

Алтухов В. М.

РОЗВИТОК ТЕХНІЧНОЇ ДІАГНОСТИКИ ПІДШИПНИКІВ МЕТАЛУРГІЙНИХ МАШИН ШЛЯХОМ ЕКСПЕРИМЕНТАЛЬНИХ ДОСЛІДЖЕНЬ В УМОВАХ ФІЗИЧНОГО МОДЕЛЮВАННЯ

У статті розглянуто застосування сигналів акустичної емісії для технічної діагностики підшипників металургійних машин. Відзначено, що параметри сигналів акустичної емісії, що виникають при фрикційному контакті деталей, залежать від умов проведення експерименту. На моду амплітудного розподілу сигналів акустичної емісії значний вплив робить швидкісний і температурний чинники. Важливим є вивчення спільного впливу швидкісного і температурного чинників на моду і дисперсію амплітудного розподілу сигналів акустичної емісії. Розроблена експериментальна установка для проведення досліджень в умовах фізичного моделювання. В умовах фізичного експерименту отримано підтвердження того, що сигнали акустичної емісії, які генеруються в зоні фрикційного контакту, несуть певну інформацію про фізичні процеси, які протікають. Встановлено, що з підвищенням швидкості тертя кочення мода амплітудного розподілу сигналів акустичної емісії збільшується, а зі збільшенням температури зони контакту - зменшується. Зміна моди амплітудного розподілу сигналів акустичної емісії від спільної дії швидкісного і температурного чинників носить екстремальний характер. На ділянці, передуючій точці зламу, домінуючим є швидкісний чинник, а на ділянці за точкою зламу домінуючий вплив має температурний чинник. Встановлено, що з підвищенням температури зони фрикційного контакту збільшується дисперсія амплітудного розподілу сигналів акустичної емісії. Умови проведення експериментів і отримані результати мають якісний збіг, кількісні характеристики мають розкид у зв'язку з неможливістю точного збігу умов проведення експериментів. Знання теоретичних і експериментальних залежностей параметрів сигналів акустичної емісії від різних чинників фрикційного контакту сприятиме практичному використанню наукових знань не лише в учбовому процесі, але і при проведенні технічної діагностики металургійних машин у виробничих умовах.

Ключові слова: підшипник, швидкість, температура, амплітудний розподіл, акустична емісія.

Актуальність дослідження. Основний напрямок у розвитку діяльності ремонтних служб металургійних підприємств – забезпечення безперебійної роботи обладнання, виняток позапланових простоїв з одночасним зниженням витрат на підтримання працездатного стану машин і механізмів. Вирішення цієї проблеми нерозривно пов'язане з використанням методів технічної діагностики. У металургійній промисловості широко застосовуються різні методи технічної діагностики підшипників металургійних машин. Найкращим чином можуть характеризувати стан обладнання віброакустичні параметри. Актуальною є проблема розробки нових і поліпшення відомих методів технічної діагностики.

Постановка проблеми. Основне завдання технічної діагностики - отримання інформації про стан об'єкта [1]. Для проведення діагностики обладнання металургійних підприємств використовуються в комплексі різні методи, які можна розділити на термографічний, акустичний і вібраційний [2-4]. Устаткування металургійних підприємств має характерні відмінності. Процес його діагностики вимагає врахування цих особливостей. Сигнали акустичної емісії (АЕ) несуть інформацію про процеси, що їх породжують, і можуть бути використані для технічної діагностики машин і механізмів. Важливим є отримання інформації про вплив різних чинників зони фрикційного контакту на параметри сигналів АЕ.

Теоретичний аналіз дослідження. Основною перешкодою практичного використання сигналів АЕ є ще недостатні відомості про зміну параметрів сигналів АЕ від різних чинників. Одними з найбільш важливих чинників зони фрикційного контакту є швидкісний і температурний. У роботі [5] були проведені теоретичні дослідження зміни модальної амплітуди сигналів акустичної емісії від швидкості деформації матеріалу для типових варіантів механічної обробки. Модальна амплітуда сигналів акустичної емісії при зміні швидкості деформації спочатку зростає більш інтенсивніше, а зі збільшенням швидкості деформації зростання амплітуди зупиняється. У роботі [5] були проведені теоретичні дослідження зміни модальної амплітуди сигналів акустичної емісії від температури при різанні металів. Встановлено, що з підвищенням температури, амплітуда сигналів акустичної емісії зменшується.

