

ERSD 2018

KỶ YẾU

HỘI NGHỊ TOÀN QUỐC
KHOA HỌC TRÁI ĐẤT VÀ TÀI NGUYÊN
VỚI PHÁT TRIỂN BỀN VỮNG

Hà Nội, 07 - 12 - 2018

CƠ ĐIỆN



Nhà xuất bản giao thông vận tải

**HỘI NGHỊ KHOA HỌC TOÀN QUỐC
KHOA HỌC TRÁI ĐẤT VÀ TÀI NGUYÊN
VỚI PHÁT TRIỂN BỀN VỮNG (ERSD 2018)**

BAN TỔ CHỨC

Trưởng ban:	PGS.TS Lê Hải An	
Phó trưởng ban:	GS.TS Trần Thanh Hải	
	GS.TS Bùi Xuân Nam	
Ủy viên:	GS.TS Nhữ Văn Bách	PGS.TS Nguyễn Như Trung
	GS.TS Võ Trọng Hùng	TS Đào Duy Anh
	GS.TS Võ Chí Mỹ	TS Nguyễn Xuân Anh
	GS.TS Trần Văn Trị	ThS Phạm Văn Chinh
	PGS.TS Đoàn Văn Cảnh	ThS Phạm Chân Chính
	PGS.TS Đỗ Cảnh Dương	TS Trần Quốc Cường
	PGS.TS Phùng Mạnh Đắc	TS Nguyễn Đại Đồng
	PGS.TS Nguyễn Quang Minh	TS Trịnh Hải Sơn
	PGS.TS Nguyễn Xuân Thảo	TS Lê Ái Thụ
	PGS.TS Tạ Đức Thịnh	TS Phạm Quốc Tuấn

BAN BIÊN TẬP

Trưởng ban:	GS.TS Trần Thanh Hải	
Phó trưởng ban:	PGS.TS Nguyễn Quang Minh	
Ủy viên:	PGS.TS Vũ Đình Hiếu	TS Lê Quang Duyên
	PGS.TSKH Hà Minh Hòa	TS Bùi Văn Đức
	PGS.TS Lê Văn Hưng	TS Nguyễn Hoàng
	PGS.TS Nguyễn Quang Luật	TS Phùng Quốc Huy
	PGS.TS Phạm Xuân Núi	TS Nguyễn Thạc Khánh
	PGS.TS Khổng Cao Phong	TS Nguyễn Quốc Phi
	PGS.TS Nguyễn Hoàng Sơn	TS Vũ Minh Ngạn
	PGS.TS Lê Công Thành	TS Phí Trường Thành
	PGS.TS Ngô Xuân Thành	TS Dương Thành Trung
	TS Lê Hồng Anh	

Cung Quang Khang	67
Điều khiển động cơ không đồng bộ ba pha theo trị số điện trở ước lượng của mạch stator Nguyễn Thạch Khánh	73
Nghiên cứu, đề xuất yêu cầu đối với role bảo vệ cắt nhanh để đảm bảo nguồn máy phát phân tán làm việc ổn định khi xảy ra ngắn mạch ba pha trên lưới Phạm Trung Sơn, Nguyễn Đình Tiến	80
Một phương pháp dự đoán nhiễu điện từ (EMI-Electromagnetic Interference) cho các bộ nguồn chuyển mạch SMPS Nguyễn Tiến Sỹ, Nguyễn Trường Giang, Hà Thị Chúc	86
Tác động ảnh hưởng và biện pháp khắc phục các thành phần sóng hài bậc cao trên hệ thống cung cấp điện tại các xí nghiệp công nghiệp mỏ Phạm Trung Sơn, Nguyễn Đình Tiến	93
Khảo sát và đề xuất một số giải pháp hạn chế sóng hài của thiết bị điện tử công suất trong lưới điện 380V các dây chuyên sàng tuyển Lê Xuân Thành	98
Giải pháp nâng cao hiệu quả vận hành trạm biến áp khai trường mỏ lộ thiên Đình Văn Thắng	105
Nghiên cứu ảnh hưởng của hiện tượng méo dòng điện đến hiệu quả làm việc của động cơ không đồng bộ ba pha Đỗ Như Ý	109

