

BẢN TIN KHOA HỌC

ISSN: 2354 - 1164



CƠ KHÍ

NĂNG LƯỢNG - MỎ

Số 5/2025 (Số 52)

MECHANICAL ENGINEERING BULLETIN FOR MINING AND ENERGY INDUSTRIES

VIỆN CƠ KHÍ NĂNG LƯỢNG VÀ MỎ - VINACOMIN



Chào mừng

80 năm

QUỐC KHÁNH VIỆT NAM

02.9.1945 ★ 02.9.2025



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 5/2025 (Số 52 – Tháng 9-10/2025)

TIN TỨC

- 1 - 80 NĂM QUỐC KHÁNH 2/9, TỪ TUYÊN NGÔN ĐỘC LẬP ĐẾN KHÁT VỌNG PHÁT TRIỂN ĐẤT NƯỚC
- 3 - TKV THAM GIA TRIỂN LÃM THÀNH TỰU ĐẤT NƯỚC “80 NĂM HÀNH TRÌNH ĐỘC LẬP - TỰ DO - HẠNH PHÚC”
- 5 - ĐẠI HỘI ĐẠI BIỂU ĐOÀN TNCS HỒ CHÍ MINH TẬP ĐOÀN CÔNG NGHIỆP THAN - KHOÁNG SẢN VIỆT NAM LẦN THỨ VIII NHIỆM KỲ 2025 – 2030 THÀNH CÔNG TỐT ĐẸP
- 9 - CHUYỂN ĐỔI SỐ TKV: ĐẨY NHANH TIẾN ĐỘ, TẠO ĐÒN BẦY NÂNG CAO HIỆU QUẢ SẢN XUẤT KINH DOANH
- 12 - PHẦN ĐẦU HOÀN THÀNH THẮNG LỢI NHIỆM VỤ SẢN XUẤT, TIÊU THỤ THAN THÁNG 11/2025

CÔNG NGHỆ VẬT LIỆU

- 14 - ẢNH HƯỞNG CỦA TRẠNG THÁI ỨNG SUẤT ỐNG ĐẾN TỐC ĐỘ ĂN MÒN RỖ CỦA ĐƯỜNG ỐNG DẦU KHÍ

CÔNG NGHIỆP MỎ

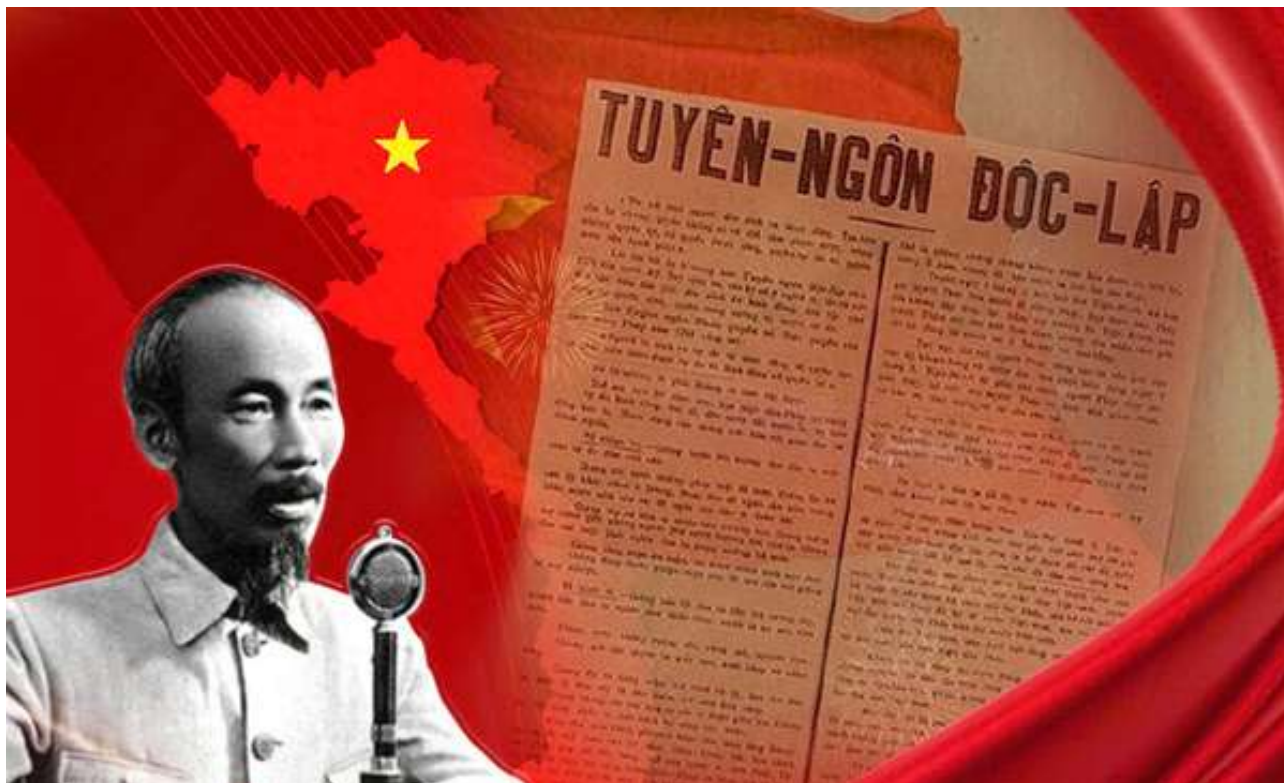
- 21 CÔNG NGHỆ KHAI THÁC KHÔNG TRỤ BẢO VỆ VÀ TRIỂN VỌNG ÁP DỤNG TRONG KHAI THÁC THAN HÀM LÒ TẠI VIỆT NAM
- 30 NGHIÊN CỨU PHÁT HIỆN SỚM HIỆN TƯỢNG THAN TỰ CHÁY KHU VỰC PHẢ HÒA LÒ CHỢ VĨA 14.5 CÔNG TY THAN KHE CHÀM – TKV

KHOA HỌC ỨNG DỤNG

- 36 - NGHIÊN CỨU LỰA CHỌN VÀ ỨNG DỤNG CÔNG NGHỆ PHÂN TÍCH THAN TRỰC TUYẾN PHỤC VỤ TỐI ƯU VẬN HÀNH LÒ HƠI NHÀ MÁY NHIỆT ĐIỆN
- 43 - ỨNG DỤNG MATLAB-SIMULINK XÂY DỰNG MÔ HÌNH MÔ PHỎNG MẠNG HẠ ÁP MỎ HÀM LÒ

80 NĂM QUỐC KHÁNH 2/9, TỪ TUYÊN NGÔN ĐỘC LẬP ĐẾN KHÁT VỌNG PHÁT TRIỂN ĐẤT NƯỚC

Ngày 2 tháng 9 năm 1945 là mốc son chói lọi trong lịch sử dựng nước và giữ nước của dân tộc Việt Nam. Tại Quảng trường Ba Đình lịch sử, trước quốc dân đồng bào và toàn thế giới, Chủ tịch Hồ Chí Minh đã long trọng đọc Tuyên ngôn Độc lập, tuyên bố chấm dứt ách thống trị của chủ nghĩa thực dân, phong kiến, khai sinh nước Việt Nam Dân chủ Cộng hòa – Nhà nước của nhân dân, do nhân dân và vì nhân dân. Sự kiện trọng đại ấy không chỉ mở ra kỷ nguyên độc lập dân tộc, mà còn khẳng định quyền làm chủ đất nước của nhân dân Việt Nam, đặt nền móng cho con đường phát triển của dân tộc trong thời đại mới.



*Tuyên ngôn Độc lập của Chủ tịch Hồ Chí Minh
văn kiện lịch sử khai sinh nước Việt Nam Dân chủ Cộng hòa*

Tuyên ngôn Độc lập là văn kiện chính trị – pháp lý có giá trị lịch sử và thời đại sâu sắc, thể hiện tầm vóc trí tuệ và tư tưởng lớn của Chủ tịch Hồ Chí Minh. Bản Tuyên ngôn không chỉ khẳng định quyền độc lập, tự do thiêng liêng của dân tộc Việt Nam, mà còn là tiếng nói mạnh mẽ bảo vệ quyền con người, quyền dân tộc tự quyết, hòa vào dòng chảy tiến bộ của nhân loại. Tinh thần nhân văn, khát vọng hòa bình và ý chí quật cường được kết tinh trong Tuyên ngôn đã trở thành ngọn đuốc soi đường cho toàn dân tộc trong những năm tháng kháng chiến gian khổ, hy sinh vì độc lập, thống nhất Tổ quốc.



*Chủ tịch Hồ Chí Minh đọc bản Tuyên ngôn
Độc lập tại Quảng trường Ba Đình lịch sử*

Trải qua tám mươi năm xây dựng, chiến đấu và trưởng thành, dân tộc Việt Nam đã viết nên những trang sử vẻ vang bằng bản lĩnh, trí tuệ và ý chí kiên cường. Dưới sự lãnh đạo của Đảng Cộng sản Việt Nam, nhân dân ta đã giành được những thắng lợi vĩ đại trong sự nghiệp đấu tranh giải phóng dân tộc, thống nhất đất nước; đồng thời bảo vệ vững chắc chủ quyền, toàn vẹn lãnh thổ, giữ gìn môi trường hòa bình để phát triển. Từ một quốc gia nghèo nàn, lạc hậu, chịu hậu quả nặng nề của chiến tranh, Việt Nam từng bước vươn lên, khẳng định vị thế ngày càng cao trên trường quốc tế.



Quảng trường Ba Đình là nơi diễn ra các sự kiện trọng đại trong lịch sử Việt Nam

Đặc biệt, hơn ba thập niên thực hiện công cuộc đổi mới đã tạo ra những chuyển biến sâu sắc và toàn diện trên tất cả các lĩnh vực. Nền kinh tế duy trì tốc độ tăng trưởng ổn định; đời sống vật chất và tinh thần của nhân dân không ngừng được nâng cao; hệ thống chính trị ngày càng được củng cố vững chắc; quốc phòng, an ninh được giữ vững; hoạt động đối ngoại và hội nhập quốc tế đạt nhiều kết quả quan trọng. Những thành tựu đó là minh chứng sinh động cho sức sống bền bỉ của tinh thần độc lập, tự chủ được hun đúc từ mùa thu lịch sử năm 1945, đồng thời khẳng định tính đúng đắn của con đường phát triển mà Đảng, Bác Hồ và nhân dân ta đã lựa chọn.

Kỷ niệm 80 năm Quốc khánh 2/9 là dịp để toàn Đảng, toàn dân và toàn quân ta ôn lại truyền thống cách mạng vẻ vang của dân tộc; bày tỏ lòng tri ân sâu sắc đối với Chủ tịch Hồ Chí Minh vĩ

đại, các anh hùng liệt sĩ, các thế hệ cán bộ, chiến sĩ và đồng bào đã cống hiến, hy sinh vì độc lập, tự do của Tổ quốc. Đây cũng là thời điểm để mỗi cán bộ, đảng viên và người lao động tự soi chiếu trách nhiệm của mình trước lịch sử và trước nhân dân, tiếp tục nỗ lực rèn luyện, lao động, sáng tạo, đóng góp thiết thực cho sự nghiệp xây dựng và phát triển đất nước.

Trong bối cảnh thế giới và khu vực đang có nhiều biến động nhanh chóng, phức tạp và khó lường, tinh thần Quốc khánh 2/9 tiếp tục là nguồn sức mạnh tinh thần to lớn, hun đúc ý chí tự lực tự cường và khơi dậy khát vọng phát triển đất nước phồn vinh, hạnh phúc. Phát huy truyền thống yêu nước, đoàn kết và đổi mới sáng tạo, toàn dân tộc quyết tâm đẩy mạnh chuyển đổi số, phát triển khoa học – công nghệ, nâng cao chất lượng nguồn nhân lực, xây dựng nền kinh tế độc lập, tự chủ gắn với hội nhập quốc tế sâu rộng, hiệu quả và bền vững.



*Quảng trường Ba Đình
nơi vị cha già dân tộc yên nghỉ*

Tám mươi năm Quốc khánh không chỉ là dấu mốc kỷ niệm, mà còn là lời nhắc nhở sâu sắc về trách nhiệm gìn giữ và phát huy những thành quả cách mạng đã đạt được. Dưới lá cờ đỏ sao vàng thiêng liêng, với bản lĩnh, trí tuệ và khát vọng Việt Nam, toàn dân tộc tiếp tục đoàn kết một lòng, vững bước đi lên, viết tiếp những trang sử mới vẻ vang, xứng đáng với truyền thống anh hùng của cha ông và niềm tin yêu của các thế hệ mai sau.

Ban Biên tập.

TKV THAM GIA TRIỂN LÃM THÀNH TỰU ĐẤT NƯỚC “80 NĂM HÀNH TRÌNH ĐỘC LẬP - TỰ DO - HẠNH PHÚC”

Sáng ngày 28/8, tại Trung tâm Triển lãm Quốc gia VEC (Đông Anh, Hà Nội), Triển lãm thành tựu Đất nước với chủ đề “80 năm - Hành trình Độc lập - Tự do - Hạnh phúc” đã chính thức khai mạc trọng thể, hướng tới kỷ niệm 80 năm Quốc khánh nước Cộng hòa xã hội chủ nghĩa Việt Nam (2/9/1945 - 2/9/2025). Tập đoàn Công nghiệp Than - Khoáng sản Việt Nam (TKV) tham gia triển lãm tại vị trí Hall 2, số H2-039.



Hình ảnh Bác Hồ với công nhân, cán bộ ngành Than – kim chỉ nam cho nhiều thế hệ



TKV vinh dự đón Phó Thủ tướng Chính phủ Trần Hồng Hà đến tham quan

Ngay sau chương trình khai mạc, các đồng chí lãnh đạo Đảng, Nhà nước đã đến tham quan các gian trưng bày. Gian triển lãm của Tập đoàn Công nghiệp Than - Khoáng sản Việt Nam vinh dự đón: Phó Thủ tướng Chính phủ Trần Hồng Hà; Phó Chủ tịch Quốc hội Vũ Hồng Thanh; Thứ trưởng Bộ Văn hóa, Thể thao và Du lịch Tạ Quang Đông; Thứ trưởng Bộ Tài chính Trần Quốc Phương cùng đông đảo nhân dân đến tham quan, tìm hiểu.

Điểm nhấn của gian triển lãm là hình ảnh Bác Hồ dành tình cảm và sự quan tâm đối với



*Truyền thống “Kỷ luật và Đồng tâm”
của người thợ mỏ*

công nhân, cán bộ ngành Than cùng lời dạy đã trở thành kim chỉ nam cho nhiều thế hệ. Vách ảnh thể hiện truyền thống “Kỷ luật và Đồng tâm” của người thợ mỏ được bắt nguồn từ cuộc tổng bãi công lịch sử ngày 12/11/1936 và được gìn giữ, phát huy cho đến ngày hôm nay; dòng chảy lịch sử hình thành và phát triển của TKV cùng các danh hiệu cao quý mà Tập đoàn được Đảng, Nhà nước ghi nhận...



*Các sản phẩm mỹ nghệ từ than và kim loại quý,
phản ánh các lĩnh vực hoạt động của Tập đoàn*

Ngay trung tâm gian hàng, khách tham quan được chiêm ngưỡng sản phẩm mỹ nghệ tinh xảo từ than đá, vàng, bạc, đồng..., kết hợp với hệ thống hình ảnh, tư liệu, hiện vật minh họa sinh động bốn lĩnh vực sản xuất kinh doanh chính:

công nghiệp than, công nghiệp khoáng sản - luyện kim, công nghiệp điện, vật liệu nổ công nghiệp. Ngoài ra, gian triển lãm còn phản ánh rõ nét sự quan tâm của TKV đối với đời sống thợ mỏ, công tác an toàn - môi trường, an sinh xã hội và hợp tác quốc tế, tạo nên bức tranh toàn diện về một Tập đoàn năng động, tiên phong, hiện đại.

Khi tham quan gian triển lãm, các đồng chí lãnh đạo Đảng, Nhà nước đã đánh giá cao và ghi nhận những đóng góp của TKV trong việc bảo đảm an ninh năng lượng quốc gia và nỗ lực đổi mới công nghệ, hướng tới phát triển xanh, bền vững. Đồng thời khẳng định gian trưng bày của TKV đã tái hiện sinh động lịch sử hình thành, phát triển và thể hiện tầm nhìn chiến lược, vai trò tiên phong của thợ mỏ TKV trong sự nghiệp công nghiệp hóa, hiện đại hóa đất nước.



*Thủ trưởng Bộ Tài chính Trần Quốc Phương
bày tỏ ấn tượng và gửi lời chúc mừng tới TKV*

Việc TKV tham gia triển lãm là dịp để quảng bá hình ảnh, thương hiệu; khẳng định bản lĩnh, sức mạnh của tập thể thợ mỏ TKV, đồng thời thể hiện quyết tâm đổi mới, sáng tạo, vì một tương lai phát triển bền vững cùng đất nước của cán bộ, công nhân lao động Tập đoàn.

Triển lãm Thành tựu Đất nước “80 năm - Hành trình Độc lập - Tự do - Hạnh phúc” sẽ diễn ra từ ngày 28/8 đến hết ngày 05/9/2025.

Theo <https://vinacomin.vn>

ĐẠI HỘI ĐẠI BIỂU ĐOÀN TNCS HỒ CHÍ MINH TẬP ĐOÀN CÔNG NGHIỆP THAN - KHOÁNG SẢN VIỆT NAM LẦN THỨ VIII NHIỆM KỲ 2025 – 2030 THÀNH CÔNG TỐT ĐẸP

Trong không khí thi đua sôi nổi của tuổi trẻ cả nước hướng tới Đại hội Đoàn toàn quốc lần thứ XIII, ngày 10/10, tại Hà Nội, Đoàn thanh niên Tập đoàn Công nghiệp Than - Khoáng sản Việt Nam (TKV) long trọng tổ chức Đại hội Đại biểu lần thứ VIII, nhiệm kỳ 2025 - 2030. Tham dự Đại hội có các đồng chí: Nguyễn Phạm Duy Trang - Bí thư Ban chấp hành Trung ương Đoàn, Chủ tịch Hội đồng đội Trung ương; Bùi Hoàng Tùng - Ủy viên Ban Chấp hành Đảng bộ Chính phủ, Bí thư Đoàn Thanh niên Chính phủ; Ngô Hoàng Ngân - Bí thư Đảng ủy, Chủ tịch Hội đồng thành viên Tập đoàn; Khuất Mạnh Thắng - Phó Bí thư Thường trực Đảng ủy TKV; Vũ Anh Tuấn - Phó Bí thư Đảng ủy, Tổng Giám đốc Tập đoàn, cùng đại diện lãnh đạo các Ban chuyên môn Tập đoàn và 200 đại biểu ưu tú đại diện cho hơn 12.800 đoàn viên thanh niên toàn Tập đoàn.



Đại hội Đại biểu Đoàn thanh niên TKV lần thứ VIII, nhiệm kỳ 2025 - 2030 có sự tham dự của 200 đại biểu ưu tú đại diện cho hơn 12.800 đoàn viên thanh niên toàn Tập đoàn

Giai đoạn 2020 - 2025, công tác Đoàn và phong trào thanh niên Tập đoàn TKV đã đạt nhiều kết quả nổi bật. Các cấp bộ Đoàn đã làm tốt công tác giáo dục chính trị, tư tưởng, đạo đức, lối sống. Phong trào hành động cách mạng được cụ thể hóa qua hàng nghìn công trình, sáng kiến,

góp phần quan trọng vào việc hoàn thành thắng lợi nhiệm vụ chính trị, sản xuất - kinh doanh của Tập đoàn. Trong nhiệm kỳ, tuổi trẻ TKV đã thực hiện hơn 3.066 công trình, phần việc thanh niên, giá trị 573 tỷ đồng, thực hiện 89 đề tài nghiên cứu khoa học giá trị 169,6 tỷ đồng, hơn 3.500 sáng

kiến, cải tiến kỹ thuật giá trị làm lợi 154,43 tỷ đồng; tham gia công tác an sinh xã hội với giá trị 23,93 tỷ đồng. Công tác xây dựng tổ chức Đoàn vững mạnh, chăm lo đời sống, bảo vệ quyền lợi hợp pháp của thanh niên, cũng như phát hiện, bồi dưỡng đoàn viên ưu tú giới thiệu cho Đảng được chú trọng, tạo nguồn cán bộ kế cận chất lượng cho TKV.



Bí thư Đảng ủy, Chủ tịch Hội đồng thành viên Tập đoàn Ngô Hoàng Ngân ghi nhận và biểu dương những kết quả, nỗ lực và cống hiến của tuổi trẻ TKV trong nhiệm kỳ qua

Phát biểu chỉ đạo Đại hội, đồng chí Ngô Hoàng Ngân - Bí thư Đảng ủy, Chủ tịch HĐQT Tập đoàn ghi nhận và biểu dương những kết quả, nỗ lực và cống hiến của tuổi trẻ TKV trong nhiệm kỳ qua. Đồng thời nhấn mạnh, trong bất kỳ giai đoạn nào của ngành Than - Khoáng sản, lực lượng đoàn viên, thanh niên luôn là đội ngũ tiên phong, bản lĩnh, sáng tạo và đầy nhiệt huyết. Bước sang nhiệm kỳ mới, Đoàn thanh niên TKV cần tiếp tục đổi mới nội dung, phương thức hoạt động Đoàn; chủ động, sáng tạo, linh hoạt hơn trong công tác tuyên truyền, giáo dục chính trị tư tưởng, nâng cao nhận thức chính trị, tinh thần trách nhiệm, ý thức tổ chức kỷ luật cho đoàn viên thanh niên; tiên phong trong ứng dụng khoa học, công nghệ, chuyển đổi số, nâng cao năng suất, đảm bảo an toàn - môi trường, đóng góp tích cực vào sự phát triển bền vững của Tập đoàn; quan tâm chăm lo, đồng hành cùng thanh niên trong phát triển nghề nghiệp.



Các đồng chí lãnh đạo Tập đoàn tặng hoa chúc mừng Đại hội.

Đồng chí đề nghị tổ chức Đoàn các cấp tiếp tục chú trọng phát hiện, bồi dưỡng và giới thiệu đoàn viên ưu tú cho Đảng xem xét, kết nạp, góp phần xây dựng đội ngũ cán bộ trẻ kế cận vững vàng cho Tập đoàn.



Đồng chí Bùi Hoàng Tùng - Ủy viên BCH Đảng bộ Chính phủ, Bí thư Đoàn Thanh niên Chính phủ nhấn mạnh, tuổi trẻ TKV cần phát huy hơn nữa tinh thần xung kích, sáng tạo, làm chủ khoa học - công nghệ, góp phần xây dựng ngành Than - Khoáng sản hiện đại, sản xuất kinh doanh hiệu quả, phát triển xanh và bền vững

Thay mặt Đoàn Thanh niên Chính phủ, đồng chí Bùi Hoàng Tùng - Ủy viên BCH Đảng bộ Chính phủ, Bí thư Đoàn Thanh niên Chính phủ biểu dương và chúc mừng những kết quả nổi bật của Đoàn Thanh niên TKV - một trong những đơn vị dẫn đầu phong trào Đoàn trong Khối Doanh nghiệp Trung ương trước đây. Đồng chí nhấn mạnh, trong bối cảnh đất nước đẩy mạnh công nghiệp hóa, hiện đại hóa và chuyển đổi năng lượng công bằng, thanh niên TKV cần phát huy

hơn nữa tinh thần xung kích, sáng tạo, làm chủ khoa học - công nghệ, góp phần xây dựng ngành Than - Khoáng sản hiện đại, sản xuất kinh doanh hiệu quả, phát triển xanh và bền vững. Mỗi đoàn viên cần nuôi dưỡng khát vọng cống hiến, sẵn sàng đảm nhận những việc khó, việc mới, đóng góp thiết thực vào sự phát triển của Tập đoàn và đất nước.



*Bí thư Đoàn thanh niên Chính phủ
tặng hoa chúc mừng Đại hội*

Đồng chí tin tưởng tuổi trẻ TKV với truyền thống “Kỷ luật và Đồng tâm” sẽ tiếp tục là lực lượng nòng cốt, tiên phong trong lao động sản xuất, đổi mới công nghệ, chuyển đổi số và hội nhập quốc tế, xứng đáng với niềm tin của Đảng ủy và lãnh đạo Tập đoàn.



*Ban chấp hành Đoàn thanh niên TKV khóa VIII,
nhiệm kỳ 2025 - 2030 ra mắt Đại hội*

Phát huy tinh thần dân chủ, đoàn kết, trách nhiệm, Đại hội đã tiến hành bỏ phiếu bầu Ban Chấp hành Đoàn TNCS Hồ Chí Minh Tập đoàn Công nghiệp Than - Khoáng sản Việt Nam khóa VIII, nhiệm kỳ 2025 - 2030 gồm 23 đồng chí.



*Hội nghị lần thứ Nhất Ban chấp hành Đoàn
thanh niên TKV khóa VIII, nhiệm kỳ 2025-2030*

Ngay sau đó, tại Hội nghị lần thứ Nhất Ban chấp hành Đoàn thanh niên TKV khóa VIII đã tiến hành bầu Ban Thường vụ, Bí thư và Phó Bí thư Đoàn thanh niên Tập đoàn khóa VIII, nhiệm kỳ 2025 - 2030. Đồng chí Nguyễn Văn Thuận - Bí thư Đoàn thanh niên TKV khóa VII được tín nhiệm bầu giữ chức danh Bí thư Đoàn thanh niên Tập đoàn TKV khóa VIII, nhiệm kỳ 2025 – 2030.



