

TẠP CHÍ

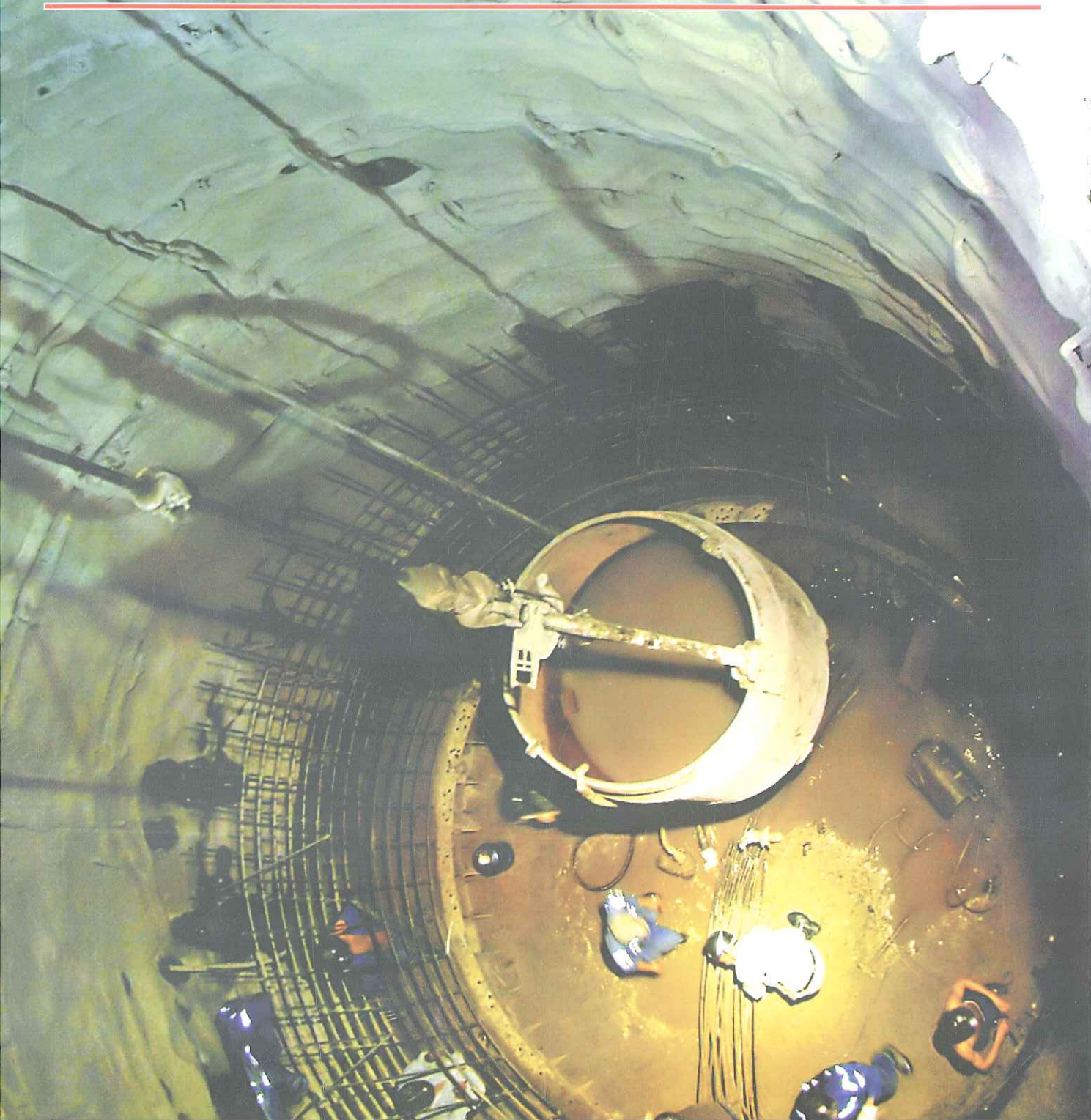
ISSN 0868 - 7052

CÔNG NGHIỆP MỎ

MINING INDUSTRY JOURNAL

NĂM THỨ XXXIII SỐ 6 - 2019

CƠ QUAN NGÔN LUẬN CỦA HỘI KHOA HỌC VÀ CÔNG NGHỆ MỎ VIỆT NAM



TẠP CHÍ CÔNG NGHIỆP MỎ

CƠ QUAN NGÔN LUẬN
CỦA HỘI KH&CN MỎ VIỆT NAM

NĂM THỨ XXXIII
SỐ 6 - 2019

✦ Tổng biên tập:
GS.TS.NGND. VÕ TRỌNG HÙNG

✦ Phó Tổng biên tập
kiêm Thư ký Toà soạn:
TS. TẠ NGỌC HẢI

✦ Ủy viên Phụ trách Trị sự:
KS. TRẦN VĂN TRẠCH

✦ Ủy viên Ban biên tập:
TS. NGUYỄN BÌNH
PGS.TS. PHÙNG MẠNH ĐẮC
TSKH. ĐINH NGỌC ĐĂNG
TS. NGHIÊM GIA
PGS.TS.NGUT. HỒ SĨ GIAO
TS. NGUYỄN HỒNG MINH
GS.TS.NGUT. VÕ CHÍ MỸ
PGS.TS. NGUYỄN CẢNH NAM
KS. ĐÀO VĂN NGÂM
TS. ĐÀO ĐẮC TẠO
TS. PHAN NGỌC TRUNG
GS.TS.NGND. TRẦN MẠNH XUÂN

✦ TOÀ SOẠN:
Số 655 - Phạm Văn Đồng
Bắc Từ Liêm-Hà Nội
Điện thoại: 36649158; 36649159
Fax: (844) 36649159
Email: info@vinamin.vn
Website: http://vinamin.vn

✦ Tạp chí xuất bản với sự cộng tác
của: Trường Đại học Mỏ-Địa chất;
Viện Khoa học và Công nghệ Mỏ-
Luyện kim; Viện Khoa học Công
nghệ Mỏ; Viện Dầu khí

✦ Giấy phép xuất bản số:
319/GP-BVHTT ngày 23/7/2002
của Bộ Văn hoá Thông tin

✦ In tại Công ty CTCP
KH & CN Hoàng Quốc Việt
18 Hoàng Quốc Việt - Hà Nội
Điện thoại: 024.37562778