TIỂU BAN KỸ THUẬT ĐIỀU KHIỂN VÀ TỰ ĐỘNG HÓA

Ứng dụng Matlab để nghiên cứu và phân tích phổ tần số rung động cho máy khoan xoay cầu CBIII-250T trong công nghiệp khai thác mỏ Đặng Văn Chí, Lê Ngọc Dũng	115
Nghiên cứu thiết kế và chế tạo máy phay CNC 3 trục cỡ nhỏ Đặng Văn Chí, Nguyễn Thế Lực	121
Tổng quan về sự phát triển và ảnh hưởng của kỹ thuật điều khiển tới hiệu quả nổ mìn Đào Hiếu	127
Decision support system for small hydropower systems Nguyen Duc Khoat, Ha Van Thuy	133
Chuyển đổi giữa góc tính toán và góc điều khiển của Robot Công nghiệp Nguyễn Đức Khoát, Phạm Minh Hải	137
Điều khiển phối hợp dựa trên tín hiệu DC bus cho hệ DC Microgrid Phạm Thị Thanh Loan	142
Mô phỏng điều khiển kích từ máy phát cho hệ truyền động điện máy xúc EKG bằng chỉnh lưu Thyristor Khổng Cao Phong, Lưu Hồng Quân	148
Nghiên cứu chế tạo nguyên mẫu thiết bị thử nổ phá hủy bằng xung điện	

Ứng dụng Matlab để nghiên cứu và phân tích phổ tần số rung động cho máy khoan xoay cầu CBIII-250T trong công nghiệp khai thác mỏ

Đặng Văn Chí^{1,*}, Lê Ngọc Dùng²
¹ Trường Đại học Mỏ - Địa chất
² Trường Đại học Công nghệ Đồng Nai

TÓM TẮT

Trên các công trường khai thác khoáng sản ở nước ta hiện nay, quá trình khoan nổ mìn thường gặp phải các điều kiện địa chất không ổn định, tính chất cơ lý của đất đá liên tục thay đổi. Đó là một trong các nguyên nhân gây rung động cho máy khoan. Tác giả đã thực hiện việc khảo sát, đo và thu thập dữ liệu về độ rung trên máy khoan xoay cầu CBIII-250T. Quá trình đo rung động được đồng bộ hóa cùng với các tham số công nghệ khoan như tốc độ quay và lực ấn trên ty khoan. Đã ứng dụng phần mềm Matlab để nghiên cứu, phân tích phổ tần số rung động và xây dựng được quy luật tính điều chỉnh các tham số công nghệ quá trình khoan. Xác định được luật điều chỉnh tần số sẽ giúp người vận hành có những thông tin tin cậy để điều chỉnh hợp lý thông số chế độ khoan nhằm giảm thiểu độ rung cho máy, đồng thời nâng cao được hiệu quả, năng suất làm việc trong công tác khoan nổ mìn.

Từ khóa: rung động máy; máy khoan xoay cầu CBIII-250T; tốc độ quay ty khoan.

1. Đặt vấn đề

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 ở nước ta với các điều kiện địa chất rất phức tạp, tính chất cơ lý và độ cứng đất đá thay đổi. Đó là 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. Mặt khác chúng tạo ra rung lắc mạnh dẫn đến 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, tuổi thọ cho máy khoan và sức khỏe cho người lao động.

Việc nghiên cứu phân tích rung động cho máy khoan xoay cầu CBIII-250T không chỉ có tính thời sự và mang ý nghĩa khoa học. Trên cơ sở đó có thể can thiệp vào hệ thống điều khiển máy khoan, lựa chọn được các thông số công nghệ làm việc hợp lý như tốc độ quay và lực ấn ty khoan sao cho phù hợp với độ cứng đất đá nhằm mục tiêu 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.

