

BẢN TIN KHOA HỌC

ISSN: 2354 - 1164



CƠ KHÍ

NĂNG LƯỢNG - MỎ

Số 6/2025 (Số 53)

MECHANICAL ENGINEERING BULLETIN FOR MINING AND ENERGY INDUSTRIES

VIỆN CƠ KHÍ NĂNG LƯỢNG VÀ MỎ - VINACOMIN

2026

Chúc Mừng Năm Mới

Bính Ngọ



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 Liệt,
TP. Hà Nội
ĐT: (024) 3854 2572 Fax: (024) 3854 3154
Email: info@iemm.com.vn
Giấy phép xuất bản số 31/GP-XBBT ngày
06/8/2025 của Cục Báo chí

MỤC LỤC

Số 6/2025 (Số 53 – Tháng 11-12/2025)

TIN TỨC

- 1 - HỘI NGHỊ TỔNG KẾT HOẠT ĐỘNG SXKD NĂM 2025 VÀ HỘI NGHỊ NGƯỜI LAO ĐỘNG NĂM 2026 CỦA VIỆN CƠ KHÍ NĂNG LƯỢNG VÀ MỎ - VINACOMIN
- 3 - ĐẠI HỘI CÔNG ĐOÀN VIỆN CƠ KHÍ NĂNG LƯỢNG VÀ MỎ LẦN THỨ XV, NHIỆM KỲ 2025–2030 THÀNH CÔNG TỐT ĐẸP
- 5 - TKV VỀ ĐÍCH, HOÀN THÀNH TỐT NHIỆM VỤ NĂM 2025
- 10 - ĐỒNG CHÍ LÊ THANH XUÂN TÁI ĐẮC CỬ CHỦ TỊCH CÔNG ĐOÀN TKV LẦN THỨ VII, NHIỆM KỲ 2025-2030
- 14 - QUẢNG NINH KHAI MẠC CÁC HOẠT ĐỘNG CHÀO MỪNG KỶ NIỆM 89 NĂM NGÀY TRUYỀN THỐNG CÔNG NHÂN VÙNG MỎ TRUYỀN THỐNG NGÀNH THAN 12/11 (1936 - 2025)
- 16 - 10 THÁNG NĂM 2025, TKV SẢN XUẤT ƯỚC ĐẠT 32,5 TRIỆU TẤN THAN

CÔNG NGHỆ VẬT LIỆU

- 19 - ẢNH HƯỞNG CỦA MỨC ĐỘ MÒN MŨI BÚA ĐẾN NĂNG SUẤT LÀM VIỆC CỦA BÚA THỦY LỰC KHI PHÁ ĐÁ QUÁ CỠ TẠI CÁC MỎ ĐÁ GRANITE VIỆT NAM

CÔNG NGHIỆP MỎ

- 26 NGHIÊN CỨU KHẢ NĂNG ÁP DỤNG CÔNG NGHỆ CƠ GIỚI HÓA KHAI THÁC THAN TRONG ĐIỀU KIỆN ĐỊA CHẤT PHỨC TẠP TẠI CÁC MỎ HẦM LÒ VÙNG QUẢNG NINH

KHOA HỌC ỨNG DỤNG

- 32 - MỘT SỐ LOẠI PIN TÍCH TRỮ NĂNG LƯỢNG MỚI NỔI VÀ TIỀM NĂNG
- 40 - PHÂN TÍCH, ĐÁNH GIÁ MỘT SỐ CÔNG NGHỆ KỸ THUẬT SỐ TIÊU BIỂU TRONG PHÁT TRIỂN BỀN VỮNG NGÀNH KHAI THÁC KHOÁNG SẢN HIỆN NAY

HỘI NGHỊ TỔNG KẾT HOẠT ĐỘNG SXKD NĂM 2025 VÀ HỘI NGHỊ NGƯỜI LAO ĐỘNG NĂM 2026 CỦA VIỆN CƠ KHÍ NĂNG LƯỢNG VÀ MỎ - VINACOMIN

Ngày 10/12/2025, Viện Cơ khí Năng lượng và Mỏ - Vinacomin đã tổ chức thành công Hội nghị tổng kết hoạt động sản xuất kinh doanh (SXKD) năm 2025 và Hội nghị Người lao động năm 2026. Hội nghị được tổ chức trong không khí nghiêm túc, dân chủ và đoàn kết, thể hiện quyết tâm cao của tập thể lãnh đạo, cán bộ, người lao động Viện trong việc nhìn lại chặng đường đã qua và xác định rõ phương hướng, nhiệm vụ cho năm tiếp theo.



Quang cảnh Hội nghị

Hội nghị vinh dự đón tiếp Đồng chí Nguyễn Anh Tuấn – Ủy viên Ban Thường vụ Đảng ủy TKV - Thành viên HĐQT; các đại biểu đại diện Tập đoàn Công nghiệp Than - Khoáng sản Việt Nam; các đồng chí trong Ban Lãnh đạo Viện; đại diện Công đoàn, Đoàn Thanh niên cùng 115 đại biểu đại diện cho người lao động trong toàn Viện. Sự hiện diện đầy đủ của các thành phần tham dự đã thể hiện sự quan tâm, đồng hành của Tập đoàn cũng như tinh thần trách nhiệm, gắn bó của đội ngũ người lao động đối với sự phát triển bền vững của Viện.

Tại Hội nghị, Ban Tổ chức đã trình bày Báo

cáo tổng kết kết quả SXKD năm 2025, trong đó nêu bật những kết quả nổi bật về doanh thu, hiệu quả hoạt động nghiên cứu khoa học – công nghệ, tư vấn, chế tạo, chuyển giao công nghệ và dịch vụ kỹ thuật. Báo cáo cũng thẳng thắn chỉ ra những tồn tại, hạn chế, nguyên nhân chủ quan và khách quan, làm cơ sở để đề ra các giải pháp khắc phục trong thời gian tới.

Hội nghị đã đánh giá việc thực hiện Nghị quyết Hội nghị Người lao động năm 2025, ghi nhận những nỗ lực của Ban Lãnh đạo Viện trong việc chăm lo đời sống, bảo đảm việc làm, thu nhập, điều kiện làm việc và quyền lợi hợp pháp,

chính đáng của người lao động. Trên tinh thần dân chủ, nhiều ý kiến tham luận tâm huyết đã được trình bày, tập trung vào các nội dung: nâng cao năng suất lao động, đổi mới công tác quản lý, đẩy mạnh chuyển đổi số, phát huy sáng kiến – cải tiến kỹ thuật và xây dựng môi trường làm việc chuyên nghiệp, an toàn.



Đồng chí Nguyễn Anh Tuấn – Ủy viên Ban Thường vụ Đảng ủy TKV - Thành viên HĐTV phát biểu chỉ đạo Hội nghị

Phát biểu chỉ đạo tại Hội nghị, Nguyễn Anh Tuấn – Ủy viên Ban Thường vụ Đảng ủy TKV, Thành viên Hội đồng Thành viên Tập đoàn đã ghi nhận và đánh giá cao những kết quả mà Viện đạt được trong năm 2025. Đồng chí nhấn mạnh, trong bối cảnh còn nhiều khó khăn, thách thức, tập thể người lao động Viện đã nỗ lực vượt qua, hoàn thành tốt nhiệm vụ được giao, đóng góp tích cực vào kết quả SXKD chung của Tập đoàn.

Đồng chí Nguyễn Anh Tuấn đề nghị Viện tiếp tục phát huy truyền thống đoàn kết, tinh thần trách nhiệm, chủ động đổi mới sáng tạo, bám sát định hướng phát triển của Tập đoàn; đồng thời chú trọng đào tạo nguồn nhân lực chất lượng cao, ứng dụng mạnh mẽ khoa học – công nghệ và chuyển đổi số vào hoạt động sản xuất, nghiên cứu trong giai đoạn tới.

Bước sang năm 2026, Hội nghị thống nhất mục tiêu: nâng cao hiệu quả SXKD, bảo đảm việc làm và thu nhập ổn định cho người lao động, tiếp tục khẳng định vai trò của Viện là đơn vị nghiên cứu, tư vấn, chế tạo cơ khí – năng lượng – mỏ

nòng cốt của TKV. Hội nghị cũng đã tiến hành bầu đại biểu dự Hội nghị Người lao động cấp Tập đoàn theo đúng quy định, bảo đảm tính đại diện và dân chủ.

Hội nghị tổng kết hoạt động SXKD năm 2025 và Hội nghị Người lao động năm 2026 của Viện Cơ khí Năng lượng và Mỏ - Vinacomin đã diễn ra thành công tốt đẹp, tạo khí thế thi đua mới, củng cố niềm tin và quyết tâm của tập thể cán bộ, người lao động, hướng tới hoàn thành thắng lợi các nhiệm vụ năm 2026 và những năm tiếp theo.



Ban Biên tập.

ĐẠI HỘI CÔNG ĐOÀN VIỆN CƠ KHÍ NĂNG LƯỢNG VÀ MỎ LẦN THỨ XV, NHIỆM KỲ 2025–2030 THÀNH CÔNG TỐT ĐẸP

Ngày 17/11/2025, Công đoàn Viện Cơ khí Năng lượng và Mỏ đã long trọng tổ chức Đại hội Công đoàn lần thứ XV, nhiệm kỳ 2025–2030. Đây là sự kiện chính trị quan trọng, đánh dấu bước phát triển mới của tổ chức Công đoàn Viện, khẳng định tinh thần đoàn kết, đổi mới và quyết tâm của đội ngũ cán bộ, đoàn viên, người lao động toàn Viện trong giai đoạn mới.



Đại biểu dự Đại hội Công đoàn Viện

Dự và chỉ đạo Đại hội có đồng chí Nguyễn Trung Hiếu – Phó Chủ tịch Công đoàn TKV; đồng chí Nguyễn Thị Hồng Ly – Kế toán trưởng Công đoàn TKV; đồng chí Nguyễn Thu Hiền – Bí thư Đảng ủy, Viện trưởng Viện Cơ khí Năng lượng và Mỏ; cùng các đồng chí trong Ban Thường vụ Đảng ủy, lãnh đạo chuyên môn và 120 đại biểu, đại diện cho 268 đoàn viên, người lao động toàn Viện.

Trong giai đoạn 2023–2025, Công đoàn Viện đã phát huy tốt vai trò đại diện, chăm lo và bảo vệ quyền, lợi ích hợp pháp, chính đáng của người lao động. Công đoàn phối hợp chặt chẽ với chuyên môn triển khai nhiều giải pháp ổn định sản xuất, góp phần hoàn thành các chỉ tiêu sản

xuất – kinh doanh; tổ chức hiệu quả các phong trào thi đua, đặc biệt trong Tháng Công nhân và Tháng hành động về an toàn, vệ sinh lao động.

Bên cạnh đó, Công đoàn Viện đã tăng cường ứng dụng công nghệ số trong quản lý đoàn viên và điều hành hoạt động; kịp thời chăm lo đời sống vật chất, tinh thần cho người lao động, đáp ứng yêu cầu nhiệm vụ trong tình hình mới.

Phát biểu chỉ đạo Đại hội, đồng chí Nguyễn Trung Hiếu – Phó Chủ tịch Công đoàn TKV ghi nhận và biểu dương những kết quả Công đoàn Viện đạt được trong nhiệm kỳ qua. Đồng chí đề nghị, trong nhiệm kỳ 2025–2030, Công đoàn Viện cần tiếp tục đổi mới phương thức hoạt động, đẩy mạnh ứng dụng chuyển đổi số; chủ động nắm

bất tư tưởng, tâm tư của người lao động; tăng cường đối thoại và phối hợp với chuyên môn nâng cao các chương trình phúc lợi.



Đồng chí Nguyễn Trung Hiếu - Phó Chủ tịch Công đoàn TKV phát biểu chỉ đạo Đại hội

Đồng chí nhấn mạnh yêu cầu xây dựng đội ngũ người lao động “Kỷ luật – Đồng tâm – Bản lĩnh – Sáng tạo”, góp phần thực hiện thắng lợi chiến lược phát triển của Tập đoàn và Viện trong giai đoạn mới.

Thay mặt Đảng ủy, đồng chí Nguyễn Thu Hiền – Bí thư Đảng ủy, Viện trưởng ghi nhận tinh thần trách nhiệm và những đóng góp quan trọng của Công đoàn Viện trong mọi mặt hoạt động sản xuất – kinh doanh và chăm lo đời sống người lao động.



Đồng chí Nguyễn Thu Hiền - Bí thư Đảng ủy, Viện trưởng phát biểu tại Đại hội

Đồng chí nhấn mạnh, Công đoàn đã phối hợp hiệu quả với chuyên môn trong cải thiện điều kiện làm việc, nâng cấp nhà ăn, chăm lo đời sống vật chất và tinh thần, góp phần ổn định sản xuất

và nâng cao thu nhập cho người lao động. Trong nhiệm kỳ tới, Công đoàn cần tiếp tục phát huy tinh thần Đoàn kết – Đổi mới, bám sát nhiệm vụ chính trị của Viện; đẩy mạnh tuyên truyền, vận động người lao động; phát triển các phong trào lao động giỏi, lao động sáng tạo; tăng cường hoạt động an toàn, vệ sinh lao động, góp phần xây dựng môi trường làm việc an toàn, kỷ luật, hiệu quả.

Đại hội đã bầu 07 đồng chí vào Ban Chấp hành Công đoàn Viện khóa XV, nhiệm kỳ 2025–2030; đồng thời bầu đoàn đại biểu dự Đại hội Công đoàn TKV lần thứ VII, nhiệm kỳ 2025–2030.



Ban chấp hành Công đoàn Viện Khóa XV, nhiệm kỳ 2025-2030 ra mắt Đại hội

Tại phiên họp thứ nhất, Ban Chấp hành khóa XV đã bầu các chức danh Chủ tịch, Phó Chủ tịch và Ủy ban Kiểm tra Công đoàn Viện. Đồng chí Hà Thị Thúy Vân tiếp tục được tín nhiệm tái đắc cử Chủ tịch Công đoàn Viện Cơ khí Năng lượng và Mỏ nhiệm kỳ 2025–2030.

Đại hội kêu gọi toàn thể cán bộ, đoàn viên và người lao động Viện tiếp tục phát huy truyền thống “Kỷ luật và Đồng tâm”, tinh thần “Đoàn kết – Sáng tạo – Đổi mới”, quyết tâm hoàn thành thắng lợi các mục tiêu, nhiệm vụ nhiệm kỳ 2025–2030, góp phần vào sự phát triển bền vững của Viện và Tập đoàn Công nghiệp Than – Khoáng sản Việt Nam.

Ban Biên tập.

TKV VỀ ĐÍCH, HOÀN THÀNH TỐT NHIỆM VỤ NĂM 2025

Chiều ngày 20/12/2025, tại Hà Nội, Đảng ủy Tập đoàn Công nghiệp Than - Khoáng sản Việt Nam tổ chức Hội nghị Tổng kết công tác xây dựng Đảng và hoạt động sản xuất kinh doanh năm 2025, triển khai nhiệm vụ năm 2026. Dự hội nghị có các đại biểu: đồng chí Nguyễn Đức Phong, Phó Bí thư Đảng ủy Chính phủ; đồng chí Trần Quốc Phương, Thứ trưởng Bộ Tài chính; đồng chí Nguyễn Thị Thu Lan, Phó Bí thư Đảng ủy Bộ Tài chính; đồng chí Nguyễn Huy Nam, Ủy viên Ban chấp hành Đảng bộ tỉnh Quảng Ninh, Bí thư Đảng ủy Than Quảng Ninh, Phó Tổng giám đốc Tập đoàn. Đồng chí Ngô Hoàng Ngân, Ủy viên BCH Đảng bộ Chính phủ, Bí thư Đảng ủy, Chủ tịch HĐQT Tập đoàn; đồng chí Khuất Mạnh Thắng, Phó Bí thư Thường trực Đảng ủy Tập đoàn và đồng chí Vũ Anh Tuấn, Phó Bí thư Đảng ủy, Tổng giám đốc Tập đoàn đồng chủ trì hội nghị.



Toàn cảnh Hội nghị



Các đại biểu tham dự hội nghị

Tại báo cáo tổng kết công tác năm 2025 và triển khai Nghị quyết của Đảng ủy TKV về lãnh đạo, chỉ đạo thực hiện nhiệm vụ năm 2026, Phó Bí thư Thường trực Đảng ủy Tập đoàn Khuất Mạnh Thắng nêu rõ, trong năm 2025, Đảng ủy Tập đoàn đã tập trung lãnh đạo, chỉ đạo cụ thể hoá các chủ trương, nghị quyết của Đảng, Chính phủ; lãnh đạo, chỉ đạo tổ chức thành công đại hội đảng bộ cấp cơ sở và Đại hội đại biểu Đảng bộ Tập đoàn nhiệm kỳ 2025-2030 theo đúng kế

hoạch. Ngay sau Đại hội đã rà soát, xây dựng và ban hành các quy chế, quy định, chương trình công tác của nhiệm kỳ 2025-2030.

Đảng ủy Tập đoàn đã lãnh đạo, chỉ đạo thực hiện tốt công tác tuyên truyền, giáo dục chính trị tư tưởng, kịp thời nắm bắt tư tưởng cán bộ, đảng viên, người lao động. Chỉ đạo thực hiện đảm bảo đúng nguyên tắc, quy trình, quy định công tác tổ chức, cán bộ, công tác kiểm tra giám sát. Chỉ đạo các tổ chức chính trị - xã hội hoàn thành việc tổ chức đại hội nhiệm kỳ 2025-2030 và phát huy vai trò, chức năng của các tổ chức chính trị - xã hội, góp phần hoàn thành tốt nhiệm vụ chung của cả Tập đoàn.

Bên cạnh đó, Đảng ủy Tập đoàn đã lãnh đạo, chỉ đạo thực hiện tốt nhiệm vụ chính trị, phát huy tinh thần đoàn kết, truyền thống “*Kỷ luật và Đồng tâm*” của cán bộ, đảng viên, người lao động toàn Tập đoàn, linh hoạt và quyết liệt triển khai các giải pháp đồng bộ từ Tập đoàn đến các đơn vị, phấn đấu hoàn thành cơ bản các chỉ tiêu kế hoạch năm 2025 đề ra.



Phó Bí thư thường trực Đảng ủy Tập đoàn Khuất Mạnh Thắng trình bày báo cáo tổng kết công tác năm 2025 và triển khai Nghị quyết của Đảng ủy TKV về lãnh đạo, chỉ đạo thực hiện nhiệm vụ năm 2026

Trình bày báo cáo tổng kết hoạt động sản xuất kinh doanh năm 2025, triển khai nhiệm vụ năm 2026, Phó Bí thư Đảng ủy, Tổng Giám đốc Tập đoàn Vũ Anh Tuấn cho biết, năm 2025, mặc dù gặp nhiều khó khăn, thách thức song với

truyền thống “*Kỷ luật và Đồng tâm*”, tập thể công nhân cán bộ trong toàn Tập đoàn đã phát huy nội lực, tích cực thi đua lao động sản xuất, khai thác tối đa sản lượng than - khoáng sản, đáp ứng nhu cầu phát triển kinh tế. Kết quả hầu hết các chỉ tiêu chính sản xuất kinh doanh đều đạt và vượt so với kế hoạch năm.

Đạt được thành tích trên là nhờ sự vào cuộc của cả hệ thống chính trị; sự lãnh đạo, chỉ đạo đúng đắn và sát sao của Đảng ủy, Hội đồng thành viên Tập đoàn; sự điều hành quyết liệt và linh hoạt của Ban lãnh đạo điều hành Tập đoàn và các đơn vị. Các cơ chế điều hành, quản lý các lĩnh vực sản xuất kinh doanh của Tập đoàn đã không ngừng được hoàn thiện, phù hợp với thực tế sản xuất kinh doanh của Tập đoàn, góp phần khơi thông nguồn lực, phát huy được tiềm năng của các đơn vị, từ đó chủ động trong điều hành sản xuất kinh doanh để hoàn thành tốt kế hoạch được giao.

Kết quả một số chỉ tiêu chủ yếu của các lĩnh vực sản xuất kinh doanh năm 2025: than sạch sản xuất dự kiến đạt 38,85 triệu tấn, bằng 104,8% kế hoạch, tăng tuyệt đối 2 triệu tấn than sạch; than tiêu thụ dự kiến đạt 44 triệu tấn; Alumina dự kiến sản xuất 1,44 triệu tấn; đồng tấm dự kiến sản xuất 31,2 ngàn tấn; kẽm thỏi dự kiến sản xuất 9,1 ngàn tấn, tiêu thụ 8,8 ngàn tấn; phôi thép dự kiến sản xuất 164,2 ngàn tấn, tiêu thụ 164 ngàn tấn; sản xuất thuốc nổ dự kiến 76,1 ngàn tấn; Amon Nitrat dự kiến sản xuất 195 ngàn tấn, tiêu thụ 191 ngàn tấn; sản lượng điện dự kiến đạt 9,654 tỷ kWh. Sản xuất cơ khí và sản xuất kinh doanh khác cơ bản các chỉ tiêu kế hoạch năm 2025...

Doanh thu toàn Tập đoàn ước đạt 161,035 ngàn tỷ đồng; lợi nhuận toàn Tập đoàn ước đạt 6,98 ngàn tỷ đồng, bằng 205,1% kế hoạch năm, đạt 100% so với kế hoạch điều hành tăng trưởng; nộp ngân sách Nhà nước ước đạt 25,5 ngàn tỷ đồng; Tiền lương bình quân toàn Tập đoàn ước đạt 19,48 triệu đồng/người-tháng... TKV đã bảo toàn và phát triển vốn Nhà nước tại doanh

ngiệp, các hệ số tài chính được cải thiện và nâng cao, an toàn tài chính tiếp tục được giữ vững.



Phó Bí thư Đảng ủy, Tổng giám đốc Tập đoàn Vũ Anh Tuấn trình bày báo cáo tổng kết hoạt động sản xuất kinh doanh năm 2025, triển khai nhiệm vụ năm 2026



Phó Bí thư Đảng ủy Chính phủ Nguyễn Đức Phong đánh giá cao kết quả đạt được của TKV trong năm 2025

Phát biểu tại hội nghị, đồng chí Nguyễn Đức Phong, Phó Bí thư Đảng ủy Chính phủ ghi nhận, biểu dương và chúc mừng kết quả đạt được trong công tác xây dựng đảng và thực hiện nhiệm vụ chính trị của Tập đoàn trong năm 2025. Bước vào thực hiện nhiệm vụ năm 2026, đồng chí đề nghị Đảng ủy Tập đoàn tiếp tục lãnh đạo, chỉ đạo triển khai các hạng mục thi đua chào mừng Đại hội Đảng toàn quốc lần thứ XIV, xây dựng các giải pháp thực hiện chỉ đạo của Chính phủ về mục tiêu tăng trưởng năm 2026 trên 10%, tạo thuận lợi bước vào thực hiện giai đoạn 2026 - 2030. Bám sát các nghị quyết của Đảng, những chủ trương

chỉ đạo của Trung ương, Chính phủ, Bộ, Ban, Ngành trong giai đoạn hiện nay, trong đó cấp trên trực tiếp là Đảng ủy Bộ Tài chính. Rà soát quy trình, hoàn thiện các quy chế, quy định, chương trình công tác sau khi sắp xếp và bàn giao tổ chức Đảng; đẩy mạnh công tác tuyên truyền giáo dục tạo sự đồng thuận trong cán bộ, đảng viên, người lao động. Tăng cường công tác xây dựng tổ chức đảng, thực hiện tốt nhiệm vụ công tác kiểm tra, giám sát, công tác phòng, chống tham nhũng, lãng phí, tiêu cực. Quán triệt, giám sát quá trình triển khai, sắp xếp tổ chức bộ máy, hệ thống chính trị, tăng cường phối hợp với cấp ủy chính quyền địa phương, địa bàn đơn vị thành viên đứng chân để tháo gỡ khó khăn vướng mắc, thúc đẩy hợp tác đầu tư, hoàn thành kế hoạch mục tiêu tăng trưởng Chính phủ giao. Cùng với đó, tiếp tục triển khai có hiệu quả các nghị quyết trụ cột của Trung ương, nhất là Nghị quyết số 57-NQ/TW của Bộ Chính trị về phát triển khoa học công nghệ, đổi mới sáng tạo và chuyển đổi số. Đồng chí đề nghị Đảng ủy Tập đoàn tiếp tục lãnh đạo, chỉ đạo triển khai các giải pháp cụ thể, quyết liệt để đẩy mạnh quá trình số hóa doanh nghiệp, nâng cao hiệu quả quản lý, hiệu quả kinh tế, cải thiện điều kiện việc làm cho người lao động, phát triển bền vững của Tập đoàn góp phần phát triển kinh tế xã hội, đáp ứng yêu cầu tăng trưởng nhanh của đất nước.

Triển khai nhiệm vụ năm 2026 trong bối cảnh tiếp tục thực hiện các chủ trương lớn của Bộ Chính trị về phát triển kinh tế xã hội giai đoạn mới, củng cố vai trò doanh nghiệp nhà nước, Thứ trưởng Bộ Tài chính Trần Quốc Phương đề nghị TKV tiếp tục điều hành sản xuất kinh doanh ổn định, bám sát chỉ đạo của Trung ương, Chính phủ, Thủ tướng Chính phủ, thực hiện tốt nhiệm vụ cung ứng than cho nền kinh tế, đặc biệt là cho sản xuất điện theo đúng cam kết và chỉ đạo đã giao. Công tác đầu tư cần tiếp tục được thực hiện theo hướng trọng tâm, trọng điểm, tuân thủ nghiêm các kỷ luật đầu tư, gắn trách nhiệm, đảm

bảo tiến độ chất lượng và hiệu quả dự án, tránh gián trải, lãng phí. Cùng với đó TKV cũng cần đẩy mạnh cơ giới hóa, tự động hóa, chuyển đổi số theo đúng định hướng của Chính phủ. Tiếp tục đặt công tác an toàn lao động và bảo vệ môi trường lên hàng đầu; chú trọng chăm lo phát triển nguồn nhân lực, nâng cao thu nhập, cải thiện điều kiện làm việc cho người lao động; qua đó tạo nền tảng cho sự phát triển bền vững của Tập đoàn trong giai đoạn tới.

