

УДК [621.791.92+621.9.011]

ТЕХНІКО-ЕКОНОМІЧНЕ ОБГРУНТУВАННЯ СПОСОБУ ВІДНОВЛЕННЯ ДЕТАЛЕЙ

Савуляк В.І

Шиліна О.П

Дусанюк Ж.П

Слободянюк Ю.О

Вінницький національний технічний університет

Предложены подходы к выбору рационального способа восстановления деталей машин по техническим и экономическим показателям.

Suggested approaches to the selection of a rational method of restoring parts of machines for technical and economic indicators.

Вступ

Експлуатація відповідальних деталей вузлів сільськогосподарських машин та механізмів вимагає організаційно та технічно забезпечити комплекс заходів по підтриманню технічного стану та продуктивності техніки. Незважаючи на всі зусилля технологів та конструкторів не всі деталі мають однаковий ресурс та надійність.

З метою відновлення втраченого ресурсу деталей в процесі експлуатації або його підвищення під час виготовлення нових деталей застосовують різноманітні методи нанесення покриттів та поверхневого зміцнення. Важливим аспектом прийняття інженерних рішень щодо методів та технологій є розробка методології порівняльного аналізу варіантів технологічних процесів, які поєднують відновлення або зміцнення поверхонь та їх наступної механічної обробки.

При виявленні рівнозначних варіантів способів відновлення деталей проводиться економічний аналіз за основними статтями витрат: витрати на електричну енергію, на матеріали, заробітну плату, загальновиробничі витрати тощо.

Поширена думка, що ремонтне виробництво є неефективним, а його матеріально-технічну базу розвивати недоцільно. Разом з тим у всіх економічно розвинутих країнах велику складову національного продукту складає відновлювальне виробництво [1,2].

Задачею дослідження є розробка комплексно-порівняльної оцінки ефективності застосування методів відновлення та зміцнення разом з механічною обробкою за мінімумом необхідних витрат.

Основна частина

Спосіб відновлення поверхонь деталей машин впливає на структуру та параметри технологічного процесу наступної механічної обробки, його трудомісткість та собівартість. На основі порівняння вищезгаданих величин може бути організовано пошук раціонального або оптимального способу відновлення. Технологічну собівартість виконання операцій подальшої механічної обробки можна визначати за формулою [4] :

$$C_0 = \frac{C_{n-3} \cdot T_{ум-к}}{60 \cdot K_g}, \quad (1)$$

де C_{n-3} – годинні цехові витрати, грн/год; $T_{ум-к}$ – штучно-калькуляційний час виконання операції, хв; K_g – коефіцієнт виконання норм.

Сумарна собівартість технологічного процесу відновлення становить

$$C_{відн} = \sum_{i=1}^n C_{0i}, \quad (2)$$

де C_0 – технологічна собівартість виконання i -тої операції, грн.; n – кількість операцій в технологічному процесі відновлення.

C_{n-3} можуть бути вибрані згідно рекомендацій в залежності від використовуваного обладнання та за даними діючих підприємств.

$T_{ум-к}$ визначається змістом операції, використаним обладнанням та оснащенням. На величину $T_{ум-к}$ при механічній обробці впливає структура (зміст) виконуваних операцій, яка формується в залежності від співвідношення допуску на розмір поверхні після нанесення покриття та допуску на розмір, який має бути забезпечений згідно робочого креслення. Це співвідношення називають коефіцієнтом уточнення [4]:

$$\varepsilon = \frac{T_{заг}}{T_{дет}} = \frac{T_{заг}}{T_1} \cdot \frac{T_1}{T_2} \cdot \dots \cdot \frac{T_{i-1}}{T_i} \cdot \dots \cdot \frac{T_{n-1}}{T_0} = \varepsilon_1 \cdot \varepsilon_2 \cdot \dots \cdot \varepsilon_i \cdot \dots \cdot \varepsilon_n = \prod_i^n \varepsilon, \quad (3)$$

де ε – загальне уточнення; ε_i – окремі ступені уточнення (переходи); n – кількість ступенів (переходів); $T_{заг}$ – допуск розміру заготовки, одержаний після виконання операцій відновлення (нанесення покриття), мкм; T_0, T_i – допуски розміру деталі після механічної обробки (після відновлення) окремого ступеня (переходу) обробки.