✦ Nộp lưu chiểu:
Tháng 12 năm 2019

MỤC LỤC

□ TIÊU ĐIỂM

- ✦ Nghiên cứu phân bố ứng suất và giải pháp không để lại trụ bảo vệ khi khai thác các vỉa dày trung bình, dốc thoải đến nghiêng Lê Quang Phục và nnk 1

□ KHAI THÁC MỎ

- ✦ Phương pháp mô phỏng dự báo, xác định bán kính ảnh hưởng của đá văng do nổ mìn trên mỏ lộ thiên Việt Nam Nguyễn Anh Tuấn và nnk 11
- ✦ Nghiên cứu giải pháp thu hồi than trong công nghệ khai thác lò chợ xiên chéo, chống giữ bằng giàn chống mềm loại ZRY ở Công ty than Vàng Danh Vương Minh Thu và nnk 19
- ✦ Mô hình mạng nơ-ron nhân tạo và mô hình thực nghiệm để dự báo sóng chấn động nổ mìn trên mỏ lộ thiên Nguyễn Hoàng và nnk 23

□ XÂY DỰNG CÔNG TRÌNH NGẦM VÀ MỎ

- ✦ Mô hình phân tích dự báo độ lún mặt đất khi thi công đường hầm đô thị bằng máy khiên đào Đỗ Ngọc Thái và nnk 29
- ✦ Nghiên cứu xác định tham số của kết cấu chống neo cho đường lò bằng phương pháp số Đào Việt Đoàn 34

□ TUYỂN VÀ CHẾ BIẾN KHOÁNG SẢN

- ✦ Quy trình công nghệ sản xuất thiếc hàn không chì dạng kem Trần Thụy Thúy Vi và nnk 40
- ✦ Hoàn thiện công nghệ sản xuất thiếc 99,99 % từ thiếc thô Đinh Thị Thu Hiền và nnk 45
- ✦ Nghiên cứu tuyển nổi bùn than mỏ Khánh Hòa nhằm tận thu than sạch Phạm Văn Luận, Lê Việt Hà và nnk 51

□ CƠ KHÍ VÀ CƠ ĐIỆN MỎ

- ✦ Ứng dụng Simulink Matlab để nghiên cứu động lực học kênh quay ty trên máy khoan xoay cầu CBJ-250T Lê Ngọc Dũng, Đặng Văn Chí và nnk 56

□ THÔNG GIÓ, AN TOÀN VÀ BẢO VỆ MÔI TRƯỜNG

- ✦ Giải pháp kỹ thuật cải thiện và nâng cao năng lực thông gió mỏ tại Công ty than Thống nhất-TKV Phạm Đức Khiêm và nnk 61
- ✦ Một số kết quả nghiên cứu xử lý bùn đỏ nhà máy alumina Lâm Đồng bằng phương pháp thải khô Hoàng Minh Hùng và nnk 64

□ ĐỊA CƠ HỌC, ĐỊA TIN HỌC, ĐỊA CHẤT, TRẮC ĐỊA

- ✦ Đặc điểm quặng hóa và tiềm năng tài nguyên quặng graphit khu vực Văn Yên, tỉnh Yên Bái Nguyễn Chí Công và nnk 74
- ✦ Nghiên cứu chế tạo búa mìn từ than bùn nhà máy tuyển phục vụ khai thác than hầm lò Vương Minh Thu và nnk 82

□ KINH TẾ, QUẢN LÝ

- ✦ Nhiệt điện than thế giới và Việt Nam: Hiện trạng và xu thế phát triển Nguyễn Cảnh Nam 85

□ THÔNG TIN, SỰ KIỆN

- ✦ Định hướng hoạt động khoa học công nghệ ngành Than-Khoáng sản đến năm 2025 Đức Khải 92
- ✦ Thông tin về đầu tư vào công nghiệp nhôm trên thế giới Trần Minh Huân 93
- ✦ Từ sản xuất than đến sản xuất điện - TKV nâng cao hiệu quả sử dụng than Đức Khải 94
- ✦ Hội thảo quốc tế về công nghệ, máy và thiết bị cơ khí trong khai thác khoáng sản Ngọc Kiên 96
- ✦ Chín nước đứng đầu về khai thác quặng sắt năm 2018 Trần Minh Huân 98
- ✦ Năm công ty sản xuất uranium lớn nhất thế giới năm 2018 Trần Minh Huân 99
- ✦ Tin vắn ngành mỏ thế giới Đức Toàn 101

Ảnh Bìa 1: Thi công giếng đứng Núi Béo (Ảnh Văn Thắng)

MÔ HÌNH MẠNG NƠ-RON NHÂN TẠO VÀ MÔ HÌNH THỰC NGHIỆM ĐỂ DỰ BÁO SÓNG CHẤN ĐỘNG NỔ MÌN TRÊN MỎ LỘ THIÊN

NGUYỄN HOÀNG, BÙI XUÂN NAM,
TRẦN QUANG HIẾU, LÊ THỊ THU HOA, LÊ QUÝ THẢO
Trường Đại học Mở-Địa chất
Email: nguyenhoang@hmg.edu.vn

1. Tổng quan

Nổ mìn là một trong những phương pháp mang lại hiệu quả cao nhất trong việc phá vỡ đất đá cứng trên các mỏ lộ thiên [7]. Tuy nhiên, không phải 100% năng lượng của chất nổ đều tham gia vào việc phá vỡ đất đá. Một số nhà nghiên cứu đã kết luận rằng, có tới 80÷85% năng lượng của chất nổ là vô ích và sinh ra các tác dụng phụ như sóng chấn động (Peak Particle Velocity - PPV), sóng đập không khí, đất đá văng và hậu xung [6]. Trong số các tác dụng phụ đó thì sóng chấn động là một trong các yếu tố nguy hiểm sinh ra do quá trình nổ mìn trên các mỏ lộ thiên. Nó có thể làm rung động các công trình, nhà cửa, phá hủy các kết cấu công trình, gây mất ổn định tầng và bờ mỏ trên các mỏ lộ thiên,... Do vậy, việc đo đạc và dự báo sóng chấn động sinh ra do nổ mìn một cách chính xác là rất cần thiết để giảm thiểu các tác động tiêu cực của nổ mìn tới môi trường xung quanh.