*Nhiệm kỳ 2025 - 2030, Đoàn thanh niên
Tập đoàn phấn đấu thực hiện thắng lợi
8 nhóm chỉ tiêu, nhiệm vụ trọng tâm*

Cũng trong khuôn khổ chương trình, Đại hội đã tiến hành bầu Đoàn Đại biểu dự Đại hội Đại biểu Đoàn Thanh niên Chính phủ lần thứ I, nhiệm kỳ 2025 - 2030 gồm đại biểu 09 chính thức và 02 đại biểu dự khuyết.



*Đại hội tặng hoa chia tay các đồng chí
thôi tham gia Ban chấp hành Đoàn thanh niên
TKV khóa VIII, nhiệm kỳ 2025 - 2030*

Với khẩu hiệu hành động “Tuổi trẻ TKV - Bản lĩnh, tiên phong, sáng tạo, phát triển”, Đại hội Đoàn thanh niên Tập đoàn khóa VIII đã xác định 8 nhóm chỉ tiêu, nhiệm vụ trọng tâm cho

nhiệm kỳ 2025 - 2030, trong đó tập trung xây dựng lớp thanh niên thời kỳ mới có bản lĩnh chính trị, tri thức, kỹ năng và khát vọng cống hiến; đẩy mạnh phong trào “Tuổi trẻ sáng tạo”, “Thanh niên chuyển đổi số”, “Thanh niên với văn hóa an toàn”; phấn đấu trong nhiệm kỳ thực hiện ít nhất 1.500 sáng kiến, ý tưởng cải tiến kỹ thuật, mang lại giá trị làm lợi trên 200 tỷ đồng; mỗi năm có ít nhất 130 đoàn viên ưu tú được kết nạp Đảng; đổi mới mạnh mẽ phương thức hoạt động, lan tỏa hình ảnh “Tuổi trẻ ngành Than – Khoáng sản bản lĩnh, trí tuệ, sáng tạo, kỷ luật và đồng tâm.”

Đại hội Đại biểu Đoàn TNCS Hồ Chí Minh Tập đoàn Công nghiệp Than - Khoáng sản Việt Nam lần thứ VIII, nhiệm kỳ 2025 - 2030 là sự kiện chính trị quan trọng, thể hiện tinh thần đoàn kết, trí tuệ, đổi mới và khát vọng cống hiến của tuổi trẻ ngành Than - Khoáng sản, góp phần cùng Tập đoàn thực hiện thắng lợi mục tiêu “An toàn - Phát triển - Hiệu quả - Bền vững”, vì một TKV phát triển bền vững và thịnh vượng.

Theo <https://vinacomin.vn>

CHUYỂN ĐỔI SỐ TKV: ĐẨY NHANH TIẾN ĐỘ, TẠO ĐÒN BẦY NÂNG CAO HIỆU QUẢ SẢN XUẤT KINH DOANH

Sáng ngày 23/10/2025, tại Hà Nội, Tập đoàn tổ chức họp Ban Chỉ đạo Chuyển đổi số (CDS) TKV quý III năm 2025. Đồng chí Vũ Anh Tuấn - Tổng Giám đốc Tập đoàn, Phó trưởng Ban Thường trực Ban chỉ đạo Chuyển đổi số TKV chủ trì cuộc họp.



Tập đoàn tổ chức họp Ban chỉ đạo Chuyển đổi số (CDS) Tập đoàn quý III năm 2025

Tại cuộc họp, đồng chí Đỗ Hồng Nguyên, Trưởng Ban Khoa học Công nghệ Thông tin và Chiến lược phát triển Tập đoàn đã báo cáo chi tiết về kết quả thực hiện chuyển đổi số trong quý III và 9 tháng năm 2025; đồng thời trình bày phương hướng triển khai quý IV và những đề xuất, kiến nghị nhằm hoàn thành các mục tiêu CDS trong năm 2025.

Theo Kế hoạch số 162/KH-TKV, kế hoạch triển khai năm 2025 về việc thực hiện Đề án Chuyển đổi số của TKV ban hành theo Quyết định số 243/QĐ-TKV ngày 31/01/2024, các nhiệm vụ trọng tâm triển khai trong năm 2025 được giao cho các Tổ giúp việc chỉ đạo các Ban/đơn vị thực hiện bao gồm 10 nhóm nhiệm vụ với tổng số 41 nhiệm vụ (có 02 nhiệm vụ giao

chung cho các Tổ giúp việc). Cụ thể: Tổ 1: 23 nhiệm vụ; Tổ 2: 8 nhiệm vụ; Tổ 3: 3 nhiệm vụ; Tổ 4: 5 nhiệm vụ; Tổ 5: 2 nhiệm vụ.



Đồng chí Đỗ Hồng Nguyên, Trưởng Ban Khoa học Công nghệ Thông tin và Chiến lược phát triển Tập đoàn báo cáo tại cuộc họp



*Phó Tổng giám đốc Tập đoàn Trần Hải Bình -
Tổ trưởng Tổ giúp việc số 1, Ban Chỉ đạo
Chuyển đổi số TKV phát biểu tại cuộc họp*



*Phó Tổng giám đốc Tập đoàn Nguyễn Tiến
Mạnh - Tổ trưởng Tổ giúp việc số 4, Ban Chỉ
đạo Chuyển đổi số TKV phát biểu tại cuộc họp*



*Phó Tổng giám đốc Tập đoàn Phan Xuân Thủy -
Tổ trưởng Tổ giúp việc số 5, Ban Chỉ đạo
Chuyển đổi số TKV phát biểu tại cuộc họp*

Tại cuộc họp, Thành viên Ban Chỉ đạo, Tổ trưởng các tổ giúp việc và các đơn vị đã tập trung đánh giá khách quan về kết quả triển khai, thẳng

thần nhìn nhận những khó khăn vướng mắc trong quá trình thực hiện theo lĩnh vực phụ trách và đề ra các giải pháp thực hiện.

Kết quả đáng ghi nhận sau 9 tháng đầu năm 2025 cho thấy sự chuyển biến tích cực trong nhận thức và hành động của các đơn vị. Cụ thể, ý thức tuân thủ yêu cầu báo cáo CDS đã được nâng cao rõ rệt với 57/59 đơn vị hoàn thành báo cáo. Về công tác xây dựng đề án/kế hoạch CDS, các đơn vị đã tập trung đẩy nhanh tiến độ xây dựng kế hoạch chi tiết. Các dự án tại cơ quan Tập đoàn cũng đang được đẩy nhanh tiến độ triển khai. Tổng kết 9 tháng đầu năm, các Tổ đã hoàn thành 16/41 nhiệm vụ, còn lại 25/41 nhiệm vụ đang được tiếp tục triển khai thực hiện.



*Thành viên HĐTV Tập đoàn Vũ Thành Lâm
phát biểu tại cuộc họp*

Phương hướng triển khai quý IV năm 2025 sẽ tập trung vào hoàn thành 25/41 nhiệm vụ đang thực hiện, bao gồm: Tổ 1: 14 nhiệm vụ; Tổ 2: 8 nhiệm vụ; Tổ 3: 2 nhiệm vụ; Tổ 4: 2 nhiệm vụ; Tổ 5: 1 nhiệm vụ.

Phát biểu chỉ đạo tại cuộc họp, Tổng Giám đốc Tập đoàn, Phó Trưởng Ban Thường trực Ban Chỉ đạo Chuyển đổi số TKV Vũ Anh Tuấn ghi nhận và biểu dương nỗ lực của Ban chỉ đạo, các Tổ giúp việc và các đơn vị thành viên. Đồng chí nhấn mạnh: chuyển đổi số là "chìa khóa" để nâng cao năng lực quản trị, tối ưu hóa quy trình sản xuất kinh doanh, hướng tới mục tiêu phát triển Tập đoàn bền vững và hiệu quả. Tổng Giám đốc Tập đoàn yêu cầu các tổ giúp việc và các đơn vị tiếp tục bám sát Kế hoạch số 162/KH-TKV trên

tinh thần “6 rõ”: rõ người, rõ việc, rõ thời gian, rõ trách nhiệm, rõ sản phẩm, rõ thẩm quyền để triển khai thực hiện. Trong đó, cần tập trung vào các nội dung trọng yếu: tiếp tục đẩy mạnh công tác đào tạo, tuyển dụng nhân lực chất lượng cao, ứng dụng AI; mạnh dạn đề xuất cơ chế tiền lương đặc thù để thu hút nhân lực cho lĩnh vực CDS. Nghiên cứu các phương án hợp tác, đẩy mạnh hợp tác quốc tế; quan tâm chỉ đạo thực hiện phần mềm ERP. Khẩn trương triển khai ứng dụng camera AI trong công tác quản lý, điều hành sản xuất tại các vị trí trọng yếu. Đầu tư trang thiết bị phòng họp, hạ tầng viễn thông, an toàn thông tin để bảo đảm vận hành ổn định, chất lượng các cuộc họp trực tuyến; tăng cường chế độ báo cáo trong công việc.

Tổng Giám đốc Tập đoàn khẳng định tinh thần quyết tâm cao, coi CDS là nhiệm vụ chiến lược, là đòn bẩy để TKV nâng cao năng lực cạnh

tranh, tối ưu hóa chuỗi giá trị và đóng góp mạnh mẽ vào tiến trình công nghiệp hóa, hiện đại hóa đất nước, giữ vững vai trò là Tập đoàn kinh tế trụ cột trong lĩnh vực năng lượng quốc gia.



Đồng chí Vũ Anh Tuấn - Tổng Giám đốc Tập đoàn, Phó Trưởng Ban Thường trực Ban Chỉ đạo Chuyển đổi số TKV chỉ đạo tại cuộc họp

Theo <https://vinacomin.vn>

PHÂN ĐẦU HOÀN THÀNH THẮNG LỢI NHIỆM VỤ SẢN XUẤT, TIÊU THỤ THAN THÁNG 11/2025

Sáng 31/10/2025, tại Trung tâm ĐHSX tại Quảng Ninh, Phó TGD Tập đoàn, Giám đốc Trung tâm ĐHSX tại Quảng Ninh Nguyễn Huy Nam chủ trì hội nghị điều hành sản xuất, tiêu thụ than tháng 11/2025 theo hình thức trực tiếp và trực tuyến đến các điểm cầu tại Công ty Kho vận và cảng Cẩm Phả, Công ty Kho vận Đá Bạc...



Phó TGD Tập đoàn, Giám đốc Trung tâm ĐHSX tại Quảng Ninh Nguyễn Huy Nam chủ trì hội nghị điều hành sản xuất, tiêu thụ than tháng 11/2025



Quang cảnh hội nghị tại điểm cầu Công ty Kho vận và cảng Cẩm Phả

Dự hội nghị có Phó TGD Tập đoàn Nguyễn Văn Tuấn; Phó Bí thư Thường trực Đảng ủy TQN Phạm Hồng Thái; các Phó giám đốc Trung tâm ĐHSX tại Quảng Ninh; đại diện Đoàn TQN; các Ban chuyên môn Tập đoàn; các đơn vị...



Trưởng Ban SXT Vũ Văn Điền báo cáo kết quả sản xuất, tiêu thụ than tháng 10 và 10 tháng đầu năm 2025, kế hoạch tháng 11/2025

Theo báo cáo của Ban SXT, tháng 10/2025 đã bước vào mùa khô, tuy nhiên trước những diễn

biến bất thường, cực đoan của thời tiết nên đầu tháng 10 đã diễn ra 2 đợt mưa lớn làm ảnh hưởng đến sản xuất một số đơn vị; tiêu thụ than tiếp tục gặp khó khăn. Thực hiện mục tiêu tăng trưởng 8% trong năm 2025, các đơn vị đã khắc phục khó khăn, bám sát kế hoạch, chủ động chỉ đạo, điều hành sản xuất hoàn thành các chỉ tiêu chính đề ra. Cụ thể: than nguyên khai sản xuất đạt 3,065 triệu tấn, bằng 103,9% KH tháng, lũy kế 10 tháng đạt 32,406 triệu tấn, bằng 84,6% kế hoạch điều hành năm; Đất đá bóc xúc đạt 11,975 triệu m³, bằng 103,4% KH tháng, lũy kế 10 tháng đạt 122,7 triệu m³, bằng 82,3% kế hoạch ĐH năm; Mết lò đào đạt 24.720 mét, bằng 103% KH tháng, lũy kế 10 tháng đạt 229.070 mét, bằng 83,8% kế hoạch điều hành; than tiêu thụ 3 triệu tấn, bằng 83% KH tháng, lũy kế 10 tháng đạt 36,6 triệu tấn, bằng 71,2% kế hoạch điều hành năm 2025..., các đơn vị chấp hành nghiêm túc kỷ luật điều hành, tình hình ANTT được giữ vững.

Kế hoạch tháng 11/2025: than nguyên khai sản xuất 2,99 triệu tấn; Bóc xúc đất đá 13,435 triệu m³; Mết lò đào 24.195 m (trong đó mét lò XDCB 930 m); Than tiêu thụ 3,884 triệu tấn, trong đó than cho sản xuất điện 3,030 triệu tấn...



Phó TGD Tập đoàn Nguyễn Văn Tuấn phát biểu nhấn mạnh công tác đảm bảo ATLĐ, quản lý khí mỏ trong sản xuất than hầm lò

Phát biểu chỉ đạo, Phó TGD Tập đoàn, Giám đốc Trung tâm ĐHSX tại Quảng Ninh Nguyễn Huy Nam ghi nhận, đánh giá cao các đơn vị đã

có nhiều cố gắng, nỗ lực, chủ động ứng phó với thời tiết, khắc phục khó khăn, hoàn thành vượt mức các chỉ tiêu kế hoạch sản xuất than nguyên khai, đất đá bóc xúc, mét lò đào...



Phó TGD Tập đoàn, Giám đốc Trung tâm ĐHSX tại Quảng Ninh Nguyễn Huy Nam yêu cầu các đơn vị tập trung cho sản xuất, hoàn thành thắng lợi nhiệm vụ sản xuất, tiêu thụ tháng 11/2025

Về nhiệm vụ tháng 11/2025, nhận định thời tiết sẽ có nhiều thuận lợi cho sản xuất, nhu cầu than cho điện dự kiến tăng so với tháng 10 nhưng vẫn ở mức thấp, Phó TGD Tập đoàn, Giám đốc Trung tâm ĐHSX tại Quảng Ninh Nguyễn Huy Nam yêu cầu các đơn vị tập trung cho sản xuất đạt sản lượng tối đa, thực hiện mục tiêu tăng trưởng của tỉnh Quảng Ninh và của cả nước; thực hiện nghiêm kỷ luật điều hành, chế độ báo cáo; tiếp tục bố trí kho bãi đảm bảo trong công tác quản lý than; các đơn vị cuối nguồn tăng cường công tác nhận than; tiếp tục thực hiện nghiêm các chỉ đạo của Tập đoàn về công tác ATVSLĐ, quản lý khí mỏ, thông gió, đảm bảo an toàn lao động trong sản xuất, tăng cường công tác kiểm tra, phát hiện, ngăn ngừa tai nạn và sự cố; đảm bảo công tác môi trường trong mùa hanh khô; tăng cường công tác bảo vệ tài nguyên, ranh giới mỏ, đảm bảo ANTT; phấn đấu hoàn thành thắng lợi nhiệm vụ sản xuất, tiêu thụ tháng 11/2025.

Theo <https://vinacomin.vn>

ẢNH HƯỞNG CỦA TRẠNG THÁI ỨNG SUẤT ỒNG ĐẾN TỐC ĐỘ ĂN MÒN RỖ CỦA ĐƯỜNG ỐNG DẦU KHÍ

GS.TS. Bolobov V.I., NCS. Zhuikov I.V., ThS. Popov G.G.

Trường Đại học Mỏ Xanh Petecbua (CHLB Nga)

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

Tóm tắt: Trong quá trình vận hành các hệ thống đường ống dầu khí, hiện tượng ăn mòn rỗ (pitting corrosion) là một trong những dạng hư hỏng nguy hiểm nhất do tính chất cục bộ, khó phát hiện và khả năng gây suy giảm nhanh chóng độ bền chịu lực của kết cấu ống. Bên cạnh các yếu tố môi trường như thành phần hóa học của môi chất, pH, nhiệt độ và hàm lượng ion hoạt hóa, trạng thái ứng suất trong thành ống được xem là một trong những nguyên nhân quan trọng làm gia tăng tốc độ hình thành và phát triển ăn mòn rỗ. Bài báo này tập trung phân tích ảnh hưởng của trạng thái ứng suất – biến dạng của ống đến tốc độ ăn mòn rỗ trong các đường ống dầu khí, trên cơ sở tổng hợp các kết quả nghiên cứu lý thuyết, thực nghiệm và mô phỏng số trong và ngoài nước. Các cơ chế chính gây tăng tốc ăn mòn rỗ dưới tác dụng của ứng suất được làm rõ, bao gồm: sự suy giảm ổn định nhiệt động của kim loại, sự phá hủy hoặc suy yếu của màng thụ động bảo vệ, cũng như tác động hiệp đồng giữa yếu tố cơ học và điện hóa tại các vùng tập trung ứng suất.

Kết quả phân tích cho thấy tốc độ ăn mòn rỗ tăng mạnh khi ứng suất cục bộ trong thành ống đạt tới hoặc vượt ngưỡng tới hạn, thường xuất hiện tại các vị trí khuyết tật bề mặt như vết lõm, vết xước, mối hàn hoặc các rỗ ăn mòn ban đầu. Quá trình phát triển chiều sâu của rỗ ăn mòn làm gia tăng mức độ tập trung ứng suất tại đáy rỗ, từ đó tiếp tục thúc đẩy quá trình hòa tan anốt và hình thành cơ chế phát triển ăn mòn rỗ mang tính tự khuếch đại. Những kết quả này có ý nghĩa quan trọng trong đánh giá độ bền, dự báo tuổi thọ và đề xuất các giải pháp phòng ngừa, kiểm soát ăn mòn cho các hệ thống đường ống dầu khí làm việc trong điều kiện chịu tải và môi trường ăn mòn phức tạp.

Từ khóa: ăn mòn rỗ; trạng thái ứng suất; tập trung ứng suất; cơ chế cơ – điện hóa; đường ống dầu khí; ăn mòn cục bộ.

1. Mở đầu

Trong ngành công nghiệp dầu khí, hệ thống đường ống giữ vai trò đặc biệt quan trọng trong việc thu gom, vận chuyển dầu, khí và các sản phẩm liên quan. Độ tin cậy và tuổi thọ của đường ống ảnh hưởng trực tiếp đến hiệu quả khai thác, chi phí vận hành cũng như mức độ an toàn và bảo vệ môi trường. Tuy nhiên, trong điều kiện làm việc thực tế, đường ống dầu khí thường xuyên phải chịu tác động đồng thời của môi trường ăn mòn phức tạp và các dạng tải trọng cơ học khác nhau, dẫn đến nguy cơ hư hỏng và sự cố cao.

Trong số các dạng hư hỏng do ăn mòn, ăn mòn rỗ được xem là nguy hiểm nhất do tính chất cục bộ, khả năng phát triển nhanh theo chiều sâu

và khó phát hiện bằng các phương pháp kiểm tra thông thường. Nhiều sự cố rò rỉ và phá hủy đường ống đã được ghi nhận là bắt nguồn từ các rỗ ăn mòn có kích thước bề mặt nhỏ nhưng độ sâu lớn, gây suy giảm nghiêm trọng khả năng chịu áp suất và tải trọng của thành ống.

Các nghiên cứu trước đây cho thấy sự hình thành và phát triển ăn mòn rỗ chịu ảnh hưởng của nhiều yếu tố như thành phần hóa học của môi chất vận chuyển, nồng độ ion hoạt hóa, pH, nhiệt độ, tốc độ dòng chảy và đặc điểm vật liệu chế tạo ống. Tuy nhiên, trong thực tế vận hành, các đường ống dầu khí không làm việc trong trạng thái không tải mà luôn chịu tác động của áp suất trong ống, tải trọng nhiệt, tải trọng do lún nền,

uốn cong, cũng như ứng suất dư phát sinh trong quá trình chế tạo, hàn và lắp đặt. Những yếu tố này tạo nên trạng thái ứng suất – biến dạng phức tạp trong thành ống, có thể làm thay đổi đáng kể cơ chế và tốc độ ăn mòn.

Thực tế khai thác cho thấy các đoạn ống có cùng vật liệu, kích thước và điều kiện môi trường nhưng khác nhau về trạng thái ứng suất lại có tuổi thọ và mức độ hư hỏng do ăn mòn rất khác nhau. Điều này cho thấy trạng thái ứng suất là một trong những yếu tố quyết định cần được xem xét đầy đủ khi đánh giá khả năng làm việc và độ bền lâu dài của đường ống dầu khí.

Mặc dù ảnh hưởng của ứng suất đến quá trình ăn mòn kim loại đã được đề cập trong nhiều nghiên cứu, song cơ chế tác động cụ thể của trạng thái ứng suất đến tốc độ ăn mòn rỗ, đặc biệt trong điều kiện làm việc thực tế của đường ống dầu khí, vẫn chưa được làm rõ một cách đầy đủ và thống nhất. Do đó, việc phân tích vai trò của trạng thái ứng suất, làm sáng tỏ cơ chế tương tác giữa yếu tố cơ học và điện hóa trong quá trình ăn mòn rỗ là cần thiết và có ý nghĩa thực tiễn cao.

Xuất phát từ những vấn đề nêu trên, bài báo tập trung nghiên cứu ảnh hưởng của trạng thái ứng suất trong thành ống đến tốc độ hình thành và phát triển ăn mòn rỗ của đường ống dầu khí, nhằm góp phần nâng cao độ chính xác trong đánh giá độ bền, dự báo tuổi thọ và đề xuất các giải pháp phòng ngừa, kiểm soát ăn mòn phù hợp trong điều kiện vận hành thực tế.

2. Cơ sở lý thuyết về ăn mòn rỗ và trạng thái ứng suất

Ăn mòn rỗ là dạng ăn mòn cục bộ đặc trưng bởi sự hình thành các hốc hoặc lỗ nhỏ trên bề mặt kim loại, trong khi phần lớn diện tích xung quanh vẫn được bảo vệ bởi màng thụ động. Đối với các đường ống dầu khí chế tạo từ thép cacbon và thép hợp kim thấp, ăn mòn rỗ thường xảy ra trong môi trường chứa nước khoáng hóa, các ion hoạt hóa như Cl^- , Br^- , cùng với sự hiện diện của khí hòa tan và tạp chất cơ học. Dạng ăn mòn này đặc biệt

nguy hiểm do khó phát hiện bằng quan sát thông thường nhưng có thể phát triển nhanh theo chiều sâu và gây mất khả năng chịu lực của thành ống.

Quá trình ăn mòn rỗ thường bao gồm hai giai đoạn chính là giai đoạn khởi phát và giai đoạn phát triển. Trong giai đoạn khởi phát, các khuyết tật vi mô trên bề mặt kim loại hoặc sự không đồng nhất của màng thụ động đóng vai trò là các vị trí ưu tiên cho phản ứng hòa tan kim loại. Khi điều kiện môi trường thuận lợi, màng thụ động tại các vị trí này bị phá vỡ cục bộ, tạo điều kiện cho quá trình ăn mòn rỗ bắt đầu. Ở giai đoạn phát triển, rỗ ăn mòn hình thành môi trường điện hóa riêng biệt, trong đó đáy rỗ đóng vai trò anot còn vùng bề mặt xung quanh đóng vai trò catot, làm tăng tốc độ hòa tan kim loại tại đáy rỗ.

Trạng thái ứng suất trong thành ống là kết quả tổng hợp của nhiều thành phần khác nhau, bao gồm ứng suất do áp suất làm việc, ứng suất nhiệt, ứng suất uốn, ứng suất dư do quá trình cán, hàn và lắp đặt. Trong điều kiện vận hành, các ứng suất này thường không phân bố đều mà tập trung tại các vị trí hình học bất lợi như mối hàn, vùng biến đổi tiết diện, vết xước, vết lõm hoặc các khuyết tật ăn mòn ban đầu. Những vùng này trở thành các vị trí tập trung ứng suất và đồng thời cũng là các điểm nhạy cảm đối với sự khởi phát ăn mòn rỗ.

Về mặt cơ học, sự tồn tại của ứng suất làm tăng năng lượng tự do của kim loại, dẫn đến giảm độ ổn định nhiệt động của pha kim loại so với trạng thái không chịu tải. Điều này làm tăng xu hướng hòa tan kim loại vào môi trường điện phân. Về mặt điện hóa, ứng suất có thể gây biến dạng hoặc phá hủy cục bộ màng thụ động bảo vệ, làm giảm khả năng ngăn cản sự xâm nhập của các ion hoạt hóa đến bề mặt kim loại. Sự kết hợp của hai yếu tố này tạo nên cơ chế ăn mòn mang tính cơ – điện hóa, trong đó ứng suất đóng vai trò xúc tác cho quá trình ăn mòn rỗ.

