

Зміцнення шару наплавленого на шийки розподільного валу
Упрочение слоя наплавленного на шейке распределительного вала
Reinforcement of the Camshaft Layer Deposited on the Neck

Науковий керівник – д.т.н., проф. кафедри матеріалознавства та технології матеріалів,
Лебедев В. Г., Лебедев В. Г., Lebedev V.

студент – Горбаченко М. В., Горбаченко М. В., Horbachenko M.

Анотація. Проведено стислий огляд існуючих способів зміцнення шару наплавленого на шийки розподільного валу. Плазмове зварювання та наплавлення є найбільш прогресивним способом відновлення зношених деталей машин та нанесення зносостійких покриттів (сплавів, порошків, полімерів, ...) на робочу поверхню при виготовленні деталей.

Ключові слова: зміцнення наплавленої поверхні, азотування, розподільчий вал

Аннотация. Проведен краткий обзор существующих способов укрепления слоя наплавленного на шейке распределительного вала. Плазменная сварка и наплавка является наиболее прогрессивным способом восстановления изношенных деталей машин и нанесения износостойких покрытий (сплавов, порошков, полимеров, ...) на рабочую поверхность при изготовлении деталей.

Ключевые слова: укрепление наплавленной поверхности, азотирования, распределительный вал

Annotation. A brief overview of the existing methods of strengthening the layer of the camshaft welded on the neck. Plasma welding and surfacing is the most advanced way to restore worn machine parts and apply wear-resistant coatings (alloys, powders, polymers, ...) on the work surface in the manufacture of parts.

Keywords: strengthening of the welded surface, nitriding, camshaft

Розподільний вал – основна деталь газорозподільного механізму (ГРМ), яка використовується для синхронізації тактів роботи двигуна і впуску або випуску паливної суміші, або повітря і відпрацьованих газів. У сучасних автомобільних двигунах розподільний вал, як правило, розташовано у верхній частині головки блоку циліндрів і з'єднаний зі шківом або зубчастою зірочкою колінчастого валу ременем або ланцюгом ГРМ відповідно і обертається з удвічі меншою частотою, ніж останній (на 4-тактних двигунах).

Наприклад, розподільчий вал з матеріалу Сталь 38Х2МЮА має такі характеристики:

- твердість кулачків HRC 56-62,
- твердість корінних шийок HRC 54-62,
- термообробка – азотування.

Після наплавлення, поверхневий шар, наплавлений на шийки, необхідно зміцнити. Для зміцнення великих валів з діаметром шийки 150-300 мм, які виготовляють із сталей типу 18Х2Н4ВА, 38ХН3ВА або 38ХН3МА, застосовують азотування. Азотування має наступне перевагу: висока зносостійкість і втомну міцність. Недолік – висока вартість і велика тривалість процесу.

Азотування – це технологічний процес хіміко-термічної обробки, при якій поверхню різних металів або сплавів насичують азотом в спеціальній азотному середовищі. При азотуванні утворюються іони азоту, які поглинаються поверхнею сталевих деталей з утворенням твердого розчину азоту в матриці металу, нітридів заліза і нітридів легуючих елементів [2, 3].

Існує низькотемпературне (500 – 590 ° С) азотування, при якому залізо залишається в α -фазі, і високотемпературне (вище 590 ° С) азотування, що приводить до евтектоїдних перетворення $\gamma \leftrightarrow \alpha + \gamma'$ в системі «залізо-азот». Для сталей, як правило, використовується низькотемпературне азотування в діапазоні температур 500 – 540 ° С. Високотемпературне азотування використовується для зміцнення поверхні жароміцних сталей і для підвищення корозійної стійкості звичайних сталей [1, 2].

Основні типи азотування: газове азотування, іонно-плазмове азотування [3].

Газове азотування. Деталь розміщується в печі, обсяг якої наповнюється газоподібним аміаком, або сумішшю аміаку з азотом або вуглецевими газами. При нагріванні аміак розпадається з виділенням атомарного азоту, який при високій температурі шляхом дифузії проникає в поверхневий шар стали і з'єднуючись з атомами заліза утворює кірку твердих нітридів.

