

УДК 621.891

DOI: 10.18372/0370-2197.3(84).13850

В. В. ТОКАРУК, О. О. МІКОСЯНЧИК, Р. Г. МНАЦАКАНОВ

Національний авіаційний університет, Україна

## КІНЕТИКА ЗМІНИ СИГНАЛІВ АКУСТИЧНОЇ ЕМІСІЇ ТА ТРИБОТЕХНІЧНИХ ХАРАКТЕРИСТИК ДЛЯ ПАР ТЕРТЯ В УМОВАХ КОВЗАННЯ

*Розглянуто застосування методу акустичної емісії для дослідження процесів структурної пристосованості при терті в умовах ковзання для трибосистеми сталі 30ХГСА та дюралюмінію Д16, на поверхню якого методом електроіскрового легування нанесено сплав ВК8 з подальшою обробкою поверхні поверхневим пластичним деформуванням. Встановлено формування зносостійких вторинних структур за рахунок збільшення інтенсивності тепловиділення в фрикційному контакті, що призводить до зростання механо-хімічної активації поверхневих шарів металу. Модифікування дюралюмінію Д16 електроіскровим покриттям ВК8 забезпечує зниження усередненої потужності акустичної емісії в 2 рази на етапі припрацювання шляхом зменшення напружено-деформованого стану поверхневих шарів та зменшенні здатності матеріалу ВК-8 поглинати механічну енергію в процесі деформації. Встановлена кореляційна залежність загального вагового зносу пар тертя та усередненої потужності акустичної емісії.*

**Ключові слова:** акустична емісія, знос, дюралюміній Д16, сплав ВК8, електроіскрове легування, структурна пристосованість

**Вступ.** Підвищення якості, надійності, економічності і продуктивності машин, інструменту, обладнання та інших виробів машинобудування, зниження їх питомої матеріаломісткості і енергоспоживання досягається, насамперед, застосуванням матеріалів і прогресивних зміцнюючих технологій, що дозволяють підвищити міцність, зносостійкість, корозійну стійкість і інші фізико-механічні властивості деталей машин і інструменту. Велике значення для зниження питомої матеріаломісткості виробів має заміна чорних металів більш легкими кольоровими, зокрема алюмінієм і його сплавами. Однак, розширенню сфери практичного використання алюмінієвих сплавів для виготовлення корпусних деталей і різноманітних пар тертя перешкоджає невідповідність високим технологічним вимогам таких його експлуатаційних характеристик, як недостатня твердість і низька зносостійкість. Усунення цих недоліків пов'язано з поліпшенням складу та якості поверхневих шарів виробів шляхом застосування сучасних методів модифікації поверхневих шарів, що забезпечують підвищення їх зносостійкості. Важливим етапом при цьому є вибір методики контролю триботехнічних параметрів пари тертя в процесі випробувань. В роботі запропоновано використовувати аналіз акустичної емісії (АЕ), який є ефективним методом діагностики в сучасному трибо-моніторингу.

**Аналіз останніх досліджень та результатів.** Багато експериментальних досліджень були проведені для вивчення взаємозв'язку між параметрами АЕ та зносостійкістю пар тертя.

У статті [1] розроблена теоретична модель співвідношення акустичних викидів при терті ковзання на основі дискретності контакту з урахуванням дисперсності матеріалів. Встановлено, що швидкість ковзання, навантаження, шорсткість та інші топографічні характеристики поверхні впливають на енергію сигналу АЕ. За допо-

могою цієї моделі можна оцінити критичне контактне навантаження, що вкрай важливо для оцінки умов змащення в інженерних програмах.

Результати [2] показали кореляцію між коефіцієнтом тертя та напруженою акустичною емісією, що дає змогу прогнозувати коефіцієнт тертя залежно від сигналу АЕ. Також було визначено, що робота тертя добре корелює з відповідною інтегрованою напруженістю АЕ (intRMS). Встановлено критичне значення швидкості ковзання, при якій може відбуватися прискорений знос, стало можливим за рахунок зміни intRMS. Спостерігалася пропорційність між теоретично визначеною товщиною плівки мастила та intRMS.

