

NGHIÊN CỨU THỬ NGHIỆM THIẾT BỊ ĐO CHẤN ĐỘNG DÙNG CHO CÔNG TÁC NỔ Mìn KHAI THÁC MỎ Ở VIỆT NAM

ĐÀO HIẾU

Trường Đại học Mỏ-Địa chất

Email: dhieu.tdh@gmail.com

1. Tổng quan

Đo đạc để theo dõi, giám sát chấn động trong công tác nổ mìn có vai trò rất quan trọng trong việc thiết kế, điều khiển các vụ nổ mìn để mang lại hiệu quả nổ cao.

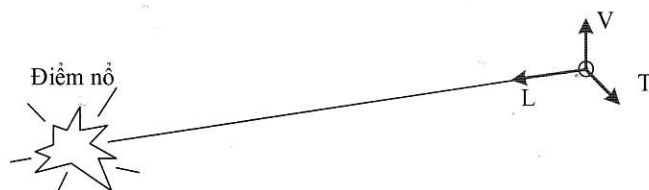
Ở Việt Nam, các thiết bị đo chấn động khi nổ mìn đang sử dụng đều được nhập khẩu từ nước ngoài. Do giá thành thiết bị khá cao nên lượng thiết bị này hiện nay còn ít và chỉ được sử dụng trong những trường hợp đặc biệt. Ví dụ như theo dõi giám sát chấn động nổ để kiểm tra sự tác động tới môi trường khi các vụ nổ ở quá gần khu dân cư (như ở mỏ Núi Béo, Quảng Ninh) hoặc chỉ để kiểm tra những thông số nổ có nằm trong giới hạn cho phép của pháp luật hay không. Chính vì vậy, việc lưu trữ dữ liệu các thông số chi tiết của sóng chấn động nổ tại các mỏ Việt Nam không có. Việc phân tích số liệu của lần nổ trước rút kinh nghiệm cho lần nổ sau cũng vô cùng hạn chế. Từ thực tế đó, chúng tôi đặt vấn đề nghiên cứu thử nghiệm một thiết bị có khả năng đo được các sóng chấn động do nổ mìn, đáp ứng được đòi hỏi về kỹ thuật cũng như điều kiện kinh tế Việt Nam và được thử nghiệm trong thực tế để áp dụng trong công tác nổ mìn ở các mỏ.

2. Các đặc điểm cơ bản của sóng chấn động do nổ mìn

Sóng chấn động do nổ mìn được chia thành hai nhóm cơ bản là sóng lan truyền trong đất đá (body waves - sóng khối) và sóng lan truyền trên bề mặt (surface waves - sóng bề mặt). Sóng khối truyền qua khối đá, xuyên sâu vào bên trong khối đá. Sóng khối gồm hai loại: Sóng nén (Compressional waves - viết tắt là P) và sóng cắt (Shear waves - viết tắt là S). Sóng bề mặt truyền đi trên bề mặt khối đá. Độ sâu mà khối đá bị ảnh hưởng bởi

chuyển động sóng là khoảng một chiều dài của một chu kỳ sóng. Sóng bề mặt được tạo ra bởi sóng khối bị hạn chế do các điều kiện về vật lý và hình học. Sóng bề mặt chính là sóng tạo ra các chuyển động mặt đất lớn nhất và các hạt dao động mang năng lượng lớn nhất. Sóng này được gọi là sóng Rayleigh, viết tắt là R 0.

Để mô tả đầy đủ các dao động dịch chuyển, một hệ trục tọa độ ba chiều được sử dụng. Trong đó thành phần dọc trục, L, có hướng từ điểm đo về điểm nổ, hai thành phần còn lại T và V có phương vuông góc với nhau và vuông góc với phương của L (xem hình H.1). Các nghiên cứu và thử nghiệm đã chỉ ra rằng, thành phần sóng chấn động theo phương trục L đóng vai trò lớn nhất trong hiệu quả phá vỡ đất đá của các vụ nổ mìn [1], [2], [3], [4], [6].



