BẢN TIN KHOA HỌC

CƠ KHÍ NĂNG LƯỢNG - MỎ

ISSN: 2354 - 1164

SỐ 22 - THÁNG 7/2020

MECHANICAL ENGINEERING BULLENTIN FOR MINING AND ENERGY INDUSTRIES

VIỆN CƠ KHÍ NĂNG LƯỢNG VÀ MỎ - VINACOMIN

Chào mừng 39 năm Ngày thành lập Viện Cơ khí Năng lượng và Mỏ - Vinacomin 01/07/1981 - 01/07/2020

Kính biếu !

BẢN TIN KHOA HỌC
CƠ KHÍ
NĂNG LƯỢNG - MỎ
ISSN: 2354 - 1164
SỐ 22 - THÁNG 7/2020
MECHANICAL ENGINEERING BULLENTIN FOR MINING AND ENERGY INDUSTRIES
VIỆN CƠ KHÍ NĂNG LƯỢNG VÀ MỎ - VINACOMIN

Chào mừng 39 năm Ngày thành lập
Viện Cơ khí Năng lượng và Mỏ - Vinacomin
01/07/1981 - 01/07/2020

Kính biếu !

CHỊU TRÁCH NHIỆM NỘI DUNG

Trưởng Ban biên tập:
ThS. Lê Thái Hà

BAN BIÊN TẬP:

TS. Đỗ Trung Hiếu – Phó Trưởng ban
ThS. Hứa Ngọc Sơn – Phó Trưởng ban
TS. Lê Thùy Dương – Ủy viên Thường trực
ThS. Nguyễn Chân Phương – Thư ký
TS. Phùng Khắc Sỹ – Ủy viên
TS. Nguyễn Trọng Tài – Ủy viên
TS. Trần Ngọc Minh – Ủy viên
TS. Trịnh Tiến Khỏe – Ủy viên
ThS. Trần Đức Thọ – Ủy viên
ThS. Nguyễn Thu Hiền – Ủy viên
ThS. Lê Thanh Bình – 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: bantiniemm@gmail.com
Giấy phép xuất bản số 42/GP-XBBT ngày 16/6/2020 của Cục Báo chí

MỤC LỤC

Số 22 - Tháng 7/2020

TIN TỨC

2 - Đại hội Đại biểu Đảng bộ Tập đoàn Công nghiệp Than - Khoáng sản Việt Nam lần thứ III, nhiệm kỳ 2020 - 2025 thành công tốt đẹp
5 - Phát huy kết quả đạt được, nắm bắt những thuận lợi để đẩy mạnh hoạt động SXKD

ĐIỆN - TỰ ĐỘNG HÓA

7 - Nghiên cứu điều khiển công suất trực tiếp mạch chỉnh lưu tích cực ở hệ truyền động điện nhiều biến tần - nhiều động cơ ứng dụng trong khai thác mỏ tại Việt Nam

CƠ KHÍ

14 - Cơ sở lý thuyết tính toán tời một đầu cáp monoray
21 - Nghiên cứu ảnh hưởng của sự tăng nhiệt độ dầu thủy lực đến tổn thất lưu lượng và công suất trong máy bơm piston rotor hướng trục

CÔNG NGHỆ VẬT LIỆU

26 - Sự phá hủy của chi tiết kim loại khi có sự hiện diện của vết nứt

CÔNG NGHỆ

29 - Nghiên cứu xác định kích thước vùng dẻo của khối đá xung quanh đường lò
33 - Ứng dụng phương pháp đinh vị GNSS/CORS/RTK thành lập bản đồ địa hình tỷ lệ lớn mỏ lộ thiên
39 - Hiệu quả phòng chống than tự cháy với giải pháp sử dụng chất thải tro xỉ từ các nhà máy nhiệt điện
44 - Phương pháp viễn thám nhiệt trong phát hiện và giám sát cháy ngầm

SẢN PHẨM KH&CN

49 - Phanh đĩa tự làm mát – PĐTLM

Thư ngỏ!

Kính gửi: Quý Độc giả, Quý Khách hàng.

Viện Cơ khí Năng lượng và Mỏ - Vinacomin xin gửi đến Quý Độc giả, Quý khách hàng lời chào hợp tác, chúc các Quý vị ngày càng thành đạt.

Viện Cơ khí Năng lượng và Mỏ - Vinacomin (IEMM) được thành lập ngày 1 tháng 7 năm 1981. Viện là đơn vị nghiên cứu triển khai, tư vấn, thiết kế về cơ khí trong Tập đoàn Công nghiệp Than - Khoáng sản Việt Nam: Vừa nghiên cứu, thiết kế, vừa chế tạo thực nghiệm, đưa các sản phẩm mới áp dụng vào sản xuất.

Trải qua chặng đường 39 năm xây dựng và phát triển, qua nhiều lần thay đổi tên gọi, mô hình hoạt động cũng như nhiều biến động thăng trầm, Viện đã vượt qua nhiều khó khăn, thử thách để trưởng thành và khẳng định thương hiệu IEMM trên thương trường, đó là niềm vinh hạnh và tự hào đối với các thế hệ cán bộ công nhân viên đã và đang làm việc tại Viện.

Với hoạt động chủ yếu là cung cấp các giải pháp trọn gói trong lĩnh vực "*Tư vấn, thiết kế, sản xuất và chế tạo các sản phẩm cơ khí trong ngành năng lượng - mỏ cũng như các ngành công nghiệp khác*", Viện luôn xác định lấy chất lượng, uy tín, dịch vụ chăm sóc khách hàng làm trọng tâm.

Thực hiện chủ đề năm 2020: ***"Nắm bắt cơ hội - Vươn tới tương lai"***, Viện tiếp tục phát huy truyền thống đoàn kết, vượt khó, tập trung cho chiến lược củng cố những nguồn lực sẵn có, phát huy sự liên kết chặt chẽ giữa các doanh nghiệp trong Tập đoàn Công nghiệp Than - Khoáng Sản Việt Nam và các tập đoàn kinh tế khác, đồng thời nắm bắt những cơ hội để huy động thêm các nguồn lực mới mở rộng thị trường. Mục tiêu chính của Viện tiếp tục khẳng định thương hiệu IEMM, không ngừng cải tiến dịch vụ với tiêu chí: Chất lượng tốt nhất, thỏa mãn ở mức độ cao nhất những yêu cầu của khách hàng.

Sở hữu đội ngũ cán bộ có trình độ chuyên môn cao, đúng chuyên ngành và đầy nhiệt huyết với công việc, cùng hệ thống trang thiết bị tự động, công nghệ sản xuất hiện đại, chúng tôi tự tin cam kết sẽ mang tới Quý khách hàng các sản phẩm, dịch vụ tốt nhất, tối ưu nhất để đáp ứng tốt nhất các tiêu chuẩn, sự kỳ vọng ngày càng cao của Quý khách hàng.

Nhân dịp kỷ niệm 39 năm ngày thành lập (1/7/1981 - 1/7/2020) Viện Cơ khí Năng lượng và Mỏ - Vinacomin xin trân trọng cảm ơn sự đóng góp, hợp tác của Quý Độc giả, Quý Khách hàng.

Kính chúc các Quý vị và gia đình luôn Mạnh khỏe - Hạnh Phúc - Thành Công.

Trân trọng!

Trưởng Ban biên tập - Q. Viện Trưởng

Lê Thái Hà

ĐẠI HỘI ĐẠI BIỂU ĐẢNG BỘ TẬP ĐOÀN CÔNG NGHIỆP THAN - KHOÁNG SẢN VIỆT NAM LẦN THỨ III, NHIỆM KỲ 2020 - 2025 THÀNH CÔNG TỐT ĐẸP

Ngày 25/6, tại Trung tâm Hội nghị Quốc gia Mỹ Đình - Hà Nội, Đại hội Đại biểu Đảng bộ Tập đoàn Công nghiệp Than - Khoáng sản Việt Nam lần thứ III, nhiệm kỳ 2020 - 2025 đã thành công tốt đẹp. Đây là Đại hội được Đảng bộ Khối Doanh nghiệp Trung ương lựa chọn là Đại hội điểm cấp trên cơ sở.