Дюралюміній широко застосовується в авіабудуванні. Поверхнєве легування алюмінієвих сплавів із застосуванням лазерного нагріву до стадії оплавлення матеріалу дозволяє змінювати хімічний склад твердих поверхневих шарів та їх фізико-механічні властивості у широкому діапазоні [3]. У роботі [4] встановлено, що на алюмінієвих сплавах при допомозі електроіскрового легування (ЕІЛ) електродами із сплаву Al-Sn можна отримати зносостійке покриття, яке за 5-6 раз перевищує міцність загартованої сталі.

Таким чином, перспективним способом підвищення зносостійкості алюмінієвих сплавів є їх поверхнєве зміцнення. При цьому важливу увагу слід надавати вибору методу зміцнення, застосування якого обумовлено як економічними, так і технологічними вимогами. Економічно вигідніше в умовах дрібно- та середньосерійних виробництв застосовувати мікроплазмові методи, до яких відноситься ЕІЛ.

**Мета досліджень.** Визначення ефективності застосування методу АЕ для дослідження процесів структурної пристосованості контактних поверхонь при терті.

**Методика проведення досліджень.** 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, на поверхню якого методом ЕІЛ нанесено сплав ВК8. Електроіскрове легування проводили на стандартній промисловій установці «Елітрон 22А» [5] на повітрі при питомій тривалості обробки поверхні зразка – 1 хв/см<sup>2</sup>. Тривалість проходження електричних імпульсів становила 200 мкс. Для отримання рівномірно зміцнених шарів необхідної шорсткості і щільності проводилася подальша обробка поверхні поверхневим пластичним деформуванням, отримана шорсткість складала 0,5 мкм. Один з зразків обертається з частотою 400 хв<sup>-1</sup>, а інший (нерухомий) встановлюють співвісно, притискають один до одного торцевими поверхнями з вісьовим навантаженням 600 Н. Дослідження контактних поверхонь відбувалось за наступною схемою: в парі тертя Д16+ВК8 – 30ХГСА рухомим елементом був модельний зразок з дюралюмінію Д16, поверхня якого зміцнена сплавом ВК8, в парі тертя 30ХГСА – Д16+ВК8 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 емі-

сії 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.** Результати випробувань пари тертя Д16+ВК8 – 30ХГСА на зносостійкість при постійному навантаженні  $P = 600$  Н показали нормальну роботоzдатність трибосистеми на всьому етапі спостережень.

Аналіз зміни антифрикційних властивостей трибологічного контакту у часі показав, що час припрацювання, зафіксований за зміною коефіцієнту тертя для трибосистеми Д16+ВК8 – 30ХГСА складав біля 20 хв. При цьому до 12 хв. випробувань зафіксовано зростання даного параметру до рівня  $f = 0,19$  далі спостерігалось його поступове зниження до рівня  $f = 0,17$ . Під час припрацювання мало місце зростання середньої температури в зоні трибологічного контакту до  $450$  °С. При цьому після закінчення припрацювання, на етапі сталої роботи трибосистеми, зростання середньої температури в зоні трибологічного контакту продовжувалось, але проявлялось уповільнення швидкості зростання середньої температури, в середньому, в 4 рази (рис. 1).

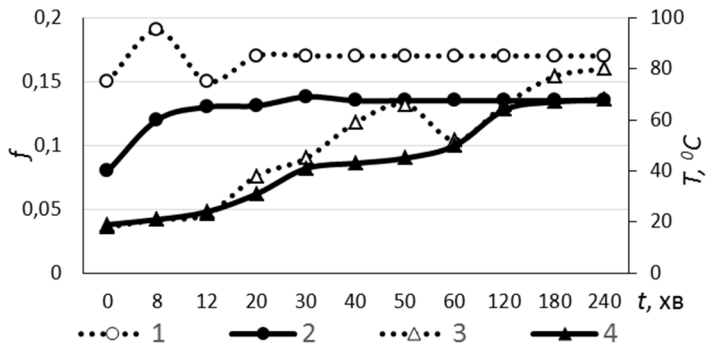


Рис. 1. Кінетика зміни коефіцієнту тертя і температури в зоні контактування пар тертя при напрацюванні: для пари Д16+ВК8 – 30ХГСА – 1 – коефіцієнт тертя, 3 – температура; для пари 30ХГСА – Д16+ВК8 – 2 – коефіцієнт тертя, 4 – температура

Характер зміни усередненої потужності акустичної емісії протягом усього часу спостережень наведений на рис. 2.

