

BẢN TIN KHOA HỌC



Số 3/2025 (Số 50)

CƠ KHÍ

ISSN: 2354 - 1164

NĂNG LƯỢNG - MỎ

MECHANICAL ENGINEERING BULLETIN FOR MINING AND ENERGY INDUSTRIES

VIỆN CƠ KHÍ NĂNG LƯỢNG VÀ MỎ - VINACOMIN

**NHIỆT LIỆT CHÀO ĐẠI HỘI ĐẢNG BỘ
VIỆN CƠ KHÍ NĂNG LƯỢNG VÀ MỎ
LẦN THỨ XIII, NHIỆM KỲ 2025 - 2030**



Kính biểu!



**NHIỆT LIỆT CHÀO ĐẠI HỘI ĐẢNG BỘ
VIỆN CƠ KHÍ NĂNG LƯỢNG VÀ MỎ
LẦN THỨ XIII, NHIỆM KỲ 2025 - 2030**



Kính biểu!

CHỊU TRÁCH NHIỆM NỘI DUNG

TRƯỞNG BAN BIÊN TẬP:

TS. Nguyễn Thu Hiền

Viện trưởng Viện Cơ khí
Năng lượng và Mỏ - Vinacomin

PHÓ TRƯỞNG BAN BIÊN TẬP:

TS. Đỗ Trung Hiếu

Phó Viện trưởng Viện Cơ khí
Năng lượng và Mỏ - Vinacomin

ThS. Trần Đức Thọ

Phó Viện trưởng Viện Cơ khí
Năng lượng và Mỏ - Vinacomin

BAN BIÊN TẬP:

TS. Lê Thanh Bình – Ủy viên Thư ký
ThS. Nguyễn Chân Phương – Ủy viên
ThS. Nguyễn Xuân Trường – Ủy viên
ThS. Nguyễn Thị Kiều Linh – Ủy viên
ThS. Phan Xuân Thông – Ủy viên
ThS. Phạm Hà Trung – Ủy viên
ThS. Phạm Văn Hiếu – Ủy viên
ThS. Lê Văn Thông – Ủy viên

TÒA SOẠN:

Địa chỉ: Số 565 Nguyễn Trãi, P. Thanh Xuân
Nam, Q. Thanh Xuân, Hà Nội
ĐT: (024) 3854 2572 Fax: (024) 3854 3154
Email: info@iemm.com.vn
Giấy phép xuất bản số 40/GP-XBBT ngày
17/7/2024 của Cục Báo chí

MỤC LỤC

Số 3/2025 (Số 50 – Tháng 5-6/2025)

TIN TỨC

- 1 - ĐẠI HỘI ĐẢNG BỘ VIỆN CƠ KHÍ NĂNG LƯỢNG VÀ MỎ LẦN THỨ XIII, NHIỆM KỲ 2025 - 2030
- 4 - BỘ CÔNG THƯƠNG ĐẨY MẠNH PHÁT TRIỂN KHOA HỌC, CÔNG NGHỆ VÀ ĐỔI MỚI SÁNG TẠO
- 6 - TKV: 6 THÁNG ĐẦU NĂM, THAN NGUYÊN KHAI SẢN XUẤT ĐẠT TRÊN 21 TRIỆU TẤN
- 8 - ĐẢNG ỦY TẬP ĐOÀN TRIỂN KHAI NHIỆM VỤ 6 THÁNG CUỐI NĂM 2025
- 11 - CHỦ TỊCH HỒ CHÍ MINH TỪ HÀNH TRÌNH CỨU NƯỚC ĐẾN DI SẢN TƯ TƯỞNG TRƯỜNG TỒN
- 13 - KHOA HỌC VÀ CÔNG NGHỆ NỀN TẢNG CHO ĐỔI MỚI, SÁNG TẠO VÀ CHUYỂN ĐỔI SỐ NGÀNH MỎ

CƠ KHÍ

- 15 - GIẢI PHÁP CÔNG NGHỆ PHÂN TÍCH VÀ ĐIỀU CHỈNH MỨC BÙN LẮNG TRONG BỂ CÔ ĐẶC TẠI CÁC NHÀ MÁY TUYỀN THAN, KHOÁNG SẢN

CÔNG NGHỆ VẬT LIỆU

- 21 - ẢNH HƯỞNG CỦA CÁC DẠNG ĐẤT ĐÁ ĐẾN QUY LUẬT MÀI MÒN CỦA MŨI RĂNG GÀU MÁY XÚC

CÔNG NGHIỆP MỎ

- 27 ĐÁNH GIÁ CÔNG NGHỆ CƠ GIỚI HOÁ ĐỒNG BỘ HẠNG NHÉ CÓ THU HỒI THAN NÓC TẠI CÔNG TY CỔ PHẦN THAN MÔNG DƯƠNG - VINACOMIN

KHOA HỌC ỨNG DỤNG

- 34 - CÔNG NGHỆ ĐỊNH VỊ ĐIỂM CHÍNH XÁC PPP VÀ GIẢI PHÁP PPP-RTK: XU HƯỚNG KHẮC PHỤC HẠN CHẾ CỦA MẠNG LƯỚI RTK TRUYỀN THỐNG
- 39 - XÂY DỰNG MÔ HÌNH TRÍ TUỆ NHÂN TẠO DỰ BÁO PHÁT TÁN PHÓNG XẠ TẠI MỎ ĐỒNG SİN QUYỀN

ĐẠI HỘI ĐẢNG BỘ VIỆN CƠ KHÍ NĂNG LƯỢNG VÀ MỎ LẦN THỨ XIII, NHIỆM KỲ 2025 - 2030

Sáng ngày 19/5/2025, Đảng bộ Viện Cơ khí Năng lượng và Mỏ tổ chức trọng thể Đại hội lần thứ XIII, nhiệm kỳ 2025 - 2030.



Các đại biểu tham dự Đại hội

Tham dự Đại hội có đồng chí Khuất Mạnh Thắng – Phó Bí thư Thường trực Đảng ủy Tập đoàn; đồng chí Nguyễn Thị Thùy Linh – Ủy viên Ban Chấp hành Đảng bộ Tập đoàn, Phó Trưởng Ban Tuyên giáo Đảng ủy TKV; đồng chí Nguyễn Văn Thuận – Ủy viên Ban Chấp hành Đảng bộ Tập đoàn, Bí thư Đoàn Thanh niên Tập đoàn TKV; đồng chí Bùi Hương Trà – Chuyên viên Cơ quan Ủy ban Kiểm tra Đảng ủy Tập đoàn TKV; cùng toàn thể đảng viên trong Đảng bộ Viện.

Phát biểu tại Đại hội, đồng chí Nguyễn Thu Hiền – Bí thư Đảng ủy, Viện trưởng Viện Cơ khí Năng lượng và Mỏ đã trình bày Báo cáo chính trị, đánh giá toàn diện kết quả thực hiện Nghị quyết



*Đồng chí Nguyễn Thu Hiền – Bí thư Đảng ủy,
Viện trưởng trình bày báo cáo chính trị*

Đại hội Đảng bộ Viện lần thứ XII, nhiệm kỳ 2020 - 2025. Báo cáo khẳng định: trong nhiệm kỳ

vừa qua, Đảng ủy Viện đã thực hiện nghiêm túc nguyên tắc tập trung dân chủ, quy chế làm việc; hệ thống chính trị duy trì ổn định, nội bộ đoàn kết, thống nhất, quyết tâm cao trong tổ chức thực hiện nhiệm vụ. Các chỉ tiêu chủ yếu về sản xuất, việc làm, thu nhập cho người lao động đều được hoàn thành và duy trì ổn định.



*Đồng chí Trần Đức Thọ – Đảng ủy viên,
Phó Viện trưởng trình bày báo cáo*

Bước sang nhiệm kỳ 2025 - 2030, Đảng ủy Viện xác định mục tiêu tiếp tục tăng cường vai trò lãnh đạo, chỉ đạo của cấp ủy Đảng trong công tác xây dựng Đảng; phát huy sức mạnh nội lực, khơi dậy tinh thần đổi mới, sáng tạo; quyết tâm thực hiện thắng lợi phương châm hành động: “Đoàn kết - Dân chủ - Đổi mới - Phát triển”; xây dựng Đảng bộ và hệ thống chính trị trong sạch, vững mạnh; xây dựng Viện phát triển ổn định, an toàn và bền vững.



*Đồng chí Khuất Mạnh Thắng – Phó Bí thư
thường trực Đảng ủy Tập đoàn phát biểu
chỉ đạo Đại hội*

Phát biểu chỉ đạo tại Đại hội, đồng chí Khuất Mạnh Thắng – Phó Bí thư Thường trực Đảng ủy Tập đoàn ghi nhận và biểu dương những kết quả mà Đảng bộ Viện đã đạt được trong nhiệm kỳ qua. Đồng chí đề nghị trong nhiệm kỳ tới, Đảng bộ Viện tiếp tục quán triệt và triển khai hiệu quả các chủ trương, định hướng của Trung ương và của Đảng ủy Tập đoàn, đặc biệt là: Tổng kết, thực hiện Nghị quyết số 18 về sắp xếp tổ chức bộ máy tinh gọn, hiệu lực, hiệu quả; triển khai Kết luận số 01 của Bộ Chính trị về tiếp tục đẩy mạnh học tập và làm theo tư tưởng, đạo đức, phong cách Hồ Chí Minh; thực hiện tốt công tác cán bộ: đánh giá, đào tạo, bồi dưỡng, quy hoạch, luân chuyển, bổ nhiệm và giới thiệu ứng cử đúng quy định của Trung ương và Tập đoàn.



*Đại biểu Đảng bộ TKV tặng hoa chúc mừng
Ban Chấp hành Đảng bộ Viện Cơ khí Năng
lượng và Mỏ khóa XIII, nhiệm kỳ 2025 - 2030*

Đại hội đã tiến hành bầu Ban Chấp hành Đảng bộ Viện Cơ khí Năng lượng và Mỏ khóa XIII, nhiệm kỳ 2025 - 2030 gồm 8 đồng chí. Đại hội cũng bầu 01 đại biểu chính thức và 01 đại biểu dự khuyết tham dự Đại hội Đảng bộ TKV lần thứ IV, nhiệm kỳ 2025 - 2030.

Đồng chí Nguyễn Thu Hiền – Bí thư Đảng ủy Viện khóa XII tiếp tục được Đại hội tín nhiệm bầu giữ chức Bí thư Đảng ủy Viện khóa XIII với số phiếu tín nhiệm cao.

Một số hình ảnh của Đại hội:



Ban Biên tập.

BỘ CÔNG THƯƠNG ĐẨY MẠNH PHÁT TRIỂN KHOA HỌC, CÔNG NGHỆ VÀ ĐỔI MỚI SÁNG TẠO

Ngày 19/5/2025, Bộ Công Thương đã tổ chức Hội nghị chuyên đề triển khai Nghị quyết của Đảng, Chính phủ về đột phá phát triển khoa học, công nghệ và đổi mới sáng tạo.



Toàn cảnh Hội nghị chuyên đề

Nhân dịp kỷ niệm Ngày Khoa học và Công nghệ Việt Nam 18/5 (18/5/2013 - 18/5/2025), Cục Đổi mới sáng tạo, Chuyển đổi xanh và Khuyến công – Bộ Công Thương, tổ chức hội nghị chuyên đề triển khai Nghị quyết số 57-NQ/TW của Bộ Chính trị và Nghị quyết số 71/NQ-CP của Chính phủ về đột phá phát triển khoa học, công nghệ, đổi mới sáng tạo và chuyển đổi số quốc gia.

Sự kiện nhằm tổng kết kết quả đạt được trong giai đoạn vừa qua và định hướng trọng tâm giai đoạn 2026 - 2030, qua đó góp phần hiện thực hóa khát vọng công nghiệp hóa, hiện đại hóa đất nước.

Tham dự Hội nghị có Thứ trưởng Bộ Công Thương Nguyễn Hoàng Long; ông Cao Quốc Hưng – nguyên Thứ trưởng Bộ Công Thương;

ông Nguyễn Phú Cường – nguyên Vụ trưởng Vụ Khoa học và Công nghệ (nay là Cục Đổi mới sáng tạo, Chuyển đổi xanh và Khuyến công); ông Trần Việt Hoà – nguyên Vụ trưởng Vụ Khoa học và Công nghệ.

Tham dự hội nghị còn có lãnh đạo các cục, vụ, viện thuộc ngành Công Thương, trường đại học trực thuộc Bộ; đại diện các tổ chức khoa học và công nghệ, chuyên gia, nhà khoa học, doanh nghiệp ngành Công Thương và đông đảo cơ quan báo chí trong và ngoài Bộ.

Cục Đổi mới sáng tạo, Chuyển đổi xanh và Khuyến công thông tin, trong giai đoạn 2021 - 2025, công tác khoa học, công nghệ và đổi mới sáng tạo của ngành Công Thương được triển khai đồng bộ trên cả ba trụ cột: Xây dựng thể chế, xác

định hướng ưu tiên và kiện toàn bộ máy tổ chức.



*Thư trưởng Bộ Công Thương
Nguyễn Hoàng Long phát biểu tại Hội nghị*

Bộ Công Thương đã chủ động tham gia xây dựng, đóng góp nội dung quan trọng trong quá trình ban hành các văn bản chiến lược như Nghị quyết 57-NQ/TW, Nghị quyết 71/NQ-CP và Dự thảo Luật Khoa học, Công nghệ và Đổi mới sáng tạo đang được Quốc hội xem xét thông qua. Ngay sau khi các văn bản này được ban hành, Bộ đã ban hành kế hoạch hành động, phân công cụ thể cho từng đơn vị nhằm triển khai hiệu quả, đúng tiến độ và sát với thực tiễn ngành.

Căn cứ Chiến lược phát triển khoa học, công nghệ và đổi mới sáng tạo phục vụ phát triển ngành Công Thương đến năm 2030, Bộ đã hướng dẫn các đơn vị xây dựng Kế hoạch Khoa học và công nghệ giai đoạn 2026 - 2030.

Các nhóm nhiệm vụ trọng tâm bao gồm: Cung cấp luận cứ chính sách; làm chủ, ứng dụng

và chuyển giao công nghệ lõi; phát triển giải pháp chuyển đổi số; tạo sản phẩm, quy trình, mô hình kinh doanh mới; nâng cao hiệu quả quản lý nhà nước; đào tạo và phổ biến tri thức đổi mới sáng tạo.

Đáng chú ý, trong giai đoạn 2021 - 2025, Bộ Công Thương đã từng bước tái cơ cấu hệ thống các tổ chức khoa học, công nghệ trực thuộc theo hướng tinh gọn, tự chủ, gắn với thị trường và hoạt động hiệu quả. Hiện phần lớn các viện nghiên cứu của Bộ không còn phụ thuộc vào nguồn chi thường xuyên từ ngân sách nhà nước.

Các kết quả nghiên cứu khoa học, công nghệ đã đóng góp thiết thực vào thực tiễn sản xuất, quản lý và chính sách ngành. Nhiều đề tài được ứng dụng trong doanh nghiệp, góp phần nâng cao năng suất, cải tiến quy trình sản xuất và tạo ra các sản phẩm mang thương hiệu Việt Nam có tính cạnh tranh cao.

Song song với đó, hoạt động quản lý khoa học, công nghệ trong Bộ được đẩy mạnh hiện đại hóa. Công tác phát triển hệ sinh thái đổi mới sáng tạo ngành Công Thương cũng là một trọng tâm trong giai đoạn tới.

Những kết quả đạt được trong giai đoạn 2021 - 2025 là nền tảng cho Bộ Công Thương tích cực triển khai các hoạt động nhằm thực hiện các Nghị quyết của Đảng, Chính phủ về đột phá phát triển khoa học, công nghệ và đổi mới sáng tạo.

Theo <https://congthuong.vn>

TKV: 6 THÁNG ĐẦU NĂM, THAN NGUYÊN KHAI SẢN XUẤT ĐẠT TRÊN 21 TRIỆU TẤN

Chiều ngày 02/7/2025, tại Trung tâm ĐHSX tại Quảng Ninh, Phó Tổng Giám đốc Tập đoàn Nguyễn Huy Nam chủ trì Hội nghị đánh giá tình hình sản xuất, tiêu thụ than tháng 6 và 6 tháng đầu năm, triển khai kế hoạch tháng 7 và Quý III/2025.



Phó Tổng Giám đốc Tập đoàn Nguyễn Huy Nam chủ trì Hội nghị

Dự Hội nghị có Phó TGD Tập đoàn Nguyễn Văn Tuấn; đại diện Đảng ủy Than Quảng Ninh, Đoàn Than Quảng Ninh; các Ban chuyên môn Tập đoàn; các đơn vị sản xuất, sàng tuyển, chế biến, tiêu thụ than...

Theo báo cáo của Ban SXT, thực hiện kế hoạch sản xuất, tiêu thụ than năm 2025, các đơn vị đã bám sát chỉ đạo điều hành của Tập đoàn, tranh thủ thời tiết thuận lợi, đẩy mạnh sản xuất, cơ bản các đơn vị hoàn thành và hoàn thành vượt mức kế hoạch tháng 6 và 6 tháng đầu năm 2025. Cụ thể: than nguyên khai sản xuất đạt trên 3,2 triệu tấn, bằng 105,6% KH tháng, lũy kế 6 tháng đạt trên 21 triệu tấn, bằng 55,4% KH năm (PHKD) và bằng 54,2% KH điều hành, tiêu biểu như các đơn vị: Than Đèo Nai - Cọc Sáu,



*Trưởng Ban SXT Vũ Văn Điền
báo cáo kết quả sản xuất, tiêu thụ than
tháng 6 và 6 tháng đầu năm,
triển khai kế hoạch tháng 7 và Quý III/2025*

Nam Mẫu, Mông Dương, Khe Chàm...; mét lò đào 24.452m, bằng 102,2% KH tháng, lũy kế 6 tháng đạt 138.256 m, bằng 50,6% KH (PHKD) và bằng 49,4% KH điều hành; đất đá bóc xúc trên 14,1 triệu m³, bằng 54,1% KH tháng, lũy kế 6 tháng đạt 82.892 m³, bằng 54,1% KH (PHKD) và bằng 53,5% KH điều hành; than tiêu thụ trên 3,6 triệu tấn, bằng 76,1% KH tháng, lũy kế 6 tháng đạt trên 25,5 triệu tấn, bằng 51,1% KH (PHKD) và bằng 49,7% KH điều hành; trong đó than cho sản xuất điện 6 tháng đạt 22,018 triệu tấn, bằng 52,4% KH (PHKD)...

Kế hoạch tháng 7/2025: than nguyên khai sản xuất 2,85 triệu tấn, Quý III sản xuất 8,36 triệu tấn; mét lò đào 22.632 m, Quý III thực hiện 71.210 m; đất đá bóc xúc 11,02 triệu m³, Quý III thực hiện 31,6 triệu m³; than tiêu thụ 3,622 triệu tấn, Quý III tiêu thụ 9,722 triệu tấn...



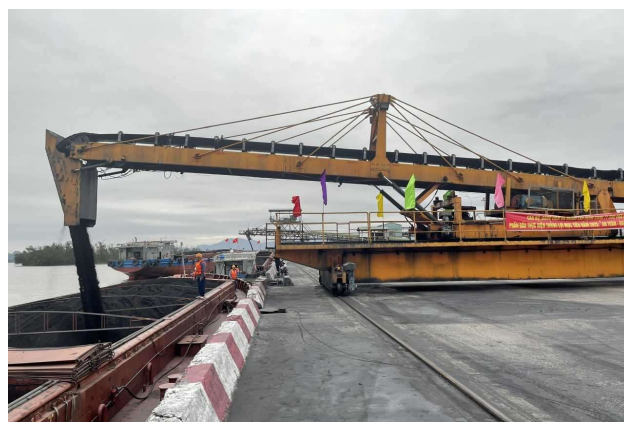
Phó Tổng Giám đốc Tập đoàn Nguyễn Huy Nam chỉ đạo các đơn vị tiếp tục giữ vững nhịp độ sản xuất, quyết liệt trong chỉ đạo điều hành, hoàn thành các chỉ tiêu kế hoạch tháng 7, Quý III và cả năm 2025

Phát biểu chỉ đạo tại Hội nghị, Phó Tổng Giám đốc Tập đoàn Nguyễn Huy Nam ghi nhận, biểu dương sự nỗ lực, quyết tâm cao của các Ban chuyên môn Tập đoàn và các đơn vị trong điều hành, thực hiện kế hoạch sản xuất, tiêu thụ than tháng 6 và 6 tháng đầu năm, các kết quả cơ bản hoàn thành và hoàn thành vượt mức kế hoạch đề ra. Nhiệm vụ tháng 7 và Quý III/2025, Phó Tổng Giám đốc Tập đoàn Nguyễn Huy Nam yêu cầu

các đơn vị tiếp tục giữ vững nhịp độ sản xuất, quyết liệt trong chỉ đạo điều hành, thực hiện nghiêm kỷ luật điều hành, bám sát kế hoạch, hoàn thành các chỉ tiêu kế hoạch tháng 7, Quý III và cả năm 2025. Các đơn vị thực hiện các giải pháp đảm bảo an toàn các kho than trong mùa mưa bão, đặc biệt là các đơn vị sàng tuyển, chế biến, vận chuyển, các đơn vị cuối nguồn; bám sát tình hình thị trường, tăng cường công tác tiếp thị, mở rộng thị trường trong và ngoài nước để thúc đẩy tiêu thụ, đặc biệt than chất lượng cao; phối hợp với EVN nghiên cứu đánh giá tình hình cung cấp than cho điện trong 6 tháng cuối năm để tham mưu kịp thời phương án nhập khẩu, tiêu thụ đảm bảo cấp đủ than cho sản xuất điện; tăng cường chế biến than sạch, than pha trộn đảm bảo nguồn than cho tiêu thụ; thực hiện tốt công tác phòng chống mưa bão, công tác đảm bảo an ninh trật tự, bảo vệ tài sản, tài nguyên, ranh giới mỏ.



Các đơn vị khai thác lộ thiên tranh thủ thời tiết thuận lợi, đẩy mạnh sản xuất



Tiêu thụ than tại Công ty Kho vận Đá Bạc - Vinacomin

ĐẢNG ỦY TẬP ĐOÀN TRIỂN KHAI NHIỆM VỤ 6 THÁNG CUỐI NĂM 2025

Sáng ngày 30/6/2025, tại Hà Nội, Đảng ủy Tập đoàn Công nghiệp Than - Khoáng sản Việt Nam tổ chức Hội nghị Ban Chấp hành Đảng bộ Tập đoàn mở rộng, sơ kết công tác lãnh đạo thực hiện nhiệm vụ chính trị, công tác xây dựng Đảng 6 tháng đầu năm; triển khai nhiệm vụ 6 tháng cuối năm 2025; tổng kết công tác kiểm tra giám sát nhiệm kỳ 2020 - 2025. Đồng chí Nguyễn Đức Phong – Phó Bí thư Đảng ủy Chính phủ dự chỉ đạo Hội nghị.



Quang cảnh Hội nghị



Đồng chí Khuất Mạnh Thắng – Phó Bí thư Thường trực Đảng ủy Tập đoàn trình bày báo cáo kết quả công tác 6 tháng đầu năm 2025 của Đảng bộ Tập đoàn

Báo cáo tại Hội nghị, đồng chí Vũ Anh Tuấn – Phó Bí thư Đảng ủy, Tổng Giám đốc Tập

đoàn nhấn mạnh: Trong bối cảnh kinh tế thế giới nhiều biến động, nhu cầu tiêu thụ than trong nước giảm, Tập đoàn Công nghiệp Than - Khoáng sản Việt Nam (TKV) đã bám sát chỉ đạo của Trung ương, Chính phủ và Đảng ủy Chính phủ, chủ động triển khai quyết liệt các giải pháp đồng bộ, phát huy tinh thần đoàn kết, đổi mới, sáng tạo trong lãnh đạo, chỉ đạo và điều hành.

Kết quả, các chỉ tiêu sản xuất kinh doanh chủ yếu 6 tháng đầu năm đều cơ bản đạt và vượt kế hoạch. Tổng doanh thu đạt hơn 88 nghìn tỷ đồng, bằng 51% kế hoạch năm; lợi nhuận đạt 3.960 tỷ đồng, bằng 116,5% kế hoạch; nộp ngân sách Nhà nước trên 14.600 tỷ đồng, đạt 58,4% kế hoạch. Sản lượng than nguyên khai đạt hơn 21 triệu tấn,

bằng 103,2% cùng kỳ; tiêu thụ than đạt hơn 25 triệu tấn. Sản lượng nhôm đạt 756,9 nghìn tấn; đồng tấm 16,6 nghìn tấn; kẽm thỏi 4,6 nghìn tấn; phôi thép 60,1 nghìn tấn. Một số chỉ tiêu vượt cùng kỳ năm trước như đồng tấm (111%), nhôm (103,5%), kẽm (102%). Sản lượng điện đạt 5,76 tỷ kWh (57,2% kế hoạch), tăng 11,5% so với cùng kỳ. Sản xuất thuốc nổ 41,87 nghìn tấn; sản xuất Amon Nitrat 94,5 nghìn tấn; các chỉ tiêu sản xuất – tiêu thụ cơ bản giữ ổn định.



