

УДК 623.746: 629.7.083.003.13 (045)

ПІДВИЩЕННЯ ЕКСПЛУАТАЦІЙНИХ ВЛАСТИВОСТЕЙ СТАЛЕВИХ КОНСТРУКЦІЙНИХ ЕЛЕМЕНТІВ АВІАЦІЙНОЇ ТЕХНІКИ ГАЗОТЕРМОЦИКЛІЧНИМ АЗОТУВАННЯМ У ПУЛЬСУЮЧОМУ ТЛЮЧОМУ РОЗРЯДІ

Скуратовський¹ А.К., Радько² О.В., Коротін³ С.М.

1 – КПІ ім. Ігоря Сікорського м. Київ, Україна

2 - Національний авіаційний університет, м. Київ, Україна

3 - Національний університет оборони України імені Івана Черняховського, м. Київ, Україна

Анотація: Досліджено комплекс експлуатаційних властивостей сталі 18X2H4BA після її модифікування термоциклічним азотуванням у пульсуючому тліючому розряді. Установлено збільшення корозійної стійкості в 2,2 ... 2,9 рази та зменшення коефіцієнта тертя й інтенсивності зношування в 1,5 ... 1,8 та 1,8 ... 2,2 рази відповідно.

Ключові слова: авіаційна техніка, зносостійкість, корозійна стійкість, газотермоциклічне іонне азотування

Розвиток авіаційної техніки супроводжується постійним збільшенням швидкостей, напружень та температур, за яких працюють конструкційні елементи сучасних літальних апаратів. Терміни служби та ресурси авіаційних конструкцій значною мірою залежать від довговічності деталей, які працюють в умовах тертя, адже найбільша кількість відмов авіаційної техніки відбувається в результаті поверхневого руйнування, 30...40 % передумов до дострокового знімання виробів з експлуатації зумовлено недостатньою міцністю поверхні деталей та низькою їх зносостійкістю [1]. Аналіз експлуатаційних пошкоджень вузлів тертя літальних апаратів показує, що 60...70 % контактних ушкоджень та зношування деталей авіаційної техніки спричинені недосконалістю технологічної підготовки їх робочих поверхонь до негативної дії знакозмінних навантажень та агресивного зовнішнього середовища. Постійне підвищення вимог до показників надійності та довговічності авіаційної техніки висуває до числа найбільш пріоритетних завдань сучасної авіабудівної галузі розробку та впровадження нових енергозберігаючих технологій інженерії поверхні для отримання покриттів, які дозволяють одночасно підвищити ряд експлуатаційних властивостей матеріалів авіаконструкцій, наприклад зносо- та корозійну стійкість.

У роботі виконано комплексне дослідження триботехнічних характеристик (інтенсивності зношування та коефіцієнту тертя) і корозійної стійкості сталі 18X2H4BA (яка широко використовується в авіабудуванні для виготовлення валів, шестерень, поршнів, штоків тощо) після її зміцнення за допомогою однієї з таких технологій - імпульсного газотермоциклічного іонного азотування (ГТЦ ІА) [2].

Для формування дифузійних шарів використовували розроблену в Інституті проблем міцності ім. Г.С. Пісаренка НАН України установку «ВПА-1». Параметри технологічного процесу ГТЦ ІА: температура - 550...600°C; тиск реакційної суміші у вакуумній камері — 120...160 Па; тривалість дифузійного насичення — 3,0...5 год.; склад реакційної суміші — 70...90% Ar + 30...10% N₂. Частина зразків перед зміцненням підлягала попередній термообробці — гартування T=860...880°C на повітрі, відпуск T=150...170°C.

Триботехнічні характеристики зміцнених поверхневих шарів визначалися на машині тертя [3] за методикою, описаною у роботі [4]. Дослідження зміцнених зразків зі сталі 18X2H4BA проводилися в таких умовах: мастильне середовище — мастило ЦИАТИМ-201 (ГОСТ 6267-74); питома навантаження — 2,5...25 МПа; швидкість ковзання - 0,4; 0,7; 1,0 м/с. Шорсткість поверхонь зразків відповідала R_a = 0,3...0,4 мкм, а роликів-контртіл — R_a = 0,5 мкм.