2. Thực nghiệm đo độ rung và các tham số công nghệ khoan

2.1. Xác định vị trí đo và đối tượng đo

Đối tượng khảo sát là máy khoan xoay cầu CBIII-250T của Nga. Các thông số kỹ thuật cơ bản của máy được cho như bảng 1.

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

TT	Các thông số cơ bản	Đơn vị	Giá trị định mức
1	Chiều sâu khoan tối đa	mét	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

* Tác giả liên hệ

Email:dangvanchi1972@gmail.com

TT	Các thông số cơ bản	Đơn vị	Giá trị định mức
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

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 CBIII-250T tại Công ty CP than Cao Sơn (hình 1). Hiện nay loại máy khoan này đang được sử dụng khá phổ biến trên các công trường khai thác mỏ lộ thiên ở nước ta, đặc biệt tại các mỏ vùng Quảng Ninh do có nhiều đặc điểm và tính năng phù hợp với điều kiện sản xuất tại Việt Nam. Máy dễ vận hành, bảo dưỡng và sửa chữa, đặc biệt các xí nghiệp khai thác than 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.



Hình 1. Máy khoan CBIII-250T trên Công ty CP than Cao Sơn

2.2. Thực hiện đo và thu thập số liệu đo

2.2.3. Đo rung động

Quá trình thực nghiệm đo độ rung tại hiện trường, nhóm tác giả nghiên cứu sử dụng Card NI-MyRIO-1900 của hãng National Instruments để thu thập dữ liệu. Giám sát bằng phần mềm LabVIEW [5] 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.

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

Rung động trên máy khoan xoay cầu CBIII-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 từ điều kiện địa chất, độ cứng của đất đá. Khi đó người ta gắn bộ đỡ của Card NI_MyRIO tại vị trí trên cần khoan.

2.2.4. Đo thông số quá trình khoan

Tốc độ động cơ quay ty khoan được đo trực tiếp bằng Encoder gắn trên cần khoan và lực ấn ty khoan ghi lại bằng thiết bị đo trên bảng điều khiển trong Cabin máy khoan (hình 2).



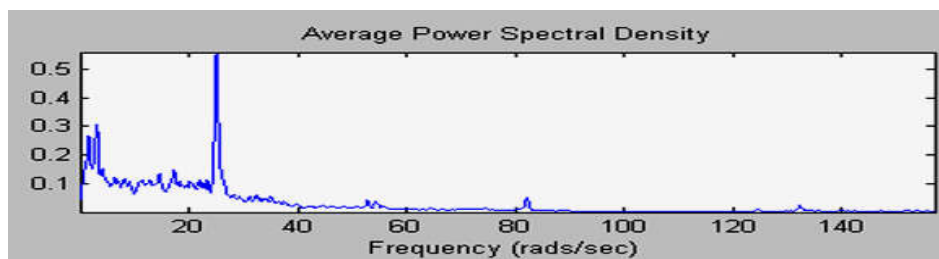
Hình 2. Bảng điều khiển - giám sát thông số quá trình khoan trong cabin

3. Xây dựng luật điều chỉnh tinh tham số công nghệ quá trình khoan với tín hiệu rung

Để xây dựng mối quan hệ của tín hiệu rung với các tham số quá trình khoan, các tín hiệu cần được thu thập đồng bộ gồm: tín hiệu rung 3 trục x-y-z, tốc độ quay của ty khoan và lực ấn lên ty khoan. Quá trình khoan được điều khiển bằng tay, các thông số tốc độ quay và lực ấn ty khoan hoàn toàn dựa vào kinh nghiệm điều chỉnh của người vận hành máy khoan. Quá trình khoan yêu cầu người điều khiển cho máy chạy ở các tốc độ khác nhau với bước thay đổi nhỏ giữa 50vòng/phút đến 150vòng/phút. Các dải tần được ghi lại và thiết lập mối quan hệ giữa các tần số rung động cùng với các thông số khoan [2],[3]. Đây là cơ sở để lựa chọn được các tham số điều khiển tối ưu quá trình khoan dựa trên việc thu thập tín hiệu rung.