Lãnh đạo Bộ Tài chính tin tưởng với sự lãnh đạo, chỉ đạo của Đảng ủy Tập đoàn cùng truyền thống “Kỷ luật và Đồng tâm”, TKV sẽ hoàn thành xuất sắc nhiệm vụ năm 2026 và tiếp tục giữ vững vai trò là doanh nghiệp nhà nước trụ cột trong lĩnh vực Than - Khoáng sản, đóng góp tích cực cho sự phát triển chung của đất nước.



*Thư trưởng Bộ Tài chính Trần Quốc Phương
phát biểu chỉ đạo tại hội nghị*



*Đồng chí Ngô Hoàng Ngân, Ủy viên BCH Đảng
bộ Chính phủ, Bí thư Đảng ủy, Chủ tịch HĐTV
Tập đoàn kết luận hội nghị*

Phát biểu kết luận hội nghị, đồng chí Ngô Hoàng Ngân, Ủy viên BCH Đảng bộ Chính phủ, Bí thư Đảng ủy, Chủ tịch HĐTV Tập đoàn cảm ơn sự quan tâm chỉ đạo của Đảng bộ Chính phủ, Bộ Tài chính, sự đồng hành của các địa phương cùng sự nỗ lực của cán bộ, đảng viên, người lao động toàn Tập đoàn đã đoàn kết, cố gắng để hoàn thành tốt nhiệm vụ, về đích năm 2025. Để triển khai nhiệm vụ công tác xây dựng Đảng và nhiệm vụ chính trị năm 2026, đồng chí đề nghị, trong công tác xây dựng Đảng, cần tăng cường lãnh đạo, chỉ đạo tuyên truyền chủ trương, đường lối của Đảng, chính sách, pháp luật của Nhà nước, đặc biệt là Nghị quyết Đại hội Đảng toàn quốc lần thứ XIV và nghị quyết của đảng ủy cấp trên. Lãnh đạo các đoàn thể quần chúng đẩy mạnh các phong trào thi đua lao động sản xuất; triển khai các hoạt động chào mừng kỷ niệm 90 năm ngày Truyền thống công nhân vùng Mỏ - Truyền thống Ngành Than 12/11 (1936-2026). Thực hiện việc chuyển giao các tổ chức đảng trực thuộc về địa phương theo chỉ đạo của cấp trên. Tăng cường công tác kiểm tra giám sát với phương châm giám sát mở rộng, kiểm tra có trọng tâm, trọng điểm và đảm bảo hoàn thành kế hoạch đề ra...

Đối với thực hiện nhiệm vụ sản xuất kinh doanh, đồng chí đề nghị cần tập trung điều hành sản xuất để các mỏ sớm đạt công suất thiết kế; đảm bảo xuất/nhập khẩu than cho các nhà máy điện của EVN và đặc biệt là nội dung thương mại than với nước bạn Lào. Tập trung đẩy mạnh triển khai các dự án đầu tư để hoàn thành theo đúng tiến độ đề ra trong đó lưu ý cần đảm bảo chất lượng công trình. Tiếp tục làm tốt công tác quản lý, quản trị chi phí, nâng cao hiệu quả sản xuất kinh doanh, tái cơ cấu doanh nghiệp, đảm bảo an toàn lao động, an toàn môi trường, thực hiện các nhiệm vụ theo đúng quy định của pháp luật. Bí thư Đảng ủy, Chủ tịch HĐTV Tập đoàn đề nghị tiếp tục đẩy mạnh chuyển đổi số doanh nghiệp, trong đó tăng cường tối đa hợp, làm việc theo hình thức trực tuyến trong thời gian tới, phân đầu

cao nhất để hoàn thành mục tiêu năm 2026 của Tập đoàn là “Đoàn kết - An toàn - Đổi mới - Phát triển”...



Chủ tịch Công đoàn TKV Lê Thanh Xuân đã phát động thi đua năm 2026

Tại hội nghị, Chủ tịch Công đoàn Than - Khoáng sản Việt Nam Lê Thanh Xuân đã phát động thi đua năm 2026 với chủ đề “Đoàn kết - Sáng tạo - Hiệu lực - Hiệu quả - Hoàn thành toàn diện kế hoạch năm 2026”. Phong trào thi đua năm 2026 sẽ phát huy cao độ tinh thần trách nhiệm, ý chí tự lực, tự cường của đội ngũ cán bộ, công nhân, người lao động; quyết tâm hoàn thành và hoàn thành vượt mức các chỉ tiêu sản xuất kinh doanh, phấn đấu đạt mức tăng trưởng trên 10% các chỉ tiêu chủ yếu, đảm bảo an toàn và chăm lo tốt đời sống mọi mặt cho người lao động.

Theo kế hoạch năm 2026, Tập đoàn đặt mục tiêu tổng doanh thu toàn Tập đoàn đạt 171.645 tỷ đồng; than tiêu thụ 50 triệu tấn; than nguyên khai sản xuất 36,845 triệu tấn; than nhập khẩu 11 triệu tấn. Sản lượng sản xuất Alumin (quy đổi) 1.300 nghìn tấn; đồng tấm 30 nghìn tấn; vàng thỏi 938 kg; bạc thỏi 2.995 kg; kẽm thỏi 8.316 tấn; phôi thép 165 nghìn tấn... Sản xuất Amon Nitrat 200

nghìn tấn, thuốc nổ 73.048 tấn. Sản lượng phát điện năm 2026 tối thiểu đạt 10,5 tỷ kWh. Sản xuất cơ khí; vật liệu xây dựng và sản xuất kinh doanh khác thực hiện đầu tư phát triển sản xuất hợp lý, đạt hiệu quả cao nhất



Nhiều tập thể đã vinh dự nhận Giấy khen và Cờ thi đua của Đảng ủy TKV và Tổng Giám đốc Tập đoàn vì có thành tích hoàn thành xuất sắc nhiệm vụ năm 2025

Tại hội nghị, nhiều tập thể đã vinh dự nhận Giấy khen và Cờ thi đua của Đảng ủy TKV và Tổng Giám đốc Tập đoàn vì có thành tích hoàn thành xuất sắc nhiệm vụ năm 2025.

Theo <https://vinacomin.vn>

ĐỒNG CHÍ LÊ THANH XUÂN TÁI ĐẮC CỬ CHỦ TỊCH CÔNG ĐOÀN TKV LẦN THỨ VII, NHIỆM KỲ 2025-2030

Ngày 15/12/2025, tại Hà Nội, Đại hội Công đoàn Than - Khoáng sản Việt Nam (Công đoàn TKV) lần thứ VII, nhiệm kỳ 2025-2030 diễn ra trong không khí trang trọng. Đại hội là sự kiện chính trị quan trọng đánh dấu bước phát triển mới của tổ chức công đoàn, khẳng định tinh thần đoàn kết, đổi mới và quyết tâm của đội ngũ cán bộ, đoàn viên, người lao động toàn ngành trong nhiệm kỳ mới.



Toàn cảnh Đại hội



Các đại biểu thực hiện nghi lễ chào cờ

Báo cáo chính trị trình Đại hội cho thấy, trong bối cảnh tình hình thế giới và trong nước có nhiều biến động, sản xuất kinh doanh ngành

Than - Khoáng sản gặp không ít khó khăn, phong trào công nhân và hoạt động công đoàn trong toàn ngành vẫn được duy trì ổn định, có nhiều đổi mới và đạt nhiều kết quả tích cực.

Giai đoạn 2023-2025, Công đoàn TKV đã thực hiện tốt chức năng đại diện, bảo vệ quyền, lợi ích hợp pháp, chính đáng của đoàn viên, người lao động thông qua việc tham gia xây dựng và thực hiện quy chế dân chủ ở cơ sở, tổ chức đối thoại, thương lượng tập thể và ký kết Thỏa ước lao động tập thể với 12 điều khoản có lợi hơn cho người lao động so với quy định của pháp luật. Toàn ngành đã tổ chức 790 cuộc đối thoại tại nơi làm việc với sự tham gia của 66.868 người lao

động, giải quyết hơn 7.000 ý kiến, kiến nghị từ cơ sở.



Chủ tịch Công đoàn TKV Lê Thanh Xuân báo cáo tại Đại hội

Hoạt động chăm lo đời sống vật chất, tinh thần cho người lao động tiếp tục là điểm sáng nổi bật. Chương trình “Tết Thợ mỏ” - Nét văn hóa riêng của TKV được duy trì hàng năm, bảo đảm tất cả người lao động đều có Tết, với mức chi bình quân từ 10 triệu đồng/người trở lên. Riêng Công đoàn TKV đã hỗ trợ hơn 42,9 tỷ đồng cho khoảng 9.500 người lao động có hoàn cảnh khó khăn trong 3 năm.

Công đoàn TKV cũng triển khai đồng bộ các chương trình phúc lợi dài hạn như nhà ở “Mái ấm Công đoàn”, nhà ở tập thể, điều dưỡng - phục hồi sức khỏe, tham quan nghỉ mát, bữa ăn ca, khám sức khỏe định kỳ. Giai đoạn 2023-2025, toàn ngành đã hỗ trợ xây dựng, sửa chữa 477 nhà “Mái ấm Công đoàn”. Tổ chức cho hơn 237.000 lượt người lao động đi tham quan, nghỉ mát với tổng kinh phí trên 1.375 tỷ đồng; hơn 23 nghìn lượt người lao động được điều dưỡng, phục hồi sức khỏe...

Từ thực tiễn giai đoạn qua, Công đoàn TKV rút ra nhiều bài học kinh nghiệm quan trọng, trong đó nhấn mạnh yêu cầu đổi mới nội dung, phương thức hoạt động, phát huy dân chủ, tăng cường đối thoại, xây dựng đội ngũ cán bộ công đoàn chuyên nghiệp, bản lĩnh, tâm huyết và gắn bó với người lao động.



Đồng chí Ngô Duy Hiểu - Phó Bí thư Đảng ủy, Phó Chủ tịch Tổng LĐLĐ Việt Nam phát biểu chỉ đạo và tặng hoa chúc mừng Đại hội

Phát biểu chỉ đạo Đại hội, đồng chí Ngô Duy Hiểu - Phó Bí thư Đảng ủy, Phó Chủ tịch Tổng LĐLĐ Việt Nam ghi nhận và đánh giá cao những kết quả toàn diện mà Công đoàn TKV đã đạt được giai đoạn qua, khẳng định vai trò là chỗ dựa tin cậy của người lao động toàn ngành. Trên cơ sở đó, đồng chí đề nghị Ban Chấp hành Công đoàn TKV khóa VII tiếp tục phát huy, tập trung đại diện, bảo vệ quyền, lợi ích hợp pháp, chính đáng của người lao động; chăm lo tốt hơn đời sống vật chất, tinh thần cho công nhân mỏ; đẩy mạnh phong trào thi đua lao động sáng tạo gắn với chuyển đổi số; xây dựng đội ngũ cán bộ công đoàn bản lĩnh, trí tuệ, chuyên nghiệp, tâm huyết, đồng thời bày tỏ sự tin tưởng Công đoàn TKV sẽ tiếp tục phát triển vững mạnh, xứng đáng là lá cờ đầu trong phong trào công nhân và hoạt động công đoàn cả nước.



Đồng chí Ngô Hoàng Ngân - Bí thư Đảng ủy, Chủ tịch HĐTV Tập đoàn phát biểu tại Đại hội

Phát biểu tại Đại hội, đồng chí Ngô Hoàng Ngân - Bí thư Đảng ủy, Chủ tịch HĐTV Tập đoàn ghi nhận và đánh giá cao những đóng góp quan trọng của Công đoàn TKV trong giai đoạn qua. Đồng chí khẳng định, tổ chức công đoàn đã phối hợp hiệu quả với chuyên môn, chăm lo việc làm, thu nhập, phúc lợi, phát động các phong trào thi đua lao động sản xuất, góp phần thực hiện thắng lợi nhiệm vụ chính trị của Tập đoàn. Bước vào nhiệm kỳ mới, đồng chí đề nghị Công đoàn TKV tiếp tục kiện toàn sắp xếp mô hình tổ chức công đoàn các cấp trong Tập đoàn đảm bảo tinh gọn, đồng bộ, hiệu quả. Phối hợp thực hiện đảm bảo tiến độ, hiệu quả các nội dung Đề án tái cơ cấu Tập đoàn giai đoạn 2025-2030; Đẩy mạnh áp dụng chuyển đổi số trong quản lý và các hoạt động theo nghị quyết của Đảng ủy Tập đoàn. Phát động phong trào thi đua lao động sản xuất đảm bảo an toàn, tăng năng suất, tiết kiệm chi phí, hạ giá thành sản xuất; góp phần nâng cao hiệu quả sản xuất kinh doanh; Tích cực tham gia giám sát việc thực hiện quy chế dân chủ ở cơ sở, việc thực hiện các chế độ chính sách đối với người lao động; Phối hợp chăm lo đời sống vật chất, tinh thần cho người lao động; Đẩy mạnh công tác tuyên truyền trong đoàn viên công đoàn và người lao động để tạo sự đồng thuận cao trong thực hiện nhiệm vụ; Tập trung kiện toàn đội ngũ cán bộ làm công tác công đoàn, đổi mới phương thức hoạt động, hướng mạnh hoạt động về cơ sở,

phát triển đảng viên mới trong đoàn viên công đoàn vì mục tiêu xây dựng và phát triển bền vững Tập đoàn...



Đảng ủy, HĐTV, Ban lãnh đạo điều hành Tập đoàn tặng hoa chúc mừng Đại hội



Các đại biểu tham gia bỏ phiếu

Đại hội đã bầu 27 đồng chí vào BCH Công đoàn TKV khóa VII, nhiệm kỳ 2025-2030, đồng

chí Lê Thanh Xuân tái đắc cử Chủ tịch Công đoàn TKV. Đại hội cũng tiến hành bầu 09 đồng chí vào Ban Thường vụ; 07 đồng chí vào Ủy ban kiểm tra; bầu đại biểu dự đại hội công đoàn cấp trên gồm 08 đồng chí đại biểu chính thức và 01 đồng chí là đại biểu dự khuyết dự Đại hội Công đoàn Việt Nam khóa XIV, nhiệm kỳ 2026-2031, đồng chí Lê Thanh Xuân là đại biểu đương nhiên.



Ban chấp hành khóa VII ra mắt Đại hội

Với khẩu hiệu hành động “Đổi mới tổ chức, Chăm lo thiết thực, Kết nối đoàn viên”, Đại hội VII Công đoàn TKV khẳng định quyết tâm tiếp tục đổi mới mạnh mẽ, phát huy truyền thống “Kỷ luật và Đồng tâm”, đồng hành cùng người lao động, góp phần xây dựng Tập đoàn Công nghiệp Than - Khoáng sản Việt Nam phát triển bền vững.

Thành công của Đại hội không chỉ mở ra chặng đường mới cho tổ chức công đoàn ngành

Than - Khoáng sản, mà còn gửi đi thông điệp rõ ràng: lấy người lao động làm trung tâm, lấy đổi mới làm động lực, lấy phát triển bền vững làm mục tiêu xuyên suốt.



Biểu quyết Nghị quyết Đại hội



Chúc mừng Ban chấp hành khóa VI, Chủ tịch các công đoàn trực thuộc không tái cử

Theo <https://vinacomin.vn>

QUẢNG NINH KHAI MẠC CÁC HOẠT ĐỘNG CHÀO MỪNG KỶ NIỆM 89 NĂM NGÀY TRUYỀN THỐNG CÔNG NHÂN VÙNG MỎ TRUYỀN THỐNG NGÀNH THAN 12/11 (1936 - 2025)

Tối 10/11, tại Cung Quy hoạch, Hội chợ và Triển lãm tỉnh (phường Hạ Long), tỉnh Quảng Ninh tổ chức khai mạc các hoạt động chào mừng kỷ niệm 89 năm Ngày Truyền thống Công nhân vùng Mỏ - Truyền thống ngành Than 12/11 (1936 - 2025) và kích cầu du lịch Quý IV/2025.



Quang cảnh tại chương trình



Các đại biểu và đông đảo cán bộ, công nhân lao động, nhân dân dự chương trình

Tối dự có các đồng chí: Trần Hữu Linh, Cục trưởng Cục quản lý và phát triển thị trường trong nước, Bộ Công Thương; Nghiêm Xuân Cường,

Phó Chủ tịch HĐND tỉnh Quảng Ninh; Nguyễn Ngọc Sơn, Phó giám đốc Trung tâm ĐHSX tại Quảng Ninh (TKV); lãnh đạo các sở, ban, ngành tỉnh; các cơ quan, đơn vị, doanh nghiệp và đông đảo cán bộ, công nhân lao động, nhân dân trên địa bàn...

Nhân dịp kỷ niệm 89 năm Ngày Truyền thống Công nhân vùng Mỏ - Truyền thống ngành Than 12/11 (1936 - 2025), tỉnh Quảng Ninh tổ chức chuỗi các hoạt động từ ngày 10 -16/11 tại Cung Quy hoạch, Hội chợ và Triển lãm tỉnh và Quảng trường 30/10, như: Không gian giới thiệu thành tựu, công nghệ phát triển ngành công nghiệp sản xuất Than và không gian giới thiệu thành tựu Quốc phòng - An ninh; Ngày hội giao

lưu văn hóa, thể thao các dân tộc tỉnh Quảng Ninh; Triển lãm đặc sản Vùng miền Sắc Thu Quảng Ninh năm 2025 - không gian quảng bá sản phẩm OCOP, đặc sản tiêu biểu các vùng miền Bắc - Trung - Nam trên cả nước; Tuần phim đặc biệt chào mừng 89 năm Ngày Truyền thống Công nhân vùng Mỏ - Truyền thống ngành Than (12/11/1936 - 12/11/2025) và kích cầu Du lịch Quý IV/2025; Chương trình nghệ thuật (Concert) “Quảng Ninh - Đất mỏ anh hùng” diễn ra vào tối 12/11/2025.



Các tiết mục ca nhạc đặc sắc ca ngợi, tôn vinh Thợ mỏ và ngành công nghiệp sản xuất than tại Lễ khai mạc



Các đại biểu nhấn nút khai mạc các hoạt động chào mừng kỷ niệm 89 năm Ngày Truyền thống Công nhân vùng Mỏ - Truyền thống ngành Than 12/11 (1936 - 2025)

Không gian giới thiệu thành tựu, công nghệ phát triển ngành công nghiệp sản xuất Than giới thiệu công nghệ sản xuất, các thiết bị khai thác, đào lò trong sản xuất than lộ thiên và hầm lò... ngành công nghiệp có truyền thống lâu đời, có

vai trò quan trọng, đóng góp phần lớn ngân sách và phát triển kinh tế - xã hội của tỉnh Quảng Ninh.



Lãnh đạo tỉnh Quảng Ninh và các đại biểu tham quan tại Không gian giới thiệu thành tựu, công nghệ phát triển ngành công nghiệp sản xuất Than của TKV

Sự kiện lần này có ý nghĩa quan trọng, góp phần tuyên truyền sâu rộng truyền thống lịch sử, văn hóa và cách mạng của giai cấp công nhân Mỏ, truyền thống ngành Than nói riêng và của cả dân tộc nói chung; truyền thống tốt đẹp và các giá trị đặc trưng văn hóa, con người Quảng Ninh; tiếp tục phát huy truyền thống “Kỷ luật và đồng tâm” của thợ mỏ, khơi dậy tinh thần đoàn kết, ý chí tự lực, tự cường, xây dựng ngành Than ngày càng phát triển, xây dựng tỉnh Quảng Ninh giàu đẹp, văn minh.

Các hoạt động chào mừng kỷ niệm 89 năm Ngày Truyền thống Công nhân Vùng mỏ - Truyền thống ngành Than và kích cầu Du lịch Quý IV/2025 sẽ được diễn ra từ ngày 10 - 16/11/2025.

Theo <https://vinacomin.vn>.

10 THÁNG NĂM 2025, TKV SẢN XUẤT ƯỚC ĐẠT 32,5 TRIỆU TẤN THAN

Sáng ngày 04/11/2025, Tổng Giám đốc Tập đoàn Vũ Anh Tuấn chủ trì Hội nghị giao ban trực tuyến điều hành sản xuất tháng 11/2025 tại 2 điểm cầu: Trụ sở Tập đoàn tại Hà Nội và Trung tâm Điều hành sản xuất tại Quảng Ninh.



Hội nghị giao ban trực tuyến điều hành sản xuất tháng 8/2025 tại trụ sở Tập đoàn



Điểm cầu tại Trung tâm điều hành sản xuất tại Quảng Ninh

Tháng 10 năm 2025, hoàn lưu bão số 11 (Matmo) gây ra mưa bình quân tại một số khu vực lớn, gây ngập lụt đã làm ảnh hưởng rất lớn đến sản xuất và tiêu thụ than, khoáng sản của Tập đoàn; tiêu thụ than cho sản xuất điện giảm... Tập đoàn đã triển khai thực hiện có hiệu quả các giải

pháp đồng bộ, linh hoạt nhằm thúc đẩy SXKD tăng trưởng. Nhờ đó, Tập đoàn cơ bản hoàn thành các chỉ tiêu theo kế hoạch đề ra, đảm bảo việc làm và thu nhập của người lao động.

Cụ thể, than nguyên khai sản xuất ước thực hiện 3,0 triệu tấn, lũy kế 10 tháng ước đạt 32,5 triệu tấn; than sạch sản xuất ước thực hiện 3,3 triệu tấn, lũy kế 10 tháng ước đạt 32,2 triệu tấn; than nhập khẩu ước đạt 259 nghìn tấn, lũy kế 10 tháng ước đạt 8,9 triệu tấn; than tiêu thụ ước đạt 3,0 triệu tấn, lũy kế 10 tháng ước tiêu thụ 36,7 triệu tấn; sản xuất Alumina ước thực hiện 120 nghìn tấn, lũy kế 10 tháng ước đạt 1,2 triệu tấn; tiêu thụ Alumina ước đạt 163,3 nghìn tấn, lũy kế 10 tháng ước tiêu thụ 1,2 triệu tấn; sản xuất tinh quặng đồng ước đạt 6,2 nghìn tấn, lũy kế 10 tháng ước đạt 86,4 nghìn tấn. Sản lượng

điện sản xuất tháng 10 đạt 572 triệu kWh, lũy kế 10 tháng 8,2 tỷ kWh. Doanh thu tổng số toàn Tập đoàn ước đạt 12,3 nghìn tỷ đồng, lũy kế 10 tháng ước đạt 136 nghìn tỷ đồng; Nộp ngân sách nhà nước tháng 10 ước nộp 1,3 nghìn tỷ đồng; lũy kế 10 tháng đầu năm ước nộp 21,1 nghìn tỷ đồng.



Đại diện lãnh đạo Đảng ủy TKV, Đảng ủy Than Quảng Ninh, Công đoàn TKV, các Phó Tổng giám đốc và các Ban chuyên môn Tập đoàn đã trình bày, báo cáo tại hội nghị

Tại hội nghị, đại diện lãnh đạo Đảng ủy TKV, Đảng ủy Than Quảng Ninh, Công đoàn TKV, các Phó Tổng giám đốc và các Ban chuyên môn Tập đoàn đã trình bày, báo cáo các công việc thực hiện trong tháng 10; đồng thời đề xuất kế hoạch và nhiệm vụ trọng tâm cần triển khai trong tháng 11/2025.

Phát biểu tại hội nghị, Thành viên Hội đồng thành viên Tập đoàn Lê Quang Dũng đề nghị Tập đoàn và các đơn vị cần tập trung triển khai một số nội dung trọng tâm trong tháng 11 như: Tập trung thực hiện công tác tái cơ cấu, triển khai các giải pháp đẩy mạnh công tác chuyển đổi số, sử dụng AI nội sinh trong toàn Tập đoàn, phát triển các mềm quản trị, quản lý thiết bị. Tăng cường

công tác kiểm tra, giám sát, quản trị chi phí, đồng thời bám sát nghiên cứu các luật, nghị định của Nhà nước để triển khai thực hiện kịp thời, đúng quy định. Tập đoàn chỉ đạo điều hành, triển khai quyết liệt, đồng bộ các giải pháp, tập trung nhân lực, tăng năng suất, hoàn thành nhiệm vụ năm 2025.



Thành viên HĐQT Tập đoàn Lê Quang Dũng phát biểu tại hội nghị

Đồng thời, tập trung các giải pháp nhằm thực hiện tốt công tác an toàn, quản trị ranh giới mỏ, hoàn thiện kế hoạch SXKD điều chỉnh năm 2025, kế hoạch năm 2026 và kế hoạch giai đoạn 2026 - 2030 để triển khai thực hiện. Chủ động triển khai đảm bảo tiến độ, phối hợp, thống nhất với địa phương, giải quyết vướng mắc trong các thủ tục đầu tư. Đặc biệt chú trọng tiêu thụ than, thúc đẩy tiêu thụ ngoài điện, cân đối giá bán phù hợp với thị trường, bảo đảm mục tiêu doanh thu và lợi nhuận năm 2025. Rà soát các hệ thống quan trắc khí mỏ, tuân thủ quy chuẩn kỹ thuật quốc gia về khí thải công nghiệp, chuẩn bị ứng phó với tình hình mưa bão phức tạp và biến đổi khí hậu. Đồng thời khẩn trương rà soát quản lý đất đai, quy hoạch khoáng sản và gia hạn giấy phép khai thác...