Đại hội vinh dự được đón tiếp các đồng chí: Nguyễn Hoàng Anh – Ủy viên Trung ương Đảng, Chủ tịch Ủy ban Quản lý vốn Nhà nước tại Doanh nghiệp; Y Thanh Hà Niê Kđăm – Ủy viên Dự khuyết Ban Chấp hành Trung ương Đảng, Bí thư Đảng ủy Khối Doanh nghiệp Trung ương; Ngô Hoàng Ngân – Phó Bí thư Thường trực Tỉnh ủy Quảng Ninh.

Khai mạc Đại hội, đồng chí Lê Minh Chuẩn – Bí thư Đảng ủy, Chủ tịch HĐTV Tập đoàn đã nhấn mạnh, Đại hội Đại biểu Đảng bộ Tập đoàn lần thứ III, nhiệm kỳ 2020 - 2025 là sự kiện có ý nghĩa quan trọng, lãnh đạo toàn Đảng bộ, cán bộ, đảng viên và người lao động trong Tập đoàn phát huy truyền thống "kỷ luật và đồng tâm", xây dựng Đảng bộ và hệ thống chính trị trong sạch, vững mạnh; không ngừng đổi mới, sáng tạo, nâng cao năng suất lao động, năng lực cạnh tranh; xây dựng Tập đoàn Công nghiệp Than - Khoáng sản Việt Nam phát triển bền vững.

Đồng chí Đặng Thanh Hải – Phó Bí thư Đảng ủy, Tổng Giám đốc Tập đoàn đã trình bày Báo cáo tổng kết thực hiện Nghị quyết Đại hội Đảng bộ Tập đoàn TKV nhiệm kỳ

2015- 2020. Theo đó, nhiệm kỳ vừa qua, trong bối cảnh gặp nhiều khó khăn, thử thách, Đảng bộ Tập đoàn đã phát huy tốt vai trò lãnh đạo toàn diện. Bằng nhiều hình thức, Đảng bộ TKV đã tổ chức tuyên truyền, quán triệt các Nghị quyết của cấp ủy các cấp, kịp thời nắm bắt diễn biến tư tưởng của tập thể CBCN, phát huy được sức mạnh của cả hệ thống chính trị. Với sự vào cuộc quyết liệt, linh hoạt của cả hệ thống chính trị; sự đồng thuận, nỗ lực, tinh thần "Kỷ luật và đồng tâm" của tất cả người lao động, công nhân cán bộ toàn Tập đoàn, nhiệm kỳ vừa qua, TKV đã "Vượt khó- Bứt phá - Về đích và Hoàn thành ngoạn mục" tất cả các chỉ tiêu chủ yếu đề ra. Kết quả 5 năm 2016 - 2020: Tổng doanh thu dự kiến đạt 613,9 ngàn tỷ đồng, tăng bình quân 7,9%/năm; tổng lợi nhuận trước thuế dự kiến đạt 17,9 ngàn tỷ đồng, bình quân 3,6 ngàn tỷ đồng/năm; nộp ngân sách nhà nước ước đạt 84,5 ngàn tỷ đồng, bình quân 16,9 ngàn tỷ đồng/năm; năng suất lao động tăng bình quân 12%/năm; tốc độ tăng tiền lương bình quân 9,2%/năm. Đặc biệt năm 2019, TKV đạt tăng trưởng ấn tượng, cho thấy sự khởi sắc trong hoạt động SXKD của Tập đoàn trên tất cả các khối lĩnh vực sản xuất. Theo đánh giá của Bộ Công Thương, Tập đoàn Công nghiệp Than - Khoáng sản Việt Nam là đơn vị đạt tăng trưởng cao nhất trong khối ngành công nghiệp khai khoáng của Việt Nam.

Bước sang nhiệm kỳ mới 2020 - 2025, nhiệm vụ hàng đầu của Đảng bộ Tập đoàn TKV là lãnh đạo Tập đoàn các Công ty TKV hoàn thành nhiệm vụ chính trị hằng năm, kế hoạch 5 năm 2021-2025, chiến lược phát triển TKV giai đoạn 2015-2025, tầm nhìn 2030 góp phần đảm bảo an ninh quốc phòng, an ninh năng lượng quốc gia và hoàn thành các chỉ tiêu phát triển kinh tế, xã hội của đất nước; đảm bảo đủ việc làm và thu nhập của NLĐ, phấn đấu hoàn thành tốt mục tiêu: "An toàn - Phát triển - Hiệu quả". Một số chỉ tiêu phấn đấu cụ thể trong nhiệm kỳ như sau: Tổng doanh thu đạt 760 ngàn tỷ đồng (tăng 25% so với thực hiện giai đoạn 2015 - 2020, bình quân tăng 5%/năm); lợi nhuận 17,5 ngàn tỷ đồng, bình quân 3,5 ngàn tỷ đồng/năm; nộp ngân sách tăng 5%/năm; đảm bảo đủ việc làm cho người lao động, thu nhập bình quân tăng 5 - 7%/năm; chăm lo, thực hiện tốt các chế độ chính sách, phúc lợi và nhà ở cho người lao động.

Tại Đại hội, đồng chí Khuất Mạnh Thắng – Phó Bí thư Thường trực Đảng ủy Tập đoàn đã trình bày Báo cáo kiểm điểm của Ban Chấp hành Đảng bộ Tập đoàn khóa II.

Phát biểu chỉ đạo tại Đại hội, đồng chí Y Thanh Hà Niê Kđăm – Ủy viên Dự khuyết Ban Chấp hành Trung ương Đảng, Bí thư Đảng ủy Khối Doanh nghiệp Trung ương chúc mừng, biểu dương những thành quả quan trọng mà Đảng bộ Tập đoàn TKV đã đạt được trong nhiệm kỳ vừa qua. Trong thời gian tới, trước bối cảnh nền kinh tế có nhiều biến đổi và thách thức, Tập đoàn TKV cần tiếp tục chủ động trong khai thác, nhập khẩu than để đáp ứng nhu cầu trong nước, đặc biệt là than cho điện; quy hoạch phát triển ngành Than Việt Nam tầm nhìn đến năm 2030 trở thành ngành công nghiệp phát triển, có sức cạnh tranh cao, trình độ công nghệ tiên tiến. Nhiệm vụ này đòi hỏi cấp ủy Đảng, cán bộ, đảng viên, người lao động TKV phải tiếp tục nâng cao quyết tâm chính trị, nỗ lực hơn nữa trong hành động, nhằm thực hiện tốt công tác xây dựng Đảng, không ngừng nâng cao hiệu quả sản xuất kinh doanh, xứng đáng là một trong ba trụ cột an ninh năng lượng Quốc gia.

Trong nhiệm kỳ mới, phát huy truyền thống "Kỷ luật và đồng tâm", đồng chí đề nghị Đảng bộ Tập đoàn cần tập trung thảo luận để thống nhất một số nhiệm vụ, giải pháp cần chú trọng thực hiện như: Tiếp tục làm tốt

công tác xây dựng Đảng, nâng cao năng lực lãnh đạo toàn diện, không ngừng xây dựng tổ chức Đảng trong sạch, vững mạnh; tăng cường lãnh đạo, chỉ đạo, kiểm tra, đổi mới, nâng cao hiệu quả quản trị hoạt động của Tập đoàn; tập trung quyết liệt thực hiện nhiệm vụ chính trị, hoàn thành tốt các chỉ tiêu nhiệm vụ nhiệm kỳ 2020 - 2025; đổi mới phương thức lãnh đạo của Đảng bộ Tập đoàn đáp ứng yêu cầu phát triển của TKV trong giai đoạn mới.

Sau khi tiến hành công tác bầu cử, Đại hội đã bầu ra Ban Chấp hành Đảng bộ Tập đoàn khóa III, nhiệm kỳ 2020 - 2025 gồm 33 đồng chí.

Tại phiên họp lần thứ nhất, Ban Chấp hành Đảng bộ Tập đoàn khóa mới đã tiến hành bầu Ban Thường vụ Đảng ủy, Bí thư Đảng ủy, Phó Bí thư Đảng ủy, Ủy ban Kiểm tra Đảng ủy, Chủ nhiệm Ủy ban Kiểm tra Đảng ủy. Kết quả, đồng chí Lê Minh Chuẩn tái đắc cử Bí thư Đảng ủy TKV khóa III, nhiệm kỳ 2020 - 2025 với tỷ lệ phiếu bầu đạt 100%.