Đồng chí Vũ Anh Tuấn – Phó Bí thư Đảng ủy, Tổng Giám đốc Tập đoàn trình bày báo cáo kết quả hoạt động sản xuất kinh doanh 6 tháng đầu năm, các chỉ tiêu, nhiệm vụ và giải pháp thực hiện 6 tháng cuối năm 2025 của Tập đoàn

Công tác xây dựng Đảng, chính trị tư tưởng được quan tâm, các chi, đảng bộ cơ sở tổ chức thành công đại hội nhiệm kỳ 2025 - 2030; công tác phát triển đảng viên tiếp tục có nhiều chuyển biến tích cực; công tác kiểm tra, giám sát, phòng chống tham nhũng được tăng cường; công tác an sinh xã hội, chăm lo đời sống người lao động được thực hiện hiệu quả.

Đặc biệt, công tác chuyển giao tổ chức Đảng từ Đảng ủy Khối Doanh nghiệp Trung ương về trực thuộc Đảng ủy Chính phủ, chuyển giao quyền đại diện chủ sở hữu vốn Nhà nước từ Ủy ban Quản lý vốn về Bộ Tài chính đã được triển khai nghiêm túc, đúng quy trình.

Phát biểu chỉ đạo tại Hội nghị, đồng chí Nguyễn Đức Phong – Phó Bí thư Đảng ủy Chính phủ đánh giá cao tinh thần phấn đấu, quyết tâm của Đảng bộ Tập đoàn trong lãnh chỉ đạo thực

hiện nhiệm vụ, hoàn thành toàn diện và vượt mức các chỉ tiêu SXKD, Đảng ủy TKV là một trong những đảng bộ được đánh giá cao trong công tác xây dựng Đảng. Triển khai nhiệm vụ 6 tháng cuối năm, đồng chí yêu cầu Đảng ủy TKV tiếp tục phát huy vai trò tiên phong, gương mẫu, nâng cao năng lực lãnh đạo và sức chiến đấu của tổ chức Đảng, đặc biệt trong công tác tổ chức thành công Đại hội Đảng bộ Tập đoàn lần thứ IV, nhiệm kỳ 2025 - 2030; bám sát chỉ đạo của Trung ương, Chính phủ, Đảng ủy Chính phủ để thực hiện thắng lợi các mục tiêu phát triển, đảm bảo an ninh năng lượng quốc gia, chú trọng xây dựng đội ngũ cán bộ các cấp có bản lĩnh, có năng lực và phẩm chất chính trị vững vàng trong tình hình mới. Đồng thời đề nghị toàn hệ thống chính trị của TKV tiếp tục đẩy mạnh phong trào thi đua, xây dựng văn hóa doanh nghiệp, phát huy sáng kiến, cải tiến kỹ thuật, đảm bảo an toàn – kỷ luật – hiệu quả trong sản xuất, qua đó nâng cao vị thế và uy tín của Tập đoàn, góp phần thực hiện thành công Nghị quyết Đại hội Đảng toàn quốc lần thứ XIV, đảm bảo mục tiêu tăng trưởng của Đất nước.



Đồng chí Nguyễn Đức Phong – Phó Bí thư Đảng ủy Chính phủ đánh giá cao tinh thần phấn đấu, quyết tâm của Đảng bộ Tập đoàn trong lãnh chỉ đạo thực hiện nhiệm vụ SXKD và công tác xây dựng Đảng

Phát biểu kết luận Hội nghị, đồng chí Ngô Hoàng Ngân – Bí thư Đảng ủy, Chủ tịch HĐQT Tập đoàn yêu cầu trong 6 tháng cuối năm, toàn Đảng bộ và các đơn vị cần tiếp tục bám sát mục

tiêu “An toàn – Đoàn kết – Phát triển – Hiệu quả”, triển khai quyết liệt, đồng bộ các giải pháp để hoàn thành toàn diện kế hoạch sản xuất kinh doanh năm 2025, trong đó chú trọng công tác sản xuất, tiêu thụ đảm bảo cân đối, hài hòa; phối hợp hiệu quả với các ban, bộ ngành Trung ương, địa phương trong triển khai các thủ tục đầu tư, giấy phép khai thác; đẩy mạnh các giải pháp đảm bảo nguồn cung ứng lao động phục vụ nhu cầu nhân lực; đảm bảo an toàn sản xuất, bảo vệ môi trường, phòng chống mưa bão...



*Đồng chí Ngô Hoàng Ngân – Bí thư Đảng ủy,
Chủ tịch HĐQT Tập đoàn phát biểu kết luận
Hội nghị*

Bí thư Đảng ủy Tập đoàn cũng nhấn mạnh cần tập trung tổ chức thành công Đại hội Đảng bộ Tập đoàn lần thứ IV; các cấp ủy Đảng tiếp tục nâng cao chất lượng công tác xây dựng Đảng, phát huy vai trò lãnh đạo toàn diện của tổ chức

Đảng trong mọi lĩnh vực hoạt động, tăng cường kiểm tra, giám sát, bảo đảm kỷ luật, kỷ cương. Bên cạnh đó, cần đặc biệt quan tâm đến đời sống, thu nhập, điều kiện làm việc của người lao động. Xây dựng kế hoạch, phát động thi đua chào mừng kỷ niệm 90 năm Ngày truyền thống Công nhân vùng mỏ, truyền thống ngành Than (12/11/1936 - 12/11/2026).



*Chúc mừng các đồng chí nguyên Trưởng Ban
TKV và Phó Bí thư chuyên trách Đảng ủy cơ sở
trực thuộc nghỉ hưu dịp 6 tháng đầu năm 2025*

Nhân dịp này, Đảng ủy Tập đoàn đã chúc mừng các đồng chí nguyên Trưởng Ban TKV và Phó Bí thư chuyên trách Đảng ủy cơ sở trực thuộc nghỉ hưu dịp 6 tháng đầu năm 2025.

Theo <https://vinacomin.vn>

CHỦ TỊCH HỒ CHÍ MINH
TỪ HÀNH TRÌNH CỨU NƯỚC ĐẾN DI SẢN TƯ TƯỞNG TRƯỜNG TỒN
Bài viết nhân kỷ niệm 135 năm Ngày sinh Chủ tịch Hồ Chí Minh
(19/5/1890 – 19/5/2025)

Tháng Năm về, trong không khí trang nghiêm và xúc động, nhân dân cả nước thành kính tưởng nhớ Chủ tịch Hồ Chí Minh – vị lãnh tụ thiên tài, người đã cống hiến trọn đời cho sự nghiệp độc lập, tự do của dân tộc Việt Nam và hạnh phúc của nhân loại.



Sinh ngày 19/5/1890 tại làng Sen, xã Kim Liên, huyện Nam Đàn, tỉnh Nghệ An, trong một gia đình nhà nho yêu nước, Người lớn lên trong bối cảnh đất nước chịu ách thống trị của thực dân Pháp, chứng kiến các phong trào yêu nước lần lượt thất bại. Chính những trải nghiệm sâu sắc đó đã thôi thúc Người quyết tâm ra đi tìm con đường cứu nước – một hành trình vĩ đại bắt đầu vào ngày 5/6/1911 từ bến cảng Nhà Rồng.

Gần ba thập kỷ bôn ba khắp năm châu bốn bể, Hồ Chí Minh – với nhiều tên gọi gắn liền với các giai đoạn hoạt động như Nguyễn Tất Thành, Nguyễn Ái Quốc – đã lao động, học tập, chiến đấu và tích lũy vốn tri thức cách mạng quý báu.



Tranh họa Người thanh niên Nguyễn Tất Thành chuẩn bị rời Tổ quốc lên con tàu Latouche-Tréville ngày 5/6/1911

Người sớm tiếp cận chủ nghĩa Mác - Lênin, tham gia thành lập Đảng Cộng sản Pháp (1920), tích cực trong phong trào giải phóng thuộc địa và xuất bản nhiều tác phẩm lên án chủ nghĩa thực dân, tiêu biểu như “Bản án chế độ thực dân Pháp”.



Từ ngày 6/1 đến ngày -7/2/1930, Hội nghị hợp nhất các tổ chức cộng sản thành lập Đảng Cộng sản Việt Nam được tổ chức tại Hồng Kông (Trung Quốc) dưới sự chủ trì của đồng chí Nguyễn Ái Quốc thay mặt cho Quốc tế Cộng sản

Năm 1930, dưới sự chủ trì của Người, Hội nghị hợp nhất ba tổ chức cộng sản đã thành lập Đảng Cộng sản Việt Nam – một mốc son chói lọi trong lịch sử dân tộc. Từ đó, Người không ngừng hoạt động, dù bị bắt giam, đầy ải, vẫn kiên định con đường giải phóng dân tộc.

Năm 1941, Hồ Chí Minh trở về nước, lãnh đạo cách mạng Việt Nam qua những bước ngoặt quan trọng: tổ chức Việt Minh, xây dựng căn cứ địa cách mạng, và dẫn dắt nhân dân giành thắng lợi trong Cách mạng Tháng Tám năm 1945. Ngày 2/9/1945, tại Quảng trường Ba Đình, Chủ tịch Hồ Chí Minh trịnh trọng đọc Tuyên ngôn độc lập, khai sinh nước Việt Nam Dân chủ Cộng hòa.

Trong những năm tháng tiếp theo, Người cùng Trung ương Đảng lãnh đạo cuộc kháng chiến chống thực dân Pháp, xây dựng miền Bắc xã hội chủ nghĩa, đấu tranh thống nhất đất nước. Tại các kỳ Đại hội Đảng và Quốc hội, Người được tín nhiệm bầu giữ những trọng trách cao

nhất, tiếp tục chèo lái con thuyền cách mạng vượt qua muôn vàn gian khó.



Ngày 2/9/1945, tại Quảng trường Ba Đình, Chủ tịch Hồ Chí Minh đọc Tuyên ngôn Độc lập, khai sinh ra nước Việt Nam Dân chủ Cộng hòa, mở ra kỷ nguyên mới cho lịch sử dân tộc

Người không chỉ là biểu tượng của ý chí độc lập dân tộc, mà còn là hiện thân của tinh thần hòa bình, hữu nghị giữa các dân tộc. Di sản tư tưởng, đạo đức, phong cách Hồ Chí Minh là tài sản tinh thần vô giá, để lại dấu ấn sâu sắc không chỉ trong lòng nhân dân Việt Nam mà còn được bạn bè quốc tế kính trọng.

Ngày 02/9/1969, Người mãi mãi đi xa, để lại bản Di chúc thiêng liêng – một cương lĩnh cách mạng bất hủ, kết tinh trí tuệ, tầm nhìn và đạo đức mẫu mực của một người suốt đời vì nước, vì dân. Sự ra đi của Bác là mất mát lớn lao, nhưng tư tưởng và tấm gương đạo đức của Người vẫn luôn sống mãi trong trái tim triệu người con đất Việt.

135 năm đã trôi qua kể từ ngày Bác ra đời, nhưng tầm vóc và sự nghiệp của Chủ tịch Hồ Chí Minh vẫn là nguồn cảm hứng bất tận, là ánh sáng dẫn đường cho các thế hệ hôm nay và mai sau vững bước trên con đường xây dựng đất nước Việt Nam dân giàu, nước mạnh, dân chủ, công bằng, văn minh.

50 năm đã trôi qua kể từ ngày non sông thu về một mối, nhưng âm vang của Đại thắng mùa Xuân 1975 vẫn như đang thồn thức trong từng nhịp đập của đất nước Việt Nam yêu dấu.

Ban Biên tập

KHOA HỌC VÀ CÔNG NGHỆ NỀN TẢNG CHO ĐỔI MỚI, SÁNG TẠO VÀ CHUYỂN ĐỔI SỐ NGÀNH MỎ (Bài viết chào mừng Ngày Khoa học và Công nghệ Việt Nam 18/5)

Lê Thanh Bình – Viện Cơ khí Năng lượng và Mỏ

Khoa học và công nghệ trong hành trình phát triển của ngành Mỏ

Ngày Khoa học và Công nghệ Việt Nam 18/5 là dịp để tri ân và tôn vinh những đóng góp to lớn, bền bỉ của đội ngũ cán bộ nghiên cứu, kỹ sư, chuyên gia – những người đang miệt mài góp phần xây dựng nền tảng tri thức, giải pháp kỹ thuật và công nghệ cho sự phát triển bền vững của đất nước. Trong dòng chảy đó, Tập đoàn Công nghiệp Than - Khoáng sản Việt Nam (TKV) đã xác định rõ: khoa học và công nghệ (KH&CN) không chỉ là yếu tố hỗ trợ mà là trụ cột trung tâm trong quá trình hiện đại hóa ngành Mỏ.

Đặc biệt, trong lĩnh vực khai thác than – nơi đang chịu nhiều thách thức về điều kiện địa chất, độ sâu khai thác và yêu cầu về an toàn, năng suất – KH&CN đã trở thành công cụ then chốt giúp Tập đoàn đổi mới mô hình sản xuất, kiểm soát rủi ro, nâng cao hiệu quả vận hành. Sự kết hợp giữa các yếu tố kỹ thuật – công nghệ – dữ liệu đang tạo ra bước chuyển sâu rộng trong tổ chức và quản trị sản xuất mỏ theo hướng hiện đại, chính xác và chủ động hơn.

Ngành Than: Trọng tâm đổi mới, trụ cột của hiện đại hóa

Trong nhiều năm trở lại đây, ngành Than Việt Nam chuyển mạnh từ khai thác lộ thiên sang khai thác hầm lò, với điều kiện địa chất phức tạp và yêu cầu ngày càng cao về an toàn và hiệu suất. Để đáp ứng điều này, TKV đang triển khai đồng bộ các công nghệ hiện đại tại nhiều mỏ trọng điểm. Các hệ thống điều khiển tập trung giúp giám sát toàn bộ quá trình vận hành thiết bị từ trạm điện, trạm bơm đến quạt thông gió. Hệ thống cảm biến đo khí mỏ, nhiệt độ, áp suất địa tầng được tích hợp với phần mềm cảnh báo sớm,

giúp phòng ngừa nguy cơ sự cố trong điều kiện khai thác khắc nghiệt. Thiết bị cơ giới hóa đồng bộ như giàn chống thủy lực, máy khâu, máng cào đã thay thế nhiều phương pháp khai thác thủ công trước đây.

Không chỉ dừng lại ở khâu khai thác, các lĩnh vực sàng tuyển, vận tải và quản lý kho bãi trong ngành Than cũng đang từng bước được số hóa và tự động hóa. Các trung tâm điều hành tập trung đã giúp nâng cao khả năng điều độ sản xuất theo thời gian thực, đồng thời tăng tính minh bạch và tối ưu trong sử dụng tài nguyên, nhân lực và thiết bị. Việc từng bước xây dựng mô hình “mô thông minh” không chỉ là yêu cầu công nghệ, mà là lựa chọn sống còn để ngành Than giữ vững vai trò trụ cột trong chiến lược bảo đảm an ninh năng lượng quốc gia.

Đổi mới sáng tạo lan tỏa trong toàn Tập đoàn

Dù ngành Than giữ vai trò trung tâm trong đổi mới, các lĩnh vực khác trong Tập đoàn – đặc biệt là khoáng sản – cũng đang chuyển mình theo xu hướng tự động hóa và số hóa. Tại các nhà máy alumin, đồng, kẽm..., các hệ thống điều khiển phân tán (DCS), giám sát tập trung (SCADA) đã được áp dụng vào dây chuyền sản xuất và xử lý nguyên liệu. Một số đơn vị đã bước đầu ứng dụng thiết bị bay không người lái (UAV) để phục vụ đo đạc địa hình, giám sát hiện trường, kiểm kê mỏ và kiểm soát môi trường bãi thải.

Quản trị thiết bị và bảo trì tại các nhà máy chế biến khoáng sản cũng đang dần được chuyển đổi sang nền tảng kỹ thuật số. Dữ liệu vận hành được thu thập và tích hợp, giúp các đơn vị xây dựng kế hoạch bảo trì theo hướng chủ động, từ đó giảm thiểu thời gian dừng máy và nâng cao hiệu suất thiết bị. Những đổi mới trong lĩnh vực khoáng sản tuy chưa đồng đều nhưng đã và đang

góp phần củng cố hệ sinh thái hiện đại hóa của toàn Tập đoàn.

Cơ khí TKV: Từ ý tưởng công nghệ đến thiết bị thực tiễn

Khối cơ khí TKV giữ vai trò đặc biệt trong tiến trình đổi mới, sáng tạo và chuyển đổi số. Đây là nơi hiện thực hóa các ý tưởng kỹ thuật thành thiết bị, sản phẩm cụ thể phục vụ cho sản xuất mỏ. Trong những năm gần đây, các đơn vị cơ khí TKV đã từng bước nâng cao năng lực thiết kế, chế tạo thiết bị mỏ đặc chủng, phù hợp với điều kiện địa chất khó khăn trong khai thác than hầm lò sâu.

Từ xe khoan tự hành hai cần, tủ điện điều khiển thông minh tích hợp cảm biến, đến giàn mềm và các loại băng tải, tất cả đều được nghiên cứu, phát triển trên cơ sở hiểu rõ thực tế sản xuất. Sự kết hợp giữa mô hình 3D, phân tích kết cấu (FEM), in 3D tạo mẫu và lập trình CNC đã giúp rút ngắn thời gian chế tạo và tăng chất lượng sản phẩm cơ khí. Vai trò của khối cơ khí TKV không chỉ nằm ở việc đáp ứng thiết bị cho sản xuất nội bộ, mà còn tạo nền móng cho phát triển công nghiệp hỗ trợ ngành Mỏ trong nước.

Hệ sinh thái đổi mới – số hóa toàn diện trong TKV

Đổi mới và chuyển đổi số trong TKV không chỉ là ứng dụng công nghệ, mà là quá trình hình thành một hệ sinh thái gắn kết giữa tư duy quản trị, tổ chức vận hành, hạ tầng dữ liệu và nền tảng kỹ thuật. Theo định hướng của Quyết định 243/QĐ-TKV, Tập đoàn đang triển khai nhiều chương trình số hóa sản xuất, số hóa thiết bị, đồng bộ dữ liệu tài sản, điều hành sản xuất bằng phần mềm MES và kết nối hệ thống giám sát

SCADA – IoT tại các đơn vị khai thác, chế biến và cơ khí.

Trong lĩnh vực cơ khí, Viện Cơ khí Năng lượng và Mỏ đang định hướng phát triển mô hình xưởng thông minh – nơi mọi thiết bị, chi tiết sản phẩm đều được quản lý bằng mã định danh điện tử, có thể truy xuất nguồn gốc và theo dõi tình trạng kỹ thuật trong suốt vòng đời. Viện cũng đang phối hợp với các đơn vị nghiên cứu ứng dụng mô hình Digital Twin cho thiết bị cơ khí mỏ, từ đó tối ưu bảo trì, sửa chữa và cải tiến thiết kế trong tương lai. Việc hình thành hệ sinh thái đổi mới – số hóa không chỉ phục vụ trực tiếp sản xuất hiện tại, mà còn tạo nền tảng để TKV đi nhanh hơn trong hành trình hiện đại hóa và phát triển bền vững.

Tự hào trí tuệ Việt trong lòng đất mỏ

Ngày Khoa học và Công nghệ Việt Nam là dịp để khẳng định rằng: đổi mới sáng tạo không chỉ diễn ra trong các phòng thí nghiệm, mà còn hiện hữu trong từng xưởng cơ khí, đường lò, trung tâm điều khiển và công trường khai thác. Những kỹ sư, cán bộ kỹ thuật, công nhân ngành Than – Khoáng sản, khối cơ khí TKV đang ngày đêm góp phần đưa công nghệ đi vào thực tiễn sản xuất – bằng chính trí tuệ, bàn tay và tinh thần sáng tạo của người Việt.

Nhân dịp Ngày Khoa học và Công nghệ Việt Nam 18/5, kính chúc toàn thể đội ngũ cán bộ khoa học, kỹ sư, người lao động trong ngành Than – Khoáng sản luôn mạnh khỏe, bền bỉ và tiên phong trong hành trình đổi mới, sáng tạo và chuyển đổi số, vì một ngành Mỏ hiện đại, hiệu quả và phát triển bền vững.

GIẢI PHÁP CÔNG NGHỆ PHÂN TÍCH VÀ ĐIỀU CHỈNH MỨC Bùn LẮNG TRONG BỂ CÔ ĐẶC TẠI CÁC NHÀ MÁY TUYỂN THAN, KHOÁNG SẢN

KS. Lê Văn Quyền, ThS. Nguyễn Quốc Tinh, KS. Nguyễn Hùng Sơn

Viện Cơ khí Năng lượng và Mỏ - Vinacomin

Tóm tắt: Trong quá trình khai thác và chế biến than, khoáng sản, lượng hạt mịn phát sinh lớn làm cho công tác xử lý bùn nước trở thành một trong những khâu tiêu tốn chi phí vận hành cao và ảnh hưởng trực tiếp đến hiệu quả sản xuất. Bể cô đặc là thiết bị chủ yếu được sử dụng để tách pha rắn – lỏng, thu hồi nước tuần hoàn và tạo bùn cô đặc, trong đó hiệu quả làm việc phụ thuộc nhiều vào quá trình keo tụ – kết bông và trạng thái bùn lắng trong bể. Nghiên cứu tập trung phân tích cơ sở lý thuyết của quá trình keo tụ – lắng bùn, làm rõ cơ chế tác dụng của chất trợ lắng polyme thông qua trung hòa điện tích và tạo cầu nối giữa các hạt mịn, cũng như các yếu tố ảnh hưởng đến hiệu quả lắng như nồng độ pha rắn, pH, liều lượng chất trợ lắng và điều kiện thủy động lực trong bể cô đặc. Trên cơ sở đó, quá trình lắng và cô đặc bùn được xem xét dưới góc độ phân bố các vùng công nghệ theo chiều sâu bể, phản ánh bằng sự dịch chuyển của ranh giới giữa nước trong và bùn lắng. Từ các phân tích lý thuyết và thực tiễn vận hành, nghiên cứu lựa chọn giải pháp công nghệ phân tích mức bùn lắng theo hướng đo lường nồng độ bùn tại nhiều tầng đặc trưng trong bể cô đặc, kết hợp xử lý tín hiệu để đánh giá trạng thái lắng – cô đặc theo thời gian thực. Kết quả phân tích được sử dụng làm tín hiệu phản hồi cho việc điều chỉnh liều lượng chất trợ lắng và chế độ tháo bùn, với mục tiêu kiểm soát chất lượng nước tràn, ổn định vùng bùn lắng và đảm bảo bùn đáy đạt độ cô đặc phù hợp cho các công đoạn xử lý tiếp theo. Giải pháp được đề xuất là cơ sở khoa học cho việc thiết kế và triển khai hệ thống tự động phân tích và điều chỉnh mức bùn lắng cho bể cô đặc trong các nhà máy tuyển than và khoáng sản, góp phần nâng cao hiệu quả thu hồi nước tuần hoàn, giảm tiêu hao hóa chất và từng bước chuyển từ vận hành thủ công sang vận hành dựa trên dữ liệu đo lường và điều khiển tự động.

Từ khóa: Bể cô đặc; bùn lắng; keo tụ – kết bông; chất trợ lắng polyme; phân tích nồng độ bùn; điều chỉnh mức bùn lắng; tự động hóa xử lý bùn.

1. Đặt vấn đề

Trong quá trình khai thác và chế biến than, khoáng sản, sự gia tăng hàm lượng hạt mịn trong nguyên liệu đầu vào dẫn đến khối lượng bùn nước phát sinh ngày càng lớn. Công tác xử lý bùn nước vì vậy trở thành một trong những khâu công nghệ phức tạp, chiếm tỷ trọng đáng kể trong chi phí vận hành của các nhà máy tuyển. Việc nâng cao hiệu quả xử lý bùn nước không chỉ có ý nghĩa kinh tế mà còn đóng vai trò quan trọng trong bảo vệ môi trường và ổn định sản xuất.

Bể cô đặc là thiết bị được sử dụng phổ biến trong hệ thống xử lý bùn nước nhằm thực hiện quá trình tách pha rắn – lỏng, thu hồi nước tuần hoàn và tạo bùn cô đặc cho các công đoạn xử lý tiếp theo. Hiệu quả làm việc của bể cô đặc phụ

thuộc lớn vào trạng thái lắng của bùn, đặc biệt là quá trình keo tụ – kết bông các hạt mịn dưới tác dụng của chất trợ lắng. Trong thực tế vận hành, hiệu suất lắng và cô đặc bùn chịu ảnh hưởng đồng thời của nhiều yếu tố như đặc tính hạt bùn, nồng độ pha rắn, liều lượng chất trợ lắng, pH và điều kiện thủy động lực trong bể.