H.1. Hệ trục tọa độ dùng cho mô tả sóng chấn động

Vận tốc lan truyền thể hiện tốc độ di chuyển của sóng chấn động từ điểm nổ đến điểm đo trên mặt đất. Tốc độ của nó dao động trong khoảng 1.000÷20.000 feet/s (tương đương khoảng 305÷6.100 m/s) tùy thuộc vào từng khu vực. Ở một khu vực nhất định, giá trị này gần như không đổi. Vận tốc hạt là tốc độ dao động của hạt (đất đá) quanh vị trí cân bằng khi sóng chấn động truyền qua. Vận tốc hạt như là vận tốc của chiếc phao dao động lên xuống trên mặt nước khi có sóng dao động mặt nước truyền qua. Tần số sóng chấn động chính là tần số dao động của hạt, là số lần dao động của hạt trong thời gian 1 giây. Theo kết quả

khảo sát và ghi chép, khoảng giá trị các thông số cơ bản của sóng chấn động do nổ mìn được mô tả trong Bảng 1.

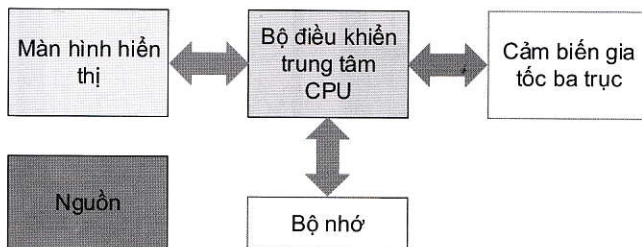
Bảng 1. Các thông số cơ bản của sóng chấn động do nổ mìn [3]

Khoảng dao động hạt	10^{-4} đến 10 mm
Vận tốc dao động hạt	10^{-4} đến 10^3 mm/s
Gia tốc dao động hạt	10 đến 10^5 mm/s ²
Chu kỳ xung	0, 5 đến 2 giây
Chiều dài bước sóng chấn động	30 đến 1500 mét
Tần số	0, 5 đến 200 Hz

3. Nghiên cứu thiết bị, phân tích và thiết kế

3.1. Phân tích, xây dựng sơ đồ khối

Từ các thông số cơ bản của sóng chấn động do nổ mìn, thiết bị đo cần phải có khả năng đo được các rung động từ gia tốc nhỏ nhất 10 mm/s² đến lớn nhất là 10⁵ mm/s²; đo được vận tốc hạt từ nhỏ nhất 10μm/s đến lớn nhất là 1m/s, cùng với việc tìm hiểu cấu trúc, cơ chế hoạt động của các thiết bị đo rung chấn của nước ngoài đang sử dụng (hệ thống Blastmate của Instantel, Canada), tác giả đã lựa chọn cấu trúc thiết bị thử nghiệm như trên mô tả trên hình H.2.



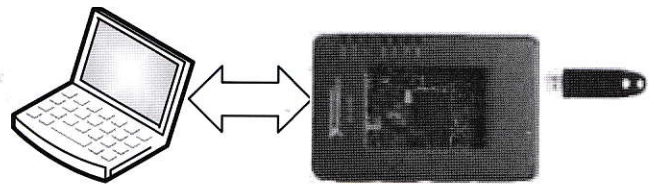
H.2. Sơ đồ khối cấu trúc của thiết bị nghiên cứu

Vai trò của các thành phần: Cảm biến gia tốc ba trục có nhiệm vụ ghi nhận sóng chấn động lan truyền trong đất đá theo 3 phương tương ứng với 3 thành phần L, V và T của hệ tọa độ mô tả sóng chấn động. CPU có nhiệm vụ thu thập dữ liệu đo; vẽ lại đồ thị sóng trên màn hình hiển thị; tính toán đưa ra giá trị biên độ lớn nhất, thời điểm xuất hiện của giá trị đó; lưu trữ toàn bộ dữ liệu đo vào bộ lưu trữ dữ liệu. Màn hình có nhiệm vụ hiển thị đồ thị sóng chấn động và các giá trị đỉnh ứng với các trục; các thông tin của hệ thống (như trạng thái hệ thống, dung lượng bộ nhớ, tên file lưu trữ, khoảng thời gian ghi,...). Bộ nhớ có nhiệm vụ lưu trữ các dữ liệu đo được một cách chi tiết. Dữ liệu mỗi lần đo được lưu trữ vào một file độc lập. Nguồn đóng vai trò cung cấp năng lượng cho thiết bị hoạt động, do thiết bị hoạt động tại công trường nên phải sử dụng nguồn cấp từ pin hoặc ắc quy.