Мета статті. Встановити залежність моди амплітудного розподілу (АР) сигналів АЕ від швидкісного і температурного факторів зони фрикційного контакту в умовах фізичного моделювання. Встановити залежність АР сигналів АЕ від спільного впливу швидкісного і температурного факторів фрикційного контакту.

Задачі дослідження. Розробити експериментальну установку для дослідження швидкісного і температурного факторів зони фрикційного контакту в умовах фізичного моделювання. Провести дослідження на експериментальній установці по вивченню зміни параметрів сигналів АЕ від швидкісного і температурного чинників. Також провести дослідження по вивченню зміни АР сигналів АЕ від спільного впливу швидкісного і температурного факторів фрикційного контакту.

Викладення основного матеріалу дослідження. В роботі [5] показано, що модальна амплітуда A_M сумарного імпульсу АЕ від n дислокацій матиме вигляд:

$$A_M = \frac{1}{n} \cdot \sum_{k=0}^{n-1} \exp\left(-\frac{\varepsilon \cdot k}{\dot{\varepsilon} \cdot n}\right), \quad (1)$$

де ε – відносне зрушення;

n – число дислокацій в скупченні;

$\dot{\varepsilon}$ – швидкість деформації.

Модальна амплітуда сигналів АЕ при зміні швидкості деформації спочатку зростає більш інтенсивніше, а зі збільшенням швидкості деформації зростання амплітуди сповільнюється [5].

Залежність модальної амплітуди A_M акустичної емісії від температури [6]:

$$A_M = K_M \cdot \left[\frac{U_0}{\gamma} - \frac{R \cdot \theta}{\gamma} \cdot \ln\left(\frac{\tau}{\tau_0}\right) \right]. \quad (2)$$

де τ – довговічність (час розриву зразка), с;

τ_0 – предекспоненціальний множник, рівний по порядку величини періоду теплових коливань атомів;

U_0 – енергія активації процесу, ккал/моль;

γ – структурний коефіцієнт, близький до величини обсягу атома, (ккал·мм²)/(моль·Н);

R – газова постійна;

K_M – коефіцієнт, що залежить від матеріалу, мм³/Н.

θ – температура, °К.

Встановлено [6], що з підвищенням температури, амплітуда сигналів акустичної емісії зменшується.

Для дослідження впливу температурного і швидкісного чинників на параметри сигналів АЕ в умовах фізичного моделювання була розроблена і виготовлена експериментальна установка. Виходячи з необхідності досліджувати окремо швидкісний і температурний чинник для підшипника кочення, експериментальна установка реалізує тертя кочення.

Принципова схема експериментальної установки представлена на рис. 1.

Експериментальна установка складається з корпусу 1, хвилеводу 2, до якого притискою втулкою 3 кріпиться п'єзоелектричний датчик 4, сполучений з попереднім підсилювачем 5 і реєструвальною апаратурою 6. У верхній частині хвилеводу 2 виконаний жолоб, в якому розміщуються кульки 7 від упорного підшипника 8112. Згори кульки закриті кільцем 8 (від підшипника 8112), вставленим у фланець 9, який з'єднаний гвинтами 10 з хвостовиком 11 через текстолітову прокладку 12. Поліхлорвінілові оболонки 13 і текстолітові шайби 14 усувають передачу коливань від вертикально-фрезерного верстата через хвостовик 11. Для нагріву контактних поверхонь кульок 7 з хвилеводом 2, в ізоляторі 15 розташований нагрівальний елемент 16 у вигляді електричної спіралі, приєднаної до автотрансформатору типу РНО- 250-5, який забезпечує нагрів елементу 16 до різних температур. Температура в зоні контакту кульок 7 з хвилеводом 2 вимірювалася стандартною термопарою 17 (хромель-алюмель) з потенціометром 18.

Реєструвальна апаратура складалася з: вимірника акустичних сигналів ИАС-3, нормалізатора імпульсів НИ-1, аналізатора імпульсів АИ-256-6, цифродрукувальний пристрій БЗ-15-1М.