Hiện nay, tại nhiều nhà máy tuyển than và khoáng sản, việc giám sát trạng thái bùn lắng và điều chỉnh quá trình cô đặc vẫn chủ yếu được thực hiện theo phương pháp thủ công, dựa trên lấy mẫu gián đoạn và kinh nghiệm vận hành. Phương pháp này khó phản ánh kịp thời sự biến động của nồng độ bùn và trạng thái lắng trong bể, dẫn đến hiệu quả xử lý bùn chưa ổn định, tiêu hao chất trợ lắng lớn và tiềm ẩn nguy cơ gây quá tải

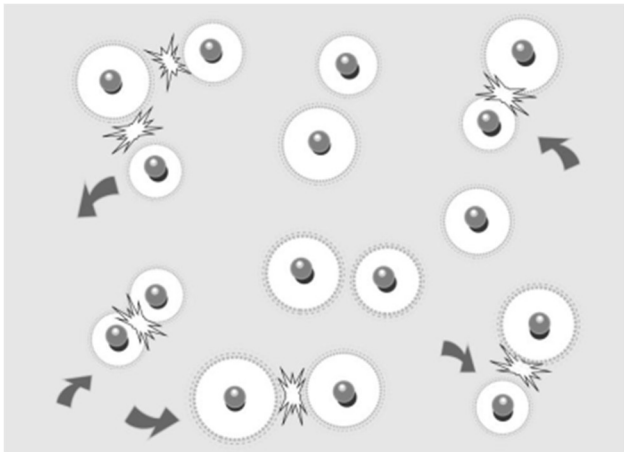
cho các thiết bị phía sau.

Xuất phát từ yêu cầu thực tiễn đó, việc nghiên cứu lựa chọn các giải pháp công nghệ phân tích và điều chỉnh mức bùn lắng cho bể cô đặc là cần thiết. Đây là nội dung quan trọng trong đề tài nghiên cứu, thiết kế, chế tạo và lắp đặt hệ thống tự động phân tích và điều chỉnh mức bùn lắng cho bể cô đặc trong các nhà máy tuyển than và khoáng sản, nhằm từng bước chuyển từ vận hành thủ công sang vận hành dựa trên dữ liệu đo lường và điều khiển, góp phần nâng cao hiệu quả xử lý bùn nước và hiệu quả sản xuất kinh doanh.

2. Cơ sở lý thuyết quá trình cô đặc bùn trong bể cô đặc

2.1. Cơ sở keo tụ – kết bông trong xử lý bùn

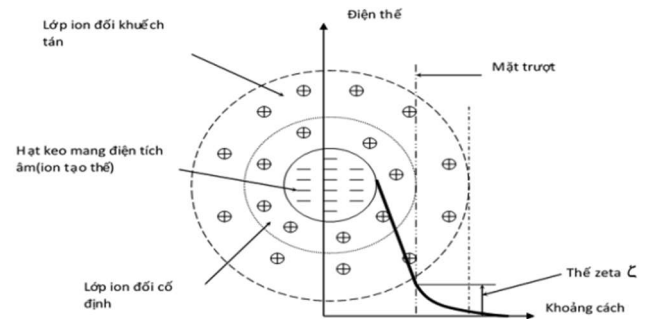
Trong bùn nước phát sinh từ các nhà máy tuyển than và khoáng sản, phần lớn các hạt rắn có kích thước nhỏ, đặc biệt là các hạt mịn và hạt keo, thường mang điện tích bề mặt và tồn tại ở trạng thái huyền phù ổn định. Do lực đẩy tĩnh điện giữa các hạt cùng dấu, quá trình lắng tự nhiên của các hạt này diễn ra chậm và khó đạt hiệu quả nếu chỉ dựa vào trọng lực.



Hình 1. Trạng thái các hạt mịn lơ lửng trong dung dịch bùn, các hạt mang điện tích cùng dấu gây cản trở quá trình lắng tự nhiên

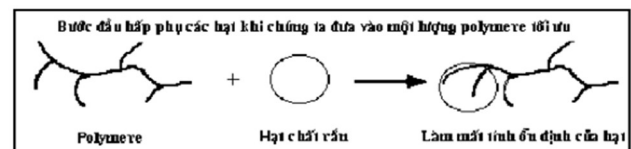
Việc bổ sung chất trợ lắng polyme nhằm thúc đẩy quá trình keo tụ – kết bông là giải pháp phổ biến để cải thiện khả năng lắng. Cơ chế tác dụng của chất trợ lắng chủ yếu bao gồm trung hòa điện tích bề mặt hạt và tạo cầu nối giữa các hạt

mịn, từ đó hình thành các bông cặn có kích thước lớn hơn và vận tốc lắng cao hơn. Hiệu quả keo tụ đạt giá trị tối ưu khi điện thế bề mặt của hạt được giảm đến gần giá trị trung hòa, tạo điều kiện thuận lợi cho các hạt liên kết với nhau.

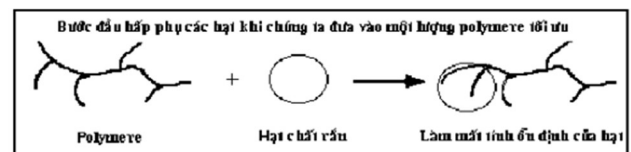


Hình 2. Sơ đồ biểu diễn thế điện tích zeta của hạt keo trong dung dịch bùn và vai trò của quá trình trung hòa điện tích trong keo tụ

Quá trình keo tụ – kết bông chịu ảnh hưởng đồng thời của nhiều yếu tố như liều lượng chất trợ lắng, nồng độ pha rắn, pH dung dịch và điều kiện khuấy trộn. Trong đó, liều lượng chất trợ lắng và nồng độ bùn là hai yếu tố có ảnh hưởng trực tiếp và rõ rệt nhất đến hiệu quả lắng và chất lượng nước tràn.



a) Polymer chất trợ lắng hấp phụ lên bề mặt hạt mịn mang điện tích trong dung dịch bùn



b) Hình thành cầu nối polymer giữa các hạt, tạo bông cặn có kích thước lớn hơn và khả năng lắng cao hơn

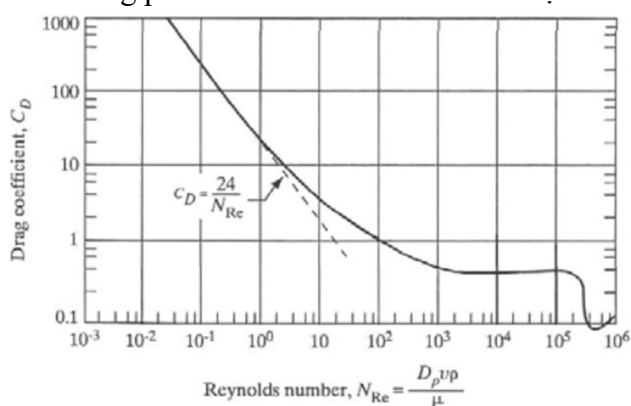
Hình 3. Cơ chế keo tụ-kết bông của bùn dưới tác dụng của chất trợ lắng polyme trong bể cô đặc

2.2. Cơ sở lý thuyết quá trình lắng và cô đặc bùn

Quá trình lắng trong bể cô đặc là quá trình tách các hạt rắn đã keo tụ ra khỏi pha lỏng dưới

tác dụng của trọng lực. Trong điều kiện lý tưởng, vận tốc lắng của hạt phụ thuộc vào kích thước, mật độ hạt và độ nhớt của môi trường lỏng. Tuy nhiên, trong thực tế xử lý bùn, các hạt không lắng độc lập mà chịu ảnh hưởng của hiện tượng lắng vướng mắc do mật độ hạt cao và sự tương tác giữa các hạt trong dung dịch.

Khi nồng độ bùn tăng, vận tốc lắng giảm do lực cản thủy động tăng lên. Ngược lại, quá trình kết bông làm tăng kích thước hạt hiệu dụng, góp phần nâng cao vận tốc lắng và cải thiện hiệu quả cô đặc. Do đó, quá trình lắng và keo tụ luôn có mối quan hệ chặt chẽ và cần được xem xét đồng thời trong phân tích và điều khiển bể cô đặc.



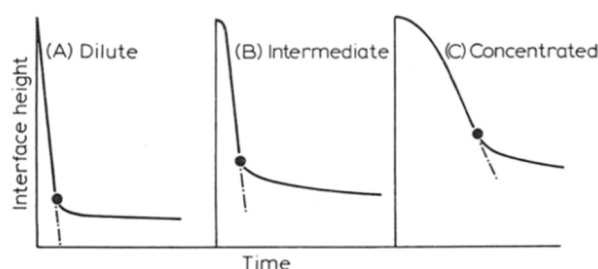
Hình 4. Cân bằng lực tác dụng lên hạt bùn trong quá trình lắng dưới tác dụng trọng lực

Trong bể cô đặc, quá trình lắng – cô đặc không diễn ra đồng nhất theo chiều sâu mà hình thành các vùng công nghệ đặc trưng, bao gồm vùng nước trong, vùng lắng tự do, vùng lắng nén và vùng bùn đặc. Vị trí và trạng thái của các vùng này phản ánh trực tiếp mức bùn lắng và điều kiện làm việc của bể cô đặc.

2.3. Cơ sở xác định mức bùn lắng và nồng độ pha rắn

Mức bùn lắng trong bể cô đặc được đặc trưng bởi ranh giới giữa vùng nước trong và vùng bùn lắng, thường thay đổi theo thời gian và phụ thuộc vào nồng độ bùn cấp vào cũng như chế độ vận hành. Sự dịch chuyển của ranh giới này phản ánh khả năng lắng, mức độ cô đặc và trạng thái ổn định của quá trình xử lý bùn.

Việc xác định mức bùn lắng và nồng độ pha rắn có thể được thực hiện thông qua các phương pháp phân tích khác nhau, từ các phương pháp phòng thí nghiệm có độ chính xác cao đến các phương pháp đo nhanh phục vụ vận hành. Trong bối cảnh tự động hóa, việc phân tích mức bùn lắng cần hướng tới các phương pháp cho phép theo dõi liên tục trạng thái bùn theo chiều sâu bể, làm cơ sở cho việc điều chỉnh liều lượng chất trợ lắng và chế độ tháo bùn một cách kịp thời.



Hình 5. Đường cong lắng của huyền phù bùn ở các nồng độ khác nhau và sự dịch chuyển ranh giới bùn lắng theo thời gian

Như vậy, cơ sở lý thuyết của quá trình keo tụ – lắng và cô đặc bùn cho thấy mức bùn lắng là thông số tổng hợp phản ánh trạng thái làm việc của bể cô đặc. Việc phân tích và điều chỉnh mức bùn lắng trên cơ sở các quy luật này là tiền đề quan trọng cho việc lựa chọn và triển khai các giải pháp công nghệ tự động hóa trong xử lý bùn nước tại các nhà máy tuyển than và khoáng sản.

3. Lựa chọn giải pháp công nghệ phân tích và điều chỉnh mức bùn lắng cho bể cô đặc

Trên cơ sở các phân tích lý thuyết về quá trình keo tụ – lắng và đặc điểm cô đặc bùn trong bể cô đặc, việc lựa chọn giải pháp công nghệ phân tích và điều chỉnh mức bùn lắng cần hướng tới mục tiêu kiểm soát ổn định trạng thái làm việc của bể, nâng cao hiệu quả thu hồi nước tuần hoàn và đảm bảo bùn đáy đạt độ cô đặc phù hợp cho các công đoạn xử lý tiếp theo.

3.1. Nguyên tắc lựa chọn giải pháp phân tích mức bùn lắng

Mức bùn lắng trong bể cô đặc không phải là một thông số độc lập mà phản ánh tổng hợp trạng

thái lắng, cô đặc và phân bố nồng độ pha rắn theo chiều sâu bể. Do đó, giải pháp phân tích mức bùn lắng được lựa chọn theo hướng đánh giá sự phân bố nồng độ bùn tại các tầng đặc trưng trong bể, thay vì chỉ dựa vào các phép đo hoặc quan sát đơn điểm.

Việc phân tích mức bùn lắng cần đáp ứng yêu cầu phản ánh kịp thời sự biến động của quá trình lắng – cô đặc, có độ tin cậy cao và phù hợp với điều kiện vận hành thực tế tại các nhà máy tuyển than và khoáng sản, nơi nồng độ bùn và chế độ làm việc của thiết bị thường xuyên thay đổi.

3.2. Lựa chọn phương pháp xác định nồng độ bùn

Trong nghiên cứu, các phương pháp xác định nồng độ bùn được xem xét theo hai nhóm chính. Nhóm thứ nhất là các phương pháp phân tích phòng thí nghiệm, điển hình là phương pháp sấy khô xác định TSS và TS, có độ chính xác cao và được sử dụng làm chuẩn tham chiếu để hiệu chuẩn các phương pháp đo khác. Nhóm thứ hai là các phương pháp đo nhanh tại hiện trường, như phương pháp thể tích lắng SV30, cho phép đánh giá nhanh trạng thái bùn và chất lượng nước tràn phục vụ vận hành.

Trên cơ sở kết hợp ưu điểm của các phương pháp này, giải pháp công nghệ được lựa chọn theo hướng sử dụng kết quả phân tích tại nhiều tầng trong bể cô đặc làm tín hiệu đầu vào, vừa đảm bảo độ tin cậy của dữ liệu, vừa đáp ứng yêu cầu theo dõi liên tục trạng thái bùn trong quá trình vận hành.

3.3. Giải pháp phân tích mức bùn lắng theo nhiều tầng

Giải pháp phân tích mức bùn lắng được xây dựng dựa trên nguyên lý lấy mẫu bùn tại các tầng đặc trưng trong bể cô đặc, bao gồm tầng nước tràn, tầng chuyển tiếp và tầng bùn đặc. Nồng độ bùn tại các tầng này phản ánh lần lượt chất lượng nước thu hồi, vị trí vùng bùn lắng và trạng thái cô đặc của bùn đáy.

Thông qua việc so sánh và xử lý các giá trị

nồng độ bùn tại các tầng, có thể xác định xu hướng dịch chuyển của vùng bùn lắng và đánh giá trạng thái ổn định của quá trình cô đặc. Đây là cơ sở quan trọng để chuyển từ đánh giá định tính sang đánh giá định lượng mức bùn lắng trong bể cô đặc.

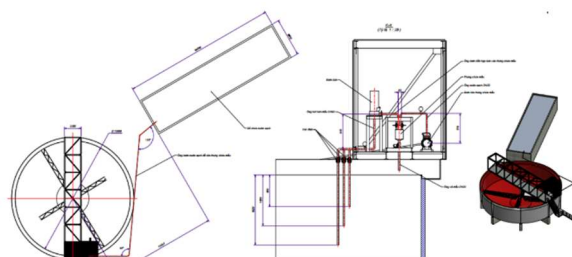
3.4. Nguyên tắc điều chỉnh mức bùn lắng

Việc điều chỉnh mức bùn lắng được thực hiện theo nguyên tắc phản hồi, lấy chất lượng nước tràn làm chỉ tiêu kiểm soát chính, kết hợp với trạng thái bùn tại tầng đáy để đảm bảo cân bằng giữa hiệu quả lắng và khả năng tháo bùn. Khi nồng độ bùn trong nước tràn tăng, hệ thống điều chỉnh cần tác động để cải thiện khả năng keo tụ – lắng; ngược lại, khi bùn đáy có xu hướng quá đặc, cần điều chỉnh chế độ vận hành để đảm bảo khả năng tháo bùn ổn định.

Cách tiếp cận này cho phép điều chỉnh linh hoạt theo sự biến động của nồng độ bùn cấp vào, giảm sự phụ thuộc vào kinh nghiệm vận hành và hạn chế tình trạng cấp thừa hoặc thiếu chất trợ lắng.

3.5. Định hướng tự động hóa quá trình phân tích và điều chỉnh

Trên cơ sở các nguyên tắc nêu trên, giải pháp công nghệ được lựa chọn theo hướng từng bước tự động hóa quá trình phân tích và điều chỉnh mức bùn lắng. Dữ liệu phân tích được sử dụng làm tín hiệu phản hồi cho hệ thống điều khiển, cho phép hỗ trợ người vận hành trong việc ra quyết định và tiến tới vận hành tự động bể cô đặc.



Hình 6. Sơ đồ nguyên lý giải pháp công nghệ phân tích và điều chỉnh mức bùn lắng trong bể cô đặc theo tín hiệu phản hồi từ các tầng đặc trưng

Giải pháp này là cơ sở khoa học cho việc thiết kế, chế tạo và triển khai các hệ thống tự động phân tích và điều chỉnh mức bùn lắng trong các nhà máy tuyển than và khoáng sản, góp phần nâng cao hiệu quả xử lý bùn nước, giảm tiêu hao hóa chất và ổn định dây chuyền công nghệ.

4. Định hướng thiết kế hệ thống tự động phân tích và điều chỉnh mức bùn lắng

Trên cơ sở các giải pháp công nghệ phân tích và điều chỉnh mức bùn lắng đã được lựa chọn, việc xây dựng hệ thống tự động cần bảo đảm đáp ứng đồng thời các yêu cầu về độ tin cậy, khả năng làm việc ổn định trong môi trường bùn nước và phù hợp với điều kiện vận hành thực tế tại các nhà máy tuyển than và khoáng sản.

4.1. Nguyên tắc thiết kế hệ thống

Hệ thống tự động phân tích và điều chỉnh mức bùn lắng được định hướng thiết kế theo nguyên tắc mô-đun, cho phép tích hợp linh hoạt với các bể cô đặc hiện có mà không làm thay đổi đáng kể kết cấu và sơ đồ công nghệ của nhà máy. Các khâu phân tích, xử lý tín hiệu và điều chỉnh được tổ chức theo chu trình khép kín, bảo đảm thông tin phản hồi được cập nhật kịp thời phục vụ điều khiển quá trình cô đặc.

Thiết kế hệ thống cần ưu tiên các giải pháp có độ tin cậy cao, dễ bảo trì và có khả năng vận hành ở nhiều chế độ khác nhau, bao gồm chế độ thủ công, bán tự động và tự động, nhằm phù hợp với trình độ vận hành và yêu cầu quản lý sản xuất tại từng nhà máy.

4.2. Cấu trúc tổng thể của hệ thống

Về mặt chức năng, hệ thống tự động phân tích và điều chỉnh mức bùn lắng bao gồm ba khối chính:

- Khối lấy mẫu và phân tích bùn, thực hiện việc thu thập mẫu tại các tầng đặc trưng trong bể cô đặc và xác định các thông số phản ánh trạng thái bùn lắng.

- Khối xử lý và đánh giá trạng thái, có nhiệm vụ tổng hợp, xử lý dữ liệu đo, xác định mức bùn lắng và xu hướng biến động của quá trình lắng –

cô đặc.

- Khối điều chỉnh và điều khiển, sử dụng kết quả phân tích làm tín hiệu phản hồi để điều chỉnh liều lượng chất trợ lắng và chế độ tháo bùn theo các nguyên tắc đã lựa chọn.

Cấu trúc này cho phép hệ thống hoạt động linh hoạt, từng bước mở rộng mức độ tự động hóa và dễ dàng tích hợp với hệ thống điều khiển hiện có của nhà máy.

4.3. Định hướng tích hợp và vận hành

Hệ thống được định hướng tích hợp theo hướng tận dụng tối đa các thiết bị và hạ tầng sẵn có tại nhà máy, hạn chế yêu cầu đầu tư cải tạo lớn. Việc bố trí thiết bị lấy mẫu, phân tích và điều khiển cần đảm bảo không ảnh hưởng đến quá trình vận hành bình thường của bể cô đặc cũng như các thiết bị liên quan.

Trong giai đoạn đầu triển khai, hệ thống có thể được vận hành ở chế độ bán tự động, trong đó người vận hành theo dõi kết quả phân tích và thực hiện điều chỉnh theo khuyến nghị của hệ thống. Trên cơ sở tích lũy dữ liệu và kinh nghiệm vận hành, hệ thống có thể từng bước chuyển sang chế độ tự động, giảm dần sự phụ thuộc vào thao tác thủ công và nâng cao độ ổn định của quá trình cô đặc.

4.4. Ý nghĩa và phạm vi ứng dụng

Định hướng thiết kế hệ thống tự động phân tích và điều chỉnh mức bùn lắng là cơ sở khoa học và thực tiễn cho việc triển khai các giải pháp tự động hóa trong xử lý bùn nước tại các nhà máy tuyển than và khoáng sản. Việc áp dụng hệ thống này không chỉ góp phần nâng cao hiệu quả thu hồi nước tuần hoàn và ổn định chất lượng bùn cô đặc, mà còn tạo tiền đề cho việc tối ưu hóa tiêu hao hóa chất và nâng cao hiệu quả vận hành chung của dây chuyền tuyển.

5. Kết luận và kiến nghị

5.1. Kết luận

Qua nghiên cứu cơ sở lý thuyết và phân tích đặc điểm công nghệ xử lý bùn nước trong bể cô đặc, chuyên đề đã làm rõ vai trò quyết định của

quá trình keo tụ – lắng và trạng thái bùn lắng đối với hiệu quả thu hồi nước tuần hoàn và độ ổn định vận hành của các nhà máy tuyển than và khoáng sản. Mức bùn lắng được xác định là thông số tổng hợp, phản ánh trực tiếp trạng thái làm việc của bể cô đặc và chịu ảnh hưởng đồng thời của nồng độ pha rắn, liều lượng chất trợ lắng và chế độ tháo bùn.

Trên cơ sở đó, chuyên đề đã lựa chọn giải pháp công nghệ phân tích mức bùn lắng theo hướng đánh giá sự phân bố nồng độ bùn tại các tầng đặc trưng trong bể cô đặc, kết hợp xử lý tín hiệu để xác định trạng thái lắng – cô đặc theo thời gian thực. Giải pháp điều chỉnh được xây dựng theo nguyên tắc phản hồi, lấy chất lượng nước tràn và trạng thái bùn đáy làm chỉ tiêu kiểm soát chính, cho phép điều chỉnh linh hoạt liều lượng chất trợ lắng và chế độ vận hành bể cô đặc.

Định hướng thiết kế hệ thống tự động phân tích và điều chỉnh mức bùn lắng được đề xuất theo cấu trúc mô-đun, có khả năng tích hợp với các bể cô đặc hiện có và phù hợp với điều kiện vận hành thực tế tại các nhà máy tuyển than và khoáng sản. Các kết quả nghiên cứu là cơ sở khoa học và thực tiễn cho việc từng bước chuyển từ

vận hành thủ công sang vận hành dựa trên dữ liệu đo lường và điều khiển tự động.

5.2. Kiến nghị

Để triển khai hiệu quả các giải pháp đã đề xuất, chuyên đề kiến nghị:

1) Tiếp tục nghiên cứu chi tiết và thử nghiệm thực tế hệ thống phân tích và điều chỉnh mức bùn lắng tại một số nhà máy tuyển điển hình nhằm đánh giá độ tin cậy và hiệu quả vận hành trong điều kiện sản xuất.

2) Từng bước hoàn thiện các thuật toán điều chỉnh phù hợp với đặc tính bùn và chế độ vận hành của từng nhà máy, làm cơ sở cho việc mở rộng mức độ tự động hóa.

3) Kết hợp kết quả nghiên cứu với công tác đào tạo, hướng dẫn vận hành nhằm nâng cao khả năng tiếp cận và làm chủ hệ thống tự động của đội ngũ kỹ thuật tại các nhà máy tuyển.

Việc triển khai các giải pháp tự động phân tích và điều chỉnh mức bùn lắng không chỉ góp phần nâng cao hiệu quả xử lý bùn nước và giảm chi phí vận hành, mà còn phù hợp với định hướng hiện đại hóa và tự động hóa các nhà máy tuyển than và khoáng sản trong giai đoạn tới.

TÀI LIỆU THAM KHẢO

1. Lê Văn Quyền, Nguyễn Quốc Tính, Nguyễn Hùng Sơn. Phân tích công nghệ và thực trạng giám sát, điều chỉnh mức bùn lắng trong bể cô đặc các nhà máy tuyển than và khoáng sản thuộc TKV. *Bản tin Khoa học Cơ khí Năng lượng – Mỏ, Số 1/2025 (Số 48), Tr. 27-30.*
2. Quy chuẩn Kỹ thuật Quốc gia về An toàn trong khai thác than hầm lò QCVN 01:2011/BCT.
3. Yêu cầu kỹ thuật theo chỉ thị số 165/CT-Vinacomin. 05/12/2013.
4. Modbus Application Protocol Specification. *Modbus Organization, www.modbus.org.*

ẢNH HƯỞNG CỦA CÁC DẠNG ĐẤT ĐÁ ĐẾN QUY LUẬT MÀI MÒN CỦA MŨI RĂNG GÀU MÁY XÚC

GS.TS. Bolobov V.I., NCS. Akhmerov E.V., SV. Rakitin I.V.

