

УДК 621.891

DOI: 10.18372/0370-2197.2(83).13688

В. В. ТОКАРУК, О. О. МІКОСЯНЧИК, Р. Г. МНАЦАКАНОВ, А. П. КУДРІН

*Національний авіаційний університет, Україна***ЗАКОНОМІРНОСТІ ЗМІНИ ТРИБОТЕХНІЧНИХ ПАРАМЕТРІВ ТА СИГНАЛІВ АКУСТИЧНОЇ ЕМІСІЇ ДЛЯ ПАРИ ТЕРТЯ 30ХГСА - Д16**

Розглянуто механізми структурної пристосованості контактних поверхонь при терті в залежності від твердості контртіла в парі тертя. Встановлено, що скорочення періоду припрацювання по зміні усередненої потужності акустичної емісії обумовлено інтенсифікацією механо-фізико-хімічних процесів при зростанні температури в триботехнічному контакті, що забезпечує перехід трибосистеми в стан структурної пристосованості з мінімальною дисипацією енергії.

Ключові слова: структурна пристосованість, акустична емісія, коефіцієнт тертя, знос, припрацювання, критерій Пекле

Вступ та постановка задач досліджень. Існують численні дані, які показують, що знос займає провідне місце в списку небезпечних пошкоджень машин і механізмів, що мають рухомі деталі. Дедалі створювані більші навантаження, більш жорсткі умови експлуатації, використання нових матеріалів, властивості яких не завжди докладно вивчені, роблять вузли тертя все більш небезпечними об'єктами, які потребують безперервного контролю.

Розроблена методика обробки акустикоемісійного випромінювання і визначення швидкості зношування за реєстрацією зносу з відділенням першої частки матеріалу трибосистеми в інформаційних одиницях [байт/с], яка дозволяє визначити загальні закономірності механізмів зношування різних трибосистем, розробити критерії оцінки їх технічного стану, а також методики прогнозування ресурсу машин і механізмів [1].

В роботі [2] методом акустичної емісії (АЕ) було показано, що зношування являє собою періодичний процес, який характеризується послідовністю подій накопичення дефектів, утворення деформованого поверхневого шару і його руйнування. Реєстрація акустичних сигналів дозволяє з високою точністю визначити час подій, які характеризують пружну взаємодію мікроставів сполучених поверхонь, утворення і руйнування адгезійних зв'язків, появу мікротріщин і відділення частинок зносу.

В роботі [3] встановлено взаємозв'язок між параметрами сигналів акустичної емісії і характером тертя і зношування сталі X120Mn12. Виявлено, що зростання медіанної частоти акустичних сигналів обумовлено появою високочастотних складових в спектрі сигналу, які з'являються на етапі формування поверхневого шару, що також супроводжується зростанням коефіцієнта тертя. При лавиноподібному руйнуванні поверхневого шару з відділенням частинок зносу відбувається різке падіння коефіцієнта тертя, медіанної частоти і енергії акустичних сигналів.

При аналізі коефіцієнтів тертя на поверхні зі складною морфологією, виникають труднощі, пов'язані з пульсуючим, нестационарним характером енергії, що виділяється в зоні фрикційних контактів. Акустична емісія, як показують дослідження, дозволяє реєструвати зазначені особливості [4]. У даній роботі були

встановлені критичні тимчасові точки і відповідні їм температури початку активізації адгезійних властивостей сталі, процеси схоплювання і когезії.

Внаслідок впливу жорстких режимів експлуатації відбувається трансформація видів тертя з мастильним матеріалом: від тертя з гідродинамічним режимом мащення до тертя з граничним режимом мащення. Найбільшу практичну цінність при цьому представляє тертя з домінуванням граничного режиму мащення, так як саме при реалізації даного виду мащення при роботі механізмів виникає небезпека прояву адгезійних явищ, які надалі можуть призводити до схоплювання і заїдання, тобто до виникнення аварійних ситуацій. Природно, що в цьому випадку виникає питання про способи діагностики вузлів тертя і прогнозуванні зносу [5]. Тому питання про кількісну оцінку зносу під час роботи машини без її зупинки і розбирання вузлів тертя набуває особливої актуальності.

Метою досліджень – вивчення ефективності застосування методу АЕ для дослідження процесів структурної пристосованості контактних поверхонь при терті.

Методика проведення експерименту. Трибологічні дослідження процесів тертя і зношування контактних поверхонь проводилися на серійній машині тертя 2070 СМТ-1 протягом 240 хв. у режимі граничного мащення з витратою оливи 1,2 л/год.