Để kiểm soát sóng chấn động nổ mìn, nhiều nhà khoa học đã nỗ lực nghiên cứu các giải pháp nhằm giảm thiểu sóng chấn động sinh ra do nổ mìn như: sử dụng phương pháp nổ mìn vi sai, sử dụng màn chắn, tối ưu hóa các thông số nổ mìn, lựa chọn sơ đồ nổ hợp lý,...[1]. Tuy nhiên, các phương pháp này chỉ là định tính và không thể kiểm soát được sóng chấn động nổ mìn một cách cụ thể.

Trên cơ sở đó, nhiều nhà khoa học đã tiếp cận lý thuyết thống kê dựa trên sự điều tra của một loạt các vụ nổ và xây dựng các công thức thực nghiệm để ước lượng sóng chấn động nổ mìn [9].

Trong những năm gần đây, nhiều kỹ thuật và cách tiếp cận mới đã được phát triển để dự báo và giảm thiểu các tác động không mong muốn của sóng chấn động nổ mìn trên mỏ lộ thiên như: các phương pháp máy học, mạng nơ-ron nhân tạo, các

thuật toán tiến hóa, hệ thống mạng nơ-ron mờ,... Longjun, Dong, Li Xibing [8] đã sử dụng thuật toán Random Forest (RF) và Support Vector Machine (SVM) để dự báo sóng chấn động nổ mìn với 93 vụ nổ được thu thập phục vụ cho nghiên cứu. Nghiên cứu này đã chỉ ra rằng RF và SVM là những thuật toán máy học phù hợp để dự báo sóng chấn động nổ mìn và SVM đã cung cấp một hiệu suất cao hơn so với RF trong dự báo PPV. Các thuật toán máy học khác như Support Vector Machine (SVM), hồi quy nhiều biến và các công thức thực nghiệm cũng là cách tiếp cận của Hasanipanah, Faradonbeh [4] để dự báo PPV. Với mục đích này, họ đã thu thập 86 vụ nổ tại mỏ đồng Miduk của Iran để phục vụ nghiên cứu. Các kết quả đã chỉ ra rằng kỹ thuật SVM là một kỹ thuật tiên tiến cho hiệu suất cao hơn rất nhiều so với các kỹ thuật còn lại với sai số quân phương RMSE=0,17 và hệ số xác định $R^2=0,95$. Bằng cách tiếp cận khác, Chandar, K Ram, VR Sastry [2] đã sử dụng các mô hình hồi quy và hệ thống mạng nơ-ron nhân tạo (ANN) để dự báo PPV với 168 vụ nổ đã được thu thập tại 3 mỏ đá vôi, dolomite và mỏ than. Các kết quả cho thấy mô hình ANN là mô hình tốt nhất được sử dụng trong nghiên cứu của họ với hệ số xác định $R^2=0,878$ cho tổng 3 mỏ. Ngoài ra, còn rất nhiều các nghiên cứu khác đã sử dụng các kỹ thuật tiên tiến và hiện đại để dự báo các tác động không mong muốn sinh ra do nổ mìn trên mỏ lộ thiên [5].

Tại Việt Nam, phương pháp phổ biến nhất hiện nay vẫn được sử dụng để xác định sóng chấn động nổ mìn là sử dụng các thiết bị đo chấn động như: Blastmate III, Minimate hay Micromate của Instel (Canada). Tuy nhiên, các thiết bị này chỉ ghi lại được sóng chấn động khi các vụ nổ đã được tiến hành mà không có khả năng dự báo trước sóng chấn động sinh ra do quá trình nổ mìn. Các

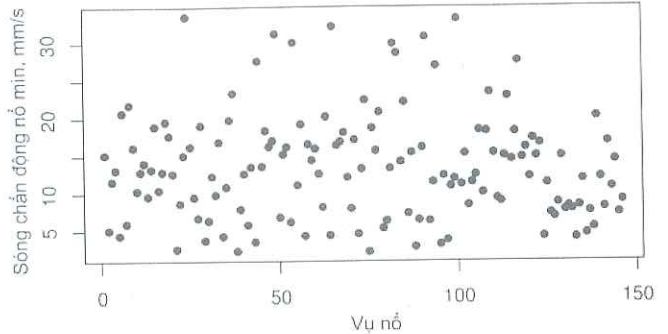
kỹ thuật tiên tiến và hiện đại như các phương pháp máy học, mạng nơ-ron nhân tạo, các thuật toán tiến hóa, hệ thống mạng nơ-ron mờ,... cũng chưa được áp dụng tại Việt Nam. Trong nghiên cứu này, nhóm tác giả phát triển một mô hình mạng nơ-ron nhân tạo cho dự báo sóng chấn động nổ mìn tại mỏ than Đèo Nai. Phương pháp thực nghiệm cũng được áp dụng để dự đoán sóng chấn động nổ mìn và so sánh với mô hình mạng nơ-ron nhân tạo đã phát triển.

2. Khu vực nghiên cứu và dữ liệu sử dụng

Đèo Nai là một trong những mỏ than lộ thiên lớn nhất thuộc Tập đoàn Công nghiệp Than-Khoáng sản Việt Nam (Vinacomin), nằm tại thành phố Cẩm Phả, tỉnh Quảng Ninh với tổng diện tích lên tới 6,06 km². Trữ lượng của mỏ là 42,5 triệu tấn và sản lượng khai thác hàng năm là 2,5 triệu tấn.

Mỏ than Đèo Nai có cấu trúc địa chất phức tạp với nhiều uốn nếp. Đất đá ở mỏ chủ yếu là cuội kết, sạn kết, cát kết, bột kết và sét kết. Độ cứng đất đá $f=11÷12$. Do đó, sử dụng phương pháp nổ mìn là một cách hiệu quả để phá vỡ đất đá trên mỏ Đèo Nai. Dữ liệu sử dụng cho nghiên cứu này bao gồm các thông số như sóng chấn động, được đặc trưng bởi tốc độ dao động của sóng trong lòng đất (PPV), tần số "f" được đo bằng thiết bị Blastmate III của Canada do Instatel sản xuất. Các thông số khác

của hộ chiếu nổ mìn được thu thập từ 146 vụ nổ tại mỏ than Đèo Nai. Hình H.1 minh họa dữ liệu sóng chấn động nổ mìn đo được từ 146 vụ nổ tại mỏ than Đèo Nai trong nhiều năm.



