

АКУСТИЧНА ЕМІСІЯ ЯК ВІДОБРАЖЕННЯ МІКРОДИНАМІЧНИХ ПРОЦЕСІВ ПІД ЧАС ШЛІФУВАННЯ

В статті проведено аналіз інформаційних сигналів, які використовуються в якості вимірювальних для контролю та діагностування технологічних процесів. Розглянуто суть утворення та розповсюдження хвиль акустичної емісії. Наведені основні характеристики сигналів акустичної емісії та виділенні визначальні параметри даного сигналу. Встановлено, що параметри сигналу акустичної емісії досить тісно корелюють з показниками процесу шліфування. Наведені схема пристрою для акустичної емісійної діагностики та акустограми, які отримані під час шліфування сталі ШХ-15 та сталі 45. На акустограмі розрізняються три стадії процесу шліфування. Встановлено, що на сигнали акустичної емісії істотний вплив мають умови шліфування, зокрема використання ЗОР значно змінюють величину і дисперсію амплітуди сигналу акустичної емісії. Акустична емісія, з досить великою ефективністю, використовується не тільки для контролю процесу шліфування, а і для процесу правки шліфувального круга.

Ключові слова: інформаційний сигнал, акустична емісія, шліфування, правка круга.

Під час виготовлення роликотидшипників використовуються різноманітні технологічні процеси, які потребують контролю та вимірювання різноманітних технологічних параметрів. В сучасній промисловості в якості вимірювальних параметрів для контролю та вимірювання процесів застосовуються різноманітні інформаційні сигнали (акустична емісія, вібраційні хвилі, тощо) За останні десятиліття досить якісно розвинулася вимірювальна техніка, яка використовує сигнал акустичної емісії виробничого процесу.

Акустична емісія - це випромінювання пружних хвиль з твердого тіла (матеріалу) в результаті локальних мікродинамічних впливів на його структуру. Класичними джерелами АЕ є процес деформування, який пов'язаний з ростом дефектів, наприклад, тріщини або зони пластичної деформації. Процес генерації і виявлення АЕ наведено на рис.1. Раптовий рух джерела емісії викликає виникнення хвиль напружень, які поширюються в структурі матеріалу і досягають п'єзоелектронного перетворювача. По мірі зростання напруження, активізуються багато з наявних в матеріалі об'єкта джерел емісії. Електричні сигнали емісії, отримані в результаті перетворення датчиком хвиль напружень, посилюються, реєструються апаратурою і піддаються подальшій обробці і інтерпретації. Сигнал акустичної емісії містить в собі інформацію про перебіг фізичних процесів, які відбуваються під час тертя, деформування або руйнування матеріалу.

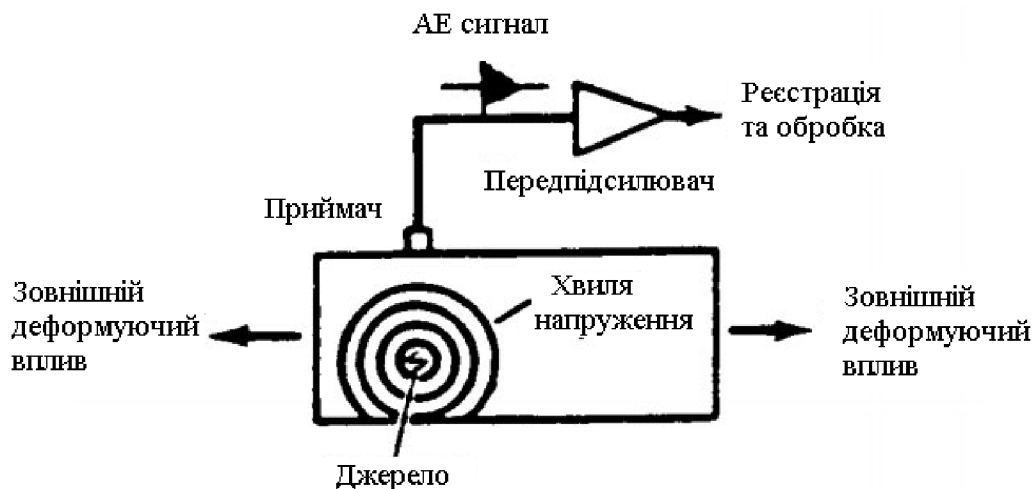


Рис. 1. Основні принципи акустичної емісії

При шліфуванні такі дії виникають в результаті контактів абразивних зерен з оброблюваним матеріалом в зоні контакту шліфувального круга з заготовкою. Локальні впливи абразивних зерен є процесами мікорізання, пластичного деформування мікрооб'ємів металу, пружного деформування з втомним руйнуванням. Акустична емісія є відображенням