Форма хвилеводу 2 вибиралася з умови концентрації сигналів АЕ на поверхню, дотичну до датчика 4. Це досягалося за рахунок зовнішнього конуса. Внутрішній конус потрібний для виключення можливих спотворень поля сигналів АЕ від діаметрально розташованих джерел сигналів АЕ. З метою зменшення залишкової напруги, наклепання після механічної обробки, а також самої структури матеріалу на поширення сигналів АЕ, хвилевід виготовлений з матеріалу ЛС- 59-1. Інші деталі установки виготовлені із сталі 45.

Щоб виключити вплив температурного чинника при дослідженні залежності параметрів сигналів АЕ від швидкісного чинника, радіус жолоба хвилеводу $R_{ж}$ виконувався рівним 7,3 мм, при цьому відношення діаметру кульок підшипника і радіусу жолоба було рівне $D_{ш} / R_{ж} = 8,73 / 7,3 \approx 1,2$. Це забезпечувало найменший опір коченню.

При виготовленні експериментальної установки особлива увага приділялася відсутності биття кільця 8 відносно конусній поверхні хвостовика 11. Тому операція розточування місця у фланці 9 для установки кільця 8 здійснювалося після складання деталей 9, 10, 11, 12, 13, 14 при установці хвостовика 11 в спеціальне опрацювання. В результаті відсутності биття вільно розташовані по жолобу хвилеводу 2 кульки в процесі кочення не групуються в одному місці, що унеможливило зіткнення або співударяння окремих кульок.

Хвостовик 11 кріпився в шпинделі вертикально-фрезерного верстата моделі ALG-1008 виробництва Югославії. Корпус 1 встановлювався на стіл верстата. Завадозахищеність установки від вібрацій верстата з боку

столу досягалася за рахунок застосування прокладення з оргскла, а з боку шпинделя - за допомогою текстолітової прокладки 12, поліхлорвінілових оболонок 13 і текстолітових шайб 14.

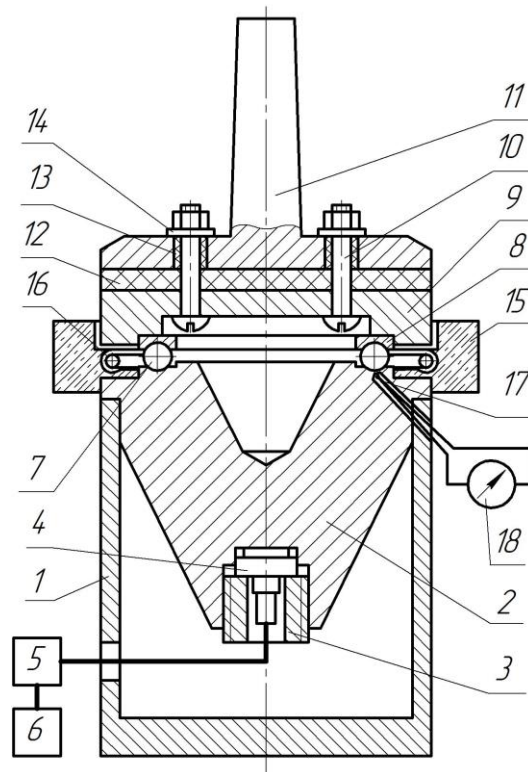


Рисунок 1 – Принципова схема експериментальної установки:

- 1 - корпус; 2 - хвилевід; 3 - втулка притискна; 4 - датчик; 5 - попередній підсилювач;
- 6 - реєструвальна апаратура; 7 - кульки; 8 - кільце; 9 - фланець; 10 - гвинти; 11 - хвостовик;
- 12 - прокладка текстолітова; 13 - поліхлорвінілові оболонки; 14 - шайби текстолітові;
- 15 - ізолятор; 16 - нагрівальний елемент; 17 - термопара; 18 - потенціометр

На рис. 2 показана експериментальна установка у розібраному вигляді, на рис. 3 – експериментальна установка в зборі.