H.1. Dữ liệu sóng chấn động nổ mìn thu thập tại mỏ than Đèo Nai

Ngoài ra, các dữ liệu cần thiết khác phục vụ cho nghiên cứu này bao gồm: chiều dày lớp đất phủ B, khoảng cách giữa các hàng lỗ khoan (a), chỉ tiêu thuốc nổ (q), số hàng lỗ khoan nổ đồng thời (N), khoảng cách đặt thiết bị (R), tổng khối lượng thuốc nổ trong một lần nổ (Q), chiều cao tầng (H), chiều dài cột bua (L_b) và thời gian vi sai (Δt) được thu thập từ 146 vụ nổ của mỏ. Dữ liệu sử dụng cho nghiên cứu này được tóm tắt trong Bảng 1.

Bảng 1. Tóm tắt dữ liệu sử dụng cho nghiên cứu

Q	H	B	a	L _b
Min. : 1376	Min. :13.00	Min. :7.500	Min. :7.400	Min. :6.200
1st Qu.:10028	1st Qu.:13.50	1st Qu.:7.800	1st Qu.:7.700	1st Qu.:6.600
Median :13454	Median :14.00	Median :8.200	Median :7.800	Median :6.900
Mean :13183	Mean :14.37	Mean :8.064	Mean :7.814	Mean :6.879
3rd Qu.:16318	3rd Qu.:15.00	3rd Qu.:8.300	3rd Qu.:8.000	3rd Qu.:7.200
Max. :24171	Max. :16.00	Max. :8.500	Max. :8.200	Max. :7.500
q	N	R	Δt	PPV
Min. :0.3500	Min. :2.000	Min. :180	Min. :17.00	Min. : 2.140
1st Qu.:0.3900	1st Qu.:2.000	1st Qu.:338	1st Qu.:17.00	1st Qu.: 7.947
Median :0.4200	Median :3.000	Median :495	Median :25.00	Median :12.725
Mean :0.4178	Mean :3.486	Mean :469	Mean :27.16	Mean :13.402
3rd Qu.:0.4500	3rd Qu.:5.000	3rd Qu.:622	3rd Qu.:42.00	3rd Qu.:16.843
Max. :0.4800	Max. :5.000	Max. :726	Max. :42.00	Max. :33.600

3. Phương pháp nghiên cứu

3.1. Phương pháp thực nghiệm

Để ước lượng sóng chấn động nổ mìn, nhiều nhà khoa học đã nghiên cứu và đề xuất các phương pháp thực nghiệm. Các phương pháp này chủ yếu dựa trên mối quan hệ giữa khối lượng thuốc nổ và khoảng cách đo chấn động. Trong số các phương pháp thực nghiệm hiện nay, phương

pháp ước lượng sóng chấn động nổ mìn của Cục mỏ Hoa Kỳ (USBM) là phương pháp được áp dụng rộng rãi và phổ biến nhất do Duvall, Wilbur I và Benjamin Petkof [3] đề xuất. Kỹ thuật thực nghiệm USBM được xác định theo công thức sau:

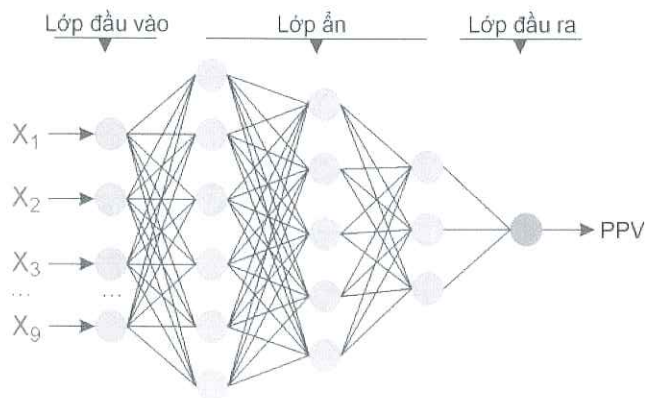
$$PPV = \lambda \cdot \left(\frac{R}{\sqrt{Q}} \right)^{-\alpha} \tag{1}$$

Trong đó: Q - Khối lượng thuốc nổ sử dụng cho mỗi vụ nổ, kg; R - Khoảng cách đo sóng chấn động nổ mìn, m; α, λ - Các hệ số thực nghiệm của khu vực.

3.2. Mạng nơ-ron nhân tạo

Mạng nơ-ron nhân tạo (ANN) - một phần của AI để dự báo sóng chấn động nổ mìn trên mỏ than Đèo Nai. Để thực hiện phương pháp này, dữ liệu thu thập được chia thành hai phần bao gồm: 80 % dữ liệu được sử dụng để huấn luyện mô hình và 20 % dữ liệu được sử dụng làm để đánh giá hiệu suất của mô hình dự báo.

Mạng nơ-ron nhân tạo là một loại mạng nơ-ron được thiết kế dựa trên cấu tạo của bộ não con người, có khả năng kết nối các nơ-ron để giải quyết mọi vấn đề từ các tín hiệu đầu vào nhờ sự hỗ trợ của máy tính điện tử [11]. Mô hình mạng nơ-ron được sử dụng rộng rãi nhất là mô hình mạng nơ-ron truyền thẳng nhiều lớp MLP. Trong nghiên cứu này, mô hình MLP được sử dụng như một mô hình ANN cơ bản nhằm đánh giá khả năng ứng dụng của ANN trong dự báo sóng va đập không khí. Một mạng MLP tổng quát là mạng có n lớp với cấu trúc bao gồm: 1 lớp đầu vào, n lớp ẩn (với $n \geq 2$) và 1 lớp đầu ra. Cấu trúc của một mạng nơ-ron nhân tạo tổng quát được minh họa trong hình H.3.



H.2. Cấu trúc chung mạng nơ-ron nhân tạo dự báo sóng chấn động nổ mìn cho mỏ than Đèo Nai

Mô hình mạng MLP hoạt động theo phương thức: tại lớp đầu vào, các nơ-ron sẽ nhận các tín hiệu đầu vào với các trọng số. Sau đó chúng được xử lý và gửi tới các nơ-ron thuộc lớp ẩn thứ nhất thông qua hàm truyền. Tại đây các nơ-ron sẽ tiếp nhận kết quả từ lớp tham số đầu vào và xử lý, tính toán các trọng số rồi gửi đến lớp ẩn thứ 2 thông qua hàm truyền. Quá trình cứ tiếp tục như vậy cho đến khi các kết quả được truyền tới lớp ra và cho kết quả đầu ra cuối cùng [12].