3.2. Lựa chọn thiết bị

Từ yêu cầu hoạt động của hệ thống và với mục đích nghiên cứu ban đầu ở mức độ thử nghiệm, tác giả đã lựa chọn một thiết bị của hãng Nation Instrument có tên là MyRio. MyRio là thiết bị chuyên dùng để nghiên cứu, thử nghiệm các bài toán đo lường, điều khiển. Thiết bị này có sẵn CPU; hệ thống cảm biến gia tốc ba trục; có thể kết nối có hoặc không dây với máy tính; có khả năng lưu trữ dữ liệu đo trực tiếp vào USB qua cổng giao tiếp USB. Với sự lựa chọn này, sơ đồ cấu trúc hệ thống có dạng như hình H.3

Trong đó MyRio vừa là CPU, vừa đóng vai trò cảm biến, thiết bị USB làm bộ nhớ để lưu trữ và máy tính là màn hình giám sát và điều khiển. Một số thông số của MyRio được sử dụng cho bài toán nghiên cứu này được mô tả trong Bảng 2.



H.3. Sơ đồ các thành phần thiết bị của hệ thống

Bảng 2. Một số thông số kỹ thuật của MyRio

2xCPU 667 MHz+FPGA: Xilinx Z-7010	32 DI, 8DO
USB, Wifi 802.11b, g, n	SPI, I2C, UART
DDR 3 256 MB+ROM 512 MB	Cảm biến gia tốc 3 trục: Độ phân giải 12 bit, dải đo: ±8 g
ADC 12bit, ±16 V, 500 kS/s	Tốc độ lấy mẫu: 800 S/s
DAC 12bit, ±16 V, 345 kS/s	

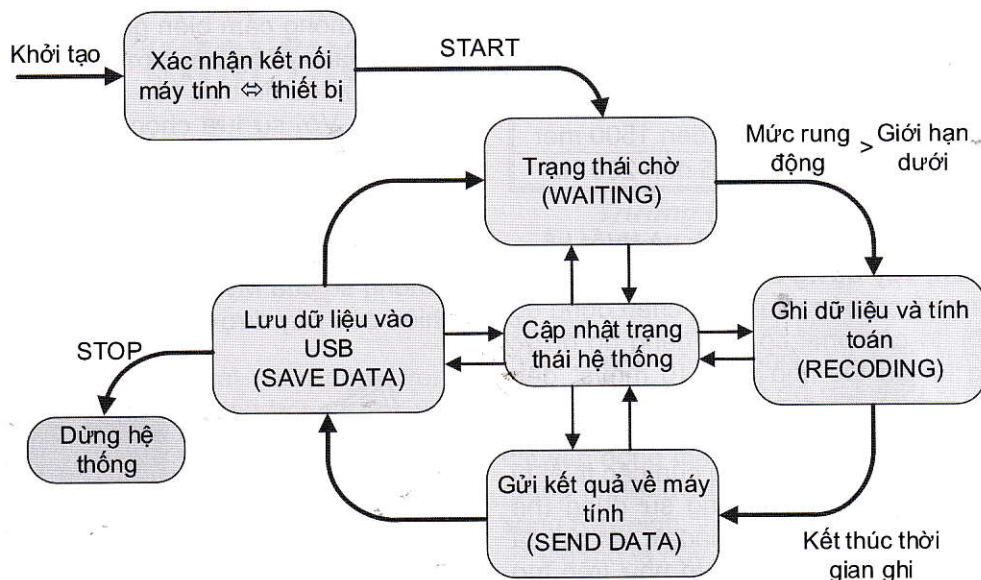
3.3. Thiết kế chương trình

Nguyên lý hoạt động của hệ thống: trước khi thực hiện nổ mìn, hệ thống được khởi động. Sau khi khởi tạo, kết nối thiết bị và máy tính được xác nhận, nếu có tín hiệu bắt đầu (Start), thiết bị chuyển sang trạng thái chờ. Ở trạng thái chờ (WAITING), CPU chỉ theo dõi mà không thực hiện việc ghi dữ liệu vào bộ nhớ cũng như hiển thị trên màn hình, mọi tính toán đều chưa thực hiện; đồng thời kiểm tra bộ nhớ USB và thiết lập địa chỉ file lưu dữ liệu. Bởi vì những rung động lúc này nếu có là rất nhỏ, có thể bỏ qua để giảm tốc độ tiêu thụ dung lượng bộ nhớ. Khi vụ nổ mìn diễn ra, các cảm biến sẽ ghi nhận sóng chấn động. Nếu mức độ rung động vượt mức giới hạn dưới, CPU mới bắt đầu thực hiện việc lưu trữ dữ liệu đo-thiết bị chuyển sang trạng thái ghi dữ liệu (RECODING). CPU tính toán các giá trị đỉnh theo các trục và đếm ngược thời gian cho phép ghi. Khi

