

BẢN TIN KHOA HỌC



Số 3/2024 (Số 44)

CƠ KHÍ

NĂNG LƯỢNG - MỎ

ISSN: 2354 - 1164

MECHANICAL ENGINEERING BULLETIN FOR MINING AND ENERGY INDUSTRIES

VIỆN CƠ KHÍ NĂNG LƯỢNG VÀ MỎ - VINACOMIN

CHÀO MỪNG NGÀY KHOA HỌC VÀ CÔNG NGHỆ VIỆT NAM 18/5

"KHOA HỌC, CÔNG NGHỆ VÀ ĐỔI MỚI SÁNG TẠO - ĐỘNG LỰC PHÁT TRIỂN BỀN VỮNG"

Kính biểu!

CHÀO MỪNG NGÀY KHOA HỌC VÀ CÔNG NGHỆ VIỆT NAM 18/5
"KHOA HỌC, CÔNG NGHỆ VÀ ĐỔI MỚI SÁNG TẠO - ĐỘNG LỰC PHÁT TRIỂN ĐỀN VỮNG"

Kính biểu!

CHIU 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

BAN BIÊN TẬP:

TS. Lê Thanh Bình – Ủy viên Thư ký

ThS. Nguyễn Chân Phương – Ủy viên

TS. Nguyễn Trọng Tài – Ủy viên

TS. Trần Ngọc Minh – Ủy viên

ThS. Trần Đức Thọ – Ủy viên

ThS. Nguyễn Xuân Trường – Ủy viên

ThS. Nguyễn Thị Kiều Linh – Ủy viên

ThS Phan Xuân Thông – Ủy viên

ThS Phạm Hà Trung – Ủy viên

ThS. Phạm Văn Hiếu – Ủy viên

ThS Lê Văn Thông – Ủy viên

TÒA SOẠN:

Địa chỉ: Số 565 Nguyễn Trãi, P. Thanh Xuân
Nam, Q. Thanh Xuân, Hà Nội

ĐT: (024) 3552 5553 Fax: (024) 3854 3154

Email: info@iemm.com.vn

Giấy phép xuất bản số 35/GP-XBBT ngày
30/6/2023 của Cục Báo chí

MỤC LỤC

Số 3/2024 (Số 44 – Tháng 5-6/2024)

TIN TỨC

- 1 - 6 THÁNG ĐẦU NĂM 2024 TKV TIÊU THỤ HƠN 26,7 TRIỆU TẤN THAN
- 3 - ĐẢNG ỦY THAN QUẢNG NINH TRIỂN KHAI NHIỆM VỤ 6 THÁNG CUỐI NĂM 2024
- 6 - LỄ CHÀO MỪNG NGÀY KHOA HỌC VÀ CÔNG NGHỆ VIỆT NAM 18/5 VÀ KỶ NIỆM 65 NĂM THÀNH LẬP BỘ KHOA HỌC VÀ CÔNG NGHỆ

CƠ KHÍ

- 10 - NÂNG CAO HIỆU QUẢ QUÁ TRÌNH CẮT THAN BẰNG SỰ KẾT HỢP NHÓM RĂNG CẮT TRÊN TANG MÁY KHẨU DỪNG TRONG KHAI THÁC THAN HẦM LÒ

CÔNG NGHIỆP MỎ

- 15 - TRIỂN VỌNG ỨNG DỤNG CÔNG NGHỆ PHÁ ĐÁ BẰNG CACBON ĐIOXIT TẠI CÁC MỎ THAN HẦM LÒ VÙNG QUẢNG NINH

KHOA HỌC ỨNG DỤNG

- 21 - NGHIÊN CỨU ẢNH HƯỞNG CỦA QUÁ TRÌNH XÂY DỰNG CÔNG TRÌNH ĐẾN KHU VỰC ĐÚT GẤY KIẾN TẠO SỬ DỤNG PHẦN MỀM NEDRA 3D
- 26 XÂY DỰNG CÔNG CỤ THEO DÕI NHIỆT ĐỘ BỀ MẶT BẰNG LẬP TRÌNH GIS SỬ DỤNG CHUỖI ẢNH LANDSAT
- 35 ỨNG DỤNG CÔNG NGHỆ GNSS VỚI BÌNH SAI LƯỚI KHÔNG GIAN VÀ PHÉP LỌC KALMAN PHÂN TÍCH CHUYỂN DỊCH THẲNG ĐỨNG

MÔI TRƯỜNG

- 41 - THỰC TRẠNG VÀ GIẢI PHÁP PHÒNG NGỪA TAI NẠN LAO ĐỘNG TẠI CÁC MỎ THAN HẦM LÒ TKV

6 THÁNG ĐẦU NĂM 2024 TKV TIÊU THỤ HƠN 26,7 TRIỆU TẤN THAN

Sáng 28/6/2024, tại Trung tâm ĐHSX tại Quảng Ninh, Tổng Giám đốc Tập đoàn Đàng Thanh Hải chủ trì Hội nghị giao ban sản xuất tháng 7/2024 theo hình thức trực tuyến tại 2 điểm cầu Trung tâm ĐHSX tại Quảng Ninh và trụ sở TKV tại Hà Nội.



Tổng Giám đốc Tập đoàn Đàng Thanh Hải chủ trì Hội nghị giao ban sản xuất tháng 7/2024 tại điểm cầu Trung tâm ĐHSX tại Quảng Ninh

Trong tháng 6, than nguyên khai sản xuất đạt 3,28 triệu tấn, bằng 8,5% kế hoạch năm; Than tiêu thụ 4,6 triệu tấn, đạt 9,2% kế hoạch năm; Đất bóc 12,52 triệu m³, đạt 8,2% kế hoạch năm; Đào lò 22.022 m, bằng 7,7% kế hoạch năm; Sản xuất khoáng sản Alumin quy đổi 124 nghìn tấn, đạt 9,5 % kế hoạch, tiêu thụ alumin 115,3 nghìn tấn, đạt 8,9 % kế hoạch năm; Sản xuất và tiêu thụ điện đạt 955 triệu kWh, đạt 9,1% kế hoạch.

Kết quả 6 tháng đầu năm 2024, than nguyên khai toàn Tập đoàn ước đạt 20,61 triệu tấn, đạt 53,2% KH năm, bằng 103,7% so với cùng kỳ; Bóc xúc đất đá 79,96 triệu m³, bằng 52,1% KH năm, bằng 130,8% so với cùng kỳ; Tổng số mét lò đào 130.726 m, bằng 45,5% KH năm và bằng 100,5% so với cùng kỳ; Than sạch sản xuất ước đạt

20,5 triệu tấn, bằng 54,7% KH năm; Than tiêu thụ đạt 26,77 triệu tấn, bằng 53,5% KH năm và bằng 108,6% so với cùng kỳ, trong đó than cấp cho sản xuất điện đạt 23,47 triệu tấn, đạt 56% KH năm và bằng 112,5% cùng kỳ (tăng 2 triệu tấn so với cùng kỳ). Sản xuất Alumin quy đổi 743,07 nghìn tấn, đạt 56,5% KH năm và bằng 98,8 % so với cùng kỳ; tiêu thụ Alumin 708,7 nghìn tấn, đạt 54,5% KH năm và bằng 102,6% so với cùng kỳ. Sản xuất điện đạt 5,26 tỷ kWh, đạt 50% KH năm và bằng 114% so với cùng kỳ...; Doanh thu toàn Tập đoàn ước đạt 88.980 tỷ đồng, đạt 50,8% kế hoạch năm, bằng 106,6% so với cùng kỳ; Tiền lương bình quân đạt 16,7 triệu đồng/ng-th, bằng 101,6% kế hoạch...

Kế hoạch tháng 7/2024: Than nguyên khai

sản xuất 2,86 triệu tấn; Đất bóc 10,71 triệu m³; Mét lò đào 23,21 ngàn mét; Than tiêu thụ 4 triệu tấn; Sản phẩm Alumina 108 ngàn tấn; Sản xuất điện 913 triệu kWh... Tập đoàn đề ra các giải pháp điều hành tiếp tục đẩy mạnh công tác tìm kiếm thị trường tiêu thụ các chủng loại than chất lượng cao, có các phương án thị trường cụ thể nhằm tăng doanh thu và lợi nhuận, giảm tồn kho than cục và than cám chất lượng cao. Đẩy mạnh công tác chế biến, pha trộn than; chỉ đạo các đơn vị được giao kế hoạch pha trộn than cần thực hiện nghiêm phương án pha trộn đã được TKV thông qua. Chủ động trong phòng chống thiên tai, tìm kiếm cứu nạn. Tập trung hoàn thành các công trình môi trường, PCMB theo tiến độ đã giao, sẵn sàng ứng phó trong mùa mưa bão. Tiếp tục tháo gỡ khó khăn cho một số đơn vị trong việc thực hiện kế hoạch PHKD năm 2024...



Tổng Giám đốc Tập đoàn Đặng Thanh Hải đề nghị rà soát các chỉ tiêu kế hoạch, giải quyết các khó khăn, tồn đọng, tập trung sản xuất hoàn thành kế hoạch, nhiệm vụ năm 2024

Phát biểu tại Hội nghị, Tổng Giám đốc Tập đoàn Đặng Thanh Hải nhấn mạnh, 6 tháng đầu năm TKV đã hoàn thành đạt và vượt các chỉ tiêu kế hoạch đề ra, đảm bảo cấp đủ than cho điện theo chỉ đạo của Chính phủ. Với những diễn biến bất thường của thời tiết, mưa nhiều trong Quý III, đề nghị các đơn vị thực hiện tốt công tác PCMB, ứng phó thiên tai, mưa bão, không để ảnh hưởng nhiều đến sản xuất và chú trọng thực hiện công tác ATVSLĐ, hạn chế thấp nhất TNLĐ và sự cố xảy ra; tập trung sản xuất hoàn thành các chỉ tiêu kế hoạch, đảm bảo than cho sản xuất điện; rà soát các chỉ tiêu kế hoạch năm 2024, giải quyết các khó khăn, tồn đọng, thực hiện hoàn thành kế hoạch, nhiệm vụ năm 2024, đặc biệt là các chỉ tiêu kỹ thuật công nghệ, tiêu thụ than, lợi nhuận... Tổng Giám đốc Tập đoàn Đặng Thanh Hải cũng đề nghị Đảng ủy TQN, Công đoàn TKV, Ban TCNS lãnh đạo, chỉ đạo thực hiện công tác sắp xếp, bố trí sản xuất, công tác cán bộ, lao động của công ty hợp nhất - Công ty Cổ phần Than Đèo Nai - Cọc Sáu - TKV đảm bảo hài hòa, thấu tình đạt lý; chuẩn bị tốt các điều kiện tổ chức Đại hội Đảng các cấp, nhất là là công tác nhân sự...

Theo <http://vinacom.vn>

ĐẢNG ỦY THAN QUẢNG NINH TRIỂN KHAI NHIỆM VỤ 6 THÁNG CUỐI NĂM 2024

Chiều 27/6/2024, tại TP. Hạ Long, Đảng ủy Than Quảng Ninh (TQN) tổ chức hội nghị sơ kết công tác 6 tháng đầu năm, triển khai nhiệm vụ 6 tháng cuối năm 2024.



Quang cảnh tại hội nghị

Dự hội nghị có đồng chí Nguyễn Xuân Kỳ – Ủy viên Trung ương Đảng, Bí thư Tỉnh ủy, Chủ tịch HĐND tỉnh và đại biểu các Ban Xây dựng Đảng - Tỉnh ủy Quảng Ninh; đồng chí Đặng Thanh Hải – Tổng Giám đốc Tập đoàn, đại biểu Ban Tuyên giáo, Văn phòng Đảng ủy Tập đoàn TKV; đồng chí Vũ Anh Tuấn – Ủy viên BTV Tỉnh ủy, Phó TGD Tập đoàn, Bí thư Đảng ủy TQN; các đồng chí Thường trực, Ủy viên BCH, UBKT, các Ban Xây dựng Đảng - Đảng ủy TQN; Bí thư, Phó Bí thư Đảng ủy, Giám đốc các đơn vị...

Thực hiện nhiệm vụ 6 tháng đầu năm 2024, bám sát chủ đề công tác năm của Tỉnh ủy Quảng Ninh và mục tiêu chung của TKV, Đảng ủy TQN đã tập trung lãnh đạo, chỉ đạo, phát huy sức mạnh của cả hệ thống chính trị trong triển khai thực

hiện nhiệm vụ.



Đ/c Nguyễn Mạnh Tường – Phó Bí thư Thường trực Đảng ủy TQN báo cáo sơ kết công tác 6 tháng đầu năm, triển khai nhiệm vụ 6 tháng cuối năm 2024

Trong đó, trọng tâm là tiếp tục đổi mới phương thức, nội dung, nâng cao chất lượng công

tác chính trị, tư tưởng; nâng cao năng lực lãnh đạo, sức chiến đấu của Đảng. Tập trung xây dựng đội ngũ cán bộ và người đứng đầu có đủ phẩm chất, năng lực, uy tín, chuẩn bị một bước nhân sự cho Đại hội đảng các cấp. Nâng cao hiệu lực, hiệu quả công tác kiểm tra, giám sát, kỷ luật đảng; đấu tranh phòng, chống tham nhũng, tiêu cực, lãng phí; xử lý nghiêm cán bộ, đảng viên vi phạm. Lãnh đạo, chỉ đạo hợp nhất Công ty CP Than Đèo Nai và Công ty CP Than Cọc Sáu cũng như hợp nhất hai đảng bộ hoàn thành trước tiến độ; chỉ đạo hoàn thành sơ kết, tổng kết các chuyên đề về xây dựng Đảng.

Cũng trong 6 tháng đầu năm, Đảng ủy TQN đã phối hợp với Đảng ủy TKV lãnh đạo các đơn vị thực hiện nhiệm vụ SXKD, với các chỉ tiêu cơ bản đều đạt và vượt kế hoạch đề ra. Dự kiến 6 tháng đầu năm, TKV khai thác trên 20,6 triệu tấn than, than tiêu thụ ước đạt trên 26,7 triệu tấn, đạt trên 53% KH năm, tăng 8,6% so với cùng kỳ. Nộp ngân sách nhà nước tại Quảng Ninh ước 8.750 tỷ đồng, đạt 55% KH năm. Tiền lương bình quân khối than ước đạt 18 triệu đồng/ng-th, tăng 8% so với cùng kỳ năm 2023.



Đ/c Nguyễn Xuân Kỳ – Ủy viên Trung ương Đảng, Bí thư Tỉnh ủy, Chủ tịch HĐND tỉnh phát biểu chỉ đạo

Bày tỏ ấn tượng với những chỉ tiêu kế hoạch SXKD đạt được của TKV trong 6 tháng đầu năm, đồng chí Nguyễn Xuân Kỳ – Ủy viên Trung ương Đảng, Bí thư Tỉnh ủy, Chủ tịch HĐND tỉnh nhấn mạnh, cùng với kết quả trong SXKD, Đảng bộ

TQN đã luôn quan tâm xây dựng tổ chức Đảng vững mạnh, tăng cường công tác kiểm tra giám sát, công tác quản lý tài nguyên, an ninh trật tự, môi trường, ATVSLĐ, PCMB cũng được Tập đoàn và các đơn vị chú trọng thực hiện.

Bí thư Tỉnh ủy Quảng Ninh cho biết, mặc dù đối mặt với nhiều khó khăn, thách thức, song kinh tế xã hội của tỉnh Quảng Ninh trong 6 tháng đầu năm vẫn đạt nhiều kết quả tích cực. Tăng trưởng kinh tế 6 tháng đầu năm đạt 9,02%; tổng thu ngân sách nhà nước ước đạt trên 30.774 tỷ đồng. Những thành tựu, kết quả trong phát triển KT-XH của tỉnh trong 6 tháng đầu năm có những đóng góp quan trọng của Tập đoàn TKV. Không những đóng góp cho phát triển KT-XH của tỉnh mà còn đóng vai trò quan trọng cho đảm bảo an ninh năng lượng quốc gia.

Để đạt mục tiêu tăng trưởng GRDP cả năm 2024 của tỉnh đạt trên hai con số, đồng chí Bí thư Tỉnh ủy đề nghị TKV, Đảng ủy TQN tiếp tục chỉ đạo các đơn vị đẩy mạnh SXKD trong 6 tháng cuối năm, song phải đảm bảo công tác ATLĐ. Tiếp tục triển khai Quy hoạch tỉnh gắn với Quy hoạch năng lượng quốc gia, để đạt mục tiêu đưa Quảng Ninh trở thành trung tâm năng lượng quốc gia. Tăng cường hiệu lực, hiệu quả về quản lý đất đai, tài nguyên mỏ, bảo vệ môi trường vì sự phát triển bền vững của tỉnh và ngành Than.

Tiếp tục làm tốt công tác xây dựng, chỉnh đốn Đảng cả về chính trị, tư tưởng, đạo đức và tổ chức cán bộ; củng cố nâng cao chất lượng tổ chức cơ sở đảng và đảng viên, đổi mới phương thức, nâng cao năng lực lãnh đạo, sức chiến đấu của tổ chức đảng. Tập trung triển khai Chỉ thị 35 của Bộ Chính trị về Đại hội đảng bộ các cấp tiến tới Đại hội đại biểu toàn quốc lần thứ XIV của Đảng, xây dựng kế hoạch tổ chức Đại hội Đảng các cấp tiến tới Đại hội Đảng bộ tỉnh lần thứ XVI và Đại hội Đảng toàn quốc lần thứ XIV.

Đồng chí Bí thư Tỉnh ủy nhấn mạnh, tỉnh Quảng Ninh luôn xác định, sự phát triển của ngành Than cũng là phát triển của tỉnh. Do vậy,

sẽ luôn quan tâm chỉ đạo, hỗ trợ, phối hợp, kịp thời giải quyết các khó khăn, vướng mắc để TKV và các đơn vị hoàn thành kế hoạch, nhiệm vụ SXKD.



Tổng Giám đốc Tập đoàn Đàng Thanh Hải đề nghị chủ động trong điều hành sản xuất, tăng tối đa sản lượng, đảm bảo hoàn thành kế hoạch SXKD

Phát biểu tại Hội nghị, Tổng Giám đốc Tập đoàn Đàng Thanh Hải trân trọng cảm ơn Tỉnh ủy, UBND, HĐND tỉnh Quảng Ninh và các sở, ngành, đặc biệt là đồng chí Bí thư Tỉnh ủy, Chủ tịch HĐND tỉnh đã luôn quan tâm, hỗ trợ, tạo điều kiện cho SXKD của Tập đoàn và các đơn vị thành viên. Đồng thời nhấn mạnh, thực hiện kế hoạch SXKD 6 tháng đầu năm, TKV đã hoàn thành xuất sắc nhiệm vụ được Chính phủ giao, không để thiếu than cho sản xuất điện, các chỉ tiêu kế hoạch SXKD của Tập đoàn đều hoàn thành và vượt kế hoạch đề ra. Về nhiệm vụ 6 tháng cuối năm, với diễn biến khó lường của thời tiết, cùng với nhu cầu than tăng cao, Tổng Giám đốc Tập đoàn đề nghị từ Tập đoàn đến các đơn vị chủ động trong điều hành sản xuất, tăng tối đa sản lượng, cũng như nhập khẩu than để đảm bảo hoàn thành kế hoạch SXKD. Tổng Giám đốc Tập đoàn Đàng Thanh Hải đặc biệt lưu ý cần quán triệt, thực hiện tốt công tác ATVSLĐ, giảm thiểu thấp nhất tai nạn và sự cố xảy ra trong sản xuất.

Phát biểu kết luận, đồng chí Vũ Anh Tuấn – Ủy viên BTV Tỉnh ủy, Phó TGD Tập đoàn, Bí thư Đảng ủy TQN nhấn mạnh các nhiệm vụ trọng

tâm 6 tháng cuối năm: Thực hiện công tác cấp phép khai thác, đầu tư, giải phóng mặt bằng; chú trọng thực hiện công tác ATVSLĐ; tiếp tục đẩy mạnh công tác xây dựng, chỉnh đốn Đảng, thực hiện nghiêm các quy chế, quy định của Đảng; tăng cường nắm bắt tình hình tư tưởng cán bộ, đảng viên, CNLĐ, phản bác các quan điểm sai trái; tổ chức các hoạt động chào mừng kỷ niệm 30 năm ngày thành lập TKV 10/10 (1994-2024), các phong trào thi đua yêu nước gắn với học và làm theo Bác; chuẩn bị tốt cho Đại hội đảng các cấp, đặc biệt là công tác nhân sự; tập trung hoàn thành chất lượng công tác KTGS, thực hiện tốt quy chế dân chủ cơ sở; tăng cường công tác ATVSLĐ, tuân thủ quy định an toàn mới được sản xuất; chăm lo chu đáo đời sống vật chất, tinh thần của người lao động; lãnh đạo công ty hợp nhất ổn định sản xuất, đảm bảo việc làm, đời sống người lao động; tiếp tục thực hiện nghiêm kỷ luật điều hành, tăng sản xuất tối đa, siết chặt công tác quản lý, đảm bảo hiệu quả SXKD, hoàn thành toàn diện nhiệm vụ, kế hoạch năm 2024.



Đ/c Vũ Anh Tuấn – Ủy viên BTV Tỉnh ủy, Phó TGD Tập đoàn, Bí thư Đảng ủy TQN nhấn mạnh các nhiệm vụ trọng tâm 6 tháng cuối năm 2024

Tại Hội nghị, Đảng ủy TQN đã tổ chức chúc mừng đồng chí Nguyễn Chiến Thắng, Thành viên HĐTV Tập đoàn hoàn thành nhiệm vụ, được nghỉ chế độ hưu theo quy định.

Theo <http://vinacomin.vn>

LỄ CHÀO MỪNG NGÀY KHOA HỌC VÀ CÔNG NGHỆ VIỆT NAM 18/5 VÀ KỶ NIỆM 65 NĂM THÀNH LẬP BỘ KHOA HỌC VÀ CÔNG NGHỆ

Sáng 15/5/2024, tại Hà Nội, Bộ Khoa học và Công nghệ long trọng tổ chức Lễ chào mừng Ngày khoa học và công nghệ Việt Nam 18/5 và Kỷ niệm 65 năm thành lập Bộ Khoa học và Công nghệ (1959 - 2024).



Quang cảnh Lễ chào mừng Ngày Khoa học và Công nghệ Việt Nam Việt Nam 18/5 và Kỷ niệm 65 năm thành lập Bộ Khoa học và Công nghệ (1959 - 2024)

Tham dự buổi lễ có Thủ tướng Chính phủ Phạm Minh Chính; Phó Thủ tướng Chính phủ Trần Lưu Quang; Bộ trưởng Bộ KH&CN Huỳnh Thành Đạt; Bộ trưởng Bộ Nông nghiệp và Phát triển nông thôn Lê Minh Hoan; Bộ trưởng Bộ Thông tin và Truyền thông Nguyễn Mạnh Hùng; Bộ trưởng Bộ Ngoại giao Bùi Thanh Sơn; Bộ trưởng Bộ Y tế Đào Hồng Lan; Chủ tịch Viện Hàn lâm KH&CN Việt Nam Châu Văn Minh; Tổng Biên tập Báo Nhân Dân - Chủ tịch Hội Nhà báo Việt Nam Lê Quốc Minh; Chủ tịch Tổng Liên đoàn Lao động Việt Nam Nguyễn Đình Khang; Chủ tịch Hội Nông dân Việt Nam Lương Quốc Đoàn; đại diện lãnh đạo các bộ, ban, ngành, cơ quan Trung ương; đại diện các cơ quan ngoại giao, tổ chức quốc tế; các doanh nghiệp, cơ sở nghiên cứu KH&CN, giáo dục và đào tạo; các nhà

khoa học.

Bộ KH&CN, tiền thân là Ủy ban Khoa học Nhà nước, được thành lập theo Sắc lệnh số 016-SL ngày 04/3/1959 của Chủ tịch Nước Việt Nam Dân chủ Cộng hòa. Ngày 18/6/2013, tại Kỳ họp thứ 5, Quốc hội khóa XIII, Luật KH&CN được thông qua, quy định ngày 18/5 hàng năm là ngày KH&CN Việt Nam.

Trong dòng chảy 65 năm, các thành tựu về khoa học, công nghệ và đổi mới sáng tạo (KH&CN&ĐMST) đã để lại những dấu ấn lịch sử trong nhiều ngành, lĩnh vực trọng yếu của đất nước, trở thành nền tảng, động lực cho sự phát triển bền vững đất nước. Vai trò của KH&CN&ĐMST luôn được khẳng định trong các Văn kiện Đại hội của Đảng như: Văn kiện Đại hội đại biểu toàn quốc lần thứ XI; Nghị quyết số

20-NQ/TW, Hội nghị lần thứ 6 Ban Chấp hành Trung ương Đảng khóa XI; Văn kiện Đại hội XII, XIII... khẳng định “KH&CN thực sự là quốc sách hàng đầu”; “KH&CN là một trong các đột phá chiến lược quan trọng nhất tiến tới phát triển nhanh, bền vững”.

Thông qua hệ thống pháp luật về KH&CN toàn diện và đồng bộ với 8 đạo luật chuyên ngành, các chủ trương, chính sách lớn của Đảng về phát triển KH&CN đã từng bước đi vào cuộc sống, tạo cơ sở và tiền đề cho những đổi mới và cải cách về quản lý, tổ chức và hoạt động KH&CN, đáp ứng các đòi hỏi của nền kinh tế trong quá trình chuyển đổi và yêu cầu hội nhập quốc tế. Đặc biệt, đã từng bước đơn giản hóa về thủ tục thực hiện nhiệm vụ KH&CN; tăng cường công khai, minh bạch, bảo đảm liêm chính học thuật; chấp nhận rủi ro trong nghiên cứu khoa học; tăng cường hậu kiểm; tạo môi trường học thuật tiên tiến và thí điểm chính sách trọng dụng cán bộ KH&CN.

Đầu tư cho KH&CN, nhất là đầu tư của doanh nghiệp đánh dấu sự chuyển dịch quan trọng theo hướng xã hội hoá. Trước đây chủ yếu chi từ ngân sách nhà nước thì nay tỷ trọng đã gần ngang bằng nhau (52% và 48%). Công tác quản lý nhà nước về hoạt động KH&CN; phát triển tiềm lực KH&CN; sở hữu trí tuệ; tiêu chuẩn đo lường chất lượng; năng lượng nguyên tử, an toàn bức xạ và hạt nhân; quản lý nhà nước các dịch vụ công trong lĩnh vực thuộc Bộ quản lý đã đạt được nhiều thành tựu quan trọng.

Phát biểu khai mạc buổi lễ, Bộ trưởng Bộ KH&CN Huỳnh Thành Đạt cho biết, dù với tên gọi nào, Bộ KH&CN luôn được giao nhiệm vụ là cơ quan tham mưu cao nhất cho Đảng, Quốc hội và Chính phủ trong việc hoạch định và triển khai các chính sách phát triển khoa học kỹ thuật và hiện nay là KH&CN. Bộ trưởng Huỳnh Thành Đạt đã dẫn nội dung hiến pháp năm 2013: “*Phát triển khoa học và công nghệ là quốc sách hàng đầu; giữ vai trò then chốt trong sự nghiệp*

phát triển kinh tế - xã hội của đất nước”.



Bộ trưởng Bộ KH&CN Huỳnh Thành Đạt phát biểu khai mạc buổi lễ

Theo Bộ trưởng Huỳnh Thành Đạt, Ngày KH&CN Việt Nam 18/5 đã trở thành ngày hội của lực lượng KH&CN của cả nước. Nhiều Bộ, ngành, địa phương chọn Ngày KH&CN Việt Nam để vinh danh, trao các giải thưởng cho các nhà khoa học, các cán bộ quản lý khoa học và đông đảo người dân yêu khoa học, nghiên cứu. Nhiều viện, trường, doanh nghiệp tổ chức triển lãm kết quả nghiên cứu khoa học, sáng kiến của sinh viên, học sinh, người lao động; mở cửa các phòng thí nghiệm, cơ sở nghiên cứu cho học sinh, sinh viên và người dân tham quan, tìm hiểu về hoạt động nghiên cứu khoa học, phát triển công nghệ. Các hoạt động phong phú, thiết thực chào mừng Ngày KH&CN Việt Nam đã khơi dậy, truyền cảm hứng và khát vọng sáng tạo trong cộng đồng; hình thành văn hóa đổi mới sáng tạo và nuôi dưỡng tình yêu khoa học trong giới trẻ, góp phần kiến tạo một xã hội tôn trọng khoa học và tư duy sáng tạo.