Các kết quả đầu ra của mô hình mạng nơ-ron phụ thuộc rất nhiều vào quá trình học của mạng,

hay còn gọi là quá trình huấn luyện. Quá trình học của mạng nơ-ron nhân tạo bao gồm hai kiểu học là học có giám sát và học không giám sát [10]. Các dữ liệu đầu vào khi dự báo sóng va đập không khí là các dữ liệu dạng số, sử dụng thuật toán hồi quy nên hầu hết đều sử dụng phương pháp học có giám sát dựa trên các dữ liệu đầu vào và yêu cầu của đầu ra.

Để đánh giá hiệu quả của quá trình huấn luyện, một số tiêu chuẩn đánh giá được sử dụng bao gồm: sai số tuyệt đối trung bình (MAE), sai số bình phương trung bình (RMSE) và hệ số xác định (R^2).

MAE biểu thị biên độ trung bình của sai số mô hình nhưng không nói lên xu hướng lệch của giá trị dự báo và quan trắc. Khi $MAE=0$, giá trị của mô hình hoàn toàn trùng khớp với giá trị thực tế, mô hình được xem là "lý tưởng". Giá trị MAE nằm trong khoảng $(0, +\infty)$.

Sai số bình phương trung bình là một trong những đại lượng cơ bản và thường được sử dụng phổ biến cho việc đánh giá kết quả của mô hình dự báo số trị. Người ta thường hay sử dụng đại lượng sai số bình phương trung bình quân phương (RMSE) biểu thị độ lớn trung bình của sai số. Đặc biệt RMSE rất nhạy với những giá trị sai số lớn. Do đó nếu RMSE càng gần MAE sai số mô hình càng ổn định và có thể thực hiện việc hiệu chỉnh sản phẩm mô hình. Giống như MAE, RMSE không chỉ ra độ lệch giữa giá trị dự báo và giá trị thực tế. Giá trị của RMSE nằm trong khoảng $(0, +\infty)$.

R^2 là hệ số xác định thể hiện mức độ phù hợp của dữ liệu với thuật toán. R^2 nằm trong khoảng $(0, 1)$ và lý tưởng nhất khi $R^2=1$ và bằng 0 là tệ nhất.

$$MAE = \frac{1}{n} \sum_{j=1}^n |y_i - \hat{y}_i|; \tag{2}$$

$$RMAE = \sqrt{\frac{1}{n} \sum_{j=1}^n (y_i - \hat{y}_i)^2}; \tag{3}$$

$$R^2 = 1 - \frac{\sum_i (y_i - f_i)^2}{\sum_i (y_i - \bar{y})^2} \tag{4}$$

Về lý thuyết, một mạng nơ-ron với 2 lớp ẩn có thể biểu diễn được tất cả các hình dạng khác nhau theo yêu cầu. Càng nhiều lớp ẩn quá trình huấn luyện mạng càng lâu và phức tạp. Do vậy, trong nghiên cứu này, một mạng MLP2 lớp ẩn sẽ được lập trình và huấn luyện trên bộ dữ liệu huấn luyện (80 % dữ liệu). Kết quả huấn luyện sẽ được kiểm tra lại bằng tập dữ liệu kiểm tra. Các kết quả nghiên cứu được thể hiện trong phần 4 của bài báo này.

4. Kết quả nghiên cứu và thảo luận

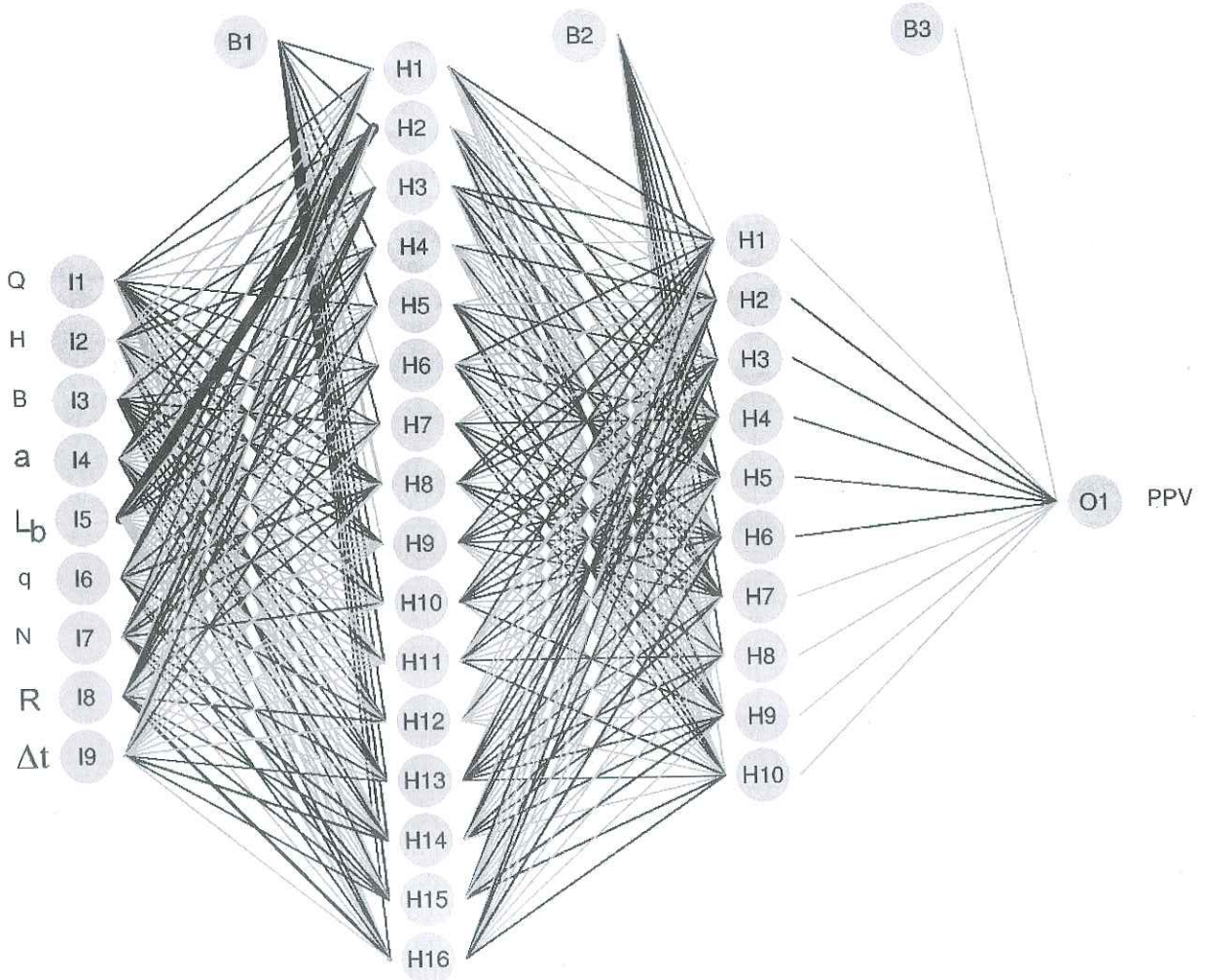
Để dự báo sóng chấn động nổ mìn, các mô hình