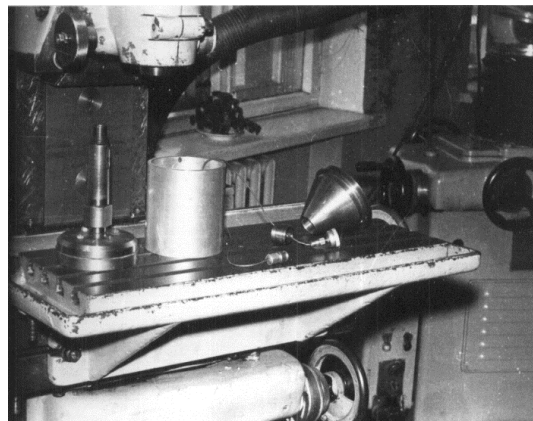


Рисунок 2 – Експериментальна установка у розібраному вигляді

Перед проведенням експериментів корпус 1 і хвилевід 2 встановлювалися співвісно хвостовику 11, закріпленому в шпинделі верстата. Дії із забезпечення співвісності проводилися в наступній послідовності. Хвостовик 11 кріпився в шпинделі верстата. По жолобу хвилеводу 2 розташовували максимальне число кульок $n_s = 24$. Потім корпус 1 експериментальної установки піднімали так, щоб кульки увійшли до жолоба кільця 8. У цьому положенні корпус утримувався до підведення під нього столу верстата. Після цього стіл разом з установкою опускався. Залежно від експерименту, що проводиться, в жолобі хвилеводу 2 залишали необхідне число кульок. Піднімали стіл верстата. Після підйому столу включали обертання шпинделя верстата. Через 15 секунд вимикали верстат. Стіл верстата опускали вниз і перевіряли взаємне розташування кульок. Якщо

зміщення кульок один відносно одного не спостерігалось, то вважали, що хвилевід 2 розташований співвісно хвостовику 11 з необхідною точністю і установка готова до проведення експериментів.

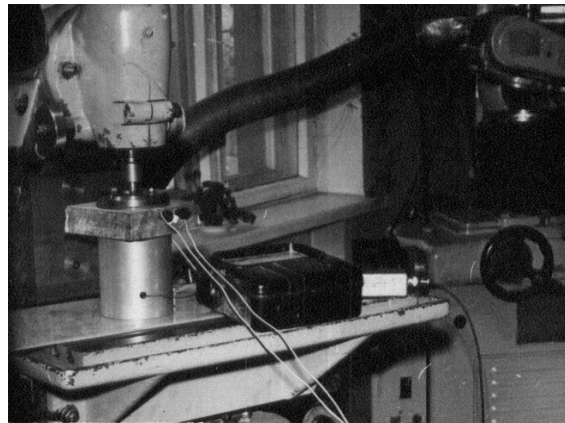


Рисунок 3 – Експериментальна установка в зборі

Діапазон частот реєстрації сигналів АЕ був прийнятий рівним 0,1-0,3 МГц. Коефіцієнти посилення приладів ИАС-3 і НИ-1 були максимальними. Коефіцієнт посилення приладу АИ-256-6 дорівнював 32. Час експозиції при прийомі сигналів АЕ $t_E = 40,96$ с. Число каналів було встановлене при проведенні експериментів рівним 128 при ширині каналу - 78 мВ. Моду АР сигналів АЕ являлося значення амплітуди в тому каналі, де спостерігалася максимальна швидкість рахунку АЕ.

Експерименти проводили за методикою однофакторного і двохфакторного дослідження.

При проведенні експериментів по вивченню впливу температурного чинника на параметри сигналів АЕ теплове розширення кульок компенсувалося малим переміщенням столу верстата у вертикальній площині.

Наведемо умови моделювання зміни динамічного збурення зони фрикційного контакту з урахуванням температурно-швидкісного чинника.

У експерименті по вивченню впливу швидкісного чинника фрикційного контакту на моду АР сигналів АЕ A_M варійованим параметром була швидкість кочення кульок. Число кульок в експерименті - 24. Зусилля на кульку дорівнює 4 Н. Нагрів зони контакту не робили.

Швидкість кочення кульок варіювалася в діапазоні від 1 м/с до 3,5 м/с. На рис. 4 показана зміна моди АР сигналів АЕ A_M від швидкості кочення кульок V .