Контакт пари тертя відбувався за схемою «диск-колодка» (рис. 1). У процесі досліджень за допомогою електронної вимірювальної системи моделі 217 з індуктивними датчиками

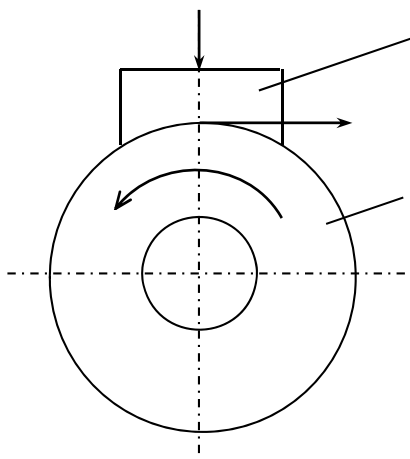


Рис.1. Схема контакту пари тертя «диск-колодка»: 1 – зразок; 2 – ролик-контртіло

переміщень моделей 234–М [2] безперервно вимірювалась та реєструвалась сила тертя F_{TP} . Коефіцієнт тертя розраховувався як частка від ділення сили тертя F_{TP} на зусилля притискання P . Для порівняльної оцінки зносостійкості матеріалів у вказаних умовах розраховували вагову інтенсивність зношування. Величина ΔV [3] визначалася як різниця у вазі зразка до та після випробувань. Зважування проводилося на лабораторних аналітичних терезах ВЛР-200. Перед зважуванням зразки промивали бензином Б-70 (ГОСТ 1012-72) та просушували.

Для оцінки корозійної стійкості проводили 10-годинні дослідження зразків в алундових тиглях на спокійному повітрі при 973 К. Перед початком дослідів та через кожні 2 години витримання на поверхню зразків наносили сольову обмазку, яка складалася з Na_2SO_4 та NaCl (у співвідношенні 3:1). Оцінку корозійної стійкості проводили за питомим збільшенням маси зразків у залежності від часу випробувань. Усереднення проводили за трьома значеннями.

Аналіз отриманих результатів показав, що застосування імпульсного ГТЦ ІА для зміцнення конструкційних елементів авіаційної техніки зі сталі 18Х2Н4ВА дозволяє:

зменшити коефіцієнт тертя у 1,5...1,8 разу (порівняно із деталями з цієї ж сталі, обробленими за традиційною технологією);

зменшити інтенсивність зношування у 1,8...2,2 разу;

підвищити корозійну стійкість у 2,2...2,9 разу.

Найбільшу зносостійкість показали попередньо термооброблені зразки, що можна пояснити підвищенням твердості та глибини зміцнення поверхневих шарів за рахунок структурно-фазових змін, зумовлених попередньою термообробкою.

Таким чином, запропоновану технологію доцільно застосувати на авіабудівних підприємствах для зміцнення конструкційних елементів зі сталі 18Х2Н4ВА під час їх виробництва та відновлення, що забезпечить підвищення комплексу експлуатаційних властивостей зміцнених деталей, та, відповідно, призведе до збільшення їх термінів служби й ресурсу, а також зменшення витрат на обслуговування і ремонт авіаційної техніки. Перспектива подальших досліджень – розширення номенклатури матеріалів, які доцільно зміцнювати імпульсним ГТЦ ІА, що забезпечить комплексне підвищення їх експлуатаційних властивостей, та, відповідно, призведе до збільшення термінів служби й ресурсу, а також зменшення витрат на їх обслуговування і ремонт.

Список літератури

1. *Кудрін А. П.* Основні види зношування деталей вузлів тертя сучасної авіаційної техніки / А. П. Кудрін, Мельник О. В. // Проблеми тертя та зношування : наук.-техн. зб. – К. : НАУ, 2007. – Вип. 48. – С. 24–38.
 2. *Пат.* 91096 Україна, МПК C23C 8/36. Спосіб поверхневого зміцнення сталевих деталей з різьбовою поверхнею іонно-плазмовим азотуванням у пульсуючому тліючому розряді / М. Я. Ткач, Б. А. Ляшенко, В. І. Мірненко, О. В. Радько, А. В. Рутковський. - № u201314544 ; заявл. 12.12.2013 ; опубл. 25.06.2014, Бюл. № 12.
 3. *Пат.* 24695 Україна МПК (2206) G01N3/56. Машина тертя / Скуратовський А. К. ; заявник та патентовласник Національний технічний університет України "Київський політехнічний інститут". – №u2007 02330; заявл. 03.03.2007; оп. 10.07.2007, бюл. № 10.
 4. *Триботехнічні* властивості зміцнених газотермоциклічним іонним азотуванням сталевих деталей авіаційної техніки / Б. А. Ляшенко, В. І. Мірненко, А. К. Скуратовський, О. В. Радько // Наукові вісті національного технічного університету України "Київський політехнічний інститут". – 2007. – № 5. – С. 98-102.
-