Trong phiên làm việc buổi chiều cùng ngày, Đại hội đã tiến hành bầu Đoàn đại biểu đi dự Đại hội Đảng bộ Khối Doanh nghiệp Trung ương lần thứ III; đồng thời thông qua tổng hợp các ý kiến tham gia góp ý dự thảo Văn kiện Đại hội XIII, dự thảo Báo cáo Đại hội III Đảng bộ Khối Doanh nghiệp Trung ương.

Tại Đại hội, lãnh đạo Tập đoàn đã tặng hoa chúc mừng các đồng chí không tái cử Ban Chấp hành Đảng bộ Tập đoàn khóa III.

Với sự đồng thuận và nhất trí cao, 100% các đại biểu tham dự đã biểu quyết thông qua Nghị quyết Đại hội Đại biểu Đảng bộ Tập đoàn TKV lần thứ III, nhiệm kỳ 2020 - 2025.

Nguồn: **vinacomin.vn**

PHÁT HUY KẾT QUẢ ĐẠT ĐƯỢC, NẮM BẮT NHỮNG THUẬN LỢI ĐỂ ĐẨY MẠNH HOẠT ĐỘNG SXKD

Sáng ngày 04/6/2020, Tổng Giám đốc Tập đoàn Đặng Thanh Hải đã chủ trì hội nghị trực tuyến điều hành sản xuất kinh doanh tháng 6/2020.

Theo tổng hợp báo cáo của Ban Kế hoạch, với khí thế thi đua sôi nổi lập thành tích trong Tháng Công nhân của CBCNV toàn Tập đoàn, các chỉ tiêu SXKD trong tháng 5 đã cơ bản hoàn thành kế hoạch. Cụ thể, Tập đoàn đã sản xuất 3,8 triệu tấn than nguyên khai, tiêu thụ 4,09 triệu tấn; sản xuất Alumin và hydrat quy đổi đạt 117.000 tấn; tinh quặng đồng 9.411 tấn; sản xuất và tiêu thụ 863 triệu kWh điện; sản xuất, tiêu thụ thuốc nổ 10.500 tấn...

Tính chung đến hết 5 tháng, toàn Tập đoàn sản xuất được 18,1 triệu tấn than nguyên khai, đạt 45% kế hoạch năm; than tiêu thụ đạt 19,77 triệu tấn; sản xuất Alumin quy đổi 580.536 tấn; tinh quặng đồng 36.934 tấn; sản xuất điện 4,6 tỷ kWh; hoá chất, vật liệu nổ công nghiệp sản xuất được 36.800 tấn; doanh thu toàn Tập đoàn ước đạt 51.506 tỷ đồng; tiền lương của người lao động đạt bình quân 12,8 triệu đồng/người-tháng.

Theo kế hoạch, trong tháng 6, Tập đoàn sản xuất 3,5 triệu tấn than nguyên khai, tiêu thụ 4,05 triệu tấn; bóc 18,8 triệu m^3 đất đá, đào tổng số 22.550 mét lò; sản phẩm Alumina 120.000 tấn; tinh quặng đồng 9.800 tấn, đồng tấm 1.150 tấn, kẽm thỏi 1.000 tấn; sản xuất 949 tỷ KWh điện; sản xuất 6.000 tấn thuốc nổ, cung ứng 9.000 tấn thuốc nổ, sản xuất và tiêu thụ Amon Nitrat 17.000 tấn.

Kết luận hội nghị, Tổng Giám đốc Tập đoàn Đặng Thanh Hải ghi nhận sự nỗ lực, cố gắng của CBCVN toàn Tập đoàn đã góp phần vào những kết quả đạt được trong tháng 5 vừa qua. Đặc biệt, sự kiện Thủ tướng Chính phủ Nguyễn Xuân Phúc đến thăm, tặng quà CNLĐ của Tập đoàn nhân Tháng Công nhân đã thể hiện sự quan tâm, ghi nhận những thành tích mà TKV đã phấn đấu đạt được trong suốt thời gian qua của lãnh đạo Đảng và Nhà nước; từ đó tạo nguồn động viên, khích lệ to lớn cho CBCNV toàn Tập đoàn trong việc hoàn thành toàn diện nhiệm vụ SXKD năm 2020.

Phát huy kết quả đã đạt được, trong tháng 6/2020, Tổng Giám đốc Tập đoàn nhấn mạnh một số nhiệm vụ chính cần thực hiện như: Tập trung cao độ cho công tác chuẩn bị để tổ chức thành công Đại hội Đảng bộ Tập đoàn lần thứ III, nhiệm kỳ 2020 - 2025; nắm bắt những thuận lợi của thị trường, điều chỉnh các chỉ tiêu kế hoạch phù hợp, đẩy mạnh mọi hoạt động SXKD; chú trọng thực hiện tốt công tác an toàn, môi trường và công tác phòng chống mưa bão; rà soát kỹ lại các chỉ tiêu kỹ thuật của cả khối than và khoáng sản; đẩy mạnh tiêu thụ than chất lượng cao; quan tâm cải thiện điều kiện làm việc cho CNLĐ trong thời tiết nắng nóng; đảm bảo việc hợp nhất hai đơn vị Than Cao Sơn và Than Tây Nam Đá Mài đúng tiến độ; thúc đẩy các dự án đầu tư quan trọng của Tập đoàn...

Nguồn: **vinacomin.vn**

NGHIÊN CỨU ĐIỀU KHIỂN CÔNG SUẤT TRỰC TIẾP MẠCH CHỈNH LƯU TÍCH CỰC Ở HỆ TRUYỀN ĐỘNG ĐIỆN NHIỀU BIẾN TẦN - NHIỀU ĐỘNG CƠ ỨNG DỤNG TRONG KHAI THÁC MỎ TẠI VIỆT NAM

ThS. Lê Văn Tùng, TS. Đỗ Chí Thành – *Trường Đại học Công nghiệp Quảng Ninh*

Tóm tắt: Nghiên cứu các bộ biến tần sử dụng chỉnh lưu tích cực với phương pháp điều khiển công suất trực tiếp đầu vào đảm bảo dòng điện đầu vào hình sin, hệ số công suất bằng 1, điện áp một chiều DC ở đầu ra ổn định, năng lượng trao đổi theo hai chiều giữa tải và lưới điện. Điều khiển trực tiếp công suất trên cơ sở ước lượng điện áp lưới, sau đó sẽ điều khiển trực tiếp công suất tác dụng và phản kháng của mạch, đảm bảo công suất phản kháng q = 0. Bài báo phân tích ưu điểm của phương pháp điều khiển công suất trực tiếp ở mạch chỉnh lưu tích cực có công suất lớn khi là nguồn cấp điện chính cho nhiều biến tần - động cơ không đồng bộ ba pha làm việc trong ngành khai thác mỏ. Phương pháp điều khiển trực tiếp mô men động cơ sử dụng các bộ điều chỉnh mô men và từ thông dạng tỷ lệ tích phân (PI) thay cho các khâu điều chỉnh rơ le trễ, đảm bảo điều chỉnh liên tục biên độ từ thông và mô men. Kết hợp "nguồn - mạch chỉnh lưu tích cực - nhiều nghịch lưu - nhiều động cơ - tải" tạo thành một hệ thống truyền động điện đa động cơ hoàn chỉnh với hiệu quả làm việc được cải thiện. Kết quả nghiên cứu được kiểm chứng bằng phần mềm Matlab & Simulink.

Từ khóa: Chỉnh lưu tích cực 3 pha; điều khiển công suất trực tiếp; điều khiển mô men; hệ truyền động đa động cơ; Matlab & Simulink; nghịch lưu 3 pha.