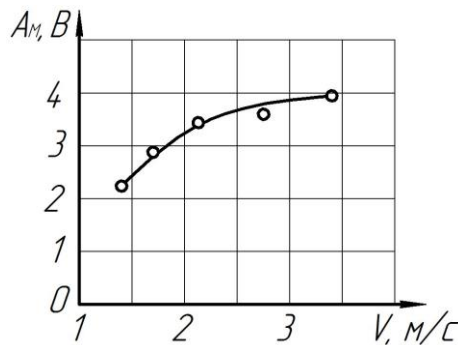


Рисунок 4 – Зміна моди АР сигналів АЕ від швидкості кочення кульок

З результатів експерименту видно, що зі збільшенням швидкості кочення кульок мода АР сигналів АЕ збільшується, при цьому зміна A_M від швидкості кочення кульок V з достатньою точністю можна описати залежністю:

$$A_M = C_A \cdot V^{m_A}, \quad (3)$$

де C_A , m_A – коефіцієнти.

Збільшення величини A_M при підвищенні швидкості кочення кульок можна пояснити збільшенням енергії зіткнень мікронерівностей кульок і хвилеводу.

При вивченні впливу температурного чинника зони фрикційного контакту на моду АР сигналів АЕ A_M варійованим параметром була температура зони контакту кульок і жолоба хвилеводу, яка змінювалася в діапазоні від 20 °С до 500 °С. Число кульок в експерименті - 24. Зусилля на кульку дорівнює 4 Н. Швидкість кочення кульок - 2,12 м/с.

Значення температури зони контакту кульок і жолоба хвилеводу змінювалися і фіксувалися таким чином. Від автотрансформатора здійснювався нагрів елемента 16 (рис. 1), від якого нагрівалася зона контакту кульок і

жолоба хвилеводу, при цьому термопарою 17 заміряли поточну температуру зони контакту. Значення температури показував потенціометр 18, який мав шкалу, що показує поточне значення температури для стандартної термопари 17. Кожного разу при реєстрації сигналів АЕ значення температури зони контакту підтримувалося рівним певному значенню, постійному для цього виміру, що здійснювалося за допомогою автотрансформатора.

На рис. 5 показана зміна моди АР сигналів АЕ від температури зони контакту кульок і жолоба хвилеводу.

З рис. 5 видно, що мода АР сигналів АЕ зі збільшенням температури зменшується, при цьому приблизно до 300 °С зменшення A_M незначне, а з підвищенням температури понад 300 °С настає різке зменшення величини моди АР сигналів АЕ. Оскільки хвилевід виконаний з латуні ЛС 59-1, то в цьому випадку кульки можна розглядати як макроіндентори, які чинять зношування на мікронерівності жолоба хвилеводу.

Підвищення температури призводить до зниження міцнісних властивостей мікронерівностей, зниження сумарної величини поверхневої енергії, збільшує пластичність мікронерівностей.

Можна відмітити, що величина температури, вище за яку спостерігається активніша зміна моди АР сигналів АЕ від температури зони контакту, з достатньою точністю співпадає з температурою рекристалізації латуні.

При досягненні температури рекристалізації відбувається різка зміна фізичних властивостей і це призводить до активної зміни параметрів сигналів АЕ.

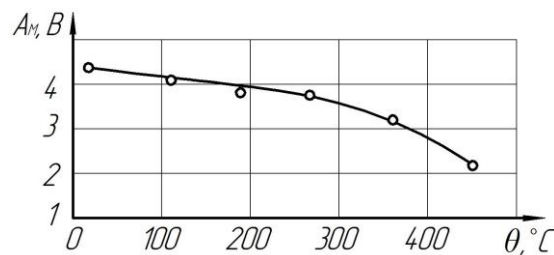


Рисунок 5 – Зміна моди АР сигналів АЕ від температури зони контакту кульок і жолоба хвилеводу

Експеримент по вивченню спільного впливу швидкісного і температурного чинників зони фрикційного контакту на моду АР сигналів АЕ проводився при одночасній зміні швидкості кочення кульок і температури зони контакту. Число кульок при проведенні експерименту – 24. Зусилля на кульку дорівнює 4 Н.

Швидкість кочення кульок V варіювалася в діапазоні від 0,5 м/с до 3,5 м/с. Температура зони контакту кульок і жолоба хвилеводу змінювалася в діапазоні від 20 °С до 500 °С. Швидкість кочення кульок змінювалася шляхом установки різної частоти обертання шпинделя вертикально-фрезерного верстата. Температура зони контакту реєструвалася потенціометром, а підтримувалася на певному рівні шляхом нагрівання елемента 16 (рис. 1) від автотрансформатора.

