

УДК 620.179:534.6

Т.В. Німченко, к.т.н

ІНФОРМАТИВНІСТЬ ПАРАМЕТРІВ СИГНАЛУ АКУСТИЧНОЇ ЕМІСІЇ ПРИ ЗМІНІ ЕКСПЛУАТАЦІЙНИХ ПАРАМЕТРІВ ПАРИ ТЕРТЯ

Національний авіаційний університет, м. Київ, Україна
e-mail: fiona54@ukr.net

Проведено дослідження процентного приросту амплітудних та енергетичних параметрів сигналу акустичної емісії при зміні швидкості обертання пари тертя з композиційного матеріалу та осьового навантаження. Встановлено, що процентний приріст енергетичних параметрів передусім процентному приросту амплітудних параметрів.

Ключові слова: сигнал акустичної емісії, параметри сигналу, швидкість, композиційний матеріал, навантаження, амплітуда, енергія, інформативність

Вступ

Композиційні матеріали (КМ) мають поширене застосування у вузлах тертя. Останнім часом при дослідженні вузлів тертя широке застосування отримав метод акустичної емісії (АЕ), завдяки його високій чутливості до процесів тертя та зношування поверхонь фрикційного контакту з КМ. Як показують результати експериментальних досліджень, метод АЕ дозволяє отримувати значні обсяги інформації про процеси тертя та зношування поверхонь.

Однак інтерпретація даної інформації представляє значні складності, що обумовлено складністю фізичної інтерпретації процесів які розвиваються. Це ускладнює встановлення взаємозв'язків АЕ з параметрами процесів тертя і зносу, і, як наслідок, методів контролю, моніторингу та діагностики вузлів тертя з КМ. Певний інтерес представляє визначення інформативності параметрів, особливостей та закономірностей акустичного випромінювання на всіх стадіях тертя і зношування поверхневих шарів КМ, включаючи і стадію, яка передусім катастрофічного руйнування [1, 2, 6].

Задачі дослідження

В роботі проведено експеримент по дослідженню процентного приросту амплітудних та енергетичних параметрів сигналу акустичної емісії (АЕ), визначенню їх інформативності при зміні швидкості обертання пари тертя з композиційного матеріалу та осьового навантаження.

Методика досліджень

Для проведення досліджень була створена експериментальна установка (рис.1), яка мала три складові: – механічне устаткування, яке забезпечувало завдання необхідних режимів навантаження дослідних зразків, а саме: швидкість обертання зразків та їх осьове навантаження; – комп'ютерна система управління режимами навантаження; – акусто-емісійна система, яка забезпечувала реєстрацію та обробку сигналів АЕ [1, 3 – 6].

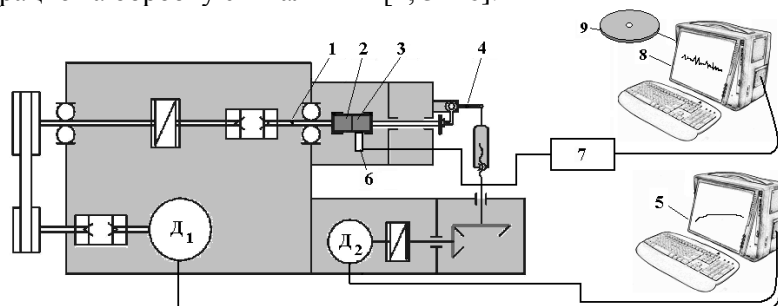


Рис. 1 – Структурна схема установки для проведення випробувань: 1 - шпindelь машини тертя СМТ-1; 2, 3 – відповідно, рухомий і нерухомий зразки пари тертя; 4 – механізм осьового навантаження; 5 – комп'ютерна система управління вузлами навантаження дослідних зразків (вузлами навантаження машини СМТ-1); 6 – датчик акустичної емісії; 7 – підсилювальний тракт сигналів акустичної емісії; 8 – акусто-емісійний комплекс; 9 – спеціальне програмне математичне забезпечення; Д1 – електропровід завдання швидкості обертання шпинделя машини СМТ-1 і рухомого зразка; Д2 – електропровід управління механізмом осьового навантаження зразків пари тертя

Для забезпечення навантаження дослідних зразків використовувалася модернізована випробувальна машина СМТ-1. Дослідження процесів тертя і зношування поверхонь КМ проводилися за конструктивною схемою "диск- диск" на зразках, які представляли собою циліндричні втулки. Контактна взаємодія зразків здійснювалася по торцевих поверхнях втулок. Пара тертя складалася з двох зразків, які були виготовлені зі сталі 30ХГСА і алюмінієвого сплаву Д16 з твердосплавним покриттям ВК6. Досліджувані зразки мали такі розміри: зовнішній діаметр втулки - 28 мм; внутрішній діаметр втулки - 20 мм; висота втулки - 22 мм. При проведенні випробувань один із зразків був рухомим, а інший зразок був нерухомим.