Модельні кільцеві зразки пари тертя виготовлені зі сталі 30ХГСА та дюралюмінію Д16, один з яких обертається з частотою 400 хв^{-1} , а інший (нерухомий) встановлюють співвісно, притискають один до одного торцевими поверхнями з осьовим навантаженням 600 Н. Дослідження контактних поверхонь відбувалось за наступною схемою: в парі тертя Д16 – 30ХГСА рухомим елементом був модельний зразок з дюралюмінію Д16, в парі тертя 30ХГСА – Д16 рухомим елементом був модельний зразок зі сталі 30ХГСА. В якості мастильного середовища використовувалася моторна олива М10Г₂К (ГОСТ-8581-78).

В ході проведення експерименту проводилася одночасна реєстрація моменту, тертя, середньої температури поверхні трибологічного контакту та реєстрація параметрів акустичної емісії (АЕ). В якості інформаційної характеристики АЕ для дослідження динаміки утворення і руйнування вторинних структур була обрана усереднена потужність сигналу АЕ, пропорційна величині швидкості зношування (величина усереднення становила 20 мс) [6]. Методика обробки сигналів акустичної емісії при терті і зношуванні і вимірювання інтенсивності зношування із застосуванням методу АЕ викладена в роботі [7]. Дана методика дозволяє оцінювати інтенсивність зношування контактних поверхонь.

Результати досліджень та їх обговорення. Аналіз зміни середньої температури поверхні в зоні трибологічного контакту у часі у ході випробувань пари тертя Д16 – 30ХГСА на зносостійкість показав, що при величині прикладеного навантаження 600 Н має місце суттєве збільшення температури (рис. 1) та її стабілізація на 84 хв. випробувань на рівні 45-46 °С. Це, імовірно, пов'язано з інтенсивними процесами дисипації енергії на етапі припрацювання, що супроводжується значним виділенням теплової енергії.

Аналіз зміни коефіцієнту тертя у часі (рис. 1) показав, що закінчення процесу припрацювання настає вже на 24 хв. випробувань. При цьому величина коефіцієнту тертя дорівнює $f = 0,08$ та залишається постійною протягом всього подальшого періоду випробувань. Таким чином перехід трибосистеми до сталого режиму зношування фіксується за зміною моменту тертя раніше, ніж за середньою температурою фрикційного контакту.

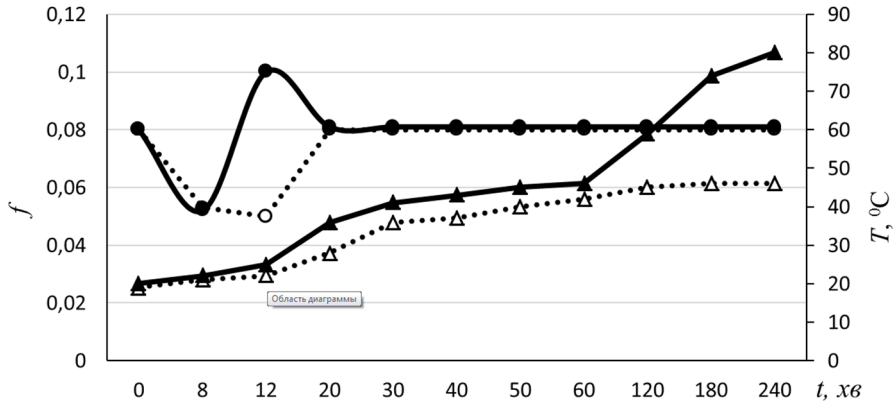


Рис. 1. Зміна коефіцієнту тертя і температури в зоні контактування трибосистем від часу: для пари Д16 – 30ХГСА: 1 – коефіцієнт тертя, 3 – температура; для пари 30ХГСА – Д16: 2 – коефіцієнт тертя, 4 – температура; $\dots\circ\dots$ 1, $\text{---}\bullet\text{---}$ 2, $\dots\Delta\dots$ 3, $\text{---}\blacktriangle\text{---}$ 4.

Характер зміни усередненої потужності акустичної емісії у часі (час усереднення 20 мс) наведений на рис. 2. Детальний аналіз зміни акусто-емісійного випромінювання у часі показав наявність двох характерних ділянок: період припрацювання тривалістю 0 - 250 с випробувань (рис. 3, а) та період сталого зношування 250 - 14000 с випробувань (рис. 3, б).

Аналіз діаграми акусто-емісійного випромінювання на інтервалі 0 - 250 с наведений на рис. 3, а, показує, що з 0 с до 175 с інтервалу випробувань має місце значне збільшення усередненої потужності АЕ з $W_{yc} = 200 \times 10^{-5} \text{ В}^2$ до $W_{yc} = 750 \times 10^{-5} \text{ В}^2$. В подальшому з 175 с до 225 с спостерігається падіння усередненої потужності АЕ з $W_{yc} = 750 \times 10^{-5} \text{ В}^2$ до $200 - 220 \times 10^{-5} \text{ В}^2$. Враховуючи те, що усереднена потужність акустичної емісії корелює з інтенсивністю зношування, можливо припустити про відповідну зміну інтенсивності зношування в трибологічному контакті.