Ngoài ra, khi rỗ ăn mòn đã hình thành, hình dạng hình học của rỗ gây ra sự gia tăng đáng kể

mức độ tập trung ứng suất tại đáy rỗ. Ứng suất cục bộ tăng cao tại vị trí này không chỉ làm tăng tốc độ hòa tan anốt mà còn thúc đẩy sự phát triển theo chiều sâu của rỗ ăn mòn. Quá trình này tạo ra mối quan hệ tương hỗ giữa ăn mòn và ứng suất, trong đó ăn mòn làm tăng ứng suất và ứng suất lại tiếp tục làm gia tăng tốc độ ăn mòn, hình thành cơ chế phát triển tự khuếch đại của rỗ ăn mòn trong thành ống.

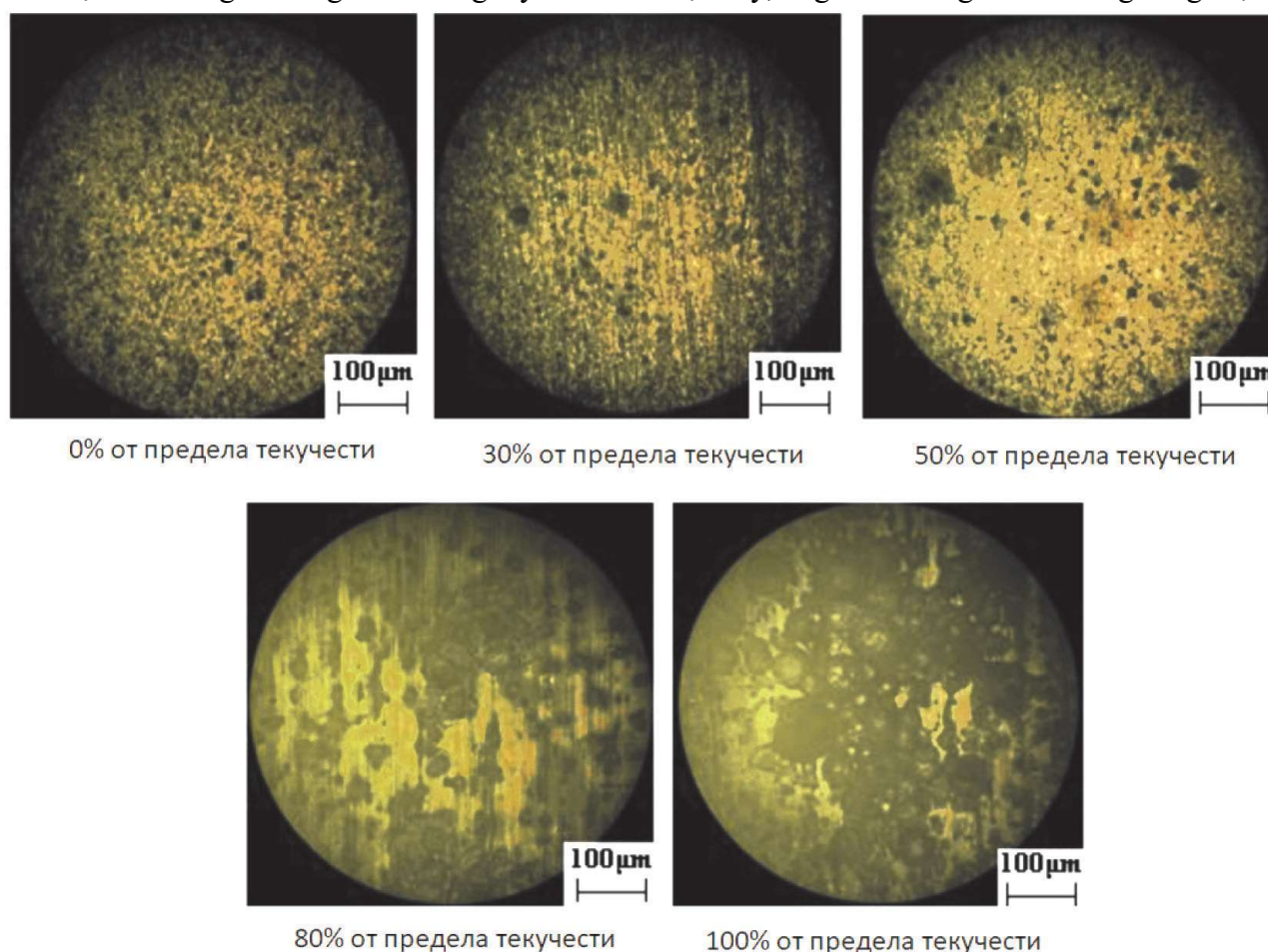
3. Ảnh hưởng của trạng thái ứng suất đến tốc độ ăn mòn rỗ

Trạng thái ứng suất trong thành ống có ảnh hưởng trực tiếp đến cả quá trình khởi phát và phát triển ăn mòn rỗ. Nhiều nghiên cứu cho thấy khi kim loại làm việc trong trạng thái chịu ứng suất, tốc độ hòa tan anốt tại các vị trí nhạy cảm tăng lên so với trạng thái không chịu tải. Tuy nhiên, mức độ ảnh hưởng của ứng suất không tuyến tính

trong toàn bộ dải ứng suất mà phụ thuộc mạnh vào giá trị và đặc điểm phân bố của ứng suất trong vật liệu.

Ở mức ứng suất thấp, tương ứng với vùng đàn hồi của vật liệu, tác động của ứng suất đến tốc độ ăn mòn rỗ thường không rõ rệt. Trong điều kiện này, màng thụ động trên bề mặt kim loại vẫn duy trì được tính liên tục và khả năng bảo vệ tương đối ổn định, do đó quá trình hòa tan kim loại chỉ tăng nhẹ hoặc không đáng kể. Khi ứng suất tăng và tiến gần đến giá trị tới hạn, đặc biệt tại các vùng tập trung ứng suất, tính ổn định của màng thụ động bắt đầu suy giảm, tạo điều kiện thuận lợi cho sự khởi phát của các rỗ ăn mòn.

Khi ứng suất cục bộ đạt đến hoặc vượt ngưỡng nhất định so với giới hạn chảy của vật liệu, tốc độ ăn mòn rỗ tăng lên rõ rệt. Trong điều kiện này, ứng suất không chỉ làm tăng năng lượng



Hình 1. Hình thái bề mặt các mẫu thép X65 sau khi chịu tác động của môi trường ăn mòn ở các mức ứng suất khác nhau (môi trường thử nghiệm mô phỏng điều kiện khu vực Daqing)

tự do của kim loại mà còn gây biến dạng vi mô và hình thành các vùng vi dẻo tại bề mặt. Các vùng này trở thành các điểm ưu tiên cho phản ứng điện hóa, thúc đẩy quá trình hòa tan kim loại và làm tăng mật độ các rỗ ăn mòn ổn định.

Trong giai đoạn phát triển, ảnh hưởng của ứng suất thể hiện rõ nhất tại đáy rỗ ăn mòn. Hình dạng hình học của rỗ, thường có dạng bán elip hoặc khe hẹp, dẫn đến sự gia tăng mạnh hệ số tập trung ứng suất tại đáy rỗ. Ứng suất cục bộ cao làm tăng tốc độ phản ứng anốt và đồng thời hạn chế khả năng tái thụ động hóa của bề mặt kim loại. Kết quả là rỗ ăn mòn có xu hướng phát triển nhanh theo chiều sâu hơn so với chiều rộng, gây suy giảm đáng kể khả năng chịu áp suất của thành ống.

Ngoài tác động đến tốc độ phát triển của từng rỗ ăn mòn riêng lẻ, trạng thái ứng suất còn ảnh hưởng đến số lượng các vị trí khởi phát ăn mòn rỗ. Sự suy yếu của màng thụ động dưới tác dụng của ứng suất làm tăng xác suất hình thành các điểm phá vỡ cục bộ, từ đó làm tăng mật độ các rỗ ăn mòn trên bề mặt kim loại. Trong môi trường có nồng độ ion hoạt hóa cao, hiện tượng này càng trở nên rõ rệt và dẫn đến sự gia tăng nhanh chóng mức độ hư hỏng tổng thể của đường ống.

Như vậy, trạng thái ứng suất không chỉ đóng vai trò như một yếu tố phụ trợ mà còn là một trong những nguyên nhân then chốt chi phối tốc độ và cơ chế ăn mòn rỗ của đường ống dầu khí. Việc đánh giá đầy đủ trạng thái ứng suất, đặc biệt tại các vùng tập trung ứng suất, là điều kiện cần thiết để dự báo chính xác tốc độ ăn mòn và tuổi thọ làm việc của hệ thống đường ống.

4. Tác động hiệp đồng giữa ứng suất và ăn mòn rỗ

Trong điều kiện làm việc thực tế của đường ống dầu khí, ăn mòn rỗ và trạng thái ứng suất không tồn tại như các yếu tố độc lập mà tương tác chặt chẽ với nhau, tạo nên tác động hiệp đồng làm gia tăng mức độ hư hỏng của thành ống. Cơ

chế hiệp đồng này thể hiện ở việc ứng suất thúc đẩy quá trình ăn mòn rỗ, trong khi sự phát triển của rỗ ăn mòn lại làm tăng mức độ tập trung ứng suất cục bộ, hình thành vòng phản hồi dương làm tăng tốc quá trình suy thoái vật liệu.

Khi rỗ ăn mòn mới hình thành, kích thước ban đầu còn nhỏ và mức độ tập trung ứng suất tại đáy rỗ chưa lớn. Tuy nhiên, ngay cả trong giai đoạn này, sự tồn tại của ứng suất kéo trong thành ống đã làm tăng tốc độ hòa tan anốt tại đáy rỗ thông qua việc làm suy giảm ổn định của màng thụ động và tăng năng lượng tự do của kim loại. Điều này làm rút ngắn thời gian tồn tại của trạng thái rỗ không ổn định và tạo điều kiện cho rỗ ăn mòn chuyển nhanh sang trạng thái phát triển ổn định.

Khi rỗ ăn mòn phát triển theo chiều sâu, hình dạng hình học của rỗ gây ra sự gia tăng đáng kể hệ số tập trung ứng suất tại đáy. Ứng suất cục bộ cao tại khu vực này có thể đạt tới hoặc vượt quá giới hạn chảy của vật liệu, ngay cả khi ứng suất danh nghĩa trong thành ống vẫn nằm trong vùng đàn hồi. Trạng thái ứng suất cục bộ này làm tăng mạnh tốc độ phản ứng điện hóa, đồng thời cản trở quá trình tái thụ động hóa, khiến rỗ ăn mòn tiếp tục phát triển nhanh theo chiều sâu.

Bên cạnh việc làm tăng tốc độ phát triển của từng rỗ ăn mòn riêng lẻ, tác động hiệp đồng giữa ứng suất và ăn mòn rỗ còn ảnh hưởng đến phân bố và mật độ rỗ trên bề mặt kim loại. Sự suy yếu tổng thể của màng thụ động dưới tác dụng của ứng suất làm gia tăng số lượng các vị trí dễ bị phá vỡ cục bộ, từ đó làm tăng xác suất hình thành các rỗ ăn mòn mới. Trong môi trường có hàm lượng ion hoạt hóa cao, hiện tượng này càng trở nên rõ rệt và có thể dẫn đến sự phát triển đồng thời của nhiều rỗ ăn mòn nguy hiểm trên cùng một đoạn ống.

Ngoài ra, sự kết hợp giữa ứng suất và ăn mòn rỗ còn làm thay đổi cơ chế phá hủy của đường ống. Khi các rỗ ăn mòn phát triển đủ sâu và tập trung tại các vùng chịu ứng suất cao, nguy cơ

chuyển từ hư hỏng do ăn mòn đơn thuần sang phá hủy cơ học, chẳng hạn như nứt do ăn mòn dưới ứng suất hoặc phá hủy giòn cục bộ, tăng lên đáng kể. Điều này làm giảm mạnh độ tin cậy và tuổi thọ làm việc của hệ thống đường ống dầu khí.

Như vậy, tác động hiệp đồng giữa ứng suất và ăn mòn rỗ là một trong những nguyên nhân chính dẫn đến sự suy giảm nhanh chóng độ bền và khả năng làm việc an toàn của đường ống dầu khí. Việc nhận diện và đánh giá đầy đủ mối quan hệ tương tác này có ý nghĩa quan trọng trong công tác thiết kế, vận hành và kiểm soát ăn mòn đối với các hệ thống đường ống chịu tải trong môi trường ăn mòn khắc nghiệt.

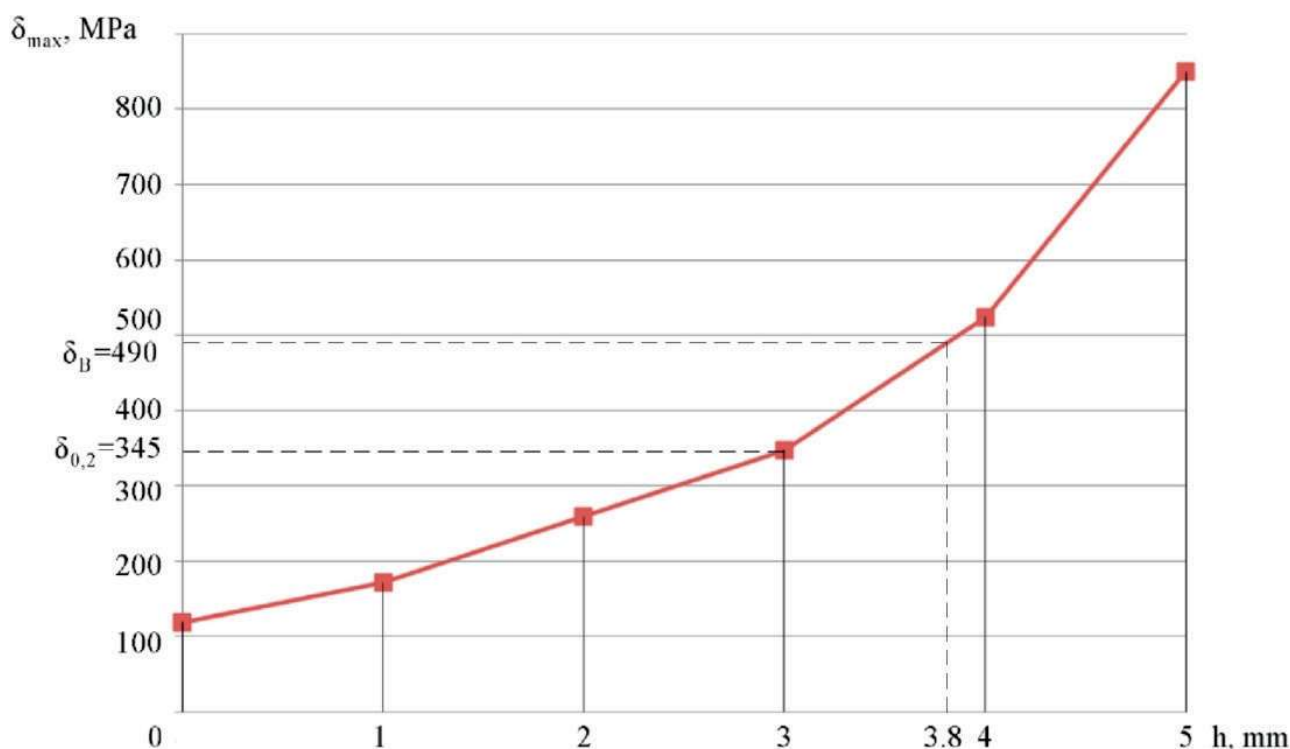
5. Hình dạng rỗ ăn mòn và tập trung ứng suất

Hình dạng hình học của rỗ ăn mòn có ảnh hưởng quyết định đến mức độ tập trung ứng suất và do đó chi phối trực tiếp tốc độ phát triển của rỗ cũng như khả năng suy giảm độ bền của thành ống. Trong các đường ống dầu khí làm việc dưới áp suất, rỗ ăn mòn thường có dạng bán elip hoặc dạng khe kéo dài theo phương ứng suất chính, tạo ra các điều kiện bất lợi về mặt cơ học tại đáy rỗ.

Khi rỗ ăn mòn có chiều sâu tăng nhanh trong khi chiều rộng phát triển chậm, hệ số tập trung ứng suất tại đáy rỗ tăng mạnh. Ứng suất cục bộ lớn làm tăng tốc độ hòa tan anốt tại khu vực này, đồng thời làm giảm khả năng hình thành và duy trì màng thụ động bảo vệ. Kết quả là rỗ ăn mòn có xu hướng tiếp tục phát triển theo chiều sâu, tạo ra dạng khuyết tật nguy hiểm đối với khả năng chịu áp suất của đường ống.

Ngược lại, đối với các rỗ ăn mòn có xu hướng phát triển theo chiều rộng, mức độ tập trung ứng suất tại đáy rỗ thường thấp hơn so với các rỗ hẹp và sâu. Trong trường hợp này, mặc dù diện tích bề mặt bị ảnh hưởng lớn hơn, tốc độ phát triển chiều sâu của rỗ có thể bị hạn chế do ứng suất cục bộ giảm, tạo điều kiện thuận lợi hơn cho quá trình tái thụ động hóa. Tuy nhiên, sự mở rộng theo chiều rộng của rỗ vẫn làm suy giảm tiết diện chịu lực của thành ống và cần được xem xét trong đánh giá độ bền tổng thể.

Một yếu tố đặc biệt nguy hiểm là sự hình thành các rỗ ăn mòn thứ cấp bên trong các rỗ ban đầu. Khi rỗ sơ cấp tạo ra vùng tập trung ứng suất



Hình 2. Biểu đồ sự thay đổi ứng suất tương đương cực đại trong kim loại tại đáy khuyết tật theo chiều sâu khuyết tật khi ăn mòn dạng rãnh

cao, các rỗ thứ cấp có thể xuất hiện tại đáy hoặc thành rỗ, làm tăng đáng kể mức độ không đồng nhất của trường ứng suất. Sự chồng lấn của các vùng tập trung ứng suất này có thể dẫn đến gia tăng nhanh chóng ứng suất cục bộ, thúc đẩy quá trình ăn mòn và làm tăng nguy cơ phá hủy cơ học của thành ống.

Do đó, trong đánh giá mức độ nguy hiểm của ăn mòn rỗ đối với đường ống dầu khí, không chỉ cần xem xét số lượng rỗ và tốc độ ăn mòn trung bình, mà còn phải phân tích hình dạng, kích thước và sự phân bố của các rỗ ăn mòn. Việc kết hợp đánh giá hình học rỗ ăn mòn với phân tích trạng thái ứng suất cho phép dự báo chính xác hơn khả năng phát triển hư hỏng và tuổi thọ làm việc của đường ống trong điều kiện vận hành thực tế.

6. Kết luận

Trên cơ sở phân tích ảnh hưởng của trạng thái ứng suất đến quá trình ăn mòn rỗ của đường ống dầu khí, có thể rút ra một số kết luận chính như sau:

1) Trạng thái ứng suất trong thành ống là một trong những yếu tố quan trọng chi phối quá trình khởi phát và phát triển ăn mòn rỗ. Ứng suất làm tăng xu hướng hòa tan kim loại thông qua việc làm suy giảm ổn định nhiệt động của vật liệu và phá vỡ cục bộ màng thụ động bảo vệ, từ đó thúc đẩy các phản ứng điện hóa tại các vị trí nhạy cảm trên bề mặt ống.

2) Ảnh hưởng rõ rệt của ứng suất đến tốc độ ăn mòn rỗ chỉ thể hiện khi ứng suất cục bộ đạt đến ngưỡng tới hạn, thường xuất hiện tại các vùng tập trung ứng suất như khuyết tật bề mặt, mối hàn và các rỗ ăn mòn ban đầu. Trong các vùng này, tốc độ ăn mòn tăng mạnh so với các khu vực không chịu hoặc chịu ứng suất thấp.

3) Quá trình phát triển chiều sâu của rỗ ăn mòn làm gia tăng mức độ tập trung ứng suất tại đáy rỗ, tạo ra tác động hiệp đồng giữa yếu tố cơ học và điện hóa. Cơ chế này thúc đẩy sự phát triển tự khuếch đại của rỗ ăn mòn và là nguyên nhân chính dẫn đến suy giảm nhanh chóng độ bền chịu lực của thành ống.

4) Hình dạng hình học của rỗ ăn mòn có ảnh hưởng đáng kể đến mức độ tập trung ứng suất và tốc độ phát triển của rỗ. Các rỗ hẹp và sâu tạo ra điều kiện bất lợi nhất đối với độ bền của đường ống, đặc biệt khi xuất hiện các rỗ thứ cấp bên trong rỗ ban đầu.

Kết quả nghiên cứu cho thấy việc đánh giá tuổi thọ và độ an toàn của đường ống dầu khí cần xem xét đồng thời các yếu tố ăn mòn và trạng thái ứng suất. Việc kết hợp phân tích cơ – điện hóa với đánh giá hình học rỗ ăn mòn sẽ góp phần nâng cao độ chính xác trong dự báo hư hỏng và đề xuất các giải pháp thiết kế, vận hành và kiểm soát ăn mòn phù hợp cho các hệ thống đường ống làm việc trong điều kiện chịu tải và môi trường ăn mòn phức tạp.

TÀI LIỆU THAM KHẢO

1. **Abdulin I.G., Gareev A.G., Mostovoy A.V.** Corrosion–mechanical resistance of oil and gas pipeline systems. *Ufa: Gilem, 1997.*
2. **Gutman E.M.** Mechanochemistry of metals and corrosion protection. *Moscow: Metallurgiya, 1981.*
3. **Zhang Z., Zhang N., Liu Z., Zhao W.** Synergistic effects of corrosion time and stress on corrosion of casing steel in H₂S/CO₂ gas wells. *Materials and Corrosion, 2017, 69, 1–7.*
4. **Xu L.Y., Cheng Y.F.** Development of a finite element model for simulation and prediction of mechano-electrochemical effect of pipeline corrosion. *Corrosion Science, 2013, 73, 150–160.*
5. **Wang X., Tang X., Wang L., Wang C., Zhou W.** Synergistic effect of stress on corrosion behavior of API X65 steel. *Journal of Natural Gas Science and Engineering, 2014, 21, 474–480.*

6. **Ren R.K., Zhang S., Pang X.L., Gao K.W.** Interaction between macro-elastic stress and electrochemical corrosion of low-carbon steel in NaCl solution. *Electrochimica Acta*, 2012, 85, 283–294.
7. **Cerit M.** Corrosion pit-induced stress concentration in pressure vessels. *Thin-Walled Structures*, 2019, 136, 106–112.
8. **Cerit M., Genel K., Eksi S.** Numerical investigation on stress concentration of corrosion pits. *Engineering Failure Analysis*, 2009, 16, 2467–2472.
9. **Popov G.G.** Development of methods for protecting oilfield pipelines from localized corrosion. *St. Petersburg: Mining University*, 2020.
10. **Podoprigora A.A.** Study of corrosion damage of oil pipeline surfaces after long-term operation. *Bulletin of Yugra State University*, 2011, 4(23), 105–112.
11. **Tang X., Cheng Y.F.** Micro-electrochemical characterization of stress-assisted local anodic dissolution of pipeline steel. *Electrochimica Acta*, 2009, 54, 1499–1505.
12. **Guan L., Zhang B., Wang J.Q., Han E.H., Ke W.** Effects of cyclic stress on metastable pitting of stainless steel. *Corrosion Science*, 2015, 93, 80–89.

CÔNG NGHỆ KHAI THÁC KHÔNG TRỤ BẢO VỆ VÀ TRIỂN VỌNG ÁP DỤNG TRONG KHAI THÁC THAN HÀM LÒ TẠI VIỆT NAM

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

TÓM TẮT

Vấn đề nâng cao hiệu quả khai thác trên cơ sở giảm chi phí đào chống, duy trì đường lò và giảm tổn thất than trong các trụ bảo vệ là mục tiêu hàng đầu trong khai thác than hầm lò trên thế giới nói chung và tại Việt Nam nói riêng. Từ những năm 2010, ngành than Trung Quốc đã cho ra đời công nghệ khai thác không để lại trụ bảo vệ (công nghệ khai thác 110: 01 lò chợ, 01 đường lò và 0 trụ bảo vệ). Công nghệ này đã thành công ở nhiều mỏ làm giảm mạnh chi phí chống xén sửa chữa duy trì đường lò và tỷ lệ tổn thất than trong các trụ bảo vệ. Bằng phương pháp tổng hợp và phân tích, bài báo trình bày tổng quan về công nghệ khai thác công nghệ khai thác không trụ bảo vệ và đánh giá về triển vọng áp dụng trong khai thác than hầm lò tại Việt Nam.

Từ khóa: Khai thác không trụ bảo vệ, công nghệ khai thác 110, khoan nổ mìn cắt vách định hướng, neo cáp CRLD.

1. ĐẶT VẤN ĐỀ

Hiện nay, tại hầu hết các mỏ than hầm lò ở các nước trên thế giới khi khai thác các vỉa thoải và nghiêng, có chiều dày đến 5,0 m đều áp dụng sơ đồ công nghệ khai thác toàn bộ chiều dày vỉa trong hệ thống khai thác (HTKT) cột dài theo phương và đã đạt được sản lượng lò chợ rất cao, đặc biệt khi sử dụng các thiết bị khai thác cơ giới hoá đồng bộ [1]. Nhược điểm cơ bản của sơ đồ công nghệ này là chi phí lớn cho công tác chống xén sửa chữa duy trì đường lò và tổn thất than cao trong các trụ bảo vệ. Theo các số liệu đánh giá sơ bộ, hàng năm khối lượng chi phí chống xén sửa chữa đường lò chuẩn bị chiếm khoảng $35 \div 40\%$ tổng chi phí đào lò mới, tổn thất than trong các trụ bảo vệ chiếm gần 15% [2]. Đây là hai yếu tố chính làm tăng giá thành khai thác, giảm hiệu quả sản xuất kinh doanh của các doanh nghiệp mỏ.