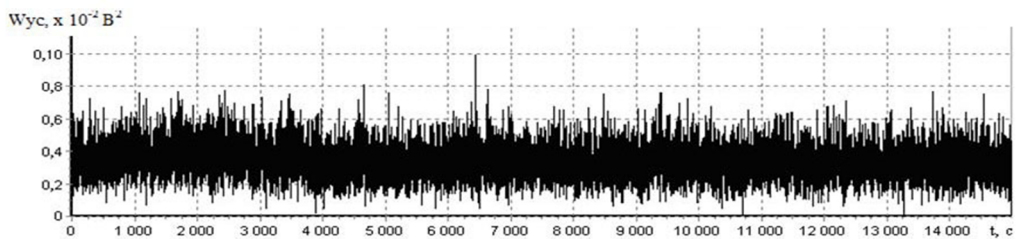


Рис. 2. Характер зміни усередненої потужності сигналів АЕ у часі (секунди) для трибосистеми Д16+ВК8 – 30ХГСА.

Статистичний аналіз зміни акусто-емісійного випромінювання у часі (рис. 3) показав, що протягом обраного періоду часу гістограма розподілу усередненої потужності АЕ, має нормальний характер розподілу та залишається такою як на етапі припрацювання трибоелементів, так і на етапі сталої роботи пар тертя. При цьому, за нормальним законом розподілу, математичне очікування параметру

усередненої потужності сигналів АЕ становить  $W_{yc.} \approx (380 - 420) \times 10^{-5} \text{ В}^2$ , середньоквадратичне відхилення складає  $75 \times 10^{-5} \text{ В}^2$ .

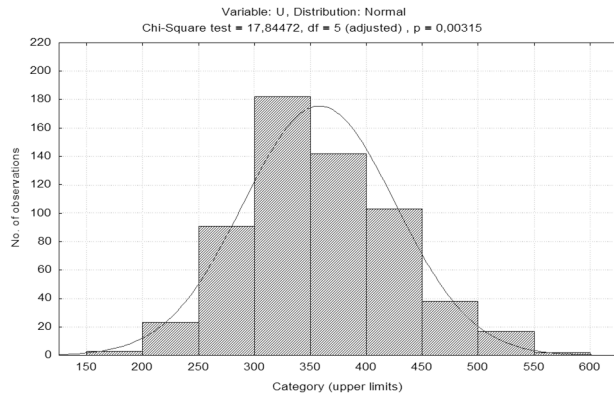


Рис. 3. Гістограма розподілу усередненої потужності сигналів АЕ трибосистеми Д16+ВК8 – 30ХГСА за нормальним законом (для інтервалу напрацювання 3000-3500 с).

Результати випробувань трибосистеми 30ХГСА - Д16+ВК8 також показали нормальну працездатність при прикладенні навантаження  $P = 600 \text{ Н}$ .

Аналіз зміни середньої температури поверхні в зоні трибологічного контакту у часі (рис. 1) виявив три характерних ділянки 0 – 24 хв, 24 – 120 хв. та 120 – 240 хв. При цьому період припрацювання трибосистеми 0 - 24 хв. характеризується значним зростанням середньої температури поверхні в зоні трибологічного контакту від 19 до 43 °С. Період 24-120 хв. характеризується зменшенням швидкості зростання середньої температури поверхні в зоні трибологічного контакту з 43 до 67 °С. У подальшому середня температура поверхні в зоні трибологічного контакту залишається практично постійною на рівні  $\approx 67 - 68^\circ\text{C}$ . Таким чином, можливо передбачити, що в трибологічному контакті проявляються різні швидкості дисипації енергії, що виділяється при терті поверхонь в фрикційному контакті.

Коефіцієнт тертя після закінчення етапу припрацювання трибосистеми 30ХГСА – Д16+ВК8 залишається постійним і дорівнює  $f = 0,135$ , що в 1,3 рази менше середніх значень коефіцієнту тертя для Д16+ВК8 – 30ХГСА (рис. 1). Таким чином експериментально підтверджено, що трибосистема 30ХГСА - Д16+ВК8 характеризується кращими антифрикційними властивостями, ніж трибосистема Д16+ВК8 – 30ХГСА.