Слід відміти, що закінчення періоду припрацювання фіксується за зміною усередненої потужності АЕ значно раніше, ніж за зміною коефіцієнта тертя та середньої температури фрикційного контакту приблизно на 4 хв 30 сек. випробувань, що свідчить про більшу точність та меншу інерційність вимірювання періоду припрацювання за допомогою методу акустичної емісії. Таким чином, інтервал 0 - 225 с відноситься до етапу припрацювання трибосистеми, що характеризується значним збільшенням інтенсивності зношування та подальшим її зменшенням до деякого рівня, характерного для механізму нормального механо-хімічного зношування при навантаженні у 600 Н. Слід відміти, що характер зміни усередненої потужності АЕ у часі (рис. 3, а) повністю співпадає з класичною діаграмою зносу на етапі припрацювання.

Аналіз зміни середньої температури поверхні в зоні трибологічного контакту у часі у ході випробувань пари тертя 30ХГСА – Д16 на зносостійкість показав, що при величині прикладеного навантаження 600 Н має поступове постійне збільшення температури (рис. 1) до 80°C на 200 хв. випробувань.

Аналіз зміни коефіцієнту тертя у часі для пари 30ХГСА – Д16 (рис. 1) показав, що закінчення процесу припрацювання аналогічно парі Д16 – 30ХГСА та фіксується вже на 24 хв. випробувань, при цьому коефіцієнт тертя дорівнює 0,08 та залишається постійним протягом наступного періоду випробувань. Таким чином перехід трибосистеми до сталого режиму зношування фіксуються

за зміною моменту тертя раніше, ніж за середньою температурою фрикційного контакту.

$W_{yc}, \times 10^{-2} B^2$

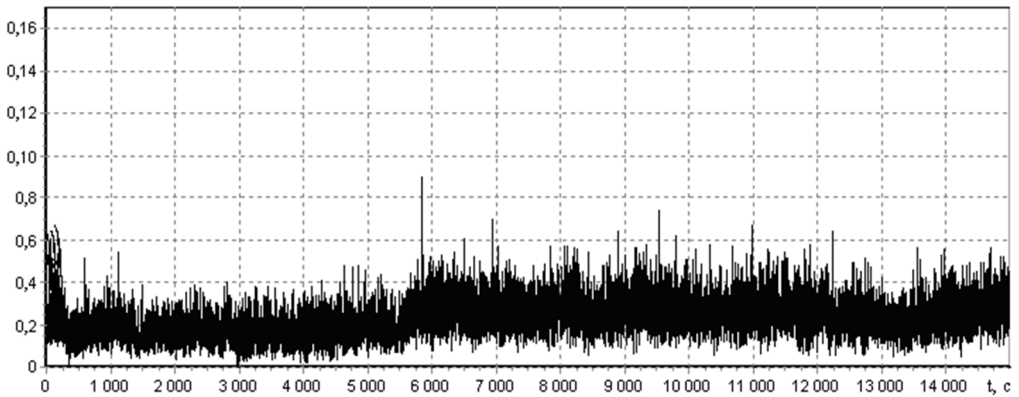


Рис. 2. Характер зміни усередненої потужності сигналів АЕ у часі (секунди) для трибосистеми Д16 – 30ХГСА

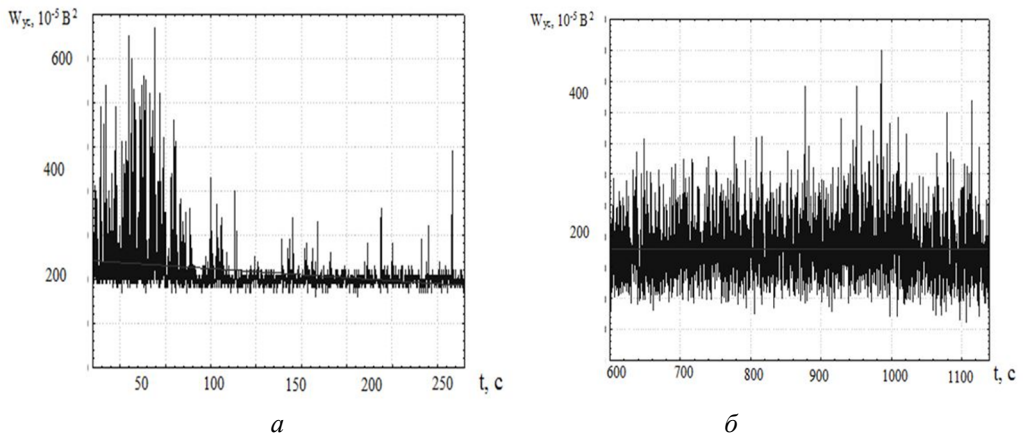


Рис. 3. Діаграми зміни усередненої потужності АЕ у часі (секунди) на різних етапах роботи трибосистеми Д16 – 30ХГСА.