Theo Bộ trưởng Huỳnh Thành Đạt, với vai trò là cơ quan đầu mối quản lý nhà nước về KH&CN, Bộ KH&CN sẽ tham mưu với Chính phủ tạo môi trường và điều kiện tốt hơn nữa cho hoạt động nghiên cứu khoa học, phát triển công nghệ và đổi mới sáng tạo, qua đó, động viên đội ngũ cán bộ KH&CN kiên trì theo đuổi niềm đam mê khoa học và khát vọng phát triển, vượt lên mọi khó khăn, thách thức để tạo ra nhiều thành quả khoa học công nghệ thiết thực, mang

lại lợi ích cho đất nước, người dân và xã hội, đóng góp cho kho tàng tri thức của nhân loại.



*Thủ tướng Chính phủ Phạm Minh Chính
phát biểu tại buổi lễ*

Phát biểu tại buổi lễ, Thủ tướng Phạm Minh Chính nêu rõ, Ngày KH&CN Việt Nam năm 2024 có ý nghĩa đặc biệt, cũng là dịp kỷ niệm 65 năm thành lập Bộ KH&CN (1959-2024). Đây là dịp để chúng ta cùng nhìn lại chặng đường hình thành và phát triển của ngành KH&CN Việt Nam, cùng tri ân sự nỗ lực cống hiến không mệt mỏi của biết bao thế hệ nhà khoa học, cán bộ quản lý, đóng góp quan trọng, thiết thực cho sự nghiệp đấu tranh giải phóng dân tộc, thống nhất đất nước, xây dựng và bảo vệ Tổ quốc qua các thời kỳ.

Thủ tướng nhấn mạnh, với nhiều chủ trương, chính sách của Đảng, Nhà nước về phát triển KH&CN và phát huy vai trò đội ngũ trí thức, nhà khoa học, ngành KH&CN nước ta đã có những bước phát triển vượt bậc, đạt những thành tựu quan trọng, đóng góp thiết thực vào sự nghiệp đấu tranh giải phóng dân tộc, xây dựng và bảo vệ Tổ quốc. Theo Thủ tướng, bên cạnh những kết quả đạt được là cơ bản, nền KH&CN của đất nước vẫn còn những hạn chế, bất cập và tiếp tục gặp nhiều khó khăn, thách thức. Nhận thức của các cấp, các ngành và các địa phương về vai trò của KH&CN&ĐMST còn chưa đầy đủ, toàn diện, nhất là với khoa học xã hội và nhân văn. Cơ chế, chính sách quản lý KH&CN còn nhiều điểm chưa phù hợp, chưa dựa trên đặc thù của hoạt động KH&CN;

chưa có đột phá trong chính sách thu hút, sử dụng, trọng dụng nhà khoa học tài năng; trong khi đó cạnh tranh thu hút nhân tài KH&CN đang là một cuộc chạy đua khốc liệt ở nhiều nơi trên thế giới. Kinh phí đầu tư còn hạn hẹp; cơ sở vật chất kỹ thuật và trang thiết bị phục vụ hoạt động KH&CN&ĐMST chưa đáp ứng được yêu cầu thực tiễn, nhất là trong bối cảnh Cách mạng công nghiệp lần thứ tư...

Thủ tướng cho rằng, KH&CN&ĐMST chính là một yếu tố nền tảng của chuyển đổi số và chuyển đổi xanh - hai trong các yếu tố quan trọng nhất của quá trình chuyển đổi cơ cấu kinh tế trên phạm vi toàn cầu và đặc biệt quan trọng đối với nước ta hiện nay. KH&CN&ĐMST là con đường ngắn nhất để đạt được các mục tiêu. Phát triển KH&CN&ĐMST với vai trò nền tảng phát triển đất nước nhanh, bền vững là yêu cầu khách quan, lựa chọn khôn ngoan và cần có ưu tiên về nguồn lực. Vì vậy, Thủ tướng mong rằng, tinh thần say mê nghiên cứu, dấn thân vì KH&CN của các thế hệ đi trước tiếp tục được lan tỏa, phát huy mạnh mẽ, tạo động lực, truyền cảm hứng trong thế hệ trẻ, nhất là đội ngũ nhà khoa học hôm nay và tương lai, trong đó có các nhà khoa học nữ. Người đứng đầu Chính phủ khẳng định: Nếu các nguồn tài nguyên thiên nhiên là hữu hạn, trở nên ngày càng khan hiếm, thì KH&CN&ĐMST là nguồn tài nguyên vô tận, không gian phát triển vô hạn và có thể xuất phát từ những ý tưởng đơn giản nhất, những con người bình dị nhất, không phân biệt giới tính, màu da, trình độ, tuổi tác, tầng lớp trong xã hội.

Để góp phần thực hiện thành công Nghị quyết Đại hội XIII của Đảng, thúc đẩy phát triển nhanh và bền vững, trong thời gian tới, Thủ tướng chỉ rõ, cần phát huy hơn nữa vai trò của KH&CN&ĐMST trên tất cả các lĩnh vực, coi đây là một nhiệm vụ chính trị quan trọng của các cấp, các ngành, các địa phương, với phương châm “hạ tầng thông suốt, cơ chế thông thoáng, quản trị thông minh”, trong đó tập trung vào 6 nhiệm vụ,

giải pháp trọng tâm sau:

Thứ nhất, các cấp ủy Đảng, chính quyền từ Trung ương đến địa phương tổ chức thực hiện có hiệu quả các Nghị quyết, Kết luận của Trung ương, Bộ Chính trị, nhất là Kết luận số 69-KL/TW của Bộ Chính trị, Nghị quyết số 20-NQ/TW Trung ương khóa XI về phát triển KH&CN phục vụ sự nghiệp công nghiệp hóa, hiện đại hóa trong điều kiện kinh tế thị trường định hướng XHCN và hội nhập quốc tế, trước mắt tập trung vào 3 nội dung: Xây dựng cơ chế, chính sách phát triển bao trùm, toàn diện; đầu tư thích đáng về hạ tầng; nâng cao chất lượng nguồn nhân lực, nhất là nhân lực khoa học xã hội và nhân văn.

Thứ hai, tăng cường thu hút, đa dạng hóa các nguồn lực cho KH&CN&ĐMST; phát triển mạnh nhân lực KH&CN, khuyến khích khu vực tư nhân, các doanh nghiệp, tăng cường các hình thức hợp tác công tư tham gia đào tạo nhân lực KH&CN. Tập trung phát triển mạnh thị trường KH&CN để góp phần tạo bứt phá về năng suất, chất lượng, hiệu quả, tăng sức cạnh tranh của nền kinh tế.

Thứ ba, các bộ, ngành, địa phương cần kiên trì, mạnh dạn đề xuất, triển khai các chính sách vượt trội cho KH&CN về thể chế, cơ sở vật chất, nhân lực, trong đó có các chính sách ưu đãi, trọng dụng, tôn vinh, khen thưởng cho người làm công tác KH&CN và đổi mới sáng tạo nhằm khơi dậy niềm đam mê, khuyến khích sự dấn thân trong thực hiện các nhiệm vụ KH&CN, nhất là nhà khoa học trẻ, các nhà khoa học đang hoạt động trong điều kiện khó khăn như ở vùng sâu, vùng xa, biên giới, hải đảo...

Thứ tư, đối với các doanh nghiệp, cần coi hoạt động nghiên cứu, phát triển, ứng dụng KH&CN&ĐMST là một trong các yếu tố quan trọng nâng cao năng lực năng suất, chất lượng,

sức cạnh tranh và sự phát triển của doanh nghiệp, nhất là các lĩnh vực chuyển đổi số, chuyển đổi xanh, ứng phó biến đổi khí hậu, cạn kiệt tài nguyên, già hóa dân số, chăm sóc và bảo vệ sức khỏe người dân...

Thứ năm, có chính sách phù hợp tăng cường thu hút các nhà khoa học Việt Nam, quốc tế có uy tín đang làm việc ở các nước có thể đóng góp phù hợp vào sự phát triển khoa học trong nước thông qua các cơ chế hợp tác đa dạng (như: Tham gia giảng dạy, nghiên cứu, nhận hướng dẫn nghiên cứu sinh Việt Nam...) để đào tạo đội ngũ nghiên cứu trong nước tiếp cận với KH&CN tiên tiến, hội nhập thế giới.

Thứ sáu, đối với các nhà khoa học, Thủ tướng đề nghị cần đặt lợi ích quốc gia, dân tộc lên trên hết. Các nhà khoa học cần nhận thức trọng trách lớn lao đối với đất nước, dấn thân, dám hy sinh, dám chấp nhận rủi ro. Lịch sử đã ghi nhận nhiều tấm gương công hiến của các nhà khoa học đối với vận mệnh quốc gia.

Trong khuôn khổ sự kiện còn diễn ra: (1) Triển lãm Con đường 65 năm đổi mới; Triển lãm Sách khoa học, công nghệ và đổi mới sáng tạo; 10 năm Giải thưởng Tạ Quang Bửu; Gian trưng bày thành tựu KH&CN&ĐMST; (2) Lễ trao Giải thưởng Tạ Quang Bửu 2024; (3) Lễ trao Giải thưởng Báo chí về Khoa học và Công nghệ năm 2023; (4) Hội nghị các nhà khoa học trẻ và (5) Lễ trao giải Cuộc thi sáng kiến khoa học năm 2024.

Trong khuôn khổ sự kiện, Thủ tướng Phạm Minh Chính và các đại biểu đã tham quan triển lãm giới thiệu những thành tựu KH&CN tiêu biểu trong 65 năm qua và khu vực trưng bày một số kết quả nghiên cứu, sản phẩm nổi bật trong lĩnh vực KH&CN.

Theo <http://www.vista.gov.vn>

NÂNG CAO HIỆU QUẢ QUÁ TRÌNH CẮT THAN BẰNG SỰ KẾT HỢP NHÓM RĂNG CẮT TRÊN TANG MÁY KHẤU DÙNG TRONG KHAI THÁC THAN HÀM LÒ

TS. Nguyễn Khắc Lĩnh, TS. Phạm Văn Tiến – Trường Đại học Mỏ - Địa chất

Tóm tắt: Hiện nay ở nước ta, than được khai thác chủ yếu bằng phương pháp hầm lò. Máy khâu than là thiết bị chủ lực được áp dụng trong các mỏ hầm lò ở các nước có nền khai khoáng phát triển và dần được áp dụng tại các mỏ ở Việt Nam. Với máy khâu, phương pháp cắt than bằng cơ học sử dụng tang cắt được áp dụng chủ yếu nhờ có kết cấu đơn giản, năng suất và độ tin cậy cao. Tuy nhiên, trong quá trình khâu than, hàm lượng than mịn đạt 40-50% trên tổng sản lượng khai thác. Đây là tác nhân sinh bụi cũng như tiêu tốn năng lượng vì cắt nhỏ than quá mức. Theo các nghiên cứu trước đây, vấn đề tăng kích thước hạt của than sau quá trình cắt được giải quyết bằng cách tăng độ dày của các lát cắt. Điều này đạt được khi sử dụng các tang khâu lớn hơn với các răng cắt lớn, làm tăng chiều cao cắt, kết hợp với tăng tốc độ di chuyển của máy khâu. Tuy nhiên, việc tăng đường kính tang khâu khiến kích thước máy tăng lên, làm chi phí đầu tư lớn và giảm tính linh hoạt của máy do không gian chật hẹp của lò chợ. Qua thời gian nghiên cứu, các tác giả nhận thấy có thể tăng tiết diện các lát cắt bằng cách hình thành các lát cắt theo cặp và nhóm, đồng thời tăng cường sự phá vỡ của than khối khối nguyên bằng ứng suất kéo thay vì đa phần là ứng suất nén như hiện nay. Ngoài ra, sự chong lún các ứng suất của khối than xung quanh lát cắt khi sử dụng nhóm răng cắt cũng làm giảm lực tác dụng lên răng cắt. Nghiên cứu này đưa ra giải pháp mới nhằm mục đích tăng chiều cao cắt và chiều rộng bước cắt mà không tăng tải trọng cục bộ trên răng cắt bằng cách kết hợp các răng cắt theo nhóm, từ đó giúp giảm bụi, tăng cỡ hạt của than, giảm năng lượng riêng và tăng năng suất cắt của máy khâu.

Từ khóa: Máy khâu; mỏ hầm lò; răng cắt; tang; than.

1 Mở đầu

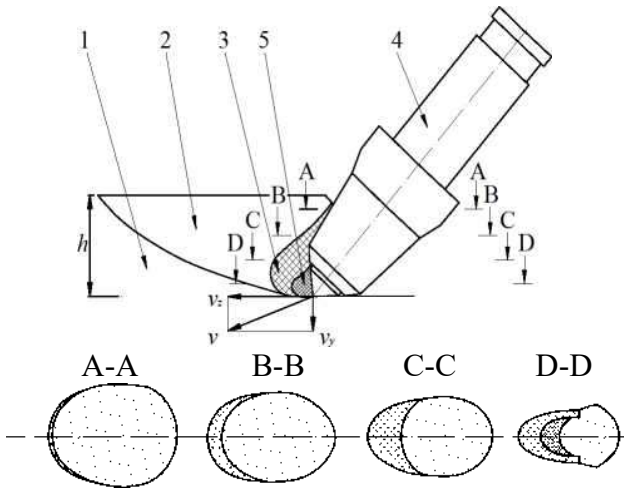
Trên thế giới và cả Việt ở Nam, than vẫn là nguồn nhiên liệu quan trọng cung cấp cho các ngành công nghiệp. Do đó, duy trì sản lượng than ổn định theo kế hoạch sẽ đảm bảo an ninh năng lượng của mỗi quốc gia. Ngày nay, hiệu quả của công tác khai thác lộ thiên không đảm bảo nên các mỏ than lộ thiên đã và đang chuẩn bị phải chuyển sang khai thác hầm lò. Việc áp dụng cơ giới hóa đồng bộ trong khai thác than hầm lò bao gồm giàn chống tự hành, máng cào và máy khâu than là bước đi đúng đắn của Tập đoàn Công nghiệp Than - Khoáng sản Việt Nam theo chủ trương phát triển ngành than bền vững gắn với bảo vệ môi trường [9]. Trong tổ hợp cơ giới hóa, máy khâu nằm trong nhóm máy khâu than được sử dụng rộng rãi ở các mỏ than hầm lò trên thế giới nhờ có các ưu điểm nhỏ gọn, làm

việc tin cậy và năng suất cao. Tuy nhiên, trong quá trình làm việc máy khâu cũng bộc lộ một số nhược điểm như: chi phí năng lượng riêng cao, sinh bụi nhiều. Một trong những nguyên nhân đó là sản phẩm của quá trình khâu tạo nên 40-50% hạt có kích thước từ 0-6 mm [3, 6], dẫn đến tăng lượng bụi phát tán vào không khí và làm tiêu tốn năng lượng do cắt nhỏ than quá mức, v.v... Từ những nguyên nhân ở trên, việc tìm kiếm giải pháp nâng cao hiệu quả của quá trình bóc tách than trong vỉa than khối nguyên khối là cần thiết, từ đó tiết kiệm năng lượng và nâng cao hiệu quả kinh tế.

2 Cơ sở lý thuyết

Trong quá trình làm việc của máy khâu, răng cắt cắt than ra từng lớp từ khối nguyên. Lực tác dụng lên răng cắt trong quá trình này có tính chu kỳ và có tính bước nhảy theo tính chất giòn

của vật liệu bị phá vỡ. Quá trình phá vỡ gồm hai giai đoạn chính: dồn ép và phá vỡ (Hình 1).



Hình 1: Sơ đồ cắt của răng trong gương [1]:

- 1 – khối than; 2 – vùng biến dạng đàn hồi;
- 3 – vùng ép vỡ đàn hồi; 4 – răng cắt;
- 5 – vùng ép vụn cục bộ

Quá trình cắt bắt đầu khi răng cắt 4 di chuyển theo quỹ đạo của nó, đất đá bị dồn ép ở phía trước đầu răng cắt (vùng 5) và lan rộng ra các vùng xung quanh (vùng biến dạng đàn hồi 2) thông qua vùng ép vỡ đàn hồi 3. Các vết nứt được hình thành, phá vỡ kết cấu tự nhiên của lớp than (đất đá) với khối than 1, sau đó lớp than được bóc tách hoàn toàn ra khỏi khối nguyên.

Chiều sâu cắt (chiều dày lát cắt) được hình thành bởi răng cắt trước và răng cắt liền sau trên cùng một đường cắt. Biến dạng của lát cắt có thể được mô hình hóa bằng hệ phương trình (1) và (2). Với góc tọa độ được chọn tại tâm của tang khâu, răng cắt thứ nhất bắt đầu từ vị trí C, răng cắt thứ hai nằm phía trái điểm C và cùng nằm trên một đường cắt.

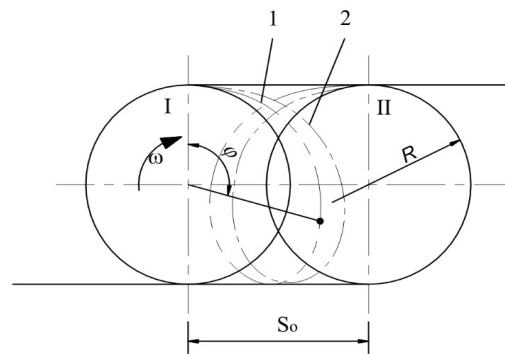
Hệ phương trình định vị đầu răng cắt thứ nhất và thứ hai theo thời gian [5]:

$$\begin{cases} x_1 = R \sin(\omega \cdot u_i) + \frac{V_{dc} \cdot u_i}{60} \\ y_1 = R \cos(\omega \cdot u_i) \end{cases} \quad (1)$$

$$\begin{cases} x_2 = R \sin(\omega \cdot u_i - \varphi) + \frac{V_{dc} \cdot u_i}{60} \\ y_2 = R \cos(\omega \cdot u_i - \varphi) \end{cases} \quad (2)$$

Trong đó: x_i, y_i – tọa độ của răng cắt tại thời điểm u_i, s ; R – bán kính của đầu khâu (tính từ mép ngoài của răng đến tâm của đầu khâu), mm; ω – vận tốc góc của đầu khâu, rad/s; k_{dc} – vận tốc tiến của đầu khâu, m/phút; φ – góc phân chia của hai răng cắt liền kề trên một đường cắt, độ; u_i – thời gian tại thời điểm xét.

Từ các hệ phương trình (1) và (2) xây dựng được mặt phá hủy của đất đá trong quá trình làm việc của tang khâu. Chúng được giới hạn bởi đường cong 1 và 2 (Hình 2). Từ đó thấy rằng, hai răng cắt liền tiếp trên một đường cắt sẽ tạo ra lớp cắt có chiều dày nhỏ không đồng đều và thu hẹp ở hai đầu (dạng hình lưỡi liềm). Vấn đề này không thể tránh khỏi khi sử dụng tang khâu, dẫn đến khối lượng khai thác được luôn chứa hơn 40% hạt mịn và bụi, làm tăng đáng kể tổn thất than, chi phí năng lượng và chi phí nhân công cho việc đập bụi, đồng thời làm giảm sự an toàn của hoạt động khai thác mỏ.

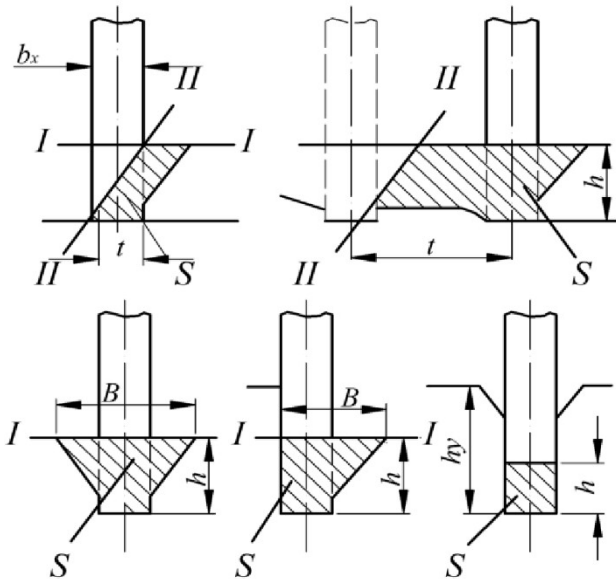


Hình 2: Tiết diện của lớp cắt được hình thành trong quá trình làm việc của tang khâu:

S_0 – khoảng cách di chuyển của đầu khâu sau một vòng quay

Thực nghiệm đã chứng tỏ rằng, lực tác dụng lên răng cắt trong quá trình cắt không chỉ phụ thuộc vào tính chất cơ học của khoáng sản mà còn phụ thuộc vào vị trí tương hỗ của mặt thoáng với răng cắt. Từ đó, người ta chia các kiểu cắt ra làm 5 loại:

- Cắt tự do (Hình 3a): Phoi cắt có hai mặt thoáng nhưng khoảng cách giữa hai đường cắt liền tiếp nhỏ hơn chiều rộng răng ($t = b_x$), do đó lực cắt là nhỏ nhất.



Hình 3: Các dạng cắt than của răng cắt:

I-I và II-II – mặt thoáng do răng cắt trước để lại; S – diện tích của lát cắt; h – chiều sâu cắt; t – bước cắt; 1 – tang khâu; 2 – vấu lắp răng cắt; 3 – răng cắt phía sau; 4 – hai răng cắt phía trước; 5 – cánh xoắn

- Cắt bán tự do (Hình 3b): Sự cắt than, đất đá được thực hiện khi đã có bề mặt thoáng thứ hai xuất hiện. Điều này xảy ra khi bước cắt $t = b_x$. Khi $t = b_x + (5 \div 6)h$ thì cắt bán tự do chuyển thành cắt trên bề mặt hồ.

- Cắt trên bề mặt hồ (Hình 3c): răng cắt trên bề mặt của gương lò với bước cắt $t = b_x + (5 \div 6)h$. Lúc này phoi cắt trượt sang cả hai phía.

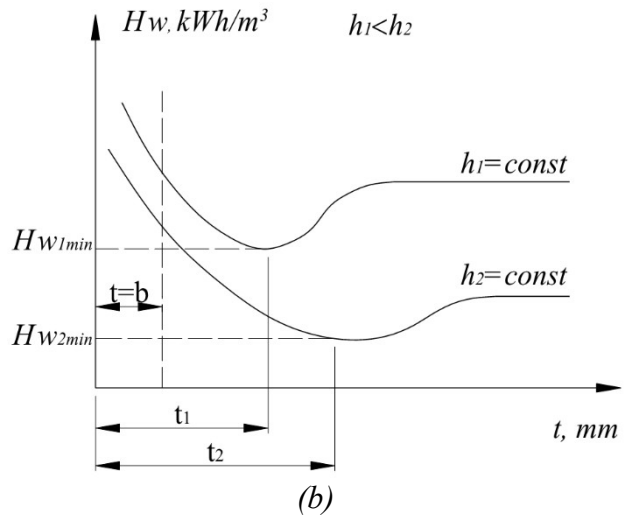
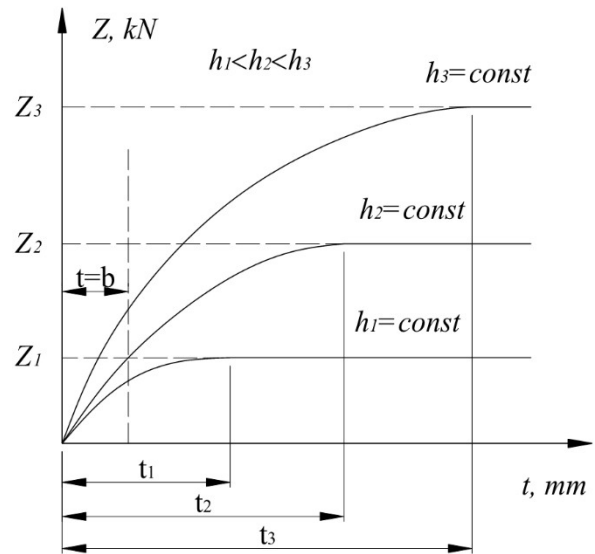
- Cắt bán bao bọc (Hình 3d): một thành bên của răng cắt tham gia vào quá trình cắt, còn phía bên kia không cắt, do đó các cục than tách ra để lại trên khối than một vết có góc nghiêng một bên.

- Cắt bao bọc (Hình 3e): cắt đi một lớp khoáng sản (phoi cắt) có chiều dày h trong một rãnh sâu, do đó chiều rộng phoi cắt bằng chiều rộng răng cắt. Với trường hợp này, cả hai lưỡi cắt phụ (thành bên của răng cắt) đều tham gia vào quá trình cắt nên lực cản cắt sẽ tăng lên.

Trong năm trường hợp trên, trường hợp thứ hai được sử dụng phổ biến nhất khi khâu than, đất đá. Trường hợp thứ nhất tuy có lực cắt nhỏ

nhất nhưng chi phí năng lượng riêng lớn, kèm theo kích thước phoi cắt nhỏ dẫn đến sinh bụi lớn.

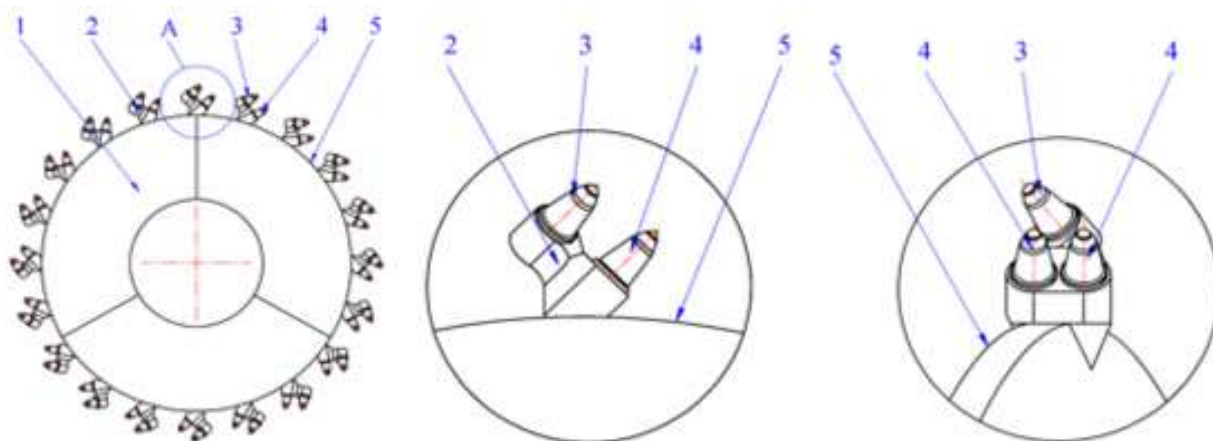
Ảnh hưởng của chiều sâu và bước cắt đến lực cắt trên răng cắt và năng lượng riêng được thể hiện trong Hình 4 [8].



Hình 4: Ảnh hưởng của chiều sâu và bước cắt đến lực cắt và năng lượng riêng:

h_1, h_2, h_3 – chiều sâu cắt; t_1, t_2, t_3 – bước cắt; H_w – năng lượng riêng; Z – lực cản cắt

Khi bước cắt t thay đổi từ b_x đến $b_x + (5 \div 6)h$ với chiều sâu cắt h cố định thì lực cắt tăng lên và đạt đến giá trị không đổi như Hình 4a. Khi đó, bước cắt tối ưu được xác định khi năng lượng riêng đạt giá trị nhỏ nhất tại $t_{tu} = b_x + (1 \div 1,4)h$ như Hình 4b.



Hình 5: Sơ đồ bố trí cụm răng cắt trên máy khâu: 1 – tang khâu; 2 – vấu lắp răng cắt; 3 – răng cắt phía sau; 4 – hai răng cắt phía trước; 5 – cánh xoắn

Từ các Hình 4a, b thấy rằng: chiều sâu cắt thay đổi (tăng dần từ h_1 đến h_3) thì năng lượng riêng giảm, lực cắt trên răng tăng lên. Với trường hợp h_1 , mặc dù lực cắt trên răng nhỏ nhưng đất đá bị cắt nhỏ, do đó năng lượng riêng lớn, nghĩa là cần nhiều năng lượng hơn để khai thác một lượng than nhất định. Nhưng nếu chiều sâu cắt quá lớn làm tải trọng trên răng cắt tăng nhanh chóng có thể gây gãy răng và hỏng vấu lắp răng.