Проаналізуємо механізми дисипації енергії в трибологічному контакті при нанесенні зносостійкого покриття ВК-8 на поверхню Д16. По-перше, збільшується інтенсивність тепловиділення в фрикційному контакті. Для пари тертя Д16+ВК8 – 30ХГСА даний параметр зростає в 2 рази, для пари тертя 30ХГСА – Д16+ВК8 – в 1,27 разів, в порівнянні з еталонними зразками [8]. По-друге, в 2,46 рази зростає критерій Пекле  $Pe$  для пари тертя Д16+ВК8 – 30ХГСА після нанесення покриття ВК-8. Для пари тертя 30ХГСА - Д16+ВК8 критерій  $Pe$  не змінюється, тому що розрахунки проводились для рухомої поверхні, в даному випадку – для сталі 30ХГСА. Слід зазначити, що зростання енергетичного балансу трибосистеми в цілому призводить до підвищення зносостійкості елементів трибоспряження. Отже, збільшення енергії в трибосистемі, де поверхня Д16 модифікована ВК8, при терті призводить до зростання механо-хімічної активації поверхневих шарів металу, яка обумовлює формування зносостійких вторинних структур.

Характер зміни усередненої потужності акустичної емісії у часі для пари тертя 30ХГСА - Д16+ВК8 наведений на рис. 4.

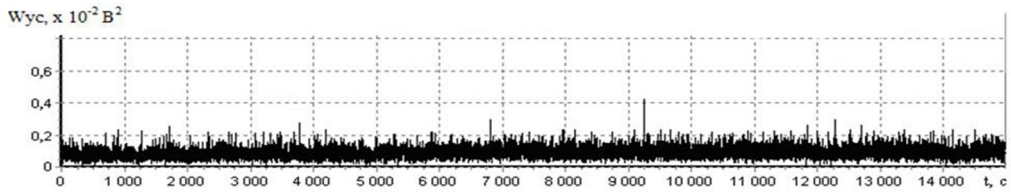


Рис. 4. Кінетика зміни усередненої потужності сигналів АЕ при напрацюванні для трибосистеми 30ХГСА – Д16+ВК8.

Аналіз діаграми акусто-емісійного випромінювання при випробуваннях трибосистеми 30ХГСА - Д16+ВК8 на зносостійкість показав наявність окремих поодиноких періодичних сплесків усередненої потужності акустичної емісії до  $250 \times 10^{-5} \text{ B}^2$ . Однак, на всіх етапах роботи трибосистеми  $W_{yc} \approx (110-120) \times 10^{-5} \text{ B}^2$ .

Порівняльний аналіз усередненої потужності АЕ для еталонних зразків та пари тертя при нанесенні покриття ВК-8 на поверхню Д16 виявив наступні закономірності. По-перше, наявність модифікованої поверхні Д16 з покриттям ВК-8 забезпечує стабільність параметру  $W_{yc}$  як на етапі припрацювання контактних поверхонь (для пар тертя Д16+ВК8 – 30ХГСА та 30ХГСА - Д16+ВК8), так і на етапі подальшої роботи трибоелементів. Зниження усередненої потужності АЕ, в середньому в 2 рази, на етапі припрацювання свідчить про те, що структурна пристосованість трибоелементів відбувається з меншими напружено-деформованими змінами. Реалізації та прояву цього механізму сприяє підвищення твердості поверхні Д16 за рахунок нанесення методом електроіскрового легування сплаву ВК-8, який характеризується високою твердістю ( $\text{HRC} \approx 74$ ) за рахунок карбідів вольфраму.