На рис. 6 показана зміна моди АР сигналів АЕ A_M від спільного впливу швидкісного і температурного чинників зони фрикційного контакту. Як видно з рисунка, зміна моди АР сигналів АЕ має екстремальний характер.

На ділянці, передуючій точці зламу, домінуючим є швидкісний чинник, а на ділянці за точкою зламу – домінуючий вплив має температурний чинник. Екстремум моди АР сигналів АЕ при коченні кульок по жолобу хвилеводу пояснюється тим, що при досягненні температури рекристалізації латуні відбувається різка зміна фізичних властивостей і це призводить до зменшення моди АР сигналів АЕ.

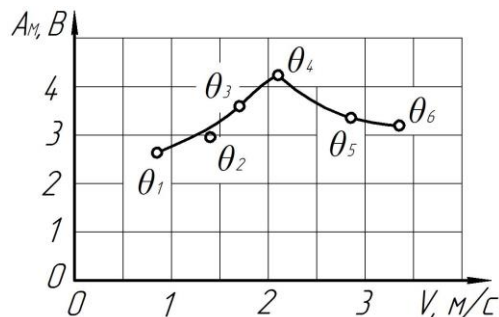


Рисунок 6 – Зміна моди АР сигналів АЕ від спільного впливу швидкості кочення кульок і температури зони контакту: $\theta_1 = 20$ °С; $\theta_2 = 100$ °С; $\theta_3 = 190$ °С; $\theta_4 = 280$ °С; $\theta_5 = 410$ °С; $\theta_6 = 450$ °С

Експеримент по вивченню спільного впливу швидкісного і температурного чинників фрикційного контакту на АР сигналів АЕ проводився таким чином. Число кульок при проведенні експерименту - 24. Зусилля на кульку дорівнює 4 Н. Швидкість кочення кульок V варіювалася в діапазоні від 0,9 м/с до 2,85 м/с.

Температура зони контакту кульок і жолоба хвилеводу змінювалася в діапазоні від 20 °С до 400 °С. Швидкість кочення кульок змінювалася шляхом установки різної частоти обертання шпинделя вертикально-фрезерного верстата.

Температура зони контакту реєструвалася потенціометром, а підтримувалася на певному рівні шляхом нагріву елементу 16 (рис. 1) від автотрансформатора.

На рис. 7 показана зміна АР сигналів АЕ від спільного впливу швидкісного і температурного чинників фрикційного контакту. З рисунку видно, що зі збільшенням температури зони контакту збільшується дисперсія АР сигналів АЕ (N - кількість імпульсів).

Підвищення температури полегшує процеси деформації і руйнування, знижує міцність металів, і, оскільки сигнали АЕ генеруються від різних джерел (процеси ковзання і руйнування в кристалах і скупченнях кристалів, тертя поверхонь один об одного, рух дислокацій і зламів, релаксація пружної матриці при русі дислокацій), то з підвищенням температури збільшується дисперсія АР сигналів АЕ.

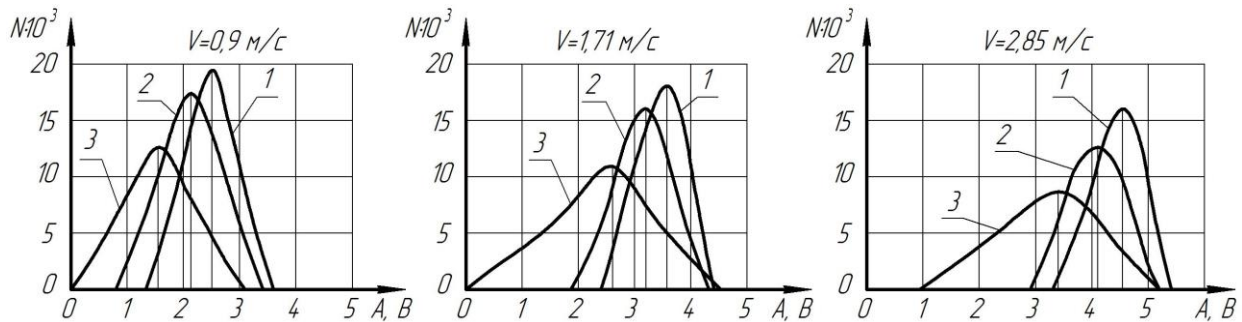


Рисунок 7 – Зміна АР сигналів АЕ від спільного впливу швидкості кочення кульок і температури зони контакту: 1 – $\Theta_1 = 20$ °С; 2 – $\Theta_2 = 200$ °С; 3 – $\Theta_3 = 400$ °С