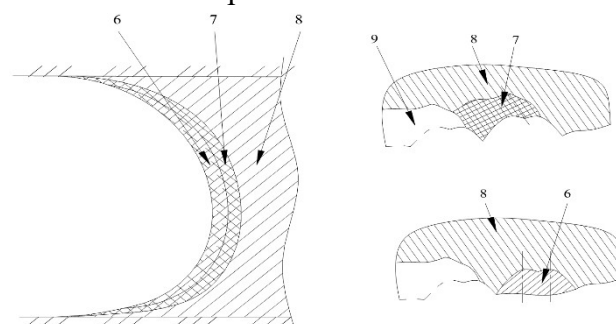
Vì vậy, cần có các giải pháp mới như tăng chiều cao răng cắt và chiều rộng bước cắt mà không gây tải trọng cục bộ trên răng cắt.

3 Đề xuất phương án xây dựng sơ đồ bố trí răng cắt trên tang khâu

Giải pháp kỹ thuật được đề xuất là tang máy khâu có các răng cắt được bố trí theo cụm gồm ba răng cắt, trong đó hai răng cắt được bố trí trong một mặt phẳng song song hoặc tạo với nhau một góc nhất định, răng cắt còn lại được bố trí phía sau và cao hơn hai răng cắt phía trước. Răng cắt phía sau có thể lắp thẳng hoặc nghiêng một góc không quá 13° [4, 7, 10].

Tang máy khâu 1 (Hình 5) gồm: các cánh xoắn 5 để thực hiện vận tải đất đá sau khi cắt lên máng cào, đồng thời trên đỉnh cánh xoắn được hàn vấu lắp răng cắt 2 để lắp răng cắt. Mỗi vấu lắp răng cắt được bố trí ba răng cắt: hai răng cắt trước 4 và một răng cắt sau 3. Răng

cắt phía trước được lắp song song với nhau hoặc tạo với nhau một góc nhỏ hơn 10° nhằm mục đích mở rộng lát cắt nếu cần, còn răng cắt phía sau 3 được bố trí cao hơn hai răng cắt phía trước 4 và lùi về phía sau.



Hình 6: Sự hình thành lát cắt của cụm răng cắt: 6 – lớp cắt của hai răng cắt phía trước; 7 – lớp cắt của răng cắt sau; 8 – khối than; 9 – khoảng trống do cụm răng cắt trước để lại

Khi máy làm việc, tang khâu 1 được dẫn động quay tại chỗ, sau đó máy được điều khiển di chuyển về phía trước. Lúc này răng cắt 3 và 4 được truyền lực thông qua cánh xoắn 5 và vấu lắp răng cắt 2, các răng cắt tác động vào khối than 8 thực hiện quá trình tách than khỏi khối nguyên của vỉa. Đỉnh của răng cắt 3 và 4 tạo thành các đường hypocycloid, theo chu kỳ cắt vào khối than tạo ra vết cắt có hình lưỡi liềm. Tuy nhiên, ở hai đầu lưỡi liềm và thân của nó độ chênh lệch về chiều dày đã giảm đi đáng kể. Các răng cắt số 4 sẽ cắt lớp cắt 6 và răng cắt số 3 sẽ cắt lớp cắt 7 (Hình 6).

4 Thảo luận

Việc tạo ra các đường cắt như vậy làm giảm sự thu hẹp ở hai đầu hình liềm của lát cắt, từ đó giảm lượng than bị cắt nhỏ, đồng thời theo nghiên cứu của tác giả [2], khi bố trí răng cắt thành từng cặp sẽ làm hiệu quả cắt tăng lên do sự giao thoa của ứng suất trong quá trình cắt. Ngoài ra, răng cắt phía sau có thể cắt được lát cắt có diện tích lớn hơn mà không làm tăng lực cắt do khoảng trống bên cạnh của cụm răng cắt phía trước để lại (Hình 6), làm ứng suất phá hủy chủ yếu là ứng suất kéo do có sự tham gia của lực đẩy ngang, nghĩa là diện tích cắt lớn hơn nhưng lực trên răng cắt có thể giảm xuống. Từ đó giúp giảm bụi, tăng cỡ hạt, giảm năng lượng riêng và tăng năng suất cắt mà tang khâu vẫn đảm bảo theo điều kiện bền.

5 Kết luận

1) Lốp cắt do răng cắt lắp trên tang máy khâu tạo ra có dạng hình liềm liềm, chiều dày lốp cắt nhỏ không đồng đều và thu hẹp ở hai đầu, đây là nguyên nhân chủ yếu dẫn đến sự hình thành hạt nhỏ sau quá trình cắt.

2) Để giảm hình thành các hạt nhỏ mịn là nguồn phát sinh bụi và giảm tiêu thụ năng lượng trong quá trình cắt than thì cần giảm tối đa sự hình thành các lốp cắt mỏng.

3) Để giảm lốp cắt mỏng, tăng độ cục của than sau cắt có thể bố trí răng cắt theo từng cụm gồm ba răng: hai răng phía trước được bố trí trong một mặt phẳng, song song hoặc tạo với nhau một góc không quá 10° , răng còn lại được bố trí phía sau và cao hơn hai răng cắt phía trước, lắp thẳng hoặc nghiêng không quá 13° .

TÀI LIỆU THAM KHẢO

1. **Chupin S.A.** Increasing The Wear Resistance of Rotary Cutters of Tunneling Combines for The Development of Rocks of Medium Strength. *Thesis for the degree of Candidate of Technical Sciences. SPb: Gorny, 2016, 162 p.*
2. **Gabov V.V., N.V. Xuan, Zadkov D.A., T.D. Tho.** Increasing The Content of Coarse Fractions in The Mined Coal Mass by A Combine Using Paired Cuts. *Journal of Mining Institute, 257, 2022, PP. 764-770.*
3. **Gabov V.V., Zadkov D.A., N.K. Linh.** Features of Elementary Burst Formation during Cutting Coals and Isotropic Materials with Reference Cutting Tool of Mining Machines. *Journal of Mining Institute 236, 2019, PP. 153-161.*
4. **Hekimoglu O.Z., Ozdemir L.** Effect of Angle of Wrap on Cutting Performance of Drum Shearers and Continuous Miners. *Mining Technology, 113(2), 2004, PP. 118-122.*
5. **Phạm V.T., Nguyễn K.L., Đoàn V.G., Lê T.H.T.** Nâng cao hiệu quả khai thác than hầm lò bằng việc lựa chọn phương pháp cắt than tối ưu từ gương khai thác. *Tạp chí Khoa học Kỹ thuật Mỏ - Địa chất, Tập 59(1), 2018, Tr. 22-25.*
6. **Peng S.S.** Longwall Mining. U.S.: 2nd edition, 2006, 621 p.
7. **Sun Y., Li X.S.** Determination of Attack Angle and Tilt Angle of A Cutting Pick. *Advanced Materials Research, 705, 2013, PP. 415-418.*
8. **Solod V.I., Getopanov V.N., Rachek V.M.** Design and Construction of Mining Machines and Complexes. M.: Nedra, 1982, 350 p.
9. Báo cáo và tham luận tổng kết công tác cơ giới hóa khai thác đào lò 2013-2015 và định hướng đến 2020. *Quảng Ninh: Tập đoàn Công nghiệp Than - Khoáng sản Việt Nam, 299 tr.*
10. **Yong S., Li X.** Slant Angle and Its Influence on Rock Cutting Performance. *Advances in Civil Engineering. Article ID 6519029. 2018, 11 p.*

TRIỂN VỌNG ỨNG DỤNG CÔNG NGHỆ PHÁ ĐÁ BẰNG CACBON ĐIOXIT TẠI CÁC MỎ THAN HÀM LÒ VÙNG QUẢNG NINH

TS. Nguyễn Ngọc Minh, TS. Nguyễn Mạnh Tường - Trường Đại học Công nghiệp Quảng Ninh

Tóm tắt: Phá vỡ than và đất đá bằng công nghệ phi nổ mìn đã và đang được nghiên cứu, áp dụng mạnh mẽ tại Trung Quốc. Trong số các công nghệ phi nổ mìn đang được ứng dụng, công nghệ sử dụng cacbon đioxit (CO_2) lỏng là “một giải pháp lý tưởng cho các môi trường đặc biệt phức tạp” theo nhận định của Hiệp hội chất nổ Trung Quốc [1]. Thông qua việc sử dụng phương pháp nghiên cứu phân tích và tổng hợp, bài báo làm sáng tỏ đặc điểm công nghệ, kết quả thử nghiệm trong thực tế khai thác mỏ than hầm lò và những giải pháp khi phá vỡ đất đá bằng CO_2 lỏng. Ngoài ra, việc định hướng về triển vọng ứng dụng công nghệ trên trong khai thác than hầm lò tại vùng than Quảng Ninh cũng được đưa ra thảo luận.

Từ khóa: Công nghệ phi nổ mìn; đào lò; khai thác; phá vỡ đất đá bằng cacbon đioxit lỏng.

1 Đặt vấn đề

Nổ mìn sẽ tạo ra tác động kết hợp của hỗn hợp khí ở nhiệt độ, áp suất cao và sóng xung kích để phá vỡ đá. Nổ mìn gây ra các mối nguy hiểm như rung lắc, đá bay nên rủi ro về an toàn khi nổ mìn trong môi trường phức tạp là rất cao. Chất nổ sử dụng trong nổ mìn là hàng hóa nguy hiểm được kiểm soát, quản lý chặt chẽ và yêu cầu cao về an toàn trong bảo quản, vận chuyển và sử dụng [2-3]. Phá đá không sử dụng thuốc nổ bao gồm: Sử dụng thiết bị cơ khí, chất đốt năng lượng cao, chất nghiền tinh, giãn nở khí áp suất cao đã được sử dụng trong xây dựng công trình như các phương pháp bổ sung cho phương pháp nổ mìn truyền thống.

Vụ nổ với CO_2 lỏng được hình thành khi bịt kín CO_2 lỏng trong một ống chứa cường độ cao, sau đó kích nổ bằng nhiệt độ cao với mục đích chuyển đổi CO_2 nhanh chóng từ trạng thái lỏng sang trạng thái khí, khi đó luồng khí CO_2 sẽ tạo ra áp suất cao để phá vỡ đá.

Vụ nổ có đặc điểm rung động nhỏ, dễ dàng kiểm soát đá bay và không có tia lửa [4]. Công nghệ này bắt nguồn từ Châu Âu từ những năm 1930 với việc áp dụng trong khai thác than. Ví dụ thiết bị CARDOX thay đổi khí CO_2 từ thể lỏng sang khí do công ty của Anh Quốc phát triển được áp dụng cho các gương khai thác than ở các

mỏ có hàm lượng khí mê tan cao, giúp làm giảm khả năng gây nổ khí. Công nghệ phá vỡ bằng giãn nở CO_2 lỏng sau đó được mở rộng áp dụng phá nổ đá ở mỏ lộ thiên. Vào những năm 1980, công nghệ này dần được áp dụng trong lĩnh vực xây dựng, tạo hình sản phẩm kim loại, khai thác mỏ hầm lò, khai thác lộ thiên và các lĩnh vực khác [5 - 7]. Đây là một phương pháp phá đá không sử dụng thuốc nổ đang được nghiên cứu và phát triển rất mạnh tại Trung Quốc. Báo cáo công việc thường niên lần thứ 7 năm 2019 của Hội đồng thường trực Hiệp hội chất nổ Trung Quốc (tổ chức tại Nam Xương) đã chỉ ra rằng: “Nổ giãn nở CO_2 có đặc điểm rung động nhỏ, không gây ô nhiễm và độ an toàn cao. Nó là một giải pháp lý tưởng cho các môi trường đặc biệt phức tạp, là sự bổ sung cho các hoạt động nổ mìn không thể thực hiện bằng thuốc nổ và được sử dụng rộng rãi trong các hoạt động phá vỡ như khai thác than trên cao và thoát khí trong các mỏ than. Nó đóng một vai trò quan trọng trong việc thúc đẩy sự tiến bộ và nâng cao tính an toàn của công nghệ phá vỡ đất đá” [1].

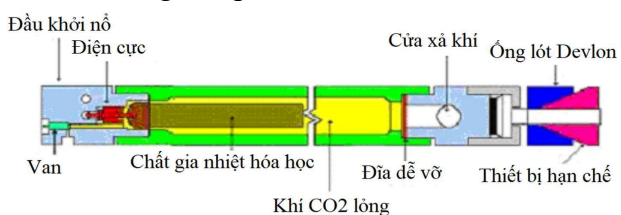
Việc nghiên cứu, học hỏi, “đi tắt đón đầu” là cần thiết để ứng dụng công nghệ, khoa học kỹ thuật mới đem lại hiệu quả và an toàn cao trong sản xuất. Do đó, nội dung của bài báo sẽ tập chung làm sáng tỏ đặc điểm công nghệ, kết quả

thử nghiệm trong thực tế khai thác mỏ than hầm lò, và giải pháp khi phá vỡ đất đá bằng CO₂ lỏng. Ngoài ra, việc định hướng về triển vọng trong việc ứng dụng công nghệ trên trong khai thác than hầm lò tại vùng than Quảng Ninh cũng được đưa ra trong mục thảo luận.

2 Cấu tạo và nguyên lý làm việc của ống nổ CO₂ lỏng

Cấu tạo chung của ống nổ CO₂ lỏng bao gồm (Hình 1 [8]):

- Ống thép có độ bền cao (có thể tái sử dụng) chứa đầy CO₂ lỏng;
- Bộ phận gia nhiệt hóa học được kích hoạt bởi một điện tích nhỏ gây ra hiện tượng kích nổ;
- Chất gia nhiệt hóa học an toàn được lắp vào đầu nung;
- Đĩa dễ vỡ ở đầu xả có độ dày khác nhau để điều chỉnh áp suất;
- Vòng đệm được sử dụng để giữ ống nổ tại chỗ mà không cần phải tháo hoặc cắt.



Hình 1: Sơ đồ cấu tạo của thiết bị phá vỡ đất đá bằng CO₂ lỏng [8]

Khi ống CO₂ lỏng được gia nhiệt, CO₂ gần như ngay lập tức được chuyển đổi từ chất lỏng thành khí. Áp suất được giải phóng từ khí CO₂ lên đến 300 MPa (3.000 bar), thâm nhập vào khe

nứt siêu nhỏ để phá vỡ đá. Áp suất có thể được điều chỉnh từ 1.200 đến 2.800 bar bằng đĩa dễ vỡ.

Nguyên lý làm việc của công nghệ phá vỡ đất đá bằng CO₂ lỏng là: Trong điều kiện áp suất nhất định bơm đầy CO₂ lỏng vào ống thép, dưới tác dụng của bộ phận gia nhiệt làm cho nhiệt độ của khối CO₂ lỏng lớn hơn 31,4°C. Ở nhiệt độ này, CO₂ lỏng chuyển thành khí CO₂. Khi CO₂ lỏng chuyển thành khí thì thể tích của nó tăng từ 600-700 lần, khi đó áp suất lớn nhất trong ống có thể đạt tới 300 MPa làm cho đĩa dễ vỡ bị vỡ, khí CO₂ sẽ phụt ra với áp suất rất lớn gây sức công phá giúp phá vỡ đất đá [4, 9].

3 Ứng dụng công nghệ trong thực tế sản xuất tại Trung Quốc

3.1 Ứng dụng trong đào lò dọc vỉa

3.1.1 Tổng quan về điều kiện đào lò

Đường lò dọc vỉa vận chuyển 2303 của lò chợ 303 mỏ Đại Đồng có điều kiện địa chất thủy văn trung bình, lượng nước chảy vào đường lò lớn nhất là 1,1 m³/h, lưu lượng nước trung bình là 0,1 m³/h. Đường lò hình chữ nhật có kích thước 3,7 x 3,4 m, được đào bám trụ, đường lò được chống giữ bằng neo cáp. Điều kiện vách và trụ của vỉa được trình bày trong bảng 1 [10].

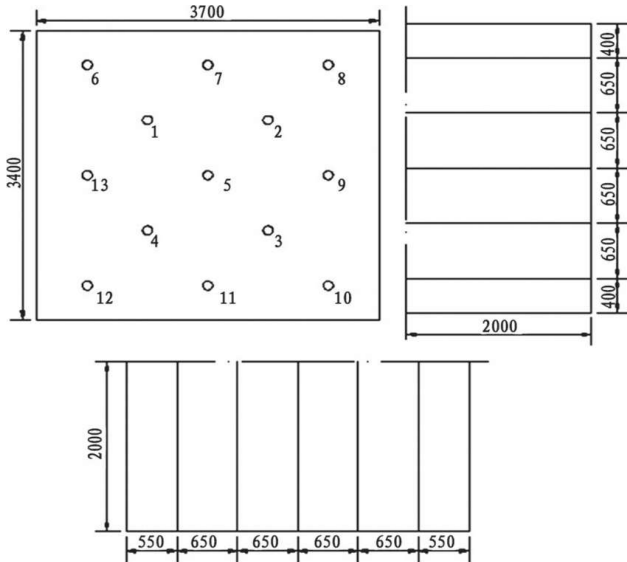
Độ thoát khí mê tan tuyệt đối là 4,48 m³/phút và độ thoát khí mê tan tương đối là 1,33 m³/t-ngđ, mỏ thuộc cấp I về khí mê tan. Tuy nhiên, các vỉa trong mỏ đều có nguy cơ nổ bụi than và cũng như có tính tự cháy cao, thời gian ngắn nhất để than tự cháy là 6 tháng.

Bảng 1. Kết quả tính toán các thông số thiết kế[10]

Tên loại vách/trụ	Tên đá	Độ dày (m)	Đặc điểm thạch học	Hệ số kiên cố
Vách cơ bản	Đá cát kết	19,98	Màu trắng nhạt, có thạch anh, chủ yếu là fenspat hình tròn, xi măng silic	f = 6
Vách trực tiếp	Đá bột kết	8,3	Màu xám đen, chứa pyrit, hóa thạch thực vật và sa thạch mịn ở giữa	f = 5
Vỉa than	Than	6,6 ÷ 7,0	Màu đen và sáng	f = 2
Trụ trực tiếp	Đá bột kết	1,76	Màu xám nhạt, chứa chất phytochemical, bề mặt có nhiều rạn nứt	f = 5

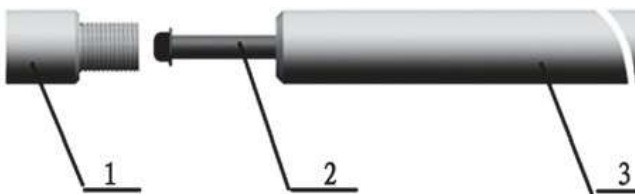
3.1.2 Sơ đồ bố trí lỗ khoan và thiết bị nổ

Đường lò hình chữ nhật có kích thước 3,7 x 3,4 m được thiết kế 13 lỗ khoan chiều sâu 2,0 m, các lỗ khoan với đường kính 110 mm đều được khoan vuông góc với gương lò. Trong đó, lỗ khoan 1 ÷ 5 là các lỗ khoan đột phá, lỗ khoan 6 ÷ 13 là các lỗ khoan tạo biên (Hình 2).



Hình 2: Sơ đồ bố trí lỗ khoan [10]

Thiết bị nổ CO₂ lỏng MZL350-108/1950 được sử dụng để phá vỡ than ở gương lò có chiều dài 1.950 mm, đường kính 108 mm và thể tích 7,2 lít, (Hình 3).



Hình 3: Cấu tạo thiết bị nổ MZL350-108/1950:
1 – van nạp khí; 2 – bộ phận gia nhiệt; 3 – ống thép chứa CO₂ lỏng; 4 – gioăng đệm bịt kín; 5 – đĩa dễ vỡ; 6 – cửa xả khí

3.1.3 Quy trình vận hành công nghệ

Quy trình vận hành phá nổ bằng công nghệ CO₂ lỏng được thực hiện như sau: Làm sạch ống chứa CO₂ lỏng → Bơm đầy CO₂ lỏng → Vận chuyển đến gương lò → Khoan các lỗ khoan trên gương lò → Nạp thiết bị vào trong lỗ khoan → Cố định hoạt động chống ống bay → Nạp búa → Đi dây → Kích nổ → Kiểm tra sau vụ nổ →

Thu hồi ống → Vận chuyển ra ngoài mặt bằng → Tháo rời thân ống → Làm sạch và lắp ráp → Chuyển sang chu trình tiếp theo.

3.1.4 Kết quả vụ nổ

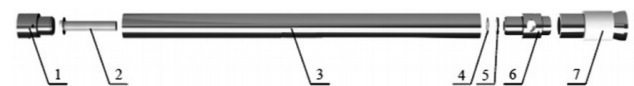
Sau vụ nổ, khu vực gương khai thác không có mùi khói thuốc nổ, theo đo đạc tại hiện trường, hàm lượng khí CO₂ tại khu vực gương lò không tăng đáng kể so với trước khi nổ. Thể tích than được phá ra trong một chu kỳ là 25,16 m³, so với phương pháp nổ mìn truyền thống, thể tích phá nổ tăng thêm 8,11 m³. Ống nổ CO₂ lỏng có thể tái sử dụng nên chi phí thấp. Độ an toàn khi phá nổ sử dụng công nghệ này đã được cải thiện rất nhiều.

3.2 Ứng dụng điều khiển đá vách trong lò chợ cơ giới hóa

3.2.1 Tổng quan về điều kiện thử nghiệm

Lò chợ 80124 ở mỏ Tân Kinh được cơ giới hóa hoàn toàn, khi gương lò chợ tiến lên, đá vách của đường lò dọc vỉa vận tải không bị sập trong một thời gian dài tạo ra một khoảng trống lớn với tải trọng rất lớn, ngoài ra còn gây ra hiện tượng bị rò gió sạch vào khu vực phá hỏa, trong khi khu vực này có hàm lượng khí mê tan lớn gây mất an toàn về cháy nổ. Do đó, mỏ đã quyết định sử dụng công nghệ phá vỡ bằng CO₂ lỏng để tách và phá cường bức phần vách phía trên đường lò dọc vỉa vận tải.

Thiết bị nổ CO₂ lỏng MZL250-51/1000 được sử dụng để tách phá cường bức đá vách, có chiều dài 1.000 mm, đường kính 51 mm và khi nổ tạo ra áp suất 250 MPa (Hình 4) [11].



Hình 4: Cấu tạo thiết bị nổ MZL250-51/1000
1 – van nạp khí; 2 – bộ phận gia nhiệt; 3 – ống thép chứa CO₂ lỏng; 4 – gioăng đệm bịt kín; 5 – đĩa dễ vỡ; 6 – cửa xả khí; 7 – thiết bị hạn chế ống bay

3.2.2 Quy trình thực hiện

Kiểm tra máy khoan → Thiết lập hệ thống

cột gia cố tạm thời dọc theo đường lò và không ít hơn 2 đến 3 cột mỗi mét → Bố trí giàn khoan ở vị trí thích hợp để khoan → Khoan lỗ khoan → Đưa ống nổ vào lỗ khoan → Kiểm tra tính liên tục → Nạp búa (búa được gia cố bằng nêm gỗ) → kiểm tra kết nối của dây kích nổ → Thu hồi các cột chống tạm thời → Gia cố vì chống cho đường lò (chống tăng cường 4 cột mỗi mét) → Sơ tán người và phương tiện đến vị trí an toàn → Kích nổ.

3.2.3 Kết quả vụ nổ

Vùng đá vách sập đổ: Chiều dài đoạn vách bị sập đổ là 2,0 m, chiều cao lên tới 2,8 m. Khối đá vách sập đổ hoàn toàn lấp đầy đường lò dọc vỉa vận tải, giúp làm giảm hiện tượng rò rỉ khí, hàm lượng khí CH₄ và CO₂ luôn ở mức an toàn sau khi thực hiện vụ nổ. Việc sử dụng thiết bị phá nổ bằng CO₂ lỏng để hạ trần cưỡng bức có thể đáp ứng yêu cầu khai thác an toàn và hiệu quả ở mỏ Tân Kinh.

4 Thảo luận về triển vọng ứng dụng công nghệ phá nổ bằng CO₂ lỏng vùng than Quảng Ninh

4.1 Đào lò dọc vỉa trong than

Các mỏ than hầm lò tại vùng Quảng Ninh đang trong quá trình chuẩn bị và mở rộng diện khai thác xuống sâu. Công tác thông gió sẽ ngày càng trở nên khó khăn dẫn đến nguy cơ tập trung khí mê tan ở một số điểm cục bộ cũng tăng lên, đi kèm với nó là tình trạng cháy nội sinh xuất hiện ngày một phổ biến hơn. Điều này mang đến tiềm ẩn các mối nguy cơ về cháy nổ khí mê tan hay nổ bụi. Công tác khoan nổ mìn truyền thống có thể là nguyên nhân gây cháy nổ thứ cấp. Ngoài ra, khi khai thác xuống sâu, áp lực mỏ tăng lên, khoan nổ mìn với rung chấn lớn sẽ làm ảnh hưởng tới tính nguyên vẹn của lớp đá vách, đá trụ gây khó khăn trong công tác chống giữ đường lò.... Giải pháp đào lò than dùng CO₂ lỏng có thể là một giải pháp hữu hiệu giải quyết những vấn đề nêu trên khi nó thể hiện những ưu điểm như: Rung động nhỏ, không có tia lửa, không sinh ra khí độc, chi phí thấp khi thiết bị nổ được tái chế

sử dụng.

4.2 Làm sập đổ cưỡng bức trần than hoặc đá vách

Để đáp ứng nhu cầu than phục vụ nền kinh tế, hầu hết các mỏ than hầm lò hiện nay đều đẩy mạnh áp dụng tiến bộ khoa học công nghệ vào sản xuất ở tất cả các điều kiện vỉa, có thể kể đến như cơ giới hóa lò chợ dài, lò ngang nghiêng sử dụng các loại vì chống thủy lực và đã mang lại hiệu quả kinh tế lớn, giàn chống mềm loại ZRY... Tuy nhiên, do điều kiện địa chất phức tạp và biến động mạnh của vùng Quảng Ninh nên những công nghệ nêu trên đều chưa phát huy được hết hiệu quả vốn có.

Với công nghệ khai thác vỉa dốc như dọc vỉa phân tầng hoặc công nghệ khai thác chia lớp ngang nghiêng để nâng cao hiệu quả khai thác, giảm chi phí sản xuất bắt buộc phải nâng cao chiều cao phân tầng, đi cùng với đó là vấn đề phá vỡ trần than ngày càng lớn hơn giữa các phân tầng khai thác liền kề nhau. Khi chiều cao của trần than lớn hơn, việc nạp mìn thủ công trong các lỗ khoan dài đòi hỏi rất nhiều thời gian, làm giảm năng suất lao động trong khi trần than phía trên cũng đang chịu 1 phần áp lực mỏ, chỉ cần 1 lực tách phá không quá lớn đã có thể làm sập được trần than, đảm bảo yêu cầu khai thác. Mặt khác, trần than ở vị trí cao hơn là nơi tích tụ các khí cháy nổ tỷ trọng nhẹ như mê tan, không phù hợp sử dụng các loại thuốc nổ mạnh để phá sập.

Với công nghệ khẩu thu hồi than nóc, ở một số vùng cục bộ đá vách không sập đổ tự nhiên hoặc sập đổ nhưng không lấp đầy khoảng trống đã khai thác, công tác phá nổ cưỡng bức yêu cầu có rung chấn nhỏ, không làm phát sinh nổ thứ cấp là một trong những yêu cầu hàng đầu trong công tác an toàn.

Những vấn đề nêu trên có thể được giải quyết bằng công nghệ phá nổ bằng CO₂ lỏng với ưu điểm rung động nhỏ, không có tia lửa, khí CO₂ thoát ra có thể làm hạn chế khả năng cháy, nổ thứ cấp.

4.3 Phá vỡ hay làm yếu khối đá kẹp trong lò chợ cơ giới hóa

Đối với các lò chợ cơ giới hóa, điều kiện địa chất phức tạp và biến động mạnh như vùng Quảng Ninh, không tránh khỏi hiện tượng trụ nổi (hoặc đá kẹp cứng) cắt ngang gương lò. Khi lớp đá kẹp có chiều dày lớn, độ cứng cao (bột kết cứng), hoặc đá trụ nổi trong ở phạm vi lớn, nằm ngoài khả năng của máy khâu, đòi hỏi phải có những giải pháp tách phá hoặc làm om trước khi cho máy khâu cắt qua. Hiện nay, để khắc phục tình trạng này, các phân xưởng cơ giới hóa khai thác thường cho dừng máy khâu để tiến hành khoan và nổ mìn om thủ công. Công tác này chiếm rất nhiều thời gian của mỗi ca sản xuất và trong quá trình nổ mìn, công tác khâu gương bằng máy khâu bắt buộc phải tạm dừng, gây gián đoạn, phá vỡ quy trình làm việc thông thường, ảnh hưởng không nhỏ đến công suất khai thác và năng suất lao động của các phân xưởng cơ giới hóa. Công nghệ phá vỡ bằng CO₂ lỏng có thể là giải pháp hữu hiệu với kết cấu đơn giản, thi công nhanh, phạm vi ảnh hưởng nhỏ dẫn đến vùng sơ tán người và thiết bị nhỏ, sẽ làm tăng hiệu quả khâu than đối với các lò chợ cơ giới hóa nêu trên.