По-друге, на етапі нормальної роботоздатності елементів трибоспряження характер  $W_{yc}$  для пари тертя Д16+ВК8 – 30ХГСА при нанесенні покриття ВК-8, в середньому в 2 рази більше, а для пари тертя 30ХГСА - Д16+ВК8 показники  $W_{yc}$  ідентичні еталонним зразкам. Однак, для обох досліджуваних трибосистем з модифікованою поверхнею дюралюмінію покриттям ВК-8 характерні поодинокі сплески параметру  $W_{yc}$ , які перевищують сталі показники в 1,5-2 рази. Насамперед, це обумовлено підвищенням потужності тертя в контактні зростання фону внутрішнього тертя внаслідок збільшення внутрішніх напружень в поверхневих шарах металу при терті при зменшенні здатності матеріалу ВК-8 поглинати механічну енергію в процесі деформації. Основна причина – низька ударна в'язкість сплаву ВК-8, яка становить  $32 \text{ кДж/м}^2$ , що, в середньому, в 10 разів менше, ніж в еталонному сплаві Д16. Отже, зростання фону внутрішнього тертя може бути обумовлено підвищенням густини дефектів, які є концентратами крихкого руйнування, що проявляється в відшаруванні окисних плівок і фіксується поодинокими сплесками параметру усередненої потужності АЕ.

Проаналізуємо зношування контактних поверхонь при терті. Еталонні зразки характеризуються більшим зношуванням нерухомого трибоелементу: в парі тертя Д16 – 30ХГСА це сталь 30ХГСА, в 30ХГСА – Д16 - дюралюміній Д16.

При модифікуванні поверхні дюралюмінію Д16 електроіскровим покриттям ВК-8, по-перше знижується кількість ділянок відшарування на поверхні сталі 30ХГСА. По-друге встановлено суттєве зменшення вагового зносу сталі 30ХГСА, у порівнянні з еталонними зразками. При роботі сталі 30ХГСА в парі з

модифікованою поверхнею Д16+ВК8 швидкість її зношування зменшується в 15 та 5,8 рази для пар тертя Д16+ВК8 – 30ХГСА і 30ХГСА - Д16+ВК8 відповідно, значення показників швидкості зношування становлять  $8,58 \cdot 10^{-7}$  г/хв (для пари Д16+ВК8 – 30ХГСА) та  $5,64 \cdot 10^{-5}$  г/хв (для пари 30ХГСА - Д16+ВК8). По-третє швидкість зношування модифікованої поверхні Д16+ВК8 становить  $1,98 \cdot 10^{-7}$  г/хв та  $2,14 \cdot 10^{-6}$  г/хв для Д16+ВК8 – 30ХГСА та 30ХГСА - Д16+ВК8 пари відповідно. Нанесення твердого сплаву ВК8 обумовлює зростання швидкості зношування модифікованої поверхні для пари Д16+ВК8 – 30ХГСА в 4,6 рази та зниження цього параметру для пари 30ХГСА - Д16+ВК8, в середньому в 300 разів.

Проаналізуємо механізми зношування досліджуваних контактних поверхонь. Якщо припустити, що найбільша швидкість зношування пар тертя характерна для періоду припрацювання, а при подальшому напрацюванні даний параметр стабілізується та знаходиться в межах, зазначених вище, то введемо середнє значення усередненої потужності акустичної емісії  $W_{yc}^*$ :

$$W_{yc}^* = \frac{W_{yc}' + W_{yc}''}{2}, \quad (1)$$

де  $W_{yc}'$  – усереднена потужність акустичної емісії в період припрацювання контактних поверхонь;  $W_{yc}''$  – усереднена потужність акустичної емісії на етапі сталої роботи елементів трибосистеми.

Простежується чітка кореляційна залежність загального вагового зносу пар тертя за весь досліджуваний період напрацювання (240 хвилин) від параметру  $W_{yc}^*$ .

Модифікація поверхневих шарів дюралюмінію Д16 за рахунок нанесення дискретних електроіскрових покриттів зменшує напружено-деформований стан при терті та забезпечує прискорення структурної пристосованості. Особливо чітко це проявляється на етапі припрацювання контактних пар, де параметр усередненої потужності АЕ значно знижується, в порівнянні з еталонними зразками. Для покриття ВК8 встановлено зниження антифрикційних властивостей, в середньому, в 1,6-2 рази, однак при зростанні коефіцієнту тертя не знижується зносостійкість контактних поверхонь. Навпаки, процес структурної пристосованості досліджуваних електроіскрових покриттів характеризується зростанням потужності тертя, в середньому в 1,27-2 рази, що, в свою чергу, обумовлює підвищення температури. Костецький Б.І. прирівнює показник потужності тертя до питомої роботи тертя [9], яка безперечно впливає на процеси структурної пристосованості елементів трибоспряжень за рахунок термічної активації при терті.