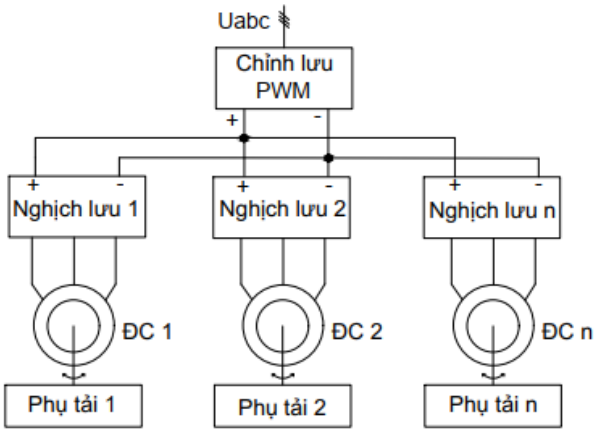
1 Giới thiệu

Hiện nay, việc thiết kế và chế tạo các bộ biến đổi tần số công nghiệp đòi hỏi chất lượng cao về hệ số công suất, giảm sóng hài lên lưới gây ra bởi các phần tử ở mạch chỉnh lưu. Với các ưu điểm của mạch chỉnh lưu tích cực như hệ số công suất cosφ = 1, giảm sóng hài dòng điện lưới, dòng điện dẫn theo hai chiều, điều chỉnh và ổn định của điện áp một chiều phía DC, giảm kích thước của tụ lọc. Ở các bộ biến đổi dùng Thyristor cũng đảm bảo yêu cầu năng lượng trao đổi theo hai chiều giữa lưới và tải nhưng sơ đồ mạch lực cồng kềnh, mạch điều khiển phức tạp, hệ số công suất thấp. Vì vậy, mạch chỉnh lưu không điều khiển dùng Diode, Thyristor ở biến tần đang dần được thay thế bởi chỉnh lưu có điều khiển hay gọi là chỉnh lưu tích cực sử dụng khóa bán dẫn IGBT [4].

Phương pháp điều khiển chỉnh lưu tích cực tựa điện áp sẽ ước lượng điện áp lưới, sau đó điều khiển trực tiếp công suất tác dụng và công suất phản kháng (DPC – Direct Power Control). Ưu điểm của phương pháp điều khiển này là sẽ điều khiển công suất phản kháng q = 0 ở nguồn vào chỉnh lưu để đảm bảo cosφ = 1. Ước lượng sự thay đổi của thành phần sóng hài dẫn đến cải thiện hệ số công suất và hiệu suất điều khiển, có phương pháp điều khiển đơn giản [3].

Hiện nay ở Việt Nam, hệ truyền động điện sử dụng bộ nguồn công suất chỉnh lưu tích cực – biến tần 4Q (bốn góc phần tư), đã áp dụng cho ngành mỏ như trạm bơm thoát nước, hệ thống sàng tuyển, tuyến băng tải, trục tải, máy xúc ЭКГ. Nhưng đây chủ yếu là hệ truyền động điện dạng riêng lẻ gồm một bộ chỉnh lưu tích cực – một biến tần – một động cơ không đồng bộ (ĐCKĐB) hoặc nhiều ĐCKĐB. Phổ biến là biến tần phòng nổ BPJ1 của hãng INVT lắp đặt cho các hệ thống băng tải [1]. Tuy nhiên, khi khu vực có nhóm các động cơ làm việc hoặc cần mở

rộng phạm vi công suất sẽ dẫn đến tăng công suất và kích thước động cơ, bộ truyền cơ khí và thay mới biến tần 4Q có công suất lớn hơn. Để khắc phục các nhược điểm trên thì sơ đồ cấu trúc hệ truyền động điện gồm một bộ chỉnh lưu – nhiều biến tần – nhiều động cơ trình bày ở hình 1 đang được nghiên cứu và phát triển.



Hình 1. Cấu trúc hệ truyền động điện chỉnh lưu tích cực với đa nghịch lưu

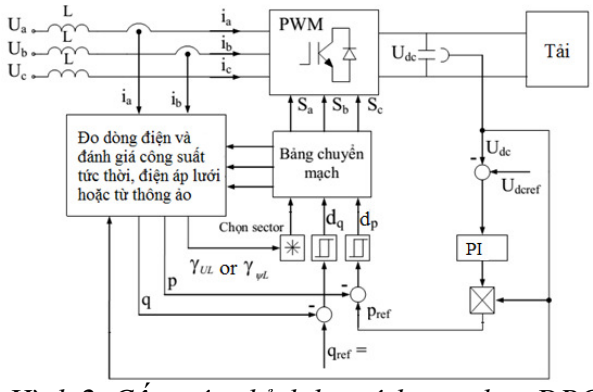
Với cấu trúc được mô tả như trên hình 1, dùng một bộ chỉnh lưu cấp điện cho các biến tần, mỗi ĐCKĐB trong hệ thống truyền động được cung cấp nguồn từ một biến tần riêng. Việc sử dụng các biến tần để cung cấp nguồn riêng cho từng động cơ không những mở rộng phạm vi công suất mà còn tạo nên hệ thống điều khiển linh hoạt về quá trình năng lượng cũng như điều chỉnh đồng bộ tốc độ của hệ truyền động điện. Các động cơ có thể làm việc với tải riêng biệt hoặc cùng một tải, ví dụ như băng tải dài dùng nhiều động cơ để truyền chuyển động.

Theo tài liệu [5] chứng minh được rằng, sơ đồ như hình 1 thì tổng công suất của biến tần có thể cao gấp 4 lần công suất của chỉnh lưu tích cực. Điều này làm giảm giá thành khi chế tạo mạch chỉnh lưu.

So với các phương pháp điều khiển thì điều khiển ĐCKĐB theo phương pháp điều khiển trực tiếp mô men (DTC – Direct Torque Control) có nhiều ưu điểm khi làm việc ở vùng tốc độ thấp, mô men tải thay đổi đột ngột vì đáp ứng mô men nhanh, độ gợn mô men thấp, tần số chuyển mạch ổn định [2]. Tác giả dụng phương pháp DTC-SVM (Space Vector Modulation) thay cho phương pháp DTC cơ bản để tận dụng ưu điểm của bộ điều chỉnh tỷ lệ tích phân PI và ưu điểm của điều chế véc tơ không gian. Kết hợp phương pháp điều khiển chỉnh lưu tích cực với mạch nghịch lưu điều khiển trực tiếp mô men động cơ sẽ nâng cao chất lượng hệ truyền động điện nhiều động cơ.

2 Phương pháp điều khiển công suất trực tiếp

Cấu trúc điều khiển DPC (hình 2) dựa trên các mạch vòng điều khiển công suất tác dụng và công suất phản kháng tức thời. Trong cấu trúc DPC, các trạng thái chuyển mạch của bộ biến đổi được chọn bởi bảng chuyển mạch dựa trên sai lệch giữa giá trị ước lượng và giá trị điều khiển của công suất tác dụng (p) và công suất phản kháng (q). Do đó, phương pháp DPC yêu cầu phải ước lượng nhanh và chính xác công suất p và q.



Hình 2. Cấu trúc chỉnh lưu tích cực theo DPC

Trong đó: Tải – các mạch nghịch lưu và các động cơ xoay chiều 3 pha; PI – bộ điều chỉnh điện áp một chiều DC; PWM – mạch lực chỉnh lưu tích cực (IGBT); L – cuộn kháng; γ – góc lệch pha giữa véc tơ điện áp với trục α.

Bộ điều chỉnh PI ở mạch vòng điện áp có tác dụng giữ cho điện áp U_{dc} không đổi trên tụ C theo giá trị đặt trước mong muốn,

Bảng 1. Bảng lựa chọn vector điện áp điều khiển chỉnh lưu tích cực DPC

d_p	d_q	Lựa chọn véc tơ điện áp											
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
1	0	U_6	U_6	U_1	U_1	U_2	U_2	U_3	U_3	U_4	U_4	U_5	U_5
	1	U_2	U_7	U_3	U_0	U_4	U_7	U_5	U_0	U_6	U_7	U_1	U_0
0	0	U_6	U_1	U_1	U_2	U_2	U_3	U_3	U_4	U_4	U_5	U_5	U_6
	1	U_1	U_2	U_2	U_3	U_3	U_4	U_4	U_5	U_5	U_6	U_6	U_1

nghĩa là điều khiển dòng công suất tác dụng chảy đến phía tụ C, luôn đảm bảo điện áp đầu ra của chỉnh lưu bằng giá trị $U_{dc\ ref}$ đặt khi tải thay đổi.