4.4 Hỗ trợ việc khoan thoát khí mê tan

Ở các mỏ có siêu hạng về khí mê tan, việc khoan thoát khí là công việc thường xuyên phải tiến hành. Tuy nhiên, chỉ thực hiện khoan sẽ mang lại hiệu quả không cao bằng việc cho nổ CO₂ lỏng vì nó tạo ra các vết nứt quanh lỗ khoan làm tăng phạm vi ảnh hưởng của lỗ khoan thoát khí.

5 Kết luận

Công nghệ phá nổ bằng CO₂ lỏng không chỉ là sự bổ sung cho các phương pháp phá vỡ đất đá mà còn là công nghệ có triển vọng phát triển rộng rãi. Bằng phương pháp tổng hợp và phân tích, bài báo đã làm sáng tỏ một số vấn đề quan trọng liên quan đến công nghệ như: Nguyên lý của công nghệ, cấu tạo cơ bản của thiết bị và trình bày chi tiết các yếu tố liên quan đến công tác ứng dụng trong mỏ than hầm lò tại Trung Quốc. Đó là tiền đề cho những thảo luận về triển vọng ứng dụng công nghệ phá nổ bằng CO₂ lỏng tại vùng than Quảng Ninh, trong đó nổi bật như: Đào lò than, làm sập đổ cưỡng bức trần than hoặc đá vách, phá vỡ hay làm yếu khối đá kẹp trong lò chợ cơ giới hóa và hỗ trợ việc khoan thoát khí Mê tan.

TÀI LIỆU THAM KHẢO

1. **Zhou Mingan, Zhou Xiaoguang, Xia Jun, Xu Tianfu.** Current Status and Development of Carbon Dioxide Expansion Blasting Technology. *Mining Technology*, vol. 20, no. 6, 2020, PP. 100-102.
2. **Wang S. Feng, et al.** Non-Explosive Mining and Waste Utilization for Achieving Green Mining in Underground Hard Rock Mine in China. *Transactions of Nonferrous Metals Society of China*, vol. 29, no. 9, 2019, PP. 1914-1928, doi: 10.1016/S1003-6326(19)65099-5.
3. **Zhou H., Xie X., Feng Y.** Rock Breaking Methods to Replace Blasting. *IOP Conf Ser Mater Sci Eng*, vol. 322, no. 2, 2018, doi: 10.1088/1757-899X/322/2/022014.
4. **Zhang Y., Deng J., Ke B., Deng H., Li J.** Experimental Study on Explosion Pressure and Rock Breaking Characteristics under Liquid Carbon dioxide Blasting. *Advances in Civil Engineering*, vol. 2018, doi: 10.1155/2018/7840125.
5. **Chen Feng, Hu Fan.** Construction & Design for Project The Application of Carbon Dioxide Blasting Technology in Excavation of Subgrade Stonework. *Construction & Design For Project*, vol. 2019, no. 05, PP. 102104, doi: 10.13616/j.cnki.gcjsysj.2019.05.246.

6. **Cui Yuming, Zhang Fubao, Song Zhanping.** Application of Carbon Dioxide Blasting Technology in Tunnel Construction. *Tunnel Engineering*, vol. 2019, no. 05, 2019, PP. 254-256,.
7. **Bi M., Xing G., Ying F., Zhen-hai Z., Bei-long Z.** Study on A New Type Fracturing Tube and Safety of Carbon Dioxide Expansion Blasting. *Blasting*, vol. 2021, no. 01, PP. 25-34, doi: 10.3963/j.issn.1001-487X.2020.01.001.
8. **Caldwell T.** A Comparison of Non-Explosive Rock Breaking Techniques. *Proceedings of Materials Science*, 2005, PP. 1-7.
9. **Du Y.K., Wang R.H., Ni H.J., Li M.K., Song W.Q., Song H.F.** Determination of Rock-Breaking Performance of High-Pressure Supercritical Carbon Dioxide Jet. *Journal of Hydrodynamics*, vol. 24, no. 4, 2012, PP. 554-560, doi: 10.1016/S1001-6058(11)60277-1.
10. **Ma Hai-zhong.** Practice of Carbon dioxide Cracker Blasting Technology in Coal Mine Roadway Driving. *Shandong Coal Science and Technology*, vol. 2019, no. 2, 2019, PP. 38-40, doi: 10.3969/j.issn.1005-2801.2019.02.016.
11. **Tie Bi.** Analysis of Carbon Dioxide Pre-Cracking Technology for 80124 Fully Mechanized Face in Xinjing Mine. *Coal Mine Modernization*, vol. 2019, no. 6, 2019, PP. 160-165, doi: 10.13606/j.cnki.37-1205/td.2019.06.055.

NGHIÊN CỨU ẢNH HƯỞNG CỦA QUÁ TRÌNH XÂY DỰNG CÔNG TRÌNH ĐẾN KHU VỰC ĐỨT GÃY KIẾN TẠO SỬ DỤNG PHẦN MỀM NEDRA 3D

TS. Trần Mạnh Hùng – Trường Đại học Tài nguyên và Môi trường Hà Nội

Tóm tắt: Trong quá trình xây dựng và vận hành các công trình, việc xem xét đến các vấn đề như: Các yếu tố về địa chất, đặc điểm kết cấu của nền móng các công trình cần phải được chú trọng. Theo quy định, khi quan trắc chuyển dịch nền móng công trình việc bố trí các điểm mốc nên được thực hiện ở khoảng cách 50 - 100 m. Một số nghiên cứu chỉ ra rằng, một mảng đồng nhất nên được coi là một trường hợp đặc biệt. Trên thực tế trong quá trình xây dựng các công trình khác nhau, sự không đồng nhất của khối đất dưới dạng phân lớp cũng như sự có mặt của đứt gãy kiến tạo. Nếu không tính đến các yếu tố đó, khi xây dựng mạng lưới quan trắc chuyển dịch trong quá trình thi công và vận hành có thể dẫn đến các sai số đáng kể do sự biến dạng không đồng đều của cấu trúc gần các đứt gãy kiến tạo. Cần phải đánh giá ảnh hưởng các khu vực có đứt gãy kiến tạo, từ đó loại bỏ các nguồn sai số trong quá trình xây dựng mạng lưới quan trắc.

Từ khóa: Đứt gãy kiến tạo; mạng lưới quan trắc; nền móng; quan trắc chuyển dịch.

1 Đặt vấn đề

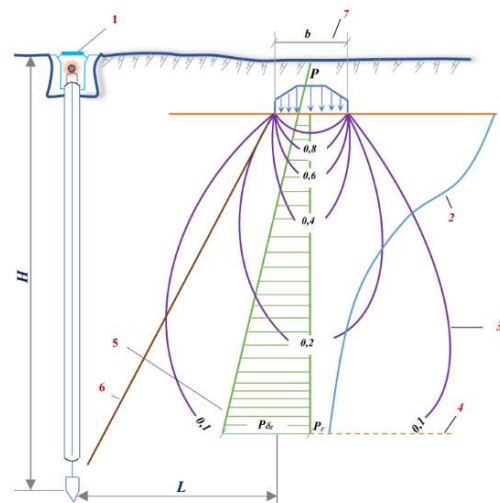
Ngày nay, cấu trúc của các công trình ngày càng trở nên đa dạng, điều đó đặt ra các yêu cầu loại bỏ các nguồn sai số trong tự nhiên. Quá trình xây dựng làm tăng áp lực lên đế móng, làm cho cấu trúc bị lún có thể ít nhiều không đồng đều tùy thuộc vào tải trọng và cấu trúc của khối đất bên dưới nền móng, đặc biệt đối với khu vực có đứt gãy kiến tạo quá trình chuyển dịch được biểu hiện rất rõ ràng. Lưới khống chế trắc địa giúp kiểm soát quá trình biến dạng nền móng công trình, ngoài ra có thể hiệu chỉnh các điểm trong mạng lưới quan trắc. Bài báo sử dụng phương pháp mô hình hóa khối đất bên dưới nền móng của công trình, từ đó đánh giá một trong các dạng bất đồng nhất của khối cấu trúc khi có và không có đứt gãy kiến tạo.

2 Phạm vi và phương pháp nghiên cứu

Ở một số nước đã tiến hành nghiên cứu, sử dụng bản đồ đứt gãy kiến tạo phục vụ cho quy hoạch, phát triển và dự báo những tai biến như Nga, Belarus và các nước khác [1, 4-5]. Tác động tiêu cực của khu vực đứt gãy kiến tạo đối với con người và môi trường sống đã được tổ chức ở các hội thảo quốc tế với sự tham gia của nhiều nhà

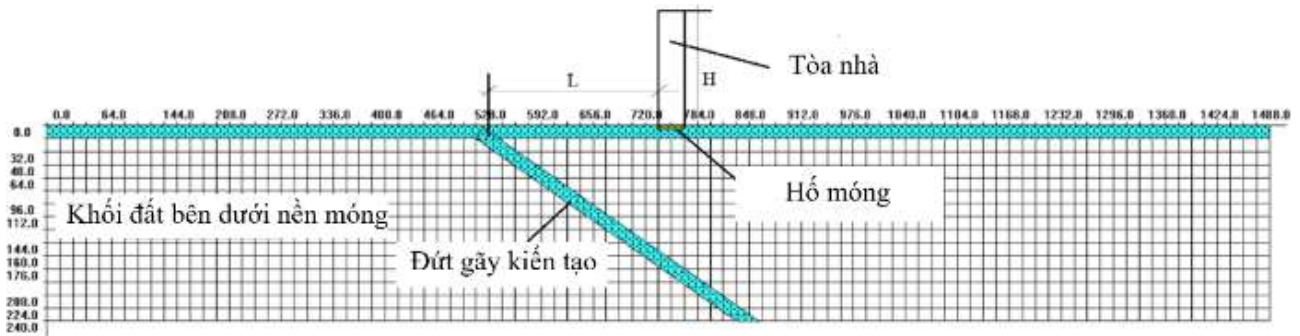
khoa học [1, 5].

Dựa trên kết quả khảo sát xây dựng, các quan trắc biến dạng của nền móng các công trình được thực hiện trong [6, 8]. Sơ đồ bố trí điểm mốc quan trắc trên mặt đất gần công trình đang xây dựng như hình 1 [8].

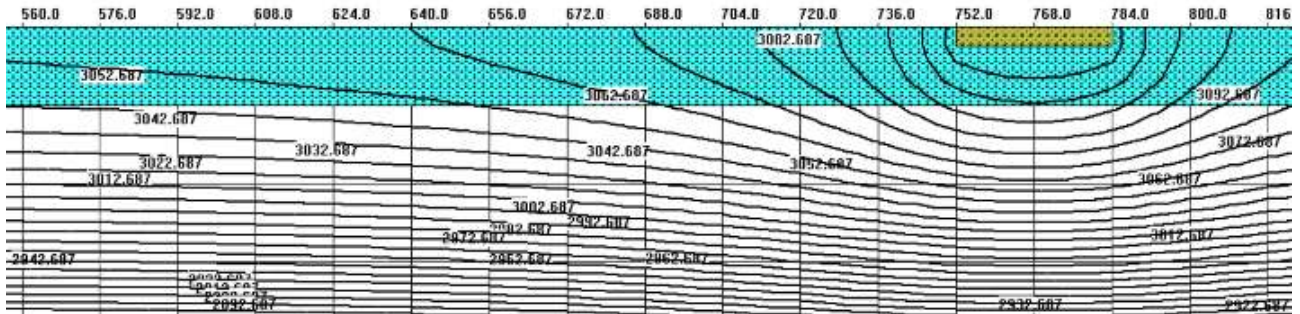


Hình 1: Khoảng cách từ mốc quan trắc đến công trình

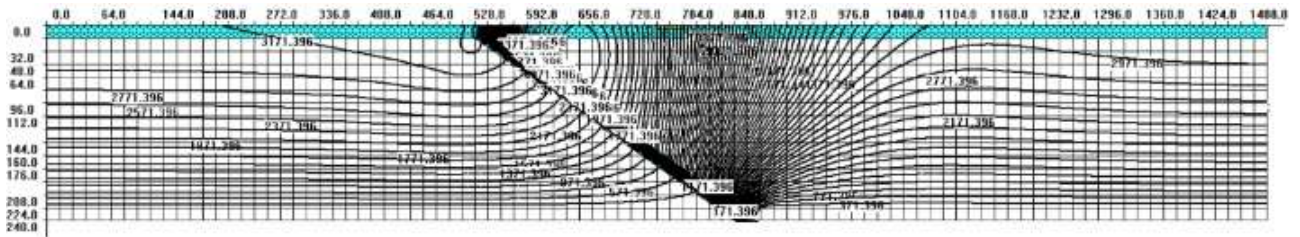
- 1 – Mốc quan trắc; 2 – Biểu đồ áp suất trong lòng đất từ nền móng; 3 – Đường đẳng áp P; 4 – Ranh giới chịu nén; 5 – Sơ đồ phân bố áp suất tự nhiên; 6 – Mặt phẳng từ nền móng; 7 – Độ rộng của nền móng



Hình 2: Mô hình cấu trúc của khối đất bên dưới nền móng có đứt gãy kiến tạo và tòa nhà



Hình 3: Mô hình lún của khối đất bên dưới nền móng trong quá trình xây dựng tòa nhà cao 100 m ($E = 120 \text{ kPa}$, $h = 4 \text{ m}$)



Hình 4: Phân bố các chuyển dịch thẳng đứng ($E = 120 \text{ kPa}$, $H = 100 \text{ m}$, $h = 4 \text{ m}$)

Theo sơ đồ trên, quy phạm [8] quy định khoảng cách tối thiểu từ mốc quan trắc đến công trình xây dựng công nghiệp và dân dụng là 50 - 100 m, đối với công trình thủy lợi là 100 - 300 m. Hiện nay, để đánh giá quá trình biến dạng có thể sử dụng một số hệ thống phần mềm [2] như: Plaxis, Phase, cosmos, ansys,... Sử dụng phương pháp phần tử hữu hạn xây dựng phần mềm NEDRA 3D [2] để đánh giá ảnh hưởng của các đới đứt gãy kiến tạo.

Trong hình 1, liên quan đến các vấn đề nêu trên cần phải tính đến ảnh hưởng của đứt gãy kiến tạo. Theo quy phạm [8], các thông số chính về đặc tính cơ học của đất quyết định khả năng chịu lực của nền móng, biến dạng của chúng là các đặc trưng cường độ và biến dạng của đất (góc nội ma

sát ϕ , lực dính C của đất, modul độ biến dạng của đất E , cường độ giới hạn chịu nén theo một trục của đất R_c).

Kết quả của việc nghiên cứu các giá trị quy chuẩn của các tham số, tính chất cơ học của đất, mô hình khối đất bên dưới nền móng đã được đưa ra, bao gồm đứt gãy kiến tạo và tòa nhà đang được xây dựng (hình 2). Trạng thái biến dạng được thể hiện trong mô hình không có đứt gãy kiến tạo và có đứt gãy kiến tạo. Quy trình so sánh bao gồm các giá trị của độ lún bề mặt trái đất theo hai mô hình: đứt gãy không có tòa nhà và có tòa nhà.

Theo kết quả các tính toán thử nghiệm và phân tích các kết quả nghiên cứu [1, 4-5, 8], các tham số của mô hình đã được xác định: Chiều dài

1.500 m, độ dày của khối đất bên dưới nền móng 240 m. Tại các biên đàn hồi dẻo của bài toán trạng thái ứng suất - biến dạng, các điều kiện sau được chấp nhận: Biên trên không chịu tải, biên dưới được cố định, không có các chuyển động ngang ở các bên. Các thông số của đứt gãy: Góc nghiêng (α) thay đổi từ 30° đến 90° , chiều rộng của đứt gãy 16 m, modul đàn hồi 1 MPa, khối đất bên dưới nền móng (E) thay đổi từ 1 - 120 MPa.

Các tòa nhà có chiều cao $H = 20$ m, 50 m và 100 m, tương ứng với các tòa nhà 6, 20 và 40 tầng. Chiều rộng của đối tượng được mô hình hóa (a) được giả định là 48 m. Tải trọng tác dụng lên đất được xác định bởi trọng lượng của tòa nhà, có tính đến trọng lượng của đất đã loại bỏ (hố móng). Khối lượng riêng của đất (γ) trung bình là $1,5 \text{ t/m}^3$. Với độ sâu hố móng (h) là 4 m, khối lượng riêng sẽ là 6 t/m^3 , với $8 \text{ m} - 12 \text{ t/m}^3$ và với $16 \text{ m} - 24 \text{ t/m}^3$.

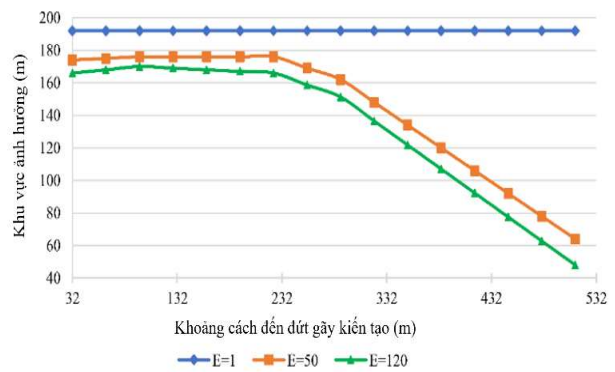
Trên hình 3 cho thấy, mô hình sụt lún của khối đất bên dưới nền móng (đường đẳng trị của các chuyển dịch thẳng đứng tương đối, mm) trong quá trình xây dựng tòa nhà cao 100 m. Trong trường hợp này, $h = 4$ m, $E = 120 \text{ kPa}$. Mô hình không có đứt gãy.

Từ hình 3, chuyển dịch từ áp lực của tòa nhà là khoảng 170 mm trên ranh giới của mô hình chuyển dịch, chúng tương ứng với những chuyển dịch tồn tại trong mảng không có tòa nhà là 3.052 mm. Dưới tòa nhà, sự dịch chuyển là 3.122 mm. Sự khác biệt giữa các giá trị này phản ánh mức độ ảnh hưởng của công trình được xây dựng. Phân phối chuyển dịch và ứng suất tương tự trong hướng dẫn [6]. Từ sự phân bố của các chuyển dịch thẳng đứng, có thể thấy rằng cường độ ảnh hưởng xấp xỉ với các giá trị tiêu chuẩn (50 - 100 m). Như vậy, vấn đề này cần được nghiên cứu sâu hơn, có tính đến việc đánh giá các yếu tố như trọng lượng của vật thể, đặc tính cơ lý của đất, sự hiện diện của đứt gãy.

Hình ảnh về sự phân bố các chuyển dịch thẳng đứng trong mô hình có tính đến đứt gãy,

được hiển thị trong hình 4.

Ở hình 3 và 4 có thể thấy rằng, với sự hiện diện của đứt gãy dẫn đến sự gia tăng các chuyển dịch lên tới vài m. Sự khác biệt chỉ giới hạn ở mặt treo của đứt gãy, còn ở mặt nằm nghiêng (bên trái của đứt gãy) sự khác biệt không quá lớn. Từ mô hình và so sánh cho thấy chuyển dịch đối với trường hợp có và không có tòa nhà lệch nhau không quá 300 mm. Dựa trên kết quả mô hình có thể vẽ đồ thị các vùng ảnh hưởng từ công trình đang thi công. Sự phụ thuộc của kích thước các vùng ảnh hưởng (S) của tòa nhà đang xây dựng vào khoảng cách đến đứt gãy tại $\alpha = 35^\circ$, $H = 50$ m, $h = 4$ m được thể hiện trong hình 5. Kết quả tính toán được tổng hợp trong bảng 1.



Hình 5: Sự phụ thuộc của kích thước vùng ảnh hưởng của tòa nhà đến đứt gãy ($\alpha = 35^\circ$, $H = 50$ m, $h = 4$ m)

Bảng 1: Kích thước của khu vực ảnh hưởng của tòa nhà, có tính đến đứt gãy

Khoảng cách từ đối tượng đang được xây dựng đến đứt gãy															E, MPa	
32	64	96	128	160	192	224	256	288	320	352	384	416	448	480	512	
$\alpha = 35^\circ, h = 4 \text{ m}, H = 100 \text{ m}$																
216	216	216	216	216	216	216	216	216	216	216	216	216	216	216	216	1
216	216	216	216	216	216	216	212	209	202	195	188	180	173	166	159	50
216	216	216	216	216	216	216	210	203	190	177	164	151	138	125	112	120
$\alpha = 67^\circ, h = 4 \text{ m}, H = 100 \text{ m}$																
192	192	192	192	192	192	192	192	192	192	192	192	192	192	192	192	1
164	162	160	150	140	130	120	113	107	93	80	66	50	33	17	0	50
146	143	140	133	125	118	110	102	95	79	64	48	34	20	0	0	120
$\alpha = 90^\circ, h = 4 \text{ m}, H = 100 \text{ m}$																
192	192	192	192	192	192	192	192	192	192	192	192	192	192	192	192	1
140	130	120	108	95	83	70	58	45	20	10	10	0	0	0	0	50
120	110	100	88	75	63	50	30	10	0	0	0	0	0	0	0	120

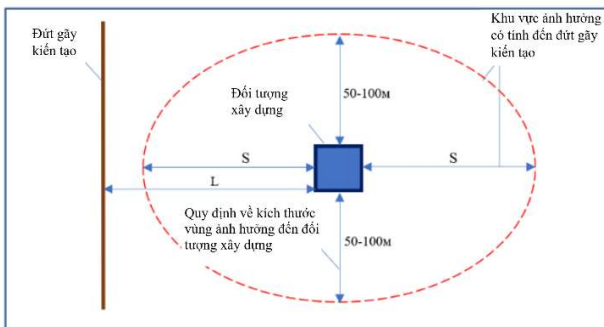
3 Kết quả nghiên cứu

Từ bảng 1 có thể thấy rằng, các tham số của vùng ảnh hưởng ($S_0 \approx 50 - 100$ m [6, 8]) bị vượt

đáng kể khi có đứt gãy. Tại $E = 1$ (giá trị nhỏ nhất của tham số, bảng 1), modul đàn hồi của hệ tầng bằng với modul đàn hồi thông thường của đứt gãy và khối đất bên dưới nền móng có được các đặc tính của một khối đồng nhất. Trong trường hợp này, kích thước của vùng ổn định, được biểu thị trong hình 5 và bảng 1.

4 Kết luận

Như vậy, rõ ràng phải tính đến đứt gãy kiến tạo khi thực hiện công việc của trắc địa. Câu hỏi đặt ra là làm thế nào để tính đến chúng? Theo [9], cần phải tiến hành công tác địa chất để xác định đứt gãy. Theo [7], công tác quan trắc chuyển dịch bề mặt trái đất nên được thực hiện trong các khu vực phát triển của chuyển dịch kiến tạo. Các tài liệu được trích dẫn nhấn mạnh sự cần thiết phải tính đến đứt gãy kiến tạo.



Hình 6: Vùng ảnh hưởng, có tính đến đứt gãy kiến tạo của bề mặt trái đất

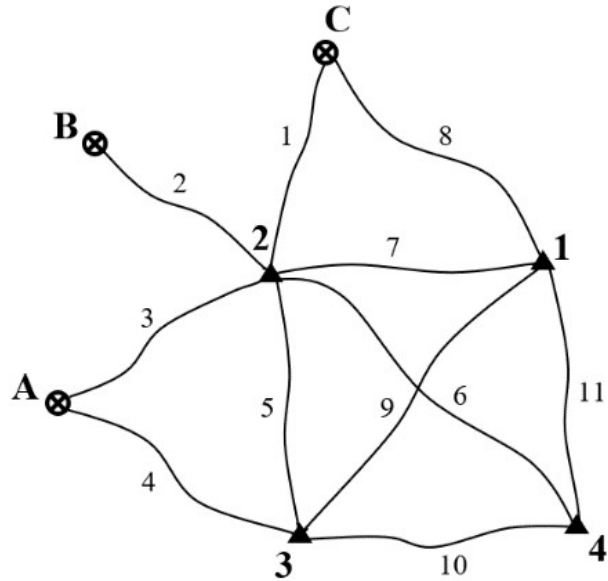
Trong đó: S – khoảng cách từ đối tượng đến vùng ảnh hưởng có tính đến đứt gãy; L – khoảng cách từ đối tượng đến đứt gãy.

Như vậy, khi có mặt của đứt gãy kiến tạo cần tiến hành quan trắc các chuyển dịch của bề mặt trái đất. Trong trường hợp này, có thể tiến hành quan trắc theo hai cách. Thứ nhất, bố trí sơ đồ lưới quan trắc theo cách truyền thống với ba điểm góc ban đầu, tuy nhiên chúng phải được đặt phía sau vùng ảnh hưởng (hình 6). Thứ hai, có thể sử dụng mạng lưới tự do để quan trắc [3].

Theo kết quả của những đánh giá này, trong trường hợp phát hiện ra sự chuyển dịch của bề mặt trái đất, cần phải hiệu chỉnh mạng lưới quan trắc. Cần lưu ý rằng [7], lưới khống chế tại công

trường hoặc gần công trường phải được xây dựng dưới dạng một mạng lưới, các điểm lưới được cố định bằng các mốc ở những nơi đảm bảo an toàn trong toàn bộ thời gian thi công.

Sơ đồ lưới khống chế độ cao được hiển thị trong hình 7. Sơ đồ hiển thị ba điểm góc ban đầu (A, B, C) và bốn điểm cần xác định (1 - 4). Đo cao hạng 3 với sai số $\sigma = 5 \text{ mm/km}$.



Hình 7: Sơ đồ lưới khống chế độ cao

Bảng 2: Hệ số ma trận trong Mathcad

STT	S	H	h	h	A				h_izm	L	X
1	92.886	194.961	$H_7 - H_2$	2.234	0	1	0	0	2.238	-0.004	0.001
2	111.178	193.414	$H_6 - H_2$	-1.165	0	1	0	0	-1.16	-0.005	0.002
3	102.726	193.911	$H_5 - H_2$	1.563	0	1	0	0	1.566	-0.003	-0.001
4	112.201	194.601	$H_5 - H_3$	1.066	0	0	1	0	1.061	0.005	-0.003
5	104.961	194.977	$H_2 - H_3$	-0.497	0	-1	1	0	-0.497	0	
6	103.414	192.249	$H_2 - H_4$	-1.187	0	-1	0	1	-1.191	0.004	
7	123.911	195.648	$H_2 - H_1$	-1.547	1	-1	0	0	-1.544	-0.003	
8	104.601		$H_7 - H_1$	0.687	1	0	0	0	0.686	0.001	
9	154.977		$H_1 - H_5$	1.05	-1	0	1	0	1.047	0.003	
10	142.249		$H_1 - H_4$	-0.69	0	0	-1	1	-0.694	0.004	
11	106.648		$H_1 - H_4$	0.36	-1	0	0	1	0.357	0.003	

Hệ phương trình có dạng:

$$AX + L = V \tag{1}$$

Ở đây: A – ma trận hệ số; X – vector hiệu chỉnh cho các điểm của mạng lưới độ cao; L – vector số hạng tự do, V – vector số hiệu chỉnh.

Vector của các số hạng tự do L được hình thành theo dữ liệu đã biết: $L = h - h_{izm}$, trong đó: h – độ cao gần đúng của các điểm trong mạng lưới, h_{izm} – độ cao đo được.

Mô hình hóa các phép đo: Kết quả đo cao được mô hình hóa bằng hàm Mathcad: $rnorm$ trong phạm vi $i := 1..11$, lúc đó

$h_{izm_i} = rnorm\left(1, h_i, \frac{\sigma}{1000}\right)$. $rnorm$ – giá trị tiêu chuẩn được phân bố với kỳ vọng toán học đã quy định h_i và sai số trung phương, $h_{izm_1} = (2.238)$.