Trong khuôn khổ và phạm vi bài báo, tác giả chỉ giới thiệu quy luật điều chỉnh tinh đối với tín hiệu rung trục y, các trục x,z được làm tương tự.

Tín hiệu rung trục y: xuất phát từ tín hiệu đo miền thời gian, qua xử lý FFT [4] của Matlab ta nhận được đồ thị phổ Spectrum (hình 3).



Hình 3. Đồ thị phổ FFT Spectrum trục y

Thông số quá trình khoan: tốc độ động cơ quay ty khoan được đo đồng bộ trực tiếp bằng Encoder và lực ấn ty khoan ghi lại bằng thiết bị đo trên bảng điều khiển trong cabin máy.

Độ cứng đất đá (tính chất cơ lý đất đá): di chuyển khoan ở các vị trí có độ cứng đất đá f khác nhau, số liệu do tài liệu địa chất công ty cung cấp. Kết quả được ghi lại ở bảng 3

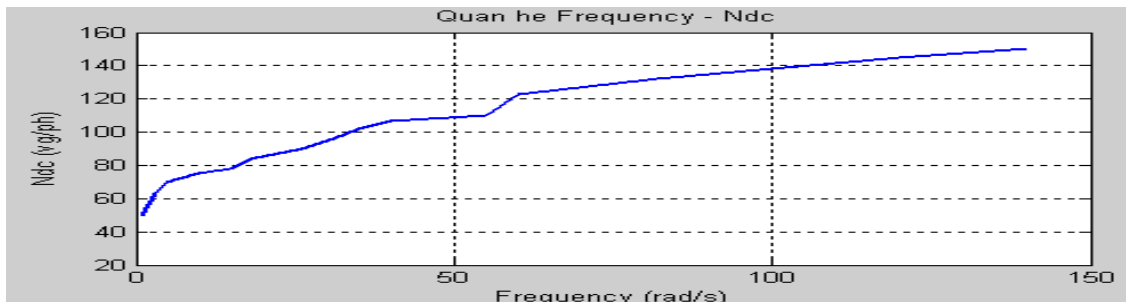
Bảng 3. Thông số quá trình khoan và tín hiệu rung trục Y

STT	Độ cứng đất đá f	Spectrum (FFT)		Amplitude (m/s ²)	Tốc độ quay ty khoan		Lực ấn ty khoan P (tấn)
		(rad/s)	(Hz)		(vòng/ph)	(Hz)	
1	16	1.0	0.16	0.1	50	0.84	11.5
2	15	3,0	0.48	0.15	63	1.06	10.0
3	14	5	0.8	0.3	70	1.17	9.2

STT	Độ cứng đất đá f	Spectrum (FFT)		Amplitude (m/s ²)	Tốc độ quay ty khoan		Lực ấn ty khoan P (tấn)
		(rad/s)	(Hz)		(vòng/ph)	(Hz)	
4	13	10	1.6	0.25	75	1.26	8.5
5	12	15	2.4	0.23	78	1.3	7.5
6	11	18	2.88	0.2	84	1.4	7.1
7	10	26	4.16	0.6	90	1.5	6.7
8	9	31	4.96	0.06	96	1.6	6.4
9	8	35	5.6	0.055	102	1.7	6.0
10	7	40	6.4	0.03	107	1.8	5.8
11	6	55	8.8	0.04	110	1.84	5.4
12	5	60	9.6	0.02	123	2.05	4.7
13	4	82	13.12	0.05	132	2.2	4.3
14	3	100	16	0.01	138	2.3	4.1
15	2	120	19.2	0.005	145	2.43	3.5
16	1	140	22.4	0.003	150	2.5	2.5

