

В.С. Антонюк, д.т.н., проф.,¹

Д.В. Прихожа, студ.,¹

А.В. Рутковський, к.т.н.,²

*Національний технічний університет України
«Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського»¹,
Інститут проблем міцності ім. Г.С. Писаренка
Національної академії наук України²*

ДОСЛІДЖЕННЯ ПАРАМЕТРІВ ПОВЕРХНЕВОГО ШАРУ, УТВОРЕНОГО ЗА ДОПОМОГОЮ ЙОННО-ПЛАЗМОВОГО ТЕРМОЦИКЛІЧНОГО АЗОТУВАННЯ

Формування на поверхнях деталей машин, робочих органах, інструментах і інших конструкціях необхідних фізичних, хімічних і експлуатаційних властивостей найбільш успішно реалізується при використанні підходів і технологічних методів інженерії поверхні шляхом модифікування їх поверхневих шарів. Модифікування поверхневих шарів дозволить збільшити термін експлуатації деталей шляхом підвищення їх зносо- і корозійної стійкості, відновлення працездатності, а також значно зменшити витрати легованих сталей і сплавів.

Різноманіття видів модифікування поверхневих шарів пояснюється тим, що не один з них не може претендувати на універсальність (азотування, нітроцементация тощо). Застосування даних методів не завжди дозволяє забезпечити всі вимоги до поверхневого шару матеріалу. У зв'язку з цим актуальним являється розробка нових технологій, за допомогою яких підвищується корозійна стійкість, міцність, а також можливість поєднання в одному матеріалі різних фізичних властивостей.

Одним з сучасних напрямків підвищення зносостійкості, поверхневої міцності та корозійної стійкості є метод йонно-плазмового термоциклічного азотування заснованого на постійному накопиченні від циклу до циклу позитивних змін в структурі металів за рахунок впливу імпульсів короткої тривалості та великої амплітуди.

Переваги методу йонно-плазмового термоциклічного азотування над традиційним вакуумним азотуванням заключаються в нагрівання поверхневого шару деталі без прогріву її серцевини; скорочення тривалості обробки; залишені без змін форми та чистоти поверхні виробу; екологічно чистому методі.

Цей процес в 1,5–2,0 рази скорочує трудомісткість виготовлення, так як деталі обробляються при невисокій твердості матеріалу і надходять на зміцнення в остаточно обробленому вигляді, а в порівнянні з іншими видами азотування - йонною азотациєю і нітроцементациєю забезпечує більшу глибину зміцненого шару і більш рівномірну товщину дифузійного шару.

Мета роботи – дослідження параметрів азотованого поверхневого шару матеріалу, при різних режимах обробки, утвореного за допомогою йонно-плазмового термоциклічного азотування.

Для зміцнення поверхневих шарів деталей в Інституті проблем міцності імені Г.С. Писаренка НАН України створений діючий комплекс йонно-плазмового термоциклічного азотування «Віпа-1» (рис. 1), що складається з вакуумної камери і автоматизованої системи контролю та управління.

Обробку поверхні деталі здійснюють шляхом подачі на деталь пульсуючого напруги і в результаті отримують пульсуючі термоцикли, що значно підвищує швидкість дифузійного насичення деталі азотом. При цьому знижується енергоспоживання за рахунок скорочення тривалості процесу і відмови від пічного нагріву. Обробка проводиться у вакуумній камері при відсутності конвективних втрат тепла.

Нагрівання зразка здійснювали за рахунок енергії тліючого розряду. При цьому нагрівався тільки поверхневий шар зразка без повного прогріву його серцевини.

Експериментальні дослідження параметрів поверхневого шару утвореного за допомогою йонно-плазмового термоциклічного азотування проводили на зразках зі сталі 40X13 ГОСТ 2590-2006.

Йонно-плазмово термоциклічно азотування експериментальних зразків проводили в суміші Ag і N₂, деталі зміцнюючих при циклічній зміні температури 550 °С, при напрузі тліючого розряду 400–600 В.

Експериментальні дослідження на зразках проводили при температурі азотування 450–680 °С, тиск (0,55–1,83) Торр, робоча пульсуюча напруга коливається від 400 до 1000 В, з тривалістю імпульсу 10–20 мс і величиною періоду подачі імпульсів 40 мс, при цьому циклічно змінювали температуру процесу вище або нижче температури евтектоїдного перетворення.

Період азотування складав – $t = 50–360$ хв., при цьому повністю виключається повний перегрів деталі.

Насичення поверхні зразків відбувалося рівномірно в камері, що забезпечувало рівномірну глибину дифузійного шару на зразку.

Отримані таким чином, зміцненні деталі методом йонно-плазмового термоциклічно азотування фактично являють модифікований (легований) поверхневий шар матеріалу деталі, який отримують шляхом адресного підведення енергії масообміну.

На рис. 1 показана типова мікроструктура шару зразка. На мікрошліфах видно, колір цієї фази неоднорідний і змінюється у напрямку від поверхні до підкладки, що говорить про різний її складі.