Khối ước lượng công suất là một phần quan trọng của hệ thống. Mục đích là xác định công suất tính toán rồi so sánh với công suất đặt để đưa ra tín hiệu điều khiển hợp lý. Công suất p và q của chỉnh lưu tích cực được tính trên hệ trục tọa độ α, β như sau:

$$p = u_\alpha i_\alpha + u_\beta i_\beta \quad (1)$$

$$q = u_\beta i_\alpha - u_\alpha i_\beta \quad (2)$$

Giá trị đặt của công suất phản kháng $q_{ref} = 0$, tức là cosφ = 1. Công suất tác dụng p_{ref} ở đầu ra của PI so sánh với giá trị ước lượng của công suất tác dụng. Sai lệch giữa các phép so sánh là độ trễ của bộ điều khiển. Hai bộ điều chỉnh công suất có đặc tính trễ. Tín hiệu đầu ra của bộ điều chỉnh công suất tác dụng được xác định như sau:

$$d_p = 1 \text{ nếu } p < p_{ref} - H_p \quad (3)$$

$$d_p = 0 \text{ nếu } p > p_{ref} + H_p \quad (4)$$

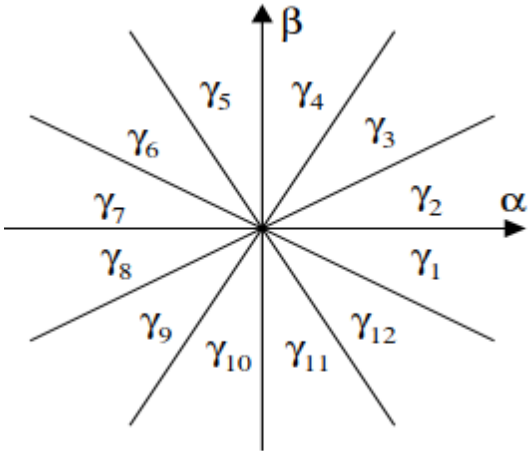
Tương tự tín hiệu đầu ra của bộ điều chỉnh công suất phản kháng như sau:

$$d_q = 1 \text{ nếu } q < q_{ref} - H_q \quad (5)$$

$$d_q = 0 \text{ nếu } q > p_{ref} + H_q \quad (6)$$

Trong đó: H_p, H_q – dải trễ.

Phân vùng vị trí của véc tơ điện áp chia thành 6 hoặc 12 vùng sector trên hệ trục tọa độ α, β như hình 3. Tuy nhiên, qua các công trình nghiên cứu thì bảng chuyển mạch của phương pháp DPC sử dụng 12 sector chuyển mạch cho chất lượng cao hơn [3]. Dựa vào sự thay đổi của công suất tức thời sẽ xác định được véc tơ điện áp điều khiển trên phân vùng, thể hiện trên bảng 1.



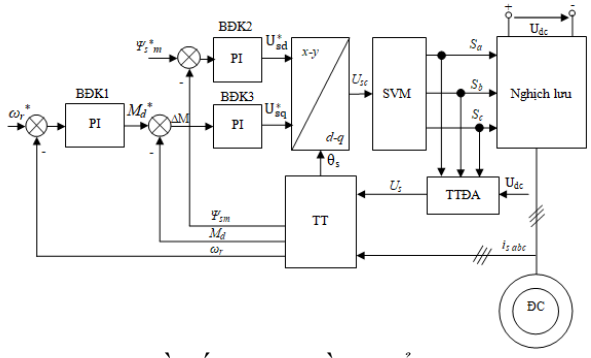
Hình 3. Phân vùng véc tơ điện áp trên trục α, β

3 Phương pháp điều khiển trực tiếp mô men động cơ không đồng bộ

Phương pháp DTC đang được ứng dụng rộng rãi trong công nghiệp với ưu điểm thời gian đáp ứng mô men rất nhỏ, độ tin cậy cao, đặc tính động rất tốt của mô men điện từ và từ thông stator. Với sơ đồ điều khiển DTC cơ bản dùng bảng chuyển mạch sector có nhược điểm tần số chuyển mạch của van thay đổi, độ gợn mô men cao, từ thông và dòng điện tức thời bị biến dạng với sự thay đổi vị trí của vector từ thông stator, tần số lấy mẫu cao [2].

Gần đây phương pháp mới được phát triển gọi là điều khiển trực tiếp mô men sử dụng điều chế véc tơ không gian DTC-SVM. Phương pháp này giải quyết các nhược điểm của DTC cơ bản. Phương pháp DTC-SVM hoạt động với tần số chuyển mạch không đổi nên tối ưu về tổn thất chuyển mạch. Sơ đồ

cấu trúc điều khiển DTC-SVM được thể hiện như hình 4.



Hình 4. Sơ đồ cấu trúc điều khiển DTC - SVM

Trong đó: $\Psi_{s\alpha}$, $\Psi_{s\beta}$ – từ thông stator theo trục α, β; Ψ_{sm} – từ thông stator; ω_r – tốc độ quay rô to; ω_r* – tốc độ đặt; M_d – mô men điện từ; Ψ_s* – giá trị từ thông đặt; θ_s – góc lệch giữa véc tơ điện áp với trục α; BĐK1 – bộ điều chỉnh tốc độ; BĐK2 – bộ điều chỉnh từ thông; BĐK3 – bộ điều chỉnh mô men; TT – khối ước lượng mô men, từ thông và góc θ_S ; TTĐA – khối ước lượng điện áp.

Phương pháp DTC-SVM thực hiện đo và tính toán mô men, từ thông stator thức thời, góc lệch pha θ_s giữa véc tơ điện áp với trục α, tính toán véc tơ điện áp stator cần điều chế U_{sc}, sau đó thực hiện điều chế véc tơ không gian để thực hiện đóng cắt khóa IGBT. Việc tận dụng ưu điểm của phương pháp SVM sẽ làm giảm tổn thất chuyển mạch và giảm sóng hài dòng điện ở đầu ra.

Trong hình 4, hai bộ điều khiển từ thông và mô men dạng PI được sử dụng thay cho khâu rơ le trễ ở sơ đồ cơ bản, điều này sẽ kiểm soát liên tục biên độ của từ thông và mô men. Do đó sẽ tính toán ra tín hiệu điện áp U^*_{sd} và U^*_{sq} để điều khiển biến tần, đồng thời điện áp DC ở đầu vào của nghịch lưu được giữ ổn định.

Để đánh giá hoạt động của hệ thống chỉnh lưu tích cực – nhiều nghịch lưu – nhiều động cơ, tác giả nghiên cứu hoạt động của hệ truyền động điện băng tải chính trong mỏ than hầm lò có 3 băng tải nối tiếp nhau. Các động cơ có công suất lớn với một số thông số được mô tả như bảng 2.

Bảng 2. Một số thông số ĐCKĐB

Đặc tính kỹ thuật	Động cơ băng tải 1 và 2	Động cơ băng tải 3
Công suất P (KW)	110	150
Điện áp (V)	380/660	380/660
Tần số (Hz)	50	50
Tốc độ rô to (v/p)	1485	1490

Dựa vào các tham số động cơ ta tính toán được các tham số cho mạch chỉnh lưu tích cực IGBT như bảng 3 [4].

