

ỨNG DỤNG BIẾN ĐỔI FOURIER NHANH ĐỂ XÁC ĐỊNH TẦN SỐ DAO ĐỘNG RIÊNG CỦA MÁY KHOAN XOAY CẦU CБШ-250T

LÊ NGỌC DŨNG - Trường Đại học Công nghệ Đồng Nai
ĐẶNG VĂN CHÍ - Trường Đại học Mở-Địa chất
Email: dangvanchi1972@gmail.com

Công tác khoan nổ mìn là một trong những công đoạn quan trọng, quyết định đến sản lượng khai thác và hiệu quả sản xuất kinh doanh của xí nghiệp mỏ. Khoan là một quá trình phức tạp và có nhiều tham số công nghệ ảnh hưởng đến hiệu quả quá trình khoan. Hiện nay, ở các mỏ khai thác lộ thiên nước ta và đặc biệt vùng Quảng Ninh, có các điều kiện địa chất rất phức tạp, tính chất cơ lý và độ cứng đất đá thay đổi với biên độ rộng. Đó là một trong những nguyên nhân chính gây rung động trong quá trình khoan. Rung quá mức sẽ ảnh hưởng trực tiếp đến tuổi thọ của thiết bị khoan và máy khoan. Một mặt, chúng tạo ra ô nhiễm tiếng ồn công nghiệp, mặt khác rung lắc mạnh, ảnh hưởng trực tiếp đến sức khỏe của người vận hành. Giới hạn về độ rung đã được các nhà sản xuất khuyến cáo nhằm đảm bảo độ bền và tuổi thọ của máy khoan, sức khỏe cho người lao động,...

Vì vậy, việc nghiên cứu ứng dụng phép biến đổi Fourier nhanh (Fast Fourier Transform) (FFT) để khảo sát và phân tích rung động cho máy khoan xoay cầu CБШ-250T không chỉ có tính thời sự và mang ý nghĩa khoa học, nó còn có ý nghĩa thực tiễn, mang lại hiệu quả cho sản xuất. Trên cơ sở biểu đồ phổ (Spectrum) rung động có thể can thiệp vào hệ thống điều khiển máy khoan, lựa chọn các thông số công nghệ hợp lý, phù hợp với độ cứng đất đá, giảm độ rung cho máy trong quá trình khoan.

Rung động trong quá trình khoan có thể xem như một cơ chế để kiểm soát tốc độ quay và lực ấn mũi khoan. Trong một số máy hiện đại, các nhà sản xuất đã tích hợp các thiết bị cảm biến đo độ rung. Thông tin về độ rung tức thời hay độ rung trung bình sẽ là thông số quan trọng để kiểm soát các thông số khoan và tối ưu hóa năng suất khoan.

1. Thực nghiệm đo độ rung [1], [5]

1.1. Xác định vị trí đo và đối tượng đo

Nhóm tác giả đã tiến hành đo thực tế về độ rung, thu thập số liệu và tài liệu kỹ thuật trên máy khoan xoay cầu CБШ-250T của Nga, đang được sử dụng khá phổ biến trên các công trường khai thác lộ thiên nước ta, đặc biệt tại các mỏ ở khu vực Quảng Ninh. Máy dễ vận hành, bảo dưỡng và sửa chữa, đặc biệt các xí nghiệp mỏ đều có một đội ngũ cán bộ kỹ thuật có tay nghề, kinh nghiệm, được đào tạo chuyên môn tốt về điều khiển và vận hành loại máy này. Các thông số kỹ thuật cơ bản của máy khoan CБШ-250T xem trong Bảng 1.

Bảng 1. Các thông số kỹ thuật chính máy khoan CБШ-250T

No	Các thông số cơ bản	Đơn vị	Giá trị định mức
1	Chiều sâu khoan tối đa	m	32
2	Tốc độ quay ty khoan	vòng/phút	150
3	Ứng lực nén gương khoan	tấn	<30
4	Tốc độ ăn sâu mũi khoan	m/giờ	0-65
5	Tốc độ lên ty khoan	m/phút	<5
6	Áp lực nén khí	at	7
7	Độ dốc đường di chuyển tối đa	độ	10
8	Điện áp cung cấp	V	400
9	Công suất đặt	kVA	380

1.2. Thực hiện đo và thu thập số liệu đo độ rung [6], [7]

Rung động trên máy khoan xoay cầu CБШ-250T được lấy trực tiếp trên cần khoan, vì đây là nơi xuất hiện và phát sinh các hiện tượng rung động do cần khoan chịu ảnh hưởng trực tiếp của điều kiện địa chất mỏ, độ cứng của đất đá. Vì vậy, chúng tôi đã gắn bộ đỡ của Card NI-MyRIO ngay trên cần khoan của Công ty Than Cao Sơn (xem H.1).

