

Є.О. ЗАЙЦЕВ

Інститут електродинаміки НАН України

В.Є. СИДОРЧУК, І.В. СИДОРЧУК

Київський національний торговельно-економічний університет

А.М. ШПИЛЬКА

Полтавський національний технічний університет ім. Ю. Кондратюка

ЗАСТОСУВАННЯ МЕТОДУ НАЙМЕНШИХ КВАДРАТІВ ПРИ ОБРОБЦІ МОНІТОРИНГОВОЇ ІНФОРМАЦІЇ ШЛІФУВАЛЬНОГО ОБЛАДНАННЯ

В статті розглянуто метод виділення з часового ряду періодичної складової вібраційного процесу. Представлено експериментальний прототип системи вимірювання вібрацій для промислового шліфувального обладнання. Наведено результати експериментальних досліджень запропонованого методу виключення періодичних складових із основного часового ряду вібраційного процесу.

Ключові слова: моніторинг, вібродіагностика, тригонометрична інтерполяція, метод найменших квадратів, періодична компонента, вібрації, процес шліфування.

E.O. ZAITSEV

Institute of Electrodynamics of NAS of Ukraine

V.E. SYDORCHUK, I.V. SYDORCHUK

Kyiv National University of Trade and Economics

A.N. SHPILKA

Poltava National Technical Yuri Kondratyuk University

USING THE METHOD OF LEAST SQUARES FOR ALLOCATION PERIODIC COMPONENT OF THE DIAGNOSTIC INFORMATION

Annotation: In paper presented experimental prototype vibration measurement systems for industrial grinding equipment. For system designed method of time series of periodic vibration component process is considered. There are presented the results of experimental studies of the proposed method to exclude the periodic components of the basic time series of vibration process.

Keywords: monitoring, vibration, trigonometric interpolation, least squares method, periodic component, vibrations, grinding treatment

Вступ

Промислове застосування синтетичних алмазів та інших надтвердих матеріалів стало важливим фактором розвитку машинобудування, підвищення продуктивності праці та поліпшення якості продукції, що випускається. Створення інструментів із синтетичних алмазів відкрило широкі перспективи розвитку металообробного виробництва, тому що з'явилася можливість ефективно обробки надтвердих і надміцних матеріалів. В особливій мірі це відноситься до операцій шліфування, на яких остаточно формуються параметри якості та точності обробки. Застосування алмазних кругів при обробці важкооброблюваних матеріалів обумовлене унікальними фізичними, механічними, термічними, електричними і хімічними властивостями алмазних зерен, таких твердість, жорсткість та зносостійкість, різальна здатність, однорідність і щільність структури, міцність алмазних зерен. Малий коефіцієнт теплового розширення, висока теплопровідність і низький коефіцієнт тертя [1] створюють передумови для виконання ефективно абразивно-алмазної обробки важкооброблюваних матеріалів. Проблемі ефективного використання алмазних кругів на операціях шліфування приділяється значна увага, однак розроблені процеси алмазного шліфування застосовні в основному при чистовому шліфуванні та доведенні, тобто при зніманні відносно невеликих припусків. Використання їх в умовах попереднього шліфування, тобто при зніманні значних припусків, як правило, економічно недоцільно, що пов'язано з відносно низькою продуктивністю обробки та високим зношуванням круга [2].

Аналіз досліджень та публікацій

На сучасному етапі алмазно-абразивна обробка характеризується пошуком шляхів підвищення продуктивності і економічної рентабельності процесу, якості і точності оброблюваних деталей. Одним із факторів, що в значній мірі визначає ефективність процесу шліфування, є його вібраційна стабільність. Питання підвищення вібраційної стабільності на сьогоднішній день особливо важливі в зв'язку з поширенням використання гнучких автоматизованих виробництв. В інструментальному виробництві розвивається нова тенденція – розробка автоматизованого роботехнічного обладнання, яке по своїм характеристикам і функціональним можливостям буде відповідати сучасним потребам у наукомісткій техніці [3].

Стабільність процесу обробки визначається постійністю вихідних показників шліфування деталей за період всього часу роботи обладнання. При цьому, важливим резервом підвищення стабільності якості обробки є покращення експлуатаційних характеристик обладнання, які визначаються необхідною жорсткістю, демпфуючою здатністю і вібростійкістю [4, 5, 6]. Розробка сучасних методів аналізу моніторингової інформації, отриманої під час виконання операцій шліфування, дозволяє визначити стан

Вирішення отриманої системи лінійних алгебраїчних рівнянь відносно коефіцієнтів c_0, \dots, c_m проводиться за допомогою методу МНК. В результаті, на основі знайдених коефіцієнтів c_0, \dots, c_m , виникає можливість побудувати апроксимуючу криву, тобто знайти періодичні складові вібраційного процесу.