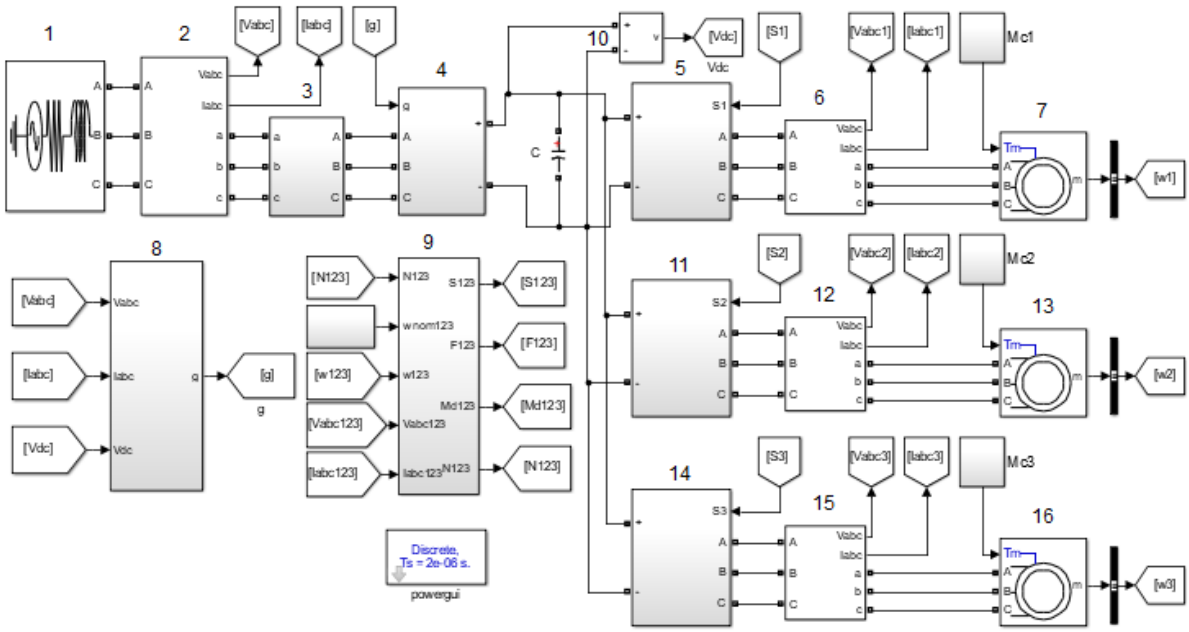
Bảng 3. Thông số mạch chỉnh lưu

Điện áp nguồn cấp $U_{đm}$ (V)	600
Tần số ngõ vào (Hz)	50
Tụ điện C lọc điện áp DC (μF)	10.000
Điện cảm đầu vào L (H)	0,005
Điện áp một chiều đầu ra yêu cầu U_{dc} (V)	1.200

4 Kết quả mô phỏng

Sử dụng phần mềm Matlab & Simulink để xây dựng hệ truyền động điện cho hệ thống như hình 5, trong đó: 1 – nguồn 3 pha; 2, 6, 12, 15 – cảm biến dòng điện và điện áp AC; 3 – cuộn kháng; 4 – mạch lực chỉnh lưu tích cực (IGBT); 5, 11, 14 – mạch lực nghịch lưu điện áp (IGBT); 7, 13, 16 – động cơ không đồng bộ; 8 – khối tổng hợp phương pháp điều khiển chỉnh lưu tích cực DPC; 9 – khối tổng hợp phương pháp điều khiển trực tiếp mô men ba động cơ; 10 – cảm biến đo điện áp 1 chiều DC; M_{c1}, M_{c2}, M_{c3} – mô men tải.

Để đánh giá chất lượng làm việc của hệ thống chỉnh lưu và nghịch lưu, xét tốc độ động cơ và mô men tải thay đổi từ 0 đến giá trị đặt và giảm mạnh. Đây là hai thay đổi mang đặc tính nặng nề nhất khi ĐCKĐB làm việc, thể hiện ở bảng 4.

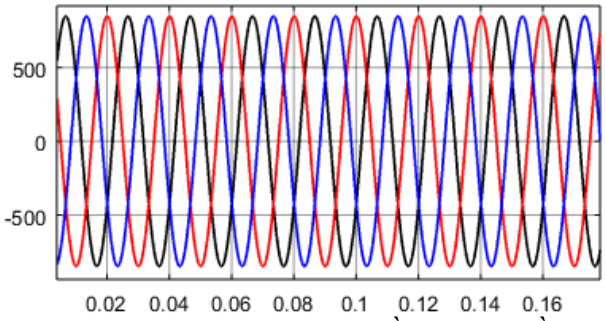


Hình 5. Sơ đồ điều khiển DTC-SVM với chỉnh lưu tích cực

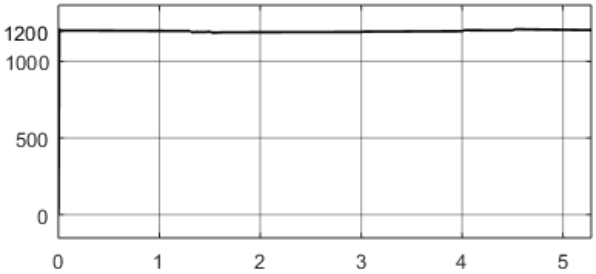
Bảng 4. Chế độ làm việc của các động cơ tại các thời điểm

Động cơ	P (Kw)	Tốc độ ω (v/p) và thời gian t (s)	Mô men tải M_c (Nm) và thời gian t (s)
1	110	n = [1.200..0] t = [0..4]	M_c = [0 550 -550] t = [0 1,3 4,5]
2	110	n = [1.300..0] t = [0..4]	M_c = [0 590 -590)] t = [0 1,3 4,5]
3	150	n = [1.400..0] t = [0..3]	M_c=[0 800 -800] t = [0 1,5 4]

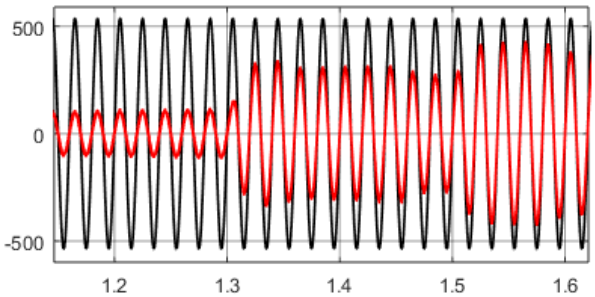
Kết quả mô phỏng ở mạch chỉnh lưu được cho trong các hình 6 - 14. Khi hệ thống làm việc thì hệ số cosφ = 1, đảm bảo hiệu suất làm việc của bộ chỉnh lưu tích cực. Tại thời điểm t = 1,4 s thì xảy ra hãm, năng lượng trả về lưới thì cosφ = -1.



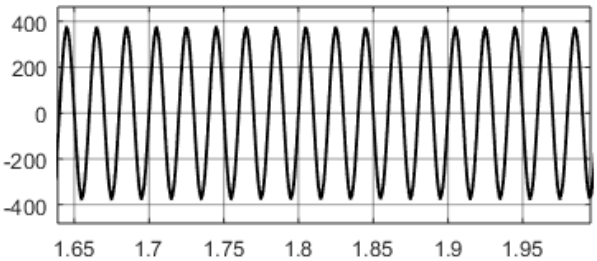
Hình 6. Dạng điện áp nguồn xoay chiều đầu vào



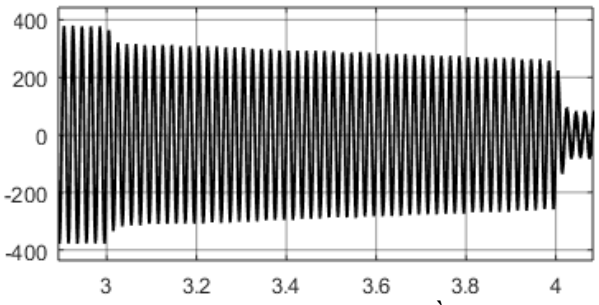
Hình 7. Đặc tính điện áp 1 chiều đầu ra (U_{dc} = 1.200 V)



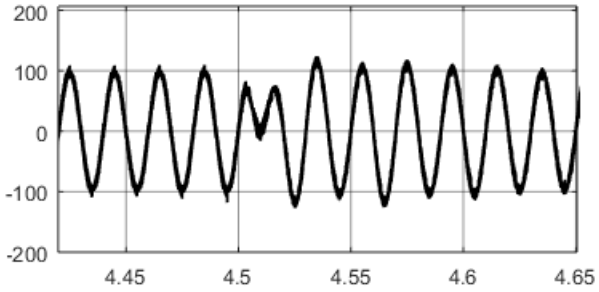
Hình 8. Đặc tính dòng điện đầu vào chỉnh lưu khi các động cơ khởi động và khi có mô men tải M_c tại t = 1,3 s (dòng điện cùng pha với điện áp lưới)