За зовнішніми ознаками, на контактних поверхнях формуються вторинні структури II типу, які характеризуються гетерогенністю – домінують вигладжені ділянки, вкриті плівкою, подекуди проявляються ділянки зі зруйнованою плівкою. Руйнування плівки свідчить про відшарування метастабільних вторинних структур, які представляють собою оксиди нестехіометричного складу. Хімічний аналіз вторинних структур на внутрішній частині еталонного зразку Д16 та модифікованого Д16+ВК8 встановив, що концентрація кисню відповідно для зазначених зразків знаходиться в межах 0,64 та 9,87 %, що свідчить про активну участь кисню в утворенні вторинних структур на активованих контактних поверхнях при терті.

Таким чином, підвищення структурно-термічної активації контактних поверхонь за рахунок їх модифікування шляхом нанесення електроіскрових покриттів в процесі тертя призводить до інтенсифікації механо-фізико-хімічних процесів в умовах граничного мащення, що, в цілому, підвищує зносостійкість контактних по-

верхонь. Механізм підвищення зносостійкості полягає в збільшенні швидкості протікання фізико-хімічних процесів, які обумовлюють утворення вторинних структур за участю кисню та активованих молекул мастильного матеріалу.

**Висновки.** Експериментально встановлено, що наявність модифікованої поверхні Д16 з покриттям ВК-8, який характеризується високою твердістю за рахунок карбідів вольфраму, забезпечує зниження усередненої потужності АЕ в 2 рази на етапі припрацювання за рахунок реалізації структурної пристосованості трибоелементів з меншими напружено-деформованими змінами. Встановлено зменшення швидкості зношування сталі 30ХГСА в 15 та 5,8 рази для пар тертя Д16+ВК8 – 30ХГСА і 30ХГСА - Д16+ВК8 відповідно за умов використання в якості контргіла при терті дюралюмінію Д16 з електроіскровим покриттям сплаву ВК8, в порівнянні з немодифікованою поверхнею Д16. За рахунок зростання потужності тертя в 1,27 - 2 рази в процесі структурної пристосованості контактних поверхонь з електроіскровим покриттям інтенсифікується термічна активація поверхневих шарів металу та проявляється домінуюча роль кисню в утворенні зносостійких вторинних структур.

#### Список літератури

1. Y. Fan, F. Gu, A. Ball Modelling acoustic emissions generated by sliding friction / Y. Fan, F. Gu, A. Ball // *Wear* Volume 268, Issues 5–6, 11 February 2010, Pages 811-815.
2. H. S. Benabdallah, D. A. Aguilar Acoustic Emission and Its Relationship with Friction and Wear for Sliding Contact / *Tribology Transactions*, Volume 51, 2008 - Issue 6, P. 738-747
3. Александров В. Д. Поверхностное упрочнение алюминиевых сплавов: дисс. ... доктора техн. наук: 05.02.01. Александров Виктор Дмитриевич - Москва, 2002.- 410 с.
4. Е.В. Юрченко, В.И. Юрченко, А.И. Дикусар. Наноструктурирование поверхности из алюминиевых сплавов в условиях электроискрового легирования. *Наноинженерия* - 2013. - № 2. - С.12-24.
5. Упрочнение поверхностного слоя алюминиевого сплава АМг6 с помощью комбинированной электроискровой и ультразвуковой ударной обработки / Г. И. Прокопенко, Б. Н. Мордюк, В. Ф. Мазанко, Н. А. Ефимов, Н. А. Пискун // *Металлофизика и новейшие технологии*. - 2013, т. 35, № 10, сс. 1391—1406
6. Стадниченко В.Н. Автоматизированная система трибодиагностики / В.Н. Стадниченко // *Проблеми 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. Закономірності зміни триботехнічних параметрів та сигналів акустичної емісії для пари тертя 30ХГСА - Д16 / Токарук В.В., Мікосянчик О.О., Мнацаканов Р.Г., Кудрін А.П. // *Проблеми тертя та зношування*. – 2019. – № 2 (83). – С. 19-28.
9. Костецкий Б.И., Носовский И.Г., Караулов А.К. и др. / под. общ. редакцией д.т.н. Костецкий Б.И. / *Поверхностная прочность материалов при трении*. - К.: Техника, 1976.- 296 с.