Слід зазначити, що кожен з вищеперелічених експериментів повторювався три рази. Було встановлено, що якісно усі характеристики співпадають. Проте кількісні характеристики мають розкид, що пояснюється неможливістю точного повторення умов проведення одних і тих же експериментів. Наприклад, не можна точно повторити температуру зони контакту, є погрішність співвідношення хвостовика і хвилеводу, відрізняється від попереднього стан поверхонь контакту тощо.

Висновки.

1. В умовах фізичного експерименту отримано підтвердження того, що сигнали АЕ, які генеруються в зоні фрикційного контакту, несуть певну інформацію про фізичні процеси, що протікають. Встановлено, що зі збільшенням швидкості тертя кочення мода АР сигналів АЕ збільшується, а зі збільшенням температури - зменшується.
2. Зміна моди АР сигналів АЕ від спільного впливу швидкісного і температурного факторів зони фрикційного контакту має екстремальний характер. На ділянці, що передує точці зламу, домінуючим є швидкісний фактор, а на ділянці за точкою зламу домінуючий вплив надає температурний фактор.
3. Проведені експерименти по вивченню зміни АР сигналів АЕ від спільного впливу швидкісного і температурного факторів фрикційного контакту показали, що, з підвищенням температури зони контакту, збільшується дисперсія АР сигналів АЕ.
4. Використання сигналів АЕ для технічної діагностики підшипників металургійних машин має перспективи.

Література

1. Діагностування механічного обладнання металургійних підприємств / В. Я. Седуш, В. М. Кравченко, В. А. Сидоров та ін. – Донецьк: Юго-Восток, 2010. – 98 с.
2. Катцын А. Н. Техническая диагностика оборудования металлургических цехов. Перспективы развития / Литьё и металлургия. 2011, № 3 (62). С. 163-166.
3. Герике Б. Л. Мониторинг и диагностика технического состояния машинных агрегатов. В 2-х ч. Ч. 1: Мониторинг технического состояния по параметрам вибрационных процессов. – Кемерово: Кузбасский государственный технический университет, 1999. – 188 с.
4. Герике Б. Л. Мониторинг и диагностика технического состояния машинных агрегатов. В 2-х ч. Ч. 2: Диагностика технического состояния на основе анализа вибрационных процессов. – Кемерово: Кузбасский государственный технический университет, 1999. – 230 с.
5. Алтухов В. М. Вплив швидкості різання на параметри сигналів акустичної емісії, які генеруються / Наукові вісті Далівського університету. № 19, 2020. Електронне видання.
6. Алтухов В. М. Вплив температури процесу різання на амплітуду сигналів акустичної емісії / Наукові вісті Далівського університету. № 19, 2020. Електронне видання.

References

1. Diahnostuvannia mekhanichnoho obladdannia metalurhiinykh pidpriemstv / V. Ya. Sedush, V. M. Kravchenko, V. A. Sydorov ta in. – Donetsk: Yuho-Vostok, 2010. – 98 s.
2. Kattsyn A. N. Tekhnicheskaya diagnostika oborudovaniya metallurgicheskikh tsekhov. Perspektivy razvitiya / Lite i metallurgiya. 2011. № 3 (62). S. 163-166.
3. Gerike B. L. Monitoring i diagnostika tekhnicheskogo sostoyaniya mashinnykh agregatov. V 2-kh ch. Ch. 1: Monitoring tekhnicheskogo sostoyaniya po parametram vibratsionnykh protsessov. – Kemerovo: Kuzbasskiy gosudarstvennyy tekhnicheskiiy universitet. 1999. – 188 s.
4. Gerike B. L. Monitoring i diagnostika tekhnicheskogo sostoyaniya mashinnykh agregatov. V 2-kh ch. Ch. 2: Diagnostika tekhnicheskogo sostoyaniya na osnove analiza vibratsionnykh protsessov. – Kemerovo: Kuzbasskiy gosudarstvennyy tekhnicheskiiy universitet. 1999. – 230 s.
5. Altukhov V. M. Vplyv shvydkosti rizannia na parametry syhnaliv akustychnoi emisii, yaki heneruiutsia / Naukovi visti Dalivskoho universytetu. № 19, 2020. Elektronne vydannia.
6. Altukhov V. M. Vplyv temperatury protsesu rizannia na amplitudu syhnaliv akustychnoi emisii / Naukovi visti Dalivskoho universytetu. № 19, 2020. Elektronne vydannia.