Експериментальні дослідження

Теоретичні положення запропонованого методу були перевірені при аналізі діагностичної інформації, отриманої при вимірюванні вібрації системи алмазного шліфування твердого сплаву ВК8. Параметри механічних коливань знімалися за допомогою спеціального модуля (рис. 1), що являє собою горизонтальну консольну пластину, на якій закріплена каретка із оброблюваним зразком. На вільному кінці пластини розміщений аналоговий датчик Холу, що фіксує зміну напруженості магнітного поля при зміні положення пластини відносно магнітної плити шліфувального верстату і, таким чином, надає інформацію про параметри механічних коливань системи в процесі шліфувальної обробки.



Рис. 1. Модуль для визначення параметрів механічних коливань в процесі шліфування

При проведенні досліджень параметри механічних коливань були синхронізовані з частотою обертання алмазного круга. Реалізація синхронізації здійснювалась шляхом розміщення магніту на шківі пасової передачі верстату та встановлення біля нього цифрового датчика Холу, як показано на рис. 2. При кожному повному оберті круга датчик генерував прямокутний імпульс. На рис. 3 приведено осцилограми механічних коливань та імпульсів синхронізації з частотою обертання круга.

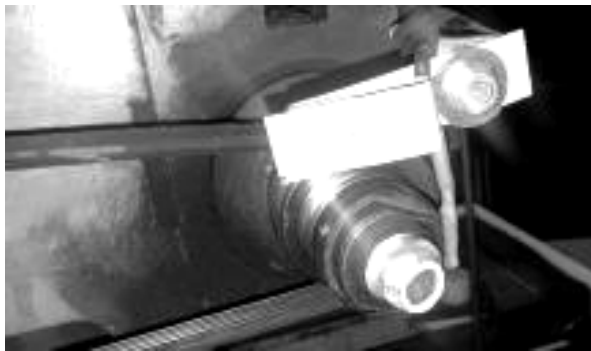


Рис. 2. Модуль синхронізації з частотою обертання алмазного круга

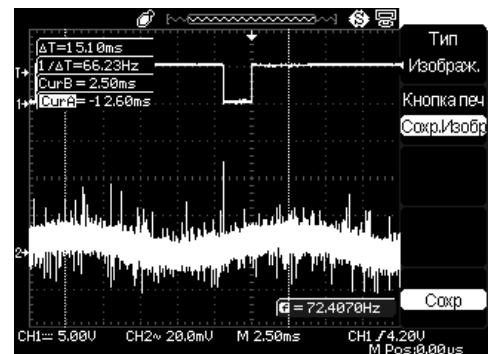


Рис. 3. Осцилограма параметрів механічних коливань, суміщеними з частотою обертання круга

На рис. 4.а зазображено графік вібраційного процесу, що має місце при роботі шліфувального круга під час холостого ходу. На рис. 4.б зображена виділена періодична складова, а на рис. 4.в – шумова складова вібраційного процесу. На рис. 4.г приведено розподіл шумової складової за амплітудою формою, яка найбільш подібна до розподілу Гауса. Дослідження проводилися при попередньому виключенні трендових складових.

Аналогічні результати були досягнуті при дослідженні вібрації алмазного круга в момент притискання до деталі (рис. 5) та під час шліфування деталі (рис.6).

