

«Розробка основ побудови системи захисту об'єктів від несанкціонованого доступу на базі акустичної емісії»

Основні наукові результати

Розроблено методику та експериментальну установку на базі мобільної акусто-емісійної системи для дослідження акустичного випромінювання при скрайбуванні поверхневих прошарків матеріалів. В основі її побудови покладено сучасні комп'ютерні технології з широким використанням гнучких програмних засобів управління та обробки акусто-емісійних даних.

Розроблено структуру програмного математичного забезпечення (ПМЗ) для реєстрації акустичного випромінювання, обробки його параметрів, їх аналізу, представлення результатів у вигляді графіків та їх збереження у вигляді логічних масивів даних. Структуру побудовано з можливістю виконання всіх операцій незалежно одна від одної. ПМЗ орієнтовано на обробку процесів випромінювання у вигляді імпульсної послідовності та у вигляді безперервного сигналу акустичної емісії. Розроблено структуру програмного графічного інтерфейсу управління, який побудовано у вигляді багаторівневих структур переходів. Створено ПМЗ, яке реалізовано на програмно орієнтованому мові C++.

При скрайбуванні поверхневих прошарків матеріалу алмазним індендером визначено, що процес випромінювання сигналів акустичної емісії (АЕ) спостерігається на поверхні матеріалу без структурної неоднорідності. Метод АЕ є чутливим до зміни характеру структурної неоднорідності. Перехід в проміжну зону між структурною неоднорідністю і вихідним матеріалом і далі перехід на вихідний матеріал фіксується в зміні параметрів сигналів і кута нахилу кривої накопичення кількості або енергії сигналів АЕ.

Встановлено, що при збільшенні навантаження на індендер відбувається стабілізація акустичного випромінювання, яке носить більш рівномірний характер, як за значеннями параметрів реєстрованих сигналів, так і за формуванням більш чітких змін нахилу кривих накопичення кількості і енергії реєстрованих сигналів АЕ. Останні придбають рівномірний характер зростання. При зменшенні лінійного розміру структурної неоднорідності і збільшенні швидкості переміщення індентеру за сигналами АЕ фіксуються більш чіткі переходи на поверхню вихідного матеріалу зі смуги структурної неоднорідності. В той же час, при зменшенні швидкості переміщення індентеру процес випромінювання, як в перехідній зоні, так і в зоні вихідного матеріалу носить нестабільний, не стійкий характер.

При скрайбуванні алмазним індендером поверхні матеріалу після полірування встановлено, що процеси акустичного випромінювання повністю відповідають акустичному випромінюванню, яке реєструється на поверхні до її полірування. При цьому зберігаються закономірності зміни залежностей параметрів сигналів АЕ при переході з поверхні зі структурною неоднорідністю на поверхню без неї і навпаки, а також зберігається вплив зміни величини навантаження на індендер і швидкості його переміщення на характер і параметри реєстрованих сигналів АЕ. В той же час, процес полірування має позитивний вплив на стабільність випромінювання з формуванням більш чітких змін нахилу кривих накопичення кількості і енергії сигналів АЕ в часі при менших значеннях навантаження. При цьому за сигналами АЕ відновлюється чергування смуг зі структурною неоднорідністю і смуг вихідного матеріалу.

Обробка сигналів АЕ при навантаженні поверхневого прошарку матеріалу індендером у вигляді шарику показала, що при збільшенні навантаження на індендер, збільшенні і зменшенні швидкості його переміщення процес акустичного випромінювання носить нестабільний характер у вигляді окремих сплесків, які фіксуються на всіх смугах досліджуваної поверхні. При цьому відсутні закономірності в зміні параметрів реєстрованих сигналів, які дозволяють фіксувати переходи з поверхні на поверхню з різною структурою. Це в певній мірі відноситься і до навантаження поверхні за допомогою алмазної головки від стандартного профілометра-профілографа.

Встановлено, що при скрайбуванні поверхневих прошарків матеріалу зі структурною неоднорідністю і без неї за допомогою індентеру, виготовленого з графіту, акустичне випромінювання спостерігається на ділянках вихідного матеріалу. Це відноситься, як до поверхні після

фінішного шліфування, так і до поверхні після виконання додаткової операції полірування, коли структурна неоднорідність стає невидимою. Однак, порівняно до скрайбування алмазним індентером, стабілізація акустичного випромінювання відбувається при значно більших навантаженнях на індентер та швидкостях його переміщення, що, очевидно, пов'язано зі зміною переважного механізму руйнування графіту за рахунок зсувної деформації, коли в часі не встигає розвиватися процес крихкого руйнування.

За сигналами АЕ при переміщенні графітового індентеру відтворюється послідовність чергування ділянок поверхні матеріалу зі структурною неоднорідністю і ділянок поверхні вихідного матеріалу. При переході індентеру з поверхні зі структурною неоднорідністю на поверхню вихідного матеріалу відбувається різка зміна кута нахилу залежності накопичення кількості сигналів АЕ в часі або їх енергії. На вихідному матеріалі залежність носить лінійний характер зростання з постійною швидкістю росту. Це стосується акустичного випромінювання реєстрованого, як на поверхні після фінішного шліфування, так і на поверхні після її полірування, коли структурні неоднорідності стають не видимими. За сигналами АЕ фіксується і перехідна зона – ділянка переходу з поверхні на поверхню з видозміненою структурою. Зменшення її впливу, як показали дослідження, можливо за рахунок сумування кількості сигналів, що реєструються в прямому і зворотному напрямках переміщення індентеру.