Tính ma trận hiệp phương sai (K), sai số đo:

$$i: = 1..11 \quad K_{i,i} = \sigma^2 \cdot \sqrt{\frac{S_i}{1000}} \quad (2)$$

Ma trận trọng số (P):

$$P = \sigma^2 \cdot K^{-1} \quad (3)$$

Ma trận (N):

$$N = A^T \cdot P \cdot A \quad (4)$$

Ma trận hiệp phương sai của sai số đo (Kx):

$$Kx = \sigma^2 \cdot N^{-1} \quad (5)$$

Xác định vectơ hiệu chỉnh X (m):

$$X = -N^{-1} \cdot A^T \cdot P \cdot L \quad (6)$$

Như vậy, các giá trị hiệu chỉnh của các điểm từ 1 - 4 sẽ là các giá trị như sau: 194.602; 194.978, 192.248, 195.645. Việc đánh giá, dự báo biến dạng bề mặt trái đất được thực hiện với điều kiện khối cấu trúc không có đứt gãy kiến tạo. Đối với những khu vực có đứt gãy kiến tạo cách tính được thực hiện như trên, trong trường hợp này cần phải hiệu chỉnh độ cao cho các điểm quan trắc. Nên đo đạc và kiểm tra các mốc quan trắc trong quá trình xây dựng ít nhất hai lần trong năm [7]. Trong các điều kiện của đứt gãy kiến tạo, cần thực hiện việc kiểm tra, đo đạc bổ sung khi công trình được xây dựng [3].

TÀI LIỆU THAM KHẢO

1. Батугин А.С., Головки И.В., Семенов В.А., Мусина В.Р., Мухитдинов Ш.Р. Оценка ширины зон влияния границ блоков по данным проявления техногенной сейсмичности в горнопромышленном районе Кузбасса. *Горный информационно-аналитический бюллетень (научно-технический журнал)*. 2015. № 7. С. 211-214.
2. Мустафин М.Г., Грищенко Е.Н, Юнес Ж.А., Худяков Г.И. Современное маркшейдерско-геодезическое обеспечение эксплуатации горных предприятий // *Известия ТулГУ. Науки о Земле*. 2017. Вып. 4. С. 190-203.
3. Нгуен Х.В., Мустафин М.Г. Анализ и пути развития методов оценки устойчивости опорных реперов при наблюдениях за оседаниями земной поверхности. *Естественные и технические науки*. 2017. № 5 (107). С. 89-96
4. Дашко Р.Э. Особенности инженерно-геологических условий Санкт-Петербурга / Р.Э. Дашко, О.Ю. Александрова, П.В. Котюков, А.В. Шидловская // *СПГГУ, №1/2011, 47с.*
5. Разломы района Игналинской АЭС / И. Юкняпис [и др.] // *Проблемы экологической геологии в Прибалтике и Белоруссии*. Вильнюс, 1990. С. 194-197.
6. Руководство по наблюдениям за деформациями оснований и фундаментов зданий и сооружений (М., Стройиздат, 1975. 156 с. (Науч.-исслед. ин-т оснований и подземных сооружений им. Н. М. Герсеванова Госстроя СССР, Гос. проектный ин-т Фундаментпроект Минмонтажспецстроя СССР).
7. СП 47.13330.2016. Инженерные изыскания для строительства. Основные положения. *Актуализированная редакция СНиП 11-02-96*.
8. ГОСТ 24846-81. Грунты методы измерения деформаций оснований зданий и сооружений. Основания зданий и сооружений. *СНиП 2.02.01-83. Москва 1995*.
9. ГОСТ 32868-2014. Дороги автомобильные общего пользования. Требования к проведению инженерно-геологических изысканий.

XÂY DỰNG CÔNG CỤ THEO DÕI NHIỆT ĐỘ BỀ MẶT BẰNG LẬP TRÌNH GIS SỬ DỤNG CHUỖI ẢNH LANDSAT

*Nguyễn Trọng Nhân, Tô Nguyễn Nhật Khôi, Lê Thiên Bảo
Trường Đại học Tài nguyên và Môi trường TP. Hồ Chí Minh*

Tóm tắt: Phát triển đô thị hoá đã đẩy nhanh sự mở rộng diện tích của bề mặt không thấm và gián tiếp gây ra sự gia tăng sức nóng của môi trường nhiệt tại khu vực đô thị tỉnh Bình Dương. Để theo dõi sự biến đổi của môi trường nhiệt, bài báo xây dựng công cụ tự động tính toán chỉ số nhiệt độ bề mặt LST (Land Surface Temperature) trên kênh hồng ngoại nhiệt của ảnh Landsat giai đoạn 1995-2024 bằng ngôn ngữ lập trình Python và thư viện ArcPy của phần mềm ArcMap. Kết quả nghiên cứu cho thấy, nhiệt độ bề mặt tại tỉnh Bình Dương có xu hướng gia tăng với nhiệt độ trung bình toàn tỉnh tại các thời điểm thu nhận dữ liệu đã tăng 4,5 °C từ năm 1995 (28,5 °C) đến năm 2024 (33 °C) và nhiệt độ cao chủ yếu phân bố tập trung ở các khu đô thị, khu công nghiệp của các thành phố lớn nhỏ như TP. Thủ Dầu Một, TP. Dĩ An, TP. Thuận An, TP. Tân Uyên hay thị xã Bến Cát và huyện Bàu Bàng. Đồng thời, độ tin cậy của công cụ được đánh giá cao với hệ số xác định R^2 gần xấp xỉ 1 và sai số rất thấp $RMSE < 0,15$ khi so sánh với kết quả tính toán giá trị nhiệt bằng Google Earth Engine. Qua đó, chứng minh tính hiệu quả của công cụ có khả năng phân tích dữ liệu viễn thám góp phần tính toán nhanh chóng nhiệt độ bề mặt trên ảnh quang học qua nhiều thời điểm đã góp phần hỗ trợ công tác theo dõi môi trường nhiệt nói chung và quản lý tài nguyên môi trường nói riêng trong bối cảnh biến đổi khí hậu hiện nay.

Từ khóa: Công cụ; GIS, Landsat; môi trường nhiệt; nhiệt độ bề mặt.

1 Giới thiệu

Bình Dương là một tỉnh thuộc miền Đông Nam Bộ, nằm trong vùng kinh tế trọng điểm phía Nam, được mệnh danh là thủ phủ các khu công nghiệp lớn nhỏ của Việt Nam. Tốc độ đô thị hoá của Bình Dương tăng cao trong những năm qua với xu hướng phát triển kinh tế theo hướng công nghiệp hoá, hiện đại hoá thúc đẩy mở rộng quy mô các khu công nghiệp làm cho diện tích bề mặt không thấm tăng nhanh nhưng đã tác động trực tiếp đến môi trường nhiệt, gây mất cân bằng sinh thái và cảnh quan đô thị [1]. Đây được xem như là vấn đề cấp bách đáng được quan tâm và nghiên cứu trong bối cảnh biến đổi khí hậu hiện nay. Hầu hết mỗi tỉnh thành đều đầu tư xây dựng các trạm quan trắc mặt đất cung cấp thông tin về giá trị nhiệt độ, lượng mưa, độ ẩm, nồng độ bụi, ... nhưng chi phí cao chỉ phản ánh trong phạm vi cục bộ, không chính xác khi nội suy không gian cho khu vực rộng lớn [2]. Thay vào đó, công nghệ

viễn thám với dữ liệu đa phổ, đa thời gian có khả năng giám sát các đối tượng trên bề mặt Trái Đất, trong đó nhiệt độ bề mặt cũng được giám sát thông qua kênh hồng ngoại nhiệt. Nhiều nhà khoa học trong và ngoài nước [1-5] đã nghiên cứu tiếp cận phương pháp tính toán chỉ số nhiệt độ bề mặt LST trên ảnh quang học để giám sát sự thay đổi của môi trường nhiệt. Chỉ số nhiệt độ bề mặt đất LST là một chỉ số được dùng để đo lường nhiệt độ của bề mặt đất Trái đất và được xác định dựa vào năng lượng phát ra từ mỗi vật thể thu nhận trên kênh nhiệt của ảnh quang học [2]. Diễn hình tại Bangkok, Thái Lan môi trường nhiệt được theo dõi bằng chỉ số nhiệt độ bề mặt LST trên ảnh Landsat 7 giúp đánh giá mức độ đảo nhiệt đô thị [3]. Tại các thành phố lớn ở Denpasar, Bali của Indonesia, quá trình đô thị hoá cao nhưng độ che phủ không gian xanh thu hẹp làm cho nhiệt độ nóng lên hầu hết tại các khu vực đô thị của thành phố và được giám sát bằng phương pháp

phân tích Global Moran's và Local Indicator of Spatial Association (LISA) để xác định tương quan nghịch giữa không gian xanh đô thị và đảo nhiệt đô thị trên ảnh Landsat 8 [4]. Mặt khác, môi trường nhiệt tăng lên không chỉ do bức xạ nhiệt từ mặt trời mà còn do các hoạt động sản xuất công nghiệp, phương tiện giao thông và sinh hoạt của con người, điều này được minh chứng nhờ vào nghiên cứu [5] sử dụng ảnh Landsat để tính toán nhiệt độ bề mặt với giá trị nhiệt độ khá cao vào mùa hè - đông và thấp vào mùa xuân - thu tại thành phố Nagoya, Nhật Bản. Tại hầu hết các tỉnh thành lớn nhỏ của Việt Nam đều chịu ảnh hưởng khá nghiêm trọng dưới tác động của biến đổi khí hậu, điển hình sự mở rộng diện tích môi trường nhiệt ra vùng ngoại ô tại TP. Hồ Chí Minh qua xác định hiện tượng đảo nhiệt đô thị từ kênh hồng ngoại nhiệt trên ảnh Landsat [6]. Tỷ lệ diện tích lớp phủ công trình xây dựng tăng cũng góp phần gia tăng môi trường nhiệt, điều này cũng được làm rõ thông qua nghiên cứu tính toán chỉ số nhiệt độ bề mặt LST trên nền tảng điện toán đám mây Google Earth Engine và phân loại lớp phủ bề mặt của tỉnh Quảng Ngãi với kết quả cho thấy nhiệt độ cao chủ yếu phân bố tại các khu vực có nhiều công trình xây dựng như nhà ở, khu đô thị, khu công nghiệp và kể cả đất trống [7]. Sự thay đổi lớp phủ bề mặt theo không gian và thời gian là một trong những nguyên nhân tiêu cực ảnh hưởng trực tiếp đến môi trường nhiệt thông qua tính toán chỉ số LST thực nghiệm tại TP. Thủ Dầu Một, tỉnh Bình Dương từ năm 1998 đến 2015 [1].

Qua những kết quả của các nghiên cứu trên cho thấy, chỉ số nhiệt độ bề mặt LST thích hợp sử dụng trong công tác theo dõi môi trường nhiệt bằng tư liệu viễn thám. Đây là cơ sở lý thuyết được chọn để bài báo thực hiện với mục tiêu là xây dựng công cụ theo dõi môi trường nhiệt tại tỉnh Bình Dương bằng ngôn ngữ lập trình Python

để xử lý chuỗi ảnh Landsat giai đoạn 1995 - 2024 qua 4 thời điểm nhằm xác định nhanh chóng thành lập bản đồ nhiệt và đánh giá xu hướng biến đổi của nhiệt độ bề mặt. Bên cạnh đó, đề tài còn sử dụng nền tảng điện toán đám mây Google Earth Engine tính toán chỉ số nhiệt độ bề mặt LST qua 4 thời điểm tương ứng nhằm so sánh kết quả tính toán của công cụ bằng cách đánh giá hệ số xác định R^2 và căn bậc hai của sai số toàn phương trung bình (RMSE – Root Mean Square Error). Thêm vào đó, nghiên cứu [7] đã chứng minh Google Earth Engine khả năng xử lý phân tích ảnh vệ tinh, điển hình trong việc trích xuất nhiệt độ từ kênh nhiệt trên ảnh vệ tinh Landsat nhằm theo dõi hiện tượng đảo nhiệt đô thị.

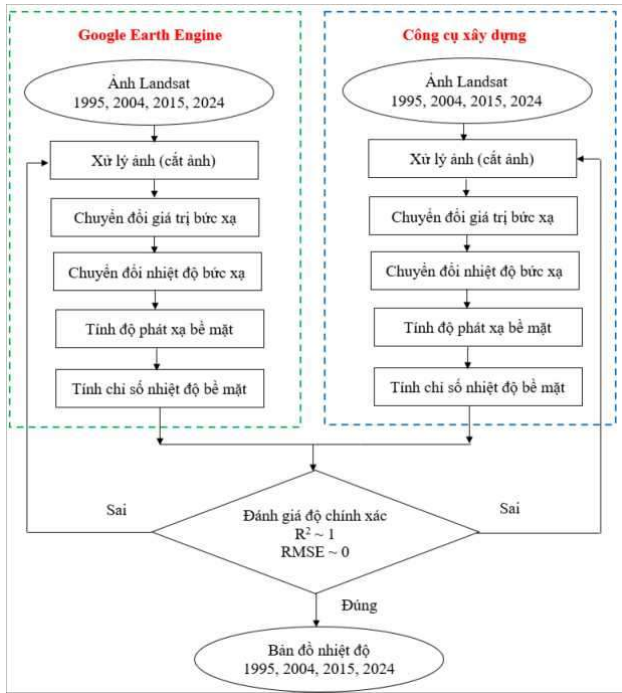
2 Phương pháp nghiên cứu

Nghiên cứu này sử dụng kênh hồng ngoại nhiệt, kênh đỏ, kênh cận hồng ngoại của ảnh quang học Landsat 5, Landsat 8 và Landsat 9 ở mức độ thô (Raw Scenes) có độ phân giải không gian 30 m được thu thập vào mùa khô tại 4 thời điểm 1995, 2004, 2015 và 2024 (Bảng 1) với độ phủ mây dưới 5% được cung cấp tổ chức USGS (United States Geological Survey).

Bảng 1. Thông tin thu thập ảnh Landsat

Thời gian	ID ảnh	Loại vệ tinh
02/02/1995	LANDSAT/LT05/C02/T1/LT05_125052_19950202	Landsat 5
11/02/2004	LANDSAT/LT05/C02/T1/LT05_125052_20040211	Landsat 5
09/02/2015	LANDSAT/LC08/C02/T1/LC08_125052_20150209	Landsat 8
10/02/2024	LANDSAT/LC09/C02/T1/LC09_125052_20240210	Landsat 9

Để theo dõi môi trường nhiệt một cách nhanh chóng và đảm bảo độ tin cậy, các tác giả tiến hành xây dựng công cụ tính toán chỉ số nhiệt độ bề mặt LST bằng ngôn ngữ lập trình Python chạy trên phần mềm ArcMap và đồng thời cũng sử dụng ngôn ngữ lập trình JavaScript tính LST trên nền tảng Google Earth Engine nhằm thực hiện đánh giá độ chính xác (Hình 1).



Hình 1: Quy trình thực hiện

Dựa vào nguồn năng lượng phản xạ từ vật thể trên bề mặt Trái đất được bộ cảm biến thu nhận trong dải hồng ngoại nhiệt giúp xác định nhiệt độ bề mặt trên ảnh vệ tinh [2]. Chỉ số nhiệt độ bề mặt LST được tính toán thông qua những bước sau [2,7]:

- *Bước 1:* Chuyển đổi giá trị DN (Digital Number) sang giá trị năng lượng bức xạ. Đối với Landsat 5, giá trị bức xạ được xác định bằng công thức (1) với $L\lambda_{MAX}$, $L\lambda_{MIN}$ là giá trị năng lượng bức xạ tương ứng với $QCAL_{MAX}$, $QCAL_{MIN}$; $QCAL$ là giá trị bức xạ đã được hiệu chỉnh dưới dạng số nguyên; $QCAL_{MAX}$, $QCAL_{MIN}$ là giá trị bức xạ lớn nhất và nhỏ nhất đã được hiệu chỉnh dưới dạng số nguyên. Đối với Landsat 8, giá trị bức xạ được xác định bằng công thức (2) với M_L là giá trị năng lượng bức xạ mở rộng; A_L là hằng số hiệu chỉnh.

$$L\lambda = ((L\lambda_{MAX} - L\lambda_{MIN}) / (QCAL_{MAX} - QCAL_{MIN})) \times (QCAL - QCAL_{MIN}) + L\lambda_{MIN} \quad (1)$$

$$L\lambda = M_L \cdot QCAL + A_L \quad (2)$$

- *Bước 2:* Chuyển đổi giá trị bức xạ sang nhiệt độ bức xạ (Brightness Temperature) theo

công thức Planck (3). Trong đó: T_B là giá trị nhiệt độ chiếu sáng (°K); $K1$, $K2$ là hằng số hiệu chỉnh đối với kênh hồng ngoại nhiệt của ảnh vệ tinh.

$$T_B = \frac{K2}{\ln\left(\frac{K1}{L\lambda} + 1\right)} \quad (3)$$

- *Bước 3:* Tính độ phát xạ bề mặt theo công thức (4) với độ phát xạ của các bề mặt tự nhiên trên Trái đất phụ thuộc vào từng loại thảm phủ và có thể thay đổi theo đặc tính của lớp phủ đất và thực vật.

$$\epsilon = f_v \cdot \epsilon_{thuc\ vat} + (1 - f_v) \cdot \epsilon_{dat\ trong} \quad (4)$$

Trong đó: $\epsilon_{thuc\ vat} = 0,97$ là độ phát xạ của thực vật và $\epsilon_{dat\ trong} = 0,96$ là độ phát xạ của đất trống [2]; f_v là hợp phần thực vật (Fractional Vegetation) được tính theo NDVI tương quan với các ngưỡng giá trị NDVI của đất trống và NDVI của thực vật (5).

$$f_v = \left(\frac{NDVI - NDVI_{dat}}{NDVI_{thuc\ vat} - NDVI_{dat}} \right)^2 \quad (5)$$

- *Bước 4:* Tính nhiệt độ bề mặt LST dựa vào nhiệt độ chiếu sáng có ảnh hưởng của độ phát xạ để xác định nhiệt độ bề mặt trên ảnh vệ tinh (6). Trong đó: LST là giá trị nhiệt độ bề mặt (°C); T_B là giá trị nhiệt độ chiếu sáng (°K); λ là bước sóng của bức xạ phát ra; ϵ là độ phát xạ bề mặt; $\rho = (h.c)/K = 1,438.10^{-2}$ mK (với h là hằng số Planck; c là vận tốc ánh sáng; k là hằng số Boltzman).

$$LST = \frac{T_B}{1 + \frac{\lambda \cdot T_B}{\rho \ln \epsilon}} - 273,15 \quad (6)$$

Để thực hiện tính toán nhanh chóng chỉ số nhiệt độ trên ảnh vệ tinh và theo dõi thường xuyên môi trường nhiệt, các tác giả tiến hành xây dựng công cụ tự động bằng ngôn ngữ lập trình Python và tích hợp thư viện ArcPy trong phần mềm ArcMap 10.8. ArcPy là một thư viện cung cấp nhiều tính năng xử lý tự động như phân tích dữ liệu không gian địa lý (Vector) và kể cả dữ liệu viễn thám (Raster). Phần mềm soạn thảo PythonWin có tích hợp với thư viện ArcPy được

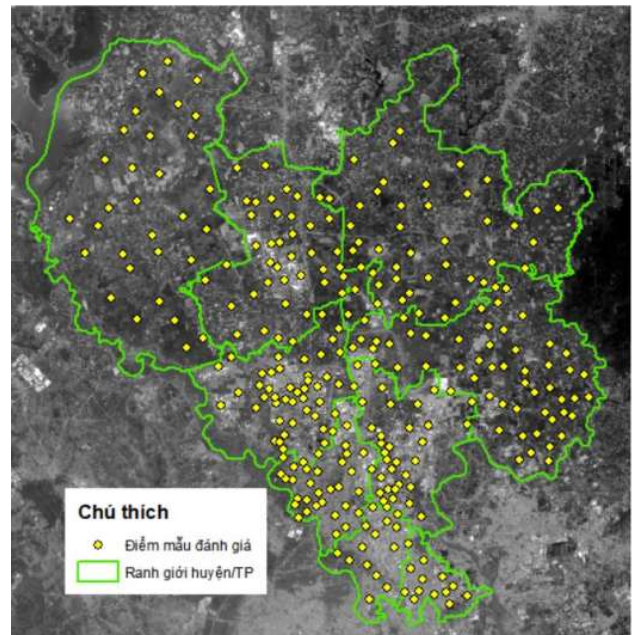
sử dụng để hỗ trợ người dùng trong việc xử lý và phân tích dữ liệu bằng các hàm/module có sẵn. Sau đó, công cụ sẽ được lưu trữ vào hộp Toolbox.tbx bao gồm đặt tên, đường dẫn đến Script và thiết lập thông số cho dữ liệu đầu vào và đầu ra tương ứng theo kiểu dữ liệu mặc định. Cuối cùng kiểm tra công cụ bằng cách thực nghiệm và có thể thêm công cụ lên thanh menu bar hoặc ArcToolbox để lưu công cụ [8]. Cụ thể trong bài báo này đã sử dụng một số hàm/module và được thực hiện theo các bước sau (Bảng 2).

Bảng 2: Hàm phân tích dữ liệu

Bước thực hiện	Hàm xử lý
1. Nhập dữ liệu đầu vào: kênh đỏ, cận hồng ngoại, kênh nhiệt và ranh giới khu vực nghiên cứu	GetParameterAsText (<i>index</i>)
2. Cắt các kênh phổ theo ranh giới	gp.ExtractByMask sa (<i>in raster, in mask data, out raster</i>)
3. Thực hiện các phép toán đại số theo 4 bước tính chỉ số nhiệt độ bề mặt	Lập trình Python với các phép tính đại số: cộng, trừ, nhân, chia
4. Xuất kết quả bề mặt nhiệt độ	GetParameterAsText (<i>index</i>)
5. Tái phân nhóm theo khoảng chia nhiệt độ bề mặt	gp.Reclassify sa (<i>in raster, reclassfield, remap, reclassify</i>)

Bên cạnh đó, bài báo còn sử dụng ngôn ngữ lập trình JavaScript để tính toán chỉ số nhiệt độ bề mặt trên ứng dụng Google Earth Engine (GEE) là một nền tảng tiên tiến dựa vào điện toán đám mây có chức năng xử lý, phân tích ảnh vệ tinh một cách mạnh mẽ [9]. Qua đó, các tác giả tiến hành chọn 300 điểm ngẫu nhiên phân bố đều ranh giới tỉnh Bình Dương (Hình 2) với diện tích tự nhiên khá lớn 2.694,43 km² [10] và đồng thời trích xuất giá trị nhiệt từ kết quả tính toán LST của công cụ và kết quả tính toán LST của Google Earth Engine qua 4 thời điểm. Mặt khác, khảo sát với số lượng lớn điểm mẫu sẽ quyết định đến chất lượng trong việc đánh giá mô hình không gian giữa 2 phương pháp bởi tập dữ liệu mẫu chứa nhiều cặp giá trị nhiệt độ khác nhau nhằm đảm bảo tính phân hoá về mặt định lượng giá trị cũng

như tính bao quát về mặt định vị. Để đánh giá độ chính xác cho công cụ, bài báo sử dụng hệ số xác định R² là một trong những chỉ số thống kê để đánh giá chất lượng mô hình không gian. Giá trị R² nằm trong khoảng (0;1) càng về gần giá trị 1 chứng tỏ thuật toán có độ tin cậy cao. Ngoài ra, căn bậc hai của sai số toàn phương trung bình (RMSE – Root Mean Square Error) còn được sử dụng để đánh giá về giá trị sai lệch giữa 2 tập dữ liệu nhiệt độ bề mặt [8].



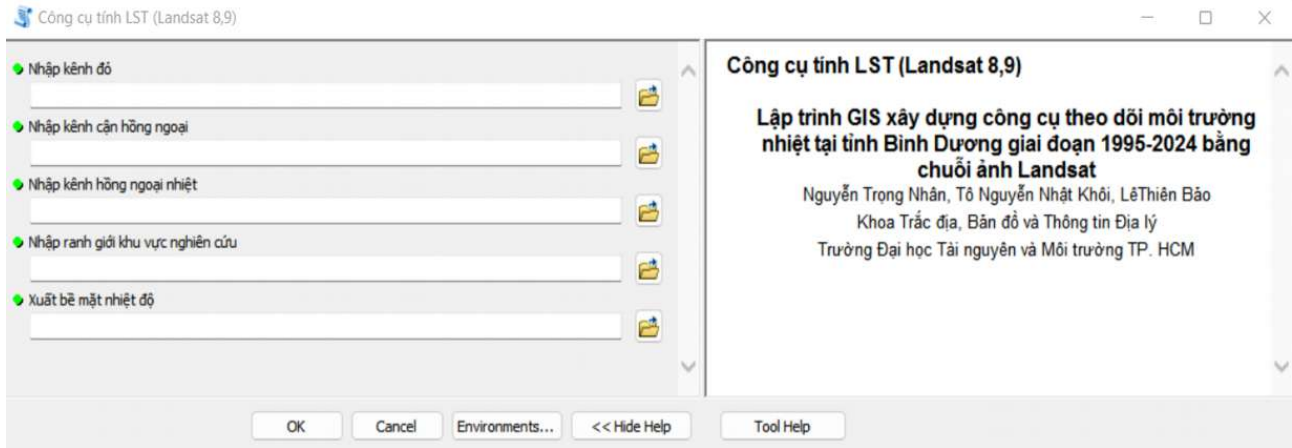
Hình 2: Sơ đồ vị trí điểm mẫu đánh giá

3 Kết quả nghiên cứu và thảo luận

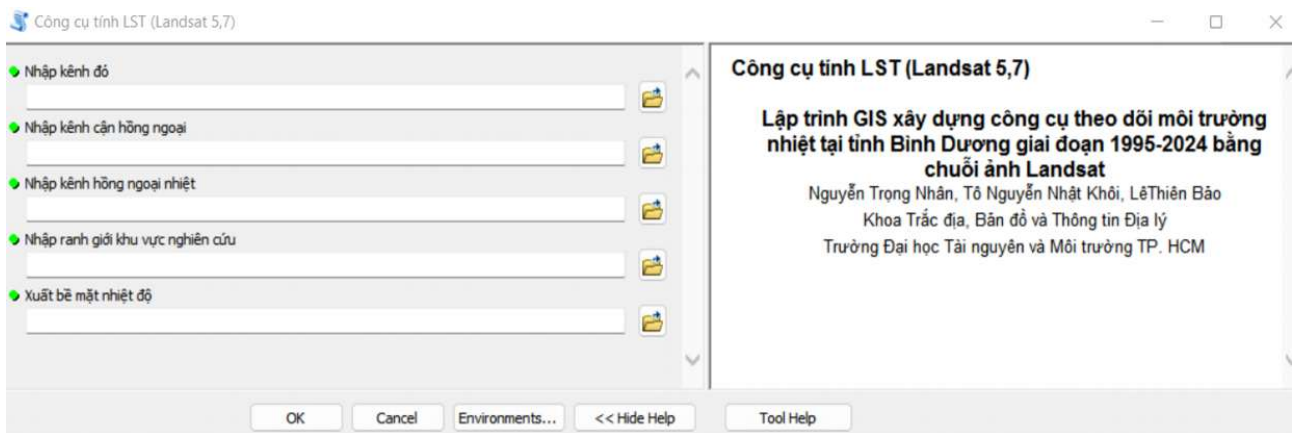
3.1 Kết quả nghiên cứu

3.1.1 Kết quả xây dựng công cụ theo dõi môi trường nhiệt

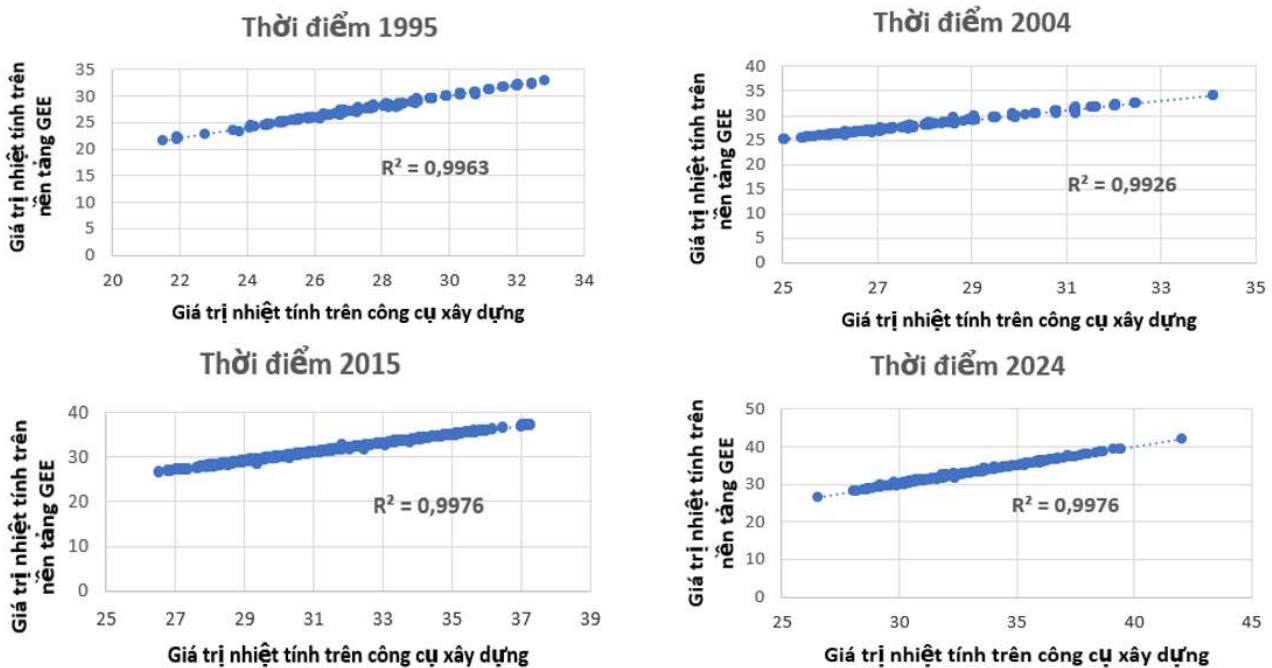
Với sự hỗ trợ của ngôn ngữ lập trình Python và thư viện ArcPy trong phần mềm ArcMap, các tác giả đã xây dựng công cụ cho phép tính toán chỉ số nhiệt độ bề mặt trên ảnh vệ tinh một cách tự động và nhanh chóng. Đồng thời hỗ trợ phân vùng môi trường nhiệt theo các khoảng chia nhưng để trực quan hoá giá trị nhiệt qua các thời điểm có giá trị nhỏ nhất và lớn nhất khác nhau, bài báo đã tái phân nhóm bằng cụ Symbology trong quá trình biên tập bản đồ. Tuy nhiên, do sự khác nhau về công thức tính chuyển đổi giá trị DN (Digital Number) sang giá trị năng lượng bức



