

## ПІДВИЩЕННЯ ЯКОСТІ ВІДНОВЛЕННЯ РОБОЧИХ ПОВЕХОНЬ ВАЛ-ШЕСТЕРЕНЬ ШЛЯХОМ КОМПЛЕКСНОГО ЛЕГУВАННЯ З ПЛАСТИЧНИМ ДЕФОРМУВАННЯМ

Вінницький національний технічний університет;

### Анотація

*В роботі показано вплив контактних навантажень на фазові перетворення та позитивний вплив термічної обробки на структурні перетворення в поверхневих шарах*

**Ключові слова:** Вал-шестерня, якість, деформаційне зміцнення, навантаження.

### Abstract

In work the influence of contact loads on phase transformations and the positive influence of thermal processing on structural transformations in surface layers is shown.

**Key words:** Gear shaft, quality, strain hardening, loading.

### Вступ

Ефективність і якість відновлення деталей у значній мірі залежать від застосовуваних технологічних способів їхньої обробки.

В теперішній час у машинобудуванні актуальним є надання заданих фізико-механічних властивостей та характеристик поверхневим шарам деталей шляхом керування структуроутворенням, модифікації поверхневих шарів, тобто зміни інженерії поверхні. Для цього металеві сплави легують, піддають хіміко-термічній обробці, використовують при зварюванні та наплавленні леговані електроди та дроти, тобто застосовують технологічні прийоми спрямовані на внесення у сплав комплексу певних хімічних елементів, пластичне деформування наплавлених шарів з метою зміни структурного стану поверхневого шару.

Причиною не достатньої експлуатаційної стійкості деталей, які працюють в умовах інтенсивного ударно-абразивного зношування зі значними контактними навантаженнями є сучасні тенденції росту експлуатаційних навантажень. Тому актуальним є питання подовження строку їх служби.

### Результати досліджень

Наплавлений шар на зразках деформували індентором Бринелля під навантаженням 3000Н, створюючи ефект деформаційного зміцнення та гартували у муфельній пічі з наступним охолодженням у воді.

Деформаційне зміцнення після контактного навантаження досліджувалось за допомогою твердомірів Бринелля і Роквелла. Спочатку вимірювалась вихідна твердість шару наплавленого металу HRC<sub>co</sub>, потім вимірювалась твердість у лунці відбитку від вдавнення сталеві кульки тведоміра Бринелля [1].

Метою роботи є підвищення якості відновлення робочих опорних поверхонь вал-шестерень шляхом комплексного легування та керуванням твердістю і стабільністю структури за рахунок деформаційного зміцнення та термічної обробки.

Науково-технічною задачею, яка вирішується в даній роботі, є:

1. Обґрунтувати вибір електродугового наплавлення в якості оптимального методу відновлення працездатності деталей типу вал на основі аналітичного огляду, показати ефективність його використання при відновленні.

2. На основі аналізу деталей типу вал показати, що вони являються по кількості та конструктивній значущості визначальними в забезпеченні працездатності конструкцій машин.

3. Удосконалити технологію ремонту деталей типу вал електродуговим напилавленням шляхом управління складом, структурою і властивостями наплавлюваного матеріалу після пластичного деформування та термічної обробки.

4. Оптимізувати параметри електродугового наплавлення з урахуванням результатів експериментальних досліджень і математичного моделювання

Наукова новизна одержаних досліджень:

1. Встановлено, що в результаті фазових змін під впливом контактних навантажень у наплавленому металі, з утворенням мартенситу деформації, відбувається ефективне зміцнення його основи.

2. Показано, що при контактному зміцненні висока твердість поверхні може бути досягнута не тільки за рахунок легування наплавленого металу карбідоутворюючими елементами, але і за рахунок розвитку деформаційного перетворення.

3. Показано позитивний вплив термічної обробки на структурні перетворення в поверхневих шарах, що призвело до появи сферичної форми легованого перліту у феритній матриці.

4. Запропоновано діагностичний математичний апарат планування багатofакторного експерименту та отримано адекватну регресійну модель в якій обрані фактори, зі збільшенням в інтервалі досліджень, впливають на зносостійкість покриттів

Внаслідок розвитку деформаційного перетворення в наплавленому металі електродом ЦЛ-11 досягнуто показників здатності до зміцнення на рівні сплавів, у яких цей показник отримано за рахунок легування карбідоутворюючими елементами (хромом, марганцем), а також максимальний показник ступеню зміцнення  $\Delta$  [ 2].

Проведено аналіз міцності установки для автоматизації процесу нанесення покриття з використанням програми міцностного аналізу АРМ FEM для КОМПАС-3D, згідно якому результати показали її надійність.

### Висновки

1. Експериментально показана наявність фазових змін під впливом контактних навантажень у наплавленому металі, з утворенням мартенситу деформації. Поєднання наклепу з деформаційним перетворенням ефективно зміцнює його основу. При цьому твердість наплавленого металу електродом АНО-36 після 25 % деформації складає 33...35 HRC, у той час як для наплавленої поверхні електродом ЦЛ-11 тільки 22...24 HRC. Внаслідок цього зносостійкість наплавленого металу електродом АНО-36 в 1,2 рази вище зносостійкості поверхні наплавленої електродом ЦЛ-11 без деформації.

2. При дослідженні деформаційного зміцнення висока твердість поверхні може бути досягнута не тільки за рахунок легування наплавленого металу карбідоутворюючими елементами, але і за рахунок розвитку деформаційного перетворення.

3. Показано позитивний вплив термічної обробки на структурні перетворення в поверхневих шарах, що призвело до появи сферичної форми легованого перліту у феритній матриці та підвищення твердості, що позитивно впливає на зносостійкість та експлуатаційні властивості деталей.

### СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Рюмін В.В. Деформационное мартенситное превращение в металле, наплавленном электродами ГР-11 (С-80Г9Х6С). / Рюмін В.В., Солнцев Л. А., Черников А.И. // Вестник Харьковского государственного политехнического университета. – 2000. – №82. – С. 50-61.

2. Смелянский В.М. Механика упрочнения деталей поверхностным пластическим деформированием / В.М. Смелянский. М.: Машиностроение, 2002. – 300с.

**Бучковський Костянтин Валентинович** - магістр групи ЗВ-17м, Вінницький національний технічний університет, Вінниця, e-mail: kbuchkovskiy@gmail.com

Науковий керівник: **Шиліна Олена Павлівна** - к.т.н., доц., кафедри галузевого машинобудування, Вінницький національний технічний університет, Вінниця, e-mail: epshilina.tpz@gmail.com

**BuchkovskiyKostiantinValentinovich** - Master of group ЗВ-17м, Vinnitsa National Technical University, Vinnytsia, e-mail: kbuchkovskiy@gmail.com

Scientific supervisor: **Shilina Olena Pavlivna** - Ph.D., associate professor, Department of Industrial Engineering, Vinnytsia National Technical University, Vinnytsia, e-mail: epshilina.tpz@gmail.com