Bảng 2. Trích lược số liệu ghi độ rung dạng bảng cơ sở dữ liệu Excel

	A	B	C	D	E	F
1	Samples - X-Axis	Acceleration (g) - X-Axis	Samples - Y-Axis	Acceleration (g) - Y-Axis	Samples - Z-Axis	Acceleration (g) - Z-Axis
2	5706	-1.00391	5706	-0.0390625	5706	0.0429687
3	5707	-0.933594	5707	0.03125	5707	0.03125
4	5708	-0.96875	5708	0.0117187	5708	0.0976562
5	5709	-0.945312	5709	0.105469	5709	0.0664062
6	5710	-0.992187	5710	0.0195312	5710	0.0546875
7	5711	-0.9375	5711	0.0820312	5711	0.0390625
8	5712	-0.984375	5712	0.0546875	5712	0.0078125
9	5713	-0.992187	5713	0.136719	5713	0.203125
10	5714	-1.00781	5714	0.0234375	5714	0.0351562
11	5715	-0.980469	5715	0.144531	5715	0.238281
12	5716	-1.00391	5716	0.0507812	5716	0.0664062
13	5717	-0.972656	5717	0.183594	5717	0.28125
14	5718	-0.972656	5718	0.0078125	5718	-0.0507812
15	5719	-0.984375	5719	0.171875	5719	0.175781
16	5720	-0.972656	5720	0.0625	5720	0.152344
17	5721	-0.964844	5721	0.136719	5721	0.222656
18	5722	-1.01953	5722	0.0507812	5722	0.199219
19	5723	-0.941406	5723	0.046875	5723	0.0703125

Trong quá trình thực nghiệm đo độ rung tại hiện trường, nhóm tác giả đã sử dụng Card NI-MyRIO-1900 của hãng National Instruments để thu thập dữ liệu. Giám sát bằng phần mềm LabVIEW với các tính năng kết nối giám sát trực tuyến, truyền nhận dữ liệu không dây bằng sóng Wifi và kết quả đo được tự động ghi lại trên cơ sở dữ liệu Excel (xem Bảng 2).



H.1. Lắp thiết bị đo trên máy khoan ở Công ty CP than Cao Sơn

2. Ứng dụng Fourier nhanh (FFT) để xác định tần số dao động riêng cho máy khoan

2.1. Phương pháp biến đổi FFT [3]

Phương pháp biến đổi FFT được sử dụng trong nghiên cứu này để xác định các tần số dao động

riêng cơ bản của máy khoan xoay cầu CBW-250T. Phương pháp FFT dùng thuật toán để biến đổi chuỗi dữ liệu từ miền thời gian sang miền tần số. Công thức cơ bản của phương pháp là:

$$X_k = \sum_{j=0}^{N-1} x_j \cdot e^{-\frac{2\pi i}{N} k j}; k = 0, 1, 2, \dots, N-1. \quad (1)$$

Trong đó: x_j - Biến dữ liệu trong miền thời gian; X_k - Biến dữ liệu miền tần số; $N=2^n$ - Số nguyên; $t_j=j \cdot \Delta t$ với $j=0-(N-1)$; $j=-1$ là số phức.

Dữ liệu miền tần số được thể hiện theo hai cách: Một là phổ biên độ xác định theo công thức:

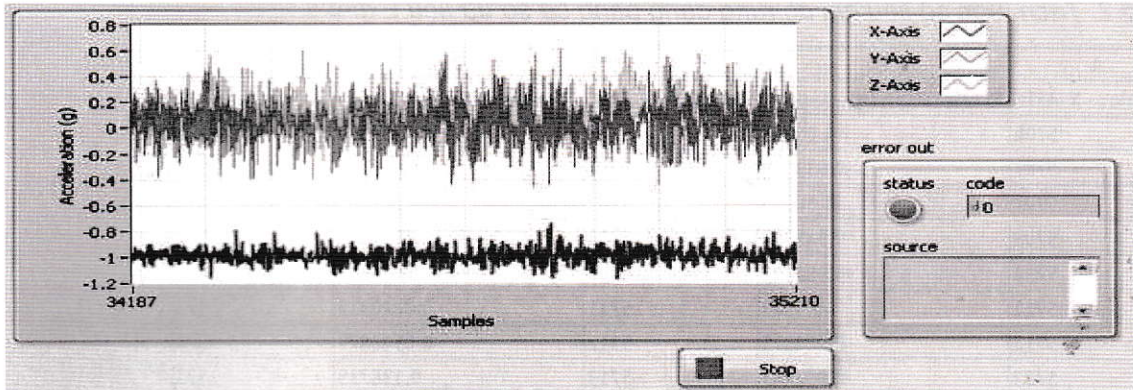
$$A_k = |X_k| \cdot 2/N; \quad (2)$$

Hai là phổ công suất, xác định theo công thức:

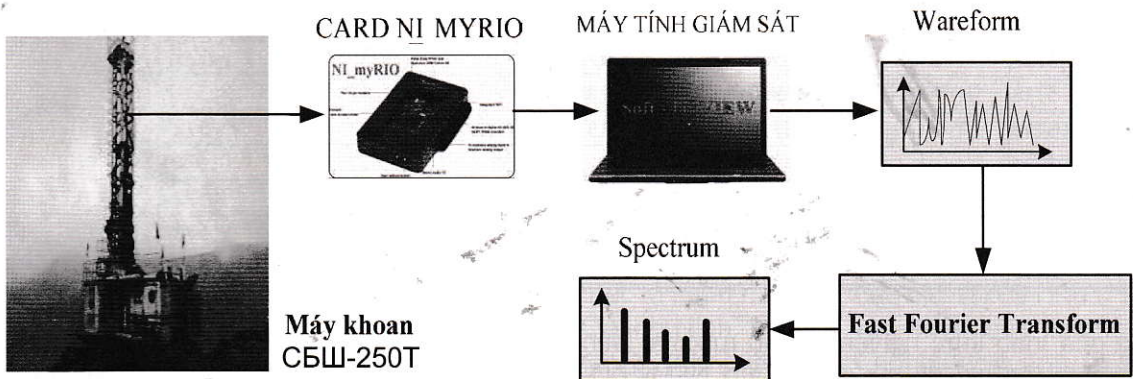
$$A_k = |X_k|^2 / N. \quad (3)$$

2.2. Ứng dụng FFT để xác định tần số dao động riêng cho máy khoan [4]

Các số liệu đo độ rung được lấy mẫu theo từng gói module theo thời gian, mỗi module chứa được 1024 mẫu data trong thời gian 60 s (xem H.2). Dữ liệu thu được thông qua xử lý FFT. Công cụ FFT trong phần mềm Matlab là một quá trình xử lý và chuyển đổi dữ liệu từ miền thời gian (Time domain) sang miền tần số (Frequency domain) dưới dạng biểu đồ phổ (spectrum), (xem sơ đồ nguyên lý H.4). Rung động là không ổn định và ngẫu nhiên nên sẽ có nhiều phổ, vì vậy lấy phổ trung bình. Phổ trung bình sẽ biểu diễn cách thức rung động tốt hơn do phép xử lý trung bình làm tối thiểu ảnh hưởng của các thay đổi ngẫu nhiên và các xung nhiễu trong rung động.