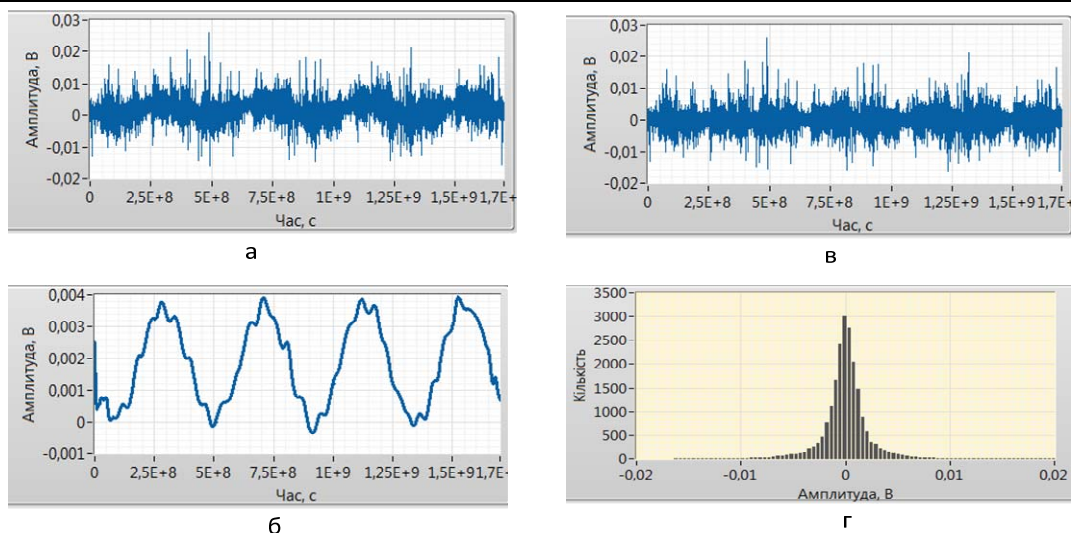


Рис. 4. Графіки механічних коливань, що виникають при холостому ході круга

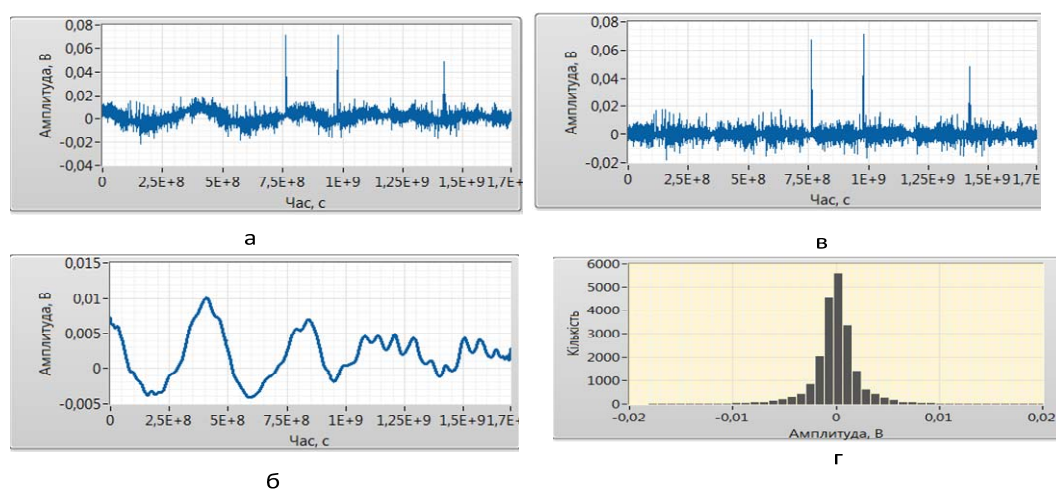


Рис. 5. Механічні коливання, що виникають під час притискання кула до заготовки з BK8

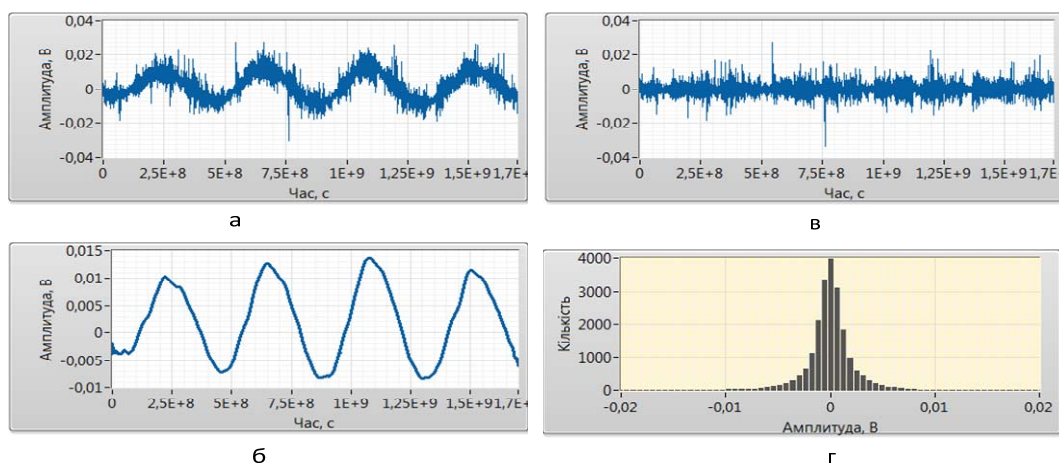


Рис. 6. Механічні коливання, що виникають в процесі шліфування заготовки з BK8

Висновок

Вирішення проблеми обґрунтування шляхів підвищення продуктивності та якості обробки має важливе і актуальне значення. Застосування МНК до досліджуваних вібрацій алмазного шліфування дозволяє виділити періодичні складові процесу, що пропорційні періодичності процесів, спричинених роботою системи ВПД при алмазному шліфуванні твердих сплавів. Проведене розділення дозволяє провести більш детальний аналіз періодичних та шумових складових вібраційного процесу механічної обробки. Такий аналіз, проведений безпосередньо під час робочого процесу, дає можливість своєчасного управління шліфуванням для підвищення його якості або припинення процесу в разі неможливості досягнення заданих параметрів.