Phát biểu kết luận hội nghị, Tổng Giám đốc Tập đoàn Vũ Anh Tuấn ghi nhận sự cố gắng của toàn hệ thống chính trị, trong tháng 10/2025, cơ bản kiểm soát được tình hình, đảm bảo hệ số tài chính, đời sống, thu nhập cho người lao động. Nhấn mạnh nhiệm vụ trọng tâm trong tháng 11/2025, Tổng Giám đốc Tập đoàn yêu cầu các

Ban, các đơn vị cần triển khai nghiêm túc các công việc, nhiệm vụ đề ra; xác định đây là tháng bản lề kết thúc năm. Về hoạt động sản xuất kinh doanh, tiếp tục thực hiện quyết liệt công tác tiêu thụ than, thực hiện yêu cầu của Thủ tướng Chính phủ về đẩy mạnh sản lượng sản xuất than, đóng góp vào GDP cho cả nước, có kế hoạch cung cấp than cho sản xuất điện năm 2026; đồng thời tận dụng tình hình khai thác thuận lợi, tăng tối đa sản lượng than, khoáng sản, hoàn thành kế hoạch năm 2025 đề ra.



Tổng Giám đốc Tập đoàn Vũ Anh Tuấn phát biểu kết luận hội nghị

Tổng Giám đốc Tập đoàn Vũ Anh Tuấn cũng lưu ý cần tập trung đẩy mạnh cơ giới hóa, tin học hóa, tự động hóa, tăng cường chuyển đổi số về quản trị doanh nghiệp, đánh giá hiệu quả

các hệ thống logistic. Đặc biệt triển khai quyết liệt các đề án tái cơ cấu, chú trọng hiệu quả công tác đầu tư. Tiếp tục tăng cường phối hợp, làm việc với các địa phương để giải quyết các vướng mắc, khó khăn về giấy phép khai thác. Chuẩn bị tốt các hoạt động tổng kết 2025, triển khai kế hoạch 2026; rà soát, đánh giá chương trình hành động của cơ quan chuyên môn.

Bên cạnh đó, cần quan tâm, hỗ trợ một số đơn vị khó khăn, cải thiện điều kiện làm việc, chế độ cho người lao động. Công đoàn phối hợp với chuyên môn để hỗ trợ thiệt hại sau mưa bão cho các đơn vị và người lao động trong Tập đoàn...

Theo kế hoạch, tháng 11/2025, Tập đoàn đặt mục tiêu sản xuất 3,35 triệu tấn than nguyên khai; sản lượng than sạch đạt 3,75 triệu tấn; tiêu thụ than dự kiến đạt 4,7 triệu tấn. Sản lượng Alumina dự kiến 113 nghìn tấn, tiêu thụ 109 nghìn tấn. Sản xuất 4,0 nghìn tấn tinh quặng đồng, tiêu thụ 2,5 nghìn tấn. Sản xuất điện dự kiến 1,1 tỷ kWh; sản xuất thuốc nổ 5,6 nghìn tấn; cung ứng thuốc nổ 8,5 nghìn tấn. Sản xuất Amon nitrat đạt 15 nghìn tấn, tiêu thụ 11,5 nghìn tấn. Doanh thu hợp nhất toàn Tập đoàn dự kiến đạt 16,1 nghìn tỷ đồng...

Theo <https://vinacomin.vn>.

ẢNH HƯỞNG CỦA MỨC ĐỘ MÒN MŨI BÚA ĐẾN NĂNG SUẤT LÀM VIỆC CỦA BÚA THỦY LỰC KHI PHÁ ĐÁ QUÁ CỠ TẠI CÁC MỎ ĐÁ GRANITE VIỆT NAM

TS. Lê Thanh Bình - Viện Cơ khí Năng lượng và Mỏ - Vinacomin
GS.TS. Bolobov V.I., TS. Chupin S.A. - Đại học Mỏ Xanh Petecbua (CHLB Nga).

Tóm tắt: Trong khai thác đá granite bằng phương pháp khoan – nổ mìn tại Việt Nam, đá quá cỡ chiếm tỷ lệ đáng kể và thường được xử lý bằng búa thủy lực. Trong quá trình làm việc, mũi búa của búa bị mòn dần, làm thay đổi điều kiện tiếp xúc với đá và ảnh hưởng trực tiếp đến hiệu quả phá đá. Bài báo xây dựng mô hình toán học mô tả quá trình va đập – xuyên phá của mũi búa búa thủy lực vào đá granite, có xét đến mức độ mòn của mũi búa. Trên cơ sở mô hình này, các thông số va đập, độ sâu xuyên phá, chiều dài vết nứt phát triển, năng suất phá đá và suất tiêu hao năng lượng được xác định theo các mức độ mòn khác nhau của mũi búa. Kết quả tính toán cho thấy khi mũi búa mòn hoàn toàn, năng suất phá đá giảm xấp xỉ hai lần, trong khi suất tiêu hao năng lượng tăng gần gấp đôi so với trường hợp mũi búa còn sắc. Mô hình đề xuất được kiểm chứng bằng thực nghiệm động học và cho kết quả phù hợp tốt. Các kết quả nghiên cứu khẳng định sự cần thiết của việc thay thế hoặc mài lại mũi búa nhằm nâng cao hiệu quả kinh tế – kỹ thuật của búa thủy lực khi phá đá granite quá cỡ.

Từ khóa: Búa thủy lực; mũi búa; mòn dụng cụ; đá quá cỡ; granite; năng suất; suất tiêu hao năng lượng.

1. Mở đầu

Đá granite là một trong những loại vật liệu xây dựng chủ yếu, được sử dụng rộng rãi trong sản xuất bê tông và xây dựng giao thông. Trữ lượng đá granite ở Việt Nam rất lớn, ước tính đạt khoảng 30 tỷ m³. Quá trình khai thác đá granite chủ yếu được thực hiện bằng phương pháp khoan – nổ mìn, trong đó sản phẩm sau nổ bao gồm đá có kích thước phù hợp cho nghiền sàng và một tỷ lệ đáng kể đá quá cỡ.

Do điều kiện địa chất, công nghệ nổ mìn và đặc điểm thiết bị nghiền, tại nhiều mỏ đá granite ở Việt Nam, đá quá cỡ chiếm khoảng 10–12% khối lượng đá sau nổ. Việc xử lý đá quá cỡ thường được thực hiện trực tiếp tại hiện trường bằng các phương pháp nổ mìn bổ sung hoặc phá cơ học. Trong đó, phá cơ học bằng búa thủy lực được sử dụng phổ biến do tính linh hoạt, an toàn và khả năng kiểm soát kích thước sản phẩm sau phá.

Các mỏ đá granite ở Việt Nam chủ yếu sử dụng búa thủy lực cỡ trung bình, có năng lượng va đập đến khoảng 2,5 kJ, lắp trên máy xúc hoặc

máy đào bánh xích. Búa thủy lực thường được trang bị mũi búa hình côn, có phần đỉnh được làm phẳng để tăng độ bền khi làm việc. Trong quá trình vận hành, do tác động va đập lặp lại và mài mòn với đá có độ cứng cao, mũi búa bị mòn dần, làm tăng diện tích tiếp xúc với đá và thay đổi điều kiện phá hủy.



Hình 1. Búa thủy lực JCB HM380 sử dụng để phá đá quá cỡ tại các mỏ đá granite ở Việt Nam

Thực tế sản xuất tại các mỏ đá granite ở Việt Nam cho thấy búa thủy lực vẫn thường được sử dụng ngay cả khi mũi búa đã bị mòn đáng kể, thậm chí mòn hoàn toàn. Điều này làm phát sinh câu hỏi về mức độ ảnh hưởng của độ mòn mũi búa đến năng suất làm việc, hiệu quả sử dụng năng lượng và chi phí phá đá. Tuy nhiên, trong các nghiên cứu trước đây, ảnh hưởng của hình dạng và mức độ mòn của mũi búa đến hiệu quả phá đá của búa thủy lực chưa được phân tích đầy đủ.



Hình 2. Mũi búa bị mòn sau quá trình phá đá quá cỡ tại mỏ đá granite

Vì vậy, bài báo này tập trung xây dựng mô hình toán học mô tả quá trình tương tác va đập giữa mũi búa thủy lực và đá granite, có xét đến mức độ mòn của mũi búa, nhằm đánh giá định lượng ảnh hưởng của yếu tố này đến các thông số va đập, năng suất phá đá và suất tiêu hao năng lượng. Kết quả nghiên cứu có ý nghĩa thực tiễn quan trọng trong việc lựa chọn, sử dụng và bảo dưỡng mũi búa thủy lực tại các mỏ đá granite ở Việt Nam.

2. Mô hình toán học tương tác va đập giữa mũi búa và đá có xét đến độ mòn

2.1. Cơ sở xây dựng mô hình

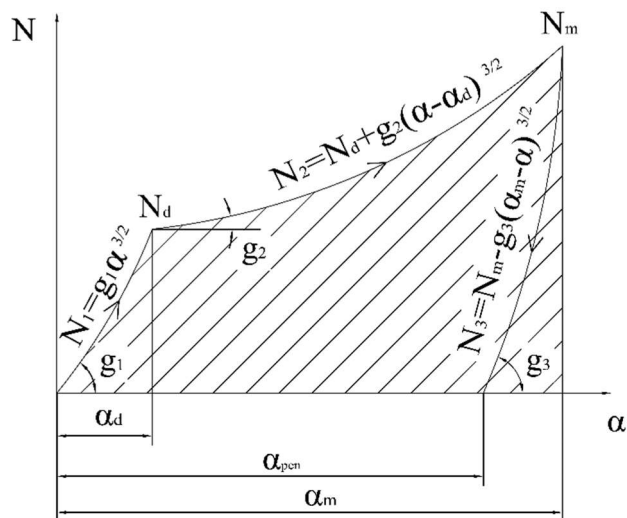
Quá trình phá đá quá cỡ bằng búa thủy lực là quá trình va đập ngắn hạn giữa mũi búa và khối đá, trong đó năng lượng động học của mũi búa được truyền vào đá, gây biến dạng đàn hồi, phá hủy tiếp xúc và phát triển vết nứt trong khối đá. Để mô tả quá trình này, mô hình va đập cổ điển

hai vật thể được sử dụng, trong đó hệ va đập gồm mũi búa và khối đá bị phá.

Mũi búa của búa thủy lực được coi là một phần tử đàn hồi có chiều dài tương đối nhỏ, do đó có thể bỏ qua ảnh hưởng của các quá trình sóng ứng suất trong thân mũi búa. Khối đá granite được coi là môi trường đàn hồi – giòn, trong đó phá hủy xảy ra khi ứng suất tiếp xúc đạt đến giá trị tới hạn.

Theo các kết quả nghiên cứu về phá hủy tiếp xúc của đá giòn, quá trình xuyên phá của mũi búa vào đá trong mỗi lần va đập có thể được chia thành ba giai đoạn chính:

- Giai đoạn biến dạng đàn hồi của đá dưới vùng tiếp xúc;
- Giai đoạn phá hủy tiếp xúc và xuyên mũi búa vào vùng sản phẩm phá hủy;
- Giai đoạn đàn hồi hồi phục, đẩy mũi búa ra khỏi khối đá.



Hình 3. Dạng đặc tính tải của hệ “mũi búa – đá”,

sử dụng trong tính toán các thông số va đập

2.2. Đặc trưng hình học và mức độ mòn của mũi búa

Mũi búa được xét có dạng hình côn, phần đỉnh bị mòn tạo thành mặt cầu bán kính R_s . Khi làm việc, giá trị R_s tăng dần theo mức độ mòn của mũi búa. Để đặc trưng cho mức độ mòn, hệ số mòn của mũi búa được đưa vào dưới dạng:

$$k_p = \frac{R_s}{R_{sf}}$$

Trong đó: R_{sf} là bán kính mặt mòn tương ứng với trạng thái mũi búa mòn hoàn toàn.

Giá trị k_p thay đổi từ k_{p0} đối với mũi búa còn mới đến $k_{pf} = 1$ đối với mũi búa mòn hoàn toàn.

Việc tăng bán kính mặt mòn dẫn đến tăng diện tích tiếp xúc giữa mũi búa và đá, làm thay đổi độ cứng tiếp xúc và các thông số lực trong quá trình va đập.

3. Kết quả tính toán cho một lần va đập

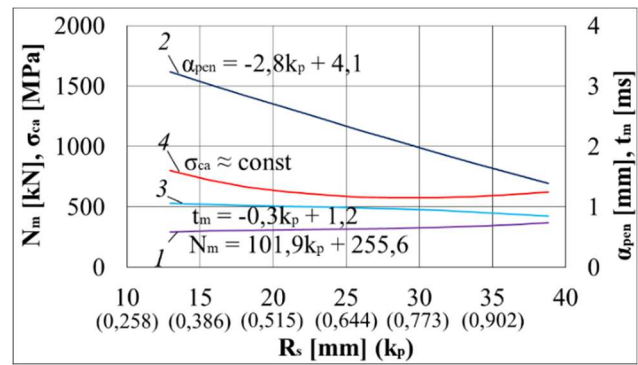
Việc xác định ảnh hưởng của mức độ mòn mũi búa đến các thông số va đập được thực hiện trên cơ sở thay đổi bán kính mặt mòn R_s , tương ứng với các giá trị khác nhau của hệ số mòn k_p . Các thông số đặc trưng của búa thủy lực JCB HM380 và đá granite được giữ không đổi trong quá trình tính toán.

Kết quả tính toán cho thấy, khi mức độ mòn của mũi búa tăng lên, lực cản cực đại của đá đối với sự xuyên phá của mũi búa tăng dần. Nguyên nhân là do diện tích tiếp xúc giữa mũi búa và đá tăng, dẫn đến sự gia tăng độ cứng tiếp xúc của hệ “mũi búa – đá”. Trong khi đó, với cùng xung lượng va đập, sự gia tăng lực cản làm cho thời gian va đập và độ sâu xuyên phá của mũi búa giảm.

Độ sâu xuyên phá của mũi búa trong một lần va đập giảm rõ rệt khi hệ số mòn k_p tăng từ trạng thái ban đầu đến trạng thái mòn hoàn toàn. Điều này cho thấy khả năng tập trung ứng suất và hiệu quả truyền năng lượng vào đá của mũi búa bị suy giảm đáng kể khi mũi búa bị mòn.

Ứng suất tiếp xúc cực đại tại vùng tiếp xúc giữa mũi búa và đá trong các trường hợp tính toán hầu như không thay đổi nhiều, dao động trong một khoảng hẹp. Kết quả này cho thấy điều kiện phá hủy tiếp xúc của đá vẫn được thỏa mãn ngay cả khi mũi búa bị mòn, tuy nhiên hiệu quả phá hủy thể hiện qua độ sâu xuyên phá và thể tích đá

bị phá trong mỗi lần va đập bị giảm.

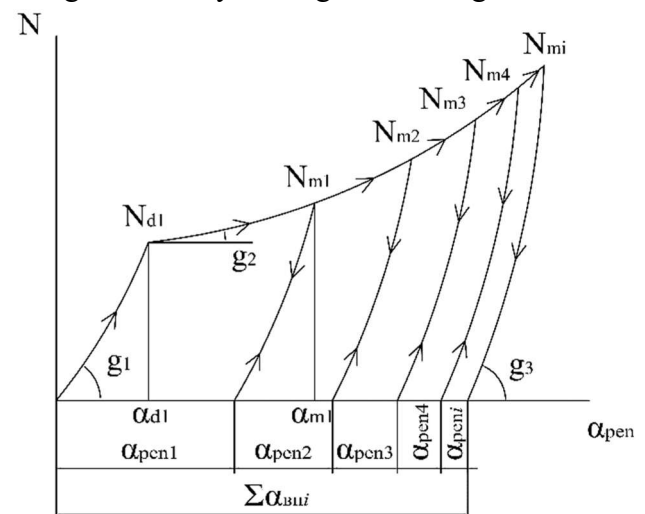


Hình 4. Các thông số tính toán của quá trình xuyên phá mũi búa của búa thủy lực JCB HM380 vào đá granite theo bán kính vùng mòn của mũi búa: (1) Lực cản cực đại của đá; (2) Độ sâu xuyên phá; (3) Thời gian va đập; (4) Ứng suất tiếp xúc cực đại

Như vậy, đối với một lần va đập đơn lẻ, mức độ mòn của mũi búa không làm thay đổi bản chất phá hủy của đá, nhưng làm giảm đáng kể hiệu quả sử dụng năng lượng va đập.

4. Kết quả tính toán cho chu kỳ nhiều lần va đập

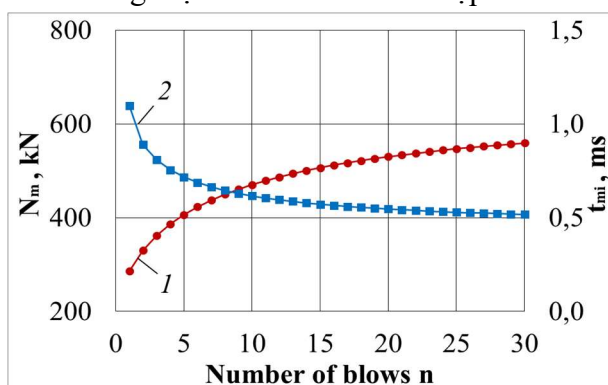
Trong thực tế sản xuất, để phá tách một mảnh đá từ khối đá quá cỡ, búa thủy lực thường tác động một chu kỳ gồm nhiều lần va đập liên tiếp tại cùng một vị trí trên bề mặt đá. Qua quan sát thực tế tại các mỏ đá granite, số lần va đập trong một chu kỳ thường vào khoảng 30 lần.



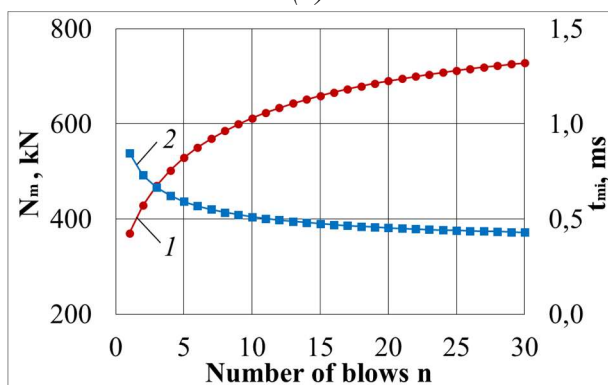
Hình 5. Dạng đặc tính tải tổng hợp của hệ “mũi búa – đá” khi xét chu kỳ nhiều lần va đập

Khi xét chu kỳ nhiều lần va đập, cần tính đến sự thay đổi điều kiện làm việc của mũi búa sau mỗi lần va đập. Cụ thể, khi mũi búa xuyên sâu dần vào đá, lực ma sát và lực cản của đá tăng lên, dẫn đến sự gia tăng lực cản cực đại và giảm độ sâu xuyên phá ở các lần va đập tiếp theo.

Kết quả tính toán cho thấy, đối với cả mũi búa còn mới và mũi búa mòn hoàn toàn, lực cản của đá tăng dần theo số lần va đập trong chu kỳ, trong khi thời gian va đập giảm. Đối với lần va đập cuối cùng trong chu kỳ, thời gian va đập chỉ còn khoảng một nửa so với lần va đập đầu tiên.



(a)

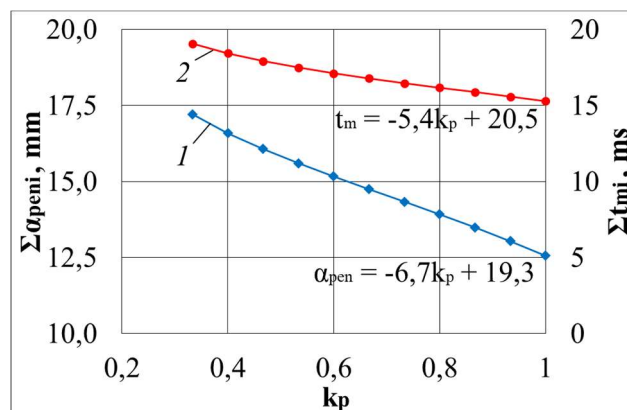


(b)

Hình 6. Sự phụ thuộc của lực cản của đá và thời gian va đập theo số lần va đập trong chu kỳ đối với: a) Mũi búa ở trạng thái ban đầu; b) Mũi búa mòn hoàn toàn

Khi so sánh các chu kỳ va đập ứng với các mức độ mòn khác nhau của mũi búa, tổng độ sâu xuyên phá của mũi búa trong cả chu kỳ giảm đáng kể khi mức độ mòn tăng. Cụ thể, khi hệ số mòn tăng từ trạng thái ban đầu đến trạng thái mòn hoàn toàn, tổng độ sâu xuyên phá trong một chu

kỳ 30 lần va đập giảm khoảng 28%, trong khi tổng thời gian va đập của cả chu kỳ giảm khoảng 20%.



Hình 7. Sự phụ thuộc của tổng độ sâu xuyên phá của mũi búa và tổng thời gian va đập của một chu kỳ 30 lần va đập theo mức độ mòn của mũi búa

Kết quả này cho thấy, mặc dù mũi búa mòn làm giảm thời gian tác động tổng cộng trong một chu kỳ, nhưng hiệu quả phá đá thể hiện qua mức độ xuyên phá và phát triển vết nứt trong đá bị suy giảm rõ rệt.

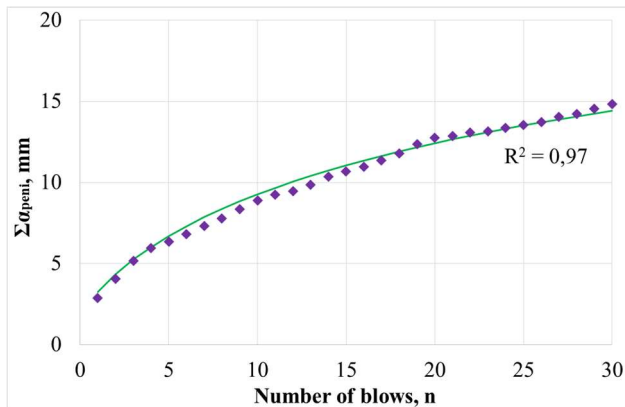
5. Kiểm chứng thực nghiệm kết quả tính toán

Để kiểm chứng độ tin cậy của mô hình toán học đề xuất, các kết quả tính toán đã được so sánh với kết quả thực nghiệm xác định độ sâu xuyên phá của mũi búa trong chu kỳ nhiều lần va đập. Thí nghiệm được thực hiện bằng phương pháp quay phim động học khi búa thủy lực JCB HM380 làm việc trên khối bê tông có cường độ nén khoảng 50 MPa.

Trong thí nghiệm, một chu kỳ khoảng 30 lần va đập được thực hiện tại cùng một vị trí trên bề mặt bê tông. Sau mỗi lần va đập, độ dịch chuyển của mũi búa so với các mốc cố định trên khối bê tông được xác định, từ đó xác định độ sâu xuyên phá của mũi búa cho từng lần va đập và tổng độ sâu xuyên phá theo số lần va đập.

So sánh giữa kết quả tính toán và kết quả thực nghiệm cho thấy sự phù hợp tốt giữa hai bộ dữ liệu. Hệ số xác định của đường xấp xỉ đạt giá trị $R^2 = 0,97$, chứng tỏ mô hình toán học đã mô

tả hợp lý quá trình xuyên phá của mũi búa vào vật liệu giòn dưới tác dụng và đập lặp lại.



Hình 8. So sánh độ sâu xuyên phá tổng cộng của mũi búa theo số lần đập: Kết quả tính toán (đường liền); Kết quả thực nghiệm (ký hiệu ♦)

Kết quả kiểm chứng thực nghiệm cho phép khẳng định rằng các giả thiết được sử dụng trong quá trình xây dựng mô hình là phù hợp và mô hình có thể được sử dụng để phân tích ảnh hưởng của mức độ mòn mũi búa đến hiệu quả làm việc của búa thủy lực.

6. Phân tích ảnh hưởng của độ mòn mũi búa đến năng suất và suất tiêu hao năng lượng

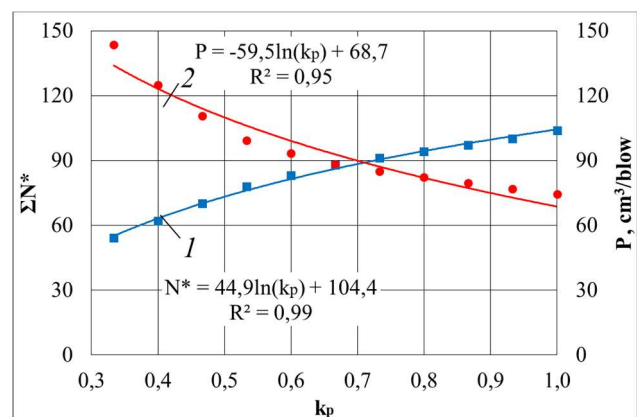
Việc đánh giá ảnh hưởng của độ mòn mũi búa đến năng suất làm việc của búa thủy lực được thực hiện trên cơ sở giả thiết rằng một mảnh đá được tách ra khỏi khối đá quá cỡ khi vết nứt phát sinh do va đập của mũi búa phát triển và chạm tới bề mặt tự do của khối đá. Trong trường hợp vết nứt chưa đạt đến bề mặt tự do sau một lần va đập, chiều dài vết nứt phát sinh trong các lần va đập tiếp theo sẽ được cộng dồn cho đến khi đạt điều kiện phá tách.