На трудомісткість кожної із операцій механічної обробки впливає не тільки кількість ступенів (переходів), а й кількість робочих ходів, що виконуються під час оброблення кожної із поверхонь. Кількість робочих ходів залежить від величини припуску та глибини різання при одному робочому ході. Величина мінімального припуску на механічну обробку поверхонь обертання визначається за формулою [4]:

$$2Z_{min} = 2 \cdot (R_z + T + \sqrt{\rho^2 + \varepsilon^2}). \quad (5)$$

Величина мінімального шару нанесеного покриття [5]:

$$A_{ш} = \Delta Z + 2Z_{min}, \quad (6)$$

де Z_{min} – величина мінімального припуску на виконуваному переході механічної обробки; R_z, T, ρ – висота мікронерівностей, глибина дефектного шару, просторові відхилення в розміщенні оброблюваної поверхні відносно базових поверхонь заготовки на попередньому переході механічної обробки, мкм; ε_{yi} – похибка установа заготовки (деталі) на виконуваному переході, мкм, $A_{ш}$ – товщина шару, який необхідно нанести, ΔZ – знос поверхні та величина шару металу, що знімається при підготовленні поверхні до відновлення.

Величина мікронерівностей R_z , що утворюється при нанесенні покриття також впливає на величину припуску та залежить від способу відновлення деталі. Дослідження

виконані на прикладі колінчастого валу гідронасоса, який є типовою деталлю, що підлягає відновленню (рис. 1).

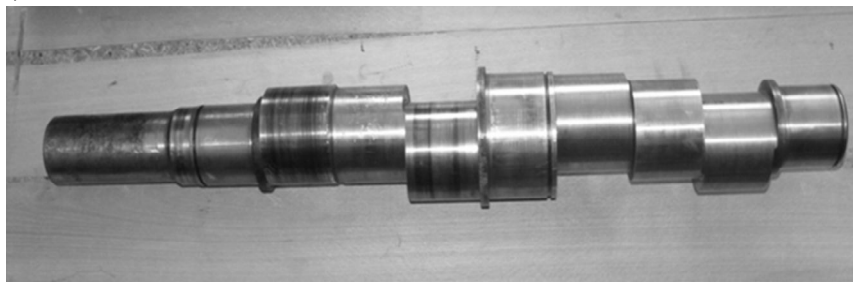


Рис. 1. Колінчастий вал гідронасоса

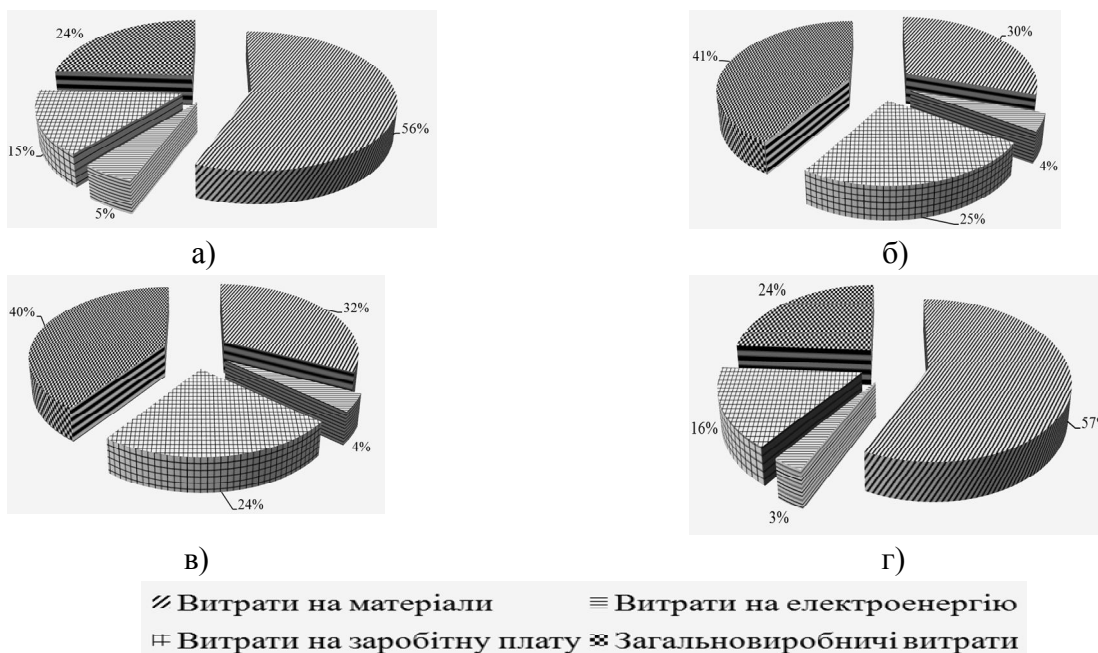


Рис. 2. Розподіл статей у відносній собівартості відновлення, %

а) плазмове напилювання; б) наплавлювання в середовищі вуглекислого газу; в) наплавлювання під шаром флюсу; г) наплавлювання порошковим дротом