Trường Đại học Mỏ Xanh Petecbua (CHLB Nga)

TS. Lê Thanh Bình – Viện Cơ khí Năng lượng và Mỏ - Vinacomin

Tóm tắt: Bài báo nghiên cứu ảnh hưởng của các dạng đất đá đến quy luật mài mòn của mũi răng gầu máy xúc trong điều kiện làm việc thực tế của khai thác lộ thiên. Đối tượng nghiên cứu là các mũi răng đã qua sử dụng khi làm việc với đá nổ mìn kích thước lớn (đá granit) và vật liệu hạt mịn (cát mỏ). Thông qua phân tích sự thay đổi hình học, đặc điểm khuyết tật bề mặt và phân bố độ cứng của mũi răng sau quá trình làm việc, cơ chế mài mòn chủ đạo của từng bề mặt được xác định. Kết quả nghiên cứu cho thấy, khi làm việc với đá kích thước lớn, mũi răng chịu tác động đồng thời của mài mòn thuần túy và mài mòn va đập. Trong đó, mặt dưới mũi răng chủ yếu chịu mài mòn thuần túy với cường độ cao do tiếp xúc trượt với các cạnh sắc của đá, còn mặt trên chịu mài mòn va đập – mài mòn với tốc độ thấp hơn do tác động của các khối đá lăn và va đập. Sự khác biệt về cơ chế mài mòn này dẫn đến hiện tượng mòn không đều và làm mất tính đối xứng hình học của mũi răng. Ngược lại, trong điều kiện làm việc với vật liệu hạt mịn, cả mặt trên và mặt dưới mũi răng đều chịu mài mòn thuần túy, quá trình mài mòn diễn ra tương đối đồng đều và hình dạng mũi răng được bảo toàn tốt hơn. Trên cơ sở các kết quả thu được, bài báo đề xuất định hướng nâng cao tuổi thọ mũi răng gầu máy xúc theo điều kiện làm việc: ưu tiên tăng cường khả năng chống mài mòn cho mặt dưới mũi răng khi khai thác đá kích thước lớn và tăng khả năng chống mài mòn đồng đều cho cả hai mặt khi làm việc với đất đá hạt mịn.

Từ khóa: máy xúc, mũi răng gầu, mài mòn, mài mòn va đập, đá granit, cát mỏ, đất đá hạt mịn.

1. Mở đầu

Trong khai thác mỏ lộ thiên, máy xúc là thiết bị chủ lực thực hiện các công đoạn bốc xúc đất đá, trong đó mũi răng gầu là bộ phận trực tiếp tiếp xúc với môi trường làm việc và chịu mài mòn mạnh nhất. Quá trình mài mòn mũi răng không chỉ làm giảm tuổi thọ chi tiết mà còn ảnh hưởng đáng kể đến hiệu quả làm việc của máy xúc, làm tăng lực cản khi đào xúc, giảm khả năng lấp đầy gầu, tăng tiêu hao năng lượng và chi phí bảo trì, thay thế.

Thực tế sản xuất cho thấy tuổi thọ mũi răng gầu biến đổi rất lớn tùy thuộc vào điều kiện địa chất. Khi làm việc với đá nổ mìn kích thước lớn, thời gian sử dụng mũi răng thường chỉ đạt vài ngày, trong khi ở điều kiện đất đá hạt mịn hoặc ít mài mòn, tuổi thọ có thể kéo dài hàng chục ngày, thậm chí vài tháng. Sự khác biệt này cho thấy vai

trò quyết định của dạng đất đá đối với cơ chế và cường độ mài mòn mũi răng gầu.

Nhiều công trình nghiên cứu trước đây đã tập trung phân tích ảnh hưởng của vật liệu chế tạo, hình học mũi răng và điều kiện tải trọng đến quá trình mài mòn. Một số nghiên cứu chỉ ra rằng mài mòn mũi răng gầu có thể xảy ra dưới các dạng chủ yếu như mài mòn thuần túy, mài mòn va đập hoặc mài mòn va đập – mài mòn, tùy thuộc vào kích thước, hình dạng và tính chất cơ học của đất đá. Tuy nhiên, trong phần lớn các nghiên cứu này, mũi răng thường được xem xét như một khối thống nhất, trong khi sự khác biệt về điều kiện làm việc giữa mặt trên và mặt dưới mũi răng chưa được phân tích đầy đủ.

Trong quá trình đào xúc, mặt dưới mũi răng chủ yếu tiếp xúc trượt với đất đá và chịu tác động cắt – cào của các hạt hoặc khối đá, trong khi mặt

trên lại chịu ảnh hưởng đáng kể của các khối đất đá lăn, trượt và va đập. Do đó, có cơ sở để giả thiết rằng cơ chế mài mòn và tốc độ mài mòn của hai bề mặt này là khác nhau, đặc biệt trong điều kiện đá kích thước lớn sau nổ mìn. Việc làm rõ sự khác biệt này có ý nghĩa quan trọng trong việc lựa chọn vật liệu, công nghệ gia công bề mặt cũng như giải pháp kết cấu nhằm nâng cao tuổi thọ mũi răng gầu.

Xuất phát từ các vấn đề nêu trên, bài báo tập trung nghiên cứu ảnh hưởng của các dạng đất đá điển hình, bao gồm đá kích thước lớn (đá granit sau nổ mìn) và vật liệu hạt mịn (cát mịn), đến quy luật mài mòn của mũi răng gầu máy xúc. Mục tiêu của nghiên cứu là xác định cơ chế mài mòn chủ đạo đối với từng bề mặt của mũi răng trong các điều kiện làm việc khác nhau, qua đó đề xuất định hướng kỹ thuật nhằm nâng cao độ bền mài mòn và tuổi thọ làm việc của mũi răng gầu máy xúc.

2. Đối tượng và phương pháp nghiên cứu

2.1. Đối tượng nghiên cứu

Đối tượng nghiên cứu là các mũi răng gầu máy xúc đã qua sử dụng trong điều kiện khai thác lộ thiên, làm việc với các dạng đất đá khác nhau. Các mũi răng được lựa chọn đại diện cho hai điều kiện làm việc điển hình, bao gồm đá kích thước lớn sau nổ mìn (đá granit) và vật liệu hạt mịn (cát mịn).

Trong nhóm nghiên cứu, một mũi răng làm việc trong điều kiện đá granit được thu thập từ gầu của máy xúc thủy lực hạng nặng, trong khi hai mũi răng còn lại làm việc trong điều kiện cát mịn. Các mũi răng có hình dạng và kích thước tương đương, được chế tạo từ thép hợp kim crom-mangan cacbon cao, là loại vật liệu thường được sử dụng cho răng gầu máy xúc do có khả năng chống mài mòn và biến cứng bề mặt tốt.

2.2. Phương pháp nghiên cứu

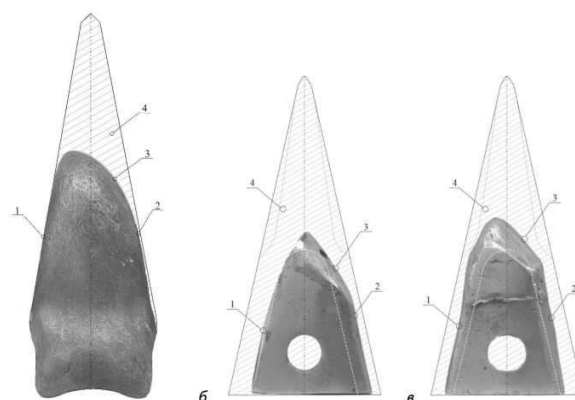
Quy luật mài mòn của mũi răng được nghiên cứu thông qua tổ hợp các phương pháp phân tích hình học, quan sát bề mặt và đánh giá cơ tính của

vật liệu sau quá trình làm việc.

Hình dạng ban đầu của mũi răng được phục dựng bằng mô hình số, sau đó so sánh với biên dạng mũi răng đã mài mòn nhằm xác định mức độ và tính chất thay đổi hình học. Trên cơ sở đó, các vùng mòn đặc trưng trên mặt trên và mặt dưới mũi răng được xác định.

Đặc điểm mài mòn bề mặt được đánh giá bằng phương pháp quan sát trực tiếp kết hợp phóng đại, cho phép nhận dạng và phân loại các dạng khuyết tật điển hình như vết xước song song, vết cắt sâu, vết lõm do va đập và các vùng mài mòn cục bộ. Hướng, mật độ và mức độ phát triển của các khuyết tật này được sử dụng làm cơ sở để xác định cơ chế mài mòn chủ đạo.

Để đánh giá mức độ biến cứng của vật liệu trong quá trình làm việc, độ cứng bề mặt mũi răng được đo theo thang Rockwell tại nhiều vị trí khác nhau trên mặt trên và mặt dưới. Giá trị độ cứng thu được được so sánh với độ cứng của phần vật liệu không chịu tác động làm việc, được coi là trạng thái ban đầu của mũi răng.



Hình 1. Biên dạng mũi răng gầu sau khi làm việc với đá kích thước lớn và vật liệu hạt mịn so với biên dạng ban đầu: 1 – mặt trên mũi răng; 2 – mặt dưới mũi răng; 3 – vùng mài mòn đặc trưng; 4 – biên dạng ban đầu được phục dựng

Trong trường hợp thiếu thông tin về vật liệu chế tạo, thành phần hóa học của mũi răng được xác định bằng phương pháp phân tích huỳnh quang tia X. Kết quả phân tích được đối chiếu với các mác thép thông dụng nhằm xác định nhóm

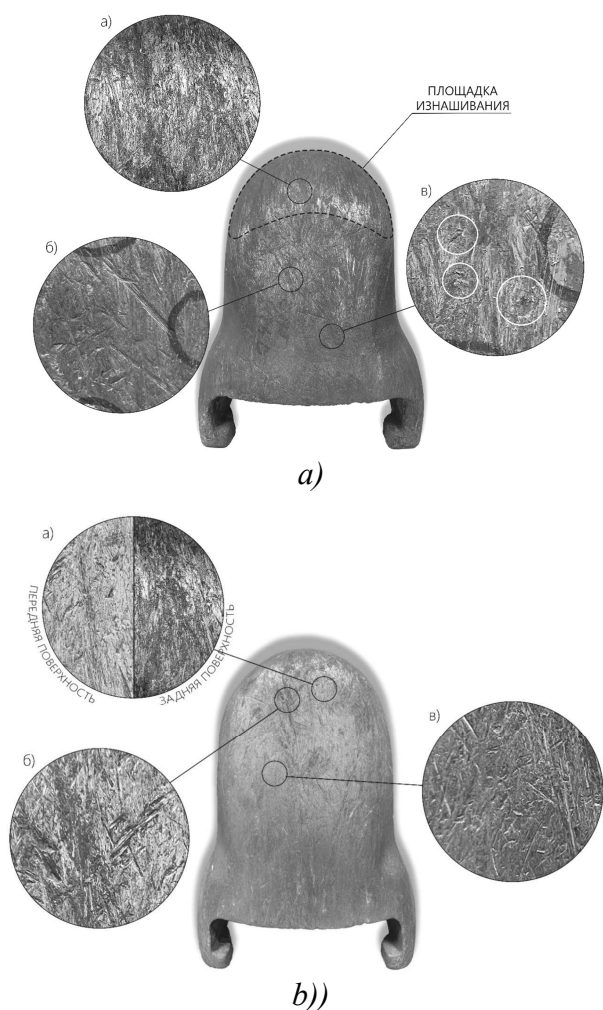
vật liệu và đánh giá khả năng biến cứng, chống mài mòn của mũi răng trong các điều kiện làm việc khác nhau.

Các kết quả thu được từ các phương pháp trên được tổng hợp và phân tích nhằm làm rõ mối quan hệ giữa dạng đất đá và cơ chế mài mòn của từng bề mặt mũi răng gầu máy xúc.

3. Kết quả nghiên cứu

3.1. Đặc điểm mài mòn mũi răng khi làm việc với đá kích thước lớn

Kết quả phân tích hình học cho thấy mũi răng làm việc trong điều kiện đá granit sau nỗ lực bị mài mòn không đối xứng rõ rệt. Biên dạng mũi răng sau quá trình làm việc cho thấy đỉnh mũi răng dịch chuyển về phía mặt trên, chứng tỏ tốc độ mài mòn của mặt dưới lớn hơn mặt trên.

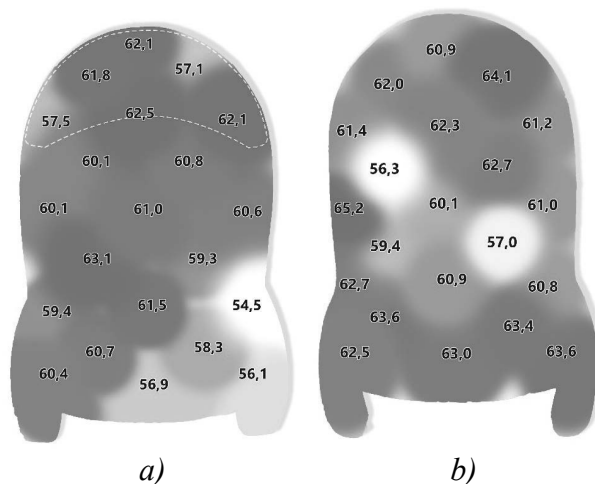


Hình 2. Các dạng khuyết tật đặc trưng trên bề mặt mũi răng sau khi làm việc với đá kích thước lớn: a) Mặt dưới; b) Mặt trên

Quan sát bề mặt cho thấy mặt dưới mũi răng xuất hiện hệ thống các vết xước song song, kéo dài theo hướng chuyển động của mũi răng trong quá trình đào xúc. Ngoài ra, tại một số khu vực còn xuất hiện các vết cắt sâu và dấu vết va chạm cục bộ. Đặc điểm này cho thấy mặt dưới mũi răng chủ yếu chịu mài mòn thuần túy, do tiếp xúc trượt với các cạnh sắc của các khối đá kích thước lớn.

Ngược lại, bề mặt trên của mũi răng tương đối nhẵn và có màu sáng hơn, ít xuất hiện các vết xước định hướng rõ ràng. Trên bề mặt này chủ yếu quan sát thấy các vết lõm phân bố ngẫu nhiên, đặc trưng cho tác động va đập của các khối đá trong quá trình làm việc. Điều này cho thấy cơ chế mài mòn chủ đạo của mặt trên mũi răng là mài mòn va đập – mài mòn.

Kết quả đo độ cứng cho thấy độ cứng bề mặt của cả hai mặt mũi răng đều tăng so với trạng thái ban đầu do hiện tượng biến cứng dẻo. Tuy nhiên, mức độ tăng độ cứng phân bố không đồng đều, và sự biến cứng này không đủ để bù lại cường độ mài mòn thuần túy lớn ở mặt dưới, dẫn đến mài mòn nhanh và mất đối xứng hình học của mũi răng.

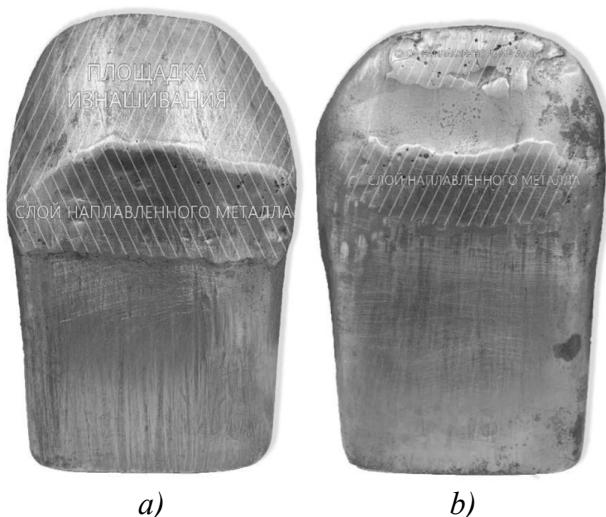


Hình 3. Phân bố độ cứng trên mặt dưới (a) và mặt trên (b) mũi răng sau khi làm việc với đá kích thước lớn

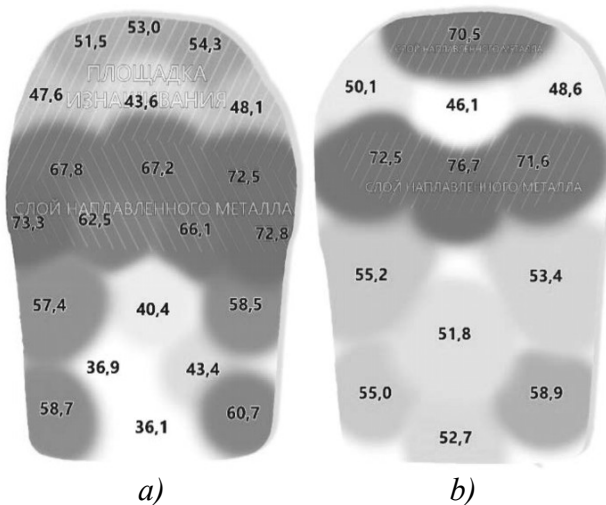
3.2. Đặc điểm mài mòn mũi răng khi làm việc với vật liệu hạt mịn

Đối với các mũi răng làm việc trong điều

kiện cát mỏ, kết quả phân tích hình học cho thấy hình dạng mũi răng được bảo toàn tốt hơn so với trường hợp làm việc với đá kích thước lớn. Biên dạng mũi răng sau mài mòn vẫn giữ được tính đối xứng tương đối, không xuất hiện sự dịch chuyển rõ rệt của đỉnh mũi răng.



Hình 4. Bề mặt mũi răng sau khi làm việc với vật liệu hạt mịn: a) Mặt dưới; b) Mặt trên



Hình 5. Phân bố độ cứng trên mặt dưới (a) và mặt trên (b) mũi răng sau khi làm việc với vật liệu hạt mịn

Quan sát bề mặt cho thấy cả mặt trên và mặt dưới mũi răng đều có bề mặt nhẵn, bóng, với các vết xước nhỏ, phân bố khá đồng đều. Hầu như không quan sát thấy các vết lõm do va đập hay các vết cắt sâu cục bộ. Điều này chứng tỏ trong điều kiện vật liệu hạt mịn, mũi răng chủ yếu chịu

mài mòn thuần túy, do sự trượt liên tục của các hạt mài nhỏ trên bề mặt kim loại.

Kết quả đo độ cứng cho thấy độ cứng bề mặt của các mũi răng sau khi làm việc với cát mỏ tăng so với trạng thái ban đầu, song sự phân bố độ cứng trên mặt trên và mặt dưới tương đối đồng đều. Điều này phù hợp với đặc điểm mài mòn đồng nhất và giải thích việc mũi răng giữ được hình dạng đối xứng trong quá trình làm việc.

3.3. So sánh quy luật mài mòn theo dạng đất đá

So sánh kết quả thu được cho thấy dạng đất đá có ảnh hưởng quyết định đến cơ chế và quy luật mài mòn của mũi răng gầu máy xúc. Trong điều kiện đá kích thước lớn, sự kết hợp giữa mài mòn thuần túy và mài mòn va đập dẫn đến mài mòn không đồng đều giữa các bề mặt mũi răng. Ngược lại, trong điều kiện vật liệu hạt mịn, mài mòn thuần túy chiếm ưu thế và diễn ra đồng đều trên toàn bộ mũi răng.

Sự khác biệt này là cơ sở quan trọng cho việc lựa chọn giải pháp vật liệu và công nghệ tăng cường khả năng chống mài mòn của mũi răng gầu trong các điều kiện khai thác khác nhau.

4. Thảo luận

Kết quả nghiên cứu cho thấy quy luật mài mòn của mũi răng gầu máy xúc phụ thuộc chặt chẽ vào dạng đất đá và điều kiện tiếp xúc trong quá trình đào xúc. Sự khác biệt về kích thước, hình dạng và khả năng chuyển động của các phần tử đất đá dẫn đến sự khác nhau về cơ chế tác động lên từng bề mặt của mũi răng.

Trong điều kiện đá kích thước lớn sau nổ mìn, mũi răng đồng thời chịu tác động trượt và va đập. Mặt dưới mũi răng tiếp xúc trực tiếp với các cạnh sắc của khối đá trong quá trình cắt và trượt, do đó chịu mài mòn thuần túy với cường độ cao. Ngược lại, mặt trên mũi răng chủ yếu chịu tác động của các khối đá lăn và va đập, hình thành cơ chế mài mòn va đập – mài mòn. Sự tồn tại song song của hai cơ chế mài mòn khác nhau này là nguyên nhân chính gây ra mài mòn không

đồng đều và làm mất đối xứng hình học của mũi răng trong quá trình làm việc.

Hiện tượng biến cứng bề mặt quan sát được trên cả hai mặt mũi răng cho thấy vật liệu thép hợp kim crom–mangan cacbon cao có khả năng tăng độ cứng dưới tác động của tải trọng động và biến dạng dẻo. Tuy nhiên, trong điều kiện mài mòn thuần túy với cường độ lớn, sự tăng độ cứng bề mặt không làm giảm đáng kể tốc độ mài mòn. Điều này giải thích vì sao mặc dù độ cứng bề mặt của mũi răng tăng lên, mặt dưới vẫn bị mài mòn nhanh hơn rõ rệt so với mặt trên khi làm việc với đá kích thước lớn.

Đối với điều kiện vật liệu hạt mịn, tiếp xúc giữa mũi răng và môi trường làm việc mang tính liên tục và đồng đều hơn, các hạt mài nhỏ không tạo ra tải trọng va đập đáng kể. Do đó, cả mặt trên và mặt dưới mũi răng đều chịu mài mòn thuần túy với cường độ tương đương, dẫn đến mài mòn đồng đều và duy trì được hình dạng đối xứng của mũi răng trong suốt quá trình làm việc.

Từ góc độ kỹ thuật, các kết quả thu được cho thấy việc áp dụng một giải pháp vật liệu hoặc công nghệ gia cường bề mặt đồng nhất cho toàn bộ mũi răng không phải lúc nào cũng mang lại hiệu quả tối ưu. Trong điều kiện khai thác đá kích thước lớn, cần ưu tiên các giải pháp tăng cường khả năng chống mài mòn thuần túy cho mặt dưới mũi răng, chẳng hạn như tăng độ cứng, áp dụng lớp phủ hoặc thay đổi cấu trúc bề mặt. Ngược lại, trong điều kiện đất đá hạt mịn, các giải pháp gia

cường nên được áp dụng đồng đều cho cả hai mặt nhằm duy trì hình dạng và tuổi thọ làm việc của mũi răng.

5. Kết luận

Từ các kết quả nghiên cứu về ảnh hưởng của các dạng đất đá đến quy luật mài mòn của mũi răng gầu máy xúc, có thể rút ra các kết luận chính sau:

1) Dạng đất đá làm việc có ảnh hưởng quyết định đến cơ chế và cường độ mài mòn của mũi răng gầu máy xúc.

2) Khi làm việc với đá kích thước lớn sau nổ mìn, mũi răng chịu tác động đồng thời của mài mòn thuần túy và mài mòn va đập, trong đó mặt dưới mũi răng bị mài mòn thuần túy với cường độ cao hơn so với mặt trên.

3) Sự khác biệt về cơ chế mài mòn giữa mặt trên và mặt dưới dẫn đến mài mòn không đồng đều, làm mất tính đối xứng hình học của mũi răng và làm giảm hiệu quả làm việc của máy xúc.

4) Trong điều kiện đất đá hạt mịn, cả mặt trên và mặt dưới mũi răng chủ yếu chịu mài mòn thuần túy, quá trình mài mòn diễn ra tương đối đồng đều và hình dạng mũi răng được bảo toàn tốt hơn.

5) Để nâng cao tuổi thọ mũi răng gầu máy xúc, cần lựa chọn giải pháp kỹ thuật phù hợp với điều kiện làm việc: ưu tiên tăng cường khả năng chống mài mòn cho mặt dưới mũi răng khi khai thác đá kích thước lớn và tăng cường đồng đều cho cả hai mặt khi làm việc với đất đá hạt mịn.

TÀI LIỆU THAM KHẢO

1. Ветров Ю. А. Резание грунтов землеройными машинами. Москва: Машиностроение, 1971.
2. Побегайло П. А., Крицкий Д. Ю., Гильманшина Т. Р. Износ элементов карьерных экскаваторов: анализ современного состояния проблемы // Горный информационно-аналитический бюллетень. 2021. № 2. С. 64–74.
3. Колокольцев В. М., Вдовин К. Н., Чернов В. П. и др. Исследование механизмов абразивного и ударно-абразивного изнашивания высокомарганцевой стали // Вестник Магнитогорского государственного технического университета им. Г. И. Носова. 2017. Т. 15. № 2. С. 54–62.

4. Хромой М. Р., Свиначук В. П., Свиначук П. В. Изнашивание вооружения ковша карьерного одноковшового экскаватора // *Научный вестник Московского государственного горного университета*. 2010. № 8. С. 106–113.
5. Шибанов Д. А., Иванов С. Л., Емельянов А. А., Пумпур Е. В. Оценка показателей работоспособности карьерных экскаваторов в реальных условиях эксплуатации // *Горный информационно-аналитический бюллетень*. 2020. № 10. С. 86–94.
6. Виноградов В. Н., Сорокин Г. М., Колокольников М. Г. Абразивное изнашивание. Москва: Машиностроение, 1990.
7. Хрущов М. М., Бабичев М. А. Исследования изнашивания металлов. Москва: Изд-во АН СССР, 1960.
8. Дэлэг Д., Ванчинжав С., Пурэвдорж Н. Исследование самозатачивания зуба ковша экскаватора // *Горный информационно-аналитический бюллетень*. 2008. № 14(1). С. 402–416.