Trong nước, vấn đề nâng cao độ ổn định của đường lò chuẩn bị và giảm tổn thất than trong các trụ bảo vệ đã được nghiên cứu và đề xuất áp dụng từ năm 1991 [3], và thực tế đã áp dụng ở một số mỏ theo 02 phương án sơ đồ công nghệ: (1) Chỉ đào lò dọc vỉa thông gió (DVTG) của lò chợ (khi khai thác lò chợ phân tầng dưới) tiếp giáp với lò cũ của lò chợ phân

tầng trên để giảm chi phí chống xén, sửa chữa lò gây ra bởi áp lực mỏ lò chợ phân tầng trên. (2) Duy trì lò dọc vỉa vận tải phân tầng trên bằng trụ than bảo vệ và khai thác trụ bảo vệ đồng thời với khai thác lò chợ phân tầng dưới bằng “lò chợ ngách” [4]. Các giải pháp này trên thực tế được triển khai mà chưa có công trình nghiên cứu xác định kích thước vùng áp lực tựa xung quanh lò chợ mà chủ yếu tính toán vì chống và lựa chọn kích thước trụ bảo vệ theo kinh nghiệm thực tế ở trong và ngoài nước, dẫn đến tình trạng kích thước trụ bảo vệ gần như bằng nhau đối với tất cả các điều kiện vỉa và ở các mỏ.

Trên thế giới, vấn đề nâng cao hiệu quả khai thác trên cơ sở giảm chi phí đào chống, duy trì đường lò và giảm tổn thất trong các trụ bảo vệ được các nhà khoa học đặc biệt quan tâm từ thập niên 90 của thế kỷ trước, đến nay vẫn đang tiếp tục được nghiên cứu và đã đạt được những thành tựu đáng kể ở nhiều nước có nền công nghiệp khai thác than phát triển. Từ những năm 2010, ngành than Trung Quốc đã cho ra đời công nghệ khai thác không để lại trụ bảo vệ dựa trên giải pháp tổng thể bao gồm giảm tải áp lực bằng khoan và nổ mìn cắt vách dọc theo đường lò chuẩn bị và tăng cường khả năng mang tải của đường lò nhờ neo cáp đặc biệt cũng như

chống bị động bởi các cột thủy lực có sức tải lớn trong phạm vi đường lò chịu ảnh hưởng của áp lực tựa lò chợ [5]. Công nghệ này đã thành công ở một số mỏ làm giảm mạnh chi phí chống xén sửa chữa duy trì đường lò và tỷ lệ tổn thất than trong các trụ bảo vệ. Do đó nội dung của bài báo tập chung giới thiệu tổng quan về công nghệ khai thác này, cũng như đánh giá về triển vọng áp dụng trong khai thác mỏ than hầm lò ở nước ta.

2. TỔNG QUAN VỀ CÔNG NGHỆ KHAI THÁC KHÔNG TRỤ BẢO VỆ

Công nghệ khai thác không để lại trụ bảo vệ (công nghệ khai thác 110) được Giáo sư Hà Mãn Triều (和满潮) – Viện sĩ Viện Hàn lâm Khoa học Trung Quốc, Giáo sư Đại học Mỏ và Công nghệ Trung Quốc (Bắc Kinh) nghiên cứu, phát minh và phát triển. Năm 2008, Giáo sư đã đề xuất lý thuyết dầm ngăn để cắt vách và giảm áp lực mỏ, đây là cơ sở để phát triển công nghệ khai thác 110.

Kể từ lần đầu tiên được áp dụng thành công vào năm 2009 tại mỏ than Bạch Giảo (白皎) của Công ty Phù Dung (芙蓉) thuộc Tập đoàn Công nghiệp Than Tứ Xuyên, công nghệ khai thác 110 đã được áp dụng liên tiếp trong Tập đoàn Than Shenhua Shendong (神华神东) Mỏ than Halagou (哈拉沟), Tập đoàn than Trung Quốc Mỏ than Tangshangou (唐山沟) và mỏ than Datun (大屯), và Tập đoàn công nghiệp hóa chất than Thiểm Tây Công ty khai thác mỏ Shennan (神南) Mỏ than Ningtiaota (柠条塔). Hiện tại, công nghệ này đã được đẩy mạnh và ứng dụng tại hơn 500 mỏ than ở Thiểm Tây, Tứ Xuyên, Hắc Long Giang, Sơn Tây, Hà Nam và các tỉnh khác, giải quyết hiệu quả ba vấn đề nổi cộm là “an toàn, thu hồi tài nguyên và giảm chi phí khai thác” mà ngành than phải đối mặt lâu nay [6].

2.1. Nguyên lý cơ bản của hệ thống khai thác không trụ bảo vệ

Hệ thống khai thác truyền thống đang được áp dụng ở nước ta là hệ thống khai thác cột dài theo phương, đường lò dọc vỉa vận tải của tầng

trên được giữ lại làm đường lò dọc vỉa thông gió cho tầng dưới. Tuy nhiên để thực hiện được điều này, cần phải để lại trụ bảo vệ cho đường lò dọc vỉa vận tải bằng cách đào thêm đường lò song song chân (xem Hình 1.a).

Hệ thống khai thác (HTKT) không trụ bảo vệ hay còn gọi là hệ thống khai thác tự tạo đường lò, cũng được thực hiện nhờ việc giữ lại đường lò dọc vỉa vận tải của tầng trên làm đường lò dọc vỉa thông gió cho tầng dưới, tuy nhiên đường lò này có một bên hông là đất đá đã phá hủy của tầng trên và bên còn lại là than của lò chợ tầng dưới, do đó không cần để lại trụ bảo vệ cũng như đào lò song song chân (xem Hình 1.b).

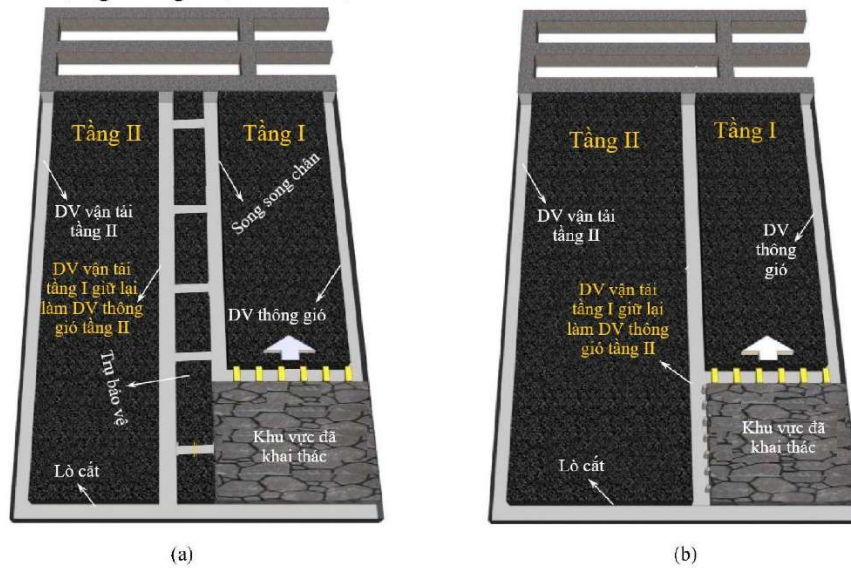
Kỹ thuật cốt lõi của HTKT này là công nghệ cắt vách giảm áp tự tạo đường lò bằng việc tạo các vết nứt trước trên vách dọc theo hướng tiến của gương thông qua việc sử dụng công nghệ nổ mìn tự năng cắt vách theo hai hướng (Bidirectional Energy-gathering Tension Blasting) để giảm ứng suất giữa đá vách của đường lò và đá vách của vùng đất đá phá hủy. Đồng thời, các neo cáp chịu lực không đổi và biến dạng lớn (Constant Resistance Large Deformation anchor cable – neo cáp CRLD) được sử dụng để gia cố nóc lò.

Quy trình của công nghệ cắt vách giảm áp tự tạo đường lò có thể được tóm tắt theo 6 bước sau (xem Hình 2): (a) Đường lò dọc vỉa vận tải tầng trên được giữ lại làm đường lò dọc vỉa thông gió cho tầng dưới; (b) thực hiện gia cố cho đường lò nêu trên bằng neo cáp CRLD; (c) thực hiện nổ mìn tự năng cắt vách cho đường lò thiết kế; (d) thực hiện chống tăng cường ở một số khu vực nhất định trong đường lò; (e) thực hiện chống tăng cường tạm thời và ngăn đất đá phá hủy giúp định hình đường lò tự tạo khu vực phía sau gương khai thác; (f) sau khi vùng phá hủy đã ổn định, kết cấu chống tăng cường tạm thời được gỡ bỏ, chỉ giữ bộ khung giữ luồng đất đá phá hủy và hình thành đường lò thông gió cho tầng dưới.

Hệ thống và công nghệ khai thác không trụ bảo vệ giúp giải quyết vấn đề lãng phí tài nguyên than và giảm thiểu tai nạn lao động xảy ra trong đường lò, có ưu điểm là tăng tỷ lệ thu

hồi than của khu vực khai thác, kéo dài tuổi thọ của mỏ, giảm khối lượng công việc đào lò, đơn

giản hóa thủ tục đầu nổi gương khai thác.



Hình 1. (a) HTKT cột dài theo phương; (b) HTKT không trụ bảo vệ [7]



Hình 2. Quy trình công nghệ của HTKT không trụ bảo vệ

2.2 Công nghệ nổ mìn tự năng cắt vách theo hai hướng

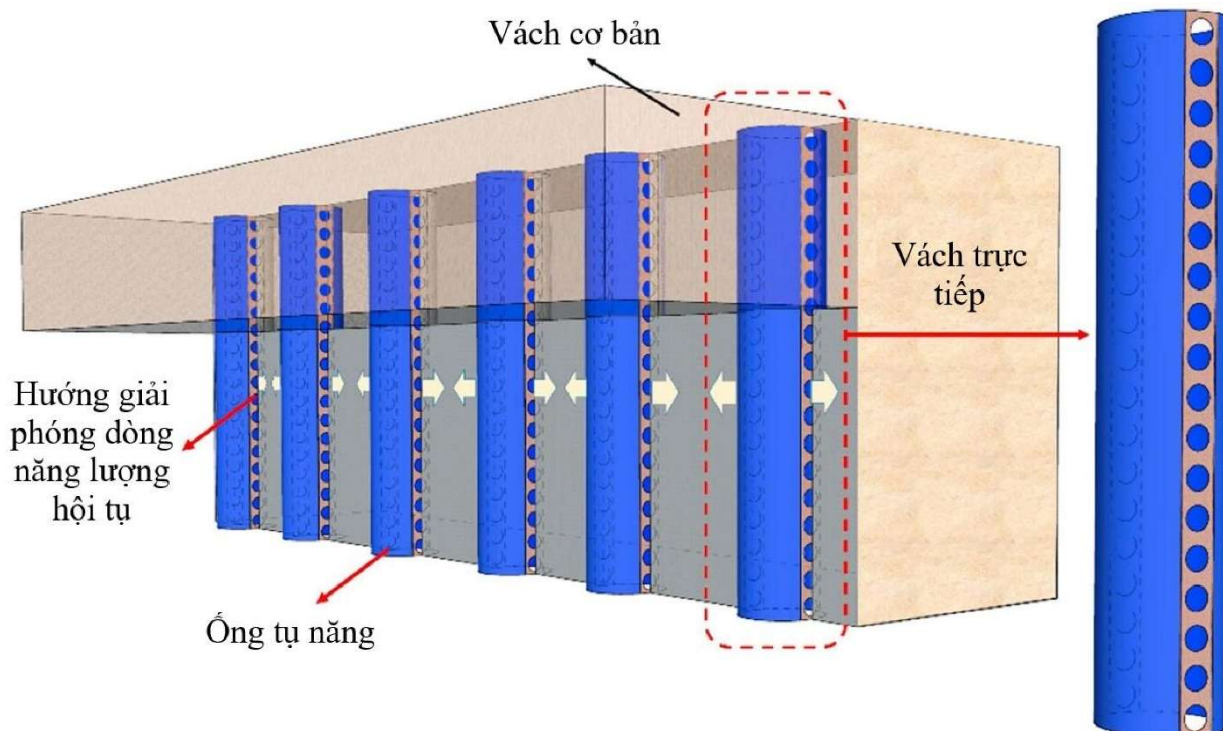
Cắt đứt ứng suất truyền tải giữa đá vách phía trên đường lò và đá vách lò chợ là một mắt xích then chốt trong công nghệ khai thác không để lại trụ bảo vệ 110. Quá trình cắt vách cần tạo thành mặt đứt gãy liên tục theo phương của gương khai thác. Giúp giảm áp lực cho thanh neo và giá đỡ dọc theo đường lò tự tạo. Ngoài ra, bề mặt nứt trước của vách nên được tạo ra bằng phẳng nhất có thể để giảm ma sát khi vách của lò chợ bị sập đổ.

Để đạt được hiệu quả cắt vách nói trên, công nghệ nổ mìn tự năng cắt vách theo hai hướng đã được nghiên cứu phát triển và sử dụng. Cơ chế sử dụng của phương pháp nổ mìn này như sau: Thông qua việc sử dụng kết hợp giữa ống tự năng và thuốc nổ, năng lượng nổ được tích tụ và truyền đi theo hai hướng dọc theo thiết kế của ống tự năng, do đó khối đá vách bị bẻ gãy theo hướng đã định (xem Hình 3).

Cấu tạo của ống tự năng: Thân ống được bố

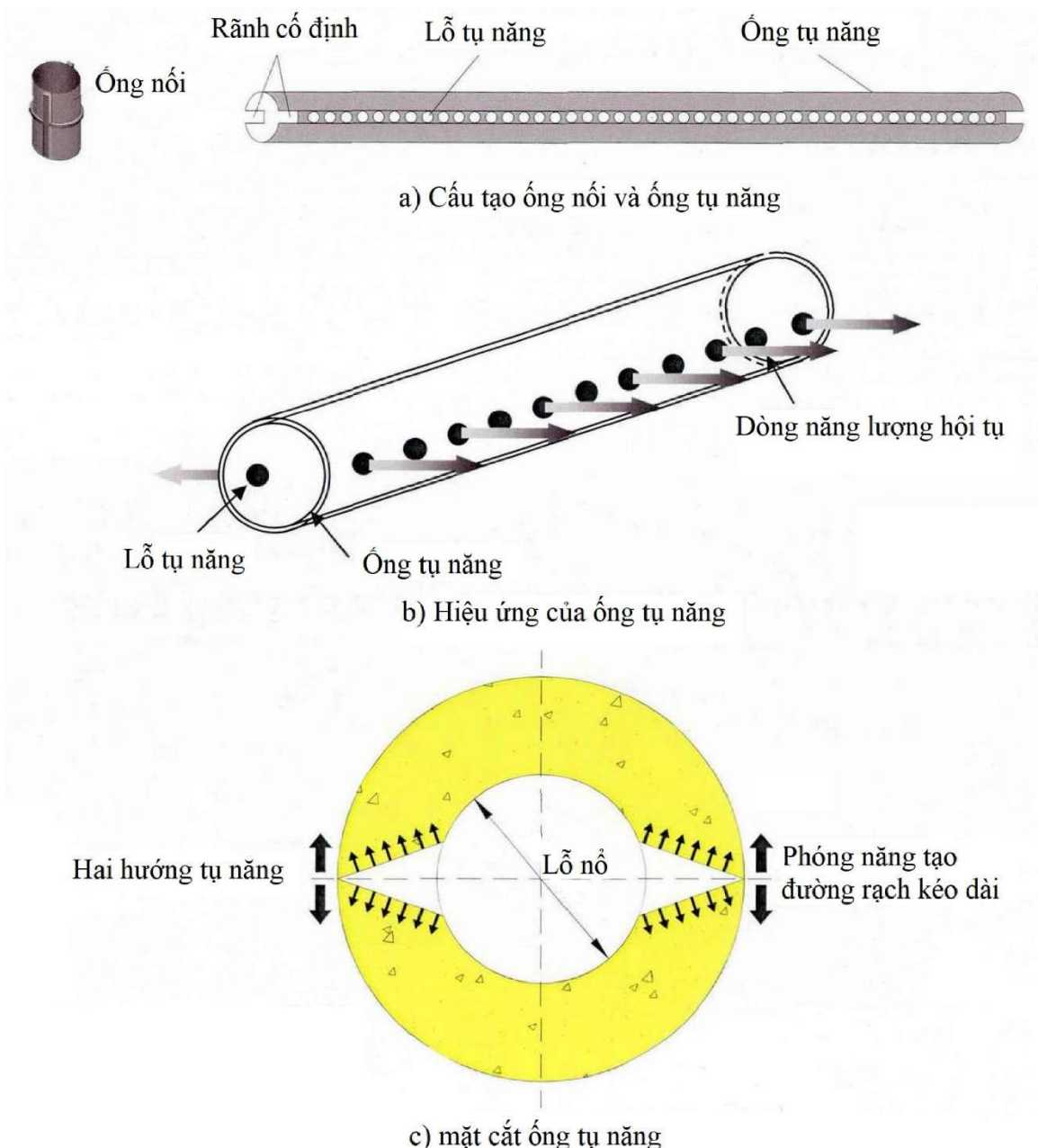
trí hai hàng lỗ nhỏ, đầu cuối được thiết kế một rãnh cố định. Nhiều ống tự năng có thể được nối nối tiếp thông qua việc sử dụng các ống nối. Rãnh cố định của ống tự năng được thiết kế ở một góc nhất định trong quá trình lắp đặt (xem Hình 4.a). Trước khi nổ mìn phải nạp một lượng thuốc nổ theo thiết kế vào ống tự năng, sau đó cố định kíp cùng với thuốc nổ vào phần trên cùng của ống; trong quá trình nổ, sóng xung kích nổ đầu tiên truyền ra tại lỗ tự năng, và trong lòng ống (xem Hình 4.b). Một vết nứt ban đầu nhất định được hình thành trên ống tự năng, và sau đó dưới tác động tổng hợp thuốc nổ được định hướng các vết nứt trên ống được mở rộng và kéo dài dọc theo chiều dài của ống (xem Hình 4.c).

Kích thước ống tự năng thường được sử dụng có chiều dài 1,5m, đường kính ngoài 42mm và đường kính trong 36,5mm. Thuốc nổ sử dụng là thuốc nổ nhũ tương có đường kính 32mm, chiều dài 200mm, khối lượng riêng 1200kg/m³.



Hình 3. Cơ chế sử dụng của công nghệ nổ mìn tự năng cắt vách theo hai hướng [7]

Tóm lại, việc sử dụng ống tự năng sẽ giúp năng lượng nổ tạo ra được tích tụ và phóng ra theo hướng nhất định giúp tạo ra các vết nứt trong thân đá nhưng vẫn bảo vệ tính toàn vẹn của khối đá giúp đáp ứng yêu cầu của công nghệ.



Hình 4. Cấu tạo và cơ chế hoạt động của ống tụ năng [8]

2.3 Công nghệ sử dụng neo cáp hỗ trợ biến dạng lớn và chịu lực không đổi

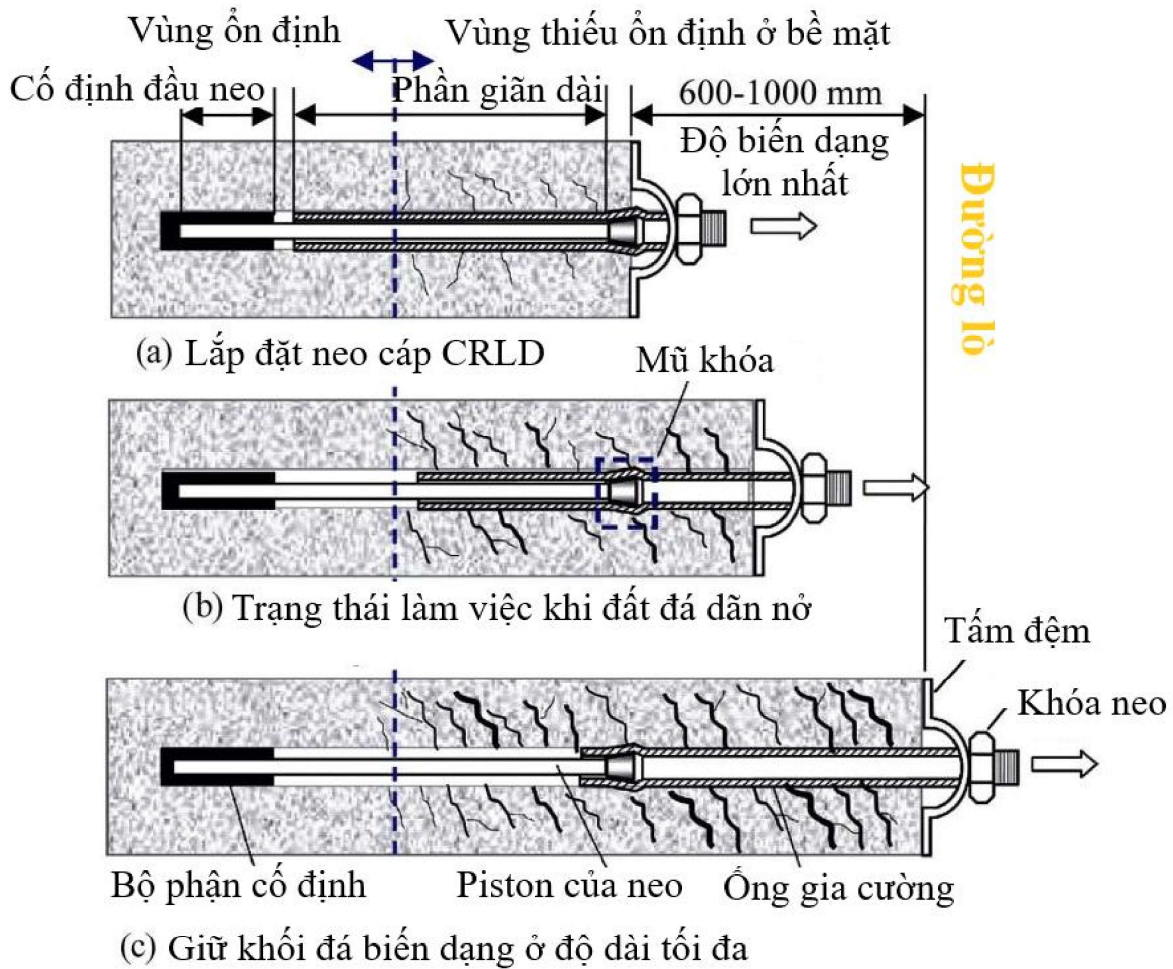
Trong công nghệ khai thác không để lại trụ bảo vệ, đường lò tự tạo trải qua ba nhiều động áp lực lớn trong toàn bộ quá trình hình thành đó là: nhiều động khi đào đường lò, nhiều động khi nổ mìn cắt vách, nhiều động từ hoạt động khai thác ở gương, công nghệ hỗ trợ chống giữ phải có khả năng chống đỡ liên tục tốt và khả năng thích ứng với biến dạng lớn. Do hạn chế về biến dạng cho phép của neo cáp truyền thống nên công nghệ khai thác không để lại trụ bảo vệ phải

sử dụng neo cáp chịu lực không đổi và biến dạng lớn để gia cố và chống đỡ nóc đường lò.

