого поверхневого шару.

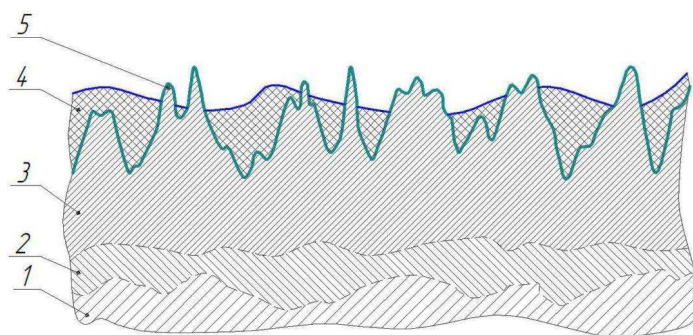


Рисунок 1 - Схема структури відновленого поверхневого шару деталі: 1 – матеріал деталі; 2 – перехідний шар; 3 – шар покриття нанесеного ЕЕЛ; 4 – шар ПК, 5 - вершини шорсткості

На зношену поверхню деталі (1) методом ЕЕЛ, наноситься шар покриття з будь-якого металу (3). При цьому між нанесеним металом і деталлю утворюється перехідний шар (2), що представляє собою взаємне дифузійне проникнення елементів анода і катода. З ростом енергії розряду збільшується товщина покриття і шорсткість поверхні. Після цього на ЕЕЛ поверхню наноситься металополімерні матеріал.

Перший шар ПК ретельно втирається лопаткою або шпателем в поверхню відновлюваної деталі. Попадання при такому втиранні полімерного матеріалу у западини і мікронерівності відновлюваної деталі з одного боку забезпечує поліпшення адгезії, а з іншого - виключає ймовірність утворення осередків корозії в цих западинах, не заповнених полімерним матеріалом.

Якщо, сформованої таким чином, товщини відновлюваного поверхневого шару деталі досить, то другий і наступні шари наносити непотрібно. Після застигання ПК виступаючі вершини шорсткості (5) можна видалити ЕЕЛ з використанням графітового електрода. ПК не є провідниками електричного струму, тому при ЕЕЛ електричний розряд буде протікати між графітовим електродом і виступами шорсткості, в результаті чого останні будуть руйнуватися, що призведе до зниження рівня шорсткості відновленого поверхневого шару деталі.

У разі, якщо товщини шару деталі то її можна збільшити за рахунок нанесення наступних шарів (4) з ПК. Усі наступні шари необхідно наносити виключаючи утворення порожнин заповнених повітрям.

Слід зазначити, що якщо раніше нанесений шар ще не затвердів, то наступний шар можна наносити, будучи впевненим, що отримаємо однорідний гомогенний шар полімеру. Якщо ж полімеризація раніше нанесеного шару вже відбулася, то для з'єднання нового шару зі старим, поверхню останнього необхідно зачистити і знежирити, і потім втерти новий шар за допомогою шпателя. Затверділий металополімерні матеріал можна обробляти будь-яким з відомих способів, включаючи шліфування та обробку різальним інструментом.

### **Висновки**

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

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

- суцільність поверхні 100%;
- значно нижча шорсткість, ніж при ЕЕЛ;
- твердість значно вища, ніж у ПК;
- попадання полімерного матеріалу у западини і мікронерівності відновлюваної деталі виключає ймовірність утворення осередків корозії в цих западинах.

3. Необхідні більш детальні дослідження впливу комбінованої технології ЕЕЛ+ПК на механічні та експлуатаційні властивості відновлених деталей.

### **Список літератури**

1. Ремонт автомобилей: Навчальний посібник/ Упор. В.Я. Чабанний. - Кіровоград: Кіровоградська районна друкарня, 2007. – 720 с.
2. Иванов В.П. Технология и оборудование восстановления деталей машин: учебник – Минск: Техноперспектива, 2007. – 458 с.
3. Ищенко А.А. Технологические основы восстановления промышленного оборудования современными полимерными материалами – Мариуполь: ПГТУ, 2007. – 250 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. – 672 с., ил.
5. Лазаренко Н.И. Электроискровое легирование металлических поверхностей. // Лазаренко Н.И. – М. Машиностроение, 1976. – 46 с.

### **Аннотация**

## **АНАЛИЗ ТЕХНОЛОГИЙ ВОССТАНОВЛЕНИЯ ДЕТАЛЕЙ МАШИН**

**Павлов А.Г., Тарельник В.Б.**

*На основании анализа преимуществ и недостатков существующих методов ремонта деталей машин предложена новая более перспективная комбинированная технология их восстановления.*

### **Abstract**

## **ANALYSIS TECHNOLOGIES OF REPAIR DETAILS OF MACHINES**

**O. Pavlov, V. Tarelnik**

*Based on the analysis of advantages and disadvantages of the existing methods of repair details of machines offered more promising new technology combined their recovery.*