Іонно-плазмове азотування. Деталь розміщується в камері, в якій створюється технічний вакуум, а потім в обсяг камери вводяться гази: азот, аргон, водень та інші. Далі в камері вакуумного реактора шляхом подачі високої електричної напруги створюється коронний тліючий розряд. Катодом служить сама оброблювана деталь. Саме сила електричного розряду призводить до посиленої дифузії атомів азоту у поверхню оброблюваної деталі. Процес йде помітно швидше, ніж при газовому азотуванні і при знижених температурах: приблизно 500 – 550 ° С.

Плазмове зміцнення в рідких середовищах розширює можливості поверхневого зміцнення металів підвищує продуктивність і якість обробки, дозволяє здійснити комбінований вплив на робочі поверхні деталей; покращує експлуатаційні властивості виробів [5]. При використанні води збільшується максимальна поверхова твердість. Діапазон

гарантованого зміцнення при обробці в рідкому середовищі приблизно на 20-30% ширше, що полегшує вибір режимів зміцнення. Глибина зміцненого шару при обробці у воді на 30-40% менше, ніж на повітрі. Максимальна твердість на поверхні зростає приблизно на 15%. В якості рідкого середовища (крім води) використовують концентровані розчини солей амонію. При одних й тих самих параметрах плазми застосування активної рідкого середовища підвищує поверхневу твердість на 20% в порівнянні з загартуванням у воді. Використовуючи активні рідкі середовища і плазми утворюючі гази, можна проводити комбіноване насичення поверхні азотом, вуглецем і бором, що в поєднанні з термічним зміцненням збільшує ефективність процесу.

Одним з напрямків підвищення якості зміцнених шарів є використання плазмового циклічного зміцнення [4].

Формування напруження при охолодженні поверхні, яка була під дією плазмового гартування, можна представити таким чином. Після припинення впливу плазмової дуги найбільш швидко охолоджується внутрішній шар металу, розташований близько непрогрітого вихідного шару, а при поверхневому шарі – в останню чергу. У процесі стиснення він впливає на внутрішній шар, створюючи в ньому стискаючі напруження, в той час як на поверхні формуються напруження розтягання. При цьому в поверхневому шарі сталей мартенситні перетворення відбувається в останню чергу. Так як мартенсит має більший обсяг, то в поверхневому шарі в цей час за рахунок фазових напружень відбувається розширення і виникають стискаючі напруги. У результаті величина і знак залишкових напружень залежать від співвідношення термічних $\sigma_{\text{тер}}$ і $\sigma_{\text{фаз}}$ фазових напружень з урахуванням можливих пластичних ефектів. При $\sigma_{\text{тер}} > \sigma_{\text{фаз}}$ на поверхні формуються розтягуючі напруження, а при $\sigma_{\text{фаз}} > \sigma_{\text{тер}}$ – стискаючі.

Азотування наплавленого шару різко збільшує зносостійкість і довговічність обробленого розподільчого валу.

Список використаних джерел

1. Лебедев В. Г., Клименко Н. Н., Чумаченко Т. В. Рациональные температуры при шлифовании некоторых наплавленных и напыленных на рабочие поверхности деталей сталей, сплавов и химических соединений (Часть 1) // Вісник національного технічного університету «ХП». – Харків, 2014. – Випуск №7(1050). – С. 37-41.
2. Сіньковський А. С., Рибак О. В., Фроленкова О. В. Напилення та наплавлення робочих поверхонь виробів. Підручник. Одеса: ОНПУ, 2019. 165 с.
3. Лахтин Ю. М. Диффузионные основы процесса азотирования // МиТОМ. 1995. № 7. С.14-17.

4. Теория сварочных процессов: Учебник для вузов / А. В. Коновалов, А. С. Куркин, Э. Л. Макаров, В. М. Неровный, Б. Ф. Якушин; Под ред. В. М. Неровного. -М.: Изд. МГТУ им. Н.Э. Баумана, 2007. - 752 с.

5. Крапошин В. С., Бобров А. В., Гапоненко О. С. Поверхностная закалка стали 9ХФ при нагреве теплом плазменной горелки // Металловедение и термин, обработка металлов. – 1989. – № 11. С. 13-17.

Науковий керівник:

Лебедев Володимир Георгійович,

Лебедев Владимир Георгиевич

Lebedev Volodimir,

Горбаченко Максим Володимирович,

Горбаченко Максим Владимирович,

Horbachenko Maksim.