Dựa trên quan sát thực tế quá trình phá đá quá cỡ bằng búa thủy lực tại các mỏ đá granite, một chu kỳ tác động gồm 30 lần va đập liên tiếp tại cùng một vị trí được lựa chọn làm đơn vị tính toán. Chiều dài tổng cộng của vết nứt phát sinh trong một chu kỳ va đập được xác định thông qua tổng thời gian phát triển vết nứt và vận tốc lan truyền vết nứt trong đá granite.

Kết quả tính toán cho thấy khi mức độ mòn của mũi búa tăng, tổng chiều dài vết nứt phát sinh trong một chu kỳ va đập giảm dần. Khi so sánh giữa mũi búa ở trạng thái ban đầu và mũi búa mòn hoàn toàn, tổng chiều dài vết nứt giảm khoảng 20%. Điều này dẫn đến việc giảm thể tích đá được phá tách trong mỗi chu kỳ va đập.

Năng suất trung bình của búa thủy lực được xác định bằng thể tích đá bị phá tách trong một chu kỳ va đập chia cho số lần va đập trong chu kỳ. Kết quả cho thấy năng suất giảm rõ rệt khi mũi búa bị mòn. Cụ thể, trong trường hợp mũi búa còn mới, năng suất trung bình đạt khoảng 143,5 cm³ cho mỗi lần va đập, trong khi ở trạng thái mũi búa mòn hoàn toàn, giá trị này chỉ còn khoảng 74,5 cm³ cho mỗi lần va đập, tức giảm gần hai lần.

Song song với sự suy giảm năng suất, suất tiêu hao năng lượng cho quá trình phá đá tăng đáng kể khi mức độ mòn của mũi búa tăng. Suất tiêu hao năng lượng được xác định bằng tỷ số giữa năng lượng va đập tiêu thụ và thể tích đá bị phá hủy. Kết quả tính toán cho thấy suất tiêu hao năng lượng tăng từ khoảng 6,8 MJ/m³ đối với mũi búa còn mới lên đến khoảng 13,2 MJ/m³ khi mũi búa mòn hoàn toàn.



Hình 9. Sự phụ thuộc của: (1) Năng suất trung bình của búa thủy lực JCB HM380 khi phá đá quá cỡ; (2) Suất tiêu hao năng lượng của quá trình phá đá granite theo mức độ mòn mũi búa

Các kết quả trên cho thấy độ mòn của mũi búa không chỉ làm giảm hiệu quả phá đá của từng

lần va đập mà còn làm tăng đáng kể chi phí năng lượng cho quá trình xử lý đá quá cỡ.

7. Đánh giá hiệu quả kinh tế của việc thay thế mũi búa

Để đánh giá hiệu quả kinh tế của việc thay thế mũi búa sau khi bị mòn, hai phương án vận hành búa thủy lực được xem xét: phương án thứ nhất sử dụng một mũi búa cho đến khi bị mòn hoàn toàn; phương án thứ hai sử dụng ba mũi búa, trong đó mỗi mũi búa được thay thế sau khi phần đỉnh bị mòn.

Kết quả tính toán cho thấy, mặc dù phương án thứ hai làm tăng chi phí mũi búa, nhưng do năng suất phá đá cao hơn nên tổng thời gian làm việc của búa thủy lực giảm đáng kể. Nhờ đó, chi phí vận hành tính trên một đơn vị thể tích đá bị phá hủy thấp hơn so với phương án sử dụng một mũi búa cho đến khi mòn hoàn toàn.

Cụ thể, chi phí phá đá tính cho một mét khối đá granite khi thay thế mũi búa kịp thời thấp hơn khoảng 17% so với trường hợp tiếp tục sử dụng

mũi búa đã mòn hoàn toàn. Kết quả này cho thấy việc thay thế hoặc mài lại mũi búa sau khi bị mòn là giải pháp hợp lý về mặt kinh tế, đặc biệt trong điều kiện các mỏ đá granite có cường độ khai thác cao.

8. Kết luận

1) Độ mòn của mũi búa có ảnh hưởng lớn đến quá trình va đập và xuyên phá của búa thủy lực khi phá đá granite quá cỡ.

2) Khi mũi búa mòn hoàn toàn, độ sâu xuyên phá, chiều dài vết nứt phát triển và năng suất phá đá giảm đáng kể, trong khi suất tiêu hao năng lượng tăng gần gấp đôi so với mũi búa còn mới.

3) Mô hình toán học được xây dựng cho phép mô tả hợp lý quá trình tương tác va đập giữa mũi búa và đá, đồng thời cho kết quả phù hợp tốt với thực nghiệm.

4) Việc thay thế hoặc mài lại mũi búa sau khi bị mòn là cần thiết nhằm nâng cao hiệu quả kinh tế – kỹ thuật của búa thủy lực trong phá đá granite quá cỡ tại các mỏ đá ở Việt Nam.

TÀI LIỆU THAM KHẢO

1. Marsden P., Pollok M. Demolition and recycling international, Buyers' Guide, Breakers. KHL Group Magazine. 2004. PP. 15-30.
2. Evans I. Energy Requirements for Impact Breakage of Rocks. Proceedings, Fluid Power Equipment in Mining, Quarrying Tunneling, IMM London. 1974. PP. 1-8.
3. Grantmyre I., Hawkes I. High-Energy Impact Rockbreaking. CIM Bulletin. August 1975. PP. 63-70.
4. Mahyera A., McDonald R.C., Koenning T.H. Predicting Performance of Joy Hefti Impactors for Secondary Breaking. Proceedings of the 14th Canadian Rock Mechanics Symposium, Vancouver, CIM special, Vol. 30. May 13-14 1982. PP. 59-63.
5. Afrouz A., Hassani F.P. An Investigation into Rock Breaking by Direct Impact. Mining Science and Technology, Vol. 4(2). 1987. PP. 167-176.
6. Bilgin N., Yazici S., Eskikaya S. A Model to Predict the Performance of Roadheaders And Impact Hammers In Tunnel Drivages. Proceedings, Eurock 96, Torino, Balkema. 1996. PP. 715-720.
7. Bilgin N., Kuzu C., Eskikaya S. Cutting Performance of Jack Hammers and Roadheaders in Istanbul Metro Drivages. Proceedings, World Tunnel Congress, Vienna, Balkema. 1997. PP. 455-460.
8. Bilgin N., Dincer T., Copur H. The Performance Prediction of Impact Hammers from Schmidt Hammer Rebound Values in Istanbul Metro Tunnel Drivages. Tunnelling and Underground Space Technology, Vol. 17(3). 2002. PP. 237-247.

9. Khoreshok A., Mametiev L., Tsekhin A., Borisov A. Relationship between the Power of the Two-Bit Cutting Body Rotation Drive of the Roadheader and Hardness of Broken Rock. E3S Web of Conferences 41, 03017. 2018.
10. Wayment W.R., Grantmyre I.P. Development of a High Blow Energy Hydraulic Impactor. Proceedings of the Rapid Excavation and Tunneling Conference. 1976. PP. 611-626.
11. Aksoy C.O. Performance Prediction of Impact Hammers by Block Punch Index for Weak Rock Masses. International Journal of Rock Mechanics and Mining Sciences, Vol. 46(8). 2009. PP. 1383-1388.
12. Aksoy C.O. An Updated Formula and Method to Predict the Performance of Impact Hammers. International Journal of Rock Mechanics and Mining Sciences, Vol. 61. 2013. PP. 289-295.
13. Aksoy C.O. Proposed Chart for the Selection of Impact Hammer. International Journal of Rock Mechanics and Mining Sciences, Vol. 68. 2014. PP. 120-127.
14. Sokolinskii V.B. Impact Destruction Machines. Moscow: Mashinostroenie. 1982. 185 p. (in Russian).
15. Shelkovnikov I.G. Use of Impact Energy in Drilling Processes. Moscow: Nedra. 1977. 160 p. (in Russian).
16. Stavrigin A.N., Tarasov B.G. Experimental Physics and Mechanics of Rocks. Saint Petersburg: Science. 2001. 343 p. (in Russian).
17. Bolobov V.I., Le Thanh Binh, Plashchinskiy V.A. Propagation of Fracture in Rocks under Impact. Obogashchenie Rud. 2019, № 6, pp. 3-9. (in Russian).
18. Zelenin A.N. Fundamentals of Soil Destruction by Mechanical Methods. Moscow: Mechanical Engineering. 1968. 376 p. (in Russian).
19. Ushakov L.S., Kotylev Yu.E., Kravchenko V.A. Hydraulic Impact Machines. Moscow: Mashinostroenie. 2000, 416 p. (in Russian).
20. Mattis A.R., Kuznetsov V.I., Vasiliev E.I., Tashkinov A.S., Virula A.L., Zaitsev G.D. Active Bucket Excavators. Novosibirsk: Science. 1996. 176 p. (in Russian).
21. Bilgin N., Copur H., Balci C. Mechanical Excavation in Mining and Civil Industries CRC Press - Taylor & Francis Group. 2014. 354 p.

NGHIÊN CỨU KHẢ NĂNG ÁP DỤNG CÔNG NGHỆ CƠ GIỚI HÓA KHAI THÁC THAN TRONG ĐIỀU KIỆN ĐỊA CHẤT PHỨC TẠP TẠI CÁC MỎ HÀM LÒ VÙNG QUẢNG NINH

TS. Lê Quang Phục - Trường Đại học Mỏ Địa Chất

TÓM TẮT

Bài báo đánh giá khả năng áp dụng công nghệ cơ giới hóa (CGH) khai thác than hầm lò tại các khu vực có điều kiện địa chất - kỹ thuật mỏ phức tạp ở vùng Quảng Ninh. Thông qua phân tích đặc điểm các vỉa than như: than, đá vách/trụ mềm yếu, góc dốc vỉa lớn, mức độ phá hủy kiến tạo mạnh và diện khai thác nhỏ lẻ, nghiên cứu đã xác định tổng trữ lượng có thể áp dụng CGH đạt khoảng 231,5 triệu tấn (chiếm 34,6% tổng trữ lượng). Kết quả nghiên cứu đề xuất một số mô hình CGH phù hợp từng điều kiện địa chất, kỹ thuật mỏ, khi đó sản lượng khai thác có thể tăng từ 4,3 lên 9,3 triệu tấn/năm, nâng tỷ trọng khai thác CGH lên khoảng 29%.

Từ khóa: Cơ giới hoá, địa chất phức tạp, mỏ hầm lò, vách trụ mềm yếu.

1. ĐẶT VẤN ĐỀ

Cơ giới hóa (CGH) trong khai thác than hầm lò được xem là xu thế phát triển tất yếu của ngành công nghiệp khai khoáng hiện đại, đóng vai trò then chốt trong việc nâng cao năng suất lao động, giảm thiểu rủi ro tai nạn nghề nghiệp và cải thiện điều kiện làm việc cho người lao động. Đồng thời, việc áp dụng các thiết bị kỹ thuật và công nghệ khai thác hiện đại còn góp phần đẩy nhanh tiến trình hiện đại hóa ngành than, nâng cao hiệu quả khai thác tài nguyên, giảm chi phí sản xuất và đáp ứng tốt hơn các yêu cầu về bảo vệ môi trường [1, 2].

Trong những năm qua, nhiều nghiên cứu đã được thực hiện nhằm thúc đẩy cơ giới hóa khai thác than hầm lò tại vùng Quảng Ninh [3,4,5]. Tuy nhiên, phần lớn chỉ tập trung vào các mỏ có điều kiện địa chất thuận lợi hoặc các dạng vỉa điển hình. Các nghiên cứu chuyên sâu về áp dụng CGH trong điều kiện vỉa dốc, đá vách, trụ mềm yếu, hoặc địa tầng phức tạp còn hạn chế. Đặc biệt, chưa có đánh giá toàn diện về tính khả thi công nghệ trong điều kiện mỏ

phức tạp – vốn phổ biến tại nhiều khu vực khai thác hiện nay. Do đó, cần thiết phải nghiên cứu, đánh giá cụ thể khả năng áp dụng CGH tại các mỏ có điều kiện khó khăn hơn, nhằm đảm bảo hiệu quả và an toàn sản xuất. Tại vùng than Quảng Ninh, khu vực khai thác than trọng điểm của cả nước với phần lớn trữ lượng các mỏ than hầm lò lại phân bố trong những khu vực có điều kiện địa chất mỏ phức tạp. Các yếu tố như phân lớp địa tầng không đồng nhất, góc dốc vỉa than lớn, đá kẹp xen kẽ, sự phát triển mạnh của đứt gãy, áp lực mỏ lớn và điều kiện thủy văn không thuận lợi, vách trụ hoặc than mềm yếu, hoặc trữ lượng nằm trong các khu vực giới hạn về không gian... đã gây ra nhiều trở ngại trong quá trình áp dụng đồng bộ các thiết bị cơ giới hóa. Những yếu tố này không chỉ ảnh hưởng đến khả năng triển khai áp dụng cơ giới hoá mà còn đòi hỏi phải có giải pháp kỹ thuật phù hợp để đảm bảo an toàn và hiệu quả vận hành hệ thống khai thác CGH [3,4,5].

Trước bối cảnh đó, việc nghiên cứu đánh giá toàn diện khả năng áp dụng công nghệ cơ giới hóa khai thác tại các khu vực có điều kiện

địa chất, kỹ thuật mỏ phức tạp là nhiệm vụ cấp thiết. Trên cơ sở đó cần tập trung vào việc phân tích đặc điểm địa chất - kỹ thuật cụ thể của từng khu vực, từng mỏ để lựa chọn công nghệ và thiết bị phù hợp tương ứng, xây dựng các mô hình khai thác thử nghiệm cũng như đề xuất các giải pháp kỹ thuật, tổ chức để tối ưu hóa quá trình triển khai CGH. Những kết quả nghiên cứu không chỉ giúp tháo gỡ các rào cản hiện tại mà còn mở ra hướng phát triển bền vững cho ngành than trong tương lai.

2. PHƯƠNG PHÁP NGHIÊN CỨU

Nhóm tác giả sử dụng những phương pháp nghiên cứu sau:

Tổng hợp, phân tích dữ liệu hiện trạng tại 13 mỏ hầm lò tại vùng Quảng Ninh.

Phân tích các yếu tố ảnh hưởng như: địa chất, cơ lý đá, khí mỏ, thủy văn nhằm đưa ra đánh giá về thực trạng các điều kiện địa chất mỏ áp dụng các mô hình CGH tại các mỏ hầm lò thuộc Tập đoàn Công nghiệp Than khoáng sản Việt Nam.

Phân loại tiêu chí và lựa chọn khu vực áp dụng CGH phù hợp từng điều kiện địa chất mỏ phức tạp.

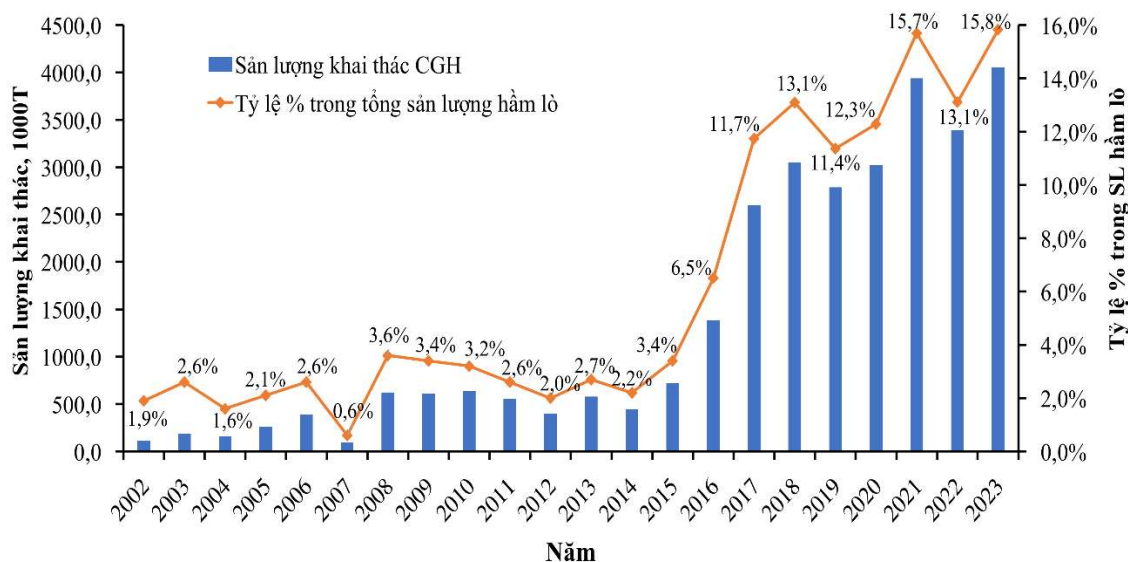
Đánh giá tổng hợp trữ lượng có khả năng CGH trên cơ sở tiêu chí về sự phức tạp của điều kiện địa chất mỏ.

Đề xuất mô hình CGH tương ứng với điều kiện địa chất kỹ thuật mỏ đã đánh giá.

3. NỘI DUNG NGHIÊN CỨU

3.1. Hiện trạng áp dụng CGH

Tính đến năm 2024, Tập đoàn Công nghiệp Than - Khoáng sản Việt Nam (TKV) đã triển khai 12 dây chuyền khai thác than bằng công nghệ cơ giới hóa tại các mỏ hầm lò thuộc vùng Quảng Ninh. Trong đó gồm: 04 dây chuyền CGH lò chợ cột dài theo phương khẩu than bằng máy khấu áp dụng trong điều kiện vỉa than dày trung bình, dốc thoải đến nghiêng ($\leq 35^\circ$) tại các mỏ Khe Tam (Dương Huy), Khe Chàm III, Khe Chàm II-IV (Hạ Long) và Trảng Bạch (Uông Bí). 05 dây chuyền CGH lò chợ thu hồi than nóc áp dụng trong điều kiện vỉa than dày, góc dốc thoải đến nghiêng tại các mỏ Vàng Danh, Hà Lâm, Khe Chàm III và Mông Dương. 01 dây chuyền CGH lò chợ chia cột dài theo hướng dốc vỉa bằng máy bào và giàn chống 2ANSHA áp dụng cho điều kiện vỉa than trung bình, dốc đứng ($\geq 55^\circ$) tại mỏ Trảng Khê (Uông Bí) [6].



Hình 1. Sản lượng khai thác bằng công nghệ khấu than cơ giới hóa tại các mỏ hầm lò vùng Quảng Ninh

Tổng sản lượng khai thác bằng CGH đạt hơn 4,3 triệu tấn/năm, chiếm khoảng 15,8% tổng sản lượng khai thác hầm lò. Sản lượng các lò chợ CGH đồng bộ phổ biến từ 300.000 đến 600.000 tấn/năm, cao gấp 1,5–3 lần so với lò

chợ khấu than bằng khoan nổ mìn (KNM), sử dụng giá khung hoặc giá xích.

Năng suất lao động trong các lò chợ CGH đạt từ 15–20 tấn/công, gấp 2–3 lần so với

phương pháp thủ công. Ngoài ra, điều kiện làm việc được cải thiện rõ rệt, mức độ an toàn tăng cao do giảm tiếp xúc trực tiếp của người lao động với các khu vực nguy hiểm trong gương lò. Tuy nhiên, các dây chuyền CGH hiện tại chủ yếu mới được áp dụng trong các khu vực vỉa than có điều kiện thuận lợi về địa chất - kỹ thuật, chưa mở rộng sang các khu vực phức tạp.

3.2. Đặc điểm điều kiện địa chất mỏ phức tạp ảnh hưởng tới áp dụng CGH

Hiện nay, chưa có phương pháp đánh giá và phân loại một cách đầy đủ, hệ thống các điều kiện địa chất - kỹ thuật mỏ phức tạp của vỉa than trong khai thác hầm lò. Tuy nhiên, từ thực tế khai thác cho thấy, các yếu tố địa chất (chiều dày vỉa, góc dốc vỉa, mức độ biến động chiều dày/góc dốc, độ chứa khí, tính tự cháy, điều kiện địa chất thủy văn, mức độ phá hủy kiến tạo, v.v.) và các yếu tố kỹ thuật mỏ (kích thước, quy mô trữ lượng lò chợ) đều có ảnh hưởng nhất định đến hiệu quả áp dụng các mô hình công nghệ khai thác nói chung và công nghệ CGH khấu than nói riêng. Khu vực vỉa than có điều kiện địa chất - kỹ thuật mỏ phức tạp là khu vực vỉa có một hoặc đồng thời một số yếu tố điều kiện địa chất hoặc kỹ thuật mỏ không thuận lợi cho công tác CGH khấu than. Các khu vực có điều kiện địa chất phức tạp đặc trưng gồm: (1) vỉa than “ba mềm” - than/đá vách/đá trụ mềm yếu, khó điều khiển; (2) vỉa dày trung bình đến dày, góc dốc từ $35 \div 55^\circ$; (3) vỉa dày, dốc đứng ($>55^\circ$) và (4) các khu vực có trữ lượng nhỏ lẻ, phân tán [7].

Đá vách và đá trụ mềm yếu, khó điều khiển: Đây là đặc điểm phổ biến tại nhiều mỏ hầm lò ở Quảng Ninh. Đá vách mềm yếu là đá vách thuộc loại rất không ổn định đến không ổn định và rất dễ sập đổ đến dễ sập đổ. Theo đó, đá vách mềm yếu có những đặc điểm cơ bản như sau: là sét kết hoặc bột kết phân lớp mỏng nhỏ hơn 0,25m (hoặc khoảng cách giữa các khe nứt nhỏ hơn 0,4m); Có độ bền nén đơn trục $< 400 \text{ kG/cm}^2$; Có bước sập đổ thường kỳ nhỏ hơn 2m (thường dưới 1m) hoặc khả năng lộ trần với diện tích khoảng $5 \div 10 \text{ m}^2$, ổn định trong thời

gian dưới 30 phút [3]. Đá trụ vỉa được chia thành 10 cấp (từ cấp 1 đến 10) và ba nhóm: bền vững, yếu và rất yếu [3]. Đá trụ thuộc nhóm yếu đến rất yếu (cấp 1–8), có cường độ kháng lún thấp dưới 250 kg/cm^2 . Trong điều kiện này, giàn chống CGH dễ bị lún nền, nghiêng, gây mất ổn định hệ thống và nguy cơ đổ giàn.

Vỉa than có góc dốc lớn ($>35^\circ$): Góc dốc vỉa là yếu tố chính ảnh hưởng đến sự ổn định khi làm việc của đồng bộ thiết bị CGH. Từ tương quan giữa sự ổn định của thiết bị chống giữ, khấu than và vận tải của lò chợ với góc dốc vỉa, các vỉa than được chia thành: vỉa thoải ($\alpha \leq 15^\circ$), vỉa nghiêng ($15 \div 35^\circ$), vỉa dốc nghiêng ($35 \div 55^\circ$) và vỉa dốc đứng ($>55^\circ$). Tại các vỉa có chiều dày trung bình đến dày, thiết bị CGH có xu hướng trượt mạnh theo hướng dốc, làm mất ổn định trong khai thác. Đá vách sau phá hoại có thể trôi tụt về chân lò chợ, gây ra hiện tượng không lấp đầy phía đầu lò chợ, ảnh hưởng tới độ ổn định của nóc lò và giàn chống. Việc vận chuyển than trong điều kiện độ dốc lớn cũng đòi hỏi giải pháp thiết bị vận tải đặc thù.

Biến động chiều dày và góc dốc lớn: Ở một số khu vực, vỉa than có mức độ biến động về chiều dày vượt quá 35% và mức độ biến động về góc dốc vượt quá 35° , điều này làm cho thiết bị CGH không thể vận hành hiệu quả. Trong điều kiện mức độ biến động lớn với sự chênh lệch lớn về chiều dày vỉa, khả năng tiếp xúc và làm việc của vỉ chống CGH không đồng đều dẫn đến tụt nóc, khó kiểm soát gương lò và tăng tổn thất than.

Mức độ phá hủy kiến tạo mạnh, diện sản xuất nhỏ lẻ: Một số khu vực vỉa bị chia cắt bởi các đứt gãy, nếp uốn, dẫn đến diện khai thác có trữ lượng nhỏ hơn 300.000 tấn. Thời gian khai thác lò chợ ngắn, phải chuyển diện nhiều lần trong năm. Việc đầu tư thiết bị CGH đồng bộ với chi phí lớn trở nên kém hiệu quả về kinh tế và tổ chức sản xuất trong khi khai thác các diện này.

Tác động của khí mỏ và thủy văn: Các khu vực có độ xuất khí mêtan lớn với các mỏ được xếp hạng từ hạng II trở lên hoặc than có xu hướng tự cháy đòi hỏi hệ thống thông gió và kiểm soát khí hợp lý và an toàn. Địa tầng mềm

yếu cũng dễ thấm nước, gây ngập úng và phá hủy kết cấu địa chất. Các yếu tố này là rào cản lớn cho áp dụng CGH nếu không có các biện pháp kỹ thuật đồng bộ đi kèm.

3.3. Đánh giá tiềm năng áp dụng CGH

Trên cơ sở kết quả phân tích các điều kiện địa chất - kỹ thuật, nhóm nghiên cứu đã tiến hành đánh giá tổng thể trữ lượng có khả năng áp dụng công nghệ CGH tại 13 mỏ hầm lò vùng Quảng Ninh như sau: Tổng trữ lượng than huy động trong các dự án mỏ tính đến hết năm 2023 đạt khoảng 669,4 triệu tấn. Trong đó, 132,4 triệu tấn (chiếm 20%) đã được quy hoạch áp dụng công nghệ CGH theo các dự án đầu tư khai thác mỏ. Qua phân tích đặc điểm vỉa than, xác định thêm 99,1 triệu tấn có khả năng áp dụng CGH

trong điều kiện địa chất phức tạp, phân bố tại các khu vực có đá vách/trụ mềm yếu, vỉa dày - góc dốc lớn và diện sản xuất nhỏ lẻ. Tổng cộng trữ lượng có thể áp dụng CGH lên tới 231,5 triệu tấn, tương đương 34,6% tổng trữ lượng huy động khai thác (Chi tiết tại Bảng 1).