Експериментальні результати

Дослідження сигналів АЕ при зміні швидкості обертання пари тертя з КМ проводили на стадії сталого зношування. Результати експериментальних досліджень показали, що процес акустичного випромінювання при терті та зношуванні поверхонь КМ є неперервним процесом.

При дослідженнях швидкість обертання пари тертя мала наступні значення: $V = 500$ об/хв; $V = 600$ об/хв; $V = 700$ об/хв; $V = 800$ об/хв. Усереднення амплітуд результуючого сигналу АЕ проводилося з інтервалом усереднення 15 мс. Осьове навантаження на пару тертя становило $P = 450$ Н і було не змінним.

На рис. 2 – 4 представлено процентний приріст усередненої амплітуди, середнього рівня усередненої енергії, середнього рівня сумарної енергії результуючого сигналу АЕ, а також їх стандартних відхилень та дисперсій при зміні швидкості обертання пари тертя.

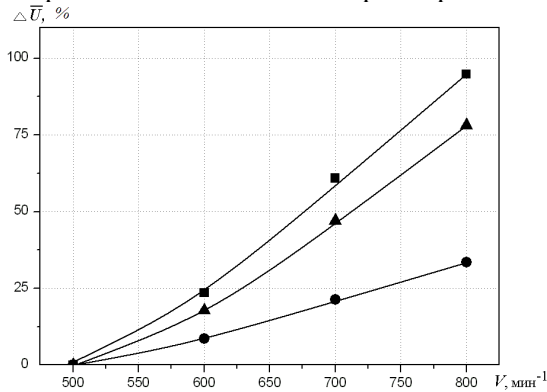


Рис. 2 – Процентний приріст середнього рівня усередненої амплітуди \bar{U} (■), її стандартного відхилення $s_{\bar{U}}$ (●) та дисперсії $s_{\bar{U}}^2$ (▲) результуючого сигналу акустичної емісії при зміні швидкості обертання пари тертя

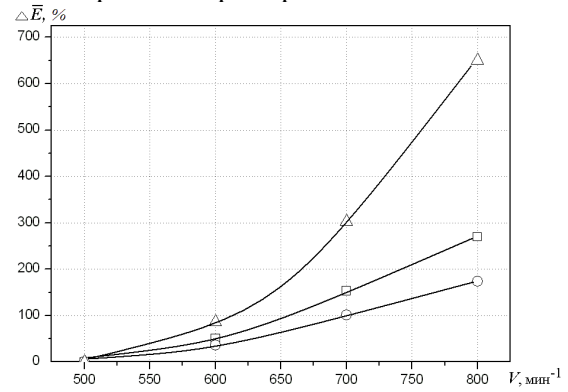


Рис. 3 – Процентний приріст середнього рівня усередненої енергії \bar{E} (□), її стандартного відхилення $s_{\bar{E}}$ (○) та дисперсії $s_{\bar{E}}^2$ (Δ) результуючого сигналу акустичної емісії при зміні швидкості обертання пари тертя

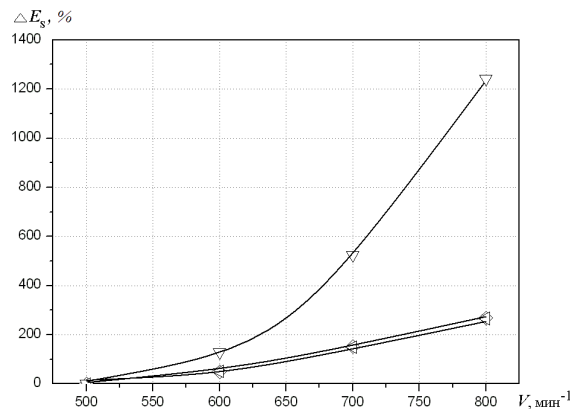


Рис. 4 – Процентний приріст середнього рівня сумарної енергії E_s (◇), її стандартного відхилення s_{E_s} (◁) та дисперсії $s_{E_s}^2$ (▽) результуючого сигналу акустичної емісії при зміні швидкості обертання пари тертя

З отриманих результатів (рис. 2 – 4) видно, що найменший процентний приріст при зростанні швидкості обертання пари тертя спостерігається в амплітудних параметрах результуючих сигналів АЕ (процентний приріст середнього рівня усередненої амплітуди результуючих сигналів АЕ, його стандартного відхилення та дисперсії).