В статье рассмотрено применение сигналов акустической эмиссии для технической диагностики подшипников металлургических машин. Отмечено, что параметры сигналов акустической эмиссии, возникающих при фрикционном контакте деталей, зависят от условий проведения эксперимента. На моду амплитудного распределения сигналов акустической эмиссии влияние оказывают скоростной и температурный факторы. Важным является изучение совместного влияния скоростного и температурного факторов на моду и дисперсию амплитудного распределения сигналов акустической эмиссии. Разработана экспериментальная установка для проведения исследований в условиях физического моделирования. В условиях физического эксперимента получено подтверждение того, что сигналы акустической эмиссии, которые генерируются в зоне фрикционного контакта, несут определенную информацию о протекающих физических процессах. Установлено, что с повышением скорости трения качения мода амплитудного распределения сигналов акустической эмиссии увеличивается, а с увеличением температуры зоны контакта – уменьшается. Изменение моды амплитудного распределения сигналов акустической эмиссии от совместного действия скоростного и температурного факторов носит экстремальный характер. На участке, предшествующем точке излома, доминирующим является скоростной фактор, а на участке за точкой излома доминирующее влияние оказывает температурный фактор. Установлено, что с повышением температуры зоны фрикционного контакта увеличивается дисперсия амплитудного распределения сигналов акустической эмиссии. Условия проведения экспериментов и полученные результаты имеют качественное совпадение, количественные характеристики имеют разброс в связи с неточными условиями проведения экспериментов. Знание теоретических и экспериментальных зависимостей сигналов акустической эмиссии от различных факторов фрикционного контакта будет способствовать практическому использованию знаний не только в учебном процессе, но и при проведении технической диагностики металлургических машин на предприятиях.

Ключевые слова: подшипник, скорость, температура, амплитудное распределение, акустическая эмиссия.

The article deals with the application of acoustic emission signals for technical diagnostics of bearings of metallurgical machines. It is noted that the parameters of acoustic emission signals arising from frictional contact of parts depend on the conditions of the experiment. The mode of the amplitude distribution of acoustic emission signals is significantly influenced by the speed and temperature factors. It is important to study the combined effect of the velocity and temperature factors on the mode and dispersion of the amplitude distribution of acoustic emission signals. An experimental setup has been developed for carrying out research under conditions of physical modeling. Under the conditions of a physical experiment, it was confirmed that the acoustic emission signals generated in the frictional contact zone carry certain information about the ongoing physical processes. It was found that with an increase in the rolling friction rate, the amplitude distribution mode of acoustic emission signals increases, and with an increase in the contact zone temperature, it decreases. The change in the mode of the amplitude distribution of acoustic emission signals from the combined action of the speed and temperature factors is extreme. In the section preceding the break point, the speed factor is dominant, and in the section after the break point, the temperature factor is dominant. It was found that with an increase in the temperature of the frictional contact zone, the dispersion of the amplitude distribution of acoustic emission signals increases. The conditions of the experiments and the results obtained are in qualitative agreement, the quantitative characteristics are scattered due to the impossibility of exact coincidence of the conditions of the experiments. Knowledge of the theoretical and experimental dependences of the parameters of acoustic emission signals on various factors of frictional contact will contribute to the practical use of scientific knowledge not only in the educational process, but also during technical diagnostics of metallurgical machines in production conditions.

Key words: bearing, speed, temperature, amplitude distribution, acoustic emission.

Алтухов В. М. – канд. техн. наук, доцент, доцент кафедри Машинобудування та прикладна механіка Східноукраїнського національного університету імені Володимира Даля.