

УДК 620.193.16

М.С. Стечишин, докт. техн. наук; А.В. Мартинюк, канд. техн. наук; Н.М. Стечишина, канд. техн. наук; В.В. Люховець, канд. техн. наук; Д.В. Здоренко
Хмельницький національний університет. Україна.

ЗМІЦНЕННЯ МЕТАЛЕВИХ СПЛАВІВ БЕЗВОДНЕВИМ АЗОТУВАННЯМ В ТЛЮЧОМУ РОЗРЯДІ

M.S. Stechshyn, Dr.Prof; A.V. Martyniuk, Ph.D., Assoc. Prof.; N.M. Stechyshyna, Assoc. Prof.; V.V. Liukhovets, Assoc. Prof.; D.V. Zdorenko

STRENGTHENING OF METAL ALLOYS BY HYDROGEN-FREE NITRIDING IN A GLOWING DISCHARGE

Вакуумно-дифузійна газорозрядна технологія модифікації металічних поверхонь азотуванням в тліючому розряді серед більш як сотні відомих процесів аналогічного призначення абсолютно виправдано відноситься до технологій універсального призначення, оскільки може застосовуватись як для деталей машин, так і для зміцнення оброблюваного інструменту, штампів, прес- і ливарних форм, оснастки тощо. Для деяких виробів (наприклад, шестерень великого діаметра) БАТР є єдиним способом отримання готового виробу з мінімальною кількістю браку [1].

Технологія може застосовуватись у всіх галузях, де виникає необхідність підвищення ресурсу деталей, які працюють в умовах інтенсивного зношування, кавітаційного і корозійного впливу на них зовнішнього середовища. При цьому забезпечується підвищення зносостійкості, поверхневої міцності, корозійної стійкості, надійності і довговічності оброблюваних деталей [2,3].

Для АТР характерна мінімальна серед усіх відомих процесів даного класу енергоємність – 100...130 кВт·год/т. Для порівняння – відповідний показник для загартування коливається у межах 1250...1450 кВт·год/т, для відпалу – 300...1500 кВт·год/т, нормалізації – 600...1400 кВт·год/т, ціанування – 1050...1600 кВт·год/т, для лазерного загартування він становить 230 кВт·год/т, нітроцементатії газової – 600 кВт·год/т, рідинної – 800 кВт·год/т, газового азотування – 450 кВт·год/т. Іншою надзвичайно важливою перевагою АТР є практична відсутність формозміни виробів, що виключає необхідність у подальшій фінішній обробці поверхні. Очевидно, що обидва зазначені факти суттєво знижують собівартість оброблюваної деталі [4].

Суттєвою перевагою пропонованої ПНФТЦ ХНУ технології порівняно з вітчизняними і світовими аналогами є відмова від застосування традиційно використовуваних при АТР газових середовищ, що містять водень – аміаку та суміші азоту з воднем. Присутність водню в тліючому розряді стимулює водневе окрихчення. Для зубчастих коліс, а також пар тертя, що працюють при значних знакозмінних напруженнях в поверхневому шарі, істотними є не тільки високі показники твердості, але й характеристики пластичності. Так, відсутність пластичних властивостей у кореня зуба призводить до поломки зубчастих коліс, а сколювання частинок високої твердості з азотованої поверхні, підданої значним контактним напруженням, по суті є процесом генерації абразиву, який руйнує поверхню металевих деталей. Інший серйозний недолік, пов'язаний із використанням водневомістких середовищ – екологічна небезпечність процесу [1].

Подільським науковим фізико-технологічним центром ХНУ сконструйована та виготовлена серія установок для реалізації процесів безводневого азотування у тліючому розряді (БАТР), багаторічний досвід експлуатації яких підтверджує широкі можливості та переваги технології [4].

Стендові випробування азотованих в безводневих газових середовищах зубчастих коліс, колінчатих, шліцьових і розподільних валів, коромисел показали підвищення стійкості в 3 рази, плунжерних насосів і підшипників кочення спеціального призначення – в 1,5 рази в порівнянні із серійною технологією. Промислові випробування азотованих в тліючому розряді пальців ланцюгів тягових транспортерів, деталей технологічного оснащення для обробки алмазів, шнеків термопластавтоматів, напрямних сопел ливарних машин, що працюють в абразивних середовищах, виявили підвищення їхньої зносостійкості в 2...3,5 рази. Випробування азотованих деталей технологічних машин для підприємств харчової промисловості, об'єктів, що працюють в агресивних середовищах, підтвердили підвищення їхньої зносостійкості в 2...5 разів. Апробація у виробничих умовах азотованого в безводневих середовищах металорізального інструменту (фрез, свердел, мітчиків, плашок, токарних різців і ін.) забезпечила підвищення його зносостійкості в 2...3 рази залежно від умов різання. Довговічність азотованого дереворізального інструменту підвищилися в 3...5 разів [1-4].

Технологія є екологічно чистою. За характеристиками енерго- та ресурсозбереження не має аналогів.

Виготовлена в центрі гамма технологічного устаткування дозволяє обробляти азотуванням в тліючому розряді об'єкти довжиною до 2 м, діаметром до 1 м та масою до 1 т.

Університет плідно співпрацює з науковими інститутами Академії наук України – Інститутом проблем міцності, Інститутом матеріалознавства, Львівським фізико-механічним інститутом, Харківським фізико-технічним інститутом.

Література

1. Каплун В. Г., Каплун В. Г. Іонне азотування в безводневих середовищах : монографія. Хмельницький: ХНУ, 2015. 315 с.
2. M. Stechyshyn, M. Macko, O. Dykha, S. Matiukh, J. Musial. Tribotechnologies of strengthening and wear modeling of structural materials. Bydgoszcz: Foundation of Mechatronics Development, 2023. 196p.
3. Стечишина Н.М. Корозійно-механічна зносостійкість деталей обладнання харчових виробництв: монографія / Н.М. Стечишина, М.С. Стечишин, Н.С. Машовець. – Хмельницький: ХНУ, 2022.-181с.
4. Пастух І. М. Теорія і практика безводневого азотування в тліючому розряді. Харків: Нац. науковий центр «Харківський фізико-технічний інститут», 2006. 364 с.