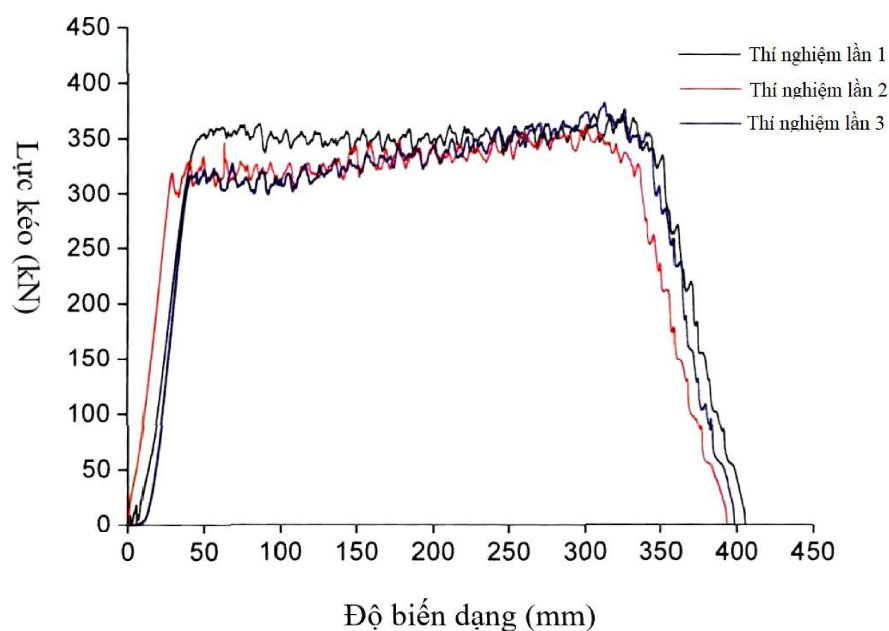
Neo cáp chịu biến dạng lớn loại HZS35-300 do Giáo sư He Manchao thiết kế và phát triển được sử dụng phổ biến trong thử nghiệm công nghệ khai thác không để lại trụ bảo vệ 110 có khả năng giãn dài (biến dạng) từ $600 \div 1000$ mm với cơ chế hoạt động như một piston (Xem Hình 5.a, 5.b, 5.c). Thông qua thử nghiệm kéo tĩnh trong phòng thí nghiệm (xem Hình 6) và thử nghiệm tác động động lên neo cáp (xem Hình 7), các đường cong hiệu suất của neo cáp được thể

hiện có thể thấy rằng độ giãn tối đa của neo cáp CRLD là 396 - 405mm, giá trị lực kháng không

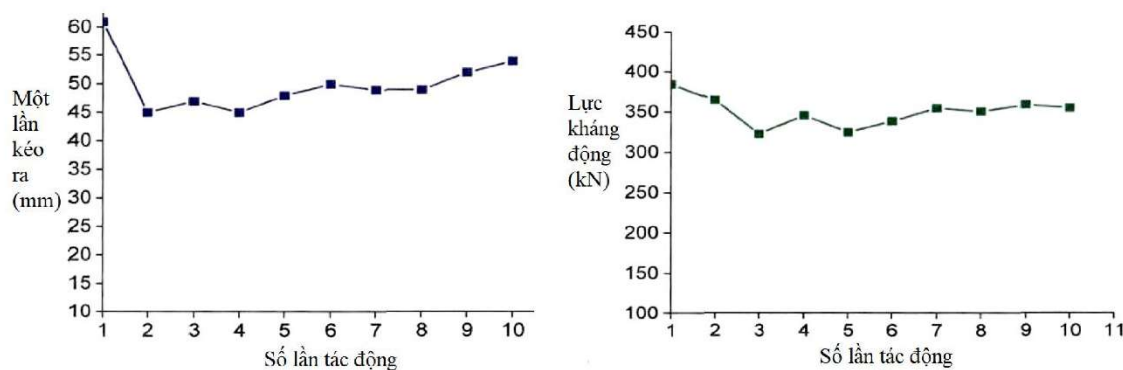
đổi được duy trì ở khoảng 350KN, có tính năng chịu va đập và hấp thụ năng lượng tốt [9, 10].



Hình 5. Neo cáp hỗ trợ biến dạng lớn và chịu lực không đổi [9]



Hình 6. Thí nghiệm kéo tĩnh lên neo cáp CRLD [9]



Hình 7. Thí nghiệm tác động động lên neo cáp CRLD [9]

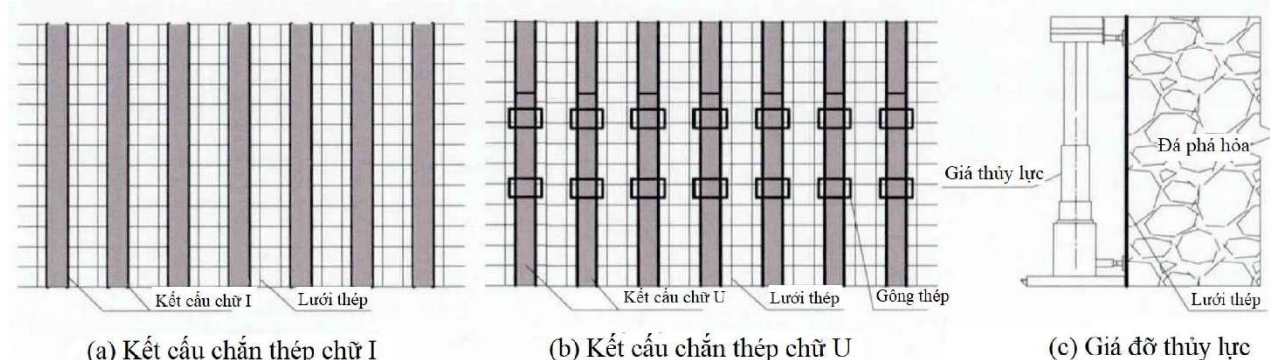
2.3 Công nghệ chắn giữ đất đá đã phá vỡ

Trong quá trình cắt vách và tự hình thành đường lò, khi gương khai thác tiến lên, vách của khu vực khai thác từ vết cắt phía trên đường lò dần dần sụp xuống, mở rộng, tích tụ và nén chặt, sau đó tạo thành hông đường lò. Vì vậy, sau khi than được khai thác và trước khi vách bị sụp cần phải thực hiện chắn giữ kịp thời ở một bên đường lò để tránh cho đất đá vách sụp và lao xuống lòng đường, đồng thời việc chắn đỡ sẽ giúp đường lò được hình thành nhanh hơn và tốt hơn.

Có ba loại kết cấu chắn giữ thường được sử dụng: kết cấu chắn thép chữ I, kết cấu chắn hình chữ U và giá đỡ thủy lực (xem Hình 8).

Kết cấu chắn thép chữ I phù hợp với điều kiện biến dạng nền và vách nhỏ, áp lực tác động của vùng phá vỡ nhỏ. Phương pháp chắn giữ này được sử dụng khi độ dịch chuyển biến dạng

của nền và vách không vượt quá 200mm. So với kết cấu hình chữ I, kết cấu chắn thép hình chữ U có khả năng giãn nở và co lại nhất định, vì vậy nó có thể thích ứng với dịch chuyển biến dạng lớn hơn. Khi độ dịch chuyển biến dạng của nền và vách nằm trong khoảng 200mm-400mm, kết cấu thép hình chữ U được sử dụng. Giá đỡ thủy lực được dùng khi khoảng cách độ dịch chuyển biến dạng của nền và vách lớn hơn 400mm, nó có thể nâng lên hạ xuống bằng cột thủy lực để thích ứng với sự biến dạng lớn vách và nền. Trong thực tế, có thể sử dụng kết hợp cả 3 phương pháp chắn giữ trên tùy theo từng vị trí cụ thể. Đặc biệt giá đỡ thủy lực vừa có chức năng nâng đỡ vừa có chức năng chắn giữ, khi đường lò đi vào ổn định thì có thể xem xét thu hồi và thay thế bằng kết cấu chắn thép chữ I hoặc chữ U.



Hình 8. Công nghệ chắn giữ đất đá đã phá vỡ [5]

3. TRIỂN VỌNG ÁP DỤNG CÔNG NGHỆ KHAI THÁC KHÔNG TRỤ BẢO VỆ TRONG KHAI THÁC MỎ THAN HÀM LÒ TẠI VIỆT NAM

Công nghệ khai thác không trụ bảo vệ đã và đang được sử dụng rộng rãi tại Trung Quốc, áp

dụng cho vỉa than thoải và nghiêng; dày trung bình đến dày; độ sâu vỉa không quá 1000m; gương lò chợ và đất đá vách không bị đe dọa bởi các tầng chứa nước. Công nghệ này đã được chứng minh trong việc mang lại hiệu quả tăng năng suất, giảm chi phí đào lò mới, giảm

tổn thất... Với điều kiện áp dụng như trên sẽ cho phép huy động khoảng 200 triệu tấn trữ lượng vỉa thoải đến nghiêng vào khai thác (chiếm 33% tổng trữ lượng huy động) [11]. Do đó, tiềm năng để áp dụng công nghệ khai thác không trụ bảo vệ tại Việt Nam là rất lớn.

Hiện nay, một số công ty khai thác than lớn tại Việt Nam đã bắt đầu thử nghiệm công nghệ khai thác không trụ bảo vệ. Tuy nhiên, việc áp dụng rộng rãi còn gặp nhiều khó khăn, bao gồm:

- + Thiếu hụt công nghệ và thiết bị: để áp dụng công nghệ trên, điều kiện tiên quyết đầu tiên đó là cần có thiết bị hiện đại phù hợp, đảm bảo thực hiện các quy trình kỹ thuật khó khăn như: khoan nổ mìn cắt vách, khoan và lắp đặt neo cáp với chiều sâu lớn, hệ thống quan trắc dịch động, ... điều này đòi hỏi chi phí đầu tư ban đầu tương đối lớn.

- + Đào tạo nhân lực: Công nghệ mới đòi hỏi kỹ năng và kiến thức chuyên môn cao, do đó cần có chương trình đào tạo bài bản cho người lao động bao gồm: người quản lý, các kỹ sư thiết kế và công nhân trực tiếp tham gia quá trình áp dụng công nghệ.

- + Rào cản pháp lý: Một số quy định hiện hành có thể chưa phù hợp với việc áp dụng công nghệ mới trong ngành khai thác than.

Để công nghệ khai thác không trụ bảo vệ có thể được áp dụng hiệu quả tại Việt Nam, một số khuyến nghị có thể được đưa ra:

- + Đầu tư nghiên cứu và phát triển: Nhà nước và các công ty khai thác mỏ than hầm lò dựa trên những thành công của công nghệ khi được áp dụng tại Trung Quốc cần đầu tư hơn nữa vào nghiên cứu và phát triển hoàn thiện

công nghệ sao cho phù hợp với điều kiện khai thác của Việt Nam.

- + Hợp tác quốc tế: Cần hợp tác nhiều hơn với các đối tác Trung Quốc để có nhiều hơn công trình áp dụng thử nghiệm vào thực tiễn khai thác than trong nước.

- + Đào tạo và phát triển nguồn nhân lực: Cần có những chương trình đào tạo bài bản để nâng cao năng lực cho người lao động, giúp họ làm quen với công nghệ khai thác không trụ bảo vệ.

- + Cải cách pháp lý: Cần xem xét điều chỉnh các quy định hiện hành để tạo điều kiện thuận lợi cho việc áp dụng công nghệ khai thác không trụ bảo vệ.

4. KẾT LUẬN

Công nghệ khai thác không trụ bảo vệ là công nghệ tiên tiến đang được áp dụng rộng rãi tại Trung Quốc mang lại những đột phá khi làm tăng năng suất lao động, giảm chi phí đào lò, chi phí bảo dưỡng đường lò, đặc biệt giảm tổn thất than và nâng cao an toàn lao động. Bài báo đã tổng hợp và phân tích nguyên lý cơ bản của hệ thống khai thác cũng như các công nghệ đi kèm như: Công nghệ nổ mìn tự năng cắt vách theo hai hướng; công nghệ sử dụng neo cáp hỗ trợ biến dạng lớn và chịu lực không đổi; công nghệ chắn giữ đất đá đã phá hỏa. Cuối cùng triển vọng phát triển bao gồm: phạm vi áp dụng, trữ lượng cho phép huy động, những khó khăn và một số giải pháp cũng được phân tích cho thấy lợi ích và khó khăn khi áp dụng công nghệ khai thác tiên tiến này tại Việt Nam là rất lớn.

TÀI LIỆU THAM KHẢO

1. Huỳnh, P. N., Vớ, N. V., Thang P. Đ. (2013). *Giáo trình mở vỉa và khai thác than hầm lò*. Trường Đại học Công nghiệp Quảng Ninh.
2. Huỳnh, T. V., Phong Đ. M., Phương T. H., Thanh, T. V. (2002). *Mở vỉa và khai thác hầm lò khoáng sàng dạng vỉa*. Nhà xuất bản giao thông vận tải, Hà Nội.
3. Đắc, P. M. (1991). *Nghiên cứu áp dụng các sơ đồ khai thác không để lại trụ bảo vệ*. Viện Khoa học Công nghệ Mỏ.
4. Dư, T. Đ., Đắc, M. P., (2018). *Giải pháp công nghệ mới về khai thác không trụ bảo vệ để tiết kiệm tài nguyên và khả năng áp dụng để khai thác than ở Việt Nam*. Tuyển tập báo cáo Hội thảo chuyên

đề “Áp dụng công nghệ khai thác tiết kiệm tài nguyên ở các mỏ than hầm lò Quảng Ninh”.

5. Qi Wang, Manchao He, Jun Yang (2018). Study of a no-pillar mining technique with automatically formed gob-side entry retaining for longwall mining in coal mines. *International Journal of Rock Mechanics and Mining Sciences*, 110 (2018), 1–8.
6. HE Man-chao, GUO Peng-fei, WANG Jiong, WANG Hao. Experimental study on gob-side entry formed by roof cut of broken roof at shallow depth of Hecaogou No. 2 Coalmine. *Chinese Journal of Geotechnical Engineering*. Vol.40 No.3 Mar. 2019, 391 – 398.
7. Yubing Gao, Yajun Wang, Jun Yanga, Xingyu Zhanga, Manchao He. Meso- and macroeffects of roof split blasting on the stability of gateroad surroundings in an innovative nonpillar mining method. *Tunnelling and Underground Space Technology* 90 (2019) 99–118.
8. Manchao He, Xiaohu Zhang, Shuai Zhao. Directional Destress with Tension Blasting in Coal Mines. *Procedia Engineering* 191 (2017) 89 – 97.
9. Manchao H., Chen L., Weili G., L.R.S., Shenglin L. Dynamic tests for a Constant-Resistance-Large Deformation bolt using a modified SHTB system. *Tunnelling and Underground Space Technology*, 64, 2017, 103-116.
10. He M. C., Gong W., Wang J., Qi P., Tao Z., Du S. Development of a novel energy-absorbing bolt with extraordinarily large elongation and constant resistance. *Int. J. Rock Mech. Min. Sci.*, 67, 2014, 29-42.
11. Quảng, Đ. H., (2018) *Nghiên cứu đề xuất các giải pháp kỹ thuật nhằm hạn chế ảnh hưởng của góc dốc vỉa than đến lò chợ cơ giới hóa vỉa thoải đến nghiêng*. Viện Khoa học Công nghệ Mỏ - Vinacomin.

NGHIÊN CỨU PHÁT HIỆN SỚM HIỆN TƯỢNG THAN TỰ CHÁY KHU VỰC PHÁ HỎA LÒ CHỢ VỈA 14.5 CÔNG TY THAN KHE CHÀM – TKV

TS. Nguyễn Tất Thắng, KS. Bùi Anh Tuấn - Trung tâm An toàn Mỏ

TÓM TẮT

Hiện tượng than tự cháy (cháy nội sinh) tiềm ẩn nhiều nguy cơ gây mất an toàn, khó kiểm soát và đã ảnh hưởng nhiều đến các hoạt động sản xuất của mỏ, đặc biệt phải tăng thêm chi phí xử lý, làm tăng giá thành, giảm hiệu quả khai thác. Vỉa 14.5 Công ty than Khe Chàm - TKV có tính tự cháy cao và đã xảy ra hiện tượng ủ nhiệt, xuất khí CO. Một trong những giải pháp được áp dụng và mang lại hiệu quả giúp kiểm soát nguy cơ cháy nội sinh trong quá trình khai thác các lò chợ vỉa 14.5: Đo kiểm soát nhiệt độ và lấy mẫu khí trong khu vực phá hỏa lò chợ phân tích xác định hàm lượng các chất khí trong khu vực phá hỏa lò chợ.

Từ khóa: than tự cháy, cháy nội sinh, cháy mỏ, xuất khí.

1. ĐẶT VẤN ĐỀ

Trong những năm gần đây, tại một số mỏ than hầm lò Việt Nam đã ghi nhận xảy ra hiện tượng cháy nội sinh trong khe nứt khi đào lò chuẩn bị trong than, cháy nội sinh trong khu vực phá hỏa khi tiến hành khâu than lò chợ [4]. Theo đó, để ngăn ngừa hiện tượng than tự cháy cần có các giải pháp phát hiện sớm hiện tượng tự cháy thông qua tính chất của hiện tượng. Một trong các giải pháp đó là phát hiện sớm thông qua việc phân tích các mẫu khí để đánh giá sự bất thường của khu vực. Các mẫu khí được lấy tại các khu cách ly hoặc sau khu phá hỏa sẽ được phân tích thành phần. Cùng với việc so sánh với các dữ liệu đã có trước khi phân tích mẫu than sẽ xác định được sự khác biệt (nếu có) của mẫu khí khi có sự cố với mẫu khí khi không có sự cố.

Tại công ty than Khe Chàm, vỉa 14.5 là vỉa than có tính tự cháy cao và đã xảy ra hiện tượng ủ nhiệt, xuất khí CO. Trong bài báo này tác giả giới thiệu giải pháp dự báo và phát hiện hiện tượng than tự cháy phù hợp với điều kiện sản xuất thực tế tại đơn vị.

2. NỘI DUNG NGHIÊN CỨU

2.1. Các giải pháp phát hiện sớm than tự cháy trong các mỏ hầm lò

Công tác phát hiện sớm hiện tượng than tự cháy giúp chủ động xây dựng các giải pháp phòng ngừa trong quá trình sản xuất cũng như chủ động giúp giảm thiểu những thiệt hại. Hiện nay có các giải pháp phát hiện sớm như sau:

- Giải pháp phát hiện sớm tự cháy dựa trên kết quả phân tích khí và các chỉ tiêu đánh giá cháy: Giải pháp dựa trên việc đánh giá kết quả phân tích mẫu khí lấy tại hiện trường. Căn cứ trên cơ sở dữ liệu của mẫu than khi gia nhiệt sẽ so sánh với kết quả phân tích để xác định sự khác biệt (nếu có). Nếu có sự khác biệt, sẽ xác định sự bất thường và đánh giá sâu thêm

- Giải pháp dự báo tự cháy bằng phương pháp đo nhiệt độ: Hiện tượng than tự cháy xảy ra kèm theo các hiện tượng thay đổi về nhiệt độ. Thông số nhiệt độ được coi là giải pháp hiệu quả để dự báo hiện tượng tự cháy. Tuy nhiên để đo được nhiệt độ nhằm phát hiện tự cháy cần phải có các thiết bị có độ chính xác cũng như phương pháp đo hợp lý.

- Giải pháp kiểm soát tự cháy từ thiết lập vị trí các trạm đo, lấy mẫu khí: Giải pháp kiểm soát tự cháy dựa vào việc tiến hành đo khí bằng thiết bị đo khí cầm tay hàng ca tại các vị trí được xác lập làm trạm đo, điểm lấy mẫu khí theo dõi. Các trạm đo, điểm lấy mẫu khí được lựa chọn tại lò Dọc vỉa

thông gió, Dọc vỉa vận tải cho phép tính toán được các hàm lượng các chất khí sinh ra trong khu vực theo dõi.

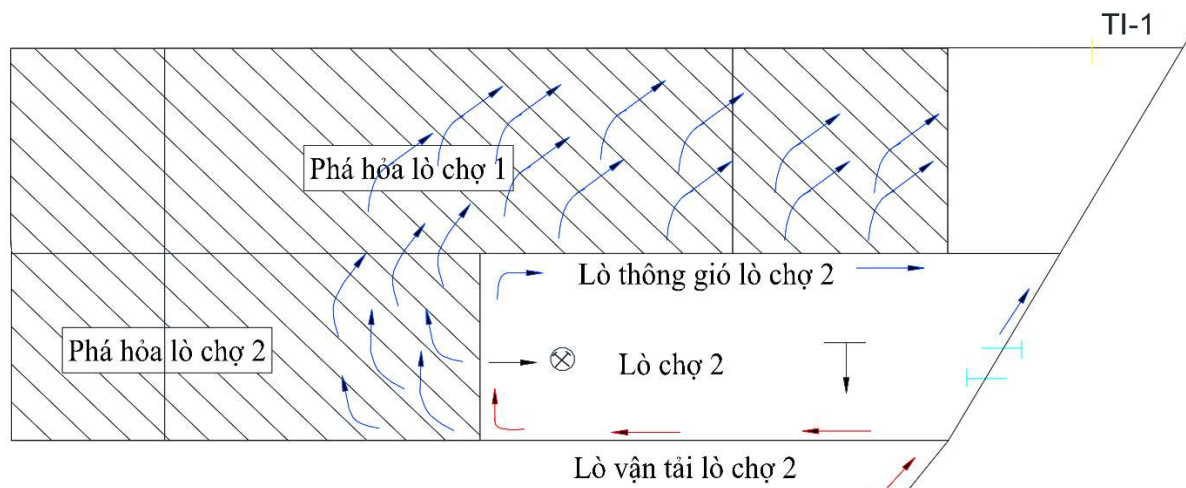
- Giải pháp sử dụng hệ thống quan trắc khí mỏ tập trung tự động kiểm soát than tự cháy tại mỏ hầm lò: Các mỏ hầm lò thuộc TKV hiện đã được trang bị các hệ thống giám sát khí mỏ tập trung tự động, các đầu đo khí được bố trí tại các vị trí nghi ngờ có hiện tượng tự cháy để đo liên tục và kiểm soát. Khi có sự bất thường về hàm lượng các loại khí sẽ đưa ra các giải pháp kiểm soát phù hợp.

2.2. Giải pháp dự báo và phát hiện hiện tượng than tự cháy trong khu vực phá hỏa lò chợ vỉa 14.5

2.2.1. Phân tích các yếu tố dẫn đến nguy cơ cháy nội sinh

Vỉa 14.5 Công ty than Khe Chàm – TKV có cấu tạo phức tạp trong vỉa có từ 0 - 5 lớp đá kẹp, chiều dày đá kẹp từ 0,0m - 3,64m, trung bình 0,3m. Độ dốc vỉa từ 30 - 75°, trung bình 28° [5]. Các yếu tố có thể dẫn đến cháy nội sinh của khu vực bao gồm:

- Công ty than Khe Chàm – TKV áp dụng hệ thống khai thác cột dài theo phương, khấu than bằng khoan nổ mìn, chống giữ lò chợ bằng giá xích, thu hồi than nóc điều khiển đá vách bằng phá hỏa toàn phần để khai thác vỉa 14.5. Với sơ đồ công nghệ trên, sẽ làm tổn thất than trong khu vực phá hỏa lò chợ. Hiện công ty sử dụng lò vận tải của mức trên làm lò thông gió cho mức dưới, giữa hai mức không có trụ bảo vệ nên rò gió vào khu phá hỏa của mức trên gây ra sự ô xy hóa than, theo như hình 1.



Hình 1. Hiện tượng cháy nội sinh khí gió rò qua lò chợ 1 và lò chợ 2

Tại vỉa 14.5 các lò chợ sẽ tiếp giáp trực tiếp với vùng phá hỏa lò chợ khai thác phía trên hoặc lò chợ đã kết thúc khai thác, giữa các lò chợ không để lại trụ bảo vệ, thông gió chữ “U”. Chênh lệch áp suất khí động học giữa lò chợ mức trên và mức dưới có thể làm cho không khí thẩm thấu qua khu phá hỏa, làm than tự nóng và gây cháy nội sinh sau khu vực phá hỏa lò chợ 1 gây tự cháy.

2.2.2. Giải pháp dự báo và phát hiện hiện tượng than tự cháy trong khu vực phá hỏa

Ngày 20/9/2021, trong khu vực phá hỏa phía sau lò chợ 14.5-12.2 mức -229/-234, xảy ra hiện tượng xuất khí CO. Nguyên nhân của hiện tượng là do gió sạch rò qua các tường chắn tại lò thông

gió và lò vận tải 14.5-7 vào phía sau lò chợ làm cho than tự ủ nhiệt, sinh ra khí CO với hàm lượng cao.

Để phòng ngừa hiện tượng than ủ nhiệt dẫn đến xuất khí CO trong khu vực phá hỏa lò chợ, Công ty đã phối hợp với Trung tâm An toàn Mỏ thực hiện giải pháp dự báo và phát hiện hiện tượng than tự cháy trong khu vực phá hỏa lò chợ vỉa 14.5 thông qua công tác lấy mẫu và phân tích mẫu khí trong khu phá hỏa của lò chợ, áp dụng tại lò chợ LC 14.5-12.3 mức -235/-245 KT8.