ПЕРСПЕКТИВНІ ТЕХНОЛОГІЇ ТА ПРИЛАДИ

комплексу цих процесів, що виникають під дією мікроударних навантажень з боку абразивних зерен на оброблюваний матеріал. Частота таких навантажень досить висока, якщо врахувати кількість зерен і частоту обертання шліфувального круга.

Однак процеси реєстрації та опрацювання сигналів акустичної емісії є досить складними. Над удосконаленням приладів та застосуванням прикладних математичних програм для опрацювання сигналів працюють вчені різних країн та промислових корпорацій. Зокрема, були розроблені методика і засоби контролю сигналів акустичної емісії при шліфуванні, визначені інформативні параметри цих сигналів [1-3].

Основними характеристиками сигналів акустичної емісії є: кількість імпульсів в секунду; максимальна амплітуда імпульсу; енергія сигналу; тривалість імпульсу; час збільшення і спаду амплітуди; тривалість імпульсу (10^{-8} - 10^{-4} с) і їх енергія (10^{-9} - 10^{-5} Дж); амплітуда коливання (10^{-14} - 10^{-7} м); інтервал частот від кілогерц до сотень мегагерц., тощо. В сигналі акустичної емісії виділяють два визначальні параметри, а саме середню амплітуду сигналу A і дисперсію амплітудного спектру D .

В результаті досліджень було встановлено, що параметри сигналу акустичної емісії досить тісно корелюють з показниками процесу шліфування, наприклад, з величиною швидкості зняття металу.

Для дослідження процесів утворення акустичної емісії застосовуються різні конструкції приладів та апаратури. Зокрема, відома конструкція (рис. 2), яка дозволяє записувати акустограми на базовій частоті 200 кГц. Як датчик використовується п'єзоелектричний перетворювач.

На рис. 3 приведена акустограма, отримана при шліфуванні сталі ШХ15 з постійним зусиллям притиску шліфувального круга.

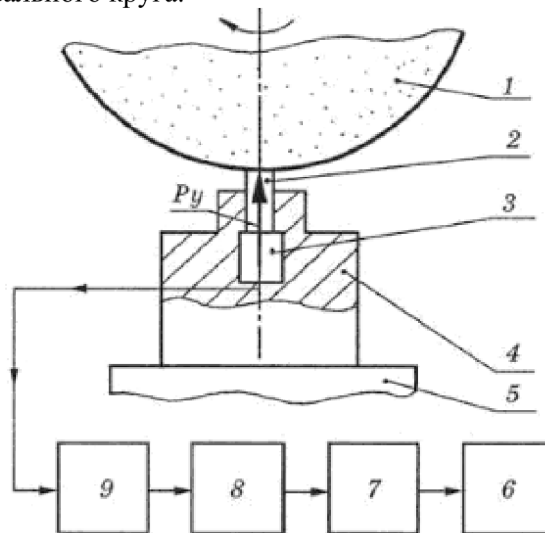


Рис. 2. Схема пристрою для акустичної емісійної діагностики: 1 - шліфувальний круг; 2 - оброблюваний зразок; 3 - п'єзоелектричний датчик; 4 - державка; 5 - стіл верстата; 6 - принтер; 7 - комп'ютер; 8 - електронний блок; 9 - попередній підсилювач