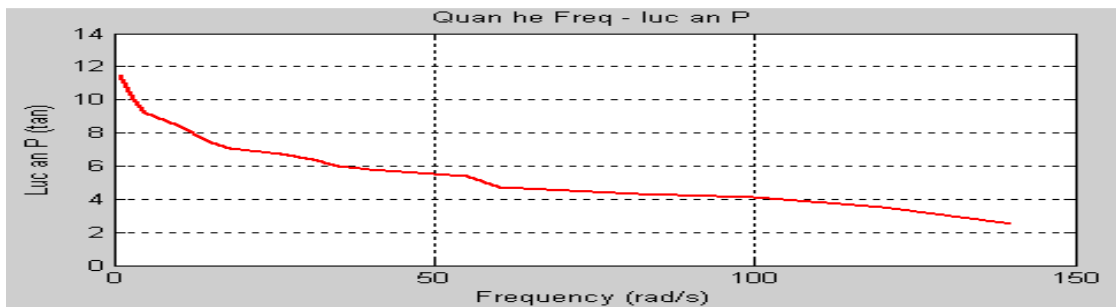
Đồ thị các quan hệ giữa độ cứng đất đá, phổ tần với thông số quá trình khoan xây dựng như trên các hình 4 đến hình 11.

- Quan hệ tần số (Frequency) và và tốc độ quay (N_{dc}): hình 4



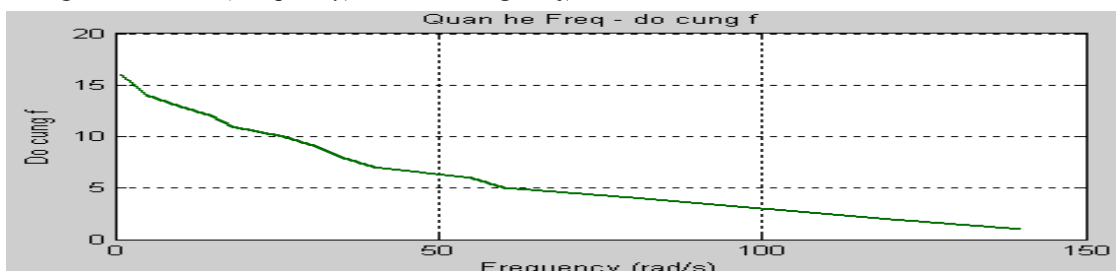
Hình 4. Quan hệ $F_{req} - N_{dc}$

- Quan hệ tần số (Frequency) và và lực ấn ty khoan (P): hình 5



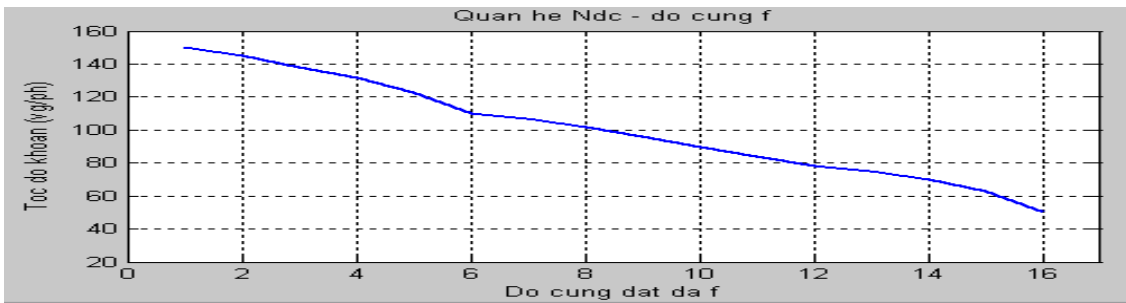
Hình 5. Quan hệ $Freq - P$

- Quan hệ tần số (Frequency) và và độ cứng đá (f):