Існування перехідної зони на поверхні матеріалу, яка формується за рахунок нерівномірних напружень деформації, швидкості їх зміни і температурного поля при контактній механічній взаємодії інструменту з оброблюваною поверхнею, показує необхідність розробки спеціального інструменту або спеціальної технології нанесення структурної неоднорідності, яка потрібна мати рівномірний характер з мінімальним розміром перехідної зони.

Сформовано загальні підходи і структуру формування багаторівневого захисту об'єктів з використанням явища АЕ. В той же час, для надійної фіксації існуючої структурної неоднорідності, особливо невидимої структурної неоднорідності, необхідно визначити оптимальні умови розвитку процесів пружно-пластичного деформування індентеру з більш м'якого матеріалу, ніж досліджувана поверхня, які приводять до розвитку руйнування за єдиним механізмом. При цьому необхідно визначити розмір індентеру, умови його розташування і технологічні параметри випробувань, які приводять до максимальної стабілізації процесів акустичного випромінювання з можливістю визначення більш чітких границь між смугами вихідного матеріалу і структурної неоднорідності.

Практична цінність

Розроблено методику та експериментальну установку на базі сучасних вимірювальних технологій і комп'ютерної техніки для дослідження акустичного випромінювання при навантаженні поверхневих прошарків матеріалів, які можуть використовуватися при проведенні досліджень в області нанотехнологій, наприклад, з використанням нанаіндентування.

Визначені закономірності зміни процесу акустичного випромінювання і параметрів реєстрованих сигналів акустичної емісії можуть використовуватися при розробці методик контролю та визначення поверхневої структурної неоднорідності, а також при формуванні підходів до розробки технологій і систем захисту об'єктів.

Перелік основних наукових публікацій, доповідей на конференціях, семінарах

1. Babak V.P., Filonenko S.F. Mobile informational - measuring system for technical diagnostic of items //International conferens: Sensors & Systems. Proceedings.-Saint-Peters-burg, 2002.-v.II.-P.143-147.

2. Коваль П.М., Філоненко С.Ф., Сташук П.М. Дослідження автодорожнього мосту з використанням методу акустичної емісії //Міжвідомчий науково-технічний збірник: Автомобільні дороги і транспортне будівництво.-Випуск 64, 2002.-С.114-118

3. Бабак В.П., Філоненко С.Ф., Каліта В.М. Моделювання сигналів акустичної емісії при виникненні в матеріалі тріщин //Вісник НАУ, 2002.-№ 1.-С.5-10

4. Новиков И., Роцупкин В., Покрасин М., Чернов А., Филоненко С. Метод акустической эмиссии для диагностики и прогнозирования //Наука и технологии в промышленности.-№2(9), 2002.-С.56-57

5. Девин Л.Н., Лукаш В.А., Филоненко С.Ф., Стахнив Н.Е., Мельничук А.В., Найдено А.Г. Применение акустической эмиссии для исследования процессов течения и бурения / V Междунар. Конференция: Породоразрушающий и металло-обрабатывающий инструмент - техника и технология его изготовления и применения.- Тезисы докладов.-К.: ИСМ им.В.Н.Бакуля НАН Украины, 2002.-с.65-67.

6. Бабак В.П., Байса Д.Ф., Різак В.М., Філоненко С.Ф. Конструкційні і функціональні матеріали /Навчальний посібник.Ч1: Основи фізики твердого тіла. Конструкційні матеріали.-К.:Техніка, 2003.-344с.

7. Бабак В.П., Білецький А.Я. Детерміновані сигнали і спектри.-К.:Техніка, 2003.-455 с.

8. Бабак В.П., Филоненко С.Ф., Калита В.М. Оценки информативности параметров сигналов акустической эмиссии// Технологические системы № 3(19), 2003.-С.65-69

9. Babak V.P., Filonenko S.F. Methods for locating structural defects spots by acoustic emission signals// Вісник НАУ.-№2, 2003.-С.5-13

10. V. Babak, S.Filonenko. Technical diagnostics materials and elements of aviation designs dy the method of acoustic emission// Materials the World Congress "Aviation in the XXXI-st Century".- September 14-16, 2003, Kyiv, Ukraine.- P.2.1-2.7

11. Бабак В.П., Филоненко С.Ф., Калита В.М. Вплив величини навантаження на акустичне випромінювання при скрайбуванні алмазним індентером поверхні матеріалу зі структурною неоднорідністю// Технологические системы.- №4(20), 2003.-С.58-63

12. Бабак В.П., Филоненко С.Ф., Калита В.М. Акустическое излучение при скрайбировании алмазным индентером поверхности материала с невидимой структурной неоднородностью // Технологические системы № 1(21), 2004.-С.51-55

13. Бабак В.П., Филоненко С.Ф., Калита В.М. Акустическое излучение при скрайбировании поверхности материала графитовым индентером // Технологические системы № 3(23), 2004.-С.

14. Бабак В. П., Філоненко С.Ф., Куц Ю. В. Сучасні технології вимірювальної техніки /Методичні рекомендації до виконання лабораторних робіт. Частина 1.-К.:НАУ, 2004.- 56 с.

15. Бабак В.П., Філоненко С.Ф.Спосіб виділення сигналів акустичної емісії на фоні завод //Деклараційний патент на винахід (Україна), № 47257 А, G 01N 27/06, 29/06, 29/16, опубл. 17.06.2002, Бюл.№ 6

16. Бабак В.П., Філоненко С.Ф., Калита В.М. Спосіб ідентифікації об'єктів. Заявка на винахід № 2004020736, від 02.02.2004 р.