Аналіз зміни коефіцієнту тертя у часі для пари 30ХГСА – Д16 (рис. 1) показав, що закінчення процесу припрацювання аналогічно парі Д16 – 30ХГСА та фіксується вже на 24 хв. випробувань, при цьому коефіцієнт тертя дорівнює 0,08 та залишається постійним протягом наступного періоду випробувань. Таким чином перехід трибосистеми до сталого режиму зношування фіксуються за зміною моменту тертя раніше, ніж за середньою температурою фрикційного контакту.

Характер зміни усередненої потужності акустичної емісії у часі для пари 30ХГСА – Д16 наведений на рис. 4. Зміна акусто-емісійного випромінювання у часі для даної пари тертя також характеризується наявністю двох характерних ділянок: періоду припрацювання: 0 - 150 с та подальшого періоду сталого зношування 150 - 14000 с випробувань

Аналіз діаграми акусто-емісійного випромінювання на інтервалі 0-150 с показує, що з 0 с до 50 с інтервалу випробувань фіксується незначне збільшення усередненої потужності АЕ з $W_{yc} = 150 \times 10^{-5} B^2$ до $W_{yc} = 350 \times 10^{-5} B^2$. В

подальшому з 50 с до 150 с зареєстровано незначне падіння усередненої потужності АЕ з $W_{yc} = 350 \times 10^{-5} \text{ В}^2$ до $120 \times 10^{-5} \text{ В}^2$. Враховуючи те, що усереднена потужність акустичної емісії корелює з інтенсивністю зношування, можна казати про встановлений часовий відрізок зміни інтенсивності зношування в період припрацювання та переходу трибосистеми до сталого окисного зношування. Таким чином, встановлено подібність процесів припрацювання та сталого зношування для обох досліджуваних пар тертя.

$W_{yc}, \times 10^2 \text{ В}^2$

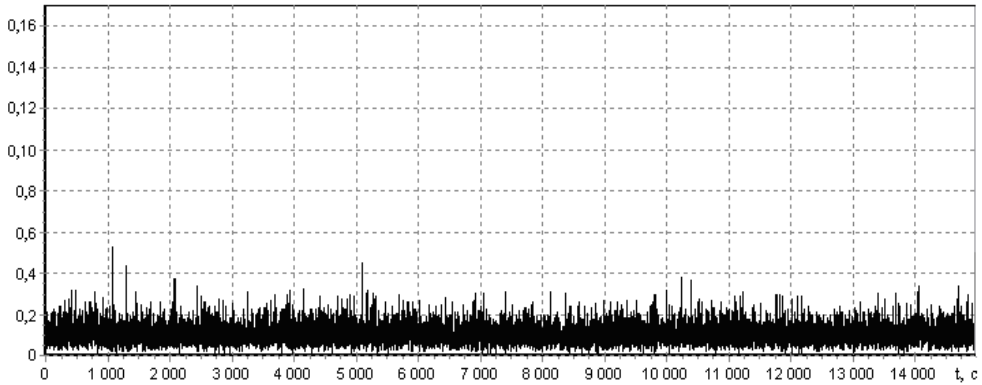


Рис. 4. Характер зміни усередненої потужності сигналів АЕ у часі (секунди) для трибосистеми 30ХГСА – Д16

Слід відмітити, що кінець припрацювання фіксується за зміною усередненою потужності АЕ значно раніше, ніж за зміною коефіцієнта тертя та середньої температури фрикційного контакту приблизно на 2-3 хвилини випробувань. Отже, період припрацювання для пари скорочується 30ХГСА – Д16.

Скорочення періоду припрацювання по зміні усередненої потужності АЕ для пари 30ХГСА – Д16, в середньому, в 1,7 рази, в порівнянні з парою Д16 – 30ХГСА, обумовлено інтенсифікацією механо-фізико-хімічних процесів при зростанні температури в триботехнічному контакті. Це забезпечує перехід трибосистеми в стан структурної пристосованості з мінімальною дисипацією енергії, що проявляється в зниженні параметру усередненої потужності АЕ, в середньому, в 2 рази на етапі сталого зношування контактних поверхонь. Що стосується визначення кінця припрацювання за результатами вимірювання температури, то при переході до нормального окисного зношування має місце не падіння температури, а сповільнення швидкості її зростання (рис. 1).

Важливою умовою процесу структурної пристосованості трибоелементів є реалізація зовнішнього тертя. Зовнішнє тертя проявляється при домінуванні таких механо-фізико-хімічних процесів, які обумовлюють високі антифрикційні характеристики контакту та характеризуються низькими швидкостями руйнування поверхневих та приповерхневих шарів металу. Згідно [8], допустимим та поширеним при роботі деталей машин є процес окисного зношування, який виникає при терті ковзання в умовах граничного режиму мастильної дії та характеризується неперервними процесом утворення та руйнування на поверхнях тертя тонких плівок окислів.