2.2.3. Bố trí điểm lấy mẫu khí tại khu vực phá hỏa lò chợ

Quy trình lắp đặt tuyến đường ống hút khí, đo kiểm soát khí CO trong vỉa than và cùng phá hỏa phía sau lò chợ [3].

a. Công tác chuẩn bị vật tư, dụng cụ và vị trí lắp đặt: Ống lấy mẫu khí nhựa $\Phi 6 \div 8$, dây cảm biến nhiệt độ; ống thép bảo vệ, khớp nối, đầu ống bảo vệ, chạc 3 đầu $\Phi 42 \div 56$; Bộ dụng cụ lấy mẫu khí, Bơm hút khí cầm tay hoặc quả bóp 02 chiều, túi mẫu khí, máy đo khí điện tử đa năng có bơm hút.

b. Công tác lắp đặt đường ống

- Bước 1: Xác định vị trí đặt đầu hút khí đầu tiên (số 1) của tuyến đường ống hút khí, luồn đầu ống lấy mẫu và đầu cảm biến nhiệt độ vào trong đầu ống bảo vệ;

- Bước 2: Luồn đường ống hút khí và dây cảm biến nhiệt số 1 vào đường ống thép ($\Phi 42 \div 56$), chiều dài $L = 20\text{m}$, sau đó lắp đầu bảo vệ cho đường ống thép tại vị trí đầu hút khí (số 1);

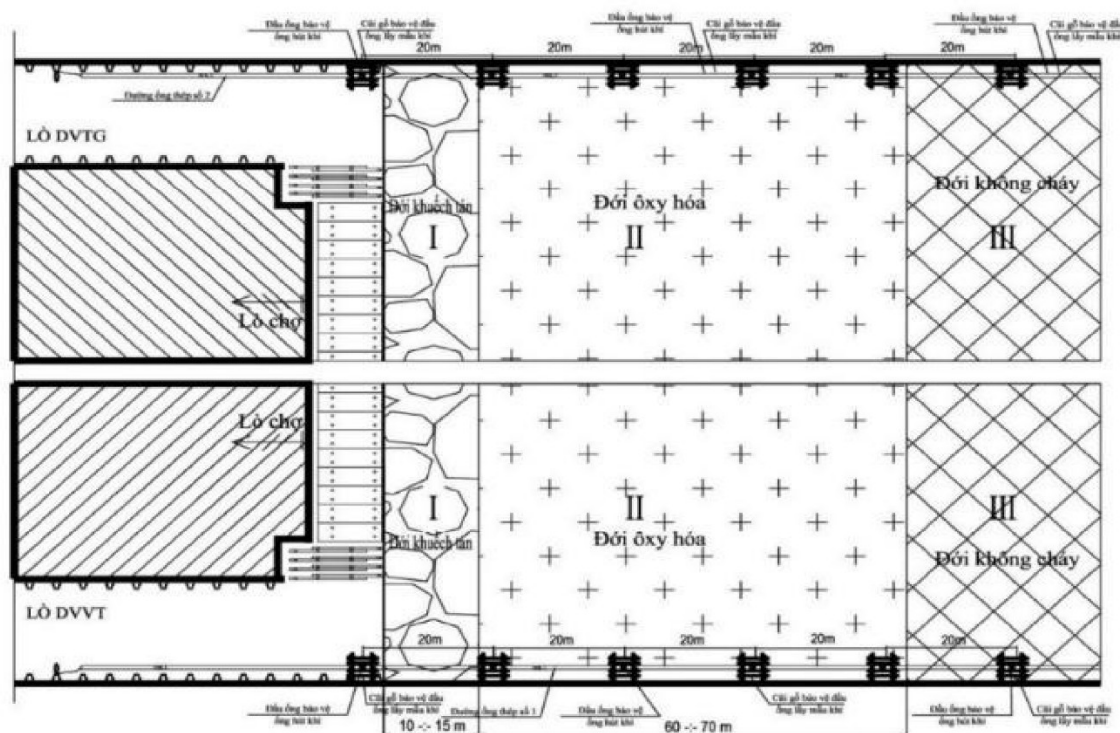
- Bước 3: Đặt đầu bảo vệ đường ống hút khí (số 1) trong cũi lợn bảo vệ (chiều cao cũi lợn cao hơn đầu ống bảo vệ $\geq 30\text{cm}$) và cách nền lò $0,5\text{m}$. Sau thời gian khai thác lò chợ, đầu hút khí (số 1) đã ở trong khu vực phá hỏa. Khi gương lò chợ cách đầu hút khí (số 1) một khoảng $L = 15\text{m}$, tiến hành lắp đầu ống bảo vệ cho đầu hút khí của đường ống hút khí (số 2) bằng nhánh nối chạc 3 đầu trên đường ống thép. Kéo và luồn đầu còn lại của ống hút khí (số 2) vào trong đoạn ống thép

tiếp theo (chiều dài $L = 20\text{m}$) ra ngoài đường lò làm đầu chờ hút khí, đồng thời nối dài đường ống hút khí (số 1) theo chiều dài của ống lấy mẫu mới lắp. Công việc thực hiện tương tự đối với các đầu ống hút khí số 3, 4 đến khi lắp đặt đầu ống hút khí số 5, khi khoảng cách lấy mẫu từ đầu ống hút khí số 1 đến gương lò chợ $> 80\text{m}$, loại bỏ đường ống hút khí số 1 (không cần nối dài, không cần hút, lấy mẫu khí kiểm tra). Công việc này được tiến hành tương tự khi lắp đặt đầu ống hút khí số 6 thì tiếp tục loại bỏ đường ống lấy mẫu khí số 2.

Đối với công tác lắp đặt đường dây cảm biến nhiệt độ của vỉa than, tiến hành đồng thời cùng với lắp đặt đầu ống hút khí. Khoảng cách lắp đặt giữa các đầu cảm biến nhiệt độ là 40m (tương ứng với khoảng cách của đầu hút khí số 1 và đầu số 3, đầu hút khí số 3 và đầu hút khí số 5...).

Sau khi chu kỳ tiến gương của lò chợ, đầu ống lấy mẫu nằm hoàn toàn trong vùng phá hỏa, cách gương lò chợ $5 \div 10\text{m}$ tiến hành lấy mẫu khí kiểm tra hàm lượng khí trong vùng phá hỏa.

Trình tự lắp đặt tuyến đường ống hút khí, đo kiểm soát nhiệt độ trong vỉa than và vùng phá hỏa phía sau lò chợ được thể hiện tại hình 2.



Hình 2. Sơ đồ bố trí đặt đầu ống hút khí tại lò chợ dài sau khi đã khai thác

3. Kết quả thực hiện giải pháp tại Lò chợ LC 14.5-12.3 mức -235/-245 KT8

Kết quả phân tích mẫu khí sau phá hỏa lò chợ lấy tại lò DVVT -245 từ ngày 3/3/2023 đến ngày 22/3/2023 xuất hiện khí CO trong khu vực phá hỏa với hàm lượng lên tới 77,63ppm (ngày 8/3/2023), hàm lượng khí O₂ dao động 16,5÷19,5%, nhiệt độ trong khu phá hỏa duy trì

trong khoảng 38÷42,3°C. Tính toán các chỉ số đánh giá cháy của mẫu khí thấy rằng chỉ số Graham (ngày 07.03.2023, 15.03.2023 và 17.3.2023): $G > 0,0025$ (Bảng 2), dự báo xuất hiện nguy cơ cháy nội sinh [2]. Trung tâm đưa ra cảnh báo nguy cơ xảy ra cháy nội sinh trong khu vực phá hỏa lò chợ LC 14.5-12.3 mức -235/-245 tới công ty than Khe Chàm – TKV.

Bảng 1. Kết quả phân tích mẫu khí trong khu vực phá hỏa (DVVT -245)

TT	Ngày lấy mẫu	H ₂ ppm	O ₂ %	N ₂ %	CO ₂ %	CH ₄ %	CO ppm	C ₂ H ₄ ppm	C ₂ H ₆ ppm	C ₂ H ₂ ppm	C ₃ H ₆ ppm
1	03/03	0	19,5273	79,0266	0,2459	0,2795	7,1	0,012	0,054	0,000	0,013
2	08/03	6,09	19,6149	78,5441	0,3944	0,4506	77,63	0,168	0,000	0,000	0,108
3	10/03	0	17,8154	80,5246	0,2963	0,8455	27,43	0,016	0,192	0,000	0,029
4	13/03	0	19,9082	78,9601	0,1505	0,2177	0	0,049	0,26	0,000	0,031
5	15/03	70,2	18,2166	79,2423	0,5591	1,0923	57,88	0,038	0,083	0,000	0,029
6	17/03	38,49	16,0576	81,6446	0,7035	1,3696	55,13	0,017	0,051	0,000	0,019
7	20/03	144,7	13,2654	83,8076	1,0094	1,3903	34,74	0,007	1,154	0,000	0,020
8	22/03	197,02	5,9348	92,0149	1,2174	0,5359	6,89	0,014	0,018	0,000	0,019

Bảng 2. Các chỉ số cháy của mẫu khí trong khu vực phá hỏa DVVT -245

TT	Ngày lấy mẫu	WP1 CO/CO ₂	WP2 C ₂ H ₂ /CO ₂	WP3 C ₂ H ₄ /CO ₂	WP4 C ₃ H ₆ /CO ₂	WP5 C ₂ H ₂ *H ₂ /(C ₂ H ₄ +C ₃ H ₆)	WP6	Graham
1	03/03	28,874	0,000	0,049	0,053	0,000	-1,000	0,001
2	08/03	196,831	0,000	0,426	0,274	0,000	-1,000	0,006
3	10/03	92,575	0,000	0,054	0,098	0,000	-1,000	0,001
4	13/03	0,000	0,000	0,326	0,206	0,000	-1,000	0,000
5	15/03	103,524	0,000	0,068	0,052	0,000	-1,000	0,003
6	17/03	78,365	0,000	0,024	0,027	0,000	-1,000	0,003
7	20/03	34,416	0,000	0,007	0,020	0,000	-1,000	0,000
8	22/03	5,660	0,000	0,011	0,016	0,000	-1,000	0,000

Ngày 17/3/2023, qua khảo sát tìm nguyên nhân cho thấy:

- Khu vực phá hỏa lò chợ có than tồn thất dạng bờ rời, không nguyên khối;
- Các tường chắn tạm tại DVTG và DVVT không kín khít dẫn đến rò gió vào khu vực phá hỏa lò chợ, tồn thất gió có thời điểm lớn hơn 20%;
- Trong khu vực phá hỏa có nhiệt độ cao và độ ẩm lớn.

Từ kết quả khảo sát trên, nhận định khu vực sau phá hỏa lò chợ 14.5-26 mức -230/-240 xảy ra sự oxy hóa của than tồn thất trong khu vực phá hỏa lò chợ. Để đảm bảo an toàn và duy trì sản xuất, Trung tâm đã đề xuất Công ty thực hiện ngay các giải pháp:

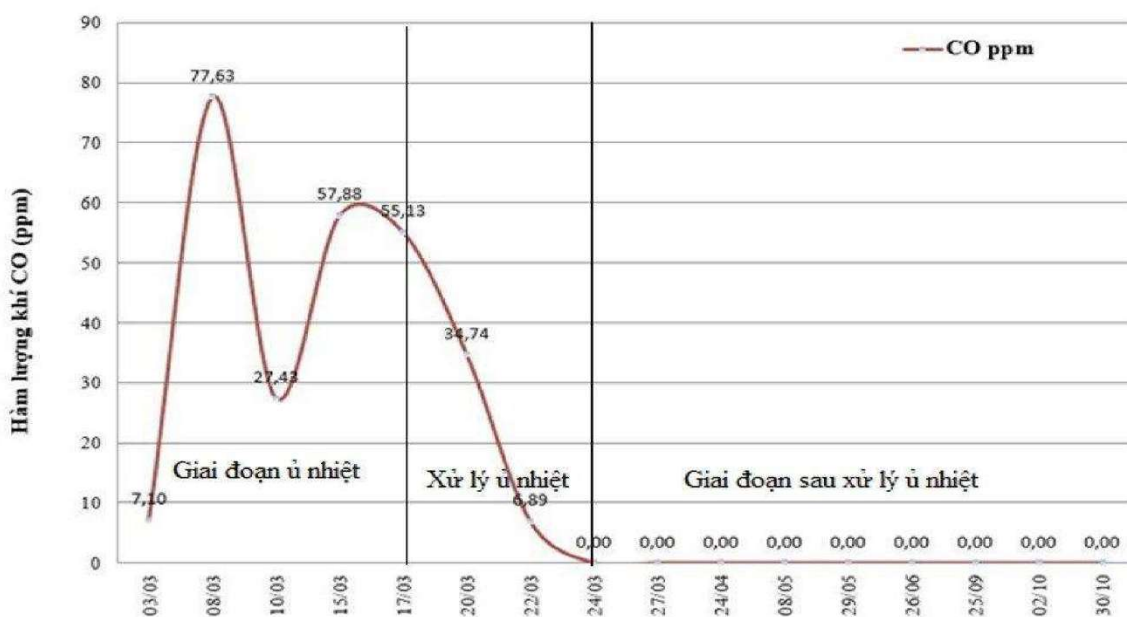
- Gia cố các tường chắn cách ly trên đường lò DVTG, DVVT đảm bảo kín khít, ngăn ngừa rò gió vào khu vực phá hỏa lò chợ;

- Bơm khí Ni tơ vào trong khu vực phá hỏa lò chợ để triệt tiêu sự ủ nhiệt của than;

- Đặt các tường bạt điều chỉnh hướng gió tại ò DVTG và điều chỉnh lưu lượng gió phù hợp với nhu cầu.

Công ty than Khe Chàm đã triển khai thực hiện các giải pháp trên, kết quả cho thấy khu vực

phá hỏa lò chợ 14.5-12.3 mức -235/-245 không ghi nhận sự xuất hiện của khí CO, trong khu vực phá hỏa lò chợ không có hiện tượng ủ nhiệt và lò chợ duy trì hoạt động ổn định cho đến khi kết thúc khai thác (Bảng 3). Biến thiên hàm lượng khí CO trong khu vực phá hỏa lò chợ LC 14.5-12.3 mức -235/-245 KT8 lấy tại DVVT -245 toàn bộ thời gian thực hiện giải pháp thể hiện trên hình 3.



Hình 3. Biến thiên hàm lượng khí CO trong khu vực phá hỏa

Bảng 3. Kết quả phân tích mẫu khí trong khu vực phá hỏa lấy tại DVVT -245 [1]

TT	Ngày lấy mẫu	H ₂ ppm	O ₂ %	N ₂ %	CO ₂ %	CH ₄ %	CO ppm	C ₂ H ₄ ppm	C ₂ H ₆ ppm	C ₂ H ₂ ppm	C ₃ H ₆ ppm
1	24/03	0,00	12,3524	85,5723	0,5067	0,5675	0,00	0,0014	0,042	0,000	0,015
2	27/03	0,00	12,5527	85,0612	0,1346	1,0966	0,00	0,018	0,046	0,000	0,058
3	03/04	0,00	11,8271	87,0627	0,1671	0,1001	0,00	0,000	0,726	0,000	0,015
4	10/04	0,00	11,3056	87,4922	0,3507	0,3222	0,00	0,034	0,173	0,000	0,041
5	17/04	0,00	10,6806	86,7143	0,1190	1,4358	0,00	0,008	0,315	0,000	0,024
6	24/04	0,00	11,4247	85,8271	0,5171	1,4146	0,00	0,008	0,006	0,000	0,026
7	04/05	0,00	10,6679	86,7229	1,0542	1,2492	0,00	0,008	0,473	0,000	0,042
8	08/05	0,00	10,7851	86,6804	0,6998	0,4939	0,00	0,008	0,009	0,000	0,027
9	15/05	0,00	10,4513	87,9626	0,3420	0,0107	0,00	0,004	0,896	0,000	0,004
10	22/05	0,00	9,3197	89,1948	1,1124	0,1068	0,00	0,003	0,453	0,000	0,002
11	29/05	0,00	11,8937	85,6560	0,8638	1,2672	0,00	0,003	0,692	0,000	0,005
12	02/06	0,00	12,5757	84,3565	0,3167	1,2020	0,00	0,003	0,347	0,000	0,002
13	05/06	0,00	10,3594	85,8766	1,0132	1,1399	0,00	0,004	0,211	0,000	0,003
14	08/06	0,00	9,8493	85,8862	0,7705	0,7564	0,00	0,005	0,019	0,000	0,002
15	12/06	0,00	12,3404	86,2479	0,1116	1,0468	0,00	0,011	0,048	0,000	0,003
16	19/06	0,00	11,8900	87,9829	0,2079	0,4669	0,00	0,004	0,043	0,000	0,001

TT	Ngày lấy mẫu	H ₂ ppm	O ₂ %	N ₂ %	CO ₂ %	CH ₄ %	CO ppm	C ₂ H ₄ ppm	C ₂ H ₆ ppm	C ₂ H ₂ ppm	C ₃ H ₆ ppm
17	26/06	0,00	11,0830	86,0226	0,8766	1,1338	0,00	0,004	1,812	0,000	0,003
18	03/07	0,00	13,5897	84,5811	0,4223	0,2727	0,00	0,003	0,346	0,000	0,002
19	10/07	0,00	11,5434	86,2999	0,2253	0,5657	0,00	0,002	0,044	0,000	0,002
20	17/07	0,00	13,4667	84,8905	0,2981	0,2278	0,00	0,001	0,016	0,000	0,001
21	24/07	0,00	13,7465	85,6791	0,5785	0,1868	0,00	0,001	0,016	0,000	0,003
22	31/07	0,00	12,8148	86,1007	0,3051	0,2031	0,00	0,005	0,089	0,000	0,004
23	07/08	0,00	14,0856	85,5996	0,2512	1,2849	0,00	0,004	0,269	0,000	0,002
24	14/08	0,00	13,0408	84,3239	1,2656	1,2952	0,00	0,005	0,332	0,000	0,005
25	21/08	0,00	12,2521	85,7958	0,2031	1,0415	0,00	0,011	0,049	0,000	0,003
26	28/08	0,00	13,6559	85,6176	0,4125	2,0803	0,00	0,009	0,223	0,000	0,004
27	05/09	0,00	11,6811	87,0426	1,4483	1,1612	0,00	0,006	0,088	0,000	0,002
28	11/09	0,00	12,9132	84,9176	0,7621	1,0308	0,00	0,002	0,044	0,000	0,002
29	18/09	0,00	11,7371	85,5843	0,3808	1,3335	0,00	0,005	0,130	0,000	0,005
30	25/09	0,00	10,4046	87,0621	1,1361	1,4386	0,00	0,004	0,012	0,000	0,001
31	2/10	0,00	13,9795	83,9744	0,4052	0,5198	0,00	0,006	0,132	0,000	0,002
32	9/10	0,00	15,2906	82,7557	0,2080	0,2176	0,00	0,012	4,053	0,000	0,019
33	16/10	0,00	12,7235	84,7531	0,3299	0,3054	0,00	0,001	0,516	0,000	0,004
34	23/10	0,00	13,7852	84,6845	0,1572	0,3064	0,00	0,007	2,137	0,000	0,011
35	30/10	0,00	12,6242	85,2307	0,3245	0,4320	0,00	0,005	1,308	0,000	0,002

4. KẾT LUẬN

Cháy nội sinh trong khu vực phá hỏa lò chợ là sự cố nghiêm trọng và khó xử lý do không thể xác định chính xác vị trí, quy mô xảy ra sự cố và khí tiếp cận để xử lý. Vĩa 14.5 Công ty than Khe Chàm – TKV đã từng xảy ra sự cố liên quan đến cháy nội sinh, các kết quả phân loại mức độ tự cháy của than vĩa 14.5 cho thấy than của vĩa có tính tự cháy. Để đảm bảo an toàn cho hoạt động sản xuất và chủ động phòng ngừa sự cố có liên

quan đến than tự cháy, giải pháp phát hiện sớm sự cố cháy nội sinh thông qua công tác lấy mẫu khí phân tích để xác định hàm lượng các chất khí trong khu vực phá hỏa lò chợ được coi là một trong những giải pháp phòng ngừa hiệu quả nhất. Trên cơ sở kết quả phân tích mẫu khí trong khu vực phá hỏa lò chợ cho phép nhận định và đánh giá hiện trạng trong khu vực phá hỏa lò chợ. Từ đó giúp cho đơn vị chủ động đưa ra giải pháp phòng ngừa và xử lý hiệu quả nguy cơ tự cháy trong đơn vị.

TÀI LIỆU THAM KHẢO

1. Kết quả phân tích mẫu khí trong khu vực phá hỏa lò chợ LC 14.5-12.3 mức -235/-245 KT8, Trung tâm An toàn Mỏ, 2023.
2. Mô hình ủ nhiệt, cháy và tắt của than theo H. Bystronia
3. Quy trình lắp đặt tuyến đường ống hút khí, đo kiểm soát khí CO trong vĩa than và cùng phá hỏa phía sau lò chợ, Trung tâm An toàn Mỏ, 2019
4. Báo cáo xây dựng biểu đồ than tự cháy, Viện Khoa học Công nghệ Mỏ 2023.
5. Báo cáo kết quả thăm dò than khu mỏ Khe Chàm, thành phố Cẩm Phả, tỉnh Quảng Ninh”, Công ty Cổ phần Tin học, Công nghệ, Môi trường - Vinacomin (VITE), 2019.

NGHIÊN CỨU LỰA CHỌN VÀ ỨNG DỤNG CÔNG NGHỆ PHÂN TÍCH THAN TRỰC TUYẾN PHỤC VỤ TỐI ƯU VẬN HÀNH Lò HƠI NHÀ MÁY NHIỆT ĐIỆN

TS. Lê Thanh Bình, TS. Phạm Minh Phúc, KS. Lê Việt Hoàng

Viện Cơ khí Năng lượng và Mỏ - Vinacomin

Tóm tắt: Tại Phân xưởng Nhiệt điện Nhà máy Alumin Tân Rai (Công ty Nhôm Lâm Đồng – TKV), chất lượng than cám cấp cho lò hơi ảnh hưởng trực tiếp đến hiệu suất sinh hơi, mức tiêu hao nhiên liệu và độ ổn định vận hành. Hiện nay, công tác lấy mẫu và phân tích than chủ yếu thực hiện thủ công theo ca, với độ trễ kết quả phân tích lên tới khoảng 16 giờ, khiến việc điều chỉnh chế độ vận hành còn mang tính bị động. Bài báo nghiên cứu lựa chọn và ứng dụng công nghệ phân tích than trực tuyến phục vụ tối ưu vận hành lò hơi tại nhà máy. Ba công nghệ phổ biến gồm XRF, FT-NIR và PGNAA được so sánh trên các tiêu chí về độ đại diện mẫu, khả năng vận hành trong môi trường công nghiệp và mức độ tích hợp tự động hóa. Kết quả cho thấy công nghệ phân tích kích hoạt neutron phát gamma tức thời (PGNAA) có ưu thế vượt trội nhờ khả năng phân tích toàn khối than trên băng tải và cung cấp dữ liệu theo thời gian thực. Việc ứng dụng hệ thống PGNAA cho phép cập nhật liên tục các chỉ tiêu chính của than cám, làm cơ sở điều chỉnh chủ động chế độ đốt, góp phần giảm tiêu hao nhiên liệu, nâng cao độ ổn định vận hành lò hơi và cải thiện hiệu quả kinh tế – môi trường của nhà máy.

Từ khóa: phân tích than trực tuyến; PGNAA; lò hơi nhiệt điện; Alumin Tân Rai.

1. Đặt vấn đề

Phân xưởng Nhiệt điện của Nhà máy Alumin Tân Rai có nhiệm vụ cung cấp hơi bão hòa cho dây chuyền sản xuất alumin đồng thời phát điện tự dùng cho toàn nhà máy. Trong hệ thống này, lò hơi đốt than giữ vai trò trung tâm, trong đó chất lượng than cám đầu vào là yếu tố quyết định đến hiệu suất sinh hơi, mức tiêu hao nhiên liệu, độ ổn định vận hành và phát thải môi trường.

Thực tế vận hành cho thấy than cám sử dụng tại Nhà máy có sự biến động đáng kể về độ ẩm, nhiệt trị, hàm lượng tro và lưu huỳnh theo từng lô cấp và theo thời gian. Hiện nay, công tác kiểm soát chất lượng than chủ yếu dựa trên phương pháp lấy mẫu thủ công theo giờ và phân tích theo mẫu ca trong phòng thí nghiệm. Do đặc thù quy trình, kết quả phân tích thường chỉ có sau 8–16 giờ kể từ thời điểm than được đưa vào lò. Độ trễ lớn này khiến dữ liệu chất lượng than chủ yếu mang tính hậu kiểm, không đủ cơ sở để điều chỉnh kịp thời chế độ vận hành lò hơi trong điều kiện chất lượng nhiên liệu biến động nhanh.

Trong bối cảnh yêu cầu nâng cao hiệu suất

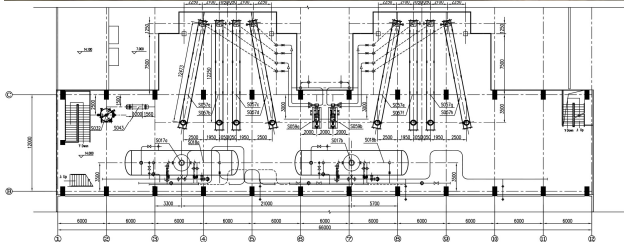
năng lượng, giảm tiêu hao nhiên liệu và kiểm soát phát thải ngày càng nghiêm ngặt, việc ứng dụng các công nghệ phân tích than trực tuyến theo thời gian thực là xu hướng tất yếu. Dữ liệu chất lượng than cập nhật liên tục không chỉ hỗ trợ người vận hành điều chỉnh chủ động chế độ đốt mà còn đóng vai trò như biến đo tiên đoán quan trọng trong hệ thống điều khiển tự động hóa lò hơi.

Xuất phát từ yêu cầu thực tiễn đó, bài báo tập trung nghiên cứu lựa chọn công nghệ phân tích than trực tuyến phù hợp với điều kiện vận hành tại Phân xưởng Nhiệt điện, Nhà máy Alumin Tân Rai, đồng thời đánh giá khả năng ứng dụng công nghệ này trong tối ưu hóa vận hành lò hơi và nâng cao hiệu quả kinh tế – môi trường của nhà máy.

2. Hiện trạng cấp than và công tác phân tích than

Phân xưởng Nhiệt điện của Nhà máy Alumin Tân Rai sử dụng than cám làm nhiên liệu chính cho các lò hơi nhằm cung cấp hơi bão hòa cho dây chuyền sản xuất alumin và phát điện tự dùng. Than sau khi nghiền được vận chuyển bằng hệ thống băng tải và phân phối vào các bunke cấp

cho lò hơi. Trong quá trình vận hành, than cám có đặc điểm không đồng nhất về cỡ hạt, độ ẩm và thành phần hóa học, đặc biệt khi nguồn than có sự pha trộn hoặc thay đổi theo từng thời điểm.



Hình 1. Hệ thống cấp than và phân phối nhiên liệu cho lò hơi tại Nhà máy Alumin Tân Rai

Hiện nay, công tác kiểm soát chất lượng than tại phân xưởng chủ yếu dựa trên phương pháp lấy mẫu thủ công. Than được lấy mẫu định kỳ theo giờ trên tuyến băng tải cấp lò, các mẫu đơn trong ca được trộn và giản lược thành mẫu trung bình

ca để phân tích trong phòng thí nghiệm. Kết quả phân tích thường chỉ có vào cuối ca kế tiếp, dẫn đến độ trễ thông tin từ 8 đến 16 giờ so với thời điểm than được đưa vào buồng đốt.