Процентний приріст енергетичних параметрів передре процентному приросту амплітудних параметрів. Найбільший процентний приріст спостерігається у дисперсіях середнього рівня усередненої енергії і середнього рівня сумарної енергії результуючих сигналів АЕ. Однак процентний приріст дисперсії середнього рівня сумарної енергії результуючих сигналів АЕ передре процентному приросту дисперсії середнього рівня усередненої енергії.

Також проведено експеримент по дослідженню процентного приросту амплітудних та енергетичних параметрів сигналу акустичної емісії (АЕ) при зміні осьового навантаження в процесі тертя зразків з композиційного матеріалу.

При проведенні досліджень було прийнято наступні умови. Швидкість обертання рухомого зразка пари тертя – постійна величина, яка складала $v=600$ хв¹. Осьове навантаження, яке прикладається до пари тертя змінювалося у діапазоні величин від 300 Н до 750 Н. Приріст осьового навантаження відбувався з кроком 150 Н. При реєстрації та обробці сигналів АЕ інтервал усереднення і інтервал накопичення енергії сигналів АЕ становив $t_{it}=15$ мс. Об'єм вибірки реєстрованого сигналу АЕ для проведення обробки його параметрів був постійним, а кількість інтервалів аналізу становила величину порядку 3000 значень. Сигнали АЕ реєструвалися на стадії нормального зношування.

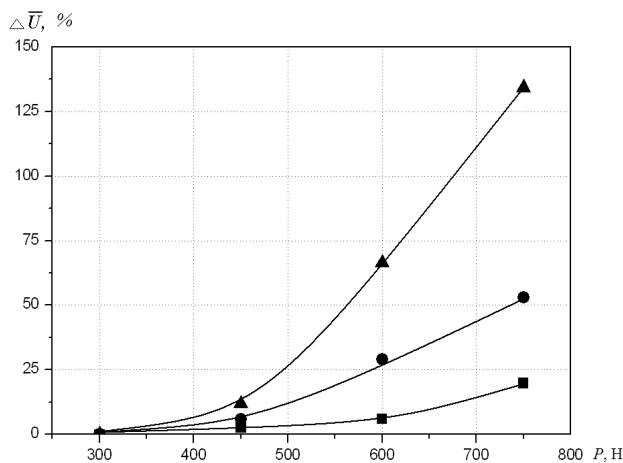


Рис. 5 – Процентний приріст середнього рівня усередненої амплітуди \bar{U} (■), її стандартного відхилення $s_{\bar{U}}$ (●) та дисперсії $s_{\bar{U}}^2$ (▲) результуючого сигналу акустичної емісії при зміні навантаження напару тертя

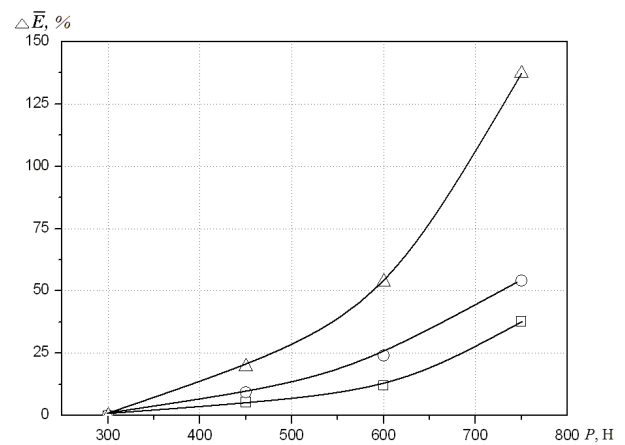


Рис. 6 – Процентний приріст середнього рівня усередненої енергії \bar{E} (□), її стандартного відхилення $s_{\bar{E}}$ (○) та дисперсії $s_{\bar{E}}^2$ (△) результуючого сигналу акустичної емісії при зміні навантаження напару тертя

На рис. 5 – 7 представлено процентний приріст усередненої амплітуди, середнього рівня усередненої енергії, середнього рівня сумарної енергії результуючого сигналу АЕ, а також їх стандартних відхилень та дисперсій.

З отриманих результатів (рис. 5 – 7) видно, що із зростанням осьового навантаження на пару тертя при заданих умовах випробувань відбувається зростання усередненої амплітуди, середнього рівня усередненої енергії, середнього рівня сумарної енергії результуючого сигналу АЕ, а також їх стандартних відхилень та дисперсій.