Аналіз фрактографічних досліджень дослідних зразків сталі 30ХГСА та дюралюмінію Д16 показав, що поверхні тертя без видимих ознак схоплювання та подряпин, що дає підставу припустити про домінування в контакті корозійно-

механічного, і зокрема, окисного зношування. Для обох досліджуваних пар тертя характерні чітко означені доріжки тертя, на яких проявляються ділянки відшарування тонких окисних плівок, які періодично утворюються / руйнуються при терті (рис. 5).

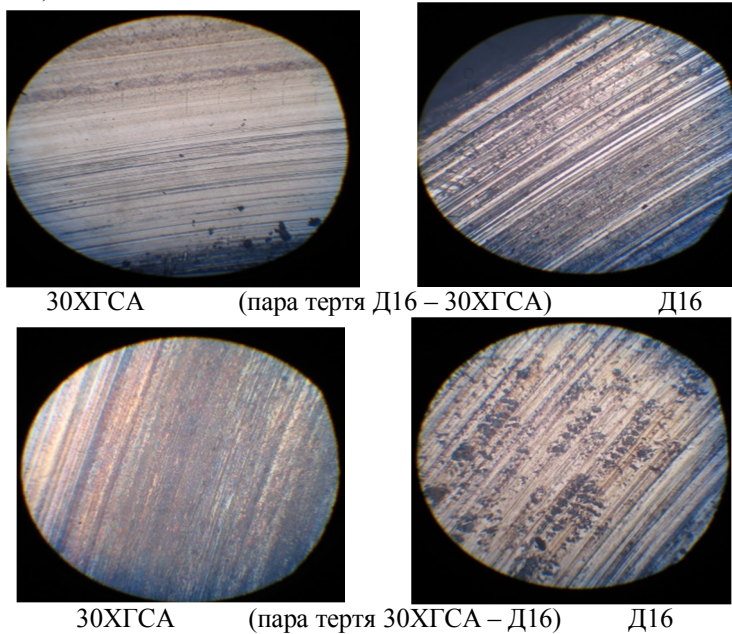


Рис. 5. Поверхні пар тертя після напрацювання 240 хвилин ($\times 478$).

Досліджувані зразки характеризуються більшим зношуванням нерухомого трибоелементу: в парі тертя Д16 – 30XГСА це сталь 30XГСА, в парі 30XГСА – Д16 – дюралюміній Д16 (рис. 6).

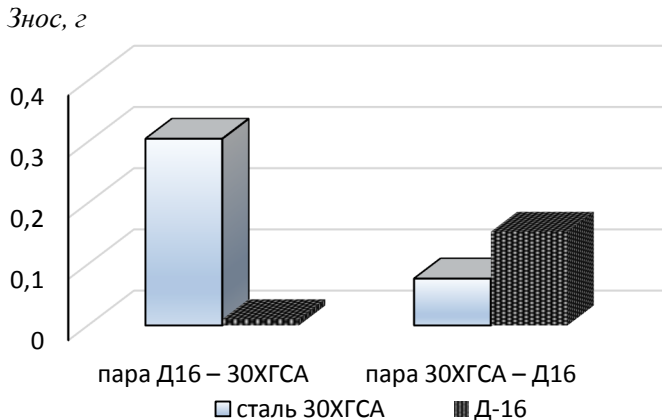


Рис. 6. Ваговий знос трибоелементів після напрацювання 240 хвилин

Швидкість зношування сталі 30XГСА в парі 30XГСА – Д16 знижується, в середньому в 4 рази, в порівнянні з парою Д16 – 30XГСА, та становить $3,28 \cdot 10^{-4}$ г/хв. Для дюралюмінію навпаки, швидкість зношування в парі 30XГСА – Д16, де даний зразок нерухомий зростає в 15 разів, в порівнянні з парою Д16 – 30XГСА, і становить $6,57 \cdot 10^{-4}$ г/хв.

Ваговий знос трибоелементів корелює з параметром усередненої потужності

АЕ як в період припрацювання, так і на ділянці сталої роботи пар тертя. Якщо для пари Д16 – 30ХГСА загальний ваговий знос контактних поверхонь склав 0,315 г, то для пари 30ХГСА – Д16 даний показник знижується в 1,37 разів та становить 0,23 г. При цьому усереднена потужність АЕ в період припрацювання і на ділянці сталої роботи пар тертя знижується відповідно 1,36 і 1,7 раз при випробовуванні пари 30ХГСА – Д16, в порівнянні з парою Д16 – 30ХГСА (рис. 7)