dự báo thực nghiệm và ANN được xây dựng dựa trên bộ dữ liệu đã thu thập. Theo đó, 80 % dữ liệu (tương đương 118 vụ nổ) được sử dụng làm dữ liệu huấn luyện cho việc xây dựng mô hình thực nghiệm và mô hình ANN. 20 % còn lại (tương ứng 28 vụ nổ) được sử dụng làm bộ dữ liệu kiểm tra để đánh giá hiệu suất của các mô hình dự báo.

Với phương pháp thực nghiệm, các hệ số thực nghiệm α , λ được xác định bằng kỹ thuật phân tích hồi quy đa biến dựa trên bộ dữ liệu huấn luyện. Kết quả phân tích hồi quy đa biến cho thấy $\alpha=40,94$ và $\lambda=0.936$ là hệ số thực nghiệm phù hợp cho khu vực nghiên cứu. Như vậy, phương trình thực nghiệm cho xác định sóng chấn động nổ mìn theo công thức (1) có dạng như sau:

$$PPV = 40,94 \left(\frac{R}{\sqrt{Q}} \right)^{-0.936} \quad (5)$$

Trong kỹ thuật ANN, một mạng ANN với 2 lớp ẩn được sử dụng để huấn luyện các tham số đầu vào cho dự báo sóng chấn động nổ mìn. Trong đó, lớp ẩn thứ nhất chứa 16 nơ-ron, lớp ẩn thứ 2 chứa 10 nơ-ron. Hình H.3 minh họa cấu trúc mạng ANN sử dụng cho dự báo sóng chấn động nổ mìn trong nghiên cứu này. Các trọng số giữa các nơ-ron trong các lớp được xác định và minh họa thông qua các đường màu đen và màu xám. Các đường màu xám đại diện cho các trọng số dương, các đường màu đen đại diện cho các trọng số âm. Mức độ đậm nhạt của các đường kẻ đặc trưng cho các giá trị của các trọng số được xác định trong mạng nơ-ron.



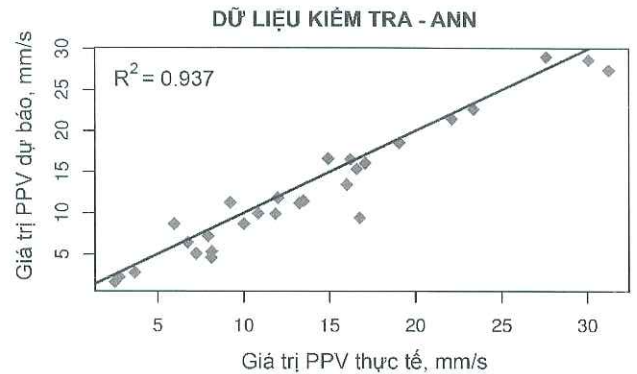
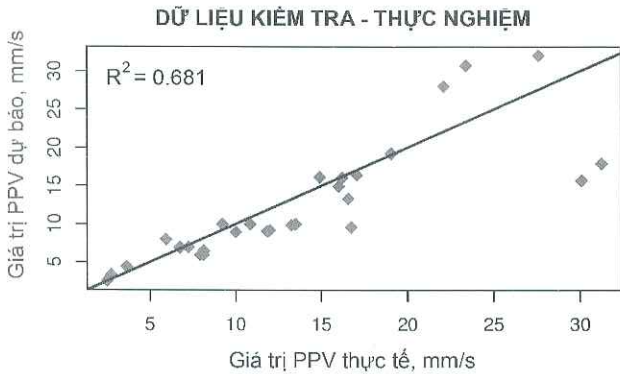
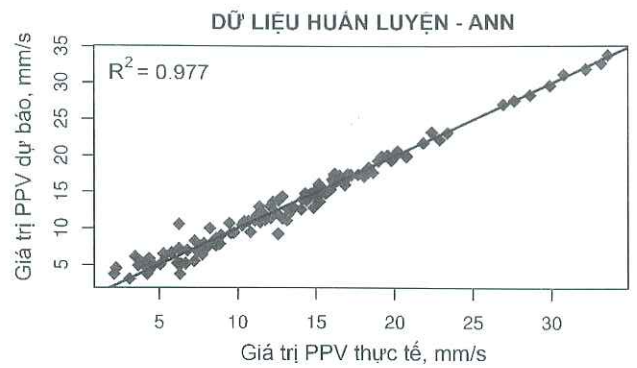
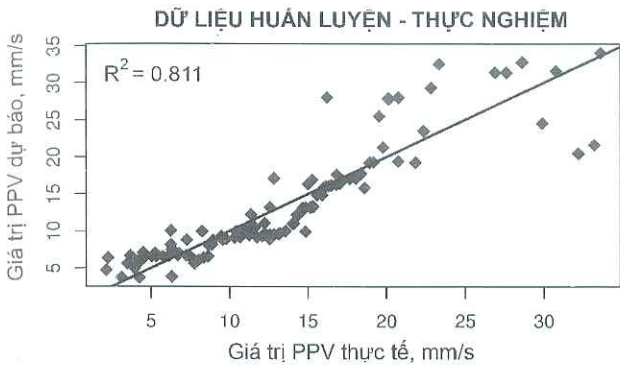
H.3. Mô hình mạng nơ-ron nhân tạo dự báo sóng chấn động nổ mìn cho mỏ than Đèo Nai

Sau khi xây dựng được các mô hình dự báo, bộ dữ liệu kiểm tra được sử dụng để đánh giá hiệu suất của các mô hình thông qua các tiêu chuẩn trong các công thức (2)-(4). Hiệu suất của các mô