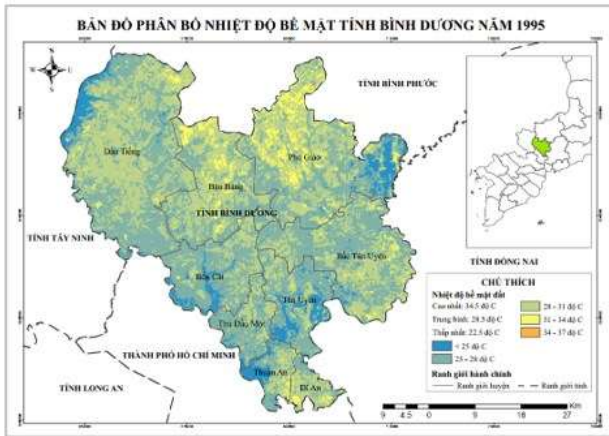
Hình 3: Công cụ tính LST dành cho Landsat 8,9



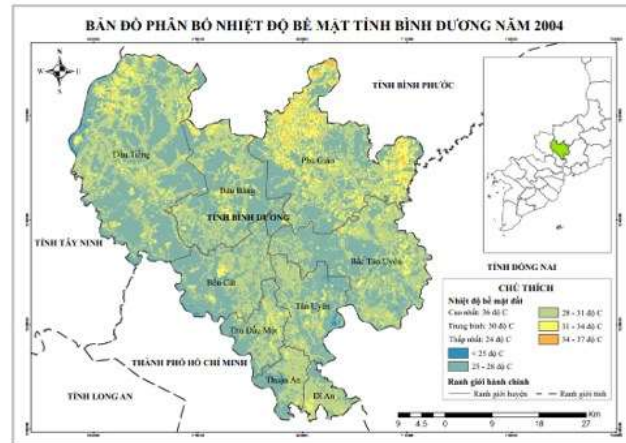
Hình 4: Công cụ tính LST dành cho Landsat 5,7



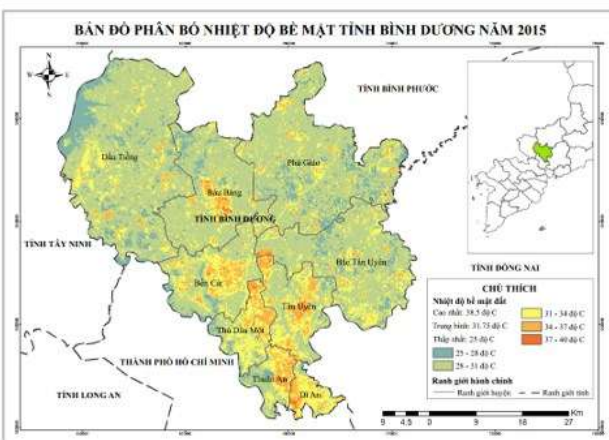
Hình 5: Biểu đồ Scatter qua 4 thời điểm



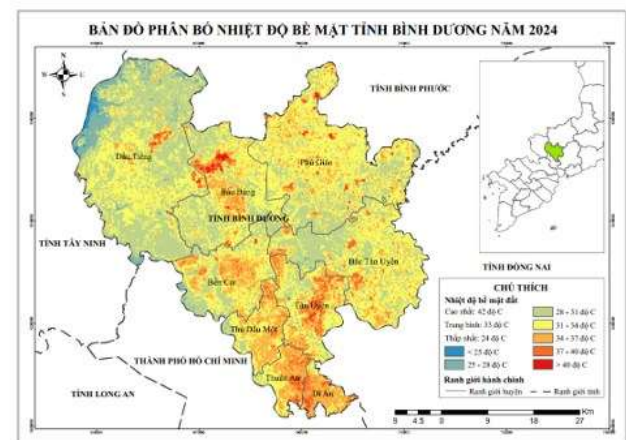
a)



b)



c)



d)

Hình 6: Bản đồ nhiệt độ bề mặt tỉnh Bình Dương năm: 1995 (a); 2005 (b); 2015 (c); và 2024 (d)

xạ trên các loại ảnh vệ tinh, vì vậy các tác giả đã xây dựng hai công cụ riêng biệt nhưng có cùng chức năng tính chỉ số LST. Qua hình 3 thể hiện công cụ được dùng để tính chỉ số LST dành cho ảnh Landsat 8, 9 và công cụ của hình 4 tính toán LST dành cho ảnh Landsat 5, 7. Nhìn chung, giao diện của 2 công cụ được thiết kế khá đơn giản và dễ sử dụng, có mô tả nhập dữ liệu đầu vào và đầu ra. Trong đó, dữ liệu đầu vào bao gồm kênh đỏ (Red), kênh cận hồng ngoại (NIR), kênh hồng ngoại nhiệt (Thermal) với định dạng (*.tif) và dữ liệu ranh giới cắt theo khu vực nghiên cứu với định dạng (*.shp). Sản phẩm đầu ra của công cụ là dữ liệu raster thể hiện sự phân bố nhiệt độ bề mặt và được gán màu tự động theo thang màu lạnh đến nóng (Hình 6).

3.1.2 Kết quả đánh giá công cụ theo dõi môi trường nhiệt

Qua đánh giá kết quả tính toán chỉ số LST bằng công cụ và kết quả tính toán chỉ số LST bằng Google Earth Engine cho thấy giá trị nhiệt độ qua 4 thời điểm tại Bình Dương của 2 phương pháp rất tương đồng với nhau. Biểu đồ Scatter hình 5 thể hiện mối quan hệ chặt chẽ giữa 2 tập dữ liệu, các cặp điểm chứa giá trị nhiệt cùng nằm trên một đường thẳng tuyến tính với hệ số xác định R^2 gần tiến về 1. Thêm vào đó, giá trị chênh lệch rất thấp được minh chứng bằng sai số RMSE nhỏ với 0,128; 0,153; 0,126; 0,140 tương ứng với từng thời điểm 1995, 2004, 2015 và 2024.

3.1.3 Kết quả xây dựng bản đồ nhiệt độ bề mặt tỉnh Bình Dương

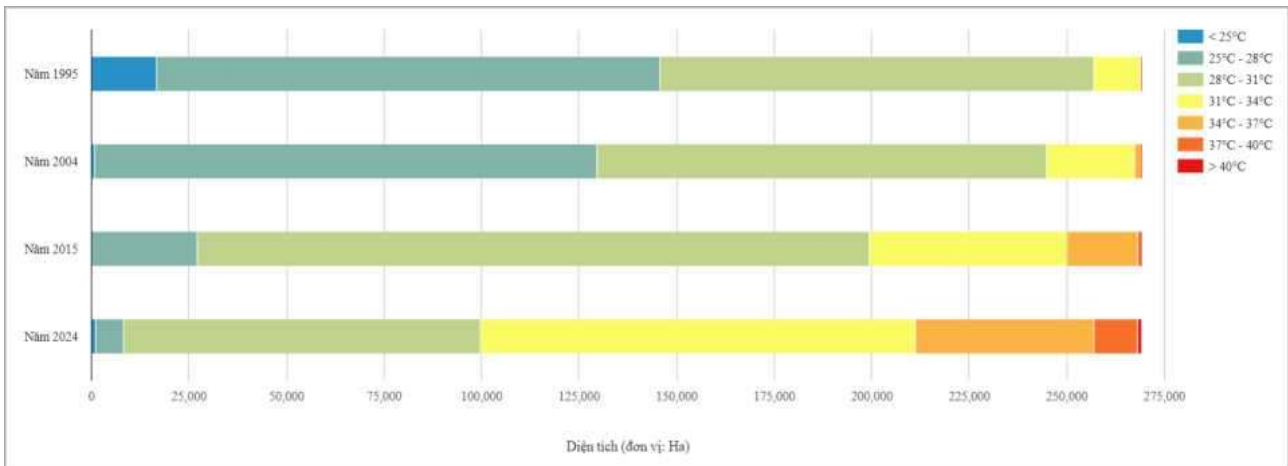
Bản đồ phân bố nhiệt độ bề mặt tỉnh Bình Dương được xây dựng bởi LST tính toán bằng công cụ thể hiện qua 5 thời điểm: 1995 (Hình 6a), 2004 (Hình 6b), 2015 (Hình 6c) và 2024 (Hình 6d). Kết quả cho thấy môi trường nhiệt có sự thay đổi rõ rệt với nhiệt độ trung bình tăng dần qua từng thời điểm: 1995 (28,5°C), 2004 (30°C), 2015 (31,75°C) và 2024 (33°C).

3.2 Thảo luận

Sự phân bố không gian của nhiệt độ bề mặt tỉnh Bình Dương qua các thời điểm 1995, 2004, 2015, 2024 được thể hiện ở hình 6 và biểu đồ thống kê diện tích nhiệt độ bề mặt tỉnh Bình Dương theo các nhóm khác nhau (Hình 7) cho thấy, theo thời gian và không gian nhiệt độ có xu hướng tăng dần, mở rộng theo hướng Nam của tỉnh và phân bố chủ yếu tại các thành phố có nhiều khu đô thị, khu công nghiệp, nhà máy, kể cả khu đất trống. Giai đoạn 1995 - 2004 có nhiệt độ dao động từ 25 đến 37 °C, các khu vực có nhiệt độ cao trên 31 °C phân bố chủ yếu tại phía Bắc huyện Bàu Bàng và Phú Giáo với tổng diện tích vào năm 1995 là 9.564 ha và năm 2004 tăng lên 14.584,18 ha, nhưng nhìn chung nhiệt độ cả tỉnh giai đoạn 1995-2004 vẫn thấp hơn so với thời điểm 2015 và 2024. Sự gia tăng nhiệt độ bề mặt có sự chuyển biến rõ ràng vào giai đoạn 2015 - 2024, cụ thể tại các khu vực dân cư đô thị và khu công nghiệp sản có nhiệt độ cao dao động từ 37 đến hơn 40 °C. Điển hình vào thời điểm 2015, TP. Thủ Dầu Một có 7.445,64 ha khu vực có nhiệt độ cao từ 31 đến 40°C, chiếm 62,7% diện tích trên toàn địa bàn, tập trung chủ yếu tại phía Bắc và Đông Bắc. Bên cạnh đó, sự gia tăng nhiệt độ cũng xảy ra tại hầu hết các huyện khác như phía Bắc, Đông Bắc của Thuận An, phía Tây Nam của Dĩ An, trung tâm của Tân Uyên, Bến Cát và Bàu Bàng. Đặc biệt đến thời điểm 2024, nhiệt độ bề mặt ngày càng tăng cao tại các khu vực có nhiều khu công nghiệp như thị xã Bến Cát

và huyện Bàu Bàng, đồng thời lan rộng về phía Nam giáp với TP. Hồ Chí Minh, nơi tập trung các thành phố lớn nhỏ như Thủ Dầu Một, Dĩ An, Thuận An và Tân Uyên, nổi bật nhất là sự xuất hiện của nhóm nhiệt độ rất cao (hơn 40°C), trong đó, huyện Bàu Bàng chiếm 45,8% diện tích (469,21 ha) của nhóm nhiệt độ này, nhiều nhất trong tất cả các huyện và thành phố trên địa bàn toàn tỉnh.

Một số nguyên nhân gián tiếp tác động đến sự gia tăng môi trường nhiệt tại tỉnh Bình Dương trong giai đoạn 1995 - 2024 là do quá trình đô thị hóa cùng với sự chuyển dịch cơ cấu kinh tế, cơ cấu sử dụng đất từ nông nghiệp sang đất đô thị và sản xuất công nghiệp. Giai đoạn từ năm 1995 đến 2015 xuất hiện hàng loạt các khu công nghiệp, nhà máy đã góp phần tăng nguồn lực lao động cho địa phương này cùng với sự gia tăng diện tích đất công trình xây dựng hình thành nhiều khu đô thị đông dân cư. Đáng chú ý, vào năm 2012 Thủ Dầu Một được chính thức trở thành thành phố trực thuộc tỉnh với những bước chuyển đổi nhanh chóng như diện tích đất trống được mở rộng nhằm chuẩn bị cho công tác chuyển đổi loại hình sử dụng đất. Các đối tượng bề mặt không thấm xen lẫn với đất ở tăng mạnh từ 4.648 đến 7.068 ha trong giai đoạn 2004 - 2015 theo nghiên cứu [1]. Mặt khác, giai đoạn 2015 - 2024, Bình Dương có tốc độ đô thị hóa cao [10] với bước ngoặt lớn là trở thành tỉnh đầu tiên có 5 thành phố trực thuộc gồm Thủ Dầu Một, Dĩ An, Thuận An, Tân Uyên, Bến Cát và cho đến năm 2030, tỷ lệ đô thị hoá tăng khoảng 88% [11]. Trong khi đó, nhiều khu công nghiệp có quy mô lớn nằm trong quy hoạch quốc gia đang được đầu tư xây dựng như khu công nghiệp Cây Trường tại huyện Bàu Bàng và khu công nghiệp Bình Dương Riverside ISC, ... Chính vì những yếu tố thuận lợi phát triển kinh tế xã hội cho tỉnh Bình Dương đã góp phần làm cho môi trường nhiệt có xu hướng ngày càng tăng dần trong bối cảnh biến đổi khí hậu hiện nay.



Hình 7: Thống kê diện tích các nhóm nhiệt độ tỉnh Bình Dương giai đoạn 1995 - 2024

Mặc dù dựa vào chỉ số nhiệt độ bề mặt LST giúp theo dõi chặt chẽ xu hướng biến đổi của môi trường nhiệt một cách nhanh chóng qua việc xây dựng công cụ tính toán giá trị nhiệt từ ảnh vệ tinh và kết quả có độ tin cậy cao khi so sánh với phương pháp tính toán LST trên Google Earth Engine. Nhưng nghiên cứu vẫn còn hạn chế về mặt dữ liệu do không thu thập được dữ liệu nhiệt độ (trạm đo nhiệt độ không khí, thường là trạm đo liên tục có độ cao khoảng 2 m so với bề mặt khu vực) đo tại các trạm quan trắc. Qua đó cho thấy, công cụ này được xây dựng có hiệu quả cao trong việc trích xuất giá trị nhiệt trên ảnh vệ tinh hỗ trợ giám sát môi trường nhiệt nói chung và quản lý tài nguyên môi trường nói riêng trong bối cảnh biến đổi khí hậu hiện nay. Tuy nhiên, để đánh giá nguyên nhân chuyển đổi cơ cấu sử dụng đất có tác động đến môi trường nhiệt một cách tổng quát, nghiên cứu cần giám sát liên tục sự thay đổi của lớp phủ bề mặt hay lập bản đồ hiện trạng sử dụng đất qua từng năm bằng cách sử dụng ảnh viễn thám có độ phân giải cao kết hợp khảo sát thực địa, từ đó góp phần hỗ trợ xây dựng các biện pháp giải quyết những bất cập vẫn đang

tồn tại trong quy hoạch đô thị.

4 Kết luận

Tận dụng khả năng của ngôn ngữ lập trình Python và tiện tích của thư viện ArcPy trong phần mềm ArcGIS, các tác giả đã xây dựng thành công công cụ theo dõi môi trường nhiệt thông qua việc tính toán chỉ số nhiệt độ LST ảnh Landsat 5, 7, 8, 9. Độ tin cậy của công cụ được đánh giá cao với hệ số xác định R^2 gần xấp xỉ 1 và sai số $RMSE < 0,15$ là rất thấp khi so sánh kết quả tính toán giá trị nhiệt trên nền tảng Google Earth Engine. Qua đó minh chứng cho công cụ có khả năng theo dõi môi trường nhiệt một cách nhanh chóng trên ảnh vệ tinh. Kết quả thực nghiệm tại tỉnh Bình Dương cho thấy nhiệt độ bề mặt có xu hướng gia tăng qua mỗi năm và nhiệt độ cao chủ yếu phân bố tập trung ở các khu đô thị, khu công nghiệp của các thành phố lớn nhỏ như TP. Thủ Dầu Một, TP. Dĩ An, TP. Thuận An, TP. Tân Uyên hay thị xã Bến Cát và huyện Bàu Bàng. Tuy nhiên, cần nghiên cứu tác động của sự thay đổi lớp phủ bề mặt để giám sát chặt chẽ hơn xu hướng biến đổi môi trường nhiệt trong quá trình đô thị hoá.

TÀI LIỆU THAM KHẢO

1. Tô Thị Bích Nga, Trần Hoàng Đăng Khoa, Nguyễn Cao Hanh, Phạm Việt Hòa, Hồ Đình Duẩn. Nghiên cứu tác động của thay đổi lớp phủ bề mặt đất lên nhiệt độ bề mặt - trường hợp điển hình của thành phố Thủ Dầu Một tỉnh Bình Dương. *Tạp chí Khoa học - Trường Đại học Sư phạm TP Hồ Chí Minh*, 2018, tr. 124-131.

2. **Trần Thị Vân.** Ứng dụng viễn thám nhiệt khảo sát đặc trưng nhiệt độ bề mặt đô thị với sự phân bố các kiểu thảm phủ ở thành phố Hồ Chí Minh. *Science & Technology Development, Environment & Resources*, 2006, tr. 70-74.
3. **Nguyen Trong Can, Nguyen Thi Hong Diep, Sanwit Iabchoon, Pariwate Varnakovida, Vo Quang Minh.** Analysis of Factors Affecting Urban Heat Island Phenomenon in Bangkok Metropolitan Area, Thailand. *VNU Journal of Science: Earth and Environmental Sciences*, 2019, PP. 53-62.
4. **I Kade Alfian Kusuma Wirayuda, Prima Widayani, Andung Bayu Sekaranom.** Urban Green Space Analysis and its Effect on the Surface Urban Heat Island Phenomenon in Denpasar City, Bali. *Forest and Society*, 2023, PP. 150-168.
5. **Kato S., Yamaguchi Y.** Analysis of Urban Heat - Island Effect Using ASTER And ETM+ Data: Separation of Anthropogenic Heat Discharge and Natural Heat Radiation from Sensible Heat Flux. *Remote Sensing of Environment*, 2005, PP. 44-54.
6. **Trần Thị Vân, Hà Dương Xuân Bảo, Đinh Thị Kim Phượng, Nguyễn Thị Tuyết Mai, Đặng Thị Mai Nhung.** Đặc điểm môi trường nhiệt và diễn biến đảo nhiệt đô thị bề mặt khu vực bắc thành phố Hồ Chí Minh. *Tạp chí Khoa học trường Đại học Cần Thơ*, 2017, tr. 11-20.
7. **Đặng Thị Mai Trâm, Nguyễn Trọng Nhân.** Ứng dụng Google Earth Engine trong phân tích biến động của hiện tượng đảo nhiệt đô thị trên địa bàn thành phố Quảng Ngãi giai đoạn 1995 - 2021, đề xuất một số giải pháp trong quy hoạch và phát triển. *Kỷ yếu Hội thảo ứng dụng GIS toàn quốc 2022*, tr. 308-315.
8. **Nguyễn Trọng Nhân, Lê Thiên Bảo.** Xây dựng công cụ và hệ thống giám sát đất nhiễm mặn tại tỉnh Bến Tre. *Tạp chí Khí tượng thủy văn* 2024, tr. 87-95.
9. **Nguyễn Trọng Nhân, Vũ Xuân Cường.** Sử dụng Google Earth Engine trong giám sát biến động diện tích rừng TP. Lâm đồng giai đoạn 2010-2016. *Kỷ yếu khoa học công nghệ lần 4, NXB Khoa học tự nhiên và Công nghệ - Viện Hàn lâm Khoa học và Công nghệ Việt Nam, Thành phố Hồ Chí Minh*, 2018, tr. 254-265.
10. **Nguyễn Quang Giải.** Đô thị hoá và mô hình phát bền vững đô thị Bình Dương. *Tạp chí Khoa học xã hội*, 2018, tr. 13-31.
11. Thanh Hà. Bến Cát lên thành phố, Bình Dương là tỉnh đầu tiên có 5 thành phố trực thuộc. *Tạp chí Công Thương*, 20/03/2024. <https://tapchicongthuong.vn/ben-cat-len-thanh-pho--binh-duong-la-tinh-dau-tien-co-5-thanh-pho-truc-thuoc-118340.htm>

ỨNG DỤNG CÔNG NGHỆ GNSS VỚI BÌNH SAI LƯỚI KHÔNG GIAN VÀ PHÉP LỌC KALMAN PHÂN TÍCH CHUYỂN DỊCH THẲNG ĐỨNG

Hoàng Ngọc Hà – Trường đại học Mở - Địa chất

Tóm tắt: Hiện nay, do ảnh hưởng của biến đổi khí hậu và tác động của nước biển dâng, ở một số khu vực của nước ta có hiện tượng chuyển dịch biến dạng như sụt, lún. Trong bài báo đã nghiên cứu phương pháp phân tích sự biến dạng chuyển dịch đứng (chuyển dịch địa động học theo phương thẳng đứng, biến dạng lún công trình...), trên cơ sở sử dụng dữ liệu 3D thu được từ kết quả đo lưới quan trắc ứng dụng công nghệ GNSS trong các chu kỳ và lý thuyết lọc Kalman, đã đưa ra cơ sở lý thuyết và thuật toán tính toán đối với bài toán phân tích và dự báo biến dạng ứng dụng công nghệ GNSS. Kết quả nghiên cứu có thể phục vụ công tác điều tra cơ bản ở các địa phương có khả năng sụt lún hoặc biến dạng do đứt gãy địa chất hay do tác động của môi trường.

Từ khóa: Bình sai; chuyển dịch đứng; GNSS; lọc Kalman; phân tích biến dạng.

1 Mở đầu

Sự phát triển của công nghệ GNSS đã tạo ra bước tiến lớn trong lĩnh vực trắc địa - bản đồ nói chung và quan trắc biến dạng nói riêng. Trong đo đạc truyền thống, việc xác định biến dạng chuyển dịch lún thường phải thực hiện bằng việc xây dựng lưới thủy chuẩn và đo theo chu kỳ. Tuy nhiên, công việc này đòi hỏi thời gian đo dài và tốn nhiều công sức. Ứng dụng công nghệ GNSS cho phép xây dựng lưới với độ chính xác cao với thời gian ngắn, trong phạm vi rộng và cho phép xác định véc tơ chuyển dịch véc tơ chuyển dịch đứng của vỏ trái đất. Công nghệ GNSS có ưu việt hơn công nghệ truyền thống là không đòi hỏi sự thông hướng giữa các điểm, đo đạc được tiến hành trong mọi điều kiện thời tiết. Một số công bố quốc tế đã tập trung xây dựng các mô hình ứng dụng phép lọc Kalman để ứng dụng trong lĩnh vực phân tích biến dạng như [13], phân tích chuyển dịch phục vụ điều tra sạt lở [14]...

Ở Việt Nam, công nghệ GNSS đã được ứng dụng trong một số nghiên cứu về chuyển dịch của đới đứt gãy sông Đà và đới đứt gãy Sơn La - Bim Sơn [7] của Viện Địa chất, nghiên cứu chuyển dịch của vỏ Trái đất trên khu vực đứt gãy Lai Châu - Điện Biên [8].

Trong bài báo sẽ trình bày cơ sở lý thuyết và tính toán thực nghiệm ứng dụng lý thuyết bình

sai lưới GNSS kết hợp với phép lọc Kalman để giải quyết bài toán phân tích, đánh giá sự chuyển dịch đứng, lấy ví dụ minh họa trên vùng thực nghiệm ở miền Trung (lưới Thạch Bàn - Cát Tiên).

2 Phương pháp nghiên cứu

2.1 Sử dụng độ cao trắc địa trong phân tích chuyển dịch độ cao

Mối liên hệ giữa độ cao trắc địa H và độ cao thủy chuẩn h được biểu diễn bằng công thức sau:

$$H = h + \zeta \quad (1)$$

Ở đây: ζ – dị thường độ cao.

Như vậy, có thể thấy sự chuyển dịch biến dạng tại hai thời điểm t_k và t_{k+1} của độ cao thủy chuẩn h sẽ là:

$$\Delta h = \Delta H \quad (2)$$

Có thể sử dụng độ cao trắc địa, được xác định từ đo đạc và bình sai lưới GNSS để phân tích chuyển dịch đứng theo các chu kỳ đo.

2.2 Xác định độ cao trắc địa từ kết quả bình sai lưới tự do với ẩn số là tọa độ B, L, H

Bình sai tự do lưới không gian GNSS trong hệ tọa độ địa tâm (X, Y, Z), ta sẽ có hệ phương trình các số hiệu chỉnh tương ứng với n trị đo ($AX_{ij}, AY_{ij}, AZ_{ij}$) như sau:

$$V = A \cdot \Delta x + L \quad (3)$$

Trong đó: A – ma trận hệ số với các hệ số +1

và - 1 ứng với các thành phần tọa độ tương ứng trong trị đo (ΔX_{ij} , ΔY_{ij} , ΔZ_{ij}); Δx – vectơ ần số; V và L – tương ứng là vectơ số hiệu chỉnh và số hạng tự do trong hệ phương trình.

Ma trận trọng số P có dạng:

$$P = \begin{pmatrix} P_1 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & P_2 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & \dots & 0 \\ 0 & 0 & 0 & P_n \end{pmatrix} \quad (4)$$

$$P_i = \begin{pmatrix} P_{11} & P_{12} & P_{13} \\ P_{21} & P_{22} & P_{23} \\ P_{31} & P_{32} & P_{33} \end{pmatrix} = Q_i^{-1} \quad (5)$$

Trong đó: Q_i – ma trận hiệp phương sai của các trị đo (ΔX_{ij} , ΔY_{ij} , ΔZ_{ij}).