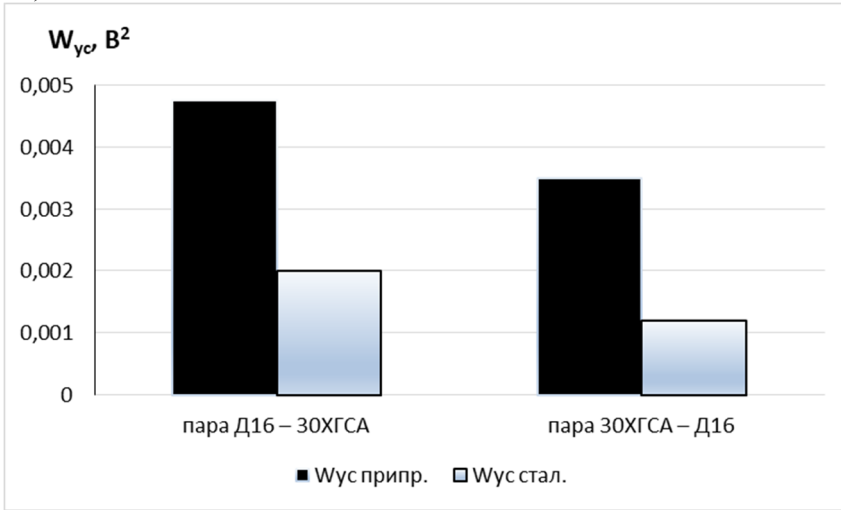


Рис. 7. Усереднена потужність АЕ період припрацювання (W_{yc} припр) і на ділянці сталої роботи (W_{yc} стал) пар тертя

Оскільки швидкість подачі/відводу мастильного матеріалу в зону триботехнічного контакту була сталою, тому можна прийняти *const* функцію оливи М10Г₂К щодо відведення тепла з зони тертя. Інтенсивність тепловиділення в зоні тертя залежить від потужності тертя і визначається співвідношенням [9]:

$$Q_{\text{вид}} = f \cdot N_l \cdot V_{\text{ковз}}, \quad (1)$$

де f – коефіцієнт тертя; N_l – погонне навантаження; $V_{\text{ковз}}$ – швидкість ковзання.

В проведених дослідженнях щодо оцінки триботехнічних властивостей пар тертя Д16 – 30ХГСА та 30ХГСА – Д16 інтенсивність тепловиділення однакова і становить 0,04 Дж/(мм²·с).

Отже, даний параметр не відображає в повній мірі кінетику теплових процесів, які відбуваються в зоні триботехнічного контакту, оскільки середня температура зростає майже вдвічі для пари 30ХГСА – Д16, в порівнянні з парою Д16 – 30ХГСА.

Проаналізуємо приріст температури залежно від швидкості ковзання та коефіцієнта температуропровідності, тобто від числа Pe (число Пекле). Число Pe характеризує відношення теплоємності потоку осьового напрямку до теплового потоку R поперечному напрямі:

$$Pe = \frac{V_{\text{ковз}} \cdot l}{a_t} = \frac{\rho \cdot c \cdot V_{\text{ковз}} \cdot l}{\lambda}, \quad (2)$$

де $V_{\text{ковз}}$ – швидкість ковзання; l – довжина лінії контактування пар тертя; a_t – коефіцієнт температуропровідності; ρ – питома вага металу; λ – коефіцієнт теплопровідності металу.

Оскільки в кінематичній схемі проведених досліджень один зразок був

нерухомий ($V_{\text{коз}}=0$), тому критерій P_e розраховували для рухомого зразка. За формулою (2) для досліджуваних трибоспряжень критерій P_e становить 72,74 для пари Д16 – 30ХГСА (рухомий трибоелемент – Д16) та 452,5 для пари 30ХГСА – Д16 (рухомий трибоелемент – 30ХГСА).

Таким чином, із збільшенням критерію P_e для пари тертя 30ХГСА – Д16 температура контактних поверхонь нелінійно зростає. Насамперед це обумовлено як підвищенням генерованої при терті теплоти (внаслідок того, що коефіцієнт теплопровідності сталі 30ХГСА, в середньому, в 4 рази нижче, ніж в дюралюмінію Д-16), так і зменшенням кількості теплоти, яка дифундує вглиб металу. Внаслідок зазначених процесів при терті формується поверхневий шар, в якому накопичується теплота.

Це призводить до інтенсифікації процесів структурної пристосованості, зниження усередненої потужності АЕ та зменшення загального вагового зносу для пари 30ХГСА – Д16, порівняно з парою Д16 – 30ХГСА

Висновки:

1. За кінетикою зміни усередненої потужності АЕ можливо встановити закінчення періоду припрацювання значно раніше, ніж за зміною коефіцієнта тертя та середньої температури фрикційного контакту, що свідчить про більшу точність та меншу інерційність вимірювання періоду припрацювання за допомогою методу акустичної емісії.