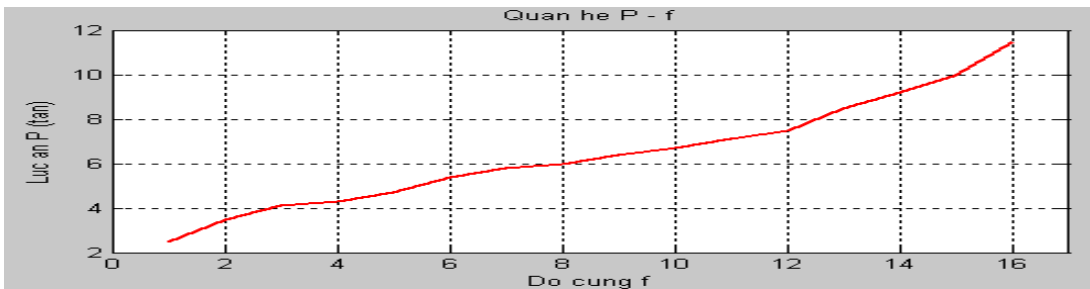
Hình 6. Quan hệ $Freq - f$

- Quan hệ tốc độ khoan N_{dc} và độ cứng đá (f):



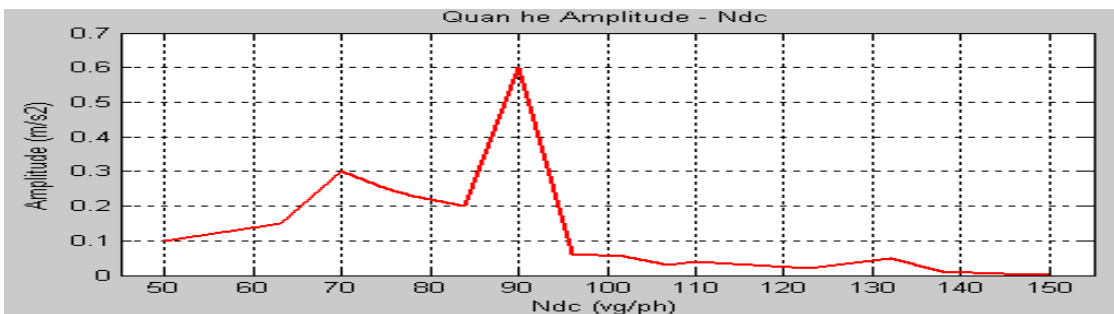
Hình 7. Quan hệ $N_{dc} - f$

- Quan hệ lực ấn ty khoan P và độ cứng đá (f):



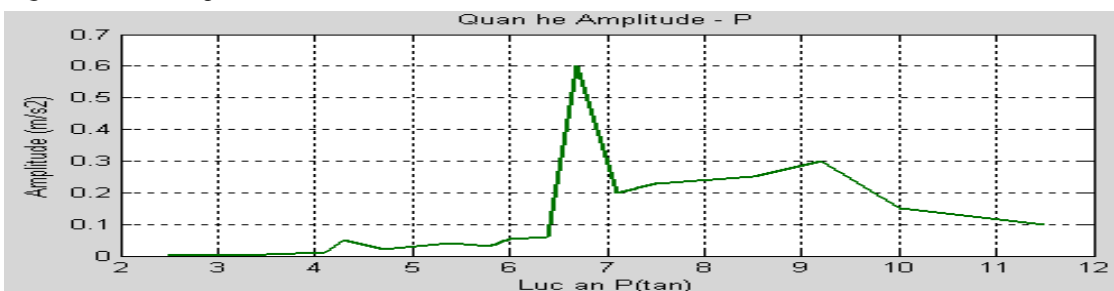
Hình 8. Quan hệ $P - f$

- Quan hệ biên độ phổ và tốc độ khoan N_{dc} :



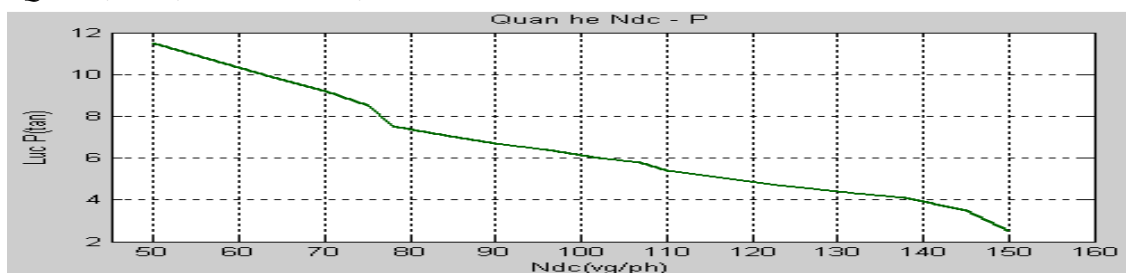
Hình 9. Quan hệ Amplitude - N_{dc}

- Quan hệ biên độ phổ và lực ấn khoan P :