Найбільш чутливими інформативними параметрами акустичного випромінювання до зростання експлуатаційного навантаження на пару тертя з КМ на стадії нормального зношування є дисперсія середнього рівня сумарної енергії, дисперсія середнього рівня усередненої енергії результуючих сигналів АЕ та дисперсія середнього рівня усередненої амплітуди результуючих сигналів АЕ.

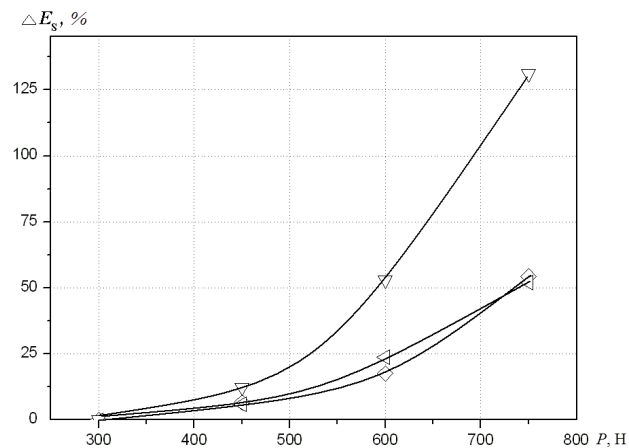


Рис. 7 – Процентний приріст середнього рівня сумарної енергії E_s (◇), її стандартного відхилення S_{E_s} (◁) та дисперсії $S_{E_s}^2$ (▽) результуючого сигналу акустичної емісії при зміні навантаження на пару тертя

Також з результатів проведених розрахунків встановлено, що найменший процентний приріст при зростанні навантаження на пару тертя спостерігається в середньому рівні усередненої амплітуди результуючих сигналів (рис. 5). Процентний приріст дисперсії амплітудних та енергетичних параметрів перевищує процентному приросту інших параметрів результуючих сигналів АЕ. У той же час найбільший процентний приріст спостерігається у дисперсії середнього рівня сумарної енергії результуючих сигналів АЕ та дисперсії середнього рівня усередненої амплітуди результуючих сигналів АЕ.

Висновки

Отже, найбільш чутливими інформативними параметрами акустичного випромінювання до зростання експлуатаційного навантаження на пару тертя з КМ на стадії сталого зношування є дисперсія середнього рівня сумарної енергії, дисперсія середнього рівня усередненої енергії результуючих сигналів АЕ та дисперсія середнього рівня усередненої амплітуди результуючих сигналів АЕ.

Список використаної літератури

1. Філоненко С.Ф. Энергия акустического излучения при трении поверхностей из композиционных материалов/ С.Ф. Філоненко, Т.В. Німченко, Т.Н. Косицкая// Технологические системы. – 2013. – №4 (65). – С.84 – 92.
2. Філоненко С.Ф. Закономірності зміни акустичного випромінювання при зростанні навантаження на пару тертя з композиційного матеріалу/ С.Ф. Філоненко, О.П. Космач // Вісник НАУ. – 2013. – №2. – С.79 – 89.
3. Німченко Т.В. Аналіз параметрів сигналу акустичної емісії при зміні швидкості обертання пари із композиційного матеріалу та осьового навантаження/ Т.В. Німченко, С.Ф. Філоненко // Надтверді композиційні матеріали та покриття: отримання, властивості та застосування: VIII-конференція молодих вчених та спеціалістів, 28-30 травня 2014р.: тези доп. – К., 2013. – С. 47–49.
4. Філоненко С.Ф. Зміна параметрів сигналу акустичної емісії при зміні швидкості обертання пари тертя / С.Ф. Філоненко, Т.В. Німченко // Комплексне забезпечення якості технологічних процесів та систем: 4 міжнародна науково-практична конференція, 19-21 травня 2014р.: тези доп. – Чернівці: ЧДТУ, 2014. – С. 252–253.
5. Філоненко С.Ф. Зміна параметрів сигналу акустичної емісії при осьовому навантаженні пари тертя / С.Ф. Філоненко, Т.В. Німченко // Інтегровані інтелектуальні робото-технічні комплекси (ІРТК – 2014): збірка міжнародна науково-практична конференція, 19-20 травня 2014р.: тези доп. – Київ, 2014. – С. 263 – 264.
6. Філоненко С.Ф. Чувствительность акустической эмиссии к износу поверхностей композиционного материала / С.Ф. Філоненко, Т.В. Німченко // Восточно-Европейский журнал передовых технологий. –2014.– №3/9(69). – С. 35–41.