2. Інтенсифікація процесів структурної пристосованості та скорочення періоду припрацювання в 1,7 разів для пари 30ХГСА – Д16 (рухомий трибоелемент – 30ХГСА) обумовлена збільшенням критерію P_e в 6 разів, підвищенням генерованої при терті теплоти в тонкому приповерхневому шарі внаслідок того, що коефіцієнт теплопровідності сталі 30ХГСА, в середньому, в 4 рази нижче, ніж в дюралюмінію Д16. Це призводить до зменшення кількості теплоти, яка дифундує вглиб металу, інтенсифікації механо-фізико-хімічних процесів в поверхневих шарах металу та підвищення зносостійкості пари 30ХГСА – Д16, в порівнянні з парою Д16 – 30ХГСА.

3. Досліджувані зразки характеризуються більшим зношуванням нерухомого трибоелементу в парах тертя. Ваговий знос трибоелементів корелює з параметром усередненої потужності АЕ як в період припрацювання, так і на ділянці сталої роботи пар тертя: для пари 30ХГСА – Д16 загальний ваговий знос контактних поверхонь знижується в 1,37 разів, при цьому усереднена потужність АЕ в період припрацювання і на ділянці сталої роботи пар тертя знижується відповідно 1,36 і 1,7 раз, в порівнянні з парою Д16 – 30ХГСА.

Список літератури

1. Вибір інформативних параметрів акустичної емісії для структурної побудови автоматизованої системи контролю процесів зношування / В. М. Стадниченко, М. Г. Стадниченко, Р. М. Джус, Л.Ю. Чотій // Вопросы проектирования и производства конструкций летательных аппаратов. Сб. науч. тр. Нац. аэрокосмич. ун-та им. Н.Е. Жуковского «ХАИ», Харьков: НАКУ. – 2003. – Вып. 34 (3). – С. 96-103.

2. Фадин Ю.А. Применение акустической эмиссии для оценки массового износа / Ю.А. Фадин // Трение и износ. – 2008. – Т.29, №1. – С.29-32.

3. Колубаев Е.А. Анализ акустической эмиссии при трении скольжения высокомарганцевистой стали/ Е.А. Колубаев, А.В. Колубаев, О.В. Сизова // Письма в ЖТФ. – 2010. – Том 36, вып. 16. – С.55-61.

4. Маленко П. И. Исследование методом акустической эмиссии поверхностей трения в условиях смазывания/ П. И. Маленко // Конденсированные среды и межфазные границы. – 2011. – Том 13, № 2. – С. 164—171.
5. Применение акустической эмиссии для исследования изнашивания хрупких материалов/ О.С. Кузнецова, С.В. Сычёв, Ю.А. Фадин, С.Г. Чулкин // Научно-технические ведомости СПбПУ. Естественные и инженерные науки. – 2012. –№. 3-2 (154). – С.174-177.
6. Стадниченко В.Н. Автоматизированная система трибодиагностики / В.Н. Стадниченко // Проблемы тертя та зношування. – 2006. – Вип. 46. – С.51-63.
7. Filonenko S.F., Stadnychenko V.M. Definition of contact stress in friction units on the basis of the acoustic emission method / S.F.Filonenko, V.M. Stadnychenko // Aviation. – 2009. – v.13, №3. – P.72-77.
8. Костецкий Б.И., Колесниченко Н.Ф. Качество поверхности и трение в машинах / Костецкий Б.И., Колесниченко Н.Ф. – К.: Техника, -1969. – 214 с.
9. Дроздов Ю. Н. Противозадирная стойкость трущихся тел / Ю. Н. Дроздов, В. Г. Арчegov, В. И. Смирнов. – М.: Наука, 1981. – 275 с

Стаття надійшла до редакції 23.05.2019.

В. В. ТОКАРУК, О. А. МИКОСЯНЧИК, Р. Г. МНАЦАКАНОВ, А. П. КУДРИН

ЗАКОНОМЕРНОСТИ ИЗМЕНЕНИЯ ТРИБОТЕХНИЧЕСКИХ ПАРАМЕТРОВ И СИГНАЛОВ АКУСТИЧЕСКОЙ ЭМИССИИ ДЛЯ ПАРЫ ТРЕНИЯ 30ХГСА - Д16

Рассмотрены механизмы структурной приспособляемости контактных поверхностей при трении в зависимости от твердости контртела в паре трения. Установлено, что сокращение периода приработки по изменению усредненной мощности акустической эмиссии обусловлено интенсификацией механо-физико-химических процессов при увеличении температуры в триботехническом контакте, что обеспечивает переход трибосистемы в состояние структурной приспособляемости с минимальной диссипацией энергии.

Ключевые слова: структурная приспособляемость, акустическая эмиссия, коэффициент трения, износ, приработки, критерий Пекле

Токарук Віталій Володимирович – старший викладач кафедри технології виробництва та відновлення авіаційної техніки, Національний авіаційний університет, пр. Космонавта Комарова, 1, м. Київ, Україна, 03058, тел.: +38 044 406 78 56. E-mail: vetalion1980@gmail.com.