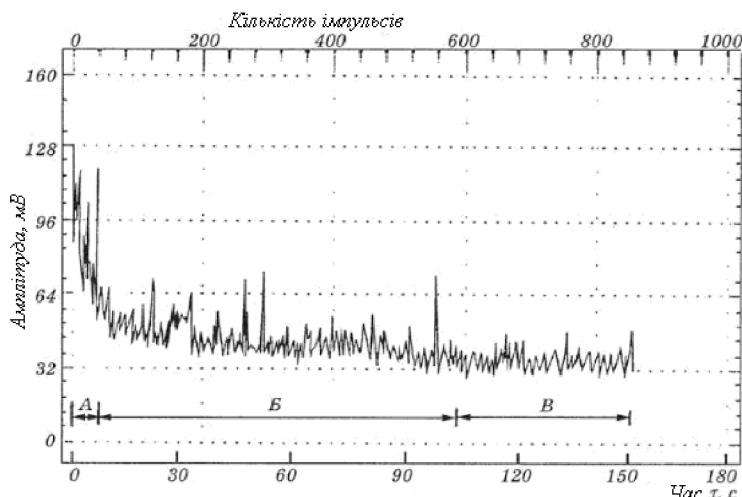


Рис. 3. Акустограма, отримана при шліфуванні сталі ШХ15

ПЕРСПЕКТИВНІ ТЕХНОЛОГІЇ ТА ПРИЛАДИ

На акустограмі розрізняються три стадії процесу шліфування за час 180 с (відповідає 1000 відлікам по осі абсцис). На першій стадії А - високий рівень амплітуди і дисперсії амплітуд, який відповідає високій ріжучій здатності круга; на другій стадії Б - зниження рівня амплітуди і дисперсії і, відповідно, зменшення ріжучої здатності круга в зв'язку з його затупленням; третя стадія В з низькими параметрами акустичної емісії обумовлена затупленням круга. У табл. 1 наведені значення параметрів акустичної емісії для різних стадій процесу шліфування сталей 45 і ШХ15.

Таблиця 1

Значення параметрів акустичної емісії для різних стадій процесу шліфування сталей 45 і ШХ15

Параметри акустичної емісії, мВ	Стадії процесу					
	1		2		3	
	Марка сталі, яка шліфується					
	ШХ15	45	ШХ15	45	ШХ15	45
Середня амплітуда	74,5	79,5	42,3	38,7	34,9	32,1
Максимум	128	131	73	62	49	45
Мінімум	50	45	34	25	27	21
Дисперсія	332,3	350,6	27,7	62,6	12,6	19,4
Середнє квадратичне відхилення	18,2	18,7	5,2	7,9	3,5	4,4

Умови шліфування істотно впливають на сигнали акустичної емісії. Так, на рис. 4 представлені акустограми, які отримані при шліфуванні сталі 45 методом врізання з постійною швидкістю подачі. Очевидно, що використання ЗОР (див. рис. 4, а) або її відсутність (див. рис. 4, б) значно змінюють величину і дисперсію амплітуди сигналу.

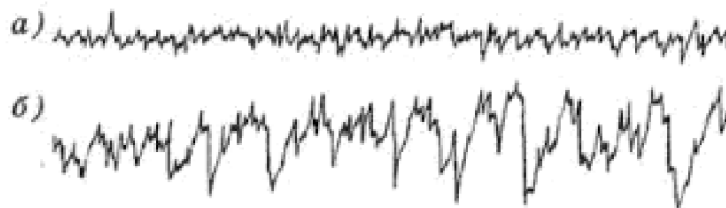


Рис. 4. Акустограми, які отримані при шліфуванні сталі 45

На рис. 5 показаний зв'язок величини дисперсії амплітуди сигналу акустичної емісії зі швидкістю зняття металу; коефіцієнт кореляції становить 0,75-0,83.

У роботах закордонних вчених [4, 5] показано, що акустична емісія використовується для контролю як процесу шліфування, так і процесу правки шліфувального круга.

Круги на гальванічній зв'язці зернистістю 250/200 ... 125/100 є одношаровими (наноситься один шар зерен ельбор або алмазу) і не підлягають виправленню. Однак після нанесення робочий шар має досить грубий мікрорельєф: при зерні 250/200 R_{max} параметр мікрорельєф шар дорівнює 15 ... 25 мкм, при зерні 160/125 - R_{max} = 10 ... 18 мкм. Це не дозволяє отримати необхідну шорсткість шліфованої поверхні. З метою усунення зазначеного недоліку виконують згладжування профілю робочого шару за допомогою алмазного інструменту – «правку».

Сутність цього процесу полягає (рис. 6) в послідовному зніманні тонких шарів (~ 1 мкм) і загальному зніманні 5 ... 10 мкм. Після «правки» R_{max} параметр для шару з зерном 250/200 становить 6 ... 6,5 мкм. Сигнал про протікання і закінчення процесу отримується методом акустичної емісії від датчика, встановленого на шпindelі круга.