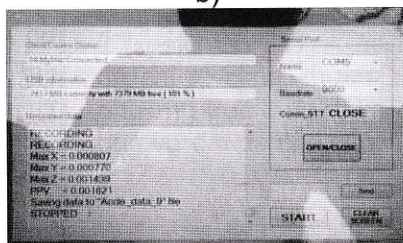
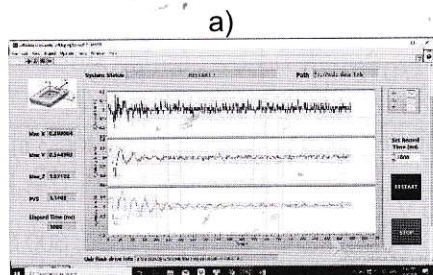
kết thúc thời gian ghi, kết quả các giá trị đỉnh được gửi về máy tính (SEND DATA). Sau đó, lưu toàn bộ dữ liệu được lưu vào bộ nhớ USB (SAVE DATA). Kết thúc quá trình lưu dữ liệu, nếu không có tín hiệu dừng (Stop) từ máy tính gửi đến, thiết bị trở lại trạng thái chờ. Trong suốt quá trình này, thông tin trạng

thái thiết bị được định kỳ gửi về máy tính điều khiển và giám sát.

Từ yêu cầu nguyên lý, thuật toán được xây dựng cho CPU là MyRio và thể hiện dưới dạng giản đồ trạng thái như hình H.4. Chương trình điều khiển được viết bằng ngôn ngữ lập trình Labview.



H.4. Giản đồ trạng thái mô tả thuật toán chương trình điều khiển



H.5. Giao diện điều khiển giám sát MyRio và Module truyền thông không dây Lora: a - Giao diện điều khiển giám sát xây dựng bằng ngôn ngữ Labview; b - Giao diện điều khiển giám sát xây dựng bằng ngôn ngữ C#; c - Module Lora

Chương trình được thiết kế cho phép MyRio có thể kết nối với máy tính theo 3 cách khác nhau để có thể thực hiện được nhiều lựa chọn khi thử nghiệm. Một là kết nối có dây qua cổng USB, hai là kết nối không dây qua sóng Wifi. Hai lựa chọn này dùng trong những điều kiện thử mà người điều khiển có thể đứng gần thiết bị đo. Khi đó, máy tính được sử dụng để điều khiển trực tiếp thiết bị hoạt động ở các chế độ khác nhau. Các thông số hệ thống được thông tin lên màn hình máy tính một cách liên tục. Các giá trị đo và tính toán, ngoài việc được lưu vào thiết bị lưu trữ USB, còn được sử dụng để hiển thị và vẽ đồ thị rung động trên máy tính (hình H.5.a). Phần mềm hỗ trợ hiển thị trên máy tính cũng chính là phần mềm lập trình Labview.

Lựa chọn thứ 3 là khi khoảng cách từ thiết bị đo về máy tính xa hơn thì kết nối được sử dụng là sóng radio. Khi đó, máy tính và MyRio được kết nối với 2 module Lora để thực hiện việc truyền thông (hình H.5.c) - module cho phép kết nối các thiết bị với khoảng cách nhiều km, để đảm bảo bao phủ được khu vực nổ. Với giải pháp này, lưu lượng dữ liệu thấp hơn, do vậy dữ liệu đo không được truyền liên tục về máy tính mà chỉ lưu trữ vào USB tại chỗ. Các giá trị tính toán khác vẫn được gửi về máy tính. Ưu điểm của giải pháp này là khả năng làm việc độc lập của thiết bị. Điều này cho phép mở rộng hệ thống với nhiều đầu đo một cách dễ dàng. Sau khi được kích hoạt, các thiết bị đo sẽ tự động phát hiện mức sóng chấn động vượt giới hạn dưới