Найбільш доцільними способами, що забезпечують необхідну якість поверхневого шару є такі способи нанесення покриття: плазмове напилювання, наплавлювання в середовищі вуглекислого газу, наплавлювання під шаром флюсу та порошковим дротом. Експериментальні дослідження показали, що найбільше значення Rz спостерігається при наплавлюванні в середовищі вуглекислого газу, найменше – при плазмовому напилюванні. Глибина дефектного шару T також залежить від способу нанесення покриття. Найменша глибина дефектного шару при плазмовому напилюванні, найбільша – при наплавлюванні в середовищі вуглекислого газу.

Параметри Rz , T , ρ при механічній обробці можна вибрати за даними літературних джерел. На основі розрахованих припусків встановлено залежність штучно-калькуляційного часу від способу нанесення покриття та відповідної механічної обробки, що виконується на подальших операціях.

За формулою (1) визначено собівартість виконання операцій нанесення покриття для різних способів та подальшої механічної обробки.

Встановлено витрати матеріалу на нанесення покриття при використанні різних способів. Розподіл основних статей витрат у відносній собівартості відновлення наведено на рисунку 2.

Так витрати на матеріали для різних способів нанесення покриття складають 30 – 52%, витрати на електроенергію – 3 – 5%; витрати на заробітну плату 15 – 25% та загальновиробничі витрати – 24 – 41% . Проведені дослідження та розрахунки дозволили визначити сумарні витрати при використанні запропонованих способів нанесення покриття (рис.3).

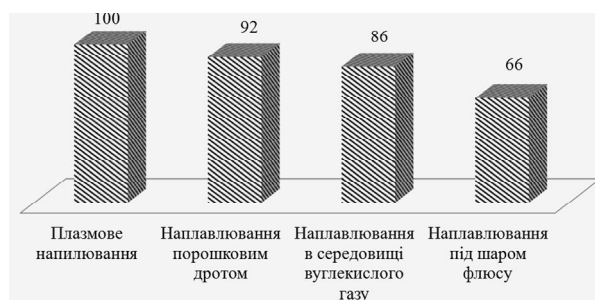


Рис. 3. Співвідношення собівартостей відновлення, %

Висновки

1. Раціональним способом відновлення за технічними показниками є плазмове напилювання, яке викликає мінімальні структурно-фазові перетворення, мінімальні витрати на механічну обробку та найменшу товщину шару, який потрібно нанести. Недоліки такі: проблеми зі зчепленням покриття та основи, висока вартість процесу, та дорогі матеріали.

2. За міцністю зчеплення основи й покриття найкращим є наплавлювання, але воно має такі недоліки: великі припуски, великі витрати матеріалів і часу на механічну обробку.

3. Під час вибору методу відновлення з точки зору службового призначення деталі слід керуватися:

- а) можливою товщиною та якістю покриття;
- б) величиною термічного впливу та спотвореннями профілю деталі.

4. Встановлено, що найбільша відносна собівартість нанесення покриття при плазмовому напилюванні, найменша - при наплавлюванні під шаром флюсу (на 34% менше).

Література

1. www.durmat.com/PDF-Files/d_auftragschweissen.pdf
2. Bach F.-W. *Moderne Beschichtungsverfahren* / F.-W. Bach, K. Möhwald, A. Laarmann, Th. Wenz. – Darmstadt: Betz-Druck GmbH, 2005. – 350S
3. Корж В.М. *Нанесення покриття* / В.М. Корж, В.Д. Кузнецов, Ю.С.Борисов, К.А. Юценко. – К.: Арістей, 2005. – 2004с.
4. Руденко П.О. *Проектування технологічних процесів в машинобудуванні* / П.О. Руденко. – К.:Вища шк., 1993.- 414с.