Стаття надійшла до редакції 09.092019.

**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.

*V. V. TOKARUK, O. O. MIKOSIANCHYK, R. G. MNATSAKANOV*

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

Application of the method of acoustic emission to study the processes of structural adaptability in friction under conditions of slip for the tribosystem of steel 30HGSA and duraluminium D16, on the surface of which the method of electrospoke alloying is applied an alloy BK8 followed by surface processing by superficial plastic deformation. The formation of wear-resistant secondary structures has been established by increasing the intensity of heat emission in the frictional contact, which leads to an increase in the mechano-chemical activation of the surface layers of the metal. The modification of duraluminium D16 by the electro-spray coating BK8 provides a reduction of the average power of acoustic emission by 2 times during the wear-in stage by reducing the stress-strain state of the surface layers and reducing the ability of the material BK8 to absorb mechanical energy during deformation. For coating VK8, an anti-friction reduction was found, on average, 1.6 – 2 times, however, with an increase in the friction coefficient, the wear resistance of the contact surfaces does not decrease. The correlation dependence of the total weight wear of friction pairs and the average power of acoustic emission is established. Due to the growth of friction power 1.27 - 2 times in the process of structural adaptability of the contact surfaces with an electrospark coating, thermal activation of the surface metal layers is intensified and the dominant role of oxygen in the formation of wear-resistant secondary structures is manifested. According to external indicators, secondary structures of type II are formed on the contact surfaces, characterized by heterogeneity – dominated by burnish areas covered with film, sometimes appear visible areas with a destroyed film. The mechanism for increasing wear resistance is in the increase rate of physical and chemical processes that stipulate the formation of secondary structures with the participation of oxygen and activated molecules of lubricant.

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

### **References**

1. Y. Fan, F. Gu, A. Ball Modelling acoustic emissions generated by sliding friction / Y. Fan, F. Gu, A. Ball // *Wear* Volume 268, Issues 5–6, 11 February 2010, Pages 811-815.
2. H. S. Benabdallah, D. A. Aguilar Acoustic Emission and Its Relationship with Friction and Wear for Sliding Contact / *Tribology Transactions*, Volume 51, 2008 - Issue 6, P. 738-747.
3. Aleksandrov V. D. Poverkhnostnoe uprochnenye alyuminievyykh splavov: dyss. ... doktora tekhn. nauk: 05.02.01. Aleksandrov Vyktor Dmytryevych - Moskva, 2002.- 410 s.
4. E.V. Yurchenko, V.Y. Yurchenko, A.Y. Dykuzar Nanostrukturyrovanye poverkhnosty yz aliumynnyevyykh splavov v uslovyakh elektroskrovoho lehyrovanya. *Nanoynzheneriya* - 2013. - № 2. - S.12-24.
5. Uprochnenye poverkhnostnoho sloia aliumynnyevoho splava AMh6 s pomoshchyu kombynyrovanoi elektroskrovoy y ultrazvukovoy udarnoi obrabotky / H. Y. Prokopenko, B. N. Mordiuk, V. F. Mazanko, N. A. Efymov, N. A. Pyskun // *Metallofyzyka y noveishye tekhnolohyy*. - 2013, t. 35, № 10, ss. 1391—1406
6. Stadnychenko V.N. Avtomatyzyrovannaia systema trybodyahnostyky / V.N. Stadnychenko // *Problemy tertia ta znoshuvannia*. – 2006. – Vyp. 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. Zakonomirnosti zminy trybotekhnichnykh parametriv ta syhnaliv akustychnoi emisii dlia pary tertia 30KhHSA - D16 / Tokaruk V.V., Mikosianchik O.O., Mnatsakanov R.H., Kudrin A.P. // *Problemy tertia ta znoshuvannia*. – 2019. – № 2 (83). – S. 19-28.
9. Kostetskiy B.Y., Nosovskiy Y.H., Karaulov A.K. y dr. / pod. obshch. redaktsyi d.t.n. Kostetskiy B.Y. / *Poverkhnostnaia prochnost materyalov pry trenny*. - K.: Tekhnyka, 1976.- 296 s.