Phân bố trữ lượng có thể CGH chi tiết như sau: Mạo Khê: 39,18 triệu tấn (gồm 11,17 triệu tấn trong điều kiện “ba mềm” và 6,3 triệu tấn trong vỉa dày dốc). Uông Bí: 14,04 triệu tấn. Nam Mẫu: 12,48 triệu tấn. Hà Lâm: 39,93 triệu tấn. Hạ Long (Khe Chàm II-IV): 50,37 triệu tấn. Các mỏ khác như Vàng Danh, Hòn Gai, Dương Huy, Mông Dương... có trữ lượng CGH từ 6–15 triệu tấn.

Bảng 1. Tổng hợp trữ lượng địa chất huy động còn lại trong các dự án mỏ hầm lò vùng Quảng Ninh

TT	Tên đơn vị	Mức khai thác	Trữ lượng địa chất huy động (×1000T)	Tỷ lệ (%)
1	Mạo Khê	-150 ÷ -400	54.642	8,2%
2	Uông Bí	+30 ÷ -150	34.868	5,2%
3	Nam Mẫu	±0 ÷ -150	51.979	7,8%
4	Vàng Danh	+0 ÷ -175	78.638	11,7%
5	Hòn Gai	LV ÷ -220	15.318	2,3%
6	Hà Lâm	-50 ÷ -540	44.592	6,7%
7	Núi Béo	-100 ÷ -460	49.366	7,4%
8	Quang Hanh	-50 ÷ -300	19.987	3,0%
9	Dương Huy	±0 ÷ -350	84.155	12,6%
10	Thống Nhất	-35 ÷ -350	47.132	7,0%
11	Mông Dương	-100 ÷ -500	30.633	4,6%
12	Hạ Long (KC II-IV)	LV ÷ -500	125.650	18,8%
13	Khe Chàm (KC III)	-100 ÷ -400	32.473	4,9%
Tổng cộng			669.433	

Bảng 2. Phân bố trữ lượng có khả năng áp dụng CGH theo các điều kiện tại các hầm lò Quảng Ninh

Tên mỏ/ Công ty	Theo các dự án đầu tư khai thác mỏ (×1000T)	Trữ lượng vỉa than có khả năng CGH trong điều kiện phức tạp (1000T)					Trữ lượng có khả năng CGH (1000T)
		Vỉa than “3 mềm”	Vỉa dày trung bình đến dày, dốc từ 35° ÷ 55°	Vỉa than có chiều dày lớn dốc nghiêng đến dốc đứng	Khu vực có trữ lượng nhỏ, phân tán	Tổng cộng (1000T)	
1	2	3	4	5	6	7=3+4+5+6	8=2+7
Mạo Khê	12.231	11.170	6.836	6.314,0	2.627	26.947	39.178
Uông Bí	1.904	7.506	761	2.071,6	1.795	12.134	14.038
Nam Mẫu	5.962	786	2.981	1.055,0	1.694	6.516	12.478
Vàng Danh	2.062	0	223	1.478,4	3.640	5.341	7.404
Hòn Gai	4.935	0	1.089	8.723,8	0	9.813	14.748
Hà Lâm	24.514	0	0	8.725,0	6.689	15.414	39.928

Núi Béo	6.654	0	0	0	2.490	2.490	9.145
Quang Hanh		0	0	0	737	737	737
Dương Huy	19.934	307	775	0	2.067	3.149	23.083
Thống Nhất		572	222	0	852	1.647	1.647
Mông Dương	3.057	293	0	0	2.766	3.058	6.115
Hạ Long (Khe Chàm II-IV)	43.687	771	614	1.591,6	3.701	6.678	50.365
Khe Chàm (Khe Chàm III)	7.483	901	1.902	0	2.366	5.169	12.652
Tổng cộng (1000T)	132.423	22.305	15.404	29.959,4	31.425	99.093	231.516

Tỷ lệ phân bố trữ lượng có khả năng CGH theo điều kiện địa chất: Vỉa than “ba mềm”: 22,3 triệu tấn. Vỉa dày trung bình đến dày, góc dốc từ 35°–55°: 15,4 triệu tấn. Vỉa dày, dốc nghiêng đến dốc đứng: 29,9 triệu tấn. Diện khai thác nhỏ lẻ, phân tán: 31,4 triệu tấn.

Kết quả đánh giá cho thấy, tiềm năng áp dụng CGH là rất lớn, đặc biệt tại các mỏ có điều kiện địa chất phức tạp nhưng trữ lượng huy động tập trung. Đây là cơ sở quan trọng để đề xuất mô hình và áp dụng các phương án đầu tư thiết bị CGH phù hợp từng điều kiện mỏ trong giai đoạn tới.

3.4. Đề xuất mô hình áp dụng CGH tại các mỏ than hầm lò vùng Quảng Ninh

Trên cơ sở đánh giá trữ lượng, điều kiện địa chất và thực trạng áp dụng CGH tại các mỏ than hầm lò vùng Quảng Ninh với các mô hình đã triển khai áp dụng thử nghiệm và áp dụng thực tế trong các điều kiện tương đồng, nhóm nghiên cứu đề xuất mô hình áp dụng công nghệ CGH tại các mỏ hầm lò vùng Quảng Ninh như sau: Theo đó mỗi công ty/mỏ được định hướng áp dụng mô hình CGH phù hợp với đặc điểm địa chất mỏ và quy mô diện khai thác [6, 8, 9,10]. Cụ thể:

Căn cứ kế hoạch huy động các lò chợ theo các dự án đầu tư khai thác mỏ đã được TKV phê duyệt, đồng thời đảm bảo duy trì thời gian dây chuyền hoạt động liên tục đến khi hết khấu hao (tối thiểu 5 ÷ 7 năm), đề xuất mô hình công nghệ CGH khấu than tại các mỏ trong giai đoạn tới như sau:

Đối với Công ty than Mạo Khê có thể áp dụng 04 mô hình CGH (CGH-HT (Trữ lượng nhỏ), CGH-TV (3 mềm), CGH-DVPT-LKD (dày dốc) và CGH-TV (35°+55°)), dự kiến sẽ khai

thác được khoảng 1,85 triệu tấn, chiếm 15%; Công ty than Uông Bí có thể áp dụng 03 mô hình CGH (CGH-HT (Trữ lượng nhỏ), CGH-TV (3 mềm), CGH-DVPT-LKD (dày dốc)), trong đó dây chuyền CGH-TV cho điều kiện 3 mềm đã được Công ty đưa vào sử dụng từ năm 2022 sẽ tiếp tục huy động trong các năm tới, tổng sản lượng dự kiến khai thác được khoảng 2,8 triệu tấn, chiếm 23%; Công ty than Vàng Danh có thể áp dụng 01 mô hình CGH-HT (Trữ lượng nhỏ), tổng sản lượng dự kiến khai thác được là 1,25 triệu tấn, chiếm 10%; Công ty than Nam Mẫu có thể áp dụng 02 mô hình CGH (CGH-HT (Trữ lượng nhỏ), CGH-HT (35°+55°)), tổng sản lượng dự kiến khai thác được khoảng 2,4 triệu tấn, chiếm 20%;

Công ty than Hà Lâm có thể áp dụng 02 mô hình CGH (CGH-NN-MK (dày dốc) và CGH-HT (Trữ lượng nhỏ)), tổng sản lượng dự kiến khai thác được khoảng 1,93 triệu tấn, chiếm 10%; Công ty than Hòn Gai có thể áp dụng 01 mô hình CGH-NN-MK cho các khu vực vỉa dày dốc, sản lượng dự kiến khai thác được khoảng 0,85 triệu tấn, chiếm 7%;

Công ty than Dương Huy, Hạ Long có thể áp dụng mô hình CGH có thu hồi than nóc cho điều kiện khu vực trữ lượng nhỏ, phân tán, sản lượng dự kiến khai thác 0,75 triệu tấn và 0,5 triệu tấn, chiếm 6,0% và 4%.

Như vậy, khi triển khai áp dụng các mô hình công nghệ CGH trong điều kiện địa chất - kỹ thuật mỏ phức tạp sẽ góp phần nâng cao sản lượng khai thác từ các lò chợ CGH, cụ thể: từ 4.368 ÷ 6.942 nghìn tấn theo kế hoạch khai thác đã được duyệt lên 9.300,0 nghìn tấn khi huy động thêm các diện khai thác có điều kiện phức tạp, qua đó nâng tỷ trọng sản lượng khai thác

than bằng công nghệ CGH lên từ 16% ÷ 29% tổng sản lượng khai thác của các mỏ than hầm lò thuộc TKV. Các mô hình áp dụng cần xây dựng lộ trình thực hiện khai thác theo kế hoạch sản xuất của các mỏ nhằm đảm bảo hiệu quả đầu tư, tận dụng tối đa khả năng thiết bị hiện có và nâng cao mức độ tự động hóa trong khai thác hầm lò, đặc biệt trong điều kiện địa chất phức tạp.

3. KẾT LUẬN

Nghiên cứu đã xây dựng được hệ thống tiêu

chí rõ ràng để đánh giá khả năng áp dụng CGH cho các điều kiện địa chất phức tạp. Tổng trữ lượng có thể CGH đạt 231,5 triệu tấn, chiếm hơn 1/3 tổng trữ lượng khai thác hầm lò tại vùng Quảng Ninh. Việc áp dụng hợp lý các mô hình CGH theo lộ trình 2025–2030 sẽ nâng cao sản lượng, hiệu quả sản xuất và tỷ lệ khai thác CGH từ 16% lên đến 29%. Bài báo đóng góp cơ sở khoa học quan trọng cho việc quy hoạch công nghệ và đầu tư thiết bị CGH tại các mỏ than hầm lò Việt Nam trong tương lai.

TÀI LIỆU THAM KHẢO

1. Niyazi Bilim, Bilgehan Kekec. Fully Mechanized Excavation System in Underground Coal Mining, 2nd International conference on science, ecology and technology-2016 (iconsete'2016).
2. Bo Ren, Ke Ding, Lianguo Wang, Shuai Wang, Chonguang Jiang, Jiaxing Guo. Research on an Intelligent Mining Complete System of a Fully Mechanized Mining Face in Thin Coal Seam. PubMed Central, 2023.
3. ThS. Đặng Thanh Hải và nnk, Báo cáo tổng kết đề tài: Phát triển áp dụng cơ giới hóa đào lò và khai thác tại các mỏ than hầm lò vùng Quảng Ninh giai đoạn 2013 ÷ 2015, lộ trình đến 2020, Viện KHCN Mỏ - 2016.
4. TS. Lê Văn Hậu và nnk, Nghiên cứu công nghệ cơ giới hóa phù hợp khai thác trong điều kiện các vỉa dày trung bình, góc dốc vỉa nghiêng, đá vách, trụ vỉa yếu tại các mỏ hầm lò vùng Mạo Khê - Uông Bí, Viện KHCN Mỏ - 2019.
5. TS. Đào Ngọc Hoàng, Báo cáo tổng kết đề tài: Nghiên cứu đánh giá khả năng áp dụng công nghệ cơ giới hóa khai thác lò chợ giá khung, giá xích kết hợp máy khâu tại các mỏ than hầm lò thuộc TKV, Viện KHCN Mỏ - 2019
6. Tập đoàn Công nghiệp Than - Khoáng sản Việt Nam, Báo cáo tổng hợp các chỉ tiêu kinh tế kỹ thuật mỏ các năm (từ 2001 ÷ 2023) của Tập đoàn Công nghiệp Than - Khoáng sản Việt Nam, Quảng Ninh.
7. Bộ Công Thương (2021). Báo cáo địa chất mỏ vùng Quảng Ninh.
8. Viện KHCN Mỏ - Vinacomin. Đề tài nghiên cứu công nghệ CGH than hầm lò (2020–2024).
9. 王长丰."三软煤层综采放顶煤工作面安装工艺的研究与应用."中外企业家. 25 (2019):1./ Vương Trường Phong. “Nghiên cứu và áp dụng công nghệ lắp đặt lò chợ cơ giới hoá đồng bộ hạ trần than nóc vỉa than 3 mềm”. Nhà doanh nghiệp ngoài Trung Quốc. 25(2019):1.
10. 田权."大倾角工作面支撑掩护式液压支架稳定性分析与防倒滑设计."煤矿机械 41.8(2020):3./ Điền Quyền. “Phân tích và thiết kế hệ thống chống trôi đổ giàn chống tự hành kiểu đỡ chấn lò chợ vỉa dốc lớn”. Báo Cơ khí mỏ than., 41,8(2020):

MỘT SỐ LOẠI PIN TÍCH TRỮ NĂNG LƯỢNG MỚI NỔI VÀ TIỀM NĂNG

ThS. Đoàn Thị Như Quỳnh, ThS. Phạm Đức Cường, ThS. Trần Văn Thương
Trường Đại học Công nghiệp Quảng Ninh

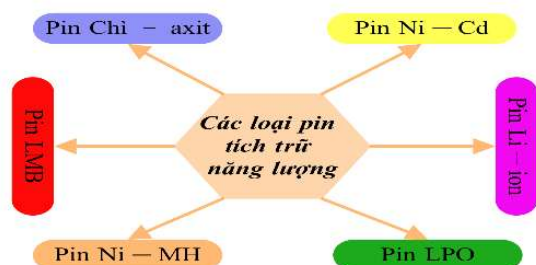
TÓM TẮT

Bài báo này tập trung vào các loại pin tích trữ năng lượng mới nổi, đóng vai trò quan trọng trong việc thúc đẩy quá trình chuyển đổi năng lượng bền vững. Với sự phát triển nhanh chóng của công nghệ, các loại pin như pin anode Silicon, pin thể rắn, pin Natri – lưu huỳnh và pin lượng tử đang thu hút sự quan tâm lớn nhờ khả năng cải thiện hiệu suất, độ bền và tính an toàn. Bài báo cung cấp cái nhìn tổng quan về các công nghệ pin tiên tiến, phân tích ưu điểm, thách thức và tiềm năng ứng dụng trong tương lai. Đồng thời, bài viết cũng đề cập đến các xu hướng nghiên cứu và phát triển nhằm tối ưu hóa hiệu quả của các loại pin này, góp phần vào việc giảm thiểu tác động môi trường và đáp ứng nhu cầu năng lượng ngày càng tăng.

Từ khóa: Hệ thống tích trữ năng lượng (ESS), xe điện (EV), pin tích trữ năng lượng, công nghệ mới nổi, Pin Li-ion (LIB).

1. ĐẶT VẤN ĐỀ

Hệ thống tích trữ năng lượng (ESS) đóng vai trò quan trọng trong việc cân bằng giữa sản xuất và tiêu thụ năng lượng, mang lại lợi ích cho cả lưới điện và người dùng cá nhân [1]. Ngày càng nhiều ngành công nghiệp ứng dụng ESS vào các lĩnh vực như xe điện (EV), lưu trữ năng lượng tái tạo, và triển khai lưới điện vi mô/thông minh. Các thế hệ xe điện mới nhất đang dần thay thế động cơ đốt trong (ICE) truyền thống nhờ tính hiệu quả và thân thiện với môi trường. Hiện nay, các loại pin tích trữ năng lượng dùng trong xe EV phổ biến bao gồm pin lithium-ion (Li-ion), pin Chì-axít, pin niken-cadmium (Ni-Cd), pin Ni-MH, pin Li – kim loại (LMB) và pin lithium-polyme (LPO) (Hình 1).



Hình 1. Các loại pin tích trữ năng lượng [2]

Pin lithium ngày càng trở nên quan trọng trong ngành công nghiệp tích trữ năng lượng điện nhờ mật độ năng lượng và năng lượng riêng cao. Các tài liệu nghiên cứu cung cấp một

bản tổng quan toàn diện về những tiến bộ chính và các hạn chế của pin Li-ion, cùng với kiến thức hiện có về thành phần hóa học của chúng. Pin Li-ion được phân loại là một biến thể của pin lithium, sử dụng vật liệu điện cực chứa hợp chất lithium xen kẽ.

Tuy nhiên, để khắc phục những nhược điểm của pin tích trữ năng lượng, các nhà nghiên cứu đang nghiên cứu một số pin mới có tiềm năng sử dụng trong tương lai như pin lithium-sulfur, pin thể rắn, và pin flow đang thu hút sự quan tâm lớn nhờ khả năng cải thiện hiệu suất, độ bền và tính an toàn.

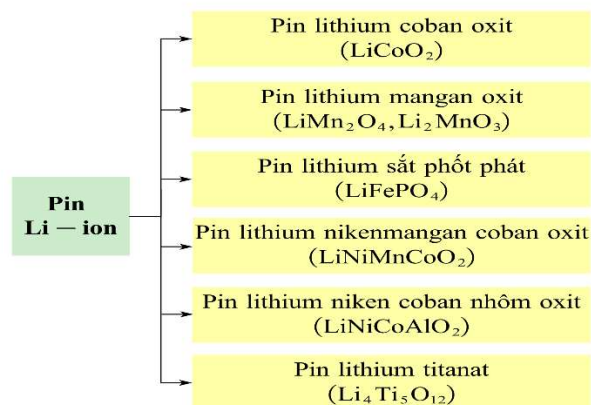
Một số đóng góp chính của bài báo này bao gồm:

- Phân tích đánh giá về một số loại pin Li-ion phổ biến dùng trong xe điện hiện nay;
- Đưa ra một số loại pin tích trữ năng lượng mới nổi và so sánh các thông số với nhau.

Các phần tiếp theo của bài báo được chia thành 5 mục. Trong đó, Mục 2 cung cấp cái nhìn tổng quan về các loại pin Li-ion, đồng thời so sánh các thông số giữa chúng. Mục 3 giới thiệu một số loại pin tích trữ năng lượng mới nổi hiện nay. Xu hướng phát triển trên thế giới của pin tích trữ năng lượng sẽ được trình bày trong Mục 4. Cuối cùng, Mục 5 đưa ra kết luận và dự đoán các xu hướng trong tương lai.

2. TỔNG QUAN VỀ PIN LI - ION

Pin lithium-ion (Li-ion) được xem là một trong những công nghệ pin hàng đầu được sử dụng trong các phương tiện xe EV. Mật độ năng lượng cao, hiệu suất lớn hơn, chu kỳ tuổi thọ dài hơn và hiệu suất tốt hơn ở nhiệt độ cao là những đặc điểm nổi bật của pin Li-ion. Lithium duy trì tiềm năng oxi hóa khử thấp nhất, khoảng (-3,05 V), và độ tương đương điện hóa lớn nhất là (3,86 Ah/g) [3].



Hình 2. Các loại pin Li-ion

Lithium tiếp tục được đánh giá là nguyên liệu lý tưởng cho các phương tiện chạy điện nhờ khả năng duy trì tiềm năng tế bào cao nhất, một phần do đặc tính giảm tiềm năng thấp nhất so với các nguyên tố khác. Một ưu điểm nổi bật của loại pin này là khả năng tái chế các thành phần cấu tạo, góp phần vào tính bền vững. Tuy nhiên, hạn chế lớn nằm ở việc thiếu hụt nguồn nguyên liệu và chi phí sản xuất cao, lên tới 135 USD/kWh [4].

Hiệu suất của pin Li-ion chịu ảnh hưởng lớn từ đặc tính của các vật liệu cấu thành, trong đó việc lựa chọn vật liệu điện cực dương đóng vai trò then chốt. Các yếu tố như công suất, độ an toàn, chi phí và tuổi thọ pin đều phụ thuộc vào quyết định này [3]. Các loại vật liệu cực âm phổ biến hiện nay bao gồm lithium coban oxit (LCO), lithium mangan oxit (LMO), lithium sắt phốt phát (LFP), lithium niken mangan coban oxit (LNMC), lithium niken coban nhôm oxit (LNCA) và lithium titanat (LTO) [2] (Hình 2).

2.1. Pin LCO

Nhà nghiên cứu John Goodenough từ Đại học Texas đã khám phá ra sự tồn tại của các oxit kim loại chuyển tiếp vào năm 1980 [5], mở

đường cho việc sử dụng chúng làm điện cực dương phổ biến trong công nghệ pin. Đến năm 1991, Sony đã giới thiệu pin LCO (Lithium Coban Oxit), sử dụng coban oxit làm cực âm, trở thành vật liệu tiêu chuẩn trong pin Li-ion. Với dung lượng lý thuyết khoảng 274 mAh/g và mật độ khối cao 1363 mAh/cm³, pin LCO sở hữu mật độ năng lượng lớn, tuổi thọ trung bình và độ an toàn đáng kể, phù hợp cho các thiết bị điện tử như máy ảnh, máy tính xách tay và máy tính bảng.

Tuy nhiên, pin LCO có nhược điểm là hoạt động kém ổn định trong điều kiện dòng điện sạc-xả cao, đòi hỏi các biện pháp bảo vệ để tránh quá nhiệt. Ngoài ra, chi phí cao của coban cũng là một hạn chế, khiến việc tìm kiếm vật liệu thay thế trở nên cần thiết để cải thiện tính phù hợp của LCO trong các phương tiện EV [6].

2.2. Pin LMO

LMO là vật liệu cực âm phổ biến trong công nghệ pin Li-ion nhờ nguyên liệu dễ tiếp cận và chi phí thấp [7]. Được phát triển bởi Phòng thí nghiệm Bellcore năm 1994, cấu trúc spinel 3D của LMO giúp giảm điện trở và tăng khả năng sạc/xả. Vật liệu này có công suất và mật độ năng lượng tốt, lưu trữ nhiều hơn 50% năng lượng so với pin dùng niken, với dung lượng lý thuyết khoảng 148 mAh/g và duy trì đến 95% dung lượng, vượt trội hơn LCO [8].

Tuy nhiên, LMO có nhược điểm như ảnh hưởng tiêu cực đến chu kỳ sạc, tuổi thọ và hiệu suất. Mangan trong LMO dễ phân hủy ở nhiệt độ cao, gây mất dung lượng đáng kể. So với pin dùng coban, dung lượng LMO thấp hơn khoảng 33% [9]. Hiện nay, LMO được ứng dụng trong xe điện, điển hình là Nissan Leaf [10].

2.3. Pin LFP

Năm 1996, Đại học Texas phát hiện phốt phát có thể dùng làm cực dương cho pin lithium. Vật liệu này ổn định khi sạc quá mức, chịu được nhiệt độ cao mà không phân hủy, an toàn và đáng tin cậy hơn so với LCO hay LMO. Phốt phát có dải nhiệt độ hoạt động từ -30°C đến 60°C, giúp giảm thoát nhiệt và ngăn cháy nổ [11]. Pin LFP làm từ phốt phát kích thước nano, có điện trở thấp, tuổi thọ dài, khả năng xử lý tải

cao, độ an toàn và ổn định nhiệt tốt, chi phí thấp và không độc hại. Dù năng lượng riêng thấp hơn LMO, pin LFP ít bị ảnh hưởng bởi sạc quá mức hoặc không đầy. Tuy nhiên, hiệu suất và tuổi thọ bị hạn chế do nhiệt độ. Pin LFP có năng lượng riêng khoảng 160 mAh/g và điện áp danh định 3,40 V, giúp dễ nâng cấp hiệu suất pin.

2.4. Pin LNMC

Các công ty sản xuất pin hiện đang tập trung nghiên cứu hỗn hợp cực dương từ niken-mangan-coban (LNMC), nhằm đạt năng lượng riêng cao hoặc mật độ công suất lớn. Trong khi cực âm dựa trên silic thường phải đánh đổi giữa dung lượng và chu kỳ sạc, sự kết hợp giữa niken và mangan mang lại hiệu suất tổng thể tốt, tận dụng năng lượng riêng cao của niken và điện trở nội thấp của mangan, dù niken kém ổn định và mangan có năng lượng riêng thấp [12].

Pin LNMC với tỷ lệ 33% niken, 33% mangan và 34% coban đang được ưa chuộng trong xe điện nhờ năng lượng riêng cao, tỷ lệ tự sinh nhiệt thấp và chi phí nguyên liệu giảm do hàm lượng coban thấp hơn.

2.5. Pin LNCA

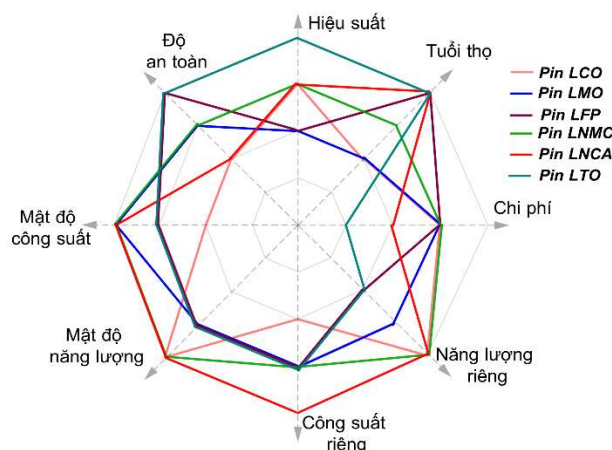
Pin LNCA được giới thiệu vào năm 1999 và hiện chiếm một phần nhỏ trong thị trường pin toàn cầu. Với việc sử dụng niken làm vật liệu cathode, pin này giảm sự phụ thuộc vào coban so với lithium coban oxit [13]. Ngành công nghiệp ô tô đang tập trung sản xuất pin NCA nhờ những ưu điểm như năng lượng riêng cao, mật độ công suất lớn, tuổi thọ dài, cùng với cân nhắc về chi phí và độ an toàn. Tesla, một trong những công ty hàng đầu trong lĩnh vực xe điện, hiện đang ứng dụng công nghệ pin LNCA để phát triển các dòng xe của mình.