ĐÁNH GIÁ CÔNG NGHỆ CƠ GIỚI HOÁ ĐỒNG BỘ HẠNG NHẹ CÓ THU HỒI THAN NÓC TẠI CÔNG TY CỔ PHẦN THAN MÔNG DƯƠNG - VINACOMIN

ThS. Hoàng Văn Nam – Trường Đại học Công nghiệp Quảng Ninh

Tóm tắt: Nhằm xây dựng cơ sở để triển khai áp dụng công nghệ cơ giới hoá (CGH) đồng bộ hạng nhẹ cho vỉa dày, dốc thoải ở các mỏ than hầm lò vùng Quảng Ninh. Tác giả đã sử dụng phương pháp chuyên gia kết hợp với phương pháp phân tích, tổng hợp tài liệu chuyên ngành, đề tài nghiên cứu khoa học, tài liệu trực tuyến, công nghệ AI... để hoàn thành. Việc phân tích, đánh giá ưu điểm, nhược điểm, điều kiện áp dụng và hiệu quả kinh tế của một số công nghệ (thủy lực đơn, giá thủy lực di động, công nghệ CGH đồng bộ) đã áp dụng cho khu vực vỉa dày, dốc thoải và khả năng áp dụng trong tương lai của từng công nghệ được thực hiện chi tiết. Kết quả bài báo nêu bật được những thuận lợi, khó khăn, vấn đề phát sinh và giải pháp khắc phục trong quá trình triển khai công nghệ CGH đồng bộ hạng nhẹ khi áp dụng tại mỏ than Mông Dương. Trên cơ sở đó, tác giả đã đề xuất một số giải pháp khi áp dụng công nghệ CGH đồng bộ hạng nhẹ cho vỉa dày, dốc thoải.

Từ khóa: *Giá thủy lực, công nghệ khai thác, công nghệ cơ giới hoá đồng bộ, vỉa dày dốc thoải.*

1. Đặt vấn đề

Cùng với sự phát triển của khoa học và công nghệ trong nước, công nghệ khai thác than hầm lò trong thời gian qua đã có những bước tiến đáng kể. Từ thành công ban đầu của lò chợ bán CGH sử dụng giá thủy lực di động và máy khâu tại mỏ Khe Châm năm 2002, đến việc triển khai lò chợ CGH đồng bộ khâu hết chiều dày vỉa năm 2005 [1]. Hiện tại, ngành than đã vận hành 10 dây chuyền công nghệ CGH đồng bộ, trong đó có lò chợ tại mỏ Hà Lâm đạt công suất trên 1,0 triệu tấn/năm và nhiều lò chợ khác được thiết kế với công suất từ 300 ÷ 600 nghìn tấn/năm. Năng suất lao động thấp nhất đạt 15 tấn/công, cao hơn trên 2 lần so với lò chợ thủ công trong cùng điều kiện tương tự. Đặc biệt, công nghệ CGH tạo ra không gian làm việc an toàn và cải thiện rõ rệt điều kiện làm việc của người lao động [2].

Tuy nhiên, các dây chuyền CGH đồng bộ hiện nay đòi hỏi điều kiện áp dụng phải tương đối thuận lợi, trong khi điều kiện địa chất các vỉa than tại Quảng Ninh thường phức tạp, với sự biến động lớn về chiều dày góc dốc và tính chất đá vách, đá trụ vỉa đa dạng (từ mềm yếu kém ổn định đến rất bền vững, khó sập đổ) [3]. Điều này khiến việc nhân rộng công nghệ CGH gặp nhiều hạn

chế, thể hiện qua tỷ trọng sản lượng từ các lò chợ CGH chỉ chiếm chưa đến 15% tổng sản lượng khai thác than hầm lò [2].

Để vượt qua thách thức này và mở rộng phạm vi áp dụng công nghệ CGH, cần đánh giá chi tiết về các yếu tố kỹ thuật, điều kiện áp dụng, cũng như hiệu quả của công nghệ CGH đồng bộ hạng nhẹ có thu hồi than nóc tại Công ty Cổ phần Than Mông Dương. Những phân tích này sẽ làm cơ sở định hướng đầu tư, mở rộng công nghệ tại các mỏ, nhằm nâng cao sản lượng, giảm tổn thất tài nguyên, cải thiện điều kiện làm việc và môi trường, đồng thời mang lại hiệu quả kinh tế bền vững.

2. Phân tích, đánh giá công nghệ cơ giới hoá đồng bộ hạng nhẹ có thu hồi than nóc tại Công ty Than Mông Dương

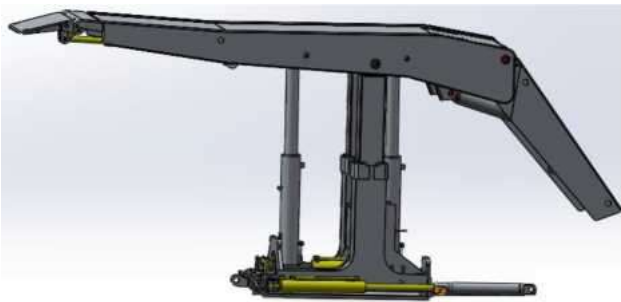
2.1. Đặc điểm công nghệ

Công nghệ CGH đồng bộ hạng nhẹ được áp dụng tại vỉa L7, mức -250 ÷ -100 khu vực cánh Tây của mỏ than Mông Dương. Khu vực áp dụng có điều kiện sau: chiều dày vỉa biến đổi từ 2,76 ÷ 6,6 m, trung bình 5,5 m, góc dốc vỉa từ 3 ÷ 30°, Vách trực tiếp của vỉa than là lớp bột kết chiều dày từ 1,68 ÷ 27,2 m, trung bình 10,4 m, thuộc loại ổn định trung bình. Vách cơ bản là bột kết,

cát kết phân bố không đều có chiều dày từ 15,3 ÷ 52,6 m, trung bình 29,8 m, thuộc loại sập đổ trung bình đến khó sập đổ. Trữ trực tiếp là bột kết với chiều dày từ 5,0 + 8,0 m và thuộc loại bền vững trung bình [4].

- Hệ thống khai thác chia cột dài theo phương [5]. Chiều dài lò chợ 120 m; chiều cao khẩu 2,2 m; chiều dày lớp hạ trần 3,3 m, góc dốc lò chợ đến 30°.

- Đồng bộ thiết bị bao gồm: giàn chống trung gian có kết cấu hạ trần tương đương mã hiệu ZF3000/15/24; giàn chống quá độ tương đương mã hiệu ZFG3200/19/31; máy khâu tương đương mã hiệu MG160/380-WD; và các thiết bị phụ trợ khác đi kèm [6].



Hình 1. Vòi chống khảm ZFG3200/19/31



Hình 2. Vòi chống lò chợ ZF3000/15/24



Hình 3. Máy khâu MG160/380-WD

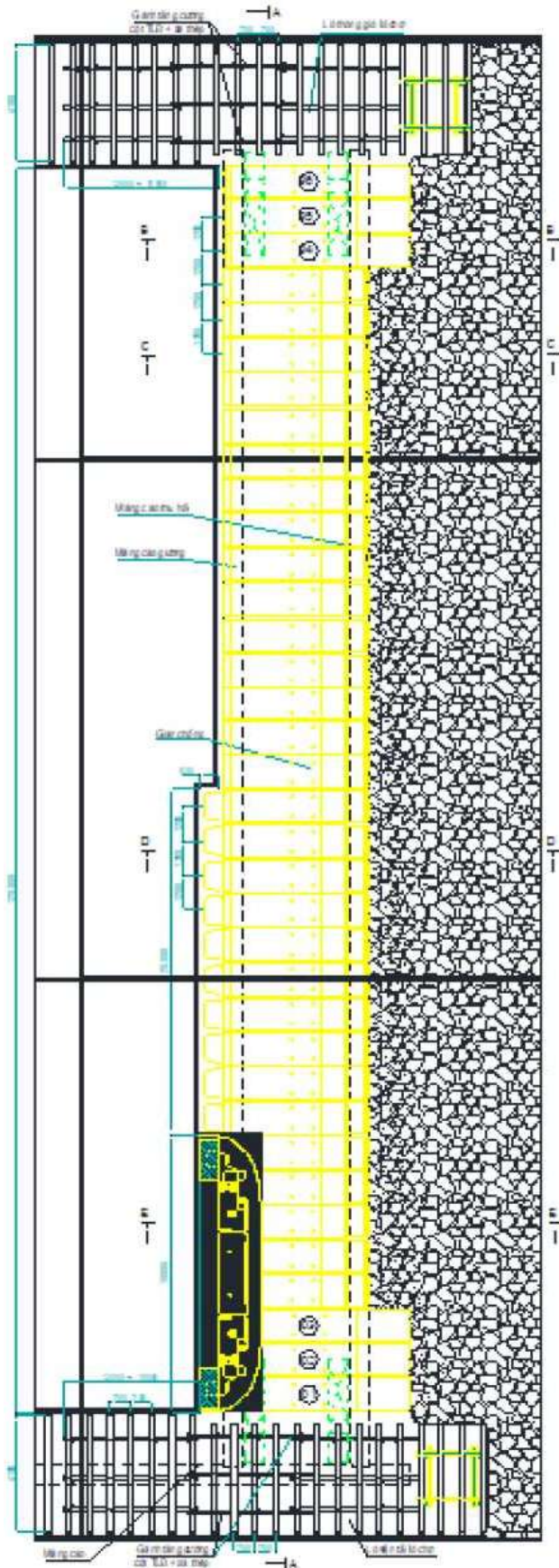
Kết cấu, thông số đặc tính kỹ thuật của một số bộ phận chính trong công nghệ, được thể hiện hình 1-3 và bảng 1-2 [4]. Sơ đồ công nghệ và trạng thái gương lò chợ được thể hiện trong các hình 4-7.

Bảng 1. Đặc tính kỹ thuật của giàn chống ZF3000/15/24 và ZFG3200/19/31

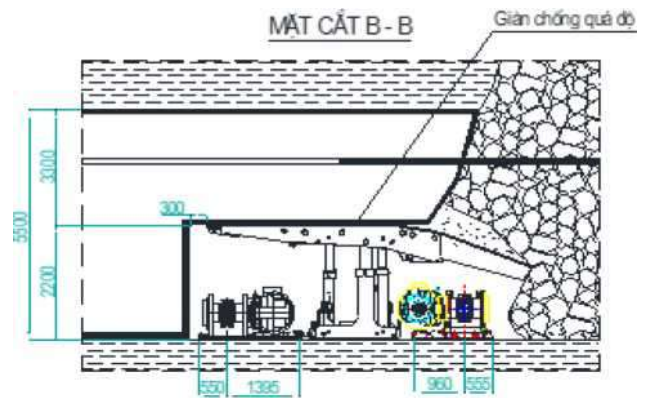
TT	Thông số kỹ thuật	Đơn vị	Trị số	
			ZF3000/15/24	ZFG3200/19/31
1	Chiều cao	m	1,5 ÷ 2,4	1,9 ÷ 3,1
2	Chiều rộng	m	1,19 ÷ 1,33	1,19 ÷ 1,33
3	Khoảng cách tâm hai giàn	m	1,25	1,25
4	Số lượng cột chống	cột	4	4
5	Bước di chuyển	m	0,63	0,63
6	Góc dốc lò chợ	độ	< 35	< 35
7	Góc dốc theo phương khẩu	độ	± 15	± 15
8	Lực chống làm việc	kN	3.000	3.200
9	Lực chống ban đầu	kN	2.532	2.532
10	Cường độ chống giữ	MPa	0,66 ÷ 0,70	0,76
11	Tỷ lệ áp lực nền	MPa	0,50 ÷ 0,75	0,16 ÷ 0,58
12	Áp suất trạm bơm	MPa	31,5	31,5
13	Khối lượng	tấn	8,5	9,0
14	Kích thước (DxRxH)	m	5,0x1,19 x1,5	6,0x1,19 x1,9

Bảng 2. Đặc tính kỹ thuật của máy khâu MG 160/380-WD

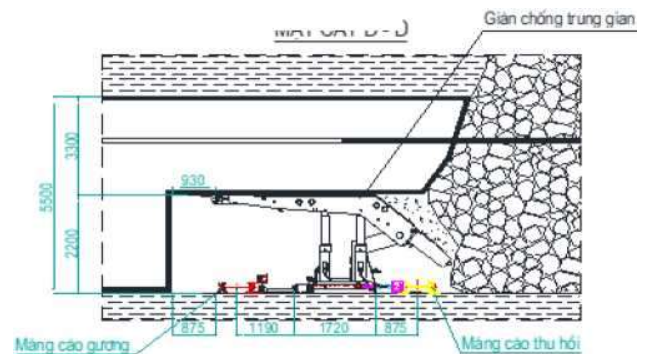
TT	Thông số kỹ thuật	Đơn vị	Trị số
1	Chiều cao khẩu	m	1,4 ÷ 3,2
2	Bước khâu	m	0,63
3	Góc dốc lò chợ tối đa	độ	35
4	Độ cứng của than	f	< 4
5	Lực kéo	kN	223 ÷ 203
6	Tốc độ di chuyển	m/ph	0 ÷ 7
7	Điện áp	V	1.140/660
8	Tổng công suất động cơ	kW	380
9	Đường kính tang khâu	m	1,4
10	Chiều sâu khâu nền	mm	200
11	Khối lượng	tấn	30
12	Kích thước (DxRxH)	m	11,6x1,58x1,14



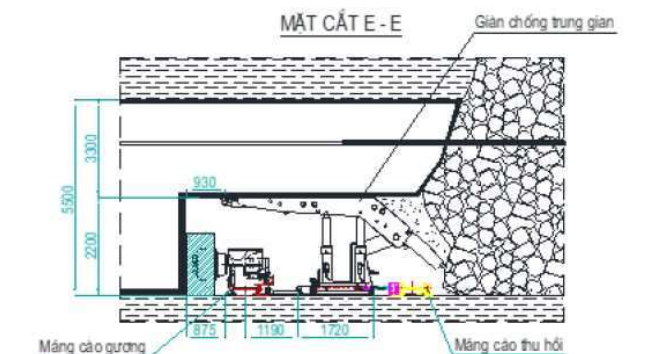
Hình 4. Sơ đồ công nghệ và trạng thái gương lò chợ



Hình 5. Lò chợ tại vị trí giàn chống quá độ



Hình 6. Lò chợ tại vị trí giàn chống trung gian khi chưa di chuyển giàn



Hình 7. Lò chợ tại vị trí giàn chống trung gian sau khi di chuyển giàn

Chỉ tiêu kinh tế kỹ thuật của công nghệ khai thác cơ giới hóa đồng bộ hạng nhẹ được thể hiện tại bảng 3 [4].

Kết quả đạt được của công nghệ CGH đồng bộ hạng nhẹ [5]:

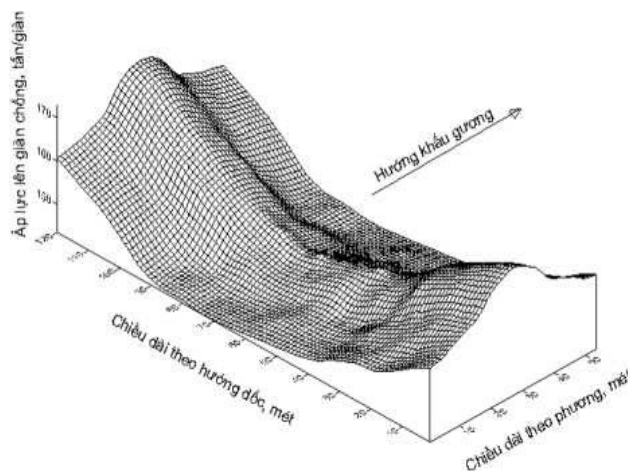
- Sản lượng than khai thác được 108.431 tấn, trung bình 21.686 tấn/tháng, tương ứng với công suất khai thác 260.000 tấn/năm. Năng suất lao động trực tiếp từ 17,7 + 21,3 tấn/công, trung bình 19,5 tấn/công.

TT	Tên chỉ tiêu	Đơn vị	Số lượng
1	Chiều dày vỉa trung bình	m	5,5
2	Góc dốc vỉa trung bình	độ	11
3	Chiều cao khẩu gương	m	2,2
4	Chiều dày lớp than hạ trần	m	3,3
5	Chiều dài lò chợ	m	120
6	Trọng lượng thể tích của than	t/m ³	1,66
7	Tiến độ khẩu gương	m	0,63
8	Tiến độ hạ trần	m	1,26
9	Số luồng khẩu gương một chu kỳ	luồng	2
10	Số luồng hạ trần một chu kỳ	luồng	1
11	Số ca khai thác một chu kỳ	ca	2
12	Số chu kỳ khai thác trong 1 ngày đêm	chu kỳ	1,5
13	Sản lượng khai thác than một chu kỳ	T	1.187
14	Sản lượng than khai thác 1 ngày đêm	T	1.335
15	Sản lượng than khai thác 1 tháng	T	33.737,5
16	Công suất lò chợ	T/năm	300.000
17	Số công nhân lao động một ngày đêm	người	84
18	Năng suất lao động trực tiếp	T/công	15,8
19	Chi phí dầu nhũ hóa cho 1.000 tấn than	kg	16,2
20	Chi phí nước sạch cho 1.000 tấn than	m ³	38,2
21	Chi phí răng khẩu cho 1.000 tấn than	cái	5
22	Tổn thất than theo công nghệ	%	16,1

- Giàn chống làm việc tương đối ổn định, hệ thống thủy lực hoạt động tốt, các piston không bị rò rỉ dịch, đáp ứng tốt yêu cầu chống giữ không gian lò chợ, đảm bảo an toàn cho người và thiết bị làm việc và khả năng chống giữ trong quá trình khai thác lò chợ.

- Công nghệ khai thác CGH và tổ hợp thiết bị phù hợp với điều kiện vỉa ở khu vực có góc dốc đến 30°, thiết bị không bị trôi trượt, làm việc ổn định và đảm bảo chỉ tiêu kinh tế - kỹ thuật tương đối tốt.

- Ngoài ra các yếu tố khác về quy trình công nghệ, công tác tổ chức sản xuất, mức độ an toàn của giàn chống và chi phí đảm bảo yêu cầu và đạt được hiệu quả cao.



Hình 8. Biểu đồ phân bố áp lực mỏ tác động lên giàn chống theo phương và hướng dốc của lò chợ

2.2. Hiệu quả của công nghệ

- Quá trình lắp đặt, tháo dỡ nhanh (bằng 2/3 thời gian so với công nghệ CGH hạng nặng), vận hành đơn giản, thuận tiện, ít phát sinh sự cố, chi phí thấp. Linh hoạt với biến đổi điều kiện địa chất như: chiều dày, góc dốc vỉa, đá vách và đá trụ [7].

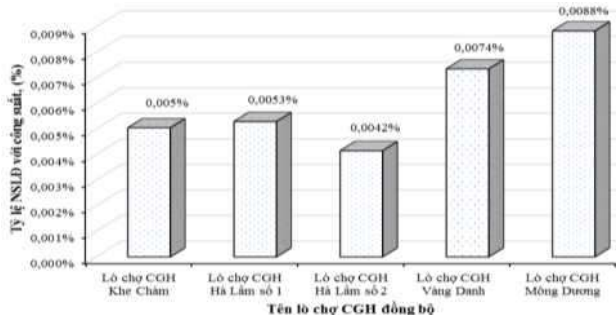
- Kết cấu, kích thước, trọng lượng của giàn chống phù hợp với kích thước tiết diện của đường lò vận tải, thông gió hiện nay đang áp dụng trong TKV ($6,5 \div 9,0 \text{ m}^2$). Kích thước vì chống ngắn, kết cấu chắc chắn, độ ổn định tốt, diện tích tiết diện lò chợ nhỏ, quá trình điều khiển đá vách đơn giản. Việc xử lý các sự cố trong lò chợ đơn giản và chi phí thời gian cũng như nhân công nhỏ hơn so với các lò chợ CGH hạng nặng tại các mỏ hầm lò thuộc TKV. Qua đó cho phép giảm đáng kể nhân công trong lò chợ, tăng năng suất lao động của lò chợ. Tỷ lệ giữa năng suất lao động với công suất khai thác của lò chợ CGH của Mông Dương cao hơn so với công nghệ CGH áp dụng tại các mỏ khác [7].

- Giảm bớt được trình tự trải lưới so với khai thác chia lớp, vật liệu sử dụng, chi phí tiền lương và duy tu đường lò.

- Khả năng đồng bộ thiết bị, điều khiển tập trung cao. Nhu cầu nhân công lao động trực tiếp giảm. Thể hiện qua, công suất lò chợ đạt 240.000 tấn/năm, gấp 1,5 + 2,0 lần lò chợ giá thủy lực

trong cùng điều kiện (công suất lò chợ giá thủy lực khoảng 180.000 tấn/năm); năng suất lao động trực tiếp đạt trên 17 tấn/công, cao hơn thiết kế là 15,8 tấn/công, cao gấp từ 3 + 5,0 lần lò chợ giá thủy lực.

- Hệ số khai thác, thu hồi đạt trên 80%, cao hơn so với công nghệ khác cùng điều kiện.



Hình 9. Tỷ lệ giữa NSLD với công suất khai thác của các lò chợ CGH

2.3. Một số khó khăn khi áp dụng công nghệ

- Chiều dài lò chợ thay đổi: (1) khi chiều dài lò chợ tăng lên tiến hành xén mở rộng lò thông gió hoặc lò vận tải đứng bằng phần chiều dài lò chợ tăng thêm; (2) khi lò chợ ngắn lại tiến hành điều chỉnh giàn chống theo đường chéo sao cho bằng với chiều dài số lượng giàn chống. Việc điều chỉnh lò chợ được theo dõi thường xuyên và tiến hành nắn chỉnh trong các ca sản xuất.

- Giàn chống bị lún: sử dụng gỗ kết hợp với cột thủy lực đơn để nâng đỡ giàn lên khỏi mặt nền lò chợ. Dùng gỗ kê, chèn kích khu vực bị lún để tôn nền vị trí giàn bị lún bằng với mặt nền của các giàn lân cận. Sau khi xử lý xong, công tác di chuyển giàn chống sang luồng mới tiến hành bình thường như quy trình đã ban hành.

- Giàn chống bị xô lệch: sử dụng cột gỗ kết hợp với kích kéo đưa giàn về trạng thái bình thường. Việc đưa giàn chống về trạng thái ổn định có thể phải thực hiện trong một vài lần di chuyển giàn chống.

- Giàn chống, máng cào bị trôi trượt: Sau khi di chuyển đầu máy cào và giàn chống số 1 kịp thời chống các cột thủy lực đơn chống giữ đầu máy và hông giàn chống số 1 (phía lò dọc vỉa vận

tải). Đầu của cột thủy lực đơn tỳ vào đầu máng cào và hông giàn chống, còn chân cột được chống đập vào hông lò dọc vỉa vận tải. Bố trí khẩu gương lò chợ lệch $2 \div 6^\circ$ (so với hướng ke vuông phương vỉa) theo hướng chân lò chợ tiến trước. Các giàn chống thủy lực vuông ke gương lò chợ, các kích đẩy máng có hướng chéo lên phía đầu lò chợ sẽ hạn chế trôi máng cào và đẩy máng cào lên phía trên trong khi di chuyển. Hạn chế khẩu gương lò chợ theo hướng từ dưới lên trên để khắc phục phản lực giữa máy và gương lò (chỉ tạo luồng khẩu mới tại đầu lò chợ). Biện pháp này sẽ làm giảm sản lượng khai thác lò chợ.

- Lở gương, tụt nóc lò chợ: Khi lò chợ bị lở gương, tụt nóc phải kịp thời nâng xà đỡ gương (nếu chiều sâu gương lở $< 1,0$ m) và di chuyển xà trượt của giàn chống (nếu chiều sâu gương lở > 1 m), đồng thời dùng gỗ chèn kích nóc chắc chắn. Trường hợp lở gương lớn vượt quá hành trình của xà đỡ gương phải đánh vè chống tạm (xà gỗ, cột thủy lực đơn), sau đó xếp cũi lợn hoặc chèn kích chắc chắn. Cũi lợn xếp sao cho thanh cũi dưới cùng nằm dọc gương lò chợ để đảm bảo khi di chuyển luồng tiếp theo xà của giàn đỡ toàn bộ cũi.

Ngoài ra, trong thời gian triển khai áp dụng công nghệ còn xuất hiện một số sự cố nhỏ khác liên quan đến điện, thủy lực, nén khí... Các sự cố này đã được khắc phục và ít ảnh hưởng tới quá trình sản xuất.

3. Đề xuất giải pháp để áp dụng công nghệ cơ giới hoá đồng bộ hạng nhẹ có thu hồi than nóc cho vỉa dày, thoải đến nghiêng

Để công nghệ này áp dụng có hiệu quả với vỉa than có góc dốc đến 35° , cần phải áp dụng tổ hợp giải pháp, cụ thể:

- Khẩu về lò chợ với chân vượt trước đầu chợ từ $10,0 \div 15,0$ m, để giảm góc dốc lò chợ. Dải khẩu về được tiến hành cho từng cụm giàn chống (khoảng 10 giàn/1 lần khẩu về). Các cụm giàn được tiến hành khẩu về cho đến khi đạt được chiều dài, góc dốc mong muốn.