Với độ trễ như vậy, dữ liệu chất lượng than chỉ phản ánh trạng thái nhiên liệu trong quá khứ, không hỗ trợ hiệu quả cho việc điều chỉnh tức thời các thông số vận hành lò hơi. Trong thực tế, người vận hành phải điều chỉnh chế độ đốt chủ yếu dựa trên kinh nghiệm và các thông số gián tiếp của quá trình cháy, làm giảm khả năng tối ưu hóa hiệu suất và tiềm ẩn nguy cơ sự cố khi chất lượng than biến động đột ngột.

Bên cạnh đó, việc không kiểm soát liên tục hàm lượng lưu huỳnh trong than khiến lượng đá vôi sử dụng cho khử SO_2 thường được cấp theo hướng dư thừa nhằm bảo đảm an toàn, làm tăng chi phí vật tư và tải cho hệ thống xử lý khí thải. Những hạn chế trên cho thấy công tác phân tích than theo phương pháp truyền thống không còn đáp ứng yêu cầu vận hành hiện đại, đặt ra nhu cầu cấp thiết phải nghiên cứu và ứng dụng công nghệ phân tích than trực tuyến tại Phân xưởng Nhiệt điện Nhà máy Alumin Tân Rai.

Bảng 1. Một số chỉ tiêu vận hành lò hơi tại Phân xưởng Nhiệt điện Nhà máy Alumin Tân Rai

TT	Nội dung	ĐVT	Năm 2022	Năm 2023	Năm 2024	9 tháng đầu năm 2025	Dự kiến cả năm 2025	Trung bình
1	Hơi cao áp sản xuất	tấn	1.678.997	1.557.586	1.494.208	1.195.732	1.594.309	
2	Lượng than cám sử dụng	tấn	245.003	228.844	218.403	175.335	233.780	
3.1	Than cám 5a.1	tấn	231.816	217.422	207.411	167.996	223.995	
3.2	Than cục 4a.2 < 8mm	tấn	13.187	11.422	10.992	7.339	9.785	
4	Tiêu hao than/ tấn hơi cao áp	kg/THCA	145,9	146,9	146,2	146,6	146,6	146,4
5	Lượng đá vôi sử dụng	tấn		370	70	391	521	320
6	Tiêu hao đá vôi/ tấn nhiên liệu	kg/TNL		1,62	0,32	2,23	2,23	1,38

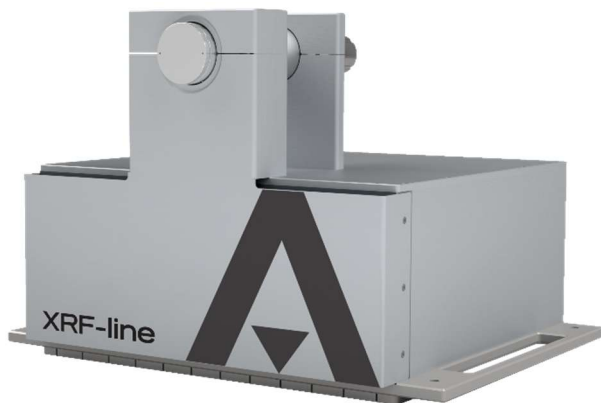
3. Các công nghệ phân tích than trực tuyến và tiêu chí lựa chọn

Trong điều kiện vận hành của Phân xưởng Nhiệt điện Nhà máy Alumin Tân Rai, công nghệ

phân tích than trực tuyến cần đáp ứng đồng thời các yêu cầu: (i) phản ánh đại diện chất lượng toàn bộ dòng than trên băng tải; (ii) làm việc ổn định trong môi trường công nghiệp nhiều bụi, rung và

độ ẩm cao; (iii) cung cấp dữ liệu liên tục theo thời gian thực; và (iv) có khả năng tích hợp với hệ thống điều khiển tự động của lò hơi. Trên cơ sở đó, ba công nghệ phổ biến hiện nay gồm XRF, FT-NIR và PGNAA được xem xét, đánh giá.

3.1. Công nghệ huỳnh quang tia X (XRF)



Hình 2. Máy phân tích huỳnh quang tia X (XRF) dùng để phân loại vật liệu

XRF sử dụng tia X để kích thích mẫu phát ra phổ huỳnh quang đặc trưng của các nguyên tố vô cơ. Phương pháp này có ưu điểm về độ chính xác khi phân tích thành phần nguyên tố và thời gian đo nhanh. Tuy nhiên, XRF chỉ phân tích lớp bề mặt vật liệu với độ sâu rất nhỏ, do đó tính đại diện thấp khi áp dụng cho dòng than có chiều dày lớn và không đồng nhất trên băng tải. Ngoài ra, thiết bị XRF nhạy cảm với bụi và điều kiện môi trường, làm hạn chế khả năng vận hành ổn định trong phân xưởng nhiệt điện.

3.2. Công nghệ phổ cận hồng ngoại biến đổi Fourier (FT-NIR)



Hình 3. Máy phân tích FT-NIR lắp trên băng chuyền

FT-NIR dựa trên sự hấp thụ ánh sáng cận hồng ngoại của các liên kết phân tử trong vật liệu. Ưu điểm của công nghệ này là không sử dụng

nguồn bức xạ ion hóa và có tốc độ phân tích nhanh. Tuy nhiên, FT-NIR cũng chỉ phản ánh đặc tính lớp bề mặt của than, kết quả đo phụ thuộc mạnh vào độ đồng nhất vật liệu, bụi và ánh sáng ngoại cảnh. Quá trình hiệu chuẩn phức tạp và phụ thuộc nhiều vào mô hình của nhà sản xuất, làm giảm tính linh hoạt khi chất lượng than thay đổi.

3.3. Công nghệ phân tích kích hoạt neutron phát gamma tức thời (PGNAA)



Hình 4. Thiết bị phân tích PGNAA lắp đặt tại Nhà máy Nhiệt điện Vĩnh Tân 2

PGNAA sử dụng neutron để kích hoạt hạt nhân các nguyên tố trong than, từ đó phân tích phổ gamma phát ra nhằm xác định thành phần hóa học. Nhờ khả năng xuyên sâu của neutron và gamma, PGNAA cho phép phân tích toàn bộ khối than trên băng tải, bảo đảm tính đại diện cao và ít bị ảnh hưởng bởi độ không đồng nhất, cỡ hạt hay điều kiện môi trường. Công nghệ này cung cấp dữ liệu liên tục theo thời gian thực và đã được ứng dụng rộng rãi trong các nhà máy nhiệt điện trên thế giới.

3.4. Tiêu chí lựa chọn công nghệ cho vận hành lò hơi

Từ đặc thù vận hành tại Tân Rai, công nghệ phân tích than trực tuyến cần ưu tiên tính đại diện

mẫu và độ tin cậy trong môi trường công nghiệp. So sánh các công nghệ cho thấy PGNAA đáp ứng tốt nhất các tiêu chí này, đồng thời cho phép tích

hợp dữ liệu trực tiếp vào hệ thống điều khiển phân tán (DCS), tạo cơ sở cho điều chỉnh chủ động chế độ đốt và tối ưu hóa vận hành lò hơi.

Bảng 4.1. So sánh ba công nghệ PGNAA, FT-NIR và XRF khi ứng dụng trong phân tích online than tại các nhà máy nhiệt điện

TT	Tiêu chí	PGNAA	FT-NIR	XRF
1	Nguyên lý	Bắn tia neutron → phân tích phổ gamma	Chiếu sáng bằng đèn halogen → Phân tích phổ cận hồng ngoại	Bắn tia X → phân tích phổ huỳnh quang tia X
2	Nguồn phát	Nguồn Californi-252	Đèn halogen	Ống phóng tia X
3	Cơ chế xuyên sâu	✓ Neutron xuyên sâu vào toàn khối vật liệu trên băng tải, tương tác với toàn bộ hạt nhân nguyên tử của khối vật liệu	✗ Ánh sáng cận hồng ngoại chỉ tương tác với lớp bề mặt trên cùng của vật liệu trên băng tải	✗ Tia X chỉ tương tác với lớp bề mặt trên cùng của vật liệu trên băng tải
4	Độ sâu phân tích hiệu quả	✓ 50 cm	✗ μm đến vài mm	✗ μm đến vài mm
5	Mức độ phức tạp trong hiệu chuẩn	✓ Trung bình, định kỳ 6-12 tháng. Khách hàng tự chủ động	✗ Phức tạp, định kỳ 1-3 tháng. Phụ thuộc vào hãng, không có biện pháp đối chứng phù hợp	✓ Trung bình, định kỳ 3-6 tháng
6	Độ chính xác với mẫu không đồng nhất	✓ Rất cao	✗ Thấp	✗ Thấp
7	Phân tích trực tuyến liên tục trên băng tải	✓ Rất phù hợp, thiết kế chuyên biệt cho online	⚠ Có thể triển khai, nhưng cần điều kiện che chắn bụi, độ ẩm	⚠ Có thể triển khai, nhưng cần điều kiện che chắn bụi, độ ẩm
8	Không phá hủy mẫu	✓ Không phá hủy mẫu	✓ Không phá hủy mẫu	✓ Không phá hủy mẫu
9	Tốc độ phân tích	✓ Liên tục theo thời gian thực	✓ Liên tục theo thời gian thực	✓ Liên tục theo thời gian thực
10	Yêu cầu an toàn bức xạ	⚠ Có (do dùng nguồn neutron)	✓ Không yêu cầu	⚠ Có (do dùng ống phóng tia X)
11	Khả năng ứng dụng thực tế tại Nhà máy	✓ Cao, đã chứng minh hiệu quả (Mỹ, Trung Quốc, châu Âu, Việt Nam)	✗ Không phù hợp do chỉ phân tích lớp bề mặt trên cùng của vật liệu	✗ Không phù hợp do chỉ phân tích lớp bề mặt trên cùng của vật liệu

4. Lựa chọn công nghệ và phương án ứng dụng

4.1. Lựa chọn công nghệ phân tích than trực tuyến

Trên cơ sở phân tích hiện trạng vận hành và so sánh các công nghệ phân tích than trực tuyến, nghiên cứu xác định công nghệ phân tích kích hoạt neutron phát gamma tức thời (PGNAA) là giải pháp phù hợp nhất cho Phân xưởng Nhiệt điện Nhà máy Alumin Tân Rai thuộc Công ty Nhôm Lâm Đồng - TKV.

PGNAA đáp ứng đầy đủ các yêu cầu kỹ thuật đặt ra, bao gồm: phân tích đại diện toàn bộ dòng than trên băng tải; làm việc ổn định trong môi trường công nghiệp có nhiều bụi, rung và độ ẩm cao; cung cấp dữ liệu liên tục theo thời gian thực; và có khả năng tích hợp trực tiếp với hệ thống điều khiển lò hơi. Các chỉ tiêu chính của than cám như độ ẩm, nhiệt trị, hàm lượng tro và lưu huỳnh được xác định liên tục, tạo cơ sở tin cậy cho điều chỉnh chế độ đốt.

4.2. Phương án bố trí và thu thập dữ liệu

Hệ thống phân tích than trực tuyến PGNAA được đề xuất lắp đặt trên tuyến băng tải than sau công đoạn nghiền và trước khi than được phân phối vào các bunke cấp lò. Vị trí này bảo đảm dòng than ổn định, có tính đại diện cao cho nhiên liệu cấp vào lò hơi, đồng thời thuận lợi cho lắp đặt, bảo dưỡng và che chắn an toàn bức xạ theo quy định.



Hình 6. Vị trí đề xuất lắp đặt hệ thống phân tích than trực tuyến PGNAA tại Nhà máy Alumin Tân Rai

Dữ liệu phân tích từ hệ thống PGNAA được thu thập liên tục và truyền về trung tâm điều khiển thông qua giao thức công nghiệp tiêu chuẩn. Các giá trị đo được được cập nhật theo chu kỳ ngắn, phù hợp với yêu cầu điều chỉnh vận hành trong thời gian thực.

4.3. Tích hợp dữ liệu phân tích than vào hệ thống điều khiển lò hơi

Việc tích hợp dữ liệu phân tích than trực tuyến vào hệ thống điều khiển phân tán (DCS) cho phép sử dụng các thông số chất lượng nhiên liệu như biến đo tiên đoán trong điều khiển lò hơi. Trên cơ sở dữ liệu này, các thông số vận hành chính như lưu lượng cấp than, tỷ lệ gió – nhiên liệu và lượng đá vôi cấp cho khử lưu huỳnh có thể được điều chỉnh chủ động, thay vì chỉ phản ứng theo các tín hiệu của quá trình cháy.

Cách tiếp cận này giúp lò hơi vận hành gần vùng tối ưu hơn, hạn chế dao động công suất khi chất lượng than thay đổi, đồng thời giảm tiêu hao nhiên liệu và phát thải. Việc sử dụng dữ liệu phân tích than trực tuyến làm đầu vào cho điều khiển cũng tạo tiền đề cho các giải pháp điều khiển nâng cao và ứng dụng trí tuệ nhân tạo trong vận hành lò hơi trong tương lai.

5. Đánh giá hiệu quả ứng dụng phân tích than trực tuyến

5.1. Nâng cao tính chủ động và ổn định vận hành

Việc ứng dụng hệ thống phân tích than trực tuyến bằng công nghệ PGNAA tại Phân xưởng Nhiệt điện Nhà máy Alumin Tân Rai thuộc Công ty Nhôm Lâm Đồng - TKV giúp rút ngắn đáng kể độ trễ thông tin về chất lượng nhiên liệu, từ hàng chục giờ xuống gần như thời gian thực. Nhờ đó, người vận hành có thể nhận biết kịp thời các biến động về độ ẩm, nhiệt trị và thành phần than cám ngay trong quá trình cấp lò, thay vì chỉ đánh giá sau khi quá trình đốt đã diễn ra.

Dữ liệu chất lượng than được cập nhật liên tục cho phép điều chỉnh chủ động các thông số vận hành chính của lò hơi, hạn chế các dao động

không mong muốn về phụ tải và áp suất hơi, qua đó nâng cao độ ổn định và an toàn của toàn bộ hệ thống nhiệt điện.

5.2. Giảm tiêu hao nhiên liệu và nâng cao hiệu suất lò hơi

Khi chất lượng than đầu vào được kiểm soát theo thời gian thực, lượng than cấp cho lò có thể được điều chỉnh phù hợp với nhiệt trị thực tế của nhiên liệu. Điều này giúp tránh tình trạng cấp thừa than trong các giai đoạn than có chất lượng tốt hơn dự kiến, đồng thời giảm nguy cơ cháy kém hiệu quả khi than có độ ẩm cao.

Theo các kết quả tổng hợp từ thực tế ứng dụng công nghệ PGNAA tại nhiều nhà máy nhiệt điện trên thế giới, mức tiết giảm tiêu hao than đạt khoảng 1,5–5% so với phương thức vận hành truyền thống. Với quy mô tiêu thụ nhiên liệu của Phân xưởng Nhiệt điện Alumin Tân Rai, mức tiết giảm này mang lại hiệu quả kinh tế đáng kể, đồng

thời góp phần giảm phát thải CO₂ và lượng tro xỉ phát sinh.

5.3. Tối ưu hóa sử dụng đá vôi và kiểm soát phát thải SO₂

Một trong những ưu điểm quan trọng của phân tích than trực tuyến là khả năng theo dõi liên tục hàm lượng lưu huỳnh trong than cám. Dữ liệu này cho phép điều chỉnh chính xác lượng đá vôi sử dụng cho quá trình khử SO₂, thay thế phương thức điều chỉnh theo kinh nghiệm với biên độ an toàn lớn.

Việc cấp đá vôi theo hàm lượng lưu huỳnh thực tế giúp giảm tiêu hao vật tư, giảm năng lượng tiêu thụ cho quá trình nung đá vôi dư thừa và hạn chế phát sinh phụ phẩm. Qua đó, hiệu quả vận hành hệ thống xử lý khí thải được nâng cao, góp phần đáp ứng các yêu cầu ngày càng nghiêm ngặt về bảo vệ môi trường.

Bảng 3. Hiệu quả kỹ thuật của việc ứng dụng phân tích than trực tuyến trong vận hành lò hơi

TT	Nội dung	ĐVT	Không đầu tư thiết bị	Đầu tư thiết bị	Tăng/giảm
1	Hơi cao áp sản xuất	tấn	1.687.630	1.687.630	0
2	Tiêu hao than/ tấn hơi cao áp	kg/THCA	146,4	144,4	-2
3	Lượng than sử dụng	tấn	247.088	243.713	-3.375
4	Đơn giá than	đồng	3.533.309	3.533.309	0
5	Chi phí than cám hàng năm	tr. đồng	873.038	861.112	-11.926
6	Tiêu hao đá vôi/ tấn nhiên liệu	kg/TNL	1,39	1,36	-0,03
7	Lượng đá vôi sử dụng	tấn	343,1	331,6	-11,5
8	Đơn giá đá vôi	đồng	1.270.162	1.270.162	0
9	Chi phí đá vôi hàng năm	tr. đồng	436	421	-14,5
10	Số lượng nhân công lấy mẫu, phân tích than thủ công	người	4,5	0	-4,5
11	Chi phí nhân công lấy mẫu, phân tích than thủ công	tr. đồng	852	0	-852

5.4. Tiền đề cho tự động hóa và vận hành thông minh

Dữ liệu phân tích than trực tuyến đóng vai trò như các biến đo tiên đoán trong điều khiển lò hơi, giúp hệ thống không chỉ phản ứng sau khi quá trình cháy xảy ra mà còn điều chỉnh trước khi các biến động bất lợi xuất hiện. Đây là cơ sở quan trọng để triển khai các giải pháp điều khiển nâng cao và ứng dụng trí tuệ nhân tạo trong vận hành lò hơi, hướng tới mô hình nhà máy nhiệt điện thông minh, hiệu suất cao và phát thải thấp.

6. Kết luận và kiến nghị

6.1. Kết luận

Nghiên cứu đã phân tích đặc thù vận hành lò hơi tại Phân xưởng Nhiệt điện Nhà máy Alumin Tân Rai thuộc Công ty Nhôm Lâm Đồng - TKV, trong đó chất lượng than cám đầu vào có ảnh hưởng quyết định đến hiệu suất sinh hơi, mức tiêu hao nhiên liệu và độ ổn định của toàn bộ dây chuyền nhiệt điện. Thực tế cho thấy phương pháp lấy mẫu và phân tích than thủ công với độ trễ lớn không còn đáp ứng yêu cầu điều chỉnh kịp thời chế độ vận hành trong điều kiện chất lượng nhiên liệu biến động.

Trên cơ sở so sánh các công nghệ phân tích than trực tuyến phổ biến hiện nay, gồm XRF, FT-NIR và PGNAA, nghiên cứu xác định công nghệ phân tích kích hoạt neutron phát gamma tức thời

(PGNAA) là giải pháp phù hợp nhất cho điều kiện vận hành tại Tân Rai. Công nghệ này cho phép phân tích đại diện toàn bộ dòng than trên băng tải, cung cấp dữ liệu liên tục theo thời gian thực và hoạt động ổn định trong môi trường công nghiệp nặng.

Việc ứng dụng hệ thống phân tích than trực tuyến PGNAA giúp nâng cao tính chủ động trong vận hành lò hơi, giảm tiêu hao nhiên liệu, tối ưu hóa sử dụng đá vôi cho khử lưu huỳnh và cải thiện hiệu quả kinh tế – môi trường của nhà máy. Đồng thời, dữ liệu chất lượng than theo thời gian thực tạo nền tảng quan trọng cho việc tích hợp với hệ thống điều khiển tự động và nâng cao mức độ hiện đại hóa phân xưởng nhiệt điện.

6.2. Kiến nghị

Từ các kết quả nghiên cứu, nhóm tác giả kiến nghị triển khai hệ thống phân tích than trực tuyến bằng công nghệ PGNAA tại Phân xưởng Nhiệt điện Nhà máy Alumin Tân Rai, đồng thời tích hợp dữ liệu phân tích vào hệ thống điều khiển phân tán (DCS) để phục vụ điều chỉnh chủ động chế độ đốt. Trong giai đoạn tiếp theo, cần nghiên cứu mở rộng việc khai thác dữ liệu phân tích than trực tuyến cho các giải pháp điều khiển nâng cao và ứng dụng trí tuệ nhân tạo, hướng tới vận hành lò hơi thông minh, hiệu suất cao và phát thải thấp.

TÀI LIỆU THAM KHẢO

1. **B. G. Smith**, On-line analysis of coal using prompt gamma neutron activation analysis, *Fuel*, Vol. 79, No. 12, pp. 1499–1507, 2000.
2. **J. C. Wells, D. J. Gardner**, Application of PGNAA for real-time coal quality control in thermal power plants, *Applied Radiation and Isotopes*, Vol. 70, No. 7, pp. 1232–1238, 2012.
3. International Atomic Energy Agency, Industrial Applications of Neutron Activation Analysis, Vienna, 2015.
4. International Organization for Standardization, ISO 1928:2020, Solid mineral fuels – Determination of gross calorific value, Geneva, 2020.
5. **Thermo Fisher Scientific**, Online Coal Analyzer Systems – Theory and Applications, *Technical White Paper*, USA, 2018.

ỨNG DỤNG MATLAB-SIMULINK XÂY DỰNG MÔ HÌNH MÔ PHÒNG MẠNG HẠ ÁP MỎ HÀM LÒ

ThS. Đỗ Văn Vang, ThS. Bùi Duy Khuông, ThS. Trần Thị Thu Lan

Trường Đại học Công nghiệp Quảng Ninh.

TÓM TẮT

Theo nghị quyết số 55-NQ/TW ngày 11 tháng 02 năm 2020 của Bộ Chính trị về định hướng Chiến lược phát triển năng lượng quốc gia của Việt Nam thì vấn đề sử dụng năng lượng tiết kiệm, hiệu quả, bảo vệ môi trường phải được xem là quốc sách quan trọng. Đối với các ngành công nghiệp nặng như khai thác mỏ, các phụ tải của mạng hạ áp có công suất lớn, chiều dài của mạng thường xuyên thay đổi trong quá trình khai thác vì vậy để đảm bảo cho phụ tải làm việc ổn định, an toàn, cần khuyến khích đầu tư sử dụng các công nghệ, trang thiết bị tiết kiệm năng lượng. Trong quá trình mở rộng quy mô khai thác, cùng với sự nâng cao năng suất, chiều dài lò chợ tăng, công suất của phụ tải tăng làm cho một loạt các thông số của mạng thay đổi, gây ảnh hưởng tới khả năng cung cấp của mạng điện. Để có thể tính toán, đánh giá một cách trực quan mạng hạ áp mỏ hầm lò khi thông số của mạng thay đổi, bài báo ứng dụng Matlab-Simulink xây dựng mô hình mô phỏng mạng hạ áp mỏ hầm lò. Kết quả của mô hình mô phỏng này có thể linh hoạt đánh giá hiện trạng mạng hạ áp hầm lò có cấu hình khác nhau, trên cơ sở kết quả tính toán có thể đưa ra các giải pháp vận hành hợp lý đối với mạng hạ áp mỏ cả về phương diện quản lý, kinh tế và kỹ thuật.

Từ khóa: Mô hình hoá, cơ giới hoá, mạng hạ áp mỏ, tổ hợp thiết bị.

1. ĐẶT VẤN ĐỀ

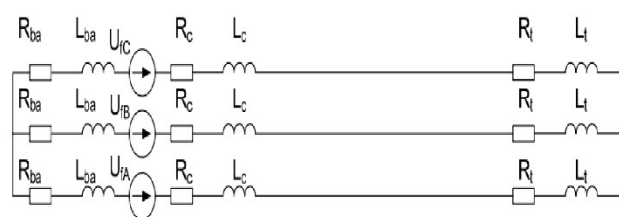
Đối với các mạng điện hạ áp mỏ hầm lò, do tiến độ khai thác thay đổi mà chiều dài mạng luôn phải thay đổi theo. Điều này làm cho mạng hạ áp đôi khi không đáp ứng được các yêu cầu kỹ thuật đặt ra [1], [3], [4], [8], [9]. Trong quá trình vận hành mạng hạ áp mỏ hầm lò, khi chiều dài mạng và số thiết bị đấu vào mạng tăng sẽ làm cho chế độ làm việc của máy biến áp thay đổi, đồng thời các loại tổn hao trong mạng cũng thay đổi theo [4]. Hiện nay, có rất nhiều các công trình nghiên cứu sử dụng Matlab - Simulink để mô phỏng các thiết bị đóng cắt, các bài toán về an toàn điện giật, an toàn tia lửa, nhưng chưa có một nghiên cứu nào nghiên cứu đánh giá tổng quan về tình trạng làm việc mạng hạ áp mỏ hầm lò [6], [7]. Để có thể đánh giá tình trạng làm việc của mạng hạ áp và định hướng tìm ra các giải pháp để đảm bảo sự ổn định, nâng cao hiệu quả sử dụng điện năng, trong bài báo này nhóm tác giả sử dụng Matlab - Simulink xây dựng mô hình mô phỏng mạng hạ áp mỏ hầm lò công ty than Thống Nhất.

