

Кудрін А.П.Національний авіаційний університет,
м. Київ, Україна
E-mail: tvat_aki@nau.edu.ua**БЕЗРОЗБІРНІ ТЕХНОЛОГІЇ
ВІДНОВЛЕННЯ ДЕТАЛЕЙ
ПРЕЦИЗІЙНИХ ПАР ТЕРТЯ**

УДК 621.179

В роботі проведено аналіз концепцій безрозбірних технологій відновлення прецизійних пар тертя. На основі моделі трибосистеми за умов тертя ковзання та дії зовнішнього електричного і магнітного полів розглянуто принципи керування станом трибосистем для забезпечення реалізації процесів трибоелектрохімічної і трибомагнітної репарації.

Ключові слова: тертя, прецизійні пари, відновлення, безрозбірні технології, принципи керування.

Вступ та постановка проблеми

Досвід експлуатації і ремонту виконавчих механізмів і агрегатів багатьох машин, зокрема агрегатів паливно-мастильних і гідравлічних систем авіаційної техніки свідчить, що найбільша кількість їх несправностей і відмов спричинено зношуванням і пошкодженням деталей вузлів тертя. Ремонт таких агрегатів заміною або відновленням зношених деталей потребує виконання складних і трудомістких демонтажно-монтажних робіт, що обумовлює високу вартість ремонту. Найбільш проблемним питанням є відновлення деталей прецизійних пар тертя, які складно піддаються відновленню традиційними методами, а можливості подальшого підвищення їх ресурсу практично вичерпані. Новим напрямком у вирішенні цієї задачі є технології, які дозволяють безрозбірно, без заміни деталей відновлювати зноси з одночасним підвищенням триботехнічних характеристик пар тертя.

Метою роботи є аналіз концепцій безрозбірних технологій відновлення деталей прецизійних пар тертя та визначення принципів керування станом трибосистеми за умов реалізації процесів трибоелектрохімічної і трибомагнітної репарації.

Результати дослідження та їх обговорення

Особливу роль у забезпеченні працездатності прецизійних пар тертя відіграє період припрацювання. При несприятливих умовах припрацювання порушується динамічна рівновага процесів утворення і руйнування вторинних захисних структур, відбувається інтенсивне зношування і зростання зазору в спряженні. Інтенсивна пластична деформація поверхонь, вільних від захисних плівок, обумовлює можливість розвитку схоплення.

Одним із перспективних напрямків у вирішенні проблеми поліпшення умов припрацювання і створення поверхонь тертя з підвищеними триботехнічними властивостями є реалізація в вузлах тертя режиму вибіркового перенесення [1 - 2]. Сутність процесу вибіркового перенесення полягає в тому, що за певних умов фрикційно-контактної взаємодії та поєднанні металів у парі тертя при взаємодії з робочим середовищем відбувається вибіркоче розчинення поверхневого шару одного із металів. В результаті перенесення іонів розчиненого металу поверхня контртіла покривається тонкою захисною плівкою, яка отримала назву "сервовитної" [2].

Результати дослідження структури сервовитної плівки дали можливість припустити, що матеріал плівки знаходиться у стані, близькому до розплаву [2]. Така плівка здатна до багаторазового передеформування без наклепу, має малі зусилля зсуву, вільна від поверхневих оксидних плівок, здатна до багаторазового перенесення з однієї поверхні тертя на іншу без утворення пошкоджень і збільшення сил тертя. Завдяки цьому, реалізація ефекта вибіркового перенесення розглядається як один із шляхів поліпшення припрацювання і підвищення зносостійкості деталей вузлів тертя.

Серед безрозбірних технологій відновлення широке розповсюдження знайшли технології, основані на використанні фрикційно-регенеруючих сумішей і матеріалів ревіталізаторів [3]. Будучи введеними в вузол тертя, такі матеріали здатні формувати захисні металоплакуючі покриття. Причому, активне формування такого покриття відбувається в місцях найбільшого зносу. За рахунок приросту товщини покриття геометрія зношених деталей повністю відновлюється, чим забезпечується відновлення експлуатаційних характеристик відповідного вузла чи агрегата.

На основі застосування трибоелектрохімічних процесів розроблено енергорепараційний підхід до регенерації елементів трибосистем [4] який дозволяє відновлювати деталі безпосередньо в процесі тертя. Принцип енергорепарації полягає в тому, що в вузол тертя поміщують електрично-ізольовані від деталей пари тертя вставки-електроди, які є донорами для постачання металу. До робочих поверхонь деталей і вставки підводять електричний струм так, щоб робочі поверхні були катодом, а розчинні в техноло-

гічній робочій рідині під дією електричного струму вставки-анодом. Іони металу розчиненого анода переносяться і осаджуються на активних поверхнях тертя [5]. Поступове зростання товщини шару перенесеного металу забезпечує компенсацію попереднього зносу у трибоконтакті. Як окремий напрямок розвитку безрозбірної технології відновлення деталей трибосистем розглядаються також способи направленої масоперенесення за участю магнітного поля [6].