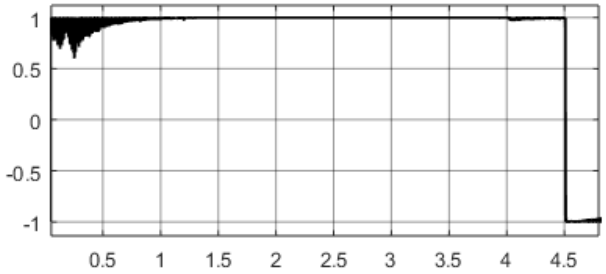
Hình 9. Đặc tính dòng điện đầu vào khi 3 động cơ làm việc ổn định ở tốc độ đặt



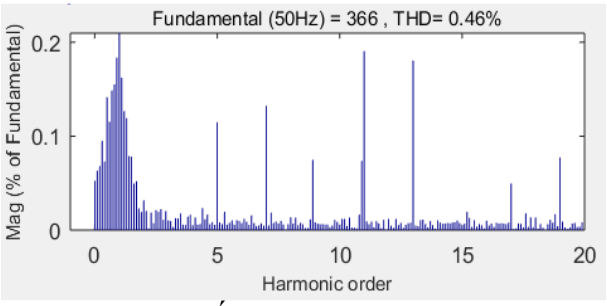
Hình 10. Đặc tính dòng điện đầu vào khi các động cơ giảm tốc độ và động cơ 3 có mô men tải đảo chiều



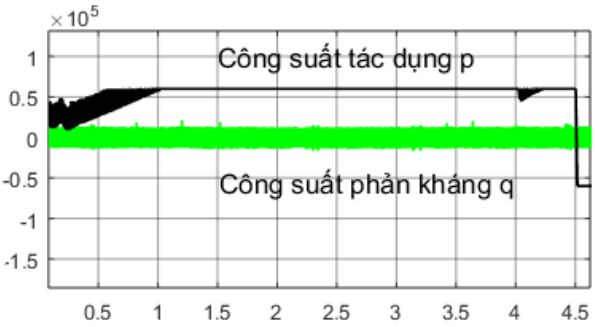
Hình 11. Đặc tính dòng điện đầu vào khi các động cơ 1 và 2 có mô men tải M_{c1}, M_{c2} đảo chiều tại t = 4,5 s



Hình 12. Đặc tính hệ số công suất cosφ

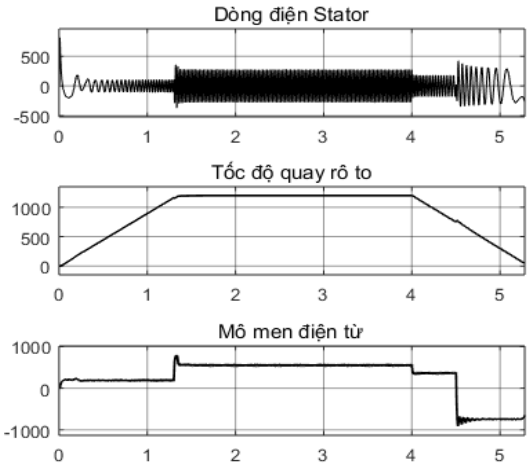


Hình 13. Hệ số sóng hài dòng điện khi các động cơ làm việc ở tốc độ đặt (TDH = 0,46%)

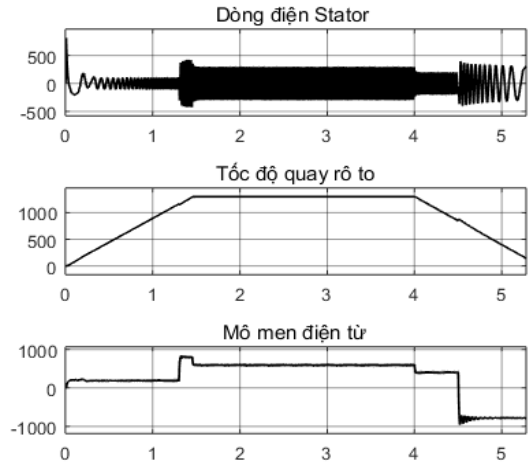


Hình 14. Đặc tính công suất tác dụng và công suất phản kháng khi chỉnh lưu tích cực hoạt động ở chế độ chỉnh lưu và chế độ nghịch lưu

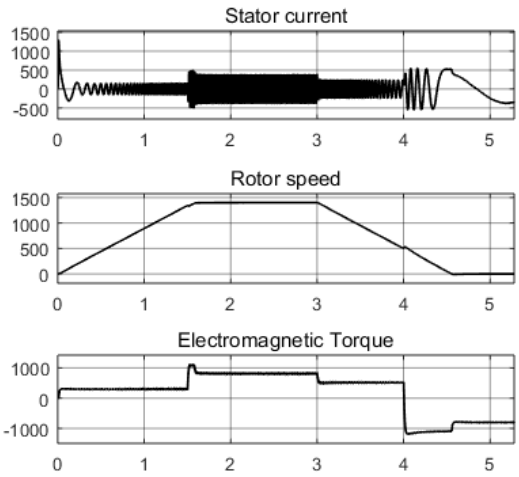
Kết quả mô phỏng điều khiển động cơ được thể hiện trong hình 15 - 18. Kết quả cho thấy, quá trình khởi động và dừng êm, không có dao động về tốc độ. Mô men tải thay đổi thì mô men điện từ thay đổi theo và M_d = 550 Nm. Tốc độ làm việc động cơ luôn bám theo giá trị đặt n = 1200 v/p.



Hình 15. Các đặc tính động cơ băng tải 1 theo phương pháp DTC-SVM



Hình 16. Các đặc tính động cơ băng tải 2 theo phương pháp DTC-SVM



Hình 17. Các đặc tính động cơ băng tải 3 theo phương pháp DTC-SVM

5 Kết luận

Qua phân tích lý thuyết và các kết quả thu được từ mô phỏng cho thấy hệ truyền động điện bao gồm chỉnh lưu tích cực - nhiều biến tần - nhiều động cơ có chất lượng tốt. Năng lượng trao đổi theo hai chiều nên phù hợp làm việc với tải hỗn hợp mà xảy ra hãm dừng, đảo chiều thường xuyên, hệ số công suất cao cosφ = 1, dòng điện lưới hình sin, thành phần sóng hải giảm rõ rệt. Phương pháp điều khiển trực tiếp mô men DTC-SVM giúp cải thiện sự dao động của mô men khi tải thay đổi, quá trình khởi động và dừng êm. Cấu trúc truyền động điện nghiên cứu có thể áp dụng cho các hệ thống làm việc theo nhóm động cơ trong khai thác mỏ khi cần mở rộng công suất như các cơ cấu truyền động ở máy xúc ЭКГ, băng tải dài sử dụng nhiều động cơ, trạm bơm, cụm sàng tuyển, tời trục, trong các cơ cấu truyền động ở xe tải cỡ lớn Belaz.

TÀI LIỆU THAM KHẢO

1. BPJ1 Series. Explosion-proof Inverters for Mining". - 2014. http://www.dattech.com.vn/san-pham/bien-tan-phong-no-bpj1.html.
2. **Hableter T.G.** Direct Torque Control of Induction Machines Using Space Vector Modulation / T.G. Hableter, F. Profumo, M. Pastorelli, L.M. Tolbert // IEEE Trans. Ind. Appl., vol. 28. - 1992. – PP. 1045 - 1053.
3. **Hung N.** Performance Improvement of Direct-Power-Controlled PWM Converter / N. Hung, T. Noguchi // IEEJ Trans. on Ind. Appl., vol 119, №2. - 1998. - PP.232 - 239.