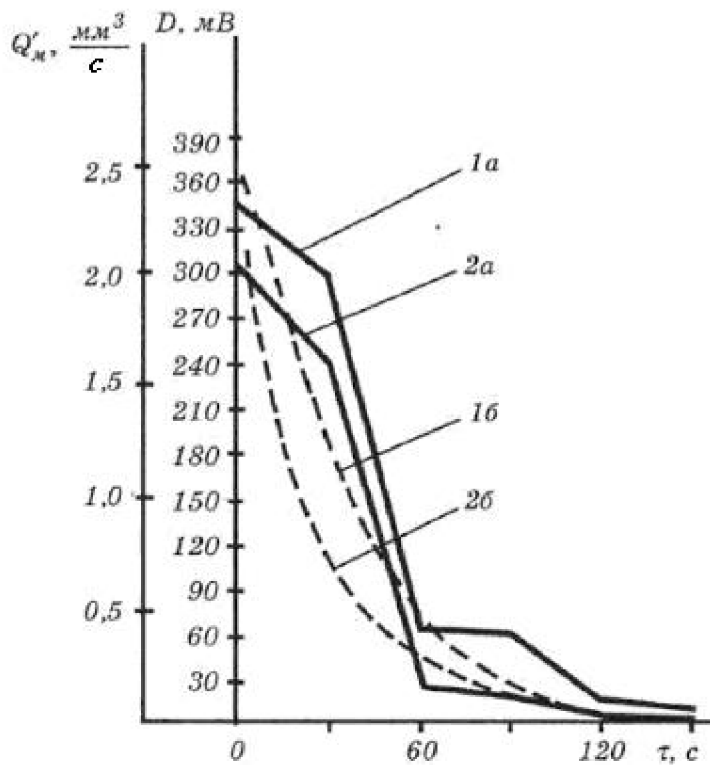


Рис. 5. Залежності швидкості зняття металу Q'_m (1а, 2а) та параметра акустичної емісії D (1б, 2б) від часу шліфування τ сталі ШХ15 (1) і сталі 45 (2)

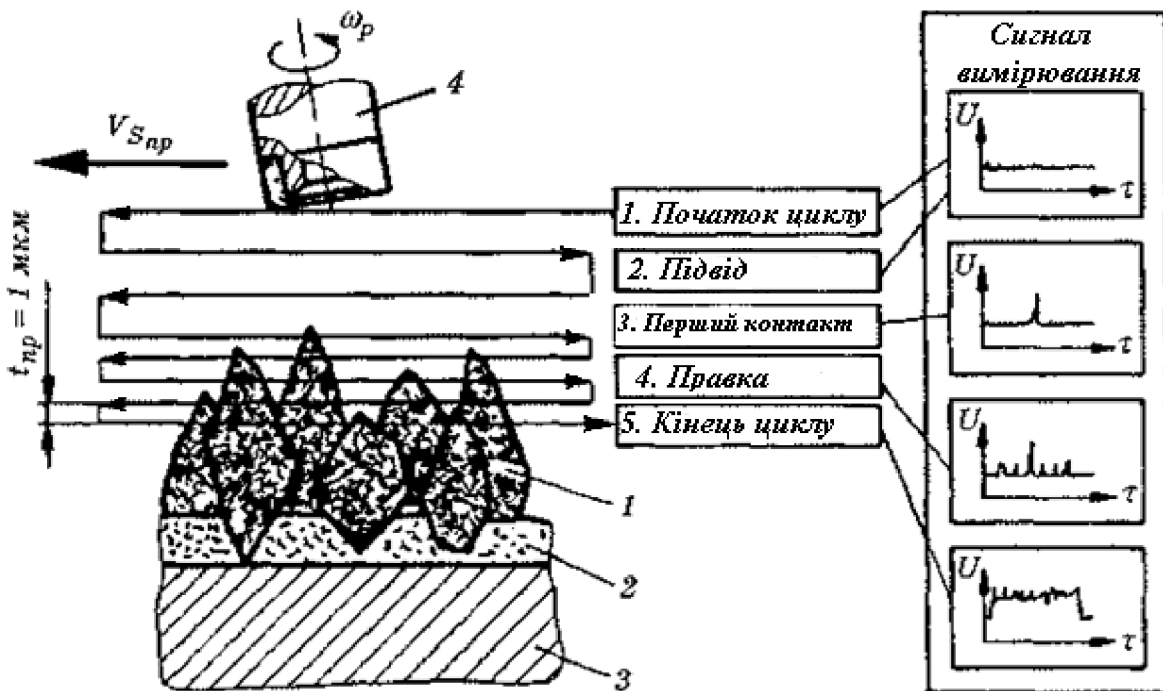


Рис. 6. Схема правки алмазного (ельборового) круга на гальванічній звязці: 1 - зерна ельбора (алмаза); 2 - звязка; 3 - корпус круга; 4 - алмазний правильний круг.