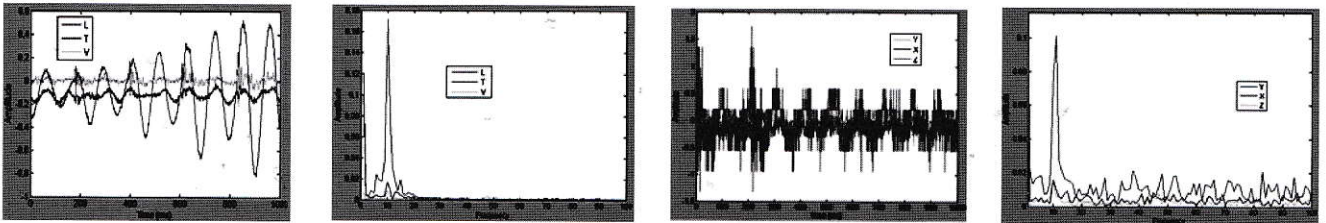
để thực hiện việc ghi dữ liệu và truyền thông tin về máy tính. Tại máy tính, phần mềm và giao diện điều khiển thiết bị đo đơn giản hơn do không vẽ đặc tính rung động, được xây dựng bằng ngôn ngữ lập trình C#. Ở đó, chỉ có các nút điều khiển và màn hình hiển thị trạng thái thiết bị cùng các giá trị tính toán nhận được từ thiết bị đo (hình H.5.b).

MyRio được tích hợp cảm biến gia tốc 3 trục X;Y;Z. Để tương thích với hệ tọa độ mô tả sóng chấn động T;L;V (xem hình H.1) và tương tự như các máy đo của thế giới, thiết kế lựa chọn trục X tương đương trục T, trục Y tương đương trục L và trục Z tương đương trục V. Do cảm biến gia tốc chịu lực trọng trường (tương đương giá trị 1 g) cùng phương với trục Z vì vậy giá trị đo của trục Z phải trừ đi sai số này.

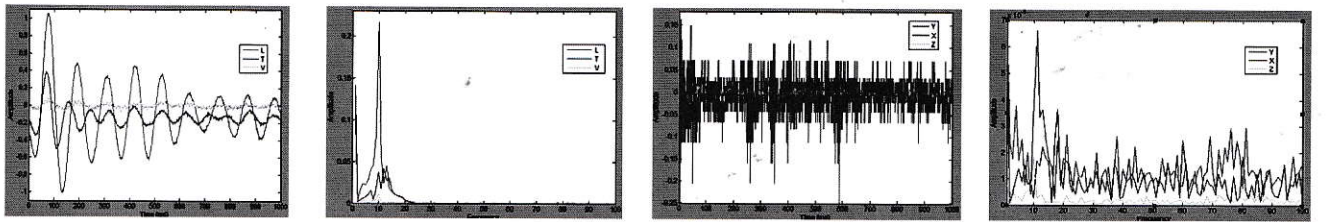
4. Kết quả thử nghiệm

Kết quả nghiên cứu và thiết kế được thử nghiệm và so sánh với hệ thống đo chấn động Blastmate III của Instantel, Canada đang được sử dụng tại Việt Nam. Các đầu đo được đặt cạnh nhau để đo đồng thời các chấn động trong các trường hợp: chấn động giả lập được tạo ra trong phòng thí nghiệm; chấn động thực tế tại hiện trường nổ mìn.

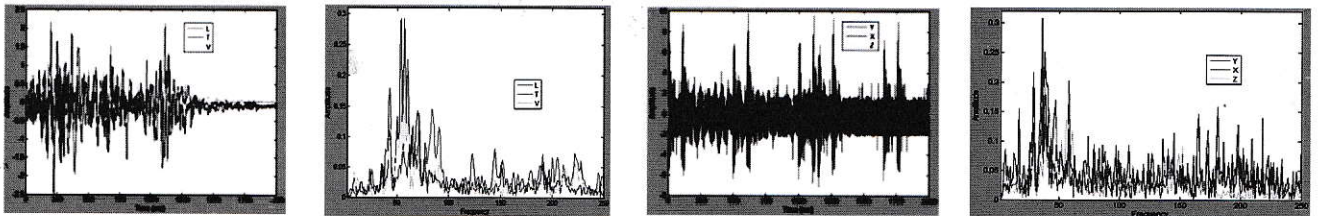
Sử dụng phần mềm Matlab để phân tích các số liệu thu được trên cả hai thiết bị (các hình H.6, H.7, H.8, H.9). Mỗi bộ số liệu được phân tích đầy đủ theo 3 trục. Mỗi trục đều có đặc tính mô tả dạng sóng chấn động theo thời gian (hình trái) và đặc tính mô tả phổ tần số của sóng chấn động (hình phải). Thứ tự sắp xếp là tương ứng với nhau