2.6. Pin LTO

Pin LTO được tạo nên từ sự kết hợp giữa LMO, LNCA làm cực dương và titanat làm cực âm, tạo thành cấu trúc spinel. Công nghệ này nổi bật với khả năng hoạt động ổn định, tuổi thọ dài và hiệu suất an toàn ngay cả trong điều kiện nhiệt độ đóng băng [14].

Hình 3 so sánh hiệu suất các loại pin Li-ion dựa trên năng lượng riêng, công suất, mật độ năng lượng, độ an toàn, hiệu suất nhiệt độ, tuổi

thọ và chi phí (thang điểm 1-4). Pin LNCA có năng lượng riêng cao, tuổi thọ dài và mật độ công suất lớn, nhưng độ an toàn và hiệu suất ở mức trung bình, cùng chi phí cao. Pin LTO nổi bật với tuổi thọ, hiệu suất và độ an toàn cao, nhưng năng lượng riêng thấp và chi phí lớn. Pin LCO và LMO có đặc tính trung bình.



Hình 3. So sánh các thông số kỹ thuật và chỉ số kinh tế của các loại pin Li-ion [10].

Khi ứng dụng trong xe điện, chu kỳ sống và độ an toàn cần được ưu tiên hơn dung lượng. Việc lựa chọn vật liệu, đặc biệt là cực dương, đóng vai trò quyết định đến công suất, độ an toàn, chi phí và tuổi thọ của pin.

Bảng 1 so sánh cho thấy các loại pin dùng cho xe EV có những ưu nhược điểm rõ rệt. Pin LMO, LFP và LCO có ưu thế về mật độ công suất cao (1850 W/kg), thời gian sạc nhanh (<1 giờ) và tuổi thọ chu kỳ tốt (500-2000 lần), phù hợp với nhu cầu hiệu suất và độ bền của EV hiện đại. Tuy nhiên, điểm yếu lớn của chúng là khả năng chịu quá tải rất thấp, đòi hỏi hệ thống quản lý pin chính xác để tránh quá nhiệt hoặc hư hỏng. Trong khi đó, pin chì-axit và Ni-MH có khả năng chịu quá tải tốt hơn nhưng lại kém hơn về mật độ năng lượng, trọng lượng nặng và thời gian sạc lâu, khiến chúng ít phù hợp với EV nhưng có thể ứng dụng trong xe hybrid hoặc hệ thống phụ trợ. Pin Ni-Cd tuy có tuổi thọ chu kỳ cao (1000 lần) nhưng không thân thiện môi trường và có mật độ năng lượng thấp. Nhìn chung, pin LFP nổi bật nhờ cân bằng giữa hiệu suất, tuổi thọ và tính an toàn, trở thành lựa chọn tối ưu cho EV, trong khi các loại pin khác phù hợp với nhu cầu cụ thể tùy theo thiết kế hệ thống.

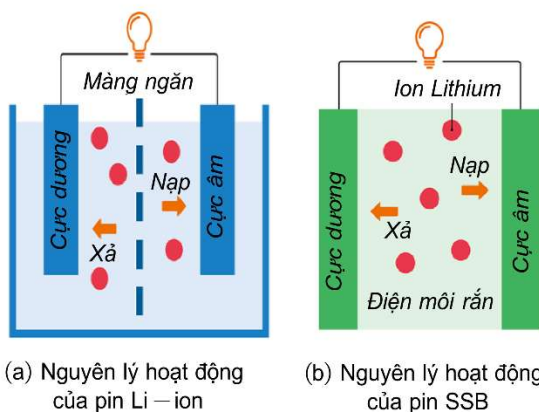
Bảng 1. So sánh các pin khác nhau cho các ứng dụng xe EV.

Thông số	Pin LMO	Pin chì-axit	Pin LFP	Pin Ni - MH	Pin LCO	Pin Ni-cd
Điện áp định mức (V)	3,8	2,0	3,5	1,5	3,6	1,25
Mật độ công suất (W/kg)	1850	180	1850	150	1850	250-1000
Quá trình tự xả	<10%	<5%	<10%	>30%	<10%	>30%
Dòng điện tải đỉnh	>30C	5C	>30C	5C	>3C	20C
Khối lượng	Nhẹ	Nặng	Nhẹ	Trung bình	Nhẹ	Nặng
Điện áp ngắt khi xả (V)	2,5-3,0	1,75	2,4-3,0	1,0	2,8	1,0
Mật độ năng lượng riêng (Wh/kg)	100-145	35-55	95-125	65-125	145-185	50-85
Tuổi thọ chu kỳ (xả 80%)	500-1000	250-350	1000-2000	200-300	500-1000	1000
Thời gian nạp (giờ)	<1	8-16	<1	2-4	2-4	1
Điện áp cắt khi nạp (V)	3,6	2,4	4,2	3,6	4,2	3,6
Khả năng chịu quá tải	Rất thấp	Cao	Rất thấp	Bình thường	Rất thấp	Thấp
Thân thiện với môi trường	Có	Không	Có	Có	Có	Không

3. MỘT SỐ LOẠI PIN TÍCH TRỮ NĂNG LƯỢNG MỚI NỔI HIỆN NAY

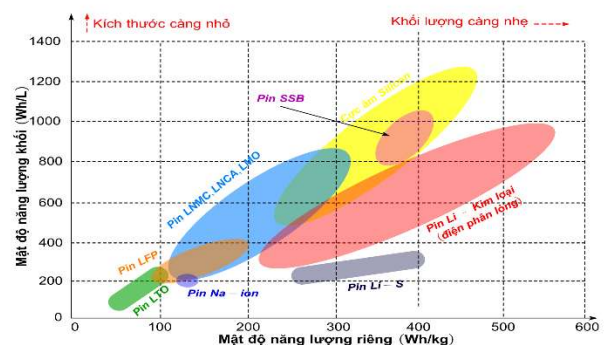
3.1. Pin thể rắn

Những loại pin này phát triển dựa trên pin Li-ion. Pin thể rắn (SSB) sử dụng chất điện phân rắn thay vì chất điện phân lỏng hoặc gel, mang lại độ an toàn cao hơn, mật độ năng lượng cao hơn và tuổi thọ chu kỳ dài hơn [15]. Pin có dung lượng cao hơn có thể được đặt trong cùng một thể tích trong xe điện. Ngoài ra, do sự hình thành sợi nhánh (dendrite) bị ức chế trong các loại pin này nên nguy cơ cháy nổ cực kỳ thấp, vì vậy chúng không cần thêm các thành phần để đảm bảo an toàn. Pin SSB có tỷ lệ tự xả rất thấp và cung cấp tuổi thọ dài hơn do ít bị suy giảm. Mặc dù có những ưu điểm này, việc chuyển ion trong chất điện phân rắn rất khó khăn. Điện trở của pin tăng lên khi nhiệt độ tăng và pin không thể hoạt động hiệu quả. Những loại pin SSB, được coi là ứng cử viên cho việc sử dụng rộng rãi hơn trong xe điện, vẫn đang trong quá trình nghiên cứu. Hình 4 cho thấy nguyên lý hoạt động của Li-ion và pin SSB.



Hình 4. Nguyên lý hoạt động của pin Li-ion và pin SSB.

Khả năng lưu trữ của pin SSB (Wh/kg), là một trong những lợi thế hứa hẹn nhất so với pin lithium-ion truyền thống. Việc sử dụng cực âm lithium kim loại trong SSB là yếu tố chính góp phần vào hiệu suất vượt trội này. Lithium kim loại có khả năng lưu trữ lý thuyết cao hơn nhiều so với cực âm graphite được sử dụng trong pin lithium-ion thông thường. Ngoài ra, việc loại bỏ chất điện phân lỏng, vốn có thể chiếm nhiều không gian và hạn chế tính gọn nhẹ của thiết kế pin, cho phép lưu trữ năng lượng hiệu quả và tối ưu hơn, dẫn đến mật độ năng lượng cao hơn đáng kể.



Hình 5. Các loại pin Lithium ứng với mật độ năng lượng khối và năng lượng riêng khác nhau.

Mật độ năng lượng của SSB có thể đạt từ 500-700 Wh/kg, gấp 2-3 lần so với pin lithium-ion truyền thống (150-250 Wh/kg). Điều này làm cho chúng trở nên hấp dẫn cho các ứng dụng năng lượng cao như xe điện, hàng không vũ trụ và thiết bị điện tử di động, nơi dung lượng cao hơn đồng nghĩa với tuổi thọ pin dài hơn và ít lần sạc hơn. Hình 5 so sánh mật độ năng lượng của các công nghệ pin khác nhau, cho thấy cách các hệ thống SSB và lithium kim loại mới nổi vượt trội so với pin lithium-ion truyền thống (LFP,

LNMC).

3.2. Pin màng mỏng

Pin màng mỏng (FLIB) là loại pin thể rắn (SSB) sử dụng chất điện phân rắn và các điện cực được lắng đọng thành lớp mỏng, thường dưới 15 μm . Chúng được thiết kế cho các ứng dụng đòi hỏi nguồn điện nhẹ, nhỏ gọn và linh hoạt, như thiết bị y tế, thẻ RFID và thiết bị điện tử đeo được. Quá trình chế tạo sử dụng các kỹ thuật như phún xạ magnetron tần số vô tuyến, lắng đọng laser xung và bay hơi nhiệt, cho phép kiểm soát chính xác độ dày, thành phần và vi cấu trúc của từng lớp, tối ưu hóa hiệu suất pin.

Khác với pin Li-ion truyền thống sử dụng chất điện phân lỏng, pin FLIB sử dụng chất điện phân rắn, như lithium phosphorus oxynitride (LiPON), giúp giảm rủi ro rò rỉ và tăng độ ổn định nhiệt. Chúng mang lại mật độ năng lượng cao, hiệu suất ổn định qua nhiều chu kỳ sạc-xả, và tốc độ sạc-xả nhanh nhờ cấu trúc màng mỏng. Tính nhẹ và linh hoạt của chúng phù hợp cho các thiết bị điện tử đòi hỏi uốn cong hoặc hình dạng không đều. Với sự phát triển công nghệ, thị trường pin FLIB dự kiến sẽ tăng trưởng, đáp ứng nhu cầu ngày càng cao về lưu trữ năng lượng tiên tiến [16].

Pin FLIB thường có dung lượng thấp hơn so với pin lithium-ion (LIB) truyền thống, dao động từ 40 đến 70 $\mu\text{Ah}/\text{cm}^2$, tùy thuộc vào vật liệu và độ dày các lớp hoạt động. Ví dụ, pin sử dụng lithium cobalt oxide (LiCoO_2) làm cực dương có thể đạt khoảng 60 $\mu\text{Ah}/\text{cm}^2$ ở tốc độ xả phù hợp cho ứng dụng công suất thấp. Dung lượng bị ảnh hưởng bởi độ dày cực dương, thành phần chất điện phân rắn và hướng tinh thể vật liệu. Các lớp màng dày hơn có thể tăng dung lượng nhưng cũng làm tăng điện trở, ảnh hưởng đến tốc độ sạc-xả. Nghiên cứu hiện tập trung vào tối ưu hóa sự cân bằng giữa dung lượng, khả năng xả nhanh và độ ổn định chu kỳ, đồng thời điều chỉnh vi cấu trúc để tăng dung lượng mà vẫn duy trì tính linh hoạt và nhẹ, phù hợp cho các ứng dụng di động.

3.3. Pin giấy

Pin giấy (PAB) là một trong các loại pin tích trữ năng lượng mới nổi, kết hợp tính linh hoạt,

chi phí thấp và thân thiện với môi trường. Sử dụng giấy làm chất nền và được kích hoạt bằng chất lỏng sinh học hoặc nước, pin PAB phù hợp cho các ứng dụng như chip sinh học dùng một lần, bộ dụng cụ xét nghiệm y tế và hệ thống lab-on-a-chip. Việc sử dụng giấy giúp giảm trọng lượng và kích thước, đồng thời cho phép tích hợp dễ dàng với các hệ thống vi cơ điện tử (MEMS) và thiết bị bioMEM. Pin PAB có thể được chế tạo bằng phương pháp đơn giản như ép nhựa, phù hợp cho ứng dụng giá rẻ. Pin này có tiềm năng lớn trong việc cung cấp năng lượng cho hệ thống sinh học, đặc biệt trong môi trường hạn chế tài nguyên, với khả năng kích hoạt bằng chất lỏng như nước tiểu hoặc nước bọt. Pin PAB có thể cung cấp điện áp tối đa 1,56 V và hoạt động trong tối đa 2 giờ, phù hợp để vận hành các thiết bị nhỏ như đèn LED, cảm biến và hệ thống hiển thị [17].

Pin PAB không chỉ có ứng dụng thực tế mà còn mang lại nhiều lợi ích môi trường nhờ tính thân thiện và bền vững. Các vật liệu cấu thành như magie, đồng clorua và giấy đều không độc hại và có thể phân hủy sinh học, thay thế cho các hóa chất độc hại trong pin truyền thống. Quy trình chế tạo đơn giản giúp giảm chi phí và tiêu thụ tài nguyên, đồng thời việc sử dụng giấy làm chất hỗ trợ điện cực và dẫn chất lỏng cải thiện hiệu suất và tuổi thọ pin. Với sự phát triển công nghệ, pin PAB được kỳ vọng sẽ trở thành giải pháp quan trọng cho các thiết bị điện tử công suất thấp dùng một lần, nhờ tính linh hoạt, chi phí thấp và khả năng thu năng lượng từ chất lỏng sinh học hoặc nước, phù hợp cho các ứng dụng từ giám sát môi trường đến chẩn đoán y tế [18].

3.4. Pin Graphene

Pin Li-ion dựa trên graphene sở hữu nhiều đặc điểm và thông số khác biệt so với pin Li-ion truyền thống. Graphene, với cấu trúc hai chiều độc đáo, mang lại độ dẫn điện cao. Khi được tích hợp vào pin Li-ion, nó cải thiện đáng kể tốc độ chuyển điện tích, dẫn đến khả năng sạc và xả nhanh hơn. Ví dụ, so với các cực âm pin Li-ion tiêu chuẩn, các anode dựa trên graphene có thể đạt được mật độ dòng điện cao hơn nhiều trong các chu kỳ sạc-xả [19]. Về khả năng lưu

trữ cụ thể, vật liệu dựa trên graphene có khả năng tăng lượng ion lithium có thể lưu trữ trên mỗi đơn vị khối lượng vật liệu điện cực. Một số nghiên cứu đã chỉ ra sự gia tăng khả năng lưu trữ cụ thể từ 10-30% trong các điện cực được cải tiến bằng graphene.

Những loại pin này được ứng dụng trong nhiều lĩnh vực. Trong lĩnh vực điện tử tiêu dùng, khả năng sạc nhanh của chúng rất được ưa chuộng. Các thiết bị di động, máy tính xách tay và máy tính bảng có thể được sạc trong thời gian ngắn hơn nhiều so với các thiết bị sử dụng pin Li-ion thông thường. Trong ngành công nghiệp ô tô, pin lithium-ion dựa trên graphene có thể cách mạng hóa xe điện. Chúng có thể cung cấp công suất cao hơn để tăng tốc nhanh và tăng phạm vi lái xe nhờ khả năng lưu trữ năng lượng tăng lên. Ngoài ra, trong các ứng dụng hàng không vũ trụ, nơi trọng lượng và hiệu quả năng lượng là yếu tố quan trọng, tính nhẹ và mật độ năng lượng cao của các loại pin này làm cho chúng trở thành một lựa chọn hấp dẫn để cung cấp năng lượng cho các hệ thống điện tử hàng không và các hệ thống điện khác.

3.5. Pin anode Silicon

Pin anode silicon nổi bật nhờ khả năng lưu trữ cụ thể lý thuyết cao (khoảng 4200 mAh/g), gấp hơn 10 lần so với anode graphite truyền thống (372 mAh/g). Điều này cho phép pin có mật độ năng lượng cao hơn, lưu trữ nhiều ion lithium hơn trên mỗi đơn vị khối lượng. Vật liệu dựa trên silicon có tiềm năng lớn để làm anode cho pin Li-ion nhờ mật độ năng lượng cao, chi phí thấp và điện áp hoạt động phù hợp. Tuy nhiên, hai trở ngại chính cản trở ứng dụng rộng rãi của pin này là sự thay đổi thể tích lớn do quá trình lithiation và sự hình thành lớp điện phân rắn không ổn định [20]. Để khắc phục, các giải pháp như silicon cấu trúc nano, composite silicon-carbon và thiết kế màng mỏng đã được phát triển, giúp cải thiện tuổi thọ chu kỳ và duy trì tính toàn vẹn của điện cực.

Ứng dụng của pin anode silicon rất đa dạng. Trong thiết bị điện tử dân dụng, pin giúp kéo dài thời lượng pin cho điện thoại, máy tính bảng và thiết bị đeo tay. Trong xe điện, anode silicon giúp tăng phạm vi lái xe nhờ mật độ năng lượng

cao, giảm nhu cầu sạc thường xuyên.

3.6. Pin lượng tử

Pin lượng tử (QB) [21] sở hữu những đặc điểm nổi bật nhờ tận dụng hiện tượng vướng víu lượng tử (quantum entanglement), cho phép sạc cực nhanh bằng cách sạc đồng thời nhiều trạng thái lượng tử. Thiết kế dựa trên các trạng thái lượng tử cũng giúp tăng mật độ năng lượng, vượt trội so với pin truyền thống. Tuy nhiên, độ ổn định của pin QB vẫn là thách thức lớn do các trạng thái lượng tử dễ bị ảnh hưởng bởi yếu tố bên ngoài. Hiện tại, các nguyên mẫu pin lượng tử có khả năng lưu trữ năng lượng lý thuyết cao nhưng giá trị thực tế còn hạn chế, và nghiên cứu đang tập trung vào cải thiện hiệu suất sạc-xả cũng như tuổi thọ chu kỳ.

Ứng dụng của pin QB rất đa dạng. Trong lĩnh vực xe điện, khả năng sạc nhanh có thể giảm thời gian sạc từ hàng giờ xuống vài phút, thúc đẩy sự phổ biến của xe điện. Trong điện tử tiêu dùng, pin lượng tử giúp kéo dài thời lượng pin và sạc nhanh cho các thiết bị như điện thoại và máy tính xách tay. Ngoài ra, trong lưu trữ năng lượng quy mô lưới điện, pin QB có thể giúp cân bằng nguồn điện từ năng lượng tái tạo, góp phần tạo ra hệ thống năng lượng ổn định và bền vững hơn.

Pin QB là thiết bị lưu trữ năng lượng sử dụng cơ học lượng tử để nâng cao hiệu suất hoặc chức năng. Mặc dù vẫn đang trong giai đoạn sơ khai, với chỉ một số minh chứng nguyên lý được thực hiện, các nguyên tắc thiết kế đột phá của chúng mang lại tiềm năng giải quyết các thách thức năng lượng trong tương lai.

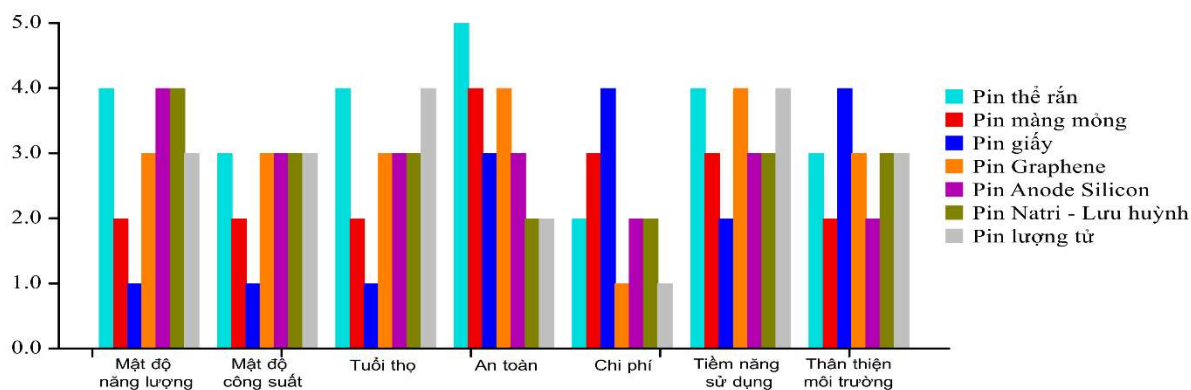
3.7. Pin Natri-Lưu huỳnh

Pin natri-lưu huỳnh (Na-S) [22] là một trong những lựa chọn tiềm năng cho hệ thống lưu trữ năng lượng (ESS) nhờ chi phí thấp và mật độ năng lượng cao. Với mật độ năng lượng lý thuyết lên đến 1274 Wh/kg, pin Na-S tồn tại dưới hai dạng chính: pin Na-S nhiệt độ cao (HT-Na/S) và pin Na-S nhiệt độ phòng (RT-Na/S). HT-Na/S hoạt động ở khoảng 300°C với mật độ năng lượng lý thuyết 760 Wh/kg, nhưng yêu cầu bảo trì cao và tiềm ẩn nguy cơ rò rỉ natri lỏng. Trong khi đó, RT-Na/S hứa hẹn hiệu suất cao

hơn nhờ phản ứng hai electron của lưu huỳnh với natri, giảm thiểu rủi ro an toàn và chi phí vận hành. Tuy nhiên, pin RT-Na/S vẫn đối mặt với các thách thức lớn như độ dẫn điện thấp của lưu huỳnh (10^{-30} S/cm), sự giãn nở thể tích lên đến 171% khi hấp thụ natri, hiện tượng hòa tan polysulfide gây suy giảm dung lượng, và sự tạo lớp natri không đồng đều có thể dẫn đến chập mạch và quá nhiệt.

Để khắc phục các hạn chế trên, nhiều nghiên cứu đã tập trung vào việc tối ưu hóa thiết kế vật liệu cathode, anode, chất điện phân, màng ngăn và chất kết dính. Các giải pháp bao gồm sử dụng vật liệu chứa lưu huỳnh giúp kiểm soát sự hòa tan polysulfide và tăng độ dẫn điện, thiết kế

cathode có hàm lượng lưu huỳnh cao nhưng giảm thiểu hiệu ứng shuttling, cũng như cải tiến chất điện phân bằng cách thêm chất lỏng ion và phụ gia SiO_2 nhằm tăng liên kết với lưu huỳnh. Ngoài ra, việc áp dụng lớp composite cầu carbon rỗng (HCS)/ MoS_2 giữa cathode và màng ngăn giúp nâng cao độ dẫn điện và hoạt động như một bể chứa polysulfide, cải thiện độ ổn định chu kỳ của pin. Nhìn chung, pin RT-Na/S là một công nghệ đầy hứa hẹn cho lưu trữ năng lượng tĩnh với hiệu suất-giá thành tốt, nhưng vẫn cần nhiều nghiên cứu sâu hơn để giải quyết các vấn đề về động học phản ứng, độ bền vật liệu và hiệu suất tổng thể.



Hình 6. So sánh các thông số kỹ thuật và chỉ số kinh tế của các loại pin mới nổi.

4. XU THẾ TRÊN THẾ GIỚI

Xu hướng phát triển của pin trên thế giới đang tập trung vào việc nâng cao hiệu suất, độ an toàn và tính bền vững nhằm đáp ứng nhu cầu ngày càng cao của các ngành công nghiệp như xe điện, năng lượng tái tạo và thiết bị điện tử. Các nhà khoa học đang nghiên cứu vật liệu tiên tiến, đặc biệt là chất điện phân rắn, để cải thiện mật độ năng lượng, tăng tuổi thọ và giảm nguy cơ cháy nổ. Bên cạnh đó, hệ thống quản lý pin thông minh (BMS) tích hợp trí tuệ nhân tạo (AI) và Internet vạn vật (IoT) giúp tối ưu hóa quá trình sạc, xả và bảo trì, nâng cao hiệu quả sử dụng. Tái chế pin và phát triển mô hình kinh tế tuần hoàn cũng trở thành trọng tâm nhằm giảm thiểu tác động môi trường, với các phương pháp tái chế khép kín giúp thu hồi và tái sử dụng vật liệu hiệu quả hơn. Ngoài ra, các công nghệ pin thể hệ mới trên đang được thử nghiệm để tìm ra giải pháp thay thế pin lithium-ion truyền thống, khắc phục những hạn chế về chi phí và tài

nguyên. Đặc biệt, sự gia tăng nhu cầu sử dụng pin trong các hệ thống lưu trữ năng lượng tái tạo đang thúc đẩy việc xây dựng khung pháp lý và tiêu chuẩn hóa để đảm bảo an toàn và hiệu suất trong tương lai.

5. KẾT LUẬN

Bài báo đã làm nổi bật vai trò then chốt của các loại pin tích trữ năng lượng mới nổi trong hành trình chuyển đổi sang nền năng lượng bền vững. Các công nghệ tiên tiến như pin anode Silicon, pin thể rắn, pin Natri – lưu huỳnh và pin lượng tử đang dẫn đầu xu hướng nhờ những cải tiến vượt bậc về hiệu suất, độ bền và tính an toàn. Tuy nhiên, để những công nghệ này trở nên phổ biến và hiệu quả hơn, vẫn cần giải quyết nhiều thách thức về mặt kỹ thuật, chi phí và khả năng mở rộng quy mô. Trong tương lai, xu hướng nghiên cứu và phát triển pin tích trữ năng lượng sẽ tiếp tục hướng đến việc tối ưu hóa hiệu suất, giảm thiểu tác động môi trường và hạ giá thành sản xuất. Đồng thời, sự kết hợp

giữa các công nghệ mới nổi và nguồn năng lượng tái tạo sẽ mở ra những cơ hội đột phá, góp phần định hình lại hệ thống năng lượng toàn cầu. Những tiến bộ trong lĩnh vực này

không chỉ đáp ứng nhu cầu năng lượng ngày càng tăng mà còn thúc đẩy một tương lai bền vững, nơi năng lượng sạch và hiệu quả trở thành trụ cột chính của xã hội.