Đối với mỗi điểm lưới GNSS, chúng ta có công thức sau:

$$\begin{pmatrix} dB_i \\ dL_i \\ dH_i \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} (M_i + H_i) \sin B_i \cos L_i & (N_i + H_i) \cos B_i \sin L_i & -\cos B_i \cos L_i \\ (M_i + H_i) \sin B_i \sin L_i & (N_i + H_i) \cos B_i \cos L_i & -\cos B_i \sin L_i \\ (M_i + H_i) \cos B_i & 0 & -\sin B_i \end{pmatrix} \begin{pmatrix} dX_i \\ dY_i \\ dZ_i \end{pmatrix} \quad (6)$$

Như vậy, nếu ần số là B , L , H thì hệ phương trình các số hiệu chỉnh (1) có thể viết lại như sau:

$$V = A_z \cdot \Delta z + L \quad (7)$$

Trong đó:

$$A_z = \Pi \cdot A$$

$$\Pi = \begin{pmatrix} \Pi_1 & & & \\ & \Pi_2 & & \\ & & \dots & \\ & & & \Pi_n \end{pmatrix} \quad (8)$$

$$\Pi_i = \begin{pmatrix} (M_i + H_i) \sin B_i \cos L_i & (N_i + H_i) \cos B_i \sin L_i & -\cos B_i \cos L_i \\ (M_i + H_i) \sin B_i \sin L_i & (N_i + H_i) \cos B_i \cos L_i & -\cos B_i \sin L_i \\ (M_i + H_i) \cos B_i & 0 & -\sin B_i \end{pmatrix} \quad (9)$$

Từ hệ phương trình số hiệu chỉnh, ta lập được hệ phương trình chuẩn có dạng:

$$R_z \cdot \Delta z + b_z = 0 \quad (10)$$

$$R_z = A_z^T \cdot P \cdot A_z, \quad b_z = A_z^T \cdot P \cdot L \quad (11)$$

Ở đây, ma trận R_z suy biến. Để tìm nghiệm của hệ (9), vectơ ần số được tính theo công thức:

$$\Delta z = -R_z^{-1} \cdot b_z \quad (12)$$

Trong đó: R_z^{-1} – ma trận nghịch đảo tổng quát:

$$R_z^{-1} = (R_z + C \cdot C^T)^{-1} - T^T \quad (13)$$

$$\text{Với: } T^T = B(C^T \cdot G)^{-1} \quad (14)$$

$$G^T = (G_1 \quad G_1 \quad \dots \quad G_n) \quad (15)$$

Ở đây: G_i – ma trận Hermet, khi các trị đo là baseline (ΔX , ΔY , ΔZ), ma trận G_i có dạng:

$$G_i = \begin{pmatrix} 1 & 0 & 0 \\ 0 & 1 & 0 \\ 0 & 0 & 1 \end{pmatrix} \quad (16)$$

$$C^T = (G_1 \quad \dots \quad G_k \quad 0 \quad \dots \quad 0) \quad (17)$$

Trong trường hợp $n = k$ (tức $C = G$), ma trận nghịch đảo tổng quát được tính theo công thức:

$$R_z^+ = (R_z + G \cdot G^T)^{-1} - T^T \quad (18)$$

$$T^T = G(G^T \cdot G)^{-1} \quad (19)$$

Sai số trung phương tron số đơn vị được tính như sau:

$$\mu = \sqrt{\frac{V^T \cdot P \cdot V}{3n - 3m + d}} \quad (20)$$

Trong đó: $3n$ – số trị đo của lưới; $3m$ – số ần số; d – số khuyết của lưới (trường hợp đang xét $d=3$).

2.3 Mô hình động và phép lọc Kalman

Triển khai công thức Taylor của hàm số H_j^{k+1} theo biến số thời gian t , mô hình động theo thời gian với độ cao trắc địa, vận tốc và gia tốc được biểu diễn bằng công thức sau [10]:

$$H_j^{(k+1)} = H_j^{(k)} + (t_{k+1} - t_k) v_{Hj} + 0,5(t_{k+1} - t_k)^2 a_{Hj} \quad (21)$$

Trong đó: $H_j^{(k)}$, $H_j^{(k+1)}$ – lần lượt là độ cao trắc địa điểm j ở thời điểm chu kỳ t_k và t_{k+1} ; v_{Hj} – vận tốc chuyển dịch của H của điểm j ; a_{Hj} – gia tốc chuyển dịch của H của điểm j ; $k = 1, 2, \dots, i$ (i – số thứ tự chu kỳ đo); $j = 1, 2, \dots, n$ (n – số thứ tự của điểm trong lưới).

Như vậy, từ phương trình (21) có thể thành lập biểu thức sau:

$$\begin{cases} H_j^{k+1} = H_j^k + (t_{k+1} - t_k) v_{Hj} + 0,5(t_{k+1} - t_k)^2 a_{Hj} \\ v_{Hj}^{k+1} = v_{Hj}^k + (t_{k+1} - t_k) a_{Hj}^k \\ a_{Hj}^{k+1} = v_{Hj}^k \end{cases} \quad (22)$$

Biểu thức (22) có thể viết lại dưới dạng ma trận như sau:

$$\begin{pmatrix} H_j^{(k+1)} \\ v_{Hj}^{(k+1)} \\ a_{Hj}^{(k+1)} \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} 1 & t_{k+1} - t_k & 0,5(t_{k+1} - t_k)^2 \\ 0 & 1 & 1 \\ 0 & 0 & 1 \end{pmatrix} \begin{pmatrix} H_j^{(k)} \\ v_{Hj}^{(k)} \\ a_{Hj}^{(k)} \end{pmatrix} \quad (23)$$

Đặt:

$$T_j^{(k+1)} = \begin{pmatrix} 1 & t_{k+1} - t_k & 0,5(t_{k+1} - t_k)^2 \\ 0 & 1 & 1 \\ 0 & 0 & 1 \end{pmatrix} \quad (24)$$

$$y_j^{(k+1)} = \begin{pmatrix} H_j^{(k+1)} \\ v_{Hj}^{(k+1)} \\ a_{Hj}^{(k+1)} \end{pmatrix} \quad (25)$$

$$y_j^{(k)} = \begin{pmatrix} H_j^{(k)} \\ v_{Hj}^{(k)} \\ a_{Hj}^{(k)} \end{pmatrix} \quad (26)$$

Như vậy: $y_j^{(k+1)} = T_j^{(k+1)} y_j^{(k)}$ (27)

Phép lọc Kalman được sử dụng để dự đoán vector trạng thái hiện tại bằng cách sử dụng thông tin vector trạng thái của các thông số chuyển động đã biết ở chu kỳ t_k và các phép đo ở chu kỳ t_{k+1} được thu thập ở kỳ t_{k+1} . Vector trạng thái của tham số chuyển động bao gồm các tham số vị trí, vận tốc chuyển động và gia tốc. Hệ phương trình dạng ma trận của mô hình chuyển động được sử dụng để dự báo các tham số chuyển động bằng kỹ thuật lọc Kalman trong lưới có thể được biểu diễn như sau:

$$\bar{Y}_{k+1} = T_{k+1} \hat{Y}_k \quad (28)$$

Trong đó: - \bar{Y}_{k+1} : Vector giá trị dự báo của tọa độ, vận tốc và gia tốc tại thời điểm t_{k+1} :

$$\bar{Y}_{k+1} = \begin{pmatrix} y_1^{(k+1)} \\ y_2^{(k+1)} \\ \dots \\ y_n^{(k+1)} \end{pmatrix} \quad (29)$$

- \hat{Y}_k : Vector trạng thái tại thời điểm t_k :

$$\hat{Y}_k = \begin{pmatrix} y_1^{(k)} \\ y_2^{(k)} \\ \dots \\ y_n^{(k)} \end{pmatrix} \quad (30)$$

- T_{k+1} : Ma trận chuyển dịch:

$$T_{k+1} = \begin{pmatrix} T_1^{(k+1)} & & & \\ & T_2^{(k+1)} & & \\ & & \dots & \\ & & & T_n^{(k+1)} \end{pmatrix} \quad (31)$$

Phương trình (28) là phương trình dự báo trong phép lọc Kalman. Phương trình có yếu tố nhiễu sẽ như sau:

$$\bar{Y}_{k+1} = T_{k+1} \hat{Y}_k + S_{k+1,k} \quad (32)$$

$$C_{\bar{Y}_{k+1}} = T_{k+1,k} C_Y T_{k+1,k}^T + S_{k+1,k} C_S S_{k+1,k}^T \quad (33)$$

Ở đây: C_Y và C_S – lần lượt là ma trận hiệp phương sai của vector trạng thái \hat{Y}_k đã được lọc và vector nhiễu hệ thống ở thời điểm t_k .

Tại thời điểm t_{k+1} , thực hiện đo đạc lưới GNSS có thể thành lập hệ phương trình đo (phương trình lọc) như sau:

$$v_{l,k+1} = A_{k+1} \hat{Y}_k - l_{k+1} \quad (34)$$

Hay:

$$l_{k+1} + v_{l,k+1} = A_{k+1} \hat{Y}_k \quad (35)$$

Từ các biểu thức (30) và (34) có công thức:

$$V = \hat{A}_{k+1} \hat{Y}_{k+1} + L \quad (36)$$

Ký hiệu:

$$V = \begin{pmatrix} v_{k+1} \\ v_{l,k+1} \end{pmatrix} \quad (37)$$

$$\hat{A}_{k+1} = \begin{pmatrix} E_{k \times k} \\ A_{k+1} \end{pmatrix} \quad (38)$$

$$L = - \begin{pmatrix} \bar{Y}_{k+1} \\ l_{k+1} \end{pmatrix}$$

Ma trận hiệp phương sai:

$$C_{k+1} = \begin{pmatrix} C_{\bar{Y}_{k+1}} & 0 \\ 0 & C_{l,k+1} \end{pmatrix} \quad (39)$$

Ma trận A_{k+1} trong biểu thức (34) trường hợp lấy giá trị đo bằng chính giá trị bình sai ở chu kỳ $k+1$ sẽ là: $A_{k+1} = (1 \ 0 \ 0)$.

$E_{k \times k}$ – ma trận đơn vị, k số ẩn số tọa độ.

3 Kết quả nghiên cứu và thảo luận

3.1 Kết quả nghiên cứu

Để tính toán, thử nghiệm, tác giả sử dụng lưới đo GNSS tại khu vực miền Trung (lưới Thạch Bàn - Cát Tiên) gồm 9 điểm (Hình 1).

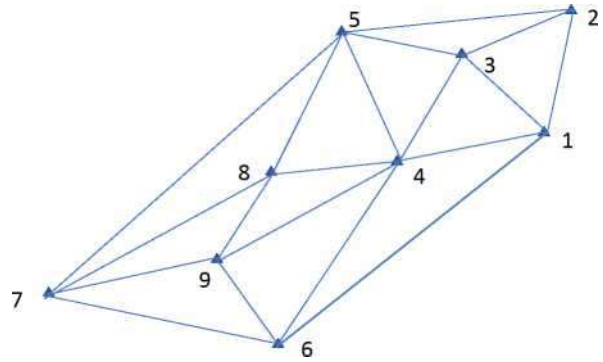
Thực hiện đo lặp 4 chu kỳ 2015, 2016, 2017 và 2018 với giãn cách thời gian giữa các chu kỳ là một năm.

Kết quả bình sai cho giá trị độ cao trắc địa

Bảng 1: Giá trị độ-cao trắc địa và sai số trung phương của các điểm trong chu kỳ 1 (2015)

	Điểm 1	Điểm 2	Điểm 3	Điểm 4	Điểm 5	Điểm 6	Điểm 7	Điểm 8	Điểm 9
H (m)	233,660	422,073	46,164	462,312	478,985	433,071	137,976	1.530,043	132,895
m_H (m)	0,002	0,002	0,002	0,002	0,002	0,002	0,002	0,002	0,002

tại các điểm lưới và sai số trung phương tương ứng của các chu kỳ được trình bày ở các bảng từ 1 đến 4.



Hình 1: Sơ đồ lưới GNSS

Bảng 2: Giá trị độ cao trắc địa và sai số - trung phương của các - điểm trong chu kỳ 2 (2016)

	Điểm 1	Điểm 2	Điểm 3	Điểm 4	Điểm 5	Điểm 6	Điểm 7	Điểm 8	Điểm 9
H (m)	233,712	422,062	46,150	462,315	478,945	433,055	137,989	1.530,039	132,860
m_H (m)	0,001	0,002	0,002	0,002	0,001	0,002	0,001	0,001	0,001

Bảng 3: Giá trị độ cao trắc địa và sai số trung- phương của các - điểm trong chu kỳ 3 (2017)

	Điểm 1	Điểm 2	Điểm 3	Điểm 4	Điểm 5	Điểm 6	Điểm 7	Điểm 8	Điểm 9
H (m)	233,671	421,977	46,117	462,256	478,938	433,026	137,956	1.530,029	132,838
m_H (m)	0,001	0,001	0,002	0,001	0,001	0,001	0,001	0,001	0,001

Bảng 4: Giá trị độ cao trắc địa và- sai số trung- phương của các điểm trong chu kỳ 4 (2018)

	Điểm 1	Điểm 2	Điểm 3	Điểm 4	Điểm 5	Điểm 6	Điểm 7	Điểm 8	Điểm 9
H (m)	233,673	422,043	46,153	462,287	478,951	433,044	137,968	1.530,031	132,873
m_H (m)	0,002	0,002	0,002	0,002	0,002	0,002	0,002	0,002	0,002

Bảng 5: Các tham số chuyển dịch độ cao giữa năm 2015 – 2016 và các tham số tốc độ chuyển dịch

	Điểm 1	Điểm 2	Điểm 3	Điểm 4	Điểm 5	Điểm 6	Điểm 7	Điểm 8	Điểm 9
H (m)	0,052	-0,012	-0,015	0,003	-0,039	-0,009	0,012	$-2,1 \cdot 10^{-5}$	-0,035
m_H (m)	0,062	-0,014	-0,018	0,003	-0,047	-0,035	0,015	$-2,5 \cdot 10^{-5}$	-0,042

Bảng 6: Các tham số chuyển dịch độ cao giữa năm 2015 – 2017 và các tham số tốc độ và gia tốc theo chu kỳ 1 năm

	Điểm 1	Điểm 2	Điểm 3	Điểm 4	Điểm 5	Điểm 6	Điểm 7	Điểm 8	Điểm 9
d_H (m)	0,052	-0,076	-0,047	-0,056	-0,049	-0,009	-0,020	-0,014	-0,057
v_H (m/năm)	-0,086	-0,091	-0,040	-0,090	0,009	-0,036	-0,055	-0,011	-0,015
a_H (m/năm ²)	-0,092	-0,053	-0,017	-0,062	0,032	-0,022	-0,045	-0,003	0,013

Bảng 7: Các tham số chuyển dịch độ cao giữa năm 2015 - 2018 và các tham số tốc độ và gia tốc theo chu kỳ 1 năm

	Điểm 1	Điểm 2	Điểm 3	Điểm 4	Điểm 5	Điểm 6	Điểm 7	Điểm 8	Điểm 9
d_H (m)	0,012	-0,076	-0,011	-0,025	-0,034	-0,024	-0,008	-0,012	-0,022
v_H (m/năm)	-0,092	0,032	-0,040	0,076	0,024	0,047	0,034	0,004	0,064
a_H (m/năm ²)	-0,072	0,065	-0,0177	0,090	0,021	0,050	0,044	0,005	0,057

3.2 Thảo luận

Qua kết quả tính toán, tại tất cả 9 điểm, kiểm tra đại lượng $T_H = dH/m_{dH}$ đều vượt giới hạn theo tiêu chí thống kê T (Distribution), do đó các điểm này đều có sự chuyển dịch về độ cao.

Như vậy, kết quả triển khai tính toán thực nghiệm theo phương pháp đề xuất cho thấy, giải pháp ứng dụng công nghệ GNSS trong vấn đề độ cao và chuyển dịch độ cao trong bài toán quan trắc biến dạng đã đạt mục tiêu đề ra. Giải pháp này cho phép triển khai giải bài toán quan trắc biến dạng trong các phạm vi khác nhau mà không cần xây dựng mạng lưới thủy chuẩn. Các tham số chuyển dịch không chỉ là các tham số biến đổi độ cao như trong mô hình tĩnh, mà còn xác định các tham số vận tốc và gia tốc chuyển dịch.

Nếu với bài toán sử dụng độ cao trắc địa GNSS trong việc thành lập bản đồ địa hình còn phải xử lý vấn đề mô hình quasi-geoid, thì trong bài toán quan trắc biến dạng chuyển dịch thẳng đứng không cần quan tâm tới mô hình này và có thể xác định độ chuyển dịch biến dạng với độ chính xác cao và thực hiện trong thời gian ngắn.

Các kết quả nghiên cứu cho thấy, kết hợp công nghệ GNSS với các phương pháp sử lý số

liệu trắc địa hiện đại như bình sai lưới tự do không gian GNSS và lọc Kalman cho phép hình thành công nghệ phân tích quan trắc chuyển dịch biến dạng đứng không nhất thiết phải xây dựng lưới thủy chuẩn truyền thống.

Tuy nhiên, để có kết luận một cách đầy đủ cần phải tiến hành thử nghiệm ở nhiều khu vực trên lãnh thổ nước ta và với số chu kỳ nhiều hơn để đánh giá về khả năng dự báo một cách tin cậy.

4 Kết luận

Trong bài báo đã xây dựng cơ sở khoa học và tính toán thực nghiệm chứng minh cho giải pháp phân tích, đánh giá chuyển dịch biến dạng đứng sử dụng công nghệ GNSS trong mô hình động trên cơ sở ứng dụng lý thuyết bình sai lưới tự do và kỹ thuật lọc Kalman.

Tính ưu việt của giải pháp này được thể hiện ở sự phát triển của công nghệ GNSS với độ chính xác cao và thời gian thi công nhanh trong các điều kiện khác nhau. Ngoài ra với số chu kỳ đo lớn có thể có khả năng dự báo về chuyển dịch biến dạng trời, lúc để có các phương án ứng phó phù hợp.

Hiện nay, với tình hình sụt, lún ở các tỉnh đồng bằng sông Cửu Long, có thể xây dựng các

trạm quan trắc, dựa trên ứng dụng GNSS và áp dụng giải pháp đã trình bày ở trên để đánh giá, phân tích và xây dựng cơ sở dữ liệu về chuyển dịch biến dạng lún của vùng.

TÀI LIỆU THAM KHẢO

1. **Hoàng Ngọc Hà, Trương Quang Hiếu.** Cơ sở toán học xử lý số liệu trắc địa. *NXB Giao thông vận tải, 2000.*
2. **Hoàng Ngọc Hà.** Bình sai tính toán lưới trắc địa và GPS/GNSS. *NXB Khoa học Kỹ thuật Hà Nội, 2020.*
3. **Hoàng Ngọc Hà, Phạm Thanh Thọ.** Ứng dụng lý thuyết bình sai tự do lưới không gian trong phân tích độ chuyển dịch đứt gãy sông Sài Gòn. *Tạp chí Tài nguyên và môi trường, số 23(253), kỳ 1, 12/2016.*
4. **Hoang N.H.** Modernization of Height System in Vietnam Using GNSS and Geoid Model. *Proceedings of the International Conference on Innovations for Sustainable and Responsible Mining. Lecture Notes in Civil Engineering, vol 108. Springer, 10.2020.*
5. **Hoang N.H.** Monitoring The Displacement of The Ba River Fault Zone of Vietnam Using GNSS Technology. *FIG Conference, Orlando, Florida, USA, 28 May - 1 June, 2023.*
6. **Hofmann-Wellenhof B., Lichtenegger H., Wasle E.** GNSS – Global Navigation Satellite Systems: GPS, GLONASS, Galileo, and More. *Springer Wien New York, xxix, 2008, 516 p.*
7. **V. Quốc Hải, Trần Đình Tô, Dương Chí Công.** Xác định chuyển dịch hiện đại đới đứt gãy sông Đà và đới đứt gãy Sơn La-Bim Sơn bằng số liệu GPS. *Tạp chí Địa chất và Khoáng sản, số 9, 2005, Tr. 257-265.*
8. **Hà Minh Hòa, Nguyễn Ngọc Lâu, Dương Chí Công.** Nghiên cứu ứng dụng công nghệ GPS để xác định chuyển dịch vỏ trái đất trên khu vực đứt gãy Lai châu - Điện Biên. *Đề tài KH&CN cấp Bộ Tài nguyên và Môi trường giai đoạn 2002 - 2004, Viện Khoa học Đo đạc và Bản đồ.*
9. **Kalman R.E.** A New Approach to Linearfiltering and Prediction Problems. *J. Basic Eng. 82D, 1960, 35e45.*
10. **Markuze Y.U.I., Hoàng Ngọc Hà.** Bình sai các mạng lưới không gian mặt đất và vệ tinh. *NXB Nhedra Matxcova, Sách chuyên khảo (tiếng Nga), 1991*
11. **Markuze Y.U.I, Golubev V.V.** Lý thuyết xử lý toán học lưới trắc địa. *Alma Mater, 2010 (tiếng Nga).*
12. **Welsch W.M., Heunecke O.** Models and Terminology for The Analysis of Geodetic Monitoring Observations. *Proceedings of The 10th International Symposium on Deformation Measurements, Orange, California, USA, PP. 390-412, 2001.*
13. **Yalcjnkaya M. Bayrak T.** Dynamic Model for Monitoring Landslides with Emphasis on Underground Water in Trabzon Province, Northeastern Turkey. *J. Surv. Eng. ASCE, 129(3), PP. 115-124, 2003.*

THỰC TRẠNG VÀ GIẢI PHÁP PHÒNG NGỪA TAI NẠN LAO ĐỘNG TẠI CÁC MỎ THAN HÀM LÒ TKV

*TS. Phạm Đức Thang, TS. Hoàng Hùng Thắng – Trường Đại học Công nghiệp Quảng Ninh
KS. Nguyễn Văn Thuận – Tập đoàn Công nghiệp Than - Khoáng sản Việt Nam*

Tóm tắt: Tai nạn lao động (TNLD) là vấn đề tồn tại và thách thức đối với tất cả các doanh nghiệp, ảnh hưởng trực tiếp tới sức khỏe tính mạng của người lao động, gây thiệt hại về người và tài sản, gián đoạn và tăng chi phí sản xuất của doanh nghiệp. Công tác bảo đảm an toàn vệ sinh lao động (ATVSLĐ) tại các đơn vị, doanh nghiệp thành viên thuộc Tập đoàn Công nghiệp Than - Khoáng sản Việt Nam (TKV) luôn được đặt lên hàng đầu. Tập đoàn nói chung và các đơn vị thành viên đã tập trung đầu tư lớn về nguồn lực tài chính, nhân lực cho công tác ATVSLĐ. Trên cơ sở phân tích, đánh giá thực trạng TNLD trong những năm gần đây đối với các mỏ than hầm lò thuộc TKV, nhóm tác giả đề xuất một số giải pháp nhằm phòng ngừa và giảm thiểu nguy cơ mất an toàn lao động (ATLĐ).

Từ khóa: An toàn; tai nạn lao động; văn hóa an toàn; vệ sinh lao động.

1 Đặt vấn đề

Trong những năm gần đây, dù đã ý thức được vấn đề an toàn mỏ, nhưng hàng năm chỉ tính riêng các mỏ than hầm lò thuộc vùng Quảng Ninh vẫn luôn xảy ra những vụ TNLD nghiêm trọng như: Cháy, nổ khí mỏ, bực nước, sập đổ lò, ngạt khí, nổ mìn,... gây hậu quả nghiêm trọng và thiệt hại lớn về con người, cũng như vật chất. Chính vì vậy, công tác bảo đảm ATLĐ nhằm bảo vệ con người trong khai thác mỏ hầm lò hiện nay là vấn đề được đặt lên hàng đầu trong quá trình sản xuất.

Nghiên cứu các vấn đề về an toàn và các giải pháp nhằm giảm thiểu nguy cơ mất ATVSLĐ trong khai thác than nói chung và trong khai thác hầm lò nói riêng được Tập đoàn TKV quan tâm hàng đầu và thực hiện một cách đồng bộ [1 - 4]. Phương châm và chiến lược phát triển của ngành than luôn có những giải pháp hữu hiệu để ngăn chặn, phòng tránh nguy cơ TNLD xảy ra [5-6], không ngoài quan điểm coi con người vừa là mục tiêu, vừa là nguồn lực để phát triển sản xuất, giảm thiểu TNLD trong quá trình khai thác than hầm lò và nhằm mục đích đánh giá, đề xuất các giải pháp ngăn ngừa sự cố và TNLD trong quá trình khai thác than hầm lò tại các đơn vị thành viên của TKV. Trong thời gian qua, với các giải pháp đã triển khai thực hiện đồng bộ, từ đổi mới kỹ

thuật, công nghệ bằng việc đưa công nghệ mới, tiên tiến áp dụng thay thế cho công nghệ cũ, lạc hậu, mất an toàn cho đến tuyên truyền, giáo dục, đào tạo, huấn luyện nâng cao ý thức, trách nhiệm của tất cả thành phần trong doanh nghiệp, kết quả trong một vài năm trở lại đây cho thấy, số vụ, số người chết trong các vụ tai nạn của cả Tập đoàn đã giảm đáng kể, nâng cao hiệu quả trong công tác quản lý ATLĐ.

Để đáp ứng nhu cầu tiêu dùng than ngày càng tăng phục vụ cho phát triển kinh tế của đất nước, cùng với quy hoạch phát triển ngành than nên tỷ trọng sản lượng khai thác hầm lò sẽ tăng lên, các đơn vị sản xuất than hầm lò phải mở rộng diện sản xuất, lập các dự án để khai thác xuống sâu và đây chính là vấn đề thách thức lớn nhất đối với công tác an toàn mỏ. Cùng với các nghiên cứu đi trước và kinh nghiệm khai thác than tại các nước trên thế giới cho thấy, khi thực hiện khai thác hầm lò xuống sâu thì nguy cơ hiểm họa tai nạn là rất lớn và khó kiểm soát, đặc biệt là các hiểm họa cháy nổ khí mỏ, bực nước, sập đổ lò do điều kiện địa chất mỏ thay đổi [4]. Do đó, cần có phân tích đánh giá thực trạng vấn đề về ATVSLĐ, xác định được các nguyên nhân gây TNLD để đề xuất các giải pháp ứng xử nhằm phòng ngừa, giảm thiểu nguy cơ gây TNLD.

Bảng 1. Thống kê TNLD và tỷ lệ số người chết/triệu tấn than khai thác của Tập đoàn TKV giai đoạn từ 1995 - 2023

TT	Năm	Sản lượng than nguyên khai (triệu tấn)	Sản lượng khai thác than hầm lò (triệu tấn)	Số vụ tai nạn	Số người chết	Số người chết/ 1 triệu tấn than
1	1995	7,5	2,625	9	9	1,2
2	1996	9,6	3,36	14	20	2,08
3	1997	10,7	3,745	18	28	2,62
4	1998	10,5	4,19	7	9	0,86
5	1999	10,5	3,34	14	35	3,33
6	2000	11,3	4,19	17	18	1,59
7	2001	14,59	4,65	15	15	1,03
8	2002	17,08	6,48	22	43	2,52
9	2003	19,98	7,17	15	16	0,8
10	2004	27,62	9,5	20	25	0,9
11	2005	34,93	11,5	29	37	1,06
12	2006	40,76	16,4	33	50	1,23
13	2007	45,49	21,1	28	36	0,79
14	2008	44,72	21,7	24	34	0,76
15	2009	45,95	24,0	23	29	0,63
16	2010	47,053	19,9	28	35	0,74
17	2011	47,47	21,4	17	21	0,44
18	2012	43,70	20,5	25	29	0,66
19	2013	42,10	21,5	19	24	0,57
20	2014	36,80	20,0	12	17	0,46
21	2015	37,20	21,1	9	12	0,32
22	2016	34,90	21,3	23	26	0,76
23	2017	35,09	21,98	16	16	0,46
24	2018	37,04	23,29	16	16	0,43
25	2019	40,36	23,93	13	14	0,35
26	2020	38,50	23,977	18	18	0,47
27	2021	40,20	25,05	17	17	0,42
28	2022	39,70	26,32	18	19	0,48
29	2023	37,06	27,29	14	18	0,48
Tổng				533	686	

2 Nội dung nghiên cứu

2.1 Đánh giá thực trạng về TNLD

Ngành khai thác than là một lĩnh vực lao động đặc thù, thuộc danh mục “ngành nghề nguy hiểm”, bởi tiềm ẩn nhiều nguy cơ xảy ra tai nạn trong quá trình sản xuất, đặc biệt là hoạt động khai thác hầm lò với không gian làm việc chật hẹp nhưng tập trung số lượng lao động lớn, cùng

với đó là hàng loạt các rủi ro rình rập như sập đổ lò, cháy nổ, bụi nước, ngạt khí, nổ mìn,...