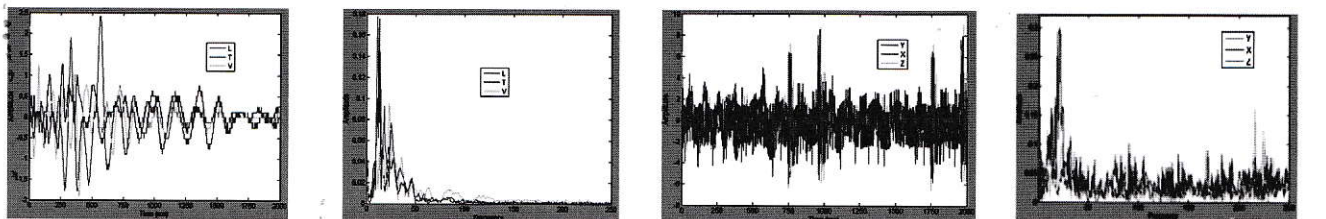
H.6. Kết quả phân tích số liệu đo của hai hệ thống từ chấn động giả lập ở trường hợp 1:
a - Phân tích số liệu đo của máy Blastmate III; b - Phân tích số liệu đo của thiết bị nghiên cứu



H.7. Kết quả phân tích số liệu đo của hai hệ thống từ chấn động giả lập ở trường hợp 2:
a - Phân tích số liệu đo của máy Blastmate III; b - Phân tích số liệu đo của thiết bị nghiên cứu



H.8. Kết quả phân tích số liệu đo của hai hệ thống từ chấn động do nổ mìn tại Mỏ đá vôi Hồng Sơn, tỉnh Hà Nam: a - Phân tích số liệu đo của máy Blastmate III; b - Phân tích số liệu đo của thiết bị nghiên cứu

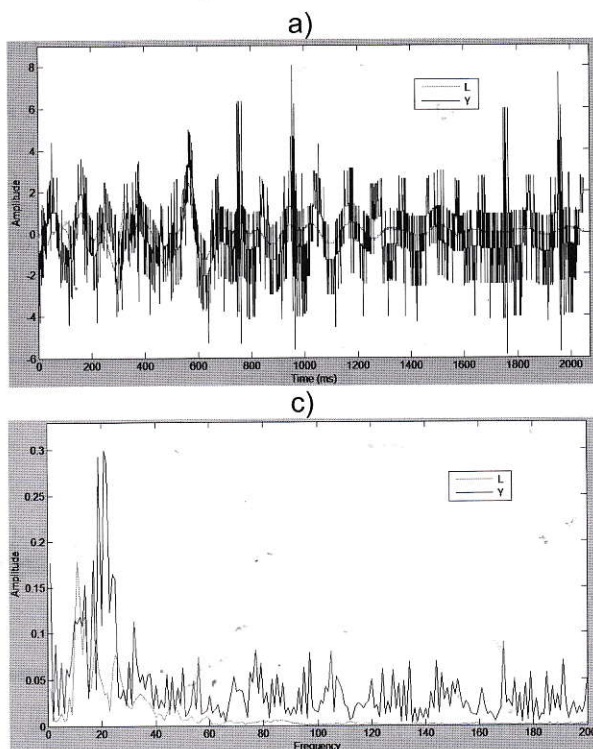


H.9. Kết quả phân tích số liệu đo của hai hệ thống từ chấn động do nổ mìn tại Mỏ than Núi Béo, tỉnh Quảng Ninh a - Phân tích số liệu đo của máy Blastmate III; b - Phân tích số liệu đo của thiết bị nghiên cứu

Từ hình ảnh, kết quả phân tích dữ liệu cho ta một số nhận xét như sau:

➤ Về đặc tính sóng rung động thu được, dạng sóng của thiết bị nghiên cứu còn khác khá nhiều so với thiết bị chuyên dụng thực tế. Các giá trị biên độ dao động cũng chưa tương đồng; về đặc tính phổ

tần số, phổ tần của sóng chấn động thu từ thiết bị nghiên cứu có miền tần số chính tương đối giống phổ tần của sóng thu từ thiết bị chuyên dụng, nhưng vẫn còn chứa những thành phần sóng tạp khác (có thể do nhiễu). Tuy nhiên, tỉ lệ so với miền tần số chính là khá thấp;