Hình 10. Kích đẩy cạnh để căn chỉnh đế giàn

- Lắp đặt hệ thống kích chống trôi, trượt cho giàn chống. Cụ thể mỗi giàn chống có trang bị 01 kích căn chỉnh đế giàn, khi giàn chống có hiện tượng trôi theo hướng dốc (không đảm bảo khoảng cách giữa hai giàn liên kế 1,25 m), sử dụng kích căn chỉnh để đẩy giàn chống lên (đẩy ngược theo chiều dốc), giữ cho các giàn chống không bị dồn và xô giàn chống kê vào nhau (xếp mái ngói).



Hình 11. Hệ thống chống trôi máng cào

Để khắc phục sự trôi trượt: Lắp kích chống trôi, chống trượt để liên kết các giàn chống với giàn chống, giàn chống với máng cào, tạo thành một khối, giúp cho đồng bộ thiết bị làm việc ổn định. Cùng với đó, đồng bộ thiết bị CGH có trọng

lượng và kích thước nhỏ, nên việc căn chỉnh, cố giữ các thiết bị trên các đường lò dốc tương đối đơn giản và thuận lợi.

Theo đó, dọc theo tuyến lò chợ lắp đặt bổ sung các kích liên kết giàn chống với giàn chống, giàn chống với máng cào. Hệ thống kích này có tác dụng gia tăng liên kết giữa các giàn chống với nhau, giàn chống với máng cào, tạo độ ổn định và chống trôi, trượt theo chiều dốc. Lắp đặt các kích liên kết cho 03 giàn chống đầu tiên tại đầu và chân chợ, ngoài ra dọc theo tuyến lò chợ cứ 5 + 10 giàn lắp một nhóm kích chống trôi, chống trượt liên kết giàn chống với giàn chống, giàn chống với máng cào.

- Khẩu lò chợ một chiều từ trên xuống, giải pháp này đã giúp cho đồng bộ thiết bị CGH trong lò chợ làm việc ổn định, hạn chế tối đa sự trôi, trượt của thiết bị xuống lò dọc vỉa vận tải. Chiều ngược lại từ dưới lên, máy khẩu không cắt than mà di chuyển không tải lên phía trên kết hợp với vét hạ nền. Việc khẩu gương theo hướng từ trên xuống dưới có ưu điểm tạo ra phản lực đẩy máng cào lên trên, giảm bớt tác động trôi trượt của máng cào, qua đó gián tiếp giảm tác động trôi trượt theo hướng dốc của giàn chống, cùng với đó đã hạn chế được sự cố tụt nóc, lở gương trong lò chợ.



Hình 12. Hệ thống chống đỡ giàn chống

4. Kết luận

Qua phân tích đánh giá kết quả đạt được của công nghệ CGH đồng bộ hạng nhẹ có thu hồi than nóc tại Công ty Than Mông Dương, bài báo có một số kết luận sau:

1) Với thiết bị có trọng lượng nhẹ và kích thước nhỏ gọn, công nghệ này không yêu cầu các đường lò có tiết diện lớn để vận chuyển và lắp đặt (có thể sử dụng các đường lò đã có của mỏ), giúp quá trình vận chuyển và lắp đặt trở nên đơn giản, nhanh chóng, từ đó rút ngắn thời gian đưa lò chợ vào hoạt động.

2) Việc áp dụng công nghệ CGH đồng bộ hạng nhẹ tại mỏ than Mông Dương cho các vỉa dày có góc dốc đến 35° đã mang lại hiệu quả rõ rệt, giúp gia tăng sản lượng khai thác.

3) Mặc dù mang lại nhiều lợi ích, quá trình áp dụng vẫn đối mặt với những khó khăn do địa chất vỉa không thuận lợi. Các vấn đề này phát sinh chi phí bổ sung cho vật tư như thuốc nổ, kíp, chèo khoan, mũi khoan, lưới thép và gỗ chống lò. Tuy chi phí tăng làm ảnh hưởng đến giá thành

khai thác, việc bổ sung này góp phần duy trì sự ổn định và giảm thiểu hư hỏng thiết bị, tạo điều kiện vận hành bền vững.

4) Khi vỉa có dốc đến 35° , để tăng hiệu quả và độ ổn định làm việc máy khâu và giảm hiện tượng trôi trượt của giàn chống, giải pháp khâu về đầu lò chợ là giải pháp tối ưu, dễ triển khai với hệ thống khai thác đi kèm.

5) Công tác khâu một chiều theo chiều từ dưới lên, với sơ đồ khâu này đã giảm một phần hiện tượng trôi trượt giàn chống xuống chân lò chợ. Từ đó giảm đáng kể chi phí và thời gian khắc phục hiện tượng này.

6) Ngoài giải pháp khâu một chiều từ trên xuống, còn áp dụng một số giải pháp như lắp đặt hệ thống kích ở mỗi giàn chống, kích chống chống trôi trượt giữa giàn chống với giàn chống/giàn chống với máng cào. Qua đó đã giảm đáng kể hiện tượng trôi trượt của giàn chống, giảm thiểu thời gian và chi phí khắc phục hiện tượng này.

TÀI LIỆU THAM KHẢO

1. Báo cáo kết quả áp dụng công nghệ khai thác lò chợ hạ trần thu hồi than nóc, sử dụng giá khung di động tại các công ty than hầm lò vùng Quảng Ninh. *Viện Khoa học công nghệ Mỏ*, 2008.
2. Báo cáo đánh giá kết quả áp dụng công nghệ cơ giới hoá đồng bộ hạng nhẹ của Tập đoàn Công nghiệp Than - Khoáng sản Việt Nam. 2021.
3. Báo cáo địa chất kết quả thăm dò khu mỏ Mông Dương - Cẩm Phả - Quảng Ninh. *Công ty Cổ phần Tin học, Công nghệ, Môi trường - Vinacomin*, 2017.
4. Báo cáo nghiên cứu khả thi Dự án đầu tư đổi mới công nghệ khai thác áp dụng cơ giới hóa đồng bộ thu hồi than nóc hạng nhẹ tại Công ty Cổ phần Than Mông Dương. *Viện khoa học Công nghệ mỏ*, 2019.
5. **Trần Văn Huỳnh, Đỗ Mạnh Phong, Thái Hồng Phương, Trần Văn Thanh.** Mở vỉa và khai thác hầm lò khoáng sàng dạng vỉa. *NXB Giao thông Vận tải, Hà Nội*, 2002.
6. **Lê Đức Nguyên, Trần Minh Tiến.** Nghiên cứu lựa chọn dây chuyền công nghệ cơ giới hoá đồng bộ phù hợp để khai thác vỉa than dày, thoải đến nghiêng tại Công ty Cổ phần Than Mông Dương. *Thông tin Khoa học Công nghệ Mỏ số 03/2019*.
7. <https://tapchicongthuong.vn/tang-cuong-ap-dung-cong-nghe-khai-thac-cgh-dong-bo-hang-nhe-va-co-gioi-hoa-dao-lo-80178.htm>.

CÔNG NGHỆ ĐỊNH VỊ ĐIỂM CHÍNH XÁC PPP VÀ GIẢI PHÁP PPP-RTK: XU HƯỚNG KHẮC PHỤC HẠN CHẾ CỦA MẠNG LƯỚI RTK TRUYỀN THỐNG

ThS. Hoàng Văn Tuấn - Trường Đại học Tài nguyên và Môi trường Hà Nội

Tóm tắt: Công tác đo đạc trắc địa bằng công nghệ GNSS-RTK truyền thống đang đối mặt với nhiều thách thức khi thi công tại các khu vực không có trạm CORS, trạm Base đặt quá xa hoặc tín hiệu bị gián đoạn. Để giải quyết bài toán này, công nghệ Định vị điểm chính xác PPP đã trở thành một xu hướng định vị GNSS hiện đại. Bài báo này tập trung phân tích nguyên lý kỹ thuật, ưu nhược điểm của PPP so với RTK truyền thống, đồng thời giới thiệu giải pháp lai PPP-RTK (hay SSR) đang được các hãng lớn áp dụng. Phương pháp PPP sử dụng dữ liệu hiệu chỉnh toàn cầu (quỹ đạo, đồng hồ vệ tinh) để xác định vị trí tuyệt đối với độ chính xác đến centimet, cho phép kỹ sư trắc địa chủ động làm việc ở những vùng núi, hải đảo hay khu vực sóng yếu. Bài báo cũng tổng hợp các giải pháp thương mại và lợi ích thực tế của công nghệ này.

Từ khóa: Định vị điểm chính xác; trắc địa; PPP; RTK; PPP-RTK; GNSS; CORS.

1. Tình hình nghiên cứu hiện nay

Đo động thời gian thực (RTK – Real-Time Kinematic) là công nghệ định vị GNSS tiêu chuẩn vàng, cho phép đạt độ chính xác cấp centimet gần như tức thời. Tuy nhiên, RTK là phương pháp định vị tương đối, đòi hỏi sự phụ thuộc vào một trạm gốc (Base) hoặc một mạng lưới trạm tham chiếu (CORS) trong phạm vi giới hạn (thường dưới 30 km). Khi khoảng cách này tăng lên, hoặc khi làm việc ở các khu vực vùng sâu, vùng xa, hải đảo, nơi hạ tầng CORS chưa được phủ sóng hoặc mất kết nối Internet/Radio, công việc đo đạc sẽ bị gián đoạn [1-4].

Để giải quyết hạn chế này, công nghệ Định vị điểm chính xác (PPP – Precise Point Positioning) đã được phát triển và đang trở thành xu hướng tất yếu. PPP là phương pháp định vị tuyệt đối, cho phép một máy thu GNSS (Rover) duy nhất đạt được độ chính xác cao mà không cần trạm Base cục bộ. Các hãng sản xuất thiết bị GNSS hàng đầu thế giới như Trimble, Leica Geosystems, Topcon... đều đã và đang tích hợp mạnh mẽ công nghệ này vào các sản phẩm của mình [5-8].

2. Phương pháp PPP và các công nghệ liên quan

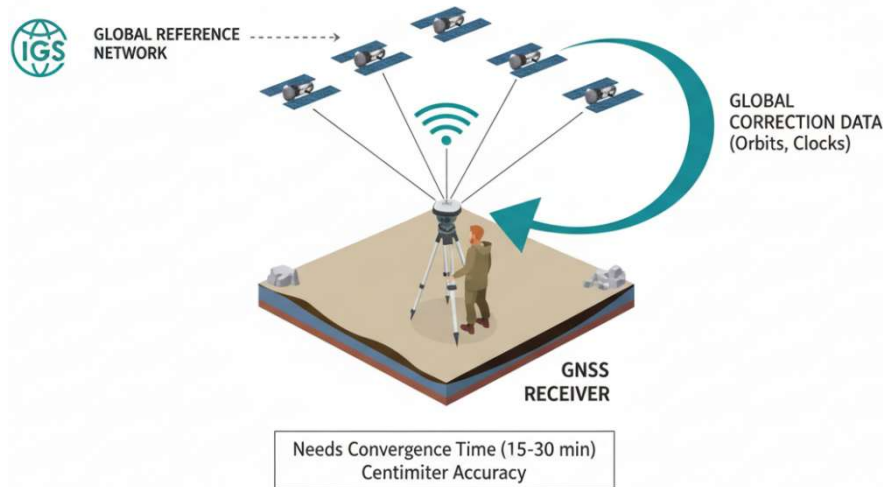
2.1. Phân biệt nguyên lý RTK và PPP truyền thống

Để hiểu rõ bản chất công nghệ, cần phân biệt rõ hai phương pháp RTK và PPP truyền thống:

- **RTK:** Kỹ thuật định vị vi sai (tương đối). Nó sử dụng 2 máy thu: 1 trạm Base đặt tại mốc đã biết tọa độ và 1 máy Rover di động. Trạm Base sẽ tính toán sai số (chủ yếu do khí quyển) tại vị trí của nó và gửi dữ liệu hiệu chỉnh (Corrections) cho máy Rover. Máy Rover dựa vào đó để khử sai số và đạt độ chính xác centimet. Phương pháp này khởi tạo nhanh (vài giây) nhưng bị giới hạn về khoảng cách.

- **PPP:** Kỹ thuật định vị tuyệt đối. Nó chỉ sử dụng 1 máy thu Rover. Máy thu này nhận dữ liệu hiệu chỉnh chính xác cao về quỹ đạo và đồng hồ vệ tinh từ các dịch vụ toàn cầu (như IGS). Dựa trên các mô hình toán học phức tạp, máy thu tự tính toán và loại bỏ các nguồn sai số (kể cả khí quyển) để đạt độ chính xác cao. Tuy nhiên, PPP truyền thống có nhược điểm là cần thời gian hội tụ (convergence time) lâu, thường từ 15-30 phút.

PRECISE POINT POSITIONING (PPP) ABSOLUTE POSITIONING



Hình 1. Mô hình hoạt động của PPP truyền thống

Bảng 1. So sánh RTK truyền thống và PPP truyền thống

Đặc tính	RTK truyền thống	PPP truyền thống
Nguyên tắc	Định vị tương đối (Vi sai)	Định vị tuyệt đối
Số máy thu	Tối thiểu 2 (Base + Rover)	1 (Rover)
Nguồn hiệu chỉnh	Trạm Base/CORS cục bộ	Dịch vụ toàn cầu (Quỹ đạo, đồng hồ)
Phạm vi hoạt động	Giới hạn (< 30 km từ Base)	Toàn cầu
Thời gian khởi tạo	Rất nhanh (vài giây)	Chậm (15-30 phút)
Yêu cầu kết nối	Radio hoặc Internet (NTRIP)	Internet hoặc Vệ tinh (L-Band)

2.2. Công nghệ PPP-RTK (Giải pháp lai)

Các dịch vụ thương mại mà các hãng đang cung cấp (như Trimble RTX, Topnet Live) thực chất là một biến thể cải tiến mạnh mẽ của PPP, thường được gọi là PPP-RTK hoặc công nghệ hiệu chỉnh dựa trên Trạng thái không gian (SSR – State Space Representation). Đây là giải pháp kết hợp những ưu điểm tốt nhất của cả hai phương pháp: hoạt động độc lập như PPP và khởi tạo nhanh như RTK.

Nguyên lý hoạt động của PPP-RTK:

1. Một mạng lưới các trạm tham chiếu dày đặc (CORS) trên toàn cầu hoặc khu vực (châu lục/quốc gia) sẽ liên tục thu thập dữ liệu GNSS.

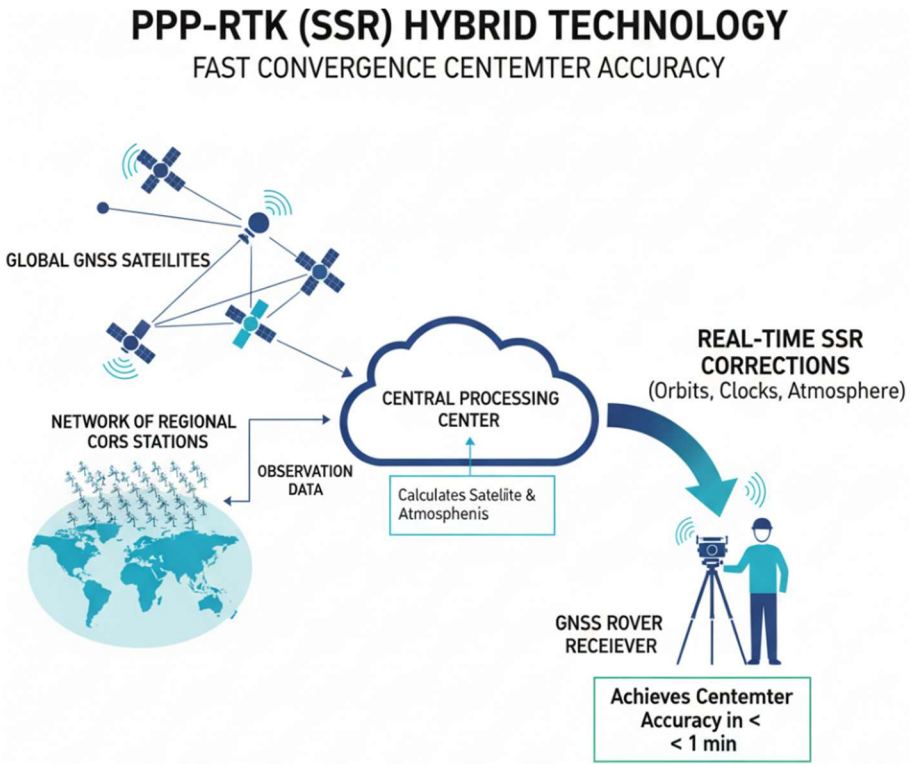
2. Dữ liệu này được gửi về một trung tâm xử lý trung tâm. Trung tâm này không chỉ tính toán hiệu chỉnh quỹ đạo và đồng hồ (như PPP truyền

thống) mà còn mô hình hóa chính xác các sai số khí quyển (tầng điện ly và tầng đối lưu) theo thời gian thực cho từng khu vực.

3. Gói dữ liệu hiệu chỉnh SSR (bao gồm cả hiệu chỉnh khí quyển) này được phát đến máy thu Rover (thường qua vệ tinh băng tần L hoặc Internet).

4. Máy Rover (chỉ 1 máy) nhận gói hiệu chỉnh SSR và áp dụng vào mô hình tính toán của mình, cho phép nó đạt được độ chính xác centimet với thời gian hội tụ cực nhanh (thường dưới 1 phút).

5. Công nghệ này chính là lời giải cho bài toán đo đạc ở những nơi không có sóng điện thoại hay trạm Base, vì người dùng chỉ cần bật máy và nhận hiệu chỉnh trực tiếp từ vệ tinh.



Hình 2. Mô hình hoạt động của PPP-RTK (SSR)

KEY APPLICATIONS OF PPP & PPP-RTK TECHNOLOGY

COMPANY / SERVICE		KEY FEATURES / TECHNOLOGY	
	Remote & Challenging Areas High-accuracysving in mountains, islands, and areas without CORS.		Constuction & Engineering Real-rime, blosbal centimter-level vehicles for dynamic tasks.
	Agriculture & Foriestry Precision vehicles, and mapping		Autonmouss Systems Systering
	Global & Continous Morritoration, dam health, large-sarge infrastucture		Cadastral & Land Survey land management

Source: Industry Reports, Academic Literature (2024)

Hình 3. Các ứng dụng chính của công nghệ PPP/PPP-RTK

3. Kết quả và thảo luận

3.1. Lợi ích thực tế của công nghệ PPP/PPP-RTK

Việc áp dụng công nghệ PPP (và các biến thể PPP-RTK) mang lại những lợi ích chiến lược cho các kỹ sư và đơn vị khảo sát:

- **Loại bỏ sự phụ thuộc:** Không cần trạm CORS hoặc tự thiết lập trạm Base, giúp giảm đáng kể chi phí đầu tư, vận hành và không phụ thuộc vào hạ tầng cục bộ.

- **Mở rộng phạm vi công việc:** Cho phép đo đạc với độ chính xác cao ở bất kỳ đâu, đặc biệt là các vùng sâu, vùng xa, vùng núi, hải đảo.

- **Độ ổn định và dự phòng:** Cung cấp độ chính xác ổn định. Nhiều máy thu hiện đại có khả năng tự động chuyển sang chế độ PPP khi mất tín hiệu RTK (CORS/Base), đảm bảo công việc không bị gián đoạn.

- **Tăng tính chủ động:** Kỹ sư trắc địa có thể sẵn sàng đo đạc mọi lúc, mọi nơi mà không cần lo lắng về kết nối hay khoảng cách tới trạm gốc.

3.2. Tình hình áp dụng tại các hãng GNSS hàng đầu

Công nghệ PPP/PPP-RTK được thương mại hóa và tích hợp sâu rộng vào các dòng sản phẩm của hầu hết các nhà sản xuất thiết bị RTK lớn.

Bảng 2. Thống kê các dịch vụ PPP/PPP-RTK thương mại [6-8]

Hãng sản xuất	Tên dịch vụ/Công nghệ	Đặc điểm nổi bật
Trimble	Trimble RTX	Tiên phong, cho phép đo chính xác cấp cm, hoạt động độc lập hoàn toàn
Leica Geosystems	Tích hợp PPP (ví dụ: HxGN SmartNet)	Tích hợp trong nhiều dòng máy GNSS, cho phép làm việc toàn cầu
Topcon	Topnet Live (Starpoint PPP)	Dịch vụ phủ sóng toàn cầu, hỗ trợ kỹ sư không cần mạng nội địa
ComNav	PPP/PPP Fusion	Tự động chuyển đổi giữa RTK và PPP khi mất tín hiệu, rất hữu ích
eSurvey & Efix	Đang triển khai PPP	Đã thử nghiệm và triển khai ở khu vực châu Á – Thái Bình Dương
Meridian	Hỗ trợ trong tương lai	Nhiều mô hình mới đã sẵn sàng cập nhật firmware để hỗ trợ PPP

4. Kết luận và kiến nghị

Kết luận: Công nghệ Định vị điểm chính xác (PPP) và đặc biệt là giải pháp lai PPP-RTK (sử dụng hiệu chỉnh SSR) là một bước tiến vượt bậc trong ngành trắc địa GNSS. Nó giải quyết triệt để các điểm yếu cố hữu của phương pháp RTK truyền thống liên quan đến sự phụ thuộc vào trạm gốc và giới hạn khoảng cách.

Trong bối cảnh hạ tầng CORS tại nhiều khu vực (bao gồm cả Việt Nam) chưa thể phủ sóng toàn bộ lãnh thổ, đặc biệt là các khu vực miền núi

và hải đảo, PPP nổi lên như một công nghệ mang tính chiến lược. Nó không chỉ giúp tiết kiệm chi phí đầu tư hạ tầng mà còn đảm bảo độ chính xác cao và tăng tính chủ động tuyệt đối cho người dùng cuối.

Kiến nghị: Các đơn vị khảo sát và đo đạc trong nước cần chủ động cập nhật, nghiên cứu và thử nghiệm các thiết bị GNSS có tích hợp công nghệ PPP/PPP-RTK để tối ưu hóa quy trình làm việc, nâng cao hiệu suất và khả năng đáp ứng công việc tại các địa hình phức tạp.

TÀI LIỆU THAM KHẢO

1. **Zumberge J.F., Heflin M.B., Jefferson D.C., Watkins M.M., Webb F.H.** Precise Point Positioning for The Efficient and Robust Analysis of GPS Data from Large Networks. *Journal of Geophysical Research: Solid Earth*, 102(B3), 1997, PP. 5005-5017.
2. **Kouba J., Héroux P.** Precise Point Positioning Using IGS Orbit and Clock Products. *GPS Solutions*, 5(2), 2001, PP. 12-28.
3. **Teunissen P.J.G., Montenbruck O. (Eds.).** Springer Handbook of Global Navigation Satellite Systems. *Springer International Publishing*, 2017
4. **Wübbena G., Schmitz M., Bagge A.** PPP-RTK: Precise Point Positioning Using Real-Time RTK Networks. *Proceedings of ION GNSS 2005, September 2005*, PP. 2584-2594.
5. **Li X., Zhang X., Ge M.** Regional Network Augmentation for Precise Point Positioning. *Journal of Geodesy*, 85(3), 2011, PP. 181-189.
6. Công ty Cổ phần Tập đoàn Việt Thanh. <https://Viet-thanh.vn>.
7. Trắc địa Thành Đạt. <https://www.tracdiathanhdat.vn>.
8. **Trần Thanh Sơn, Phạm Minh Ngọc.** Hiệu quả phối hợp giữa nhà trường và doanh nghiệp trong đào tạo kỹ sư trắc địa – bản đồ với thiết bị hiện đại. Tạp chí Trắc địa - Bản đồ Tập 11, Số 04 (08/2025), 2025, Tr. 8-10.

XÂY DỰNG MÔ HÌNH TRÍ TUỆ NHÂN TẠO DỰ BÁO PHÁT TÁN PHÓNG XẠ TẠI MỎ ĐỒNG SIN QUYỀN

TS. Vũ Đình Trọng, TS. Nguyễn Tô Hoài, ThS. Phạm Thu Hiền

Trường Đại học Công nghiệp Quảng Ninh

Tóm tắt: Khí phóng xạ radon là một loại khí phổ biến, là nguyên nhân chủ yếu của hơn 50% các ca nhiễm độc phóng xạ. Mỏ đồng Sin Quyền là một mỏ phát tán phóng xạ trong quá trình khai thác ở Việt Nam. Uranium là một phóng xạ phổ biến trong mỏ, là nguồn chính phát tán khí radon ra ngoài môi trường trong quá trình khai thác. Đánh giá và dự báo lượng radon phát tán là một yêu cầu quan trọng trong quá trình khai thác. Nghiên cứu này phát triển một mạng thần kinh nhân tạo (ANN) dự báo phát tán phóng xạ radon cho mỏ Sin Quyền. Sử dụng hàng triệu điểm dữ liệu để đào tạo, mô hình cho thấy độ chính xác cao cùng với giá trị sai lệch thấp. Các kết quả so sánh với các mô hình học máy phổ biến khác như Random Forest (RF) và Support Vector Machine (SVM) đều cho thấy sự vượt trội của mô hình này. Đồng thời, các phân tích độ nhạy chỉ ra rằng các thông số về khoảng cách và vị trí điểm đánh giá có ảnh hưởng lớn đến kết quả dự báo của mô hình.

Từ khóa: khai thác mỏ, phát tán phóng xạ, radon, uranium, mạng ANN.