Мікосянчик Оксана Олександрівна – д. техн. наук, доцент, професор кафедри промислової та цивільної безпеки, Національний авіаційний університет, пр. Космонавта Комарова, 1, м. Київ, Україна, 03058, тел.: +38 044 406 78 91, E-mail: oksana.mikos@ukr.net.

Мнацаканов Рудольф Георгійович – д. техн. наук, професор, професор кафедри технології виробництва та відновлення авіаційної техніки, Національний авіаційний університет, пр. Космонавта Комарова, 1, м. Київ, Україна, 03058, тел.: +38 044 406 78 56, E-mail: mnatsakanov@ukr.net.

Кудрін Анатолій Павлович – канд. техн. наук, професор, завідувач кафедри технології виробництва та відновлення авіаційної техніки, Національний авіаційний університет, пр. Космонавта Комарова, 1, м. Київ, Україна, 03058, тел.: +38 044 406 76 70.

V. V. TOKARUK, O. O. MIKOSIANCHYK, R. G. MNATSAKANOV, A. P. KUDRIN

PATTERNS OF CHANGE OF TRIBOTECHNICAL PARAMETERS AND ACOUSTIC EMISSIONS SIGNALS FOR FRICTION PAIRS 30HGSA-D16

Mechanisms of structural adaptability of contact surfaces with friction depending on hardness of coupled element in friction pair are considered. It is determined that the kinetics of the change in the average power of acoustic emission may establish the end of wear-in much earlier than in the case of change in the friction coefficient and the average temperature of the frictional contact. That indicates greater accuracy and less inertia of the measurement of wear-in period through the method of acoustic emission. It is defined that the reduction of wear-in due to the change in the average power of acoustic emission is due to the intensification of the mechano-physico-chemical processes under increasing temperature in the tribotechnical contact, which ensures the transition of the tribosystem to a state of structural adaptability with minimal energy dissipation. The investigated samples are characterized by a larger wear of a stationary triboelement in friction pairs. Weight deterioration of triboelements correlates with the parameter of the average power of acoustic emission both in the period of wear-in as well as in stable work of friction pairs.

Keywords: structural adaptability, acoustic emission, friction coefficient, wear, wear-in, Pecle criterion.

References

1. Vy'bir informaty'vny'x parametriv akusty'chnoyi emisiyi dlya strukturnoyi pobudovy' avtomaty'zovanoi sy'stemy' kontrolyu procesiv znoshuvannya / V. M. Stadny'chenko, M. G. Stadny'chenko, R. M. Dzhus, L.Yu. Chotij // *Voprosy proekty'rovany'ya y' proy'zvodstva konstrukcy'j letatel'nykh apparatov. Sb. nauch. tr. Nacz. aэrokosmy'ch. un-ta y'm. N.E. Zhukovskogo «XAY»*, Хар'kov: NAKU. – 2003. – Выр. 34 (3). – S. 96-103.
2. Fadin Ju.A. Primenenie akusticheskoy jemissii dlja ocenki massovogo iznosa / Ju.A. Fadin // *Trenie i iznos*. – 2008. – T.29, №1. – S.29-32.
3. Kolubaev E.A. Analiz akusticheskoy jemissii pri trenii skol'zhenija vysokomargancovistoj stali/ E.A. Kolubaev, A.V. Kolubaev, O.V. Sizova // *Pis'ma v ZhTF*. – 2010. – Tom 36, vyp. 16. – S.55-61.
4. Malenko P. I. Issledovanie metodom akusticheskoy jemissii poverhnostej trenija v uslovijah smazyvanija/ P. I. Malenko // *Kondensirovannye sredy i mezhfaznye granicy*. – 2011. – Tom 13, № 2. – S. 164—171.
5. Primenenie akusticheskoy jemissii dlja issledovanija iznashivanija hrupkih materialov/ O.S. Kuznecova, S.V. Sychjov, Ju.A. Fadin, S.G. Chulkin // *Nauchno-tehnicheskie vedomosti SPbPU. Estestvennye i inzhenernye nauki*. – 2012. – №. 3-2 (154). – S.174-177.
6. Stadnichenko V.N. Avtomatizirovannaja sistema tribodiagnostiki / V.N. Stadnichenko // *Problemi tertja ta znoshuvannja*. – 2006. – Vip. 46. – S.51-63.
7. Filonenko S.F., Stadnychenko V.M. Definition of contact stress in friction units on the basis of the acoustic emission method / S.F.Filonenko, V.M. Stadnychenko // *Aviation*. – 2009. – v.13, №3. – P.72-77.
8. Kostec'kij B.I., Kolesnichenko N.F. Kachestvo poverhnosti i trenie v mashinah / Kostec'kij B.I., Kolesnichenko N.F. – K.: Tehnika, -1969. – 214 s.
9. Drozdov Ju. N. Protivozadirnaja stojkost' trushhihsja tel / Ju. N. Drozdov, V. G. Arhegov, V. I. Smirnov. – M.: Nauka, 1981. – 275 c.