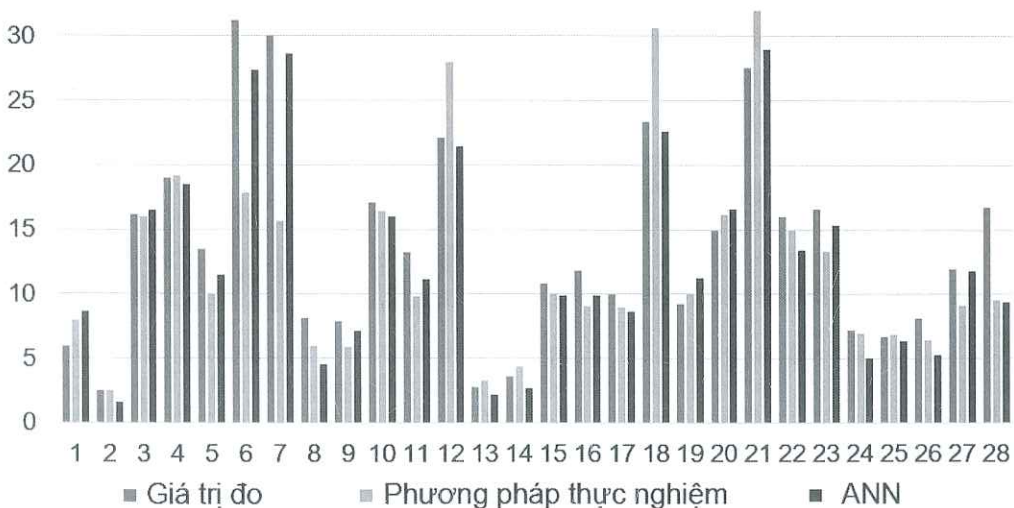
hình dự báo nên được so sánh và đánh giá trên cả bộ dữ liệu huấn luyện và bộ dữ liệu kiểm tra. Bảng 2 minh họa hiệu suất của các mô hình dự báo sóng chấn động nổ mìn trong nghiên cứu này.

Bảng 2. Hiệu suất của các mô hình dự báo sóng chấn động nổ mìn

Mô hình	Dữ liệu huấn luyện			Dữ liệu kiểm tra		
	RMSE	R ²	MAE	RMSE	R ²	MAE
Thực nghiệm	3,199	0,811	2,231	4,696	0,681	3,000
ANN	1,047	0,977	0,777	2,240	0,937	1,715



H.4. Mối quan hệ giữa các giá trị thực tế và giá trị dự báo của mô hình thực nghiệm và ANN



H.5. Kết quả dự báo sóng chấn động nổ mìn trên bộ dữ liệu thử nghiệm

Từ Bảng 2, có thể dễ dàng thấy rằng mô hình ANN cung cấp hiệu suất vượt trội hơn rất nhiều so với mô hình thực nghiệm. Trên bộ dữ liệu huấn luyện, sai số trung bình quân phương của mô hình

ANN chỉ ở mức 1,047, trong khi phương pháp thực nghiệm cho sai số khá lớn, ở mức 3,199. Mức độ phù hợp của dữ liệu trên mô hình ANN cũng cho kết quả tương tự với R^2 của mô hình ANN đạt mức 0,977 và mô hình thực nghiệm chỉ đạt 0,811. So sánh trên bộ dữ liệu kiểm tra cho thấy các kết quả tương tự. Hiệu suất của mô hình ANN với $RMSE=2,240$, $R^2=0,937$, và $MAE=1,715$ vượt trội hơn rất nhiều so với mô hình thực nghiệm USBM. Hình H.4 minh họa mối quan hệ giữa các giá trị thực tế và giá trị dự báo của các mô hình trên bộ dữ liệu huấn luyện và kiểm tra. Các kết quả dự báo sóng chấn động nổ mìn trên bộ dữ liệu kiểm tra được so sánh với thực tế và được minh họa trong hình H.5.

5. Kết luận

Nổ mìn là một trong những khâu quan trọng trong dây chuyền công nghệ khai thác trên các mỏ lộ thiên. Tuy nhiên, các tác dụng không mong muốn sinh ra do nổ mìn, đặc biệt là sóng chấn động nổ mìn cần phải được dự báo và kiểm soát chính xác nhằm giảm thiểu tối đa các tác động tới các công trình cần bảo vệ và môi trường xung quanh. Dựa trên các kết quả của nghiên cứu này, chúng tôi rút ra một số các kết luận sau:

➤ Các phương pháp giảm thiểu sóng chấn động nổ mìn nên được kết hợp với các kỹ thuật dự báo sóng chấn động nổ mìn để giảm thiểu tối đa sóng chấn động nổ mìn trên các mỏ lộ thiên;

➤ Kỹ thuật thực nghiệm là phương pháp ước lượng sóng chấn động nổ mìn một cách nhanh chóng, thuận tiện. Tuy nhiên mức độ chính xác của nó không cao. Do đó, chúng cần tiếp tục được nghiên cứu và phát triển để cải thiện mức độ chính xác;

➤ ANN là một kỹ thuật hiện đại cung cấp độ chính xác rất cao khi dự báo sóng chấn động nổ mìn. Nó nên được sử dụng trong thực tế để dự báo chính xác sóng chấn động trước khi tiến hành vụ nổ. Từ đó, các thông số nổ mìn và thông số của bãi mìn có thể được điều chỉnh để kiểm soát sóng chấn động nổ mìn. Việc ứng dụng ANN vào dự báo sóng chấn động nổ mìn trên các mỏ lộ thiên là một thành tựu đổi mới trong công nghệ khai thác mỏ lộ thiên thời kỳ cách mạng công nghiệp 4.0, nhằm bảo vệ môi trường và phát triển bền vững trong khai thác mỏ. □

TÀI LIỆU THAM KHẢO

1. Nhữ Văn Bách và các cộng sự. (2006), "Những biện pháp giảm thiểu tác dụng chấn động khi nổ mìn ở mỏ Núi Béo", Tạp chí Khoa học kỹ thuật Mỏ - Địa chất, số 14. Trường Đại học Mỏ-Địa chất. Hà Nội. Tr. 58-62.