1. Đặt vấn đề

Hiện nay, Việt Nam có rất nhiều mỏ khoáng sản chứa các chất phóng xạ đang trong quá trình khai thác, tiềm ẩn nguy cơ cao phát tán các chất phóng xạ ra môi trường xung quanh. Một trong những khí phóng xạ nguy hiểm khi phát tán là radon – sản phẩm của chuỗi phân rã phóng xạ urani-238, phát ra tia alpha có khả năng gây hại nghiêm trọng cho cơ thể con người qua đường hô hấp. Do vậy, việc quan trắc và dự báo phát tán loại khí này ra môi trường xung quanh là một yêu cầu cấp thiết.

Trong những năm gần đây, đã có một số nghiên cứu được tiến hành để quan trắc và dự báo phát tán radon [3-5, 7] bằng các mô hình toán học hoặc thiết lập các bản đồ phát tán [1, 11-12]. Tuy nhiên, không có nhiều nghiên cứu sử dụng các thuật toán học máy vốn đã đạt được những tiến bộ quan trọng trong thời gian qua cho công việc này.

Nghiên cứu này được thực hiện nhằm phát triển một mô hình dự báo phát tán radon dựa trên mạng thần kinh nhân tạo với cấu trúc đơn giản, tiết kiệm chi phí đào tạo và độ sai lệch nhỏ. Mô hình được đào tạo sử dụng dữ liệu lớn thu thập từ mỏ đồng Sin Quyền, bao gồm dữ liệu phổ gamma

từ đồng vị uranium đo được từ mạng lưới quan trắc bên trong mỏ, kết quả đo từ các giếng thăm dò và dữ liệu phát tán radon đo lường thực tế ở các khu vực quanh mỏ. Thêm vào đó, độ nhạy của mô hình cũng được phân tích để đánh giá các yếu tố tác động lên độ chính xác của mô hình.

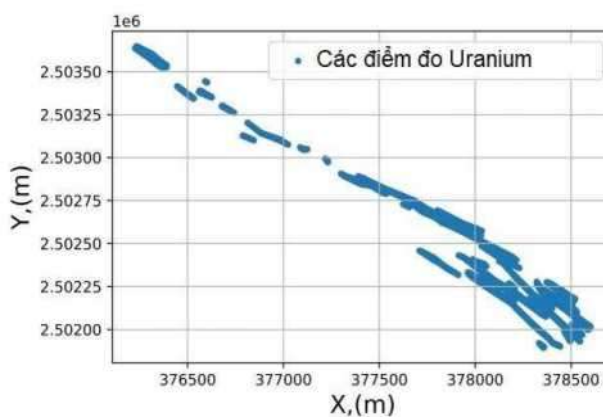
2. Dữ liệu và phương pháp nghiên cứu

2.1. Tập dữ liệu

Hơn một triệu dữ liệu sử dụng trong nghiên cứu này bao gồm các giá trị Radon (Bq/m^3) và 6 biến đầu vào của mô hình gồm có tọa độ X, Y (m), liều gamma ($\mu\text{Sv/h}$), khoảng cách (m), hướng (độ) và hàm lượng uranium (ppm). Dữ liệu được thu thập chủ yếu vào 3 năm 2013, 2014 và 2021. Mức độ tập trung uranium ở các khu vực quanh khoáng sàng, phản ánh tiềm năng phát sinh và phát tán radon từ đất đá, quặng được đo tại các điểm đo. Dữ liệu uranium được quan trắc bằng máy quang phổ (GammaSurveyor of GF Instruments) trên mặt lưới 3 x 3 m. Khu vực đo giá trị uranium có kích thước 350 x 1.250 m trên khu vực khai trường được thể hiện bằng hình chữ nhật màu đỏ như Hình 1. Trong khi đó, lượng radon tích tụ được ghi nhận liên tục trong 3 tháng tại 21 giếng đo quanh khu vực khai thác, sử dụng thiết bị đo CR-39.

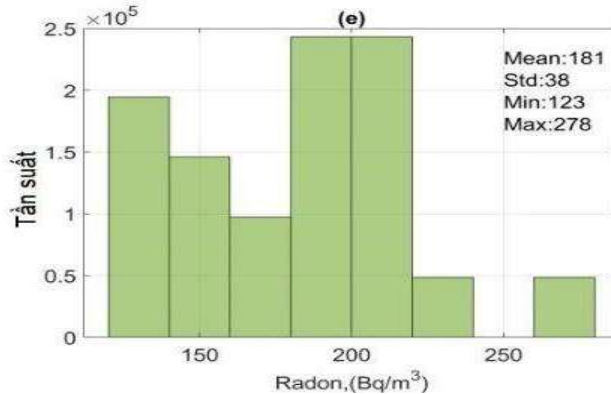
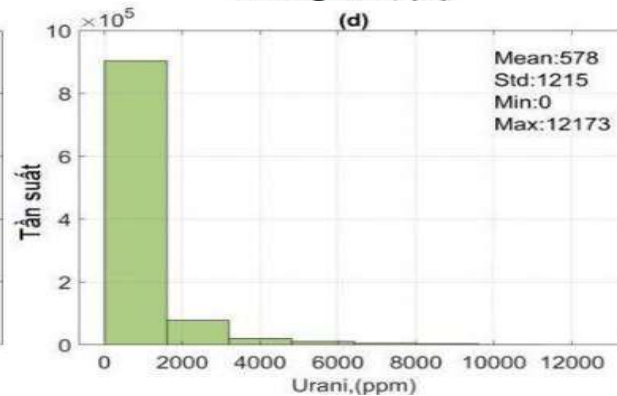
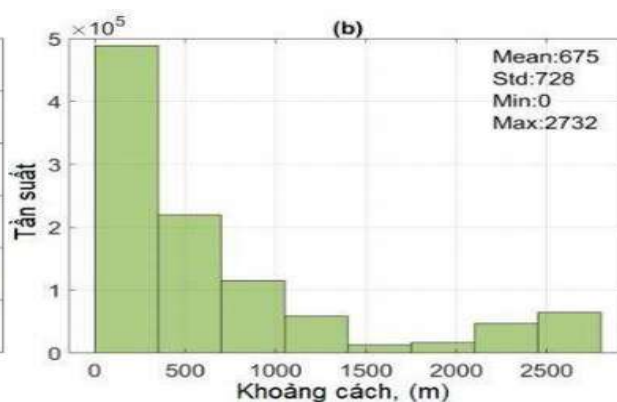
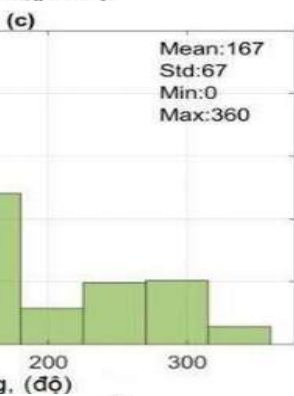
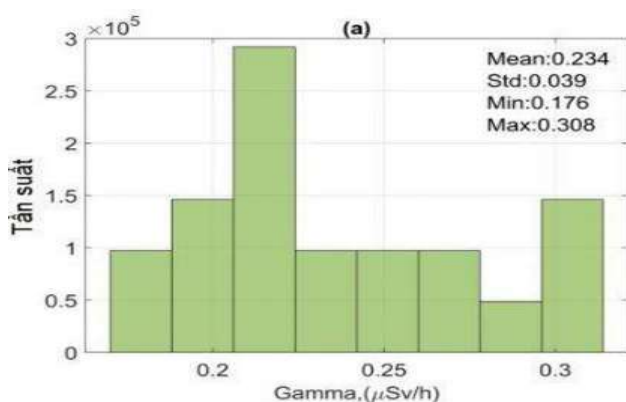


(a)



(b)

Hình 1. Khu vực nghiên cứu (a) và vị trí các điểm đo uranium (b)



Hình 2. Biểu đồ tần suất (histogram) với các giá trị thống kê cơ bản (mean: giá trị trung bình, std: độ lệch chuẩn, min: giá trị nhỏ nhất, max: giá trị lớn nhất) bao gồm các biến gamma (a), khoảng cách (b), hướng (c), giá trị uranium (d) và radon (e)

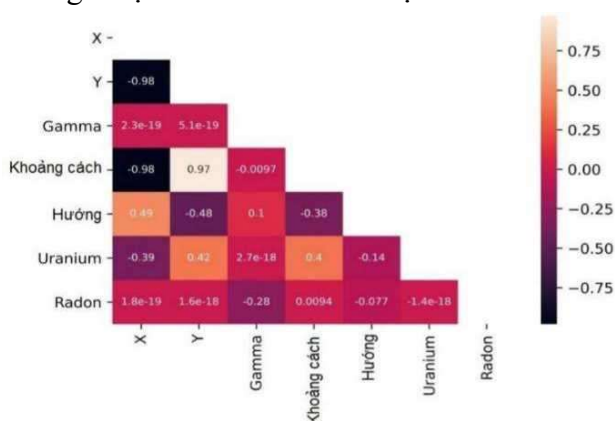
Hình 2 biểu diễn biểu đồ tần suất với các giá trị thống kê của các biến dữ liệu này.

Biểu đồ nhiệt ở Hình 3 được sử dụng để phân tích mối tương quan giữa các biến này. Phân màu đậm cho thấy mức độ tương quan thấp giữa giá trị radon và các biến còn lại.

Do các giá trị này khác nhau về đơn vị cũng như phân bố nên chúng sẽ được chuẩn hóa về khoảng $[0, 1]$ theo công thức (1).

$$z_i = \frac{x_i - \min(x)}{\max(x) - \min(x)} \quad (1)$$

Trong đó: $x = (x_1, \dots, x_n)$ là giá trị dữ liệu thu được, Z_i là giá trị chuẩn hóa của dữ liệu i .



Hình 3. Ma trận tương quan giữa các biến dữ liệu

2.2. Mạng thần kinh nhân tạo (ANN)

ANN hoạt động tương tự như não bộ con người, bao gồm hàng tỷ nơ ron sinh học kết nối với nhau theo một cấu trúc phân lớp. Mỗi nơ ron nhận tín hiệu và đồng thời gửi tín hiệu đầu ra cho các nơ ron khác trong mạng. Thông thường, ANN có cấu trúc phức tạp và phân lớp bao gồm một lớp đầu vào và một lớp đầu ra kết hợp với các lớp ẩn nằm ở giữa. Tuy nhiên, ANN với một lớp ẩn duy nhất đã được chứng minh là đủ hiệu quả ở trong rất nhiều các nghiên cứu khác nhau [1]. Trong nghiên cứu này, giá trị radon được coi là một hàm toán học của 6 yếu tố đầu vào khác nhau trong mạng ANN.

Hình 4 minh họa cấu trúc mạng ANN sử dụng trong nghiên cứu này với S là số lượng nơ ron tối ưu trong lớp ẩn. Giá trị S sẽ được xác định

trong phần 3.1.

Giả sử rằng véc tơ đầu vào trong mạng ANN ở Hình 4 là P :

$$P = (p_1, p_2, p_3, p_4, p_5, p_6) \quad (2)$$

Mỗi thành phần P_i trong véc tơ P được kết nối với mỗi nơ ron n_j trong lớp ẩn thể hiện qua trọng số W_{ij} . Nơ ron này có giá trị tổng đầu vào là các trọng số từ lớp đầu vào cùng với một giá trị thiên vị b_j như trong công thức (3). Tổng giá trị này sẽ được chuyển qua lớp đầu ra với giá trị a_j qua một hàm chuyển đổi f_h như trong công thức (4) và (5).

$$s_j = \sum_{i=1}^6 w_{ij} p_i + b_j \quad j=1,2,\dots,S, \quad (3)$$

$$f_h(x) = \frac{1 - e^{-2x}}{1 + e^{-2x}} \quad (4)$$

$$a_j = f_h(s_j) \quad j=1,2,\dots,S, \quad (5)$$

Ở lớp đầu ra, các nơ ron này lại tạo ra giá trị Y_t là kết quả của trọng số W_{jt} và giá trị thiên vị b_t qua hàm chuyển đổi f_o . Bước tính toán này được thực hiện như trong công thức (6)-(8).

$$s_t = \sum_{j=1}^S w_{jt} a_j + b_t \quad t=1, \quad (6)$$

$$f_o(x) = \frac{1}{1 + e^{-x}} \quad (7)$$

$$Y_t = f_o(s_t) \quad t=1, \quad (8)$$

Độ sai lệch giữa giá trị dự đoán (Y_t) và giá trị thật (y_t) trong quá trình đào tạo mô hình được tính toán như trong công thức (9), trong đó T là số lượng dữ liệu đào tạo.

$$MSE = \frac{1}{T} \sum_{t=1}^T (y_t - Y_t)^2 \quad (9)$$

Công thức (10) tính toán độ lệch gradient cho lớp đầu ra.

$$\delta_t = (Y_t - y_t) f_o'(s_t) \quad (10)$$

Thuật toán lan truyền ngược (Back-Propagation algorithm) được sử dụng để điều chỉnh giá trị trọng số và độ thiên vị trong mạng ANN nhằm tối thiểu hóa giá trị hàm mục tiêu như trong công thức (9). Tương tự, hàm này cũng

được sử dụng trong các lớp ẩn và lớp đầu ra như trong công thức (11) và (12).

$$w_{jt}(k+1) = w_{jt}(k) + \alpha(y_t - Y_t)Y_t(1 - Y_t)a_j \quad (11)$$

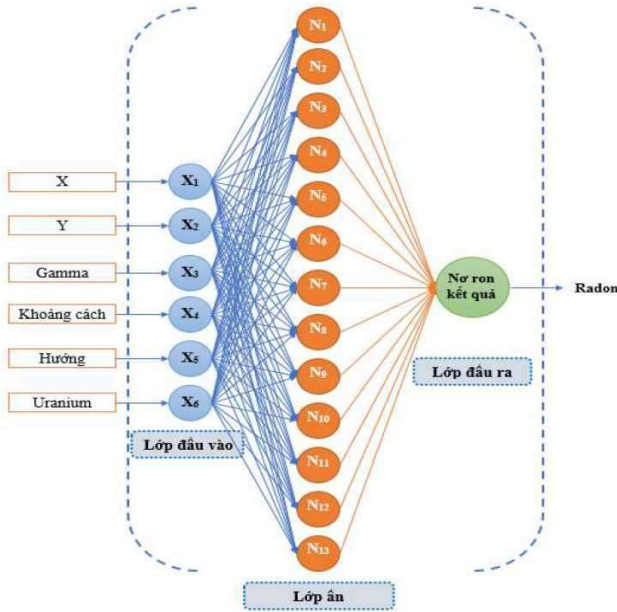
$$b_t(k+1) = b_t(k) + \alpha(y_t - Y_t)Y_t(1 - Y_t) \quad (12)$$

Trong khi đó, công thức (13) và (14) được sử dụng để cập nhật các giá trị trọng số và thiên vị giữa lớp đầu ra và lớp ẩn.

$$w_{ij}(k+1) = w_{ij}(k) + \beta \left[\sum_{t=1}^T (y_t - Y_t)Y_t(1 - Y_t)w_{ji} \right] a_j(1 - a_j)p_i \quad (13)$$

$$b_j(k+1) = b_j(k) + \beta \left[\sum_{t=1}^T (y_t - Y_t)Y_t(1 - Y_t)w_{ji} \right] a_j(1 - a_j) \quad (14)$$

Trong đó: α và β ($0 < \alpha, \beta < 1$) là tốc độ học (Learning Rate) giữa các lớp và k tương ứng với lần điều chỉnh thứ k . Tốc độ học thể hiện mức độ hội tụ đến kết quả của mạng nơ ron.



Hình 4. Cấu trúc ANN sử dụng trong nghiên cứu

Trong nghiên cứu này, phần mềm Matlab sẽ được sử dụng để đào tạo mạng ANN. Trong vòng lặp đầu tiên (Epoch), trọng số (W_{ij} , W_{jt}) và giá trị thiên vị (b_j , b_t) sẽ được cho một giá trị ban đầu ngẫu nhiên. Mạng sẽ được đào tạo sử dụng phương pháp Levenberg-Marquardt [2] qua nhiều vòng lặp cho đến khi mạng tạo ra được giá trị sai số toàn phương trung bình (MSE) trong công thức (9) đạt được giá trị ổn định.

Bộ chỉ số bao gồm trung bình bình phương sai số RMSE (công thức (15)) sai số phần trăm tuyệt đối trung bình MAPE (công thức (16)), sai số tuyệt đối trung bình MABE (công thức (17)), hệ số tương quan r (công thức (18)), hệ số xác định R^2 (công thức (19)) được sử dụng để đánh giá và so sánh độ chính xác của mô hình.

$$RMSE = \sqrt{\frac{1}{T} \sum_{t=1}^T (y_t - Y_t)^2} \quad (15)$$

$$MAPE = \frac{1}{T} \sum_{t=1}^T \frac{|y_t - Y_t|}{y_t} \times 100 \quad (16)$$

$$MABE = \sum_{t=1}^T \frac{|y_t - Y_t|}{T} \quad (17)$$

$$r = \frac{\sum_{t=1}^T (y_t - \bar{y}_t)(Y_t - \bar{Y}_t)}{\sqrt{\sum_{t=1}^T (y_t - \bar{y}_t)^2 \sum_{t=1}^T (Y_t - \bar{Y}_t)^2}} \quad (18)$$

$$R^2 = 1 - \frac{\sum_{t=1}^T (y_t - Y_t)^2}{\sum_{t=1}^T (y_t - \bar{y}_t)^2} \quad (19)$$

Trong đó: y_t và Y_t lần lượt là giá trị radon thật và dự đoán; $\bar{y}_t$ và $\bar{Y}_t$ giá trị radon thật và dự đoán trung bình; và T là số lượng dữ liệu đào tạo.

RMSE cho thấy sự sai khác giữa giá trị radon dự đoán bởi mô hình và giá trị radon thật đo lường được trong thực tế. Một cách tổng quát, giá trị RMSE càng thấp độ chính xác mô hình càng cao. Trong khi đó MAPE là giá trị đo lường thống kê cho thấy mức độ hiệu quả của mô hình. MAPE càng nhỏ cho thấy độ chính xác mô hình càng cao. MABE cho thấy độ sai lệch giữa giá trị radon dự đoán và giá trị thực tế. Hệ số r ($0 < r < 1$) được sử dụng để đo lường mức độ tương quan giữa giá trị dự báo và thực tế. $r = 1$ cho thấy mối quan hệ tuyến tính giữa giá trị dự báo và giá trị thực tế. Giá trị R^2 cho thấy độ quan trọng của giá trị dự báo sinh ra từ mô hình dự báo.

3. Kết quả nghiên cứu và thảo luận

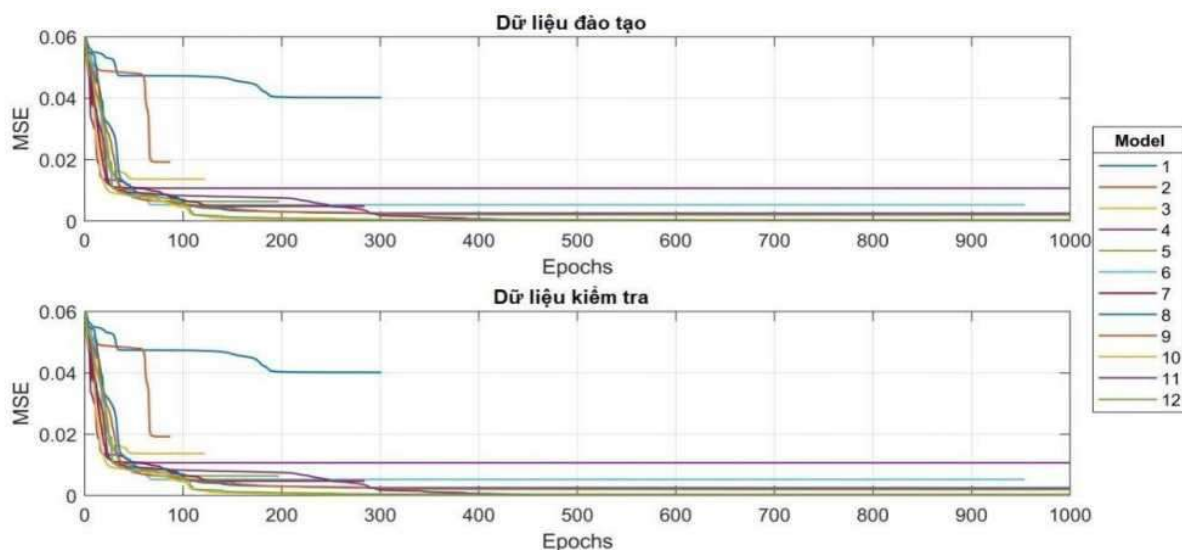
3.1. Cấu hình mạng ANN

Trong nghiên cứu này, mạng ANN chỉ sử dụng một lớp ẩn, như đã thảo luận trong phần 2.2. Số lượng nơ ron S trong lớp ẩn là thông số quan trọng và sẽ được xác định trong phần này. Thực tế, vẫn chưa có công thức hay quy trình nào chính

thức xác định giá trị này. Sử dụng định lý Kolmogorov, Hecht-Nielsen [3] cho rằng $2n + 1$ (n là số lượng biến đầu vào dự báo) là số lượng nơ ron lớn nhất mà một lớp ẩn có thể có. Với 6 biến dự báo ($n=6$) sử dụng trong nghiên cứu này thì số lượng nơ ron lớn nhất sẽ là 13 và số lượng nơ ron tối thiểu sẽ được chọn là 2.

Bảng 1. Hiệu quả của các mô hình ANN với số lượng nơ ron khác nhau trong lớp ẩn

Mô hình	Số lượng nơ ron lớp ẩn	RMSE (Bq/m ³)	MAPE (%)	MABE (%)	r	R ²
Đào tạo						
1	2	31,073	12,576	23,553	0,579	0,336
2	3	21,471	9,012	17,023	0,826	0,683
3	4	18,097	7,469	14,084	0,880	0,775
4	5	16,025	6,778	12,792	0,907	0,823
5	6	12,381	4,064	7,435	0,946	0,895
6	7	11,281	3,721	6,921	0,955	0,912
7	8	10,735	3,863	7,200	0,960	0,921
8	9	7,763	3,262	6,137	0,979	0,959
9	10	6,972	2,542	4,971	0,983	0,967
10	11	2,959	1,116	2,029	0,997	0,994
11	12	3,027	1,146	2,174	0,997	0,994
12	13	2,793	1,121	2,102	0,997	0,995
Kiểm tra						
1	2	31,048	12,564	23,545	0,580	0,336
2	3	21,487	9,010	17,033	0,826	0,682
3	4	18,139	7,483	14,122	0,880	0,774
4	5	16,006	6,760	12,768	0,908	0,824
5	6	12,395	4,064	7,431	0,946	0,894
6	7	11,254	3,708	6,895	0,955	0,913
7	8	10,689	3,850	7,176	0,960	0,921
8	9	7,742	3,252	6,122	0,979	0,959
9	10	6,938	2,525	4,943	0,983	0,967
10	11	2,971	1,117	2,033	0,997	0,994
11	12	3,020	1,141	2,166	0,997	0,994
12	13	2,791	1,117	2,094	0,997	0,995

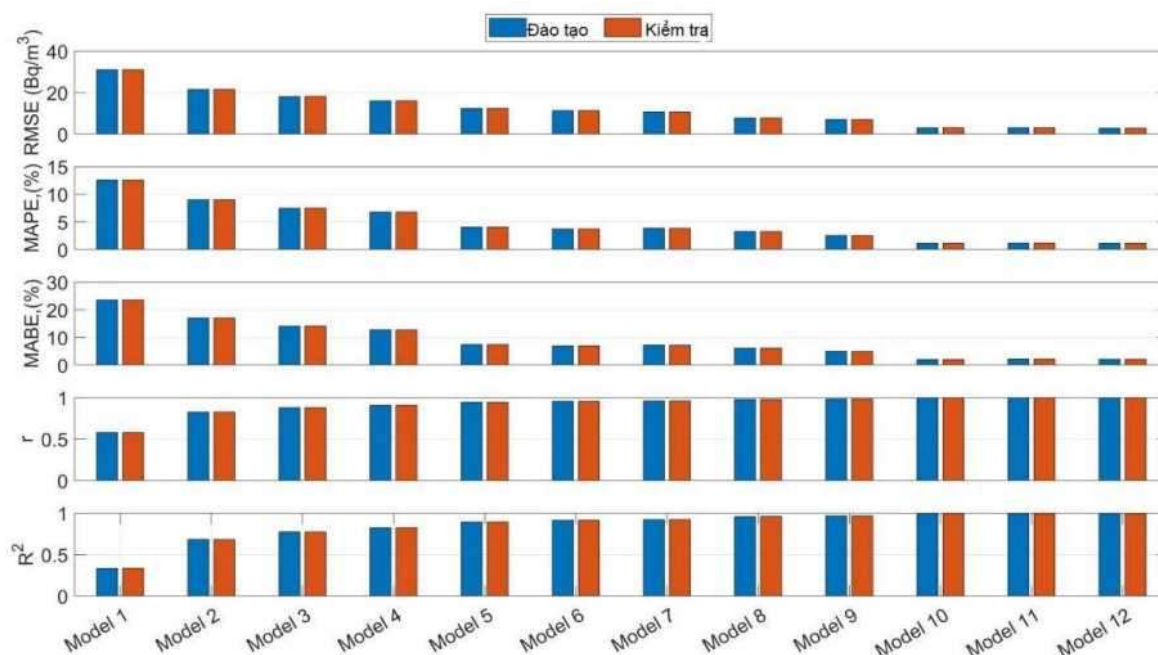


Hình 5. Giá trị MSE của các mô hình ANN khác nhau trên tập dữ liệu đào tạo (training) và kiểm tra (testing) với số epoch

Phần mềm Matlab được sử dụng để khởi tạo các giá trị trọng số và thiên vị ngẫu nhiên cho các cấu hình mạng ANN. Mỗi mô hình ANN sẽ được đào tạo 10 lần để tìm ra số lượng nơ ron tối ưu cho lớp ẩn. Hình 5 biểu diễn giá trị MSE khi đào tạo và đánh giá với số lượng nơ ron lớp ẩn khác nhau. Kết quả cho thấy mô hình 12 và 13 cho giá trị MSE nhỏ nhất ở epoch 300. Nhìn chung, hiệu quả của mạng ANN ở trên tập training và testing là tương đối giống nhau cho thấy mô hình không học thuộc dữ liệu đào tạo và thực sự biểu diễn

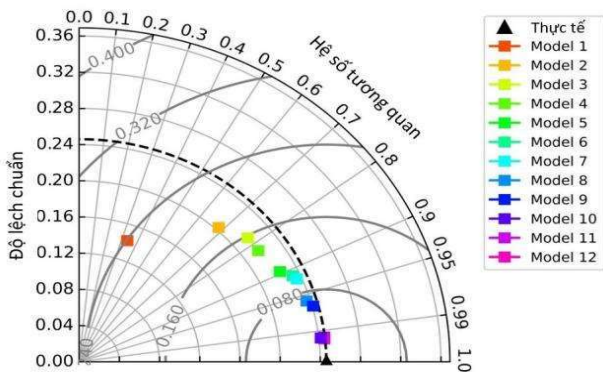
mối quan hệ thực tế.