Література

1. Иванова Т.Н. Повышение эффективности торцового алмазного шлифования пластин из труднообрабатываемых сталей на основе изменения температурно-силовых условий процесса: дис. д.т.н.: 05.02.08 / Т.Н. Иванова. – Чайковский, 2014. – 418 с.
2. Новіков Ф.В. Високопродуктивне алмазне шліфування: монографія / Ф. В. Новіков. – Х. : Вид. ХНЕУ ім. С. Кузнеця, 2014. – 412 с. (Укр. мов.)
3. Новиков Н.В. Проблемы производственной и социальной восприимчивости высоких технологий в области инструментального производства // Инструментальный світ. – 2003. – №4. – С. 4-6.
4. Кедров С.С. Колебания металлорежущих станков. – М.: Машиностроение, 1978. – 199 с.
5. Братан С.М. Анализ влияния колебаний, передаваемых через фундамент станка, на качество процесса шлифования / С.М. Братан, Е.А. Владецкая // Вестник НТУ "ХПИ". - 2008. – №35. – с. 13-22.
6. Алейникова, М.А. Повышение эффективности процесса плоского шлифования на основе анализа влияния динамических факторов / М.А. Алейникова, Н.Н. Агаркова, О.А. Кривенцова // Инструмент и технологии. – 2008. – №25. – Вып. 1. – с. 44-48.
7. Зайцев Є.О., Лісогор М.В. Застосування метода Берга для аналізу вібросигналів, отриманих за допомогою лазерних сенсорів // Електроніка і зв'язь: науко-технічний журнал. – 2014. – Т. 19, № 6(83). – С. 66-72.
8. Sribulov M. Ground Vibration Engineering: Simplified Analyses with Case Studies and Examples/Netherlands.: Springer – 2010. – 233 p.
9. Марпл С. Л. Цифровой спектральный анализ и его приложения // Пер. с англ. – М.: Мир. – 1990. – 584 с.
10. Ю.В. Попов О выделении периодической компоненты из временного ряда показателя количества катастроф // Проблемы безопасности полетов – 2008.

References

1. Ivanova T.N. Povyshenie ehffektivnosti tortsovogo almaznogo shlifovaniya plastin iz trudnoobrabatyvaemyh staley na osnove izmeneniya temperaturno-silovykh usloviy protsessu: dis. d.t.n.: 05.02.08 / T.N. Ivanova. – CHaykovskiy, 2014. – 418 s.
2. Novikov F.V. Visokoproduktivne almazne shlifuvannya: monografiya / F. V. Novikov. – H. : Vid. HNEU im. S. Kuznetsya, 2014. – 412 s. (Ukr. mov.)
3. Novikov N.V. Problemy proizvodstvennoy i sotsial'noy vospriimchivosti vysokih tekhnologiy v oblasti instrumental'nogo proizvodstva // Instrumental'niy svit. – 2003. – №4. – S. 4-6.
4. Kedrov S.S. Kolebaniya metallorazhushhih stankov. – M.: Mashinostroenie, 1978. – 199 s.
5. Bratan S.M. Analiz vliyaniya kolebaniy, peredavaemykh cherez fundament stanka, na kachestvo protsessu shlifovaniya / S.M. Bratan, E.A. Vladetskaya // Vestnik NTU "HPI". - 2008. – №35. – с. 13-22.
6. Aleynikova, M.A. Povyshenie ehffektivnosti protsessu ploskogo shlifovaniya na osnove analiza vliyaniya dinamicheskikh faktorov / M.A. Aleynikova, N.N. Agarkova, O.A. Kriventsova // Instrument i tekhnologii. – 2008. – №25. – Vyp. 1. – с. 44-48.
7. Zaitsev C.O., Lisogor M.V. Zastosuvannya metoda Berga dlya analizu vibrosignaliv, otrimanih za dopomogoyu lazernih sensoriv // Elektronika i svyaz': nauchno-tekhnicheskij zhurnal. – 2014. – T. 19, № 6(83). – S. 66-72.
8. Sribulov M. Ground Vibration Engineering: Simplified Analyses with Case Studies and Examples/Netherlands.: Springer – 2010. – 233 p.
9. Marpl S. L. Tsifrovoy spektral'nyy analiz i ego prilozheniya // Per. s angl. – M.: Mir. – 1990. – 584 s.
10. YU.V. Popov O vydelenii periodicheskoy komponenty iz vremennogo ryada pokazatelya kolichestva katastrof // Problemy bezopasnosti poletov – 2008.

Рецензія/Peer review : 4.11.2015 р.

Надрукована/Printed :13.12.2015 р.