TÀI LIỆU THAM KHẢO

1. Lưu Bình (2024). Nghiên cứu và phân tích một số công nghệ lưu trữ năng lượng tái tạo sử dụng hiện nay trên thế giới. *Tạp chí Khoa học và Công nghệ - Trường Đại học Công nghiệp Quảng Ninh*, Tập 2, số 1, 77-89. E.ISSN 2185-6145.
2. Lipu, M. S. H., Mamun, A. A., Ansari, S., Miah, M. S., Hasan, K., Meraj, S. T., ... & Tan, N. M. (2022). Battery management, key technologies, methods, issues, and future trends of electric vehicles: A pathway toward achieving sustainable development goals. *Batteries*, 8(9), 119.
3. Nitta, N., Wu, F., Lee, J. T., & Yushin, G. (2015). Li-ion battery materials: present and future. *Materials today*, 18(5), 252-264.
4. Hanifah, R. A., Toha, S. F., & Ahmad, S. (2015). Electric vehicle battery modelling and performance comparison in relation to range anxiety. *Procedia Computer Science*, 76, 250-256.
5. Maiyalagan, T., & Elumalai, P. (Eds.). (2021). *Rechargeable lithium-ion batteries: trends and progress in electric vehicles*. Boca Raton: CRC Press.
6. Wang, K., Wan, J., Xiang, Y., Zhu, J., Leng, Q., Wang, M., ... & Yang, Y. (2020). Recent advances and historical developments of high voltage lithium cobalt oxide materials for rechargeable Li-ion batteries. *Journal of Power Sources*, 460, 228062.
7. Liu, H., Li, M., Xiang, M., Guo, J., Bai, H., Bai, W., & Liu, X. (2021). Effects of crystal structure and plane orientation on lithium and nickel co-doped spinel lithium manganese oxide for long cycle life lithium-ion batteries. *Journal of Colloid and Interface Science*, 585, 729-739.
8. Marincaș, A. H., & Ilea, P. *Enhancing Lithium Manganese Oxide Electrochemical Behavior by Doping and Surface Modifications, Coatings*. 11 (2021) 456.
9. Chen, Q., Luo, L., Wang, L., Xie, T., Dai, S., Yang, Y., ... & Yuan, M. (2018). Enhanced electrochemical properties of Y₂O₃-coated-(lithium-manganese)-rich layered oxides as cathode materials for use in lithium-ion batteries. *Journal of Alloys and Compounds*, 735, 1778-1786.
10. Hannan, M. A., Hoque, M. M., Hussain, A., Yusof, Y., & Ker, P. J. (2018). State-of-the-art and energy management system of lithium-ion batteries in electric vehicle applications: Issues and recommendations. *Ieee Access*, 6, 19362-19378.
11. Zhao, C., Yin, H., & Ma, C. (2015). Quantitative evaluation of LiFePO₄ battery cycle life improvement using ultracapacitors. *IEEE Transactions on Power Electronics*, 31(6), 3989-3993.
12. Omar, N., Verbrugge, B., Mulder, G., Van den Bossche, P., Van Mierlo, J., Daowd, M., ... & Pauwels, S. (2010, September). Evaluation of performance characteristics of various lithium-ion batteries for use in BEV application. In *2010 IEEE Vehicle Power and Propulsion Conference* (pp. 1-6). IEEE.
13. Makimura, Y., Sasaki, T., Nonaka, T., Nishimura, Y. F., Uyama, T., Okuda, C., ... & Takeuchi, Y. (2016). Factors affecting cycling life of LiNi_{0.8}Co_{0.15}Al_{0.05}O₂ for lithium-ion batteries. *Journal of Materials Chemistry A*, 4(21), 8350-8358.
14. Asekomeh, A., Gershon, O., & Azubuike, S. I. (2021). Optimally clocking the low carbon energy mile to achieve the Sustainable Development Goals: Evidence from Dundee's Electric Vehicle Strategy. *Energies*, 14(4), 842.
15. Rawat, S., Thakur, J., Phogat, P., Jha, R., & Singh, S. (2025). Advancements in Specialty Batteries: Innovations, Challenges, and Future Directions. *Journal of Alloys and Compounds*, 179387.
16. Wu, B., Chen, C., Danilov, D. L., Eichel, R. A., & Notten, P. H. (2023). All-solid-state thin film Li-ion

PHÂN TÍCH, ĐÁNH GIÁ MỘT SỐ CÔNG NGHỆ KỸ THUẬT SỐ TIÊU BIỂU TRONG PHÁT TRIỂN BỀN VỮNG NGÀNH KHAI THÁC KHOÁNG SẢN HIỆN NAY

ThS. Nguyễn Mạnh Tường - Trường Đại học Công nghiệp Quảng Ninh

TÓM TẮT

Sự phát triển khoa học kỹ thuật công nghệ trong những năm gần đây đã tác động mạnh mẽ đến các ngành sản xuất công nghiệp nói chung và lĩnh vực khai thác mỏ nói riêng. Các ứng dụng công nghệ mới như quá trình điện khí hoá, tự động hoá, cũng như số hoá đã thúc đẩy và ra đời của nhiều phương tiện tự hành hiện đại, các hệ thống khoan hầm và thi công tự động, các hệ thống định vị, giám sát và dẫn đường thông minh. Các công nghệ mới này góp phần giúp ngành công nghiệp khai khoáng cải thiện tỷ suất lợi nhuận, giảm phát thải khí nhà kính và cải thiện sức khoẻ cũng như an toàn cho người lao động làm việc trong lĩnh vực khai thác hầm lò cũng như lộ thiên. Bài viết này tổng hợp những nghiên cứu phát triển và thách thức mới nhất của một số công nghệ kỹ thuật số mới trong khai thác khoáng sản trên thế giới hiện nay. Nội dung chính là thảo luận và tìm hiểu các công nghệ kỹ thuật số, chỉ ra những ưu và nhược điểm của các công nghệ trong việc ứng dụng thực tế tại các hầm lò khai thác hầm lò và lộ thiên.

Từ khóa: Công nghệ khai thác khoáng sản, tự động hoá, khai thác hầm lò, công nghệ máy học, trí tuệ nhân tạo, bản sao kỹ thuật số.

1. ĐẶT VẤN ĐỀ

Ngành khai khoáng mỏ vẫn luôn là 1 ngành quan trọng trong thế kỷ 21 [1], các hoạt động khai khoáng chủ yếu là quá trình khai thác các khoáng sản, các vật liệu có giá trị, những thứ mà hiện nay con người vẫn chưa thể tự sản xuất cũng như nghiên cứu trong phòng thí nghiệm. Mặc dù đây là một trong những ngành thu lợi nhuận cao, nhưng ngành khai khoáng mỏ cũng là một trong những ngành có rủi ro lớn đối với các nhà đầu tư [2]. Hiện nay, ngành này đang phải đối mặt với nhiều thách thức trong sản xuất liên quan đến các vấn đề như năng lượng, vốn đầu tư, cơ sở hạ tầng, sức khoẻ và an toàn của công nhân lao động, đặc biệt là hậu quả về tác động đến môi trường và địa chất xung quanh [2-4]. Tuy vậy, nhưng nếu biết quản lý và áp dụng đúng quy trình sản xuất khoa học với các công nghệ hiện đại trong khai thác thì ngành khai thác mỏ vẫn luôn được coi là ngành mang lại nhiều cơ hội việc làm, đóng góp doanh thu và lợi nhuận lớn cho nền kinh tế và có vai trò chủ đạo trong sự phát triển của một quốc gia. Những năm gần đây, với tốc

độ phát triển nhanh chóng của khoa học công nghệ, giúp việc khai thác mỏ đã được cải thiện rất là nhiều khắc phục được nhiều rủi ro và giúp đảm bảo an toàn cho người lao động cũng như hạn chế các tác hại của việc sản xuất đến môi trường xung quanh [5-7]. Trong nội dung bài báo, tác giả sẽ trình bày một số công nghệ mới hiện nay đang được áp dụng trong ngành khai thác khoáng sản và xu hướng phát triển của chúng trong tương lai.

2. MỘT SỐ CÔNG NGHỆ KỸ THUẬT SỐ SỬ DỤNG TRONG NGÀNH KHAI KHOÁNG

Cuộc cách mạng công nghiệp thứ 4 [8] đang diễn ra sâu rộng, tác động đến toàn bộ nền sản xuất toàn cầu. Cách mạng công nghiệp thứ tư dựa trên sự phát triển “vượt bậc” của công nghệ số, quá trình sản xuất tự động hóa được tích hợp với con người và các hoạt động kinh doanh, dịch vụ của doanh nghiệp. Giống như bất kỳ lĩnh vực nào khác, các công ty khai thác mỏ cần đổi mới quy trình sản xuất hoặc cách tổ chức giúp công ty ngày càng tối ưu hoá lợi nhuận đồng thời phù

hợp với các chính sách mới về môi trường cũng như an toàn cho người lao động.

Các công ty khai thác khoáng sản thực hiện các hoạt động nghiên cứu và phát triển (R&D), tiếp thu các công nghệ sẵn có từ cách lĩnh vực công nghệ khác – thường được thể hiện trong thiết bị và máy móc. Tuy nhiên, việc đo lường những đặc điểm đổi mới này không phải lúc nào cũng đơn giản và điều này đặc biệt đúng trong trường hợp ngành khai thác mỏ. Nhóm tác giả thảo luận về các xu hướng chung về đổi mới khai thác mỏ trên toàn cầu sau đây, bao gồm một số giới hạn của các chỉ số tiêu chuẩn này.

2.1. Ứng dụng công nghệ máy học (ML) trong giám sát và điều phối khai thác khoáng sản

Công nghệ máy học - Machine learning [5] là một nhánh quan trọng của trí tuệ nhân tạo (AI), giúp tự động hóa và tối ưu quy trình sản xuất, kiểm tra, quản lý,..., đây là công nghệ ứng dụng mới nổi trong các lĩnh vực công nghiệp và đời sống hiện nay. Công nghệ ML tập trung vào phát triển các ứng dụng và thuật toán chuyên biệt có khả năng tự học và thích ứng. Ứng dụng thuật toán ML cho phép xử lý dữ liệu để tìm kiếm các mẫu có liên quan và thay đổi hành động của chương trình. Phương pháp ML gồm 04 công nghệ cơ bản [9]: học có giám sát, học nửa giám sát, học không giám sát và học tăng cường. Trong thực tế, việc học được thực hiện thông qua tương tác trực tiếp với môi trường đang thay đổi và nhằm hoàn thành một nhiệm vụ nhất định (ví dụ: điều khiển phương tiện, định vị thiết bị) mà không cần thông báo liệu nhiệm vụ đó có đến đích hay không.

Ứng dụng công nghệ ML trong ngành khai thác mỏ mang nhiều triển vọng và cần thiết để tăng hiệu quả khai thác và đảm bảo an ninh môi trường. Tuy nhiên, mặc dù công nghệ ML đầy hứa hẹn, tuy nhiên xu hướng này vẫn còn nhiều thách thức khi ứng dụng thực tế. Việc nâng cao hiệu quả hoạt động của các công ty khai thác mỏ phụ thuộc vào việc bố trí khai thác than theo phương pháp lộ thiên. Các loại máy móc đặc thù được sử dụng tại khu vực sản xuất với các công nghệ phức tạp đòi hỏi phải nghiên cứu sâu hơn

các ứng dụng thực tế các công nghệ thông minh và mô phỏng các mô hình toán học khi thiết kế, lập kế hoạch và kiểm soát vòng đời của mỏ than. Ở đây, việc áp dụng công nghệ ML có các ưu điểm như sau:

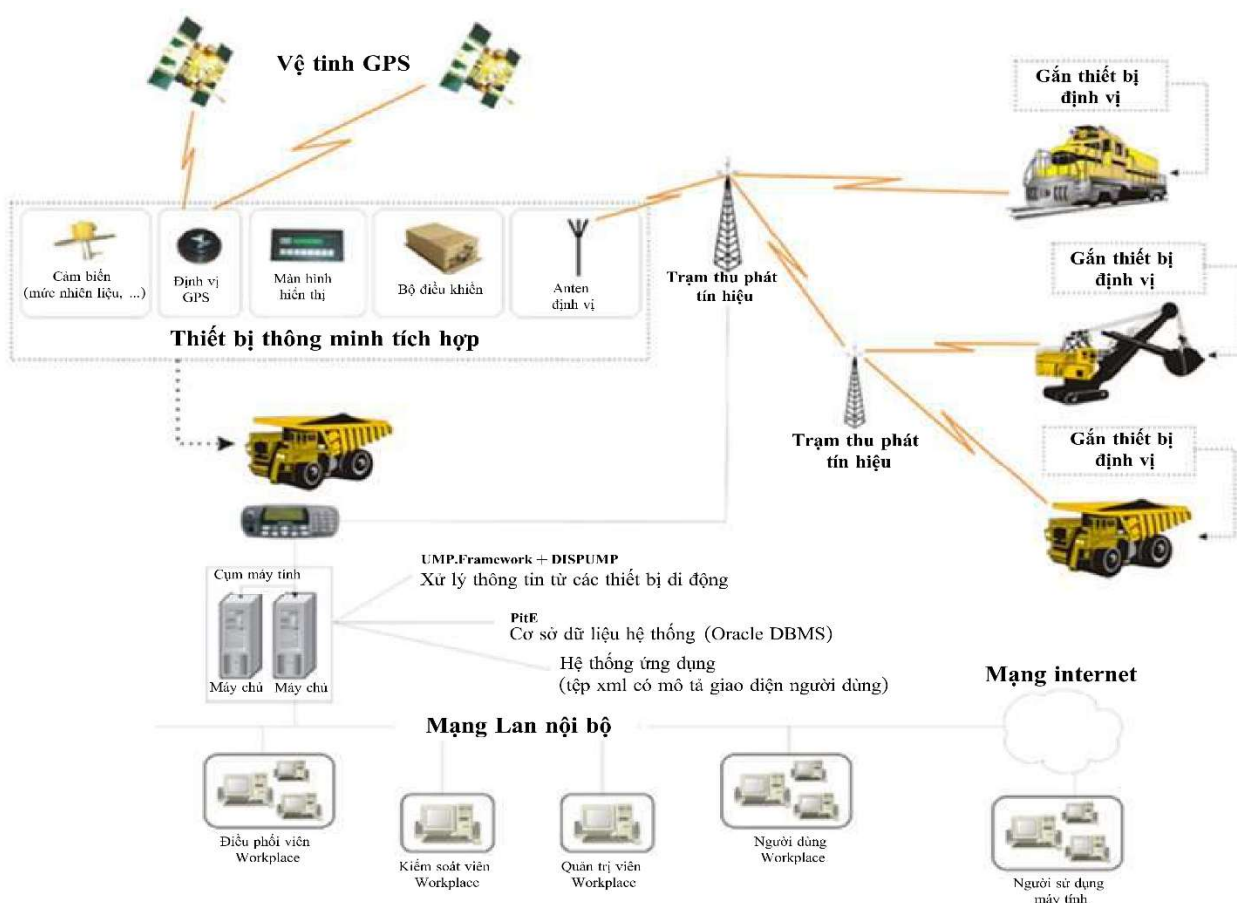
- Xử lý hoàn thiện tối ưu hệ thống sản xuất, có thể phát hiện những xu hướng làm việc và khắc phục lỗi mà con người có thể bỏ sót;
- Sau quá trình thiết lập thông số ban đầu, hệ thống có thể tự hoàn thiện và vận hành không cần sự can thiệp của người vận hành;
- Độ chính xác của hệ thống ngày càng hoàn thiện theo thời gian;
- Trong môi trường dữ liệu phức tạp, khối lượng lớn và đa chiều, công nghệ ML có thể xử lý nhiều định dạng dữ liệu.

Tuy nhiên khi đưa vào áp dụng công nghệ cũng có một số những nhược điểm nhất định:

- Vốn đầu tư ban đầu lớn, tập dữ liệu ban đầu yêu cầu khổng lồ, toàn diện và chất lượng tốt. Khó triển khai nếu không có đủ các cơ sở dữ liệu;
- Sử dụng công nghệ ML cần có đủ thời gian để các thuật toán học hỏi và phát triển hoàn thành mục đích của chúng với độ chính xác và mức độ phù hợp đáng kể. Nếu trình độ chuyên môn của nhân viên của công ty không đủ khó mà triển khai được công nghệ ML;
- Một thách thức lớn khác là khả năng diễn giải chính xác các kết quả do thuật toán tạo ra. Do đó nếu không có sự hỗ trợ của chuyên gia, việc giải thích chính xác kết quả và loại bỏ sự không chắc chắn có thể khó khăn.

Hiện nay các công ty khai thác mỏ đã đưa vào ứng dụng hệ thống điều phối và giám sát máy sản xuất và vận tải như hình 1. Hệ thống “Quarry” được tập đoàn VIST Group nghiên cứu và phát triển [10]. Hệ thống tự động giám sát này nhận các tín hiệu từ cảm biến sau:

- Cảm biến vị trí, tốc độ và lộ trình của phương tiện vận tải (GPS);
- Cảm biến khối lượng quặng được hệ thống máy thi công xử lý;
- Cảm biến vị trí gầu xúc;



Hình 1. Ứng dụng công nghệ ML trong khai thác khoáng sản [10]

- Cảm biến áp suất trong tuabin máy ủi;
- Cảm biến áp suất lốp xe tải;
- Cảm biến dòng điện vận hành máy xúc;
- Cảm biến mức nhiên liệu trong máy thi công và vận tải.

Từ đó doanh nghiệp khai thác có thể đưa ra được phân loại các thiết bị khai thác của mình như sau [10]:

- Loại 1 – xác suất thiết bị khai thác ngừng hoạt động do có thể phải bảo trì trong vòng 30 ngày tiếp theo là 100%;
- Loại 2 – xác suất thiết bị khai thác ngừng hoạt động do có thể phải bảo trì trong vòng 60 ngày tiếp theo là 100%;
- Loại 3 – xác suất thiết bị khai thác ngừng hoạt động do có thể phải bảo trì trong vòng 90 ngày tiếp theo là 100%;

- Loại 4 – xác suất thiết bị khai thác ngừng hoạt động do có thể phải bảo trì trong vòng 120 ngày tiếp theo là 100%;

- Loại 5 – xác suất thiết bị khai thác ngừng hoạt động do có thể phải bảo trì trong vòng 150 ngày tiếp theo là 100%;

- Loại 6 – xác suất thiết bị khai thác ngừng hoạt động do có thể phải bảo trì trong vòng 180 ngày tiếp theo là 100%.

Thông tin sau đây về thiết bị khai thác được lưu trữ trong cơ sở dữ liệu hệ thống điều phối:

- Tốc độ hoạt động trung bình của thiết bị khai thác mở (km/h) mỗi ca;
- Mức tiêu thụ năng lượng trung bình mỗi ca;
- Giá trị trung bình của số đọc của máy đo độ nghiêng (độ) trên một ca;
- Nhiệt độ trung bình (°C) mỗi ca.

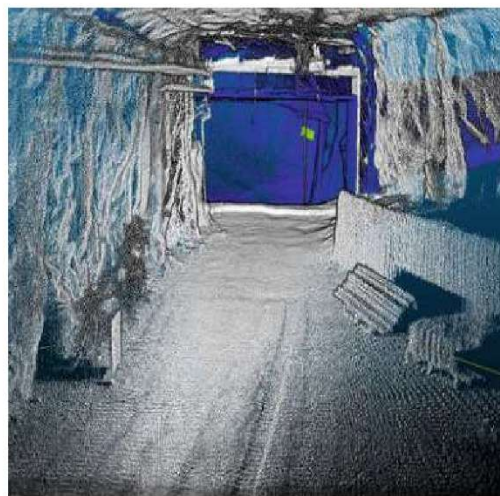
Tuy nhiên, sản xuất khai thác có một số đặc điểm cụ thể tạo nên sự phức tạp trong việc thực hiện các phương pháp và mô hình kiểm soát chính thức. Đặc điểm đầu tiên và quan trọng nhất của một công ty khai thác mỏ là hoạt động sản xuất có tính chất rời rạc-liên tục. Tính năng thứ hai nhưng không kém phần quan trọng là một đối tượng được kiểm soát cụ thể – tính chất (khả năng phân phối tham số, tính ngẫu nhiên của quy trình, v.v.). Một đặc điểm khác là tính đặc thù của hệ thống điều khiển bao gồm các khối chức năng phức tạp như khảo sát, địa chất, v.v. Ngoài ra, công nghệ ML vẫn cần phải nghiên cứu thêm, đặc biệt là ứng dụng các thuật toán học máy khác và nâng cao dữ liệu ban đầu để thu được kết quả hoạt động thuật toán tốt hơn. Một hướng nghiên cứu khác là ứng dụng công nghệ máy học để dự đoán không chỉ thời gian chờ mà còn cả hiệu quả của một đơn vị thiết bị khai thác trong ngắn hạn, trung hạn và dài hạn, v.v.

2.2. Rô bốt điều khiển từ xa và quá trình tự động hoá sản xuất, chế biến khoáng sản

Trong quá trình thi công khai thác hầm mỏ, nhiều khu vực dưới lòng đất không thể sử dụng hệ thống định vị GPS. Điều này đã dẫn đến sự phát triển của thiết bị điều khiển từ xa để lập bản đồ và thực hiện các nhiệm vụ khó khăn. Công nghệ này là sự kết hợp giữa hệ thống định vị, vị trí và dẫn đường (PLANS) và máy quét laser gắn trên rô bốt điều khiển từ xa như hình 2a; rô bốt này có thể định vị theo thời gian thực. Hình 2b thể hiện dữ liệu bản đồ thực tế được từ rô bốt điều khiển từ xa khảo sát thu thập. Hiện tại, công ty này có khả năng khảo sát một đoạn đường hầm dài 1 km trong vài giờ với độ phân giải cực cao so với vài ngày sử dụng các phương pháp khảo sát hiện tại [11].



(a) Rô bốt lập bản đồ với hệ thống vị trí, định vị dưới lòng đất



(b) Phần mềm tạo ra dữ liệu bản đồ định vị

Hình 2. Rô bốt điều khiển từ xa sử dụng lập bản đồ dưới lòng đất [11]

Tất cả các thiết bị và quy trình xử lý đều có thể vận hành thiết bị từ xa. Phòng vận hành như trong hình 3 được kết nối với máy chủ thông qua hệ thống viễn thông. Điều này cho phép người vận hành chạy đồng thời nhiều máy và cùng với hệ thống định vị và dẫn đường sẽ cho phép người vận hành di chuyển ngay lập tức từ máy này sang máy khác trên nhiều môi trường hầm mỏ khác nhau. Một số mỏ trên thế giới đang thử áp dụng

công nghệ này bao gồm các mỏ như Inco, LKAB, Rio Tinto và Codelco.

Rô-bốt điều khiển từ xa sử dụng công nghệ định vị bản đồ hiện đang được triển khai trực tiếp trong các rô-bốt khai thác như rô bốt HARS được phát triển cho Codelco và các hệ thống nạp chất nổ. Hệ thống HARS là hệ thống robot hoàn chỉnh đầu tiên với máy công cụ được điều khiển bằng CNC để khai thác được hiển thị trong hình 4.



Hình 3. Trung tâm vận hành điều khiển và giám sát rô bốt tự động từ xa

Hệ thống rô bốt HAR có nhiều chức năng có xu hướng sử dụng trong khai thác hầm mỏ trong tương lai. Công nghệ rô bốt này có thể làm những nhiệm vụ mà con người không thể tiếp cận được, những việc mà chúng ta coi là “dơ dáy”, “nguy hiểm” và “buồn tẻ”. Hệ thống HARS cung cấp mũi khoan và nạp thuốc nổ một cách chính xác để phá vỡ các vị trí trong đường hầm và loại bỏ vật cản. Hình 4c cho thấy HARS với cánh tay mở rộng để khoan và nạp chất nổ ở các vị trí theo yêu cầu. HARS là robot đầu tiên trong số nhiều robot khai thác chính xác đang được phát triển để triển khai trong tương lai.



(a) Mặt phía trước của rô bốt HARS



(b) Mặt phía sau của rô bốt HARS



(c) Rô bốt HARS khi lắp toàn bộ phụ kiện mở rộng

Hình 4. Rô bốt HARS sử dụng cho các mỏ khai thác hầm lò

Ưu điểm của việc sử dụng hệ thống rô bốt điều khiển từ xa này là:

- Nâng cao độ tin cậy và an toàn cho người lao động, tăng năng suất và thời gian hiệu quả làm việc. Người vận hành dành ít thời gian hơn dưới lòng đất, do đó giảm tiếp xúc với các mối nguy hiểm trong các hầm mỏ và năng suất được cải thiện từ một người vận hành trên mỗi máy lên một người có thể thao tác trên ba máy;

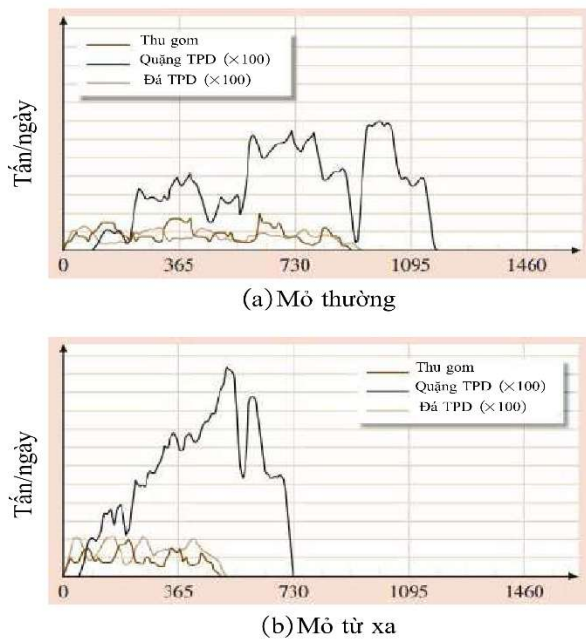
- Hiệu quả của việc khai thác từ xa có thể được phân tích trong thời gian ngắn bằng cách sử dụng hệ thống mô phỏng dựa trên con người và máy tính, đây là những công cụ định lượng và trực quan hóa mạnh mẽ về công nghệ và hoạt động.