H.10. So sánh đặc tính chấn động và phổ tần số theo trục L của thiết bị Blastmate III tương ứng với trục Y của thiết bị thử nghiệm trước và sau khi sử dụng lọc (filter): a - So sánh đặc tính chấn động khi chưa lọc; b - So sánh đặc tính chấn động khi đã lọc; c - So sánh đặc tính phổ tần số khi chưa lọc; d - So sánh đặc tính phổ tần số khi đã lọc

➤ Thực tế cho thấy, ngay cả hai thiết bị đo chấn động chuyên dụng đặt cạnh nhau khi đo cũng cho 2 kết quả khác nhau. Sự khác nhau về giá trị biên độ hoàn toàn có thể được giải quyết bằng các phép tính trong phần mềm điều khiển. Sự tồn tại của các thành phần sóng tạp (nhiều) đã làm thay đổi dạng sóng chấn động. Loại bỏ hay giảm bớt những thành phần sóng có tần số không mong muốn hoặc không thuộc dải sóng chấn động có thể đưa kết quả thử nghiệm tới gần thực tế hơn. Điều này được minh chứng khi đưa vào thử nghiệm một hàm lọc (filter) đơn giản của Matlab với dữ liệu đo thử nghiệm tại mỏ than Núi Béo trên trục Y của thiết bị thử nghiệm (tương đương với số liệu trục T của Blastmate III). Kết quả được minh chứng trên hình H.10;

➤ Thiết bị nghiên cứu này được thiết kế cho những mục đích nghiên cứu khác nhau trong phòng thí nghiệm, do vậy còn có những hạn chế nhất định (như tần số trích mẫu cảm biến gia tốc thấp). Cần phải nói thêm rằng, thiết bị Blastmate III có nhiều

tính năng vượt xa nhu cầu đo các chấn động nổ mìn. Vì vậy, mục tiêu nghiên cứu không phải để phát triển thiết bị như Blastmate III mà chỉ hướng vào khả năng đo chấn động trong các vụ nổ mìn khai thác ở Việt Nam. Để phát triển thiết bị thử nghiệm đạt tiêu chuẩn như thiết bị chuyên dụng cần xem xét:

- ✦ Lựa chọn cảm biến tiêu chuẩn công nghiệp;
- ✦ Sử dụng các phương pháp lọc nhiễu trên cả phần cứng lẫn phần mềm;
- ✦ Lựa chọn, thiết kế, sắp xếp các tác vụ của CPU để tăng tốc độ trích mẫu;
- ✦ Mở rộng khả năng kết nối với các thiết bị khác để tạo nên sự đồng bộ cho quá trình thực hiện các vụ nổ mìn (ví dụ như thiết bị điều khiển nổ mìn, các loại máy tính khác nhau,...).

5. Kết luận

Từ những kết quả thử nghiệm ban đầu cho thấy, việc nghiên cứu phát triển thiết bị đo chấn động do nổ mìn khai thác mỏ ở Việt Nam là hoàn toàn có thể thực

hiện được. Vai trò của nó trong hệ thống các thiết bị phục vụ nổ mìn là không hề nhỏ. Thiết bị có nhiệm vụ thu thập thông tin, từ đó tạo ra cơ sở dữ liệu cho việc áp dụng các kỹ thuật hiện đại (như trí tuệ nhân tạo-AI) nhằm nâng cao hiệu quả cho các vụ nổ mìn phục vụ khai thác. Đây cũng là tiền đề cho sự phát triển các thiết bị cùng các kỹ thuật điều khiển hiện đại cho công tác nổ mìn ở Việt Nam. □

TÀI LIỆU THAM KHẢO

1. Hồ Sĩ Giao, Đàm Trọng Thắng, Lê Văn Quyền, Hoàng Tuấn Chung (2010). Nổ hóa học - Lý thuyết và thực tiễn, NXB Khoa học và Kỹ thuật, Hà Nội.
2. ALAN B. RICHARDS, ADRIAN J. MOORE. Blasting technology: Measurement- Assessment- Control. A lecture of blast vibration course by TERROCK Consulting Engineers, Astralia. 87 pages.
3. CHARLES H. DOWDING, 1984. Blast vibration monitoring and control. Evanston, Illinois, USA. 280 pages.
4. LANGEFORS U, KIHLSSTROM B, WESTERBERG H, 1958. Ground Vibrations in Blasting. Water Power, September, pages 335-38. October, pages 390-95, November, pages 421, 424.
5. Calvin J. Konya, Edward J. Walter, 12-1991, Rock blasting and overbreak control. National Highway Institute, Publication No. FHWA-HI-92-001.
6. Taylor, D.L. và Firth, I.R., 2003. Utilization of blast movement measurements in grade control. Application of Computers and Operations Research in the Minerals Industries, South African Institute of Mining and Metallurgy, 2003.