2. K Ram Chandar, VR Sastry và Chiranth Hegde (2017), "A Critical Comparison of Regression Models and Artificial Neural Networks to Predict Ground Vibrations", Geotechnical and Geological Engineering. 35(2), tr. 573-583.

3. Wilbur I Duvall và Benjamin Petkof (1958), Spherical propagation of explosion-generated strain pulses in rock, Bureau of Mines.

4. Hasanipanah và các cộng sự. (2017), "Forecasting blast-induced ground vibration developing a CART model", Engineering with Computers. 33(2), tr. 307-316.

5. Mahdi Hasanipanah và các cộng sự. (2017), "Estimation of blast-induced ground vibration through a soft computing framework", Engineering with Computers, tr. 1-9.

6. Mahdi Hasanipanah và các cộng sự. (2015), "Feasibility of indirect determination of blast induced ground vibration based on support vector machine", Measurement. 75, tr. 289-297.

7. William A Hustrulid (1999), Blasting principles for open pit mining: general design concepts, Balkema.

8. Dong Longjun và các cộng sự. (2011), "Comparisons of random forest and support vector machine for predicting blasting vibration characteristic parameters", Procedia Engineering. 26, tr. 1772-1781.

9. Hoang Nguyen, Xuan-Nam Bui và Hossein Moayedi (2019), "A comparison of advanced computational models and experimental techniques in predicting blast-induced ground vibration in open-pit coal mine", Acta Geophysica.

10. Luis G Perez và các cộng sự. (1994), "Training an artificial neural network to discriminate between magnetizing inrush and internal faults", IEEE Transactions on Power Delivery. 9(1), tr. 434-441.

11. Robert J Schalkoff (1997), Artificial Neural Networks, Vol. 1, McGraw-Hill New York.

12. Azzedine Zerguine, Ahmer Shafi và Maamar Bettayeb (2001), "Multilayer perceptron-based DFE with lattice structure", IEEE transactions on neural networks. 12(3), tr. 532-545.

Ngày nhận bài: 24/03/2019

Ngày gửi phản biện: 15/07/2019

Ngày nhận phản biện: 26/9/2019

Ngày chấp nhận đăng bài: 10/12/2019

Từ khóa: sóng chấn động nổ mìn; mô hình mạng nơ-ron nhân tạo; mô hình thực nghiệm dự báo sóng chấn động; tác động nguy hiểm

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

(Xem tiếp trang 50)

➤ Đã nghiên cứu bổ sung và lựa chọn các thông số công nghệ như: phân cực anot ≤ 30 mV; Khoảng cách anot và catot bằng 3 cm; xây dựng các mối quan hệ giữa mật độ dòng điện tới phân cực anot và điện áp bề điện phân, qua đó có thể dễ dàng điều khiển được quá trình điện phân tinh luyện dựa vào các thiết bị đo;

➤ Các yếu tố nghiên cứu bổ sung và hoàn thiện ở quy mô công nghiệp cho thấy, quá trình điện phân liên tục có ảnh hưởng tới một số công nghệ như nồng độ chất hoạt tính bề mặt, tốc độ tuần hoàn dung dịch trong bể điện phân,... các yếu tố này góp phần quan trọng vào chất lượng cũng như hiệu quả của quá trình điện phân tinh luyện thiếc 99,99 %;

➤ Khi tiến hành điện phân tinh luyện thiếc ở quy mô công nghiệp, do quá trình điện phân diễn ra liên tục trong thời gian dài nên sinh ra bùn anot bám trên bề mặt điện cực anot và dưới bể điện phân. Do đó, phải tiến hành làm sạch bùn anot theo chu kỳ bằng cách nhấc điện cực anot ra, rửa sạch bùn anot sau đó lại đưa trở lại bể điện phân;

➤ Khi tiến hành điện phân tinh luyện thiếc ở quy mô công nghiệp, lượng bùn anot sinh ra lớn hơn nhiều so với quy mô phòng thí nghiệm. Do đó, đã nghiên cứu xử lý bùn anot để thu hồi sản phẩm phụ, giảm ô nhiễm môi trường, nâng cao hiệu quả kinh tế của Dự án. □

TÀI LIỆU THAM KHẢO

1. TCVN 1659-75 về kim loại và hợp kim.
2. Phạm Viết Hà. Nghiên cứu công nghệ sản xuất thiếc siêu sạch 99,99 % từ thiếc thô. Công ty TNHH MTV Mỏ và Luyện kim Thái Nguyên. 2014.
3. Quyết định số 05/2008/QĐ-BCT ngày 04/3/2008 của Bộ Công Thương phê duyệt Quy hoạch phân vùng thăm dò, khai thác, chế biến và sử dụng quặng thiếc, vonfram và antimon giai đoạn 2007-2015, có xét đến năm 2025.
4. Franks Jr.. Electrolytic process for the production of tin and tin products. United States Patent. 1982.
5. Fathi Habashi. Handbook of extractive metallurgy. Wiley-VCH, volume 2. 1997.

Ngày nhận bài: 24/03/2019

Ngày gửi phản biện: 17/06/2019

Ngày nhận phản biện: 25/08/2019

Ngày chấp nhận đăng bài: 10/12/2019

Từ khóa: thiếc 99,99 %; điện phân tinh luyện; thiếc 99,75 %; màng ngăn

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

SUMMARY

The paper presents the results of research on 99.99 % tin production technology from 99.75 % tin by industrial electrolytic refining method. The electrolytic refining process uses electrolyte solution prepared by electrochemical method-diaphragm.

MÔ HÌNH MẠNG NƠ-RON...

(Tiếp theo trang 28)

SUMMARY

Ground vibration is one of the undesirable effects caused by blasting operations in open-pit mines that greatly affect people, buildings, and surrounding environment. In this paper, a new approach to the advancement of science and technology is applied to predict the blast-induced ground vibration using artificial neural network. Another empirical model has also been applied in this study to predict blast-induced ground vibration and to compare with artificial neural network model. Deo Nai open-pit coal mine is a case study with 146 blasting events were collected for this aim. Root Mean Square Error (RMSE), Determination Coefficient (R^2), and Mean Absolute Error (MAE) are used to compare and evaluate the performance of the predictive models. The results indicated that ANN model provided a higher performance than empirical model with an RMSE of 2.240, R^2 of 0.937, and MAE of 1.715. This is an innovative achievement in open-pit mining technology that can be used to predict blast-induced ground vibration precision to ensure safety and minimize dangerous impacts on the surrounding environment.