Nhược điểm hiện nay khi áp dụng công nghệ rô bốt điều khiển từ xa:

- Vốn đầu tư cho các hệ thống rô bốt điều khiển từ xa ban đầu lớn, đối với các công ty khai thác hầm lò tư nhân, hoặc nhỏ thì khó khả thi;

- Hệ thống điều khiển rô bốt từ xa khá phức tạp, đòi hỏi chuyên môn của người vận hành cao. Ngoài ra quá trình bảo trì và sửa chữa cũng phụ thuộc lớn vào nhà cung cấp nên ảnh hưởng đến tiến độ thi công khi xảy ra sự cố.

Đối với quá trình tự động hoá, sản xuất, chế biến khoáng sản đã được chứng minh ở một mỏ đang hoạt động có khả năng hoạt động từ 7-7,5 giờ mỗi ca 8 giờ so với 5 giờ ở mỏ thông thường. Sự khác biệt đáng kể khác giữa khai thác thông thường và khai thác từ xa là tính linh hoạt và an toàn tăng lên.



Hình 5. So sánh tuổi thọ của mỏ tự động từ xa với mỏ thông thường [11]

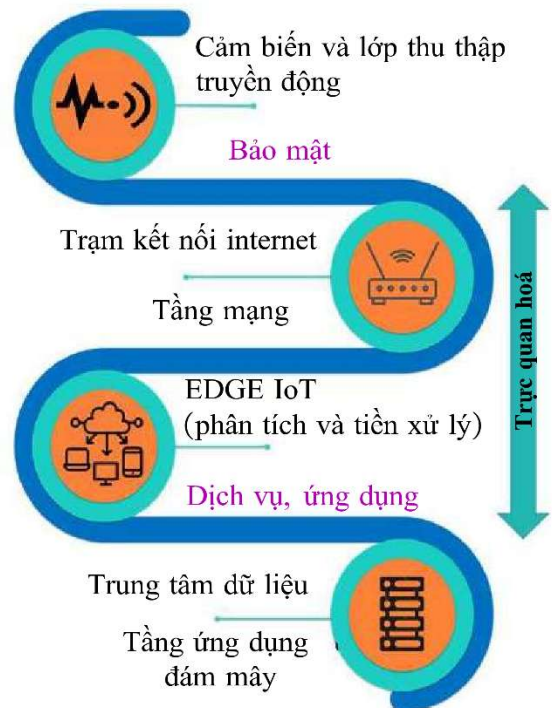
Các biểu đồ so sánh trong hình 5 cho thấy những kết quả tiềm năng đáng kể từ việc ứng dụng robot và tự động hóa. Tuổi thọ của mỏ giảm 38% khi sử dụng khai thác từ xa so với khai thác thông thường do tốc độ khai thác cao hơn nhờ thông lượng và việc sử dụng khuôn mặt được cải thiện. Hơn nữa, việc sử dụng thiết bị tự động trong khai thác từ xa tăng 80% so với khai thác thông thường.

2.3. Ứng dụng IoT trong khai thác mỏ

Internet of Things (IoT) [12] là mạng kết nối các thiết bị và đồ vật thông qua cảm biến, phần mềm và các công nghệ khác, cho phép các đồ vật và thiết bị thu thập và trao đổi dữ liệu với nhau. Cấu trúc của một hệ thống IoT thường bao gồm các lớp chính sau: thiết bị (Things), trạm kết nối (Gateways), hạ tầng mạng (Network and Cloud) và bộ phân tích và xử lý dữ liệu (Services-creation and solution layers).

Tự động hóa trong khai thác mỏ đang phát triển nhanh chóng với việc sử dụng các máy tính lập trình công nghiệp hoặc bộ điều khiển logic (PLC). Hơn nữa, cảm biến đã trở nên tiên tiến hơn trong những năm gần đây. Tương tự như vậy, trong hoạt động khai thác, tất cả các nhiệm vụ ở bất kỳ giai đoạn sản xuất nào đều có thể được đo lường và giám sát, dữ liệu được thu thập

và lưu trữ, truyền đạt và phân tích đầy đủ để tận dụng tối đa lợi ích của nó. Internet of Things (IoT) là cơ sở hạ tầng có thể hỗ trợ quá trình này dễ dàng hơn (Hình 6).



Hình 6. Sơ đồ cấu trúc của IoT [12]

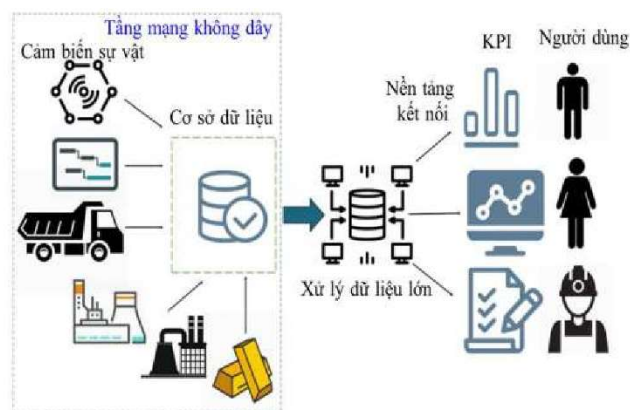
Do đó, nhu cầu về các chuyên gia về lập trình, bảo trì truyền thông và kiểm soát quy trình ngày càng tăng trong bối cảnh làm việc mới này. Các ứng dụng của cảm biến, robot và công nghệ ML đã tăng lên trong ngành khai thác mỏ và công nghệ đang thay đổi tất cả các giai đoạn khai thác từ thăm dò sang khai hoang. Phát triển IoT trong hầm mỏ; tuy nhiên, có một số thách thức do cơ sở hạ tầng hạn chế như phạm vi phủ sóng mạng đầy đủ, hệ thống truyền dữ liệu và lưu trữ dữ liệu rộng khắp (Hình 6). Ngoài ra, tự động hóa và các thiết bị thông minh đang cập nhật các hoạt động khai thác hàng ngày như quy trình an toàn và sức khỏe trong khoan và nổ.

Trong một ngành như khai thác mỏ, trong đó cải thiện hiệu quả và năng suất là điều cần thiết để mang lại lợi nhuận, ngay cả việc tăng cường nhỏ về thời gian di chuyển của thiết bị cũng có thể ảnh hưởng rất lớn đến hiệu quả hoạt động. Tiềm năng của việc sử dụng IoT trong các lĩnh vực khác nhau của ngành khai thác mỏ được minh họa trong Bảng 1.

Bảng 1. Các ứng dụng liên quan đến IoT trong ngành khai khoáng

Ứng dụng IoT	Đầu ra
Hệ thống giám sát khí mỏ than mạng không dây dựa trên WSN	Hệ thống màn hình giám sát
Hệ thống định vị công nhân khai thác than	Hệ thống
Hệ thống giám sát và tiền cảnh báo đập chất thải trong mỏ	Hệ thống TDMPAS
Theo dõi thiết bị bảo trì trong ngành khai thác mỏ	Cơ sở dữ liệu
Đánh giá độ tin cậy của các mỏ than bằng Internet of Things	Mô hình
Hệ thống giám sát mỏ than	Cấu trúc hệ thống
Cảm biến, giám sát và dự đoán hỗ trợ mái đường hầm mỏ	Mô hình
Cải thiện sự an toàn của máy thi công	Hệ thống
Mỏ than hầm lò	Nghiên cứu khả thi
Phân tích tai nạn và dữ liệu lớn trong mỏ than	Hệ thống
Giám sát an toàn mỏ than	Hệ thống giám sát
Thiết kế hệ thống theo dõi nồng độ oxy của mỏ	Thiết kế hệ thống
Hiện thực hóa hệ thống định vị thời gian thực trong các mỏ than	Hệ thống
Quản lý công nhân và nhân sự	Kế hoạch quản lý
Giám sát thông gió	Hệ thống giám sát thời gian thực
Dự đoán chất lượng không khí trong hầm mỏ dưới lòng đất	Hệ thống

Ứng dụng IoT trong các lĩnh vực khai thác khác nhau dựa trên hạng mục chính: Mạng cảm biến không dây (WSN), quản lý dữ liệu, tự động hóa và ứng dụng trong ngành khai thác mỏ (Hình 7).



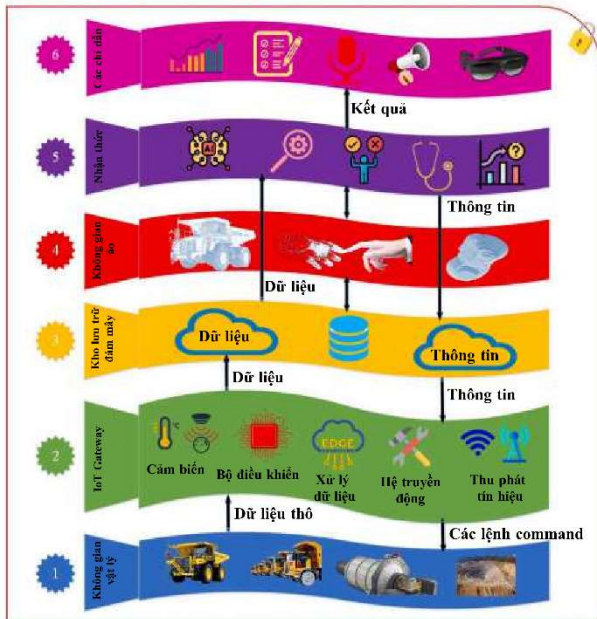
Hình 7. Sơ đồ các thành phần IoT trong ngành khai thác mỏ [12]

Nền tảng IoT cho phép hiển thị dữ liệu nhất quán theo thời gian thực để giúp giải quyết nhanh chóng các vấn đề trong khi theo dõi quy mô thay đổi trong các chỉ số hiệu suất vòng kín (Hình 7). Điều này cho phép các giải pháp IoT giảm thiểu tổn thất sản xuất và tăng hiệu quả để hiểu rõ hơn những tác động rộng hơn đối với ngành khai thác của IoT và Dữ liệu lớn. Trước hết, các giải pháp IoT sẽ kết hợp phân tích và trực quan hóa dữ liệu bổ sung cho giai đoạn tối ưu hóa tiếp theo cho hoạt động từ xa của các địa điểm mỏ và nhà máy. Thứ hai, khi quy trình khai thác được tích hợp trong chuỗi giá trị, quy trình tiếp theo sẽ tải lên dữ liệu thời gian thực.

2.4. Công nghệ Digital Twin

Digital Twin (DT) [13] là bản sao Kỹ Thuật Số hay được hiểu là bản sao của các thực thể vật lý như công cụ, thiết bị, con người, quy trình hoặc hệ thống hỗ trợ doanh nghiệp đưa ra quyết định theo mô hình. Mặc khác, DT là một chương trình máy tính thu thập dữ liệu trong thế giới thực về một đối tượng hoặc hệ thống vật lý làm đầu vào và tạo ra các mô phỏng đầu ra về hệ thống vật lý và những hệ thống đó sẽ bị ảnh hưởng bởi đầu vào. Điều này giúp thực hiện được sử dụng thông

tin địa chất, quy trình sản xuất, quan trọng hơn là nhờ dữ liệu thời gian thực được tạo ra từ các cảm biến kết nối trong toàn bộ quá trình làm việc.



Hình 8. Sơ đồ cấu trúc công nghệ DT trong ngành khai thác mỏ [13]

Với công nghệ DT ứng dụng vào các mỏ khai thác khoáng sản, có thể thực hiện mô phỏng và dự đoán các lỗi tiềm ẩn hoặc suy giảm hiệu suất của thiết bị sản xuất. Do đó, công nghệ DT tạo thành một công cụ hữu ích để cải thiện việc lập kế hoạch làm việc và giảm chi phí vận hành, bằng cách tránh sự gián đoạn bất ngờ trong quy trình sản xuất và tối ưu hóa việc bảo trì thiết bị. Tuy nhiên hiện nay các nghiên cứu và ứng dụng của công nghệ DT trong khai thác mỏ khá ít công trình được công bố. Dựa trên các thông tin thu thập con người và máy móc trong ngành khai thác mỏ chia 6 lớp (hình 8), đây là cơ sở tiền đề ứng dụng công nghệ DT trong tương lai cho các mỏ khai khoáng khác nhau.

Lớp thứ nhất là không gian vật lý hay đối tượng vật lý, đây có thể là một đối tượng đơn lẻ như 1 xe tải, máy khâu, cũng có thể là một hệ thống nhiều phương tiện vận tải, thiết bị sản xuất hay cả một hệ thống lớn như cả một nhà máy chế biến khoáng sản hoặc cả một mỏ khai thác.

Lớp thứ hai là IoT Gateway hay cổng IoT là hệ thống cảm biến, bộ điều khiển, bộ truyền động,

các thiết bị thu phát tín hiệu,... Các cảm biến thu thập các thông số trạng thái và hoạt động của đối tượng vật lý và truyền chúng qua các công cụ giao tiếp như RFID (nhận dạng tần số vô tuyến) vào SCADA (điều khiển giám sát và thu thập dữ liệu), máy vi tính (Raspberry Pi 4) hoặc bộ vi điều khiển (PIC, AVR và ARM) cho điện toán biên. Ở bước này, dữ liệu thô trước tiên được lưu trữ trong kho lưu trữ trước khi xử lý trước nhằm mục đích làm sạch, tích hợp và giảm thiểu dữ liệu. Dữ liệu được xử lý trước có thể hữu ích cho việc chẩn đoán cấp độ thấp và ra quyết định được thực hiện thông qua các bộ truyền động do bộ điều khiển quản lý. Sau đó, bản sao của dữ liệu thô và dữ liệu đã xử lý trước sẽ được gửi lên lớp tiếp theo thông qua thiết bị liên lạc sử dụng Wi-Fi, công nghệ liên lạc di động (4G hoặc 5G để có băng thông rộng hơn và tốc độ cao hơn) và mạng liên lạc vệ tinh.

Lớp thứ ba là kho lưu trữ đám mây lưu trữ dữ liệu lịch sử, dữ liệu thô, dữ liệu được xử lý trước, thông tin tức thời và thông tin lịch sử. Dữ liệu nhận được có thể thuộc ba loại: Có cấu trúc (ví dụ: dữ liệu sổ hàng, bảng, danh mục tài liệu), bán cấu trúc (ví dụ: chuỗi, tệp văn bản, biểu đồ) và không có cấu trúc (ví dụ: hình ảnh, video, âm thanh). Data lake với tư cách là kho lưu trữ dữ liệu có lợi thế hơn kho dữ liệu nhờ khả năng lưu trữ theo thời gian thực của ba cấu trúc dữ liệu, điều này sẽ có lợi cho DT. Dữ liệu và thông tin lịch sử được lưu trữ trong kho dữ liệu theo thời gian không thực.

Lớp thứ tư là lớp không gian ảo xây dựng các mô hình 3D động của đối tượng vật lý hoặc hệ thống đang được giám sát bằng dữ liệu thời gian thực nhận được từ lớp đám mây. DT trực quan hóa đối tượng vật lý cho người dùng cuối để giúp họ nhận biết ngay lập tức mọi thay đổi không mong muốn.

Lớp thứ năm là lớp nhận thức tương đương với bộ não của kiến trúc, trong đó tất cả các phép thuật đều xảy ra. Mô phỏng, dự đoán, tối ưu hóa, ra quyết định và chẩn đoán được thực hiện trên lớp nhận thức bằng cách sử dụng AI và phương pháp khai thác dữ liệu. Một thuật toán tối ưu hóa được đưa vào hoạt động để cải thiện tình trạng

của tài sản thông qua tính toán thông minh cũng như chạy nhiều mô phỏng khác nhau sau khi nhận được dữ liệu cảm giác bất thường. Sau đó, hành động tốt nhất được gọi là “Thông tin” và được gửi đến lớp thứ ba, sau đó là lớp thứ hai để kích hoạt bộ truyền động. Lớp nhận thức biến giác mơ của IDT trở thành hiện thực bằng khả năng tự chủ và tự chủ. Lớp cuối cùng có ý nghĩa quan trọng vì nó cung cấp cho các nhà quản lý và kỹ sư những hiểu biết sâu sắc về hệ thống thiết bị sản xuất đang được nghiên cứu.

3. THẢO LUẬN

Đổi mới đóng một vai trò quan trọng trong ngành khai thác mỏ như một công cụ để nâng cao hiệu quả của các quy trình, giảm chi phí, đồng thời đáp ứng các mối quan tâm về xã hội và môi trường ngày càng tăng của cộng đồng và chính quyền. Tiến bộ công nghệ cũng rất quan trọng để cho phép khai thác các mỏ mới trong các tình huống phức tạp hơn: cấp độ quặng thấp hơn, điều kiện thời tiết khắc nghiệt, trầm tích sâu hơn, khối đá cứng hơn và môi trường chịu áp lực cao.

Nghĩa là, tầm quan trọng của đổi mới đối với ngành khai thác mỏ, như một yếu tố quan trọng trong việc cải thiện năng suất lao động trong những thập kỷ qua, đã được phân tích. Ngày nay, một số xu hướng công nghệ có thể được xác định là yếu tố chính sẽ định hình việc khai thác trong tương lai. Đầu tiên và phù hợp nhất là chuyển đổi kỹ thuật số, là quá trình áp dụng và kết hợp một bộ công cụ, được gọi là công nghệ 4.0 vào hoạt động kinh doanh khai thác.

Tự động hóa sản xuất, robot điều khiển từ xa, công nghệ IoT, công nghệ ML và công nghệ DT cùng nhiều thứ khác, có tiềm năng nâng cao các quy trình trong toàn bộ chuỗi giá trị khai thác. Tuy nhiên, mặc dù chuyển đổi kỹ thuật số thường được nhắc đến như một trong những mối quan tâm chính của hầu hết các công ty khai thác qu

mô lớn, nhưng mức độ số hóa của ngành vẫn còn thấp, cho thấy hầu hết tiềm năng chuyển đổi kỹ thuật số cho lĩnh vực này vẫn chưa được khai thác. Những thách thức chính mà các công ty phải đối mặt để đạt được số hóa thành công là sự cam kết và phối hợp nhiệm vụ chung giữa các đơn vị kinh doanh khác nhau, thực hiện các thay đổi cơ cấu tổ chức phù hợp và thúc đẩy tư duy văn hóa mới về chiến lược an ninh mạng và sự cải tiến liên tục của chúng.

4. KẾT LUẬN VÀ KIẾN NGHỊ

Trong nội dung bài báo, tác giả đã trình bày công nghệ kỹ thuật số sử dụng trong việc cải thiện sản xuất, khai thác khoáng sản và năng suất, an toàn, môi trường và thông tin liên lạc trong mỏ hiện nay. Ngành khai thác mỏ phụ thuộc nhiều vào sự đổi mới, một chiến lược nhằm tăng hiệu quả quy trình, tiết kiệm chi phí, cải thiện độ an toàn và đáp ứng các mối quan tâm ngày càng tăng của chính quyền và cộng đồng về xã hội và môi trường. Những cải tiến về năng suất và an toàn do chuyển đổi kỹ thuật số trong ngành khoáng sản mang lại đã làm giảm đáng kể những nguy hiểm liên quan đến hoạt động khai thác thông thường. Tác động của đổi mới công nghệ trong hoạt động khai thác mỏ như khoan, nổ mìn, thông gió, vận hành và thiết bị đã làm tăng năng suất, tuổi thọ, an toàn và hoạt động khai thác. Các hệ thống IoT, ML giúp liên lạc thông tin nhanh hơn trong các hầm mỏ, đây là một thiết bị sử dụng hiệu quả nâng cao độ an toàn và truy tìm thợ mỏ bị mắc kẹt trong khai thác dưới lòng đất. Bài báo là tổng hợp các nghiên cứu mới nhất về thiết bị đang ứng dụng hiện nay trên thế giới, là tài liệu tham khảo giúp các công ty khai thác khoáng sản tại Việt Nam có thể cập nhật những công nghệ mới nhất nâng cao chất lượng khai thác phát triển bền vững ngành khai thác khoáng sản.

TÀI LIỆU THAM KHẢO

1. Cawood, F. (2020). Mining in the twenty-first century and its world of work: Considerations for universities offering mining qualifications. In E3S Web of Conferences (Vol. 201, p. 01001). EDP Sciences.
2. Frederiksen, T. (2018). Corporate social responsibility, risk and development in the mining

- industry. *Resources Policy*, 59, 495-505.
3. O'Callaghan, T., & Graetz, G. (Eds.). (2017). *Mining in the Asia-Pacific: Risks, Challenges and Opportunities*.
 4. Martins, L. (2019). Challenges and opportunities for a successful mining industry in the future. *Boletín geológico y Minero*, 130(1), 99-121.
 5. Zelinska, S. (2020). Machine learning: technologies and potential application at mining companies. In *E3s web of conferences* (Vol. 166, p. 03007). EDP Sciences.
 6. Sánchez, F., & Hartlieb, P. (2020). Innovation in the mining industry: Technological trends and a case study of the challenges of disruptive innovation. *Mining, Metallurgy & Exploration*, 37(5), 1385-1399.
 7. Yun, S., Cho, W., Kim, C., & Lee, S. (2022). Technological trend mining: Identifying new technology opportunities using patent semantic analysis. *Information Processing & Management*, 59(4), 102993.
 8. Onifade, M., Adebisi, J. A., Shivute, A. P., & Genc, B. (2023). Challenges and applications of digital technology in the mineral industry. *Resources Policy*, 85, 103978.
 9. <https://bkaii.com.vn/tin-tuc/374-nhung-cong-nghe-co-ban-cua-machine-learning>.
 10. Zifra Mining, Open-pit mining (2020), <https://vistgroup.ru/solutions/open-pit-mining/asuscc-quarry/>. Accessed 21 Mar 2020.
 11. Jämsä-Jounela, S. L., & Baiden, G. (2023). Automation and robotics in mining and mineral processing. In *Springer Handbook of Automation* (pp. 909-921). Cham: Springer International Publishing.
 12. Molaei, F., Rahimi, E., Siavoshi, H., Afrouz, S. G., & Tenorio, V. (2020). A comprehensive review on internet of things (IoT) and its implications in the mining industry. *American Journal of Engineering and Applied Sciences*, 13(3), 499-515.
 13. Hazrathosseini, A., & Afrapoli, A. M. (2023). The advent of digital twins in surface mining: Its time has finally arrived. *Resources Policy*, 80, 103155.

ĐẠI HỘI CÔNG ĐOÀN VIỆN CƠ KHÍ NĂNG LƯỢNG VÀ MỎ LẦN THỨ XV, NHIỆM KỲ 2025–2030 THÀNH CÔNG TỐT ĐẸP

Ngày 17/11/2025, Công đoàn Viện Cơ khí Năng lượng và Mỏ đã long trọng tổ chức Đại hội Công đoàn lần thứ XV, nhiệm kỳ 2025–2030. Đây là sự kiện chính trị quan trọng, đánh dấu bước phát triển mới của tổ chức Công đoàn Viện, khẳng định tinh thần đoàn kết, đổi mới và quyết tâm của đội ngũ cán bộ, đoàn viên, người lao động toàn Viện trong giai đoạn mới.



Đại biểu dự Đại hội Công đoàn Viện

Dự và chỉ đạo Đại hội có đồng chí Nguyễn Trung Hiếu – Phó Chủ tịch Công đoàn TKV; đồng chí Nguyễn Thị Hồng Ly – Kế toán trưởng Công đoàn TKV; đồng chí Nguyễn Thu Hiền – Bí thư Đảng ủy, Viện trưởng Viện Cơ khí Năng lượng và Mỏ; cùng các đồng chí trong Ban Thường vụ Đảng ủy, lãnh đạo chuyên môn và 120 đại biểu, đại diện cho 268 đoàn viên, người lao động toàn Viện.

Trong giai đoạn 2023–2025, Công đoàn Viện đã phát huy tốt vai trò đại diện, chăm lo và bảo vệ quyền, lợi ích hợp pháp, chính đáng của người lao động. Công đoàn phối hợp chặt chẽ với chuyên môn triển khai nhiều giải pháp ổn định sản xuất, góp phần hoàn thành các chỉ tiêu sản

xuất – kinh doanh; tổ chức hiệu quả các phong trào thi đua, đặc biệt trong Tháng Công nhân và Tháng hành động về an toàn, vệ sinh lao động.

Bên cạnh đó, Công đoàn Viện đã tăng cường ứng dụng công nghệ số trong quản lý đoàn viên và điều hành hoạt động; kịp thời chăm lo đời sống vật chất, tinh thần cho người lao động, đáp ứng yêu cầu nhiệm vụ trong tình hình mới.

Phát biểu chỉ đạo Đại hội, đồng chí Nguyễn Trung Hiếu – Phó Chủ tịch Công đoàn TKV ghi nhận và biểu dương những kết quả Công đoàn Viện đạt được trong nhiệm kỳ qua. Đồng chí đề nghị, trong nhiệm kỳ 2025–2030, Công đoàn Viện cần tiếp tục đổi mới phương thức hoạt động, đẩy mạnh ứng dụng chuyển đổi số; chủ động nắm