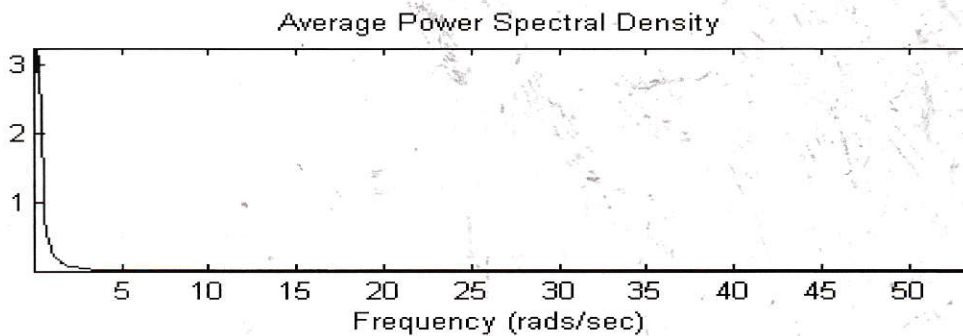
H.2. Giám sát độ rung trên LabVIEW



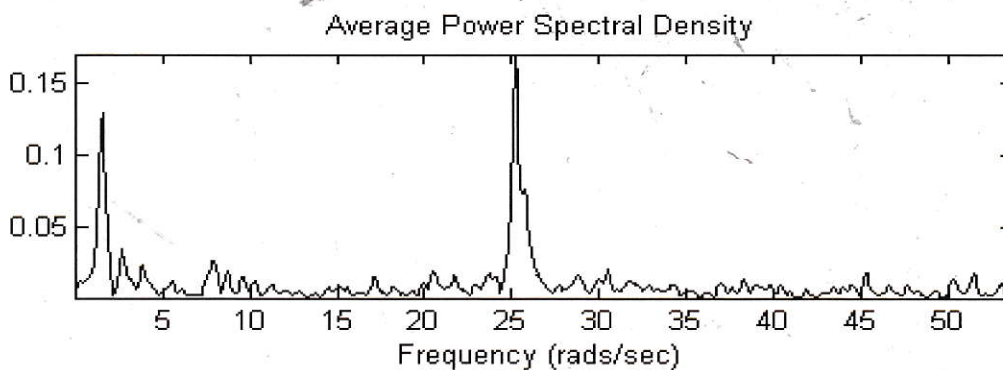
H.3. Sơ đồ nguyên lý xác định tần số dao động riêng trên máy khoan CBШ-250T

Kết quả trên phổ ba trục x-y-z sau khi xử lý qua FFT trong Matlab ở độ sâu mũi khoan 6,0 m. Theo bản đồ

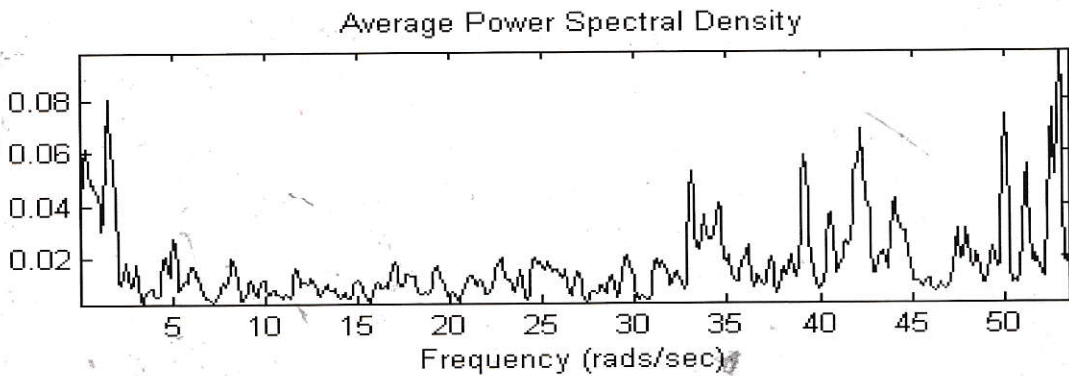
địa chất do Công ty cung cấp, vị trí khoan có độ cứng đất đá $f=11$ cho hình ảnh các phổ tần tại H.4, H.5, H.6.



H.4. Hình ảnh phổ tần trục X



H.5. Hình ảnh phổ tần trục Y



H.6. Hình ảnh phổ tần trực Z

2.3. Nhận xét

➤ Mật độ phổ FFT trực X: quan sát ở tần số trên 3 rad/s ($>3 \cdot 0,16 \text{ Hz} = 0,48 \text{ Hz}$) có biên độ gần như không đáng kể.

➤ Mật độ phổ FFT trực Y: cho thấy các tần số chủ đạo hiện diện trong hai tín hiệu với biên độ đạt đỉnh, tại tần số 2 rad/s ($\approx 0,32 \text{ Hz}$) biên độ đạt $0,13 \text{ m/s}^2$; tần số 26 rad/s với biên độ đỉnh $0,17 \text{ m/s}^2$. Còn ở các dải tần còn lại biên độ dao động $< 0,02 \text{ m/s}^2$ được đánh giá là thấp trong ngưỡng của QCVN.