Bảng 1 và Hình 6 cho thấy hiệu quả của mô hình qua các thông số RMSE, MAPE, MABE, r và R^2 . Mô hình 10, 11 và 12 cho thấy hiệu quả cao nhất với giá trị RMSE < 5 (Bq/m^3), MAPE và MABE < 3%, và r , R^2 > 99%. Sự khác biệt là không đáng kể khi so sánh các mô hình này. Tuy nhiên, mô hình 12 cho thấy giá trị R^2 . Các giá trị thống kê RMSE, MAPE, MABE, và r trên dữ liệu kiểm tra lần lượt là 2,791; 1,117; 2,094 và 0,997.



Hình 6. Biểu đồ thể hiện hiệu quả của 12 mô hình được đề xuất

Hình 7 so sánh hiệu quả của 12 mô hình sử dụng biểu đồ Taylor [4].



Hình 7. Biểu đồ so sánh hiệu quả 12 mô hình

Ưu điểm của loại biểu đồ này là cho thấy hiệu quả của các mô hình dựa trên giá trị RMSE, độ lệch chuẩn và hệ số tương quan. Khoảng cách giữa mô hình tính từ điểm quan sát (hình tam giác màu đen) được vẽ trên trục hoành cho thấy các mô hình nội suy các giá trị radon gần với thực tế như thế nào. Có thể thấy các mô hình 1-9 có hiệu quả tương đối thấp do nằm xa điểm quan sát. Trong khi đó, các mô hình 10-12 cho thấy hiệu quả tốt hơn với cùng giá trị RMSE, độ lệch chuẩn và giá trị tương quan (được minh họa bằng đường nét đứt ở bán kính 0,246). Tuy vậy, mô hình 12 vẫn có giá trị RMSE và độ tương quan cao hơn đôi chút. Chính vì vậy, các kết quả về sau sẽ lựa chọn mô hình 12 để tiếp tục nghiên cứu.

3.2. Hiệu quả của mô hình ANN đề xuất

Hình 8 so sánh biểu đồ mật độ xác suất (hình bên trái) các giá trị radon đo lường được trong thực tế và được ANN dự đoán từ mô hình được lựa chọn trong phần 3.1 và biểu đồ phân bố tích lũy (hình bên phải) cho 3 tập dữ liệu kiểm tra (testing), đào tạo (training) và toàn bộ tập dữ liệu. Kết quả cho thấy mức độ tương quan rất cao giữa giá trị thực tế và giá trị dự báo. Độ lệch chỉ xuất hiện chủ yếu khi mô hình dự báo các giá trị radon dao động ở mức 200 (Bq/m^3). Bên cạnh đó, hình dạng phân bố của kết quả dự báo trên 3 tập dữ liệu là tương đồng nhau cho thấy khả năng dự báo của mô hình với tập dữ liệu mới.

Độ lệch mô hình trên phân vị (quantile) là một công cụ khác được sử dụng để đánh giá hiệu quả của mô hình trong nghiên cứu này.

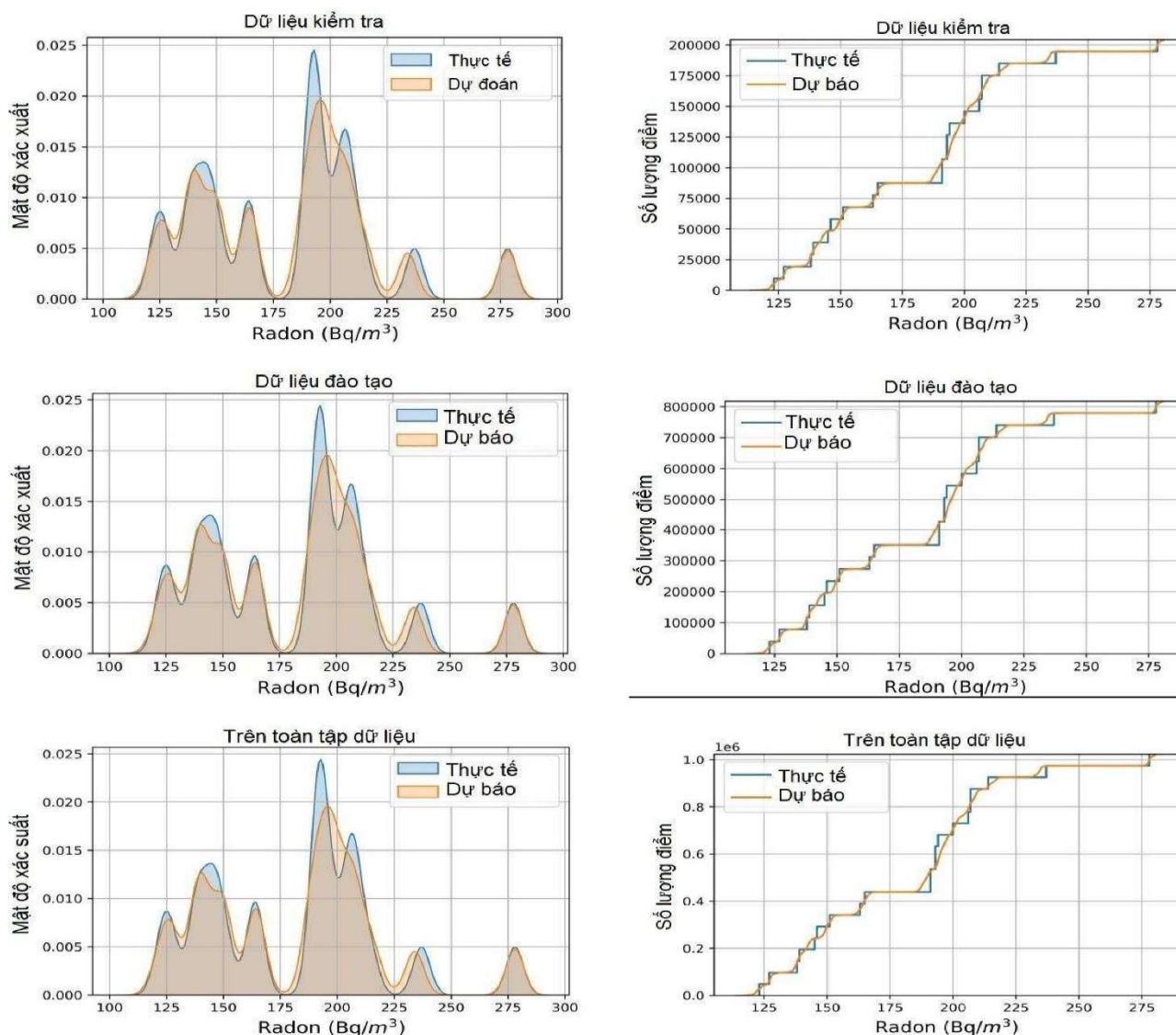
Hình 9, các phân vị được chia thành các khoảng bằng nhau từ 10 đến 90%. Nhìn chung, độ lệch trong các khoảng phân vị khi mô hình dự báo là tương tự nhau cho thấy khả năng dự đoán một cách cục bộ của mô hình.

Bảng 2 đánh giá độ lệch chi tiết trên mỗi phân vị. Độ lệch có giá trị cao nhất nằm ở các phân vị 10, 20, 60 và 90. Bên cạnh đó, độ lệch trung bình trên tập testing có khác biệt rất nhỏ so với trên tập training và toàn bộ tập dữ liệu.

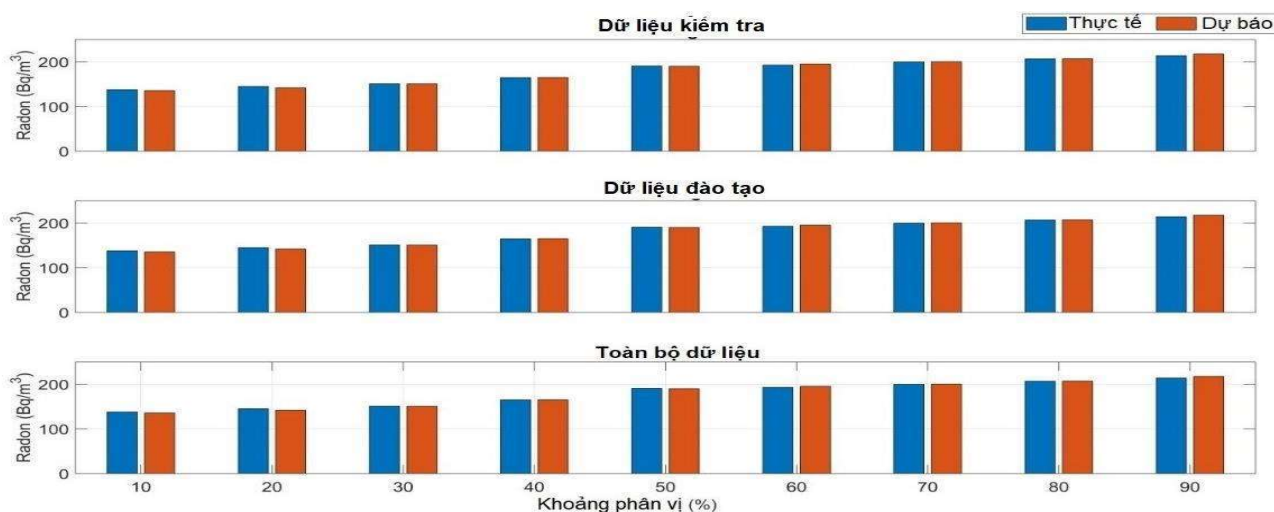
Bảng 2. So sánh độ lệch giữa giá trị radon dự báo và thực tế trên 3 tập kiểm tra, đào tạo và n

Khoảng phân vị (%)	Tập kiểm tra			Tập đào tạo			Toàn bộ dữ liệu		
	M	P	E	M	P	E	M	P	E
10	138	135,930	-2,070	138	135,590	-2,410	138	135,657	-2,343
20	145	142,071	-2,929	145	142,075	-2,925	145	142,074	-2,926
30	151	150,804	-0,196	151	150,675	-0,325	151	150,701	-0,299
40	165	165,290	0,290	165	165,262	0,262	165	165,268	0,268
50	191	190,188	-0,812	191	190,131	-0,869	191	190,143	-0,857
60	193	195,305	2,305	193	195,284	2,284	193	195,288	2,288
70	200	200,513	0,513	200	200,500	0,500	200	200,503	0,503
80	207	207,253	0,253	207	207,221	0,221	207	207,227	0,227
90	214	217,664	3,664	214	217,649	3,649	214	217,652	3,652
	Trung bình		0,113	Trung bình		0,043	Trung bình		0,057

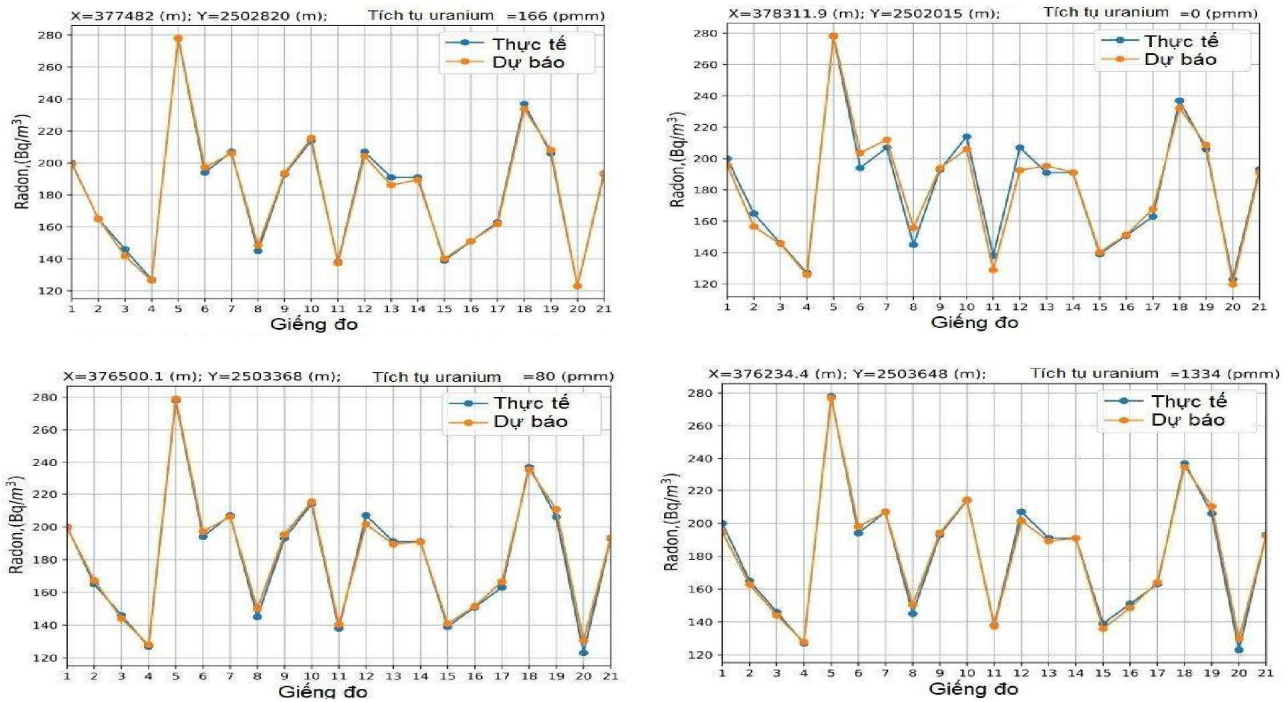
*Ghi chú: M = Thực tế (Bq/m^3); P = Dự báo (Bq/m^3); E = Độ lệch (Bq/m^3).



Hình 8. Biểu đồ so sánh phân bố xác suất và tích lũy của dữ liệu thực tế và dự báo trên 3 tập dữ liệu kiểm tra (testing), đào tạo (training) và toàn bộ tập dữ liệu



Hình 9. Biểu đồ phân vị so sánh độ lệch giữa giá trị radon dự báo và thực tế trên 3 tập kiểm tra, đào tạo và toàn bộ dữ liệu



Hình 10. Dự báo phát tán radon tại 21 giếng

3.3. So sánh với các mô hình dự báo khác

Để chứng minh cho hiệu quả của mô hình ANN trong nghiên cứu này, nhóm nghiên cứu tiến hành so sánh mô hình đề xuất với 2 mô hình phổ biến Support Vector Machine (SVM) và Random Forest (RF) trên cùng tập dữ liệu. Thêm vào đó, mô hình cũng được so sánh với mô hình ANN tương tự nhưng với số lớp ẩn tăng lên là 2. Với mô hình SVM, hàm độ đo Gaussian (radial basis kernel function) được sử dụng để đào tạo mô hình cùng với 2 thông số hàm tổn thất (C) và hằng số sigma (δ) cũng được tinh chỉnh để đảm bảo cho độ chính xác của mô hình. Với mô hình RF, kích thước nhỏ nhất của lá (minimum leaf size) (m) và số lượng cây quyết định (n_t) được sử

dụng để đánh giá độ chính xác của mô hình. Giá trị tối ưu của các thông số C , δ , m , n_t được xác định bằng phương pháp thử và sai (trial and error). Kết quả cho thấy, $C = 51,623$, $\delta = 0,024$ với mô hình SVM và $m = 4$, $n_t = 800$ với mô hình RF.

Bảng 3 cho thấy mô hình đề xuất ANN hiệu quả hơn hẳn các mô hình này với giá trị RMSE, MAPE thấp hơn và r , R^2 cao hơn. Trong khi đó, mô hình SVM đạt độ chính xác kém nhất trên cả hai tập đào tạo và kiểm tra. Có thể thấy rằng, khi số lượng lớp ẩn tăng lên, chẳng hạn như 2 lớp ẩn, độ chính xác của mô hình giảm xuống rõ rệt, đồng thời mô hình bắt đầu học thuộc lòng dữ liệu hơn là suy luận.

Bảng 3. So sánh giữa mô hình đề xuất và các mô hình phổ biến khác

Hiệu quả	Mô hình ANN đề xuất		Mô hình ANN 2 lớp ẩn		SVM		RF	
	Đào tạo	Kiểm tra	Đào tạo	Kiểm tra	Đào tạo	Kiểm tra	Đào tạo	Kiểm tra
RMSE (Bq/m ³)	2,793	2,791	8,696	9,130	12,021	13,112	6,650	9,610
MAPE (%)	1,121	1,117	2,020	2,030	5,286	7,025	2,210	3,220
r	0,997	0,997	0,974	0,970	0,830	0,824	0,987	0,970
R^2	0,995	0,995	0,949	0,942	0,812	0,805	0,974	0,941

3.4. Giải thích mô hình

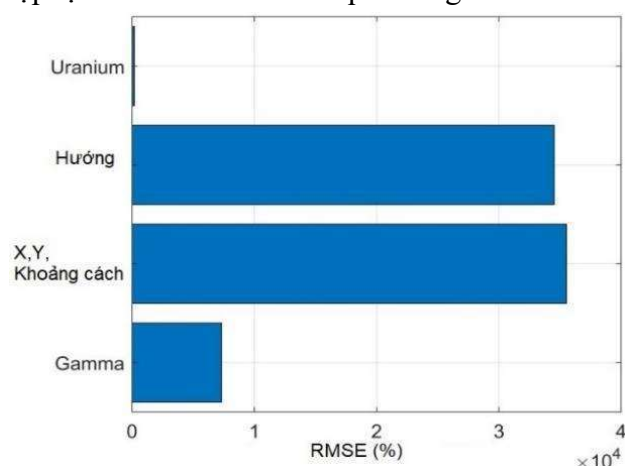
Mô hình ANN đề xuất dự báo giá trị radon dựa trên 5 yếu tố tọa độ X, Y, khoảng cách, hướng, tia gamma và tích tụ uranium. Tuy nhiên, một câu hỏi cần phải trả lời đó là yếu tố nào ảnh hưởng đến độ chính xác khi dự báo. Để trả lời câu hỏi này, nhóm nghiên cứu sử dụng phương pháp đơn giản và phổ biến đó là Permutation Importance [5]. Phương pháp được thực hiện theo trình tự như sau:

(1) Sử dụng mô hình ANN;

(2) Trộn các giá trị ở trong cùng một yếu tố và tiến hành dự báo trên tập dữ liệu được tạo ra. Giá trị dự đoán và thực tế sẽ được sử dụng để tính toán giá trị tổn thất RMSE tạo ra sau khi trộn và đánh giá tầm quan trọng của các biến trộn lẫn.

(3) Chuyển dữ liệu về vị trí ban đầu và lặp lại bước (2).

Do sự trộn lẫn là ngẫu nhiên, bước 2 được lặp lại 5 lần để cho ra kết quả trung bình.



Hình 11. Phân tích tầm quan trọng của các yếu tố khi dự báo phát tán radon

Kết quả như trên hình 11 cho thấy các giá trị tọa độ X, Y và khoảng cách có mức độ tương quan cao. Do đó, biến khoảng cách sẽ được sử dụng để làm giá trị đại diện khi giảm tính thiên vị khi xóa trộn dữ liệu.

4. Kết luận

Radon là một nguyên tố phóng xạ nguy hiểm cho cả con người và môi trường xung quanh. Nghiên cứu này xây dựng một mô hình dự báo sự phát tán radon dựa trên dữ liệu thu thập được từ mỏ đồng Sin Quyền, Lào Cai.

Mô hình sử dụng mạng nơ ron ANN với cấu trúc một lớp ẩn, giúp giảm bớt chi phí đào tạo và suy luận mô hình, cho phép dự báo trong thời gian thực. Mô hình đề xuất cũng tránh được tình trạng học thuộc lòng dữ liệu khi các giá trị sai lệch trong đào tạo ($RMSE = 2,793$) và kiểm tra ($RMSE = 2,791$) là không quá khác nhau. Thêm vào đó, mô hình cũng cho thấy hiệu quả cao khi các giá trị độ lệch thấp $MAPE = 1,121$ (%), $MABE = 2,102$ (%), $r = 0,997$, $R^2 = 0,995$ cho dữ liệu đào tạo và $MAPE = 1,117$ (%), $MABE = 2,094$ (%), $r = 0,997$, $R^2 = 0,995$ cho dữ liệu kiểm tra). Các giá trị tương quan cao và độ lệch thấp khi so sánh giá trị dự báo và giá trị thực tế ở trên các tập dữ liệu kiểm tra, đào tạo và toàn bộ tập dữ liệu đều cho thấy khả năng của mô hình khi dự đoán các dữ liệu mới. Đặc biệt, mô hình còn cho thấy độ chính xác cao hơn khi so sánh với các mô hình truyền thống đã được thể hiện trước đây. Phân tích tầm quan trọng cũng cho thấy yếu tố khoảng cách và tọa độ đóng vai trò quan trọng khi dự báo mức độ phát tán radon.

TÀI LIỆU THAM KHẢO

1. Doering C., McMaster S.A., Johansen M.P. Modelling The Dispersion of Radon-222 From A Landform Covered By Low Uranium Grade Waste Rock. *J Environ Radioact* 192, 2018, PP. 498-504.
2. Cybenko G. Approximation By Superpositions of A Sigmoidal Function. *Math. Control. Signals Syst.*, vol. 2, no. 4, 1989, PP. 303-314.
3. Grant C., Lalor G., Balcazar M. Radon Monitoring in Sites of Economic Importance In Jamaica. *Appl Radiat Isot* 71, 2012, PP. 96-100.

4. **Hadad K., Doulatdar R., Mehdizadeh S.** Indoor Radon Monitoring in Northern Iran Using Passive and Active Measurements. *J Environ Radioact* 95, 2007, PP. 39-52.
5. **Heidary S., Setayeshi S., Ghannadi-Maragheh M., Negarestani A.** Monitoring and Measurement of Radon Activity in A New Design of Radon Calibration Chamber. *Radiat Meas* 46, 2011, PP. 694-700.
6. **More J.J.** The Levenberg-Marquardt Algorithm: Implementation and Theory. *In Numerical Analysis, Springer, 1978, PP. 105-116.*
7. **Ramola R., Negi M., Choubey V.** Radon and Thoron Monitoring in The Environment of Kumaun Himalayas: Survey and Outcomes. *J Environ Radioact* 79, 2005, PP. 85-92.
8. **Hecht-Nielsen R.** Kolmogorov's Mapping Neural Network Existence Theorem. *In Proceedings of The International Conference on Neural Networks, 1987, vol. 3, PP. 11-14.*
9. **Taylor K.E.** Summarizing Multiple Aspects of Model Performance in A Single Diagram. *J. Geophys. Res. Atmos.*, 2001.
10. **Hooker G., Mentch L.** Please Stop Permuting Features: An Explanation and Alternatives. *arXiv*. 2019.
11. **Wu H.X., Wei Q.L., Yang B., Liu Q.C.** Fast Prediction Method of Radon Concentration In Environmental Air. *Appl Mech Mater* 539, 2014, PP. 819-822.
12. **Xie D., Wang H., Kearfott K.J.** Modeling and Experimental Validation of The Dispersion of ^{222}Rn Released From A Uranium Mine Ventilation Shaft. *Atmos Environ* 60, 2012, PP. 453-459.