Kể từ khi thành lập, sản lượng khai thác than của Tập đoàn TKV không ngừng tăng trưởng để đáp ứng nhu cầu cho phát triển nền kinh tế của đất nước, từ 7,5 triệu tấn năm 1995 lên 47,47 triệu tấn năm 2011, sau đó giai đoạn từ năm 2017 đến năm 2023 duy trì ổn định cụ thể: Năm 2019

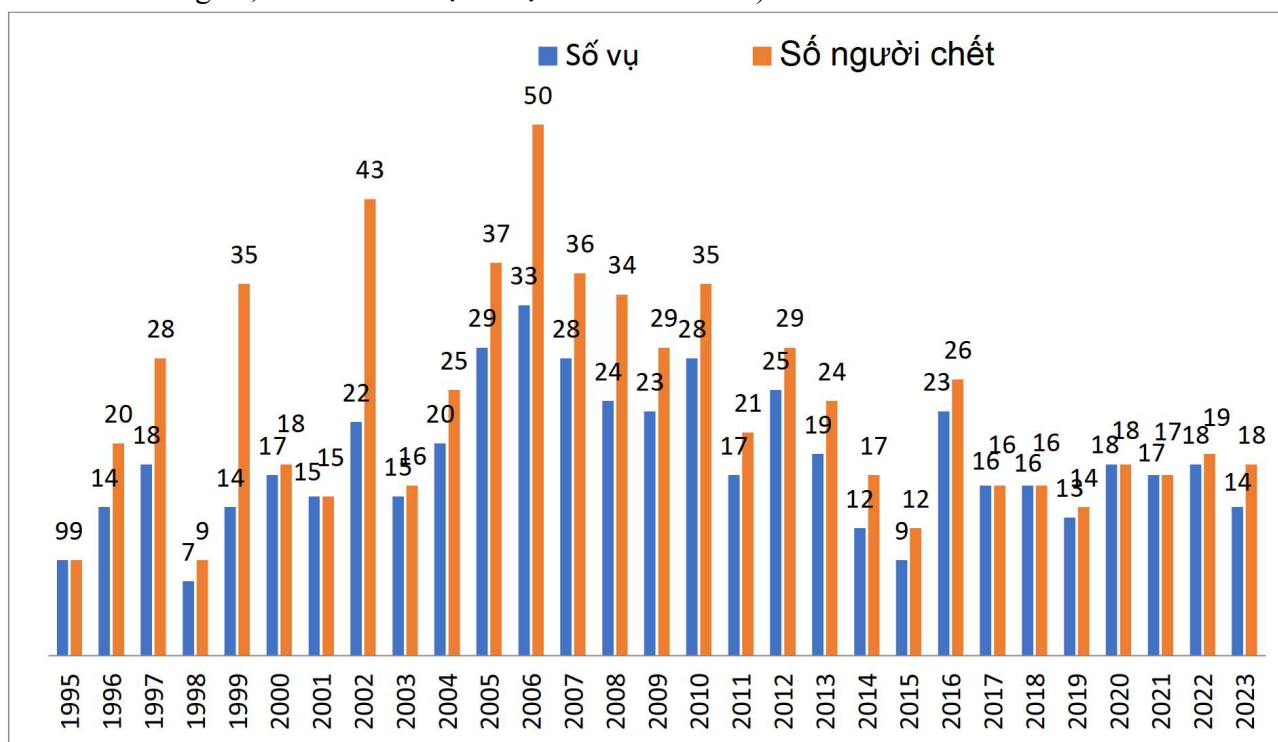
đạt 40,36 triệu tấn, năm 2020 đạt 38,5 triệu tấn, năm 2022 đạt 39,7 triệu tấn, năm 2023 đạt 37,06 triệu tấn. Trong đó, sản lượng khai thác hầm lò tăng nhanh và chiếm tỷ trọng đa số trong tổng sản lượng than khai thác hàng năm, từ 2,36 triệu tấn năm 1995 (chiếm 35%) tăng lên 19,9 triệu tấn năm 2010 (chiếm 42%); 23,93 triệu tấn năm 2019 (chiếm 59%); 23,977 triệu tấn năm 2020 (chiếm 77,86%); 26,32 triệu tấn năm 2022 (chiếm 66,29%); 27,29 triệu tấn năm 2023 (chiếm 73,63%).

Tuy nhiên, cùng với mức độ tăng trưởng về sản lượng và sự mở rộng về diện sản xuất, tình hình TNLD cũng diễn biến rất phức tạp. Do đặc thù là một ngành công nghiệp nặng nhọc và có nguy cơ xảy ra TNLD cao, các mỏ khai thác than hầm lò đã để xảy ra nhiều vụ TNLD nghiêm trọng. Theo số liệu thống kê giai đoạn từ năm 1995 - 2023 chỉ tính riêng đối với các đơn vị thuộc TKV, đã xảy ra 533 vụ TNLD nghiêm trọng trong và làm chết 686 người (Số liệu thống kê TNLD theo Bảng 1, Hình 1).

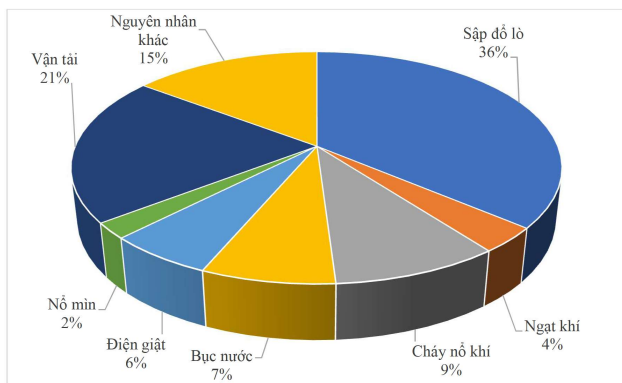
Theo thời gian, diễn biến số vụ tai nạn và số

người chết có xu thế tăng dần trong giai đoạn từ năm 1995-2006, từ 09 vụ - 09 người chết năm 1995 lên 33 vụ - 50 người chết năm 2006; sau đó giảm dần xuống còn 16 vụ - 16 người chết năm 2018; còn 13 vụ - 14 người chết năm 2019; giai đoạn 2020 -2030 giao động bình quân mức 16,75 vụ - 18 người chết. Theo giá trị quy đổi người chết/triệu tấn than nguyên khai khai thác hầm lò, giai đoạn từ năm 1995-2006, tỷ lệ này ở mức khá cao, từ 0,8 ÷ 3,33 người/triệu tấn. Tuy nhiên, trong giai đoạn từ năm 2007-2019, với sự quan tâm, chỉ đạo và kiểm soát tốt trong việc thực hiện công tác an toàn, tỷ lệ này đã giảm xuống chỉ còn 0,35 người/triệu tấn năm 2019; năm 2023 là 0,48 người/triệu tấn than.

Phân tích và thống kê TNLD theo tính chất công việc và công đoạn sản xuất của quy trình công nghệ khai thác than hầm lò (thống kê giai đoạn 1995 - 2023) cho thấy: TNLD nguyên nhân do sập đổ lò và các yếu tố liên quan đến sập đổ chiếm tỷ lệ cao nhất 36%; công tác vận tải chiếm 21%; cháy nổ khí chiếm 9% (chi tiết cụ thể theo Hình 2).



Hình 1: Biểu đồ thống kê các vụ TNLD nghiêm trọng và số người chết trong khai thác than của TKV giai đoạn 1995 - 2023



Hình 2: Chi tiết tỷ lệ TNLD theo tính chất và công đoạn sản xuất

Khai thác hầm lò với đặc trưng bởi các loại hình công nghệ áp dụng trong đào lò và khai thác than tại các lò chợ, nhóm tác giả thống kê nguyên nhân các vụ TNLD theo loại hình công nghệ giai đoạn từ 2021-2023 cho thấy, các vụ và số người chết TNLD từ đào, xén lò, từ khai thác lò chợ bằng cột thủy lực đơn, giá thủy lực di động chiếm tỷ lệ cao so với tổng số các loại hình công nghệ áp dụng, chi tiết tại Bảng 2.

Bảng 2. Thống kê TNLD chết người theo loại hình công nghệ từ năm 2021 đến năm 2023

TT	Loại hình công nghệ	Số vụ	Số người	Sản lượng than (tấn)	Số vụ / Tr. tấn	Số người / Tr. tấn	Năm 2021 (người /Vụ)	Năm 2022 (người /Vụ)	Năm 2023 (người /Vụ)
1	Cơ giới hóa	2	2	7.057.552	0,28	0,28	1/1	1/1	
2	Giá Khung, giá xích	2	2	24.879.399	0,08	0,08			2/2
3	Giá TLĐĐ XDY	4	4	3.529.287	1,13	1,13	2/2	2/2	
4	Giàn mềm	1	1	1.873.882	0,53	0,53			1/1
5	2 ANSH	0	0	255.434	0,00	0,00			
6	Phân tầng, Ngang nghiêng	1	1	2.379.352	0,42	0,42			1/1
7	Buồng cột, buồng thượng	1	4	2.349.141	0,43	1,70			4/1
8	Gỗ	0	0	1.481	0,00	0,00			
9	Cột TLĐ	0	0	2.283.420	0,00	0,00			
10	Đào lò lấy than	0	0	288.815	0,00	0,00			
11	Đào, xén lò	11	11	6.341.120	1,73	1,73	2/2	6/6	3/3
12	Loại hình khác	26	27				12/12	10/9	7/5
Tổng		48	52	51.238.883			17/17	19/18	18/14

2.2 Một số giải pháp ứng xử và quản lý về ATLD đã thực hiện

Hệ thống quản lý an toàn đã được tổ chức chặt chẽ theo ngành dọc từ các cơ quan quản lý nhà nước tới các đơn vị khai thác than hầm lò. Công tác quản lý, thực hiện kế hoạch ATVSLĐ

hằng năm từ Tập đoàn đến các đơn vị thành viên đã đi vào nề nếp. Các công ty đã lập kế hoạch ATVSLĐ cùng với kế hoạch sản xuất kinh doanh của đơn vị theo các nội dung về công tác quản lý ATVSLĐ và được Tập đoàn TKV phê duyệt. Trên cơ sở đó, các đơn vị tổ chức thực hiện có

nghiệm thu hàng quý; các đơn vị đã bổ sung, sửa chữa, kiểm định nhiều trang thiết bị an toàn, cải thiện điều kiện làm việc, bổ sung kiến thức, kỹ năng làm việc cho người lao động. Đây là yếu tố quan trọng nhằm đảm bảo an toàn trong lao động sản xuất. Công tác ATVSLĐ là nhiệm vụ được đặt lên hàng đầu, xuyên suốt trong quá trình sản xuất kinh doanh. Trên cơ sở thực hiện các văn bản quy pháp luật của Nhà nước về công tác ATVSLĐ, Tập đoàn còn ban hành các văn bản để quản lý và điều hành về công tác an toàn như: Nghị quyết số 08/NQ-ĐU ngày 25/02/2021 của Đảng ủy Tập đoàn về tăng cường lãnh đạo, chỉ đạo thực hiện công tác an toàn giai đoạn 2021-2025; Chương trình hành động số 48/CTr-TKV ngày 05/4/2021 về thực hiện Nghị quyết số 08/NQ-ĐU ngày 25/02/2021, đã nâng cao ý thức trách nhiệm của người đứng đầu các tổ chức đối với công tác ATVSLĐ; sự chỉ đạo quyết liệt của Ban lãnh đạo điều hành với nhiều giải pháp thiết thực; Tập đoàn đến các đơn vị đều có Nghị quyết cấp ủy chỉ đạo về công tác ATVSLĐ; có Nghị quyết liên tịch của Giám đốc - Công đoàn - Đoàn thanh niên về phối hợp thực hiện công tác ATVSLĐ.

Tập đoàn và các đơn vị thành viên đã không ngừng chú trọng đầu tư công nghệ mới cho sản xuất, đầu tư trang bị thiết bị tiên tiến, hiện đại nhằm nâng cao an toàn trong lao động sản xuất. Một số đơn vị đã xây dựng Nghị quyết, Chương trình hành động về đổi mới công nghệ và cơ giới hóa trong hoạt động sản xuất. Đối với các mỏ khai thác than hầm lò có số lượng lao động lớn, tiềm ẩn nguy cơ mất an toàn cao, cũng là lĩnh vực sản xuất còn dễ xảy ra nhiều TNLĐ và sự cố lớn, năng suất lao động tăng chậm, song với điều kiện hiện nay, TKV đã đặt nhiệm vụ số một để giải quyết các vấn đề trên là tích cực áp dụng khoa học kỹ thuật, công nghệ tiên tiến, cơ giới hóa trong khai thác, đào lò và cơ điện vận tải ở tất cả các khu vực, vị trí mà điều kiện cho phép. Tính đến thời điểm 12/2023 với 13 đơn vị khai thác

than hầm lò của TKV với tổng số 158 lò chợ (LC) hoạt động, trong đó: 12 LC cơ giới hóa đồng bộ chiếm 7,6%, 74 LC giá khung chiếm 46,8%, 25 LC giá xích chiếm 15,8%, 7 LC giá thủy lực di động XDY và cột thủy lực đơn chiếm 4,43%, 12 LC dàn mềm ZRY chiếm 7,6%, 28 LC ngắn kiểu ngang nghiêng, dọc via phân tầng và buồng thượng chiếm 17,72%. Công tác vận tải được đầu tư và cải tiến liên tục nhằm nâng cao hiệu quả an toàn như: Tiếp tục đầu tư, cải hoán đầu tàu một ca bin thành đầu tàu hai ca bin để nâng cao mức độ an toàn trong quá trình sản xuất. Thời điểm hiện tại, toàn TKV đã có 83 đầu tàu 02 cabin/tổng số 435 đầu tàu. Lắp đặt các hệ thống vận tải liên tục bằng băng tải thay thế các hình thức vận tải bằng máng cào, tời trực kết hợp với xe goòng. Đầu tư lắp đặt hệ thống tự động hóa giám sát điều khiển cho các tuyến băng tải tại các tuyến vận tải chính. Các băng tải lắp đặt đều có đủ rào chắn an toàn theo quy định của TKV. Trong công tác đào lò, đã triển khai áp dụng các công nghệ đào lò tiên tiến, như cơ giới hóa đào lò bằng máy combai, đã cho phép hạn chế gần như hoàn toàn các rủi ro liên quan đến vật liệu nổ.

2.3 Đề xuất một số giải pháp phòng ngừa và giảm thiểu TNLĐ

Trên cơ sở phân tích đánh giá TNLĐ ở trên cho thấy rằng, nguyên nhân gây TNLĐ bao gồm yếu tố khách quan và yếu tố chủ quan. Đối với các mỏ khai thác hầm lò, nguyên nhân khách quan gây ra TNLĐ là điều kiện khai thác mỏ ngày càng khó khăn hơn do phải đi xa, xuống sâu hơn, điều kiện địa chất phức tạp hơn, tiềm ẩn nhiều rủi ro, công tác đảm bảo an toàn ngày càng khó khăn, phức tạp hơn.

Các yếu tố chủ quan dễ xảy ra TNLĐ trong giai đoạn vừa qua đối với các mỏ than hầm lò, như: Công tác tuyên truyền, giáo dục về ý thức tự chủ an toàn cho người lao động còn hạn chế; một số người lao động chưa ý thức đầy đủ trong việc chấp hành quy trình, quy phạm, quy định an toàn, còn làm bừa làm ẩu, thậm chí xảy ra ở cả

cán bộ chỉ huy trực tiếp.

Công tác lập thiết kế, kiểm soát biện pháp thi công còn hạn chế: Một số giải pháp, biện pháp thi công chưa phù hợp với thực tế sản xuất, chưa có đầy đủ biện pháp an toàn.

Công tác chỉ đạo sản xuất: Cán bộ chỉ đạo trực tiếp sản xuất cấp phân xưởng chưa sâu sát, từ khâu ra lệnh sản xuất có nơi, có lúc còn chung chung, thiếu biện pháp an toàn; kiểm tra hiện trường chưa sâu sát, chưa phát hiện được các nguy cơ mất an toàn để có biện pháp ngăn ngừa kịp thời.

Công tác kiểm tra: Các đơn vị thành viên trong Tập đoàn TKV thường xuyên tổ chức kiểm tra an toàn định kỳ và đột xuất, nhưng chưa phát hiện hết các vi phạm, các nguy cơ có thể gây TNLD, sự cố để có biện pháp khắc phục; trình độ, kỹ năng kiểm soát ATLD của người kiểm tra còn hạn chế, còn nể nang chưa kiên quyết trong việc xử lý vi phạm.

Công tác kèm cặp công nhân mới: Một số mỏ hầm lò có tỷ lệ công nhân mới chiếm tỷ lệ gần 40%, chủ yếu là người vùng cao, trình độ học vấn hạn chế, thời gian đào tạo ngắn, tác phong công nghiệp còn nhiều hạn chế, nhận thức về nguy cơ mất an toàn trong khai thác mỏ chưa cao.

Trên cơ sở các tồn tại và nguyên nhân gây TNLD, nhóm tác giả đề xuất một số giải pháp nhằm phòng ngừa và giảm thiểu nguy cơ mất ATVSLĐ như sau:

1) Nâng cao hiệu quả của công tác quản lý về ATVSLĐ trên cơ sở thực hiện phân cấp, quy trách nhiệm đối với tất cả thành viên trong đơn vị doanh nghiệp.

2) Đẩy mạnh cơ giới hóa, tự động hóa, tin học hóa vào sản xuất, đồng thời đẩy mạnh đầu tư áp dụng các công nghệ tiên tiến, hiện đại vào sản xuất để tăng năng suất lao động, nâng cao mức độ an toàn, kiên quyết loại bỏ các công nghệ cũ, lạc hậu, có nguy cơ mất an toàn trong tất cả các loại hình sản xuất (cột thủy lực đơn, giá thủy lực XDY, hạn chế áp dụng hệ thống buồng cột).

3) Đẩy mạnh công tác tuyên truyền, giáo dục nâng cao tác phong công nghiệp, ý thức tự chủ an toàn của người lao động và người sử dụng lao động; nghiêm túc thực hiện nội quy kỷ luật lao động; nâng cao năng lực công tác và kỹ năng làm việc cho cán bộ làm công tác an toàn và hiệu quả công tác thanh tra, kiểm tra từ các đơn vị đến Tập đoàn; đồng thời triển khai thực hiện có hiệu quả văn bản hướng dẫn xây dựng quy định trả lương, thưởng và các biện pháp xử phạt, đặc biệt là phạt tiền gắn với công tác ATVSLĐ.

4) Thường xuyên rà soát, hoàn thiện các quy trình, quy định, hồ sơ quản lý kỹ thuật an toàn; nâng cao chất lượng công tác lập, duyệt thiết kế kỹ thuật, biện pháp thi công để đảm bảo phải chi tiết, cụ thể đầy đủ biện pháp an toàn và phù hợp với thực tế thi công; nâng cao kỹ năng kiểm tra hiện trường sản xuất, tăng cường kiểm tra đột xuất nhằm phát hiện kịp thời các vi phạm, để có biện pháp ngăn ngừa; xử lý nghiêm những người vi phạm; thực hiện nghiêm túc các giải pháp, biện pháp thi công, hộ chiếu kỹ thuật, công tác nghiệm thu sản phẩm, nghiệm thu sau lắp đặt thiết bị.

5) Thực hiện huấn luyện, tuyên truyền để người lao động hiểu biết rõ về công việc, nắm vững quy trình sản xuất nhằm nâng cao ý thức tuân thủ các quy trình, quy phạm.

3 Kết luận

Các giải pháp đồng bộ đã áp dụng và triển khai tại các mỏ than hầm lò của TKV đã mang lại hiệu quả rõ rệt, cho phép giảm số vụ tai nạn cũng như số người chết hàng năm. Văn hóa ATLD đã được hình thành và phát triển tại các mỏ khai thác than hầm lò. Tuy nhiên, thực tế diễn biến TNLD tại các mỏ than hầm lò vẫn khá phức tạp, xảy ra ở mọi công đoạn, vị trí, quá trình sản xuất, từ đó yêu cầu phải tiếp tục nghiên cứu xây dựng các tài liệu để nâng cao hơn nữa hiệu quả trong công tác tuyên truyền, huấn luyện, giảng dạy cho cán bộ quản lý, công nhân trực tiếp tại các mỏ than hầm lò về ý thức tổ chức kỷ luật, kỹ năng nhận biết rủi ro và biện pháp phòng tránh để có thể phát hiện

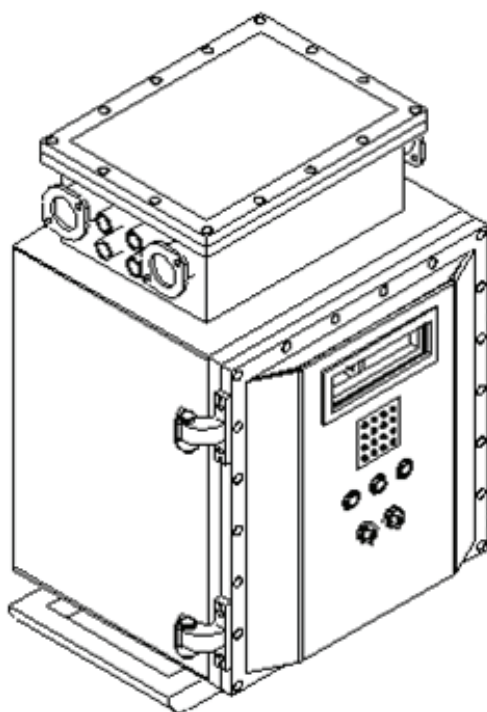
kip thời các nguy cơ, cùng với đẩy mạnh nghiên cứu áp dụng công nghệ mới, cơ giới hóa trong khai thác, đào lò, phù hợp với điều kiện địa chất; cơ giới hóa tối đa các khâu công việc trong sản xuất, đi lại và cải thiện môi trường làm việc nhằm tăng năng suất lao động, giảm nguy cơ mất an toàn và áp dụng giải pháp ứng xử phù hợp nhằm giảm thiểu hơn nữa TNLD tại mỏ than hầm lò.

TÀI LIỆU THAM KHẢO

1. **Nguyễn Anh Tuấn.** Nghiên cứu phân tích đánh giá tai nạn chết người trong khai thác than và đề xuất các giải pháp tổng hợp nâng cao mức độ đảm bảo an toàn lao động. *Viện Khoa học Công nghệ Mỏ - Vinacomin, 2009.*
2. **Đinh Văn Cường.** Nghiên cứu xây dựng bộ tài liệu an toàn về kỹ năng nhận biết, phát hiện nguy cơ, biện pháp xử lý, kỹ năng thoát hiểm và chỉ dẫn an toàn trong các mỏ hầm lò thuộc TKV. *Viện Khoa học Công nghệ mỏ - Vinacomin, 2021.*
3. **Trần Tú Ba và nnk.** Khảo sát, đánh giá hiện trạng tai nạn lao động do nguyên nhân người lao động vi phạm quy trình, quy phạm trong khai thác than hầm lò. Xây dựng các giải pháp nhằm giảm thiểu tai nạn lao động trong khai thác than hầm lò. *Viện Khoa học Công nghệ mỏ - Vinacomin, 2021.*
4. Safety and Health in Underground Coal Mines. International Labour Organization, 2009.
5. <https://nangluongvietnam.vn/tkv-tang-cuong-dam-bao-an-toan-lao-dong-trong-san-xuat-27063.html>.
6. Quyết định 55/QĐ-TTg ngày 17/1/2024 phê duyệt Chiến lược phát triển ngành công nghiệp than Việt Nam đến năm 2030, tầm nhìn đến năm 2045.

TỦ BIẾN TẦN PHÒNG NỔ VCKINV-EX-660/350

Tủ biến tần phòng nổ VCKINV-Ex-660/350 điều khiển các động cơ có công suất lớn đến 350 kW trong mỏ hầm lò. Đây là sản phẩm của đề tài nghiên cứu KH&CN cấp Tập đoàn TKV “Nghiên cứu thiết kế, chế tạo hệ thống làm mát cưỡng bức bằng không khí cho biến tần phòng nổ dùng trong mỏ than hầm lò” do Viện Cơ khí Năng lượng và Mỏ - Vinacomin chủ trì thực hiện.



Thiết bị được chế tạo và kiểm định theo TCVN 7079-0, TCVN 7079-1, TCVN 7079-11 sử dụng trong môi trường có khí bụi nổ. Các thông số kỹ thuật chính của tủ:

- Vỏ tủ biến tần là vỏ không xuyên nổ dạng bảo vệ ExdI, được thiết kế sản xuất theo TCVN 7079-0, TCVN 7079-1;
- Các mạch an toàn tia lửa: Dạng bảo vệ [ia] được thiết kế sản xuất theo TCVN 7079-0, TCVN 7079-11;
- Trong tủ có lắp: Cầu chì, biến áp cách ly, công tắc tơ, các mô đun điều khiển của biến tần, mạch cách ly an toàn tia lửa;
- Nguồn cấp: 3 pha 660V \pm 10%;
- Công suất: Dải tùy chọn theo yêu cầu 45 ÷ 350 kW;
- Tần số đầu ra: 0,01 ÷ 590 Hz;
- Khả năng quá tải: Tải thường 110% trong 10 phút; tải nặng 150% trong 1 phút, 180% trong 3s;
- Hiệu suất: \geq 97,5% tại công suất định mức;
- Kích thước (cao x rộng x sâu): \leq 1.600 x 1.200 x 1.000 mm;
- Trọng Lượng \leq 700 kg;
- Hệ thống làm mát: Cưỡng bức bằng không khí.

BỘ ĐIỀU KHIỂN BÈ GHI TỰ ĐỘNG

Thiết bị điều khiển tự động đóng, mở ghi đường sắt phòng nổ nhằm mục đích điều khiển, đóng, mở tự động các ghi rẽ trong hầm lò, nhằm giảm thiểu tối đa hiện tượng dừng đỗ không đáng có của hệ thống tàu điện, nâng cao năng suất vận chuyển, cải tạo điều kiện lao động, đảm bảo an toàn cho người lao động trong quá trình vận hành.

Thiết bị trong hệ thống được chế tạo và kiểm định theo:

- QCVN 01: 2011/BCT Quy chuẩn kỹ thuật Quốc gia về an toàn trong khai thác than hầm lò;
- TCVN 7079-0 và TCVN 7079-11 Thiết bị điện sử dụng trong môi trường có khí bụi nổ.



Tủ điều khiển bê ghi



Bộ nguồn phòng nổ an toàn tia lửa



Bảng LED chỉ thị hướng bê ghi;
Bộ xy lạnh dịch chuyển ghi

Thành phần và chức năng của bộ bê ghi điều khiển tự động:

- Điều khiển bê ghi từ xa qua các tín hiệu: Điều khiển RF, truyền thông RS485, hoặc tín hiệu điện on/off;
- Cơ cấu chấp hành sử dụng xy lạnh khí nén, cảm biến vị trí hành trình bằng công tắc từ;
- Bảng LED chỉ thị hướng bê ghi và cảnh báo dừng;
- Hoạt động một cách độc lập liên tục khi được cấp nguồn liên tục từ bộ nguồn an toàn tia lửa 12-18VDC Ex ia I, Ex ib I;
- Toàn bộ được thiết kế theo tiêu chuẩn an toàn tia lửa Ex ia I Mb, Ex ib I Mb.

CÁC THÔNG SỐ KỸ THUẬT

a. Tủ điều khiển bê ghi:

Kiểu; Mã hiệu: **ExCC ;** Dạng bảo vệ nổ: **Ex ib I Mb**

Đặc tính kỹ thuật:

Nguồn cấp: $U_i = 12,5 \text{ VDC}$; $I_i = 1,5 \text{ A}$; $C_i = 25 \mu\text{F}$; $L_i = 0,1 \text{ mH}$;

Khối mạch điều khiển LED: $U_0 = 12 \text{ VDC}$; $I_0 = 0,5 \text{ A}$; $C_0 = 0 \mu\text{F}$; $L_0 = 0 \text{ mH}$;

Cổng kết nối on/off: $U_i = 12 \text{ V}$; $I_i = 10 \text{ mA}$; **Cổng truyền thông RS 485:**

$U_0 = 6,3 \text{ VDC}$; $I_0 = 140 \text{ mA}$; $C_0 = 100 \mu\text{F}$; $L_0 = 10 \text{ mH}$;

b. Bảng LED điện tử:

Kiểu; Mã hiệu: **ExLED ;** Dạng bảo vệ nổ: **Ex ib I Mb**

Đặc tính kỹ thuật: $U_i = 12,5 \text{ VDC}$; $I_i = 0,5 \text{ A}$; $C_i = 0 \mu\text{F}$; $L_i = 0 \text{ mH}$;



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