➤ Mật độ phổ FFT trực Z: dải tần $< 33 \text{ rad/s}$ có biên độ thấp. Biên độ đạt đỉnh và rõ nét xuất hiện ở phổ tần $> 33 \text{ rad/s}$, có 10 đỉnh tần số với biên độ max tại $f = 55 \text{ rad/s}$ ($55 \cdot 0,16 = 8,8 \text{ Hz}$). Sự xuất hiện nhiều phổ tần với biên độ dao động mạnh được cho là mũi khoan tiếp xúc với đất đá có các độ cứng khác nhau và điều kiện địa chất-thạch học thay đổi phức tạp.

3. Kết luận

➤ Việc nghiên cứu ứng dụng FFT để phân tích, xác định tần số dao động riêng cho máy khoan xoay cầu CБЛH-250T đã đáp ứng được các yêu cầu kỹ thuật và mục tiêu đặt ra. Các dữ liệu đo thu thập được thông qua công cụ FFT trong Matlab để thực hiện việc chuyển đổi từ biểu đồ dạng sóng (waveform) sang biểu đồ dạng phổ (spectrum).

➤ Thông qua đánh giá sơ bộ từ các số liệu đo được ta nhận thấy khi gặp đất đá có độ cứng lớn thì tốc độ quay được điều chỉnh thấp xuống đồng thời tăng lực ấn ty khoan. Quan sát tín hiệu qua đồ thị FFT thấy biên độ rung lớn với phổ tần thấp. Ngược lại khi gặp đất đá mềm thì tốc độ quay được điều chỉnh tăng lên và đồng thời giảm lực ấn ty khoan. Quan sát tín hiệu qua FFT thấy biên độ rung nhỏ với phổ tần cao.

➤ Từ các kết quả nghiên cứu bước đầu này, xác định được các quy luật tĩnh điều chỉnh một số tham số công nghệ trong quá trình khoan: tốc độ

quay ty khoan, lực ấn của ty khoan khi điều kiện địa chất và độ cứng đất đá thay đổi.

➤ Đề xuất tiếp tục nghiên cứu ứng dụng các thuật toán vào hệ thống điều khiển các tham số quá trình khoan để giảm rung động cho thiết bị, đảm bảo sức khỏe cho người lao động, cũng là nâng cao hiệu quả công tác khoan nổ mìn cho các xí nghiệp mỏ. □

TÀI LIỆU THAM KHẢO

1. Đào Văn Tân. Kỹ thuật số và đo lường điện trong Công nghiệp Mỏ và Dầu khí. Nhà xuất bản GTVT. 1999
2. Nguyễn Quang Dũng. Nghiên cứu rung động và biện pháp giảm rung động trong nền do khai thác hệ thống tàu điện ngầm. LATS kỹ thuật, chuyên ngành Kỹ thuật xây dựng Công trình đặc biệt. Học viện KTQS. 2013.
3. Nguyễn Công Khanh, N.M Hằng, N.T.Lương. Toán cao cấp chuỗi và phương trình vi phân. NXB Đại học quốc gia TP. Hồ Chí Minh.
4. Nguyễn Phùng Quang. Matlab & Simulink dành cho kỹ sư điều khiển tự động, NXB Khoa học & Kỹ thuật. Hà Nội. 2004.
5. Ernest O.Doebelin. Measurement. System: Application and design, Mc Graw Hill. 2003.
6. Wolfgang Georgi, Ergun Metin. "Einfuehrung in LabVIEW" 2.,aktualisierte Auflage; Fachbuchverlag Leipzig im Carl Hanser Verlag. 2006.
7. <http://www.ni.com/myrio/>.

Ngày nhận bài: 08/05/2017

Ngày gửi phản biện: 16/7/2017

Ngày nhận phản biện: 20/08/2017

Ngày chấp nhận đăng bài: 10/12/2017

Từ khóa: rung động máy, máy khoan CБЛH-250T, biến đổi Fourier, NI-MyRIO

(Xem tiếp trang 39)

4. Kết luận

Quặng tinh ilmenit trong tầng cát đỏ tỉnh Bình Thuận chứa hàm lượng TiO_2 tương đối cao, tương đương với quặng tinh ilmenit sa khoáng tại một số tỉnh ven biển Việt Nam. Thành phần sắt và mangan của vùng này cũng cao hơn so với các vùng quặng ilmenit sa khoáng khác. Các tạp chất này đều ảnh hưởng đến quá trình luyện xỉ cũng như chất lượng sản phẩm xỉ titan nhận được tại đây.