2. NỘI DUNG NGHIÊN CỨU

2.1. Cơ sở lý thuyết

Mạng hạ áp mỏ hầm lò là mạng trung tính cách ly. Khi xây dựng mô hình mô phỏng ta coi mạng hạ áp này là ba pha đối xứng, bỏ qua các phần tử đóng cắt bảo vệ. Các phần tử chính sử dụng trong mô hình là: máy biến áp, cáp hạ áp, phụ tải (động cơ) [2], [4].

Sơ đồ mạng hạ áp đơn giản được thể hiện trên hình 1.



Hình 1. Sơ đồ mạng hạ áp đơn giản

Trong đó:

R_{ba}, R_c, R_t – Điện trở của máy biến áp, cáp, phụ tải;

L_{ba}, L_c, L_t – Điện cảm của máy biến áp, cáp, phụ tải.

2.2. Mô hình toán học của máy biến áp

Máy biến áp là nguồn cung cấp chính cho động cơ thông qua mạng cáp. Khi máy biến áp làm

việc, bản thân máy biến áp có các loại tổn thất sau [4], [9]:

Tổn thất công suất trong máy biến áp:

$$\Delta P_T = \Delta P'_0 + \Delta P'_n \left(\frac{S_{pt}}{S_{dm}} \right)^2 \quad (1.1)$$

Trong đó:

$$\Delta P'_0 = \Delta P_0 + k_{kt} \cdot \Delta Q_0; \Delta P'_n = \Delta P_n + k_{kt} \cdot \Delta Q_n$$

$$\Delta Q_0 = S_{dm} \left(\frac{i_0 \%}{100} \right); \Delta Q_n = S_{dm} \left(\frac{u_n \%}{100} \right)$$

ΔP_0 – Tổn thất công suất tác dụng không tải, kW;

ΔP_n – Tổn thất công suất ngắn mạch, kW;

S_{dm} – Công suất định mức của máy biến áp, kVA;

S_{pt} – Công suất thực tế của phụ tải, kVA;

ΔQ_0 – Công suất phản kháng không tải để từ hoá máy biến áp, kVAR;

ΔQ_n – Tổn thất công suất phản kháng khi ngắn mạch, kVAR;

$i_0\%$ – Dòng điện không tải của máy biến áp, %;

$u_n\%$ – Điện áp ngắn mạch của máy biến áp, %;

k_{kt} – Suất tổn thất công suất tác dụng đối với 1 đơn vị tổn thất công suất phản kháng kW/kVAR (đối với xí nghiệp công nghiệp $k_{kt} = 0,07$).

Tổn hao năng lượng trong máy biến áp là:

$$\Delta A_T = \Delta P'_0 \cdot t + \Delta P'_n \left(\frac{S_{pt}}{S_{dm}} \right)^2 \cdot \tau \quad (1.2)$$

$$\tau = (0,124 + T_{\max} \cdot 10^{-4})^2 \cdot 8760 \quad (1.3)$$

Trong đó:

t – Thời gian vận hành máy biến áp;

τ – Thời gian chịu tổn thất công suất lớn nhất.

$T_{\max}$ – Thời gian sử dụng công suất cực đại trong một năm, $T_{\max} = 5000 - 7000h$.

Phụ tải tính toán của máy biến áp:

$$S_{tt} = \frac{k_{yc} \cdot \sum_{i=1}^n P_{dmi}}{\cos \varphi_{tb}}, kVA \quad (1.4)$$

$\sum_{i=1}^n P_{dmi}$ – Tổng công suất định mức của các

phụ tải đầu vào máy biến áp khu vực, kW;

K_{yc} – Hệ số yêu cầu của nhóm phụ tải

Nếu phụ tải trong nhóm $4 < n < 20$ thì:

$$k_{yc} = 0,43 + 0,57 \frac{P_{dm\max}}{\sum_{i=1}^n P_{dmi}} \quad (1.5)$$

Nếu phụ tải trong nhóm $n > 20$ thì:

$$k_{yc} = 0,29 + 0,71 \frac{P_{dm\max}}{\sum_{i=1}^n P_{dmi}} \quad (1.6)$$

Trong đó:

$P_{dm\max}$ – Công suất của phụ tải lớn nhất đầu vào máy biến áp khu vực;

$\cos \varphi_{tb}$ – hệ số công suất trung bình của nhóm phụ tải.

$P_{dmi}, \cos \varphi_{tti}$ – Công suất định mức và hệ số công suất thực tế của phụ tải thứ i .

Hệ số mang tải của máy biến áp:

$$k_{mt} = \frac{S_{pt}}{S_{dm\max}} \quad (1.7)$$

2.3. Mô hình toán học mạng cáp hạ áp hầm lò

Mạng cáp hạ áp mở hầm lò trước khi đưa vào vận hành cần thoả mãn các điều kiện về: dòng nung nóng cho phép; tổn hao hao điện áp khi mạng làm việc bình thường; điều kiện làm việc ổn định của các động cơ khi trong mạng có động cơ công suất lớn nhất mở máy [3].

2.3.1. Mô hình toán học mạng hạ áp theo điều kiện dòng nung nóng

Dòng tính toán chạy trên cáp cấp cho một động cơ:

$$I_{tt} = I_{dm} = \frac{P_{dm} \cdot 10^3}{\sqrt{3} \cdot U_{dm} \cdot \cos \varphi_{dm} \cdot \eta_{dm}}, A \quad (1.8)$$

Dòng tính toán chạy trên cáp cấp cho nhiều động cơ:

$$I_u = \frac{k_{yc} \cdot \sum P_{dm} \cdot 10^3}{\sqrt{3} \cdot U_{dm} \cdot \cos \varphi_{tb}}, A \quad (1.9)$$

Trong đó:

P_{dm} – Công suất định mức của phụ tải, KW;

ΣP_{dm} – Tổng công suất định mức của nhóm phụ tải, KW;

U_{dm} – Điện áp định mức mạng, V;

$\eta_{dm}, \cos \varphi_{dm}$ – Hiệu suất định mức và hệ số công suất định mức của động cơ.

2.3.2. Mô hình toán học mạng hạ áp hàm lò theo điều kiện tổn hao điện áp khi mạng làm việc bình thường

Theo qui phạm, để phụ tải làm việc ổn định thì độ lệch điện áp không vượt quá -5% và +10% đối với động cơ xoay chiều [3], [5]. Tổn hao điện áp cho phép của mạng được xác định:

$$\Delta U_{cpm} = U_{dnc} - 95\% U_{dm} \quad (1.10)$$

Trong đó:

U_{dnc} – Điện áp đầu ra phía thứ cấp của máy biến áp;

U_{dm} – Điện áp định mức của phụ tải.

Tổn hao điện áp cho phép trong mạng 660V là:

$$\Delta U_{cpm} = 690 - \frac{95}{100} \cdot 660 = 63V$$

Theo điều kiện vận hành, tiết diện của cáp trong mỏ hàm lò không được vượt quá 120 mm². Để mạng làm việc bình thường thì tổng tổn hao điện áp trong mạng phải thỏa mãn điều kiện sau [3], [5]:

$$\sum \Delta U = \Delta U_{ba} + \Delta U_{cc} + \Delta U_{cm} \leq \Delta U_{cpm} \quad (1.11)$$

Trong đó:

ΔU_{ba} – Tổn hao điện áp trong máy biến áp, V;

ΔU_{cc} – Tổn hao điện áp trên cáp chính, V;

ΔU_{cm} – Tổn hao điện áp trên cáp mềm, V.

$$\Delta U_{ba} = \frac{\Delta U_{ba} \%}{100} \cdot U_{2dm}, V \quad (1.12)$$

Trong đó:

U_{2dm} – Điện áp định mức phía thứ cấp máy biến áp, V;

$\Delta U_{ba} \%$ – Tổn hao điện áp trong máy biến áp, %.

$$\Delta U_{ba} \% = \beta (U_a \% \cos \varphi_{tb} + U_p \% \sin \varphi_{tb}) \quad (1.13)$$

$$U_a \% = \frac{P_{nm}}{S_{dm}} \cdot 100, \%; U_p \% = \sqrt{U_{nm}^2 - U_a^2}, \%$$

Trong đó:

$U_a \%$ – Điện áp ngắn mạch tác dụng của máy biến áp;

$U_p \%$ – Điện áp ngắn mạch phản kháng của máy biến áp;

U_{nm} – Điện áp ngắn mạch % của máy biến áp.

Tổn thất điện áp trên cáp nhánh:

$$\Delta U_{cm} = \frac{P_{dm} \cdot l_{cm} \cdot 10^3}{\gamma \cdot S_{cm} \cdot U_{dm} \cdot \eta_{dc}}, V \quad (1.14)$$

Tổn thất điện áp trên cáp chính:

$$\Delta U_{cc} = \Delta U_{cp} - \Delta U_{ba} - \Delta U_{cm} \quad (1.15)$$

Tiết diện cáp chính được xác định theo công thức:

$$S_{cc} = \frac{K \cdot k_{yc} \cdot \sum P_{dm} \cdot l_{cc} \cdot 10^3}{\gamma \cdot U_{dm} \cdot \Delta U_{cc}}, mm^2 \quad (1.16)$$

Trong đó:

K – Hệ số kể đến điện kháng của cáp, $K=1, 1-1,2$;

l_{cc}, l_{cm} – Chiều dài cáp chính và cáp nhánh, m;

S – Tiết diện cáp chính, mm²;

$\gamma=50$ – Điện dẫn mặt của cáp lõi đồng, m/ $\Omega \cdot mm^2$.

2.3.3. Mô hình toán học mạng hạ áp hàm lò theo điều kiện khởi động động cơ

Hầu hết các động cơ sử dụng trong mỏ hàm lò là động cơ không đồng bộ rô to lồng sóc, khi mở máy trực tiếp thì dòng mở máy đạt 4-7 lần dòng định mức dẫn đến sụt áp trên toàn mạng, ảnh hưởng đến các phụ tải khác đang làm việc. Do đó, cần kiểm tra mạng theo điều kiện khởi động động cơ.

Để động cơ khởi động được thì điện áp tối thiểu đặt lên động cơ phải thỏa mãn điều kiện [3]:

$$U_{m.min} = 1,1.U_{dm} \sqrt{\frac{K}{a}} \quad (1.17)$$

Điện áp thực tế trên cực động cơ khi khởi động:

$$U_{kdt} = U_{2dm} - \sum \Delta U_{kd}, V \quad (1.18)$$

Tổn thất điện áp của máy biến áp khi động cơ khởi động:

$$\Delta U_{bakd} = \Delta U_{badm} \cdot \frac{I_{tcbt}}{I_{tckd}} \quad (1.19)$$

Trong đó:

K – Hệ số mô men mở máy tối thiểu;

a – Hệ số mô men mở máy định mức;

I_{tcbt} – Dòng điện thứ cấp khi máy biến áp làm việc bình thường;

I_{tckd} – Dòng điện thứ cấp của máy biến áp khi trong mạng có động cơ công suất lớn nhất và xa nhất khởi động.

2.3.4. Mô hình toán học động cơ công suất lớn nhất mở máy trong khi mạng làm việc bình thường

Để đảm bảo cho động cơ vẫn quay được, cần thỏa mãn điều kiện:

$$\lambda \left(\frac{U_{tt}}{U_{dm}} \right) \geq 1,1.K_z \quad (1.20)$$

Trong đó:

U_{tt} – Điện áp thực tế đặt trên cực động cơ;

K_z – Hệ số mang tải của động cơ;

λ – Bội số mô men cực đại.

2.4. Ứng dụng Matlab-Simulink xây dựng mô hình mô phỏng mạng hạ áp mô hầm lò

2.4.1. Mô hình mô phỏng máy biến áp

Dựa vào các mô hình toán của mạng hạ áp hầm lò, nhóm tác giả chọn đối tượng mô phỏng là mạng hạ áp khu vực lò XV-35 công ty than Thống Nhất để thực hiện mô phỏng. Các phụ tải được cấp điện từ trạm biến áp phòng nổ 400kVA-6/0,69kV. Thông số máy biến áp và thông số phụ tải cho trong bảng 1, 2.

Bảng 1. Bảng thông số máy biến áp 400-6/0,69kV

Loại	S_{dm}, kVA	U_{dm}, kV		Tổn thất, kW		$u_n, \%$	$i_0, \%$
		CA	HA	ΔP_0	ΔP_n		
400-6/0,69	400	6	0,69	1,24	2,4	2,5	3,23

Bảng 2. Bảng thông số phụ tải nối sau máy biến áp

STT	Tên phụ tải	P_{dm}, kW	I_{cm}, m	F, mm^2	L_{cc}, m		F, mm^2	$\cos \varphi$	η
					L12	110			
1	Tời	15	10	25	L3	50	50	0,88	0,91
2	Quạt gió YBT	11	10	25	L4	20	50	0,89	0,89
3	Máng cào	30	10	25	L5	60	35	0,86	0,88
4	Khoan	1,2	10	6	L6	20	35	0,87	0,85
5	Quạt gió YBT	11	10	25	L7	100	35	0,89	0,89
6	Tời	13	10	25	L8	20	35	0,89	0,92
7	Tời EKOC	7	10	25	L9	40	35	0,86	0,91
8	Máng cào 30N	30	10	25	L10	40	35	0,86	0,88
9	Máng cào 30N	30	10	25	L11	60	35	0,76	0,88
10	Khoan	1,2	10	6	L12	100	35	0,87	0,85

Dựa vào thông số mạng hạ áp khu vực lò XV-35 công ty than Thống Nhất cho trong bảng 1, 2 thực hiện mô hình hoá phần tử máy biến áp.

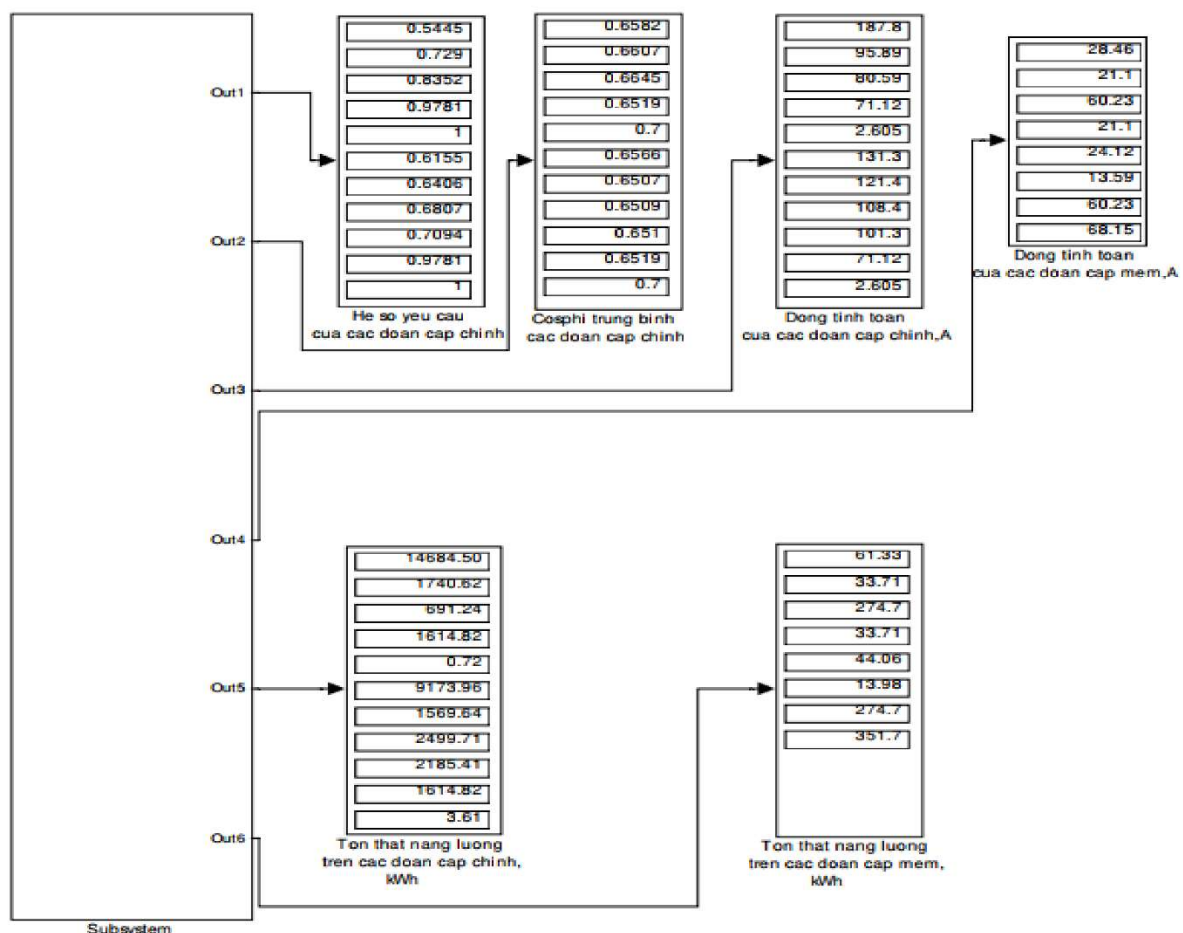


Hình 2. Mô hình hoá máy biến áp lò XV-35 công ty than Thống Nhất

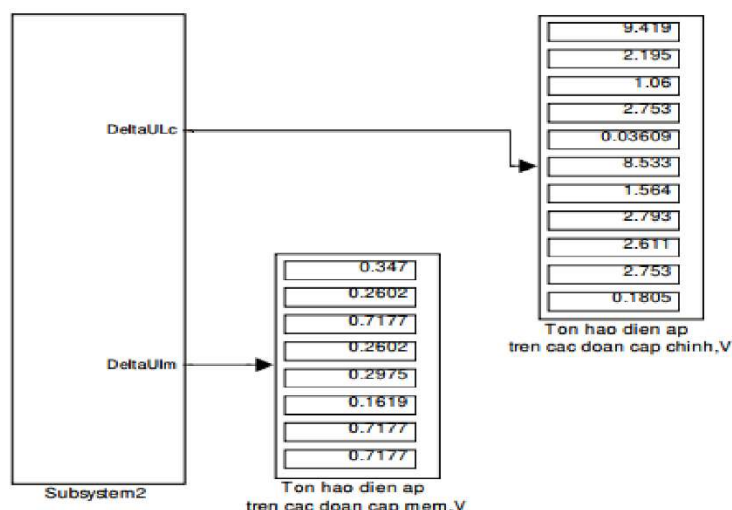
2.4.2. Mô hình mô phỏng mạng hạ áp

Tương tự dựa vào thông số của mạng cho trong bảng 1, 2, viết chương trình M-File cho các

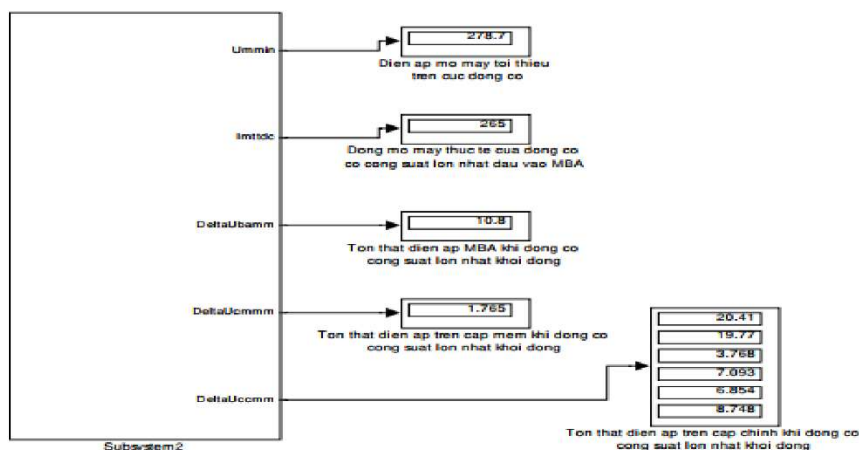
khối chức năng trong Simulink và chạy mô phỏng, kết quả mô phỏng được thể hiện trong hình 3, 4, 5.



Hình 3. Mô phỏng kết quả tính toán tổn thất năng lượng và dòng nung nóng trên các đoạn cáp trong mô hình



Hình 4. Mô phỏng kết quả tính toán tổn hao điện áp trên các đoạn cáp trong mô hình



Hình 5. Mô phỏng kết quả tính toán tổn hao điện áp của mạng khi có động cơ công suất lớn nhất mở máy

3. KẾT QUẢ VÀ THẢO LUẬN

Trên cơ sở mô hình toán học của các phần tử trong mạng hạ áp mở hàm lò kết hợp với các khối chức năng toán học trong Simulink, viết các chương trình con trên M-File ta có thể tính toán được các thông số cơ bản của mạng như: khả năng làm việc của máy biến áp, các loại tổn thất trên máy biến áp và mạng cáp, dòng điện thực tế chạy trên mạng cáp, điện áp tối thiểu đặt trên cực động cơ khi trong mạng có động cơ công suất lớn nhất khởi động.

Dựa vào mô hình mô phỏng này chúng ta có thể tính toán, đánh giá tình trạng làm việc của mạng hạ áp một cách nhanh chóng khi các thông số điện áp, chiều dài, công suất của phụ tải đầu vào mạng thay đổi.

4. KẾT LUẬN VÀ KIẾN NGHỊ

Với đặc điểm, điều kiện làm việc của mạng hạ áp mở hàm lò thường xuyên thay đổi theo tiến độ gương khai thác, diện khai thác ngày càng mở rộng và xuống sâu, cùng với yêu cầu về mặt sản lượng ngày càng tăng thì nhu cầu về điện năng cần đảm bảo để phụ tải làm việc an toàn, ổn định. Việc nghiên cứu sử dụng Matlab-Simulink để xây dựng mô hình mô phỏng mạng hạ áp mở hàm lò có thể đánh giá trực quan, phản ánh chính xác các thông số vật lý trong mạng hạ áp mở và cho kết quả linh hoạt khi các thông số mạng thay đổi; Các kết quả thu được từ mô phỏng là cơ sở để đưa ra các nhận xét, đánh giá hiện trạng của mạng điện, từ đó có thể đề xuất ra các giải pháp vận hành mạng hợp lý cả về phương diện kinh tế và kỹ thuật; Đặc biệt mô hình này thích hợp cho mọi mạng hạ áp mở hàm lò có cấu hình khác nhau vì nó có thể dễ dàng thay đổi thông số của mạng thực tế, đảm bảo tính mềm dẻo và linh hoạt.

TÀI LIỆU THAM KHẢO

1. Luật (số 50/2010/QH12, *Luật sử dụng năng lượng tiết kiệm hiệu quả*.
2. Nguyễn Phùng Quang (2004), *Matlab – Simulink dành cho kỹ sư điều khiển tự động*, NXB Khoa học kỹ thuật, Hà Nội.
3. Nguyễn Anh Nghĩa, Trần Bá Đề (1997), *Điện khí hoá mỏ*, NXB Giao thông vận tải, Hà Nội.
4. Nguyễn Anh Nghĩa (2009), Báo cáo đề tài cấp bộ, *Nghiên cứu đề xuất một số giải pháp nâng cao hiệu quả sử dụng điện năng ở các mạng điện mỏ*, Trường Đại học Mỏ - Địa chất, Hà Nội.
5. Quy chuẩn QCVN 01:2011/BCT, *An toàn trong khai thác than hầm lò*.
6. Đỗ Văn Vang, *Ứng dụng Matlab-Simulink xác định mối quan hệ $I_r=f(L)$ mạng hạ áp mỏ hầm lò Mạo Khê-Quảng Ninh*, Bản tin Khoa học công nghệ Mỏ, số 5 năm 2017.
7. Nguyễn Văn Quân, Đỗ Văn Vang &nnk (2016), Đề tài cấp bộ, *Nghiên cứu giải pháp loại trừ nguy cơ điện giật do năng lượng khi ngắt các động cơ không đồng bộ công suất lớn trong mạng điện mỏ hầm lò vùng Quảng Ninh*.
8. Utegulov, Bolatbek. "Special issues of ensuring electrical safety in networks with isolated neutral voltage up to 1000 V at mining enterprises." *Industrial Engineering*. IntechOpen, 2018.
9. САДРИДИНОВ Ахлидин Бахридинович (2021), *ПОВЫШЕНИЕ ЭНЕРГОЭФФЕКТИВНОСТИ ГОРНОПРОХОДЧЕСКИХ РАБОТ УГОЛЬНЫХ ШАХТ НА ОСНОВЕ ОБОСНОВАНИЯ ЭНЕРГОТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ПАРАМЕТРОВ ДЛЯ УПРАВЛЕНИЯ ЭЛЕКТРОПОТРЕБЛЕНИЕМ*.



TẬP ĐOÀN CÔNG NGHIỆP THAN - KHOÁNG SẢN VIỆT NAM

VIETNAM NATIONAL COAL - MINERAL INDUSTRIES HOLDING CORPORATION LIMITED

VIỆN CƠ KHÍ NĂNG LƯỢNG VÀ MỎ - VINACOMIN

VINACOMIN INSTITUTE OF MINING & ENERGY MECHANICAL ENGINEERING



Trụ sở chính: Số 565 Nguyễn Trãi, Thanh Xuân Nam, Thanh Xuân, Hà Nội

Xưởng thực nghiệm: Số 3, ngõ 76 Trung Văn, Nam Từ Liêm, Hà Nội

Nhà máy Chế tạo máy mỏ: Lô CN9, KCN Phú Nghĩa, Chương Mỹ, Hà Nội

Điện thoại: 024 3854 2572

Fax: 024 3854 3154

Email: info@iemm.com.vn

Website: www.iemm.com.vn