Результати досліджень показують, що параметри акустичної емісії можуть бути ефективно використані для комп'ютерної діагностики процесу шліфування. Однак, застосування акустичної емісії у технологічному процесі виготовлення незважаючи на вказані переваги містить і деякі труднощі. Зокрема: існують складнощі у виділенні корисного сигналу серед шумових сигналів виробничого обладнання; проектування спеціальних датчиків для реєстрації сигналів акустичної емісії; визначення місць встановлення датчиків на виробничому обладнанні для найбільш ефективного сприйняття інформаційного сигналу.

Інформаційні джерела

1. Грешников В.А. Акустическая эмиссия / В. Грешников, Ю. Дробот - М.: Изд-во стандартов, 1976. - 276.
2. Кремень З. И. Технология шлифования в машиностроении/ [Кремень З. И., Юрьев В. Г., Бабошкин А. Ф.] - СПб.: Политехника, 2015. - 424 с.: ил.
3. Неразрушающий контроль: Справочник: в 7 т. Под общ. ред. Клюева В.В. Т.7: в 2 кн. Кн.1: Иванов В.И., Власов И.Э. Метод акустической эмиссии. – М.: Машиностроение, 2005. - 829 с.
4. Sotirios J. Vahaviolos (1999). Acoustic Emission: Standards and Technology Update. STP-1353. Philadelphia, PA: ASTM International (publishing).
5. Acoustic emission/ microseismic activity. Volume 1. Principles, Techniques, and Geotechnical Applications H. Reginald Hardy, Jr. The Pennsylvania State University, University Park, Pennsylvania, USA

Мороз С.А., к.т.н. Петрук И.В., магистрант Петрук О.В., магистрант
Луцкий национальный технический университет

АКУСТИЧЕСКАЯ ЭМИССИЯ КАК ОТРАЖЕНИЕ МИКРОДИНАМИЧНЫХ ПРОЦЕССОВ ПРИ ШЛИФОВАНИИ

В статье проведен анализ информационных сигналов, которые используются в качестве измерительных для контроля и диагностирования технологических процессов. Рассмотрена сущность образования и распространения волн акустической эмиссии. Приведены основные характеристики сигналов акустической эмиссии и выделения определяющие параметры данного сигнала. Установлено, что параметры сигнала акустической эмиссии достаточно тесно коррелируют с показателями процесса шлифования. Приведенная схема устройства для акустической эмиссионной диагностики и акустограммы, полученные во время шлифовки стали ШХ-15 и стали 45. На акустограммы различаются три стадии процесса шлифования. Установлено, что на сигналы акустической эмиссии существенное влияние оказывают условия шлифовки, в частности использование СОЖ значительно изменяют величину и дисперсию амплитуды сигнала акустической эмиссии. Акустическая эмиссия, с достаточно большой эффективностью, используется не только для контроля процесса шлифования, но и для процесса правки шлифовального круга.

Ключевые слова: информационный сигнал, акустическая эмиссия, шлифовка, правка круга.

S. Moroz, I. Petruk, O. Petruk

Lutsk national technical University

ACOUSTIC EMISSION AS MICRO REFLECTION PROCESSES DYNAMICALLY AT THE GRINDING

The article analyzes information signals, which are used as measuring instruments for monitoring and diagnosing technological processes. The essence of formation and propagation acoustic emission waves is considered. The main characteristics of acoustic emission signals and the identification of the determining parameters a given signal are given. It is established that the parameters of the acoustic emission signal are closely correlated with the parameters grinding process. The resulted scheme of the device for acoustic emission diagnostics and acoustograms obtained during the grinding of steel ШХ-15 and steel 45. On acoustograms three stages of the grinding process differ. It is established that the acoustic emission signals are significantly influenced by grinding conditions, in particular, the use of coolant significantly changes the magnitude and dispersion of the amplitude acoustic emission signal. Acoustic emission, with rather high efficiency, is used not only to control the grinding process, but also for the process of dressing the grinding wheel.

Key words: information signal, acoustic emission, grinding, circle correction.