Ngày nhận bài: 25/05/2019

Ngày gửi phản biện: 18/09/2019

Ngày nhận phản biện: 21/10/2019

Ngày chấp nhận đăng bài: 10/04/2020

Từ khóa: chấn động, nổ mìn ở mỏ, thiết bị đo chấn động, hiệu quả nổ mìn

Trách nhiệm pháp lý của các tác giả bài báo: các tác giả hoàn toàn chịu trách nhiệm về các số liệu, nội dung công bố trong bài báo theo Luật Báo chí Việt Nam.

Tóm tắt: Việc đo lường và giám sát các rung động nổ mìn đóng vai trò rất quan trọng khi tiến hành nổ mìn để đạt được hiệu quả nổ mìn cao. Bài viết trình bày một số kết quả nghiên cứu trên thiết bị thử nghiệm để xác định các rung động trong vụ nổ tại mỏ. Thiết bị đã được thử nghiệm cả trong phòng thí nghiệm và ngoài hiện trường, hoàn toàn có khả năng mang lại hiệu quả kinh tế và kỹ thuật cao cho các mỏ.

Research and test vibration testing equipment for mining and mining operations in Vietnam

SUMMARY

The measurement and monitoring of the blasting vibrations play a very important role when conducting mine explosion to achieve high blasting effect. The paper presents some results of research on testing device to identify the vibrations during explosions at the mines. The device was tested both in the laboratory and in the field, completely capable of bringing high technical and economical efficiencies to the mines.

ĐẠI DỊCH COVID-19 ...

(Tiếp theo trang 101)

Kết quả có thể làm thay đổi thị phần, thứ hạng trong thị trường dầu mỏ của các nước.

Do tính chất của các mỏ dầu ở mỗi nước nên Nga và Saudi Arabia có khả năng sản xuất dầu với chi phí rẻ hơn rất nhiều so với các nước khác trên thế giới. Ở những nước có chi phí khai thác dầu đắt hơn, khi giá mỗi thùng dầu bán được thấp hơn chi phí vận hành các giếng dầu, thì một công ty không thể tiếp tục khai thác mà không chịu lỗ trên mỗi thùng dầu. Vào thời điểm đó, công ty này sẽ tạm thời đóng cửa giếng dầu. Trong số đó, dầu đá phiến của Mỹ sẽ chịu thiệt hại nặng nề nhất. Cũng theo IHS Markit, sản lượng của Mỹ có thể giảm gần 3 triệu thùng/ngày vào cuối năm nay. Nếu vậy thì Mỹ vẫn là nước sản xuất dầu mỏ lớn, nhưng kém Saudi Arabia, Nga và lượng nhập khẩu sẽ tăng và mất 2,5 triệu việc làm. Còn theo tờ Houston Chronicle của Mỹ ngày 25/3 trích dẫn một báo cáo của công ty nghiên cứu năng lượng Rystad Energy cho biết, hiện có khoảng 5 triệu người trên toàn thế giới làm việc trong ngành dịch vụ dầu khí. Tuy nhiên, trước việc giá dầu thô sụt giảm như hiện tại, sẽ có khoảng 1 triệu lao động làm việc trong ngành dịch vụ này sẽ bị thất nghiệp. Theo phân tích của Rystad Energy, gần 70 % số lao động được dự báo bị cắt giảm là do giá dầu sụt giảm mạnh, và khoảng 30 % còn lại do là chủ doanh nghiệp muốn hạn chế nguy cơ lây lan dịch COVID-19 tại nơi làm việc.

Cạnh tranh trong thị trường dầu mỏ cộng với đại dịch COVID-19 làm cho ngành công nghiệp dầu mỏ trên thế giới có nhiều biến động, các nước cần có các ứng pháp đúng đắn để đảm bảo lợi ích kinh tế cũng như sức khỏe người lao động. □

NGỌC KIÊN

(<https://baotintuc.vn/>, <http://nghiencuubiendong.vn/>)