Hình 10. Quan hệ Amplitude - P

- Quan hệ tốc độ khoan N_{dc} và lực ấn khoan P :



Hình 11. Quan hệ $N_{dc} - P$

4. Kết luận

- Từ các kết quả nghiên cứu đã xác định được các quy luật tĩnh điều chỉnh một số tham số công nghệ quá trình khoan như tốc độ quay ty khoan, lực ấn của ty khoan khi điều kiện về địa chất và độ cứng đất đá thay đổi. Giúp người vận hành có những thông tin tin cậy để điều chỉnh hợp lý thông số chế độ khoan nhằm giảm độ rung cho máy
- Đánh giá sơ bộ từ các số liệu đo 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.
- Đề xuất tiếp tục nghiên cứu ứng dụng các luật điều chỉnh vào hệ thống điều khiển các tham số quá trình khoan để đảm bảo sức khỏe cho người lao động, đồng thời nâng cao hiệu quả công tác khoan nổ mìn trong các xí nghiệp khai thác mỏ.

Tài liệu tham khảo

- Đặng Văn Chí, 2017. *Kỹ thuật đo lường điện và các thuật toán đo phi điện*. Nhà xuất bản Xây dựng, Hà Nội.
- Nguyễn Quang Dũng, 2013. *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 KT xây dựng công trình đặc biệt. Học viện KTQS – 2013.
- Lê Ngọc Dung, Đặng Văn Chí. *Ứng dụng biến đổi Fourier nhanh để xác định tần số dao động riêng của máy khoan xoay cầu CBIII-250T*. Tạp chí công nghiệp Mỏ, số 6-2017
- Nguyễn Phùng Quang, 2004. *Matlab & Simulink dành cho kỹ sư điều khiển tự động*, NXB Khoa học & kỹ thuật, Hà Nội.
- Edward A.Branscombe, 2010. *Investigation of Vibration Related Signals for Monitoring of Large Open_Pit Rotary Electric Blasthole Drills*. Queen's University Kingston, Ontario – Canada.
- Wolfgang Georgi, Ergun Metin 2006, "Einfuehrung in LabVIEW" 2.,aktualisierte Auflage; Fachbuchverlag Leipzig im Carl Hanser Verlag.
- Эксплуатационная документация, 2003. ВБИПРЯМИТЕЛЬ ТПЕ-200-460-У2.1*. Tài liệu kỹ thuật về máy khoan xoay cầu – Cty CP than Cao Sơn cung cấp.
<http://www.ni.com/myrio/>.

ABSTRACT

Application of Matlab to study and analyze vibration frequency spectrum for CBIII-250T rotary drilling machine in mining industry

Dang Van Chi¹, Le Ngoc Dung²

¹ Hanoi University of Mining and Geology

² Dong Nai University of Technology

At present mining sites in Vietnam, drilling and blasting often encounters unstable geological conditions, the rock's mechanical properties change constantly. That is one of the causes of vibration for the drilling vehicle. The author has conducted a survey, measured and collected vibration data on the CBIII-250T rotary drilling machine. Vibration measurement is synchronized with drilling parameters such as rotational speed and drilling force. It then defines the static rules for adjusting the drilling process technology parameters. Static adjustment rules will assist the operator in adjusting drilling parameters to minimize vibration, improve efficiency and productivity in drilling and blasting operations.

Keywords: vibration machine; CBIII-250T rotary drilling machine; rotational speed of the drilling process