CƠ SỞ LÝ THUYẾT TÍNH TOÁN TỜI MỘT ĐẦU CÁP MONORAY

NCS. Lê Văn Lợi – Trường Đại học Kỹ Thuật Công trình Liêu Ninh – Trung Quốc
TS. Nguyễn Trọng Tài, TS. Nguyễn Việt Tuyên – Viện Cơ khí Năng lượng và Mỏ- Vinacomin

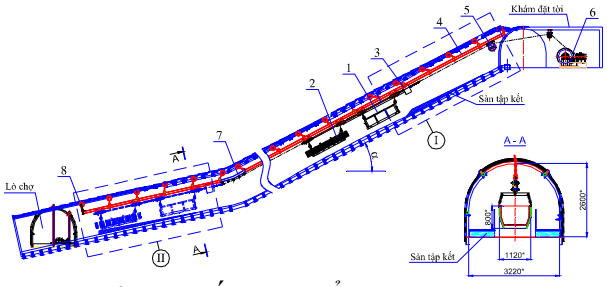
Mở đầu

Trên thế giới, ở các nước có công nghệ khai thác mỏ phát triển, monoray đóng một vai trò quan trọng trong sự phát triển của ngành công nghiệp khai khoáng. Tuy vậy, trong nước mới chỉ áp dụng hình thức vận tải monoray kiểu tự hành, lần đầu được ứng dụng vào vận tải mỏ tại mỏ than Nam Mẫu năm 2010 và phần nào đã chứng minh những ưu điểm nhất định của hệ thống vận tải này. Đến thời điểm hiện tại, trong Tập đoàn Công nghiệp Than - Khoáng sản Việt Nam đã có thêm các đơn vị ứng dụng loại hình vận tải mỏ bằng monoray như Hà Lầm, Ngã Hai, Khe Chàm III... Tuy nhiên, việc nghiên cứu, lựa chọn một số loại thông số của tời trục một đầu cáp monoray (TT1ĐC-M) sao cho phù hợp trong công tác tính toán, thiết kế và chế tạo ở trong nước vẫn còn là một vấn đề hạn chế. Nội dung bài báo giới thiệu cơ sở tính toán các thông số cơ bản của thiết bị TT1ĐC-M, để từ đó giải quyết đúng đắn những vấn đề thực tiễn của sản xuất đặt ra.

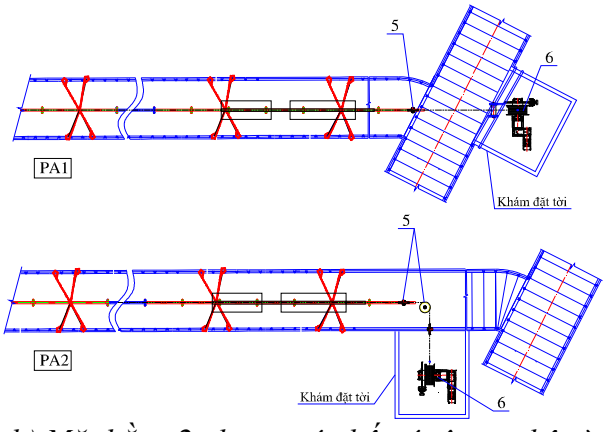
1 Cấu tạo, nguyên lý hoạt động

Cấu tạo chung của hệ thống TT1ĐC-M được thể hiện như trên hình 1, gồm có: Toa xe chở vật liệu rời (1), toa xe chở vật liệu dạng thanh dài (2), xe hãm sự cố (3), thanh ray thẳng (4), puly chuyển hướng và đỡ cáp (5), bộ dẫn động (6), thanh ray đặc biệt (7), bộ chặn hành trình (8), cáp kéo (9), thanh nối toa xe (10), các xe trở vật liệu được treo trên các xe treo (11), các xe treo nối với nhau bằng các thanh nối dài (12).

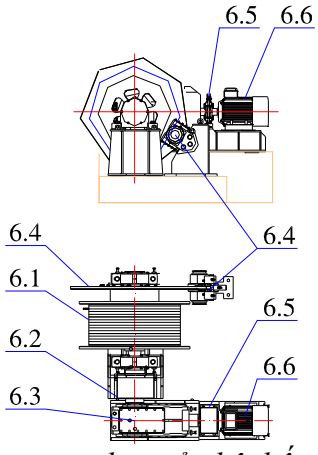
Đoàn xe vận tải (hình 1, d) được thành lập bao gồm 1 toa chở vật tư rời (1) nối với 1 toa xe chở vật tư dạng thanh dài (2) thông qua thanh nối toa (10). Các xe chở vật liệu



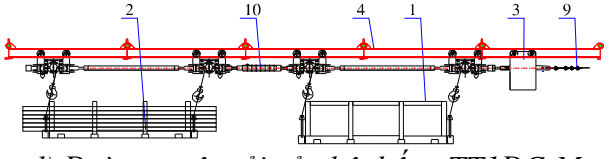
a) Mặt đứng, trắc dọc thể hiện công nghệ vận tải TT1ĐC-M trên thượng trung gian góc dốc α



b) Mặt bằng 2 phương án bố trí công nghệ và bố trí khám đặt tời trục của hệ thống TT1ĐC-M



c) Máy tời tang trụ hẹp của hệ thống TT1ĐC-M



d) Đoàn xe vận tải của hệ thống TT1ĐC-M

Hình 1. Hệ thống vận tải TT1ĐC-M

được treo trên những xe treo (11) lắp vào đường ray (4) nhờ các bánh xe của xe treo tì

vào các bản cánh của đường ray. Những xe này được nối với nhau bằng các thanh nối dài (12) thành đoàn xe. Đoàn xe được nối với xe hãm sự cố (3) qua một thanh nối trung gian. Xe hãm sự cố được nối vào cáp kéo (9) và cáp kéo nối với bộ dẫn động (6) thành một hệ thống tời trục một đầu cáp monoray hoàn chỉnh.

Nguyên lý hoạt động của TT1ĐC-M:

Hệ thống truyền tải TT1ĐC-M là một hình thức vận tải không liên tục, được sử dụng nhiều trong công nghiệp mỏ và nhiều ngành công nghiệp khác. Nguyên lý vận hành tương tự như đối với các hệ thống tời trục một đầu cáp, chỉ khác là các toa xe không chạy trên ray đặt dưới nền lò mà chạy trên ray treo như hình thức vận tải monoray (hình 1, a).

Khi muốn đưa vật liệu, thiết bị và vật tư từ phía dưới lên, bộ dẫn động (6) sẽ điều khiển tang cuốn cáp (9) kéo đoàn xe chở thiết bị, vật tư di chuyển lên phía trên thông qua các thanh nối (10) và (12). Khi lên tới sân ga, động cơ ngừng hoạt động, đoàn xe được giữ đứng yên và tiến hành chất dỡ tải trên xe.

Khi muốn đưa vật liệu, thiết bị và vật tư xuống phía dưới, động cơ trên bộ dẫn động sẽ điều khiển tang thả cáp ra, nhờ tự trọng của đoàn xe mà đoàn xe có thể di chuyển xuống phía sân ga ở dưới. Khi tới sân ga, động cơ sẽ dừng hoạt động, đoàn xe được giữ đứng yên và tiến hành chất, dỡ tải.

Trên ray treo có 2 vị trí được lắp các bộ chặn hành trình trên và dưới với nhiệm vụ hạn chế hành trình chuyển động của đoàn xe (hình 1, a).

Trên tuyến đường lò bố trí 2 vị trí tập kết (I), (II) tại đầu và chân thượng là sân ga vị trí tập kết, chung chuyển vật tư, thiết bị và vật liệu ra, vào các toa xe.

Máy tời là loại tời trục tang trụ có cấu tạo nho gọn nên thích hợp cho việc mở khám đặt tời không quá lớn và đảm bảo cho góc mở của cáp đáp ứng được ở không gian, khoảng cách nhỏ, hẹp, ngắn. Tùy thuộc vào điều kiện, vị trí và không gian các đường lò có thể bố trí mở các khám đặt máy tời theo góc thẳng với đường trục hoặc chuyển góc (hình 1, b).

Ngoài ra, trên bộ dẫn động còn đặt một thước đo sâu để chỉ thị vị trí của các toa xe, các cảm biến báo vị trí của toa xe, giúp người vận hành dễ dàng nắm bắt được hoạt động của tời trong quá trình vận hành hệ thống.

2 Cơ sở lý thuyết tính toán

2.1 Cơ sở tính toán, lựa chọn cáp kéo

Cáp được tính toán trên cơ sở lực căng tĩnh lớn nhất