Chúng tôi đã tiến hành nghiên cứu thiêu hoàn nguyên quặng tinh ilmenit trong tầng cát đỏ tỉnh Bình Thuận phục vụ cho luyện xỉ titan hai giai đoạn từ nguồn quặng tinh vùng này. Chế độ thiêu hoàn nguyên quặng tinh ilmenit được lựa chọn như sau:

- Nhiệt độ thiêu hoàn nguyên 1200 °C;
- Thời gian: 120 phút;
- Tỷ lệ than hoàn nguyên: 10,8 % so với khối lượng quặng tinh ilmenit.

Với chế độ thiêu hoàn nguyên này, mức độ kim loại hóa sắt trong ilmenit đạt 92,44 %. Sản phẩm của quá trình thiêu được sử dụng cho quá trình luyện xỉ titan hai giai đoạn trong lò hồ quang. □

TÀI LIỆU THAM KHẢO

1. Cao Văn Hồng. Báo cáo tổng kết công trình "Nghiên cứu luyện xỉ titan từ quặng tinh ilmenit Cao Bằng". Viện Nghiên cứu Mỏ và Luyện kim. 1979.
2. Cao Văn Hồng. Báo cáo kết quả đề tài: "Nghiên cứu công nghệ hoàn nguyên ilmenit Việt Nam tạo vật liệu bọc que hàn có chất lượng cao". Viện Nghiên cứu Mỏ và Luyện kim. 2001.
3. Nguyễn Văn Chiến. Đề tài cấp Nhà nước: "Nghiên cứu công nghệ tuyển hợp lý và sản xuất rutin nhân tạo từ quặng sa khoáng và quặng gốc vùng Núi Chúa, Thái Nguyên". Mã số KC.02.01/06-10. 2009.
4. Quy hoạch phân vùng thăm dò, khai thác, chế biến và sử dụng quặng titan giai đoạn đến năm 2020, có xét tới năm 2030 đã được Thủ tướng Chính phủ phê duyệt tại Quyết định số 1546/QĐ-TTg, ngày 03 tháng 9 năm 2013.
5. Reznhitrenko V.A. Luyện titan. NXB Luyện kim. Moskva. 1963.
6. Garmata V.A. và nnk. Luyện titan. NXB Luyện kim. Moskva. 1968.
7. Reznhitrenko V.A. Điện luyện quặng titan. NXB Khoa học. Moskva. 1969.
8. H. Kotzé, D. Bessinger, and J. Beukes, Ilmenite Smelting at Ticom SA, Ticom SA, Empangeni, South Africa, Kumba Resources R&D, Pretoria, South Africa.

9. Ngô Trí Phúc, Nguyễn Sơn Lâm. Công nghệ sản xuất ferro (hợp kim sắt). Nhà xuất bản Khoa học Kỹ thuật. 2006.

Ngày nhận bài: 09/06/2017

Ngày gửi phản biện: 12/8/2017

Ngày nhận phản biện: 24/10/2017

Ngày chấp nhận đăng bài: 10/12/2017

Từ khóa: thiêu hoàn nguyên; quặng tinh ilmenit; tầng cát đỏ Bình Thuận

SUMMARY

This paper shows the result of carbothermal reduction of ilmenite concentrate in red sand of Bình Thuận province. A method is disclosed including: temperature is 1200 °C, time of process is 2 hours, percent of anthracite coal is 10,8 wt % concentrate. With the choosed method, 92.44 % of iron oxide was transformed to iron metal, it was improved the two stage titanium slag process.

ỨNG DỤNG BIẾN ĐỔI...

(Tiếp theo trang 57)

SUMMARY

The article deals with the results of research on application of fast fourier transforms to determine the vibration frequencies of CБШ-250T rotary drilling machine at Cao Sơn coal joint stock company. The authors conducted a survey, measuring the vibration data with the MyRIO-1900 device. The monitored signals on the LabVIEW through FFT converted into Vibrating Spectrum waveforms will be useful for technical staff, machine's operators to adjust the drilling parameters to reduce the machine's vibration and ensuring the health of workers and improve the efficiency of drilling.