Практичне використання технологій енергорепації для відновлення деталей пар тертя по потребу встановлення закономірностей та принципів керування процесом формування на поверхнях тертя додаткових компенсуючих шарів. Взаємозв'язок вхідних параметрів, що діють на трибосистему, з вихідними параметрами, які відображають стан трибосистеми за умов тертя ковзання та дії зовнішнього електричного і магнітного полів можна подати структурною моделлю, наведеною на рис. 1.

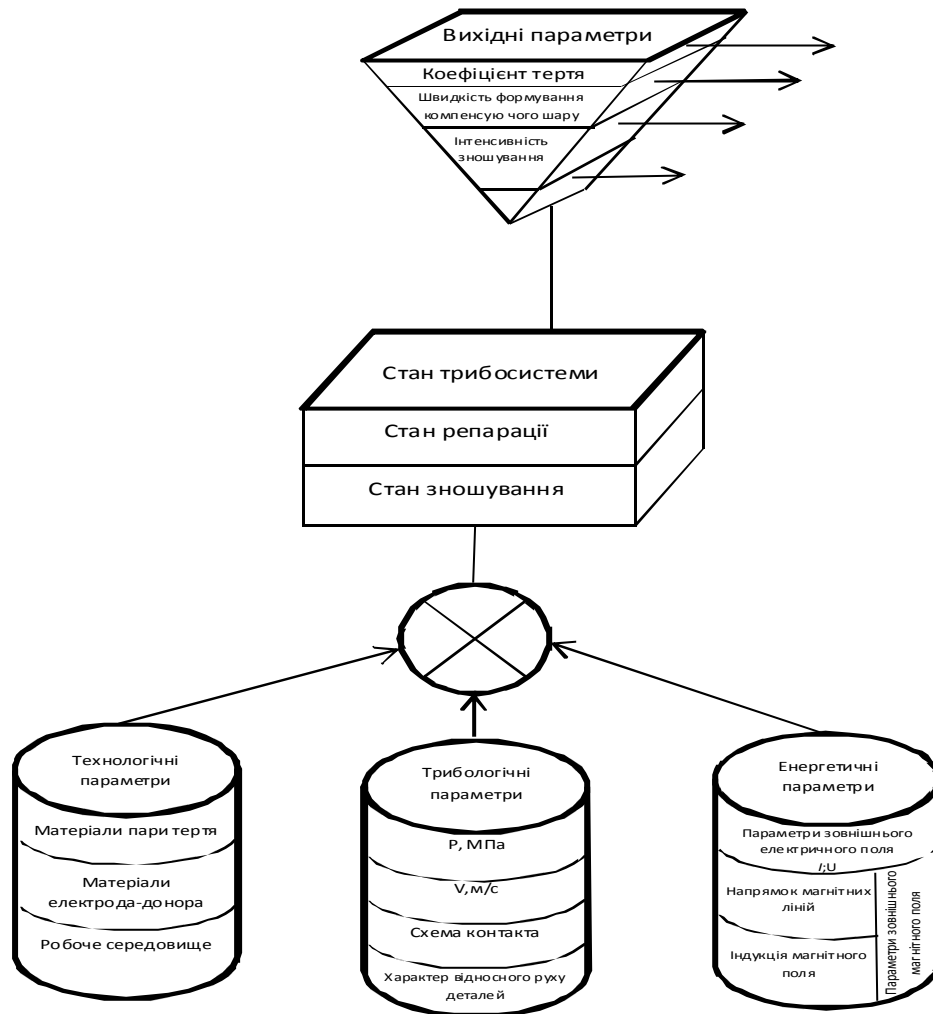


Рис. 1 – Структура модель трибосистеми при реалізації процесів трибелектрохімічної і трибомагнітної репарації пар тертя

Сукупність вхідних параметрів трибосистеми включає три блоки: технологічний, трибологічний і енергетичний. Параметри технологічного блоку включають матеріали пари тертя, матеріали електрода-донора або додаткового матеріала-ревіталізанта, що може вводиться в робоче середовище, матеріал робочого середовища. До параметрів трибологічного блоку для умов тертя ковзання відносяться питома навантаження у трибоконтакті P , швидкість ковзання V , схема контакту та характер відносного руху деталей пари тертя. Параметри енергетичного блоку складаються із двох підсистем: перша підсистема характеризує вплив на трибосистему параметрів зовнішнього електричного поля, друга – параметрів магнітного поля.

Енергетичні параметри електричного і магнітного полів можуть діяти на трибосистему окремо або сумісно і є основними вхідними параметрами, які регулюють направлене переміщення електронних (іонів матеріала електрода-донора) або молекулярних (частки продуктів зношування та матеріала-

ревіталізатора) носіїв матеріала до поверхні тертя. Вплив на параметри їх переміщення і керування вихідним станом трибосистеми у напрямку розвитку процесу репарації можна здійснювати як енергетичними параметрами електричного і магнітного полів, так і за рахунок вибору матеріалів пари тертя, електрода-донора, робочого середовища та режиму тертя.

Представлені технологічні, триботехнічні і енергетичні параметри всі одночасно приймають участь у зміні стану трибосистеми і можуть зміщувати його як в сторону реалізації процесу репарації (утворення на поверхні тертя додаткового матеріалу-трибоплівок), так і в сторону розвитку зношування. Зміна стану трибосистеми в сторону репарації потребує знаходження такого співвідношення вхідних параметрів, при якому її енергетичний баланс для процесу репарації буде більш вигідним, ніж для зношування.

Для досягнення стану репарації при дії напрямленого електричного поля в якості матеріала допоміжного електрода-донора необхідно застосовувати метали з більш відємним електродним потенціалом по відношенню до матеріала деталі, яка підлягає відновленню. В якості робочого середовища – електропровідні технологічні рідини, здатні забезпечити ефективне перенесення іонів з допоміжного електрода до поверхні тертя. При репарації енергетично дією магнітного поля в якості робочого середовища можуть бути використані як електропровідні, так і не електропровідні технологічні рідини. В електропровідних та малоелектропровідних рідинах доцільно застосовувати сумісний вплив електричного і магнітного полів. В цьому випадку формування компенсуючого додаткового шару відбувається одночасно за механізмом трибоелектрохімічної і трибомагнітної репарації, що може забезпечити більш ефективне відновлення поверхонь тертя.

Висновки

Таким чином, застосування методів трибоелектрохімічної і трибомагнітної репарації можна розглядати як перспективний напрямок створення технологій безрозбірного відновлення прецизійних пар тертя. Керування процесом репарації за рахунок енергетичних параметрів зовнішнього електричного і магнітного полів, матеріала електрода-донора, робочого середовища та режимів тертя дає можливість не тільки компенсації зноса робочих поверхонь деталей, але і в необхідному напрямку змінювати триботехнічні характеристики трибосистеми.

Література

1. Повышение износостойкости на основе избирательного переноса: Под. ред. Д. Н. Гаркунова. – М.: Машиностроение, 1977. – 215с.
2. Гаркунов Д. Н. Триботехника (знос и безизносность): учеб. – 4-е изд. перераб. и доп. / Д. Н. Гаркунов. – М.: Изд-во «МСХА», 2001. – 616с.
3. Джус Р. Н. Об образовании и функционировании МК покрытия, полученного с помощью ревитализантов / Р. Н. Джус, В. Н. Стадниченко, Н. Г. Стадниченко, О. Н. Трошин // Вестник науки и техники. – Харьков: ХДНТ «НТУ ХПИ». – 2004. – Вып. 1. – С. 59-84.
4. Кравец И. А. Ремонтная регенерация трибосистемы. – Т.: Изд. Бережанского агротехнического института. – 2003. – 284с.
5. Свирид М. М. Влияние однонаправленного тока на трибологические параметры поверхности трения // Проблемы трибологии. – 2010. – №4. – С. 41-46.
6. Свирид М. М. методика досліджень матеріалів в умовах реверсивного тертя в магнітному полі / М. М. Свирид, А. П. Кудрін та інш. // Проблеми тертя та зношування: Наук. – техн.. зб. – К.: Вид-во НАУ «НАУ-друку», 2010. – Вип. 52. – С. 53-64.

Поступила в редакцію 29.05.2015

Kudrin A.P. Disassembling technologies of precise friction pair.

Purpose of the work is to analyze the conception of disassembling technologies of precise friction pair detail's restoration. The management principles of tribosystem of development of realization of triboelectrochemical and tribomagnetic processes of reparation on the basis of tribosystem model upon condition of friction and sliding and action of external electric and magnetic fields. Tribosystem controlling in the direction of development of reparation development can be performed either by use of energy parameters of electric and magnetic fields or by means of friction materials using of electro-supply materials, working conditions and friction regime.

Key words: friction, precise pairs, restoration, disassembling technologies, management principles.

References

1. Povyshenie iznosostojkosti na osnove izbiratel'nogo perenosa. Pod. red. D. N. Garkunova. M.: Mashinostoroenie, 1977. 215s.
2. Garkunov D. N. Tribotehnika (znos i bezznosnost'): ucheb. 4-e izd. pererab. i dop. M.: Izd-vo «MSHA», 2001. 616s.
3. Dzhus R.N., Stadnichenko V.N., Stadnichenko.G., Troshin O.N. Ob obrazovanii i funkcionirovanii MK pokrytija, poluchenogo s pomoshh'ju revii-talizantov. Vestnik nauki i tehni-ki. Har'kov: HDNT «NTU HPI». 2004. Vyp. 1. S. 59-84.
4. Kravec I. A. Reparativnaja regeneracija tribosistemy. T.: Izd. Berezhanskogo agrotehniche-skogo instituta. 2003. 284s.
5. Svirid M. M. Vlijanie odnonapravlenogo toka na tribologicheskie parametry poverhnosti trenija. Problemi tribologii. 2010. №4. S. 41-46.
6. Svirid M. M., Kudrin A.P. Metodika doslidzhen' materialiv v umovah reversivnogo tertja v magnitnomu poli Problemi tertja ta znoshuvannja: Nauk. tehn.. zb. K.: Vid-vo NAU «NAU-druk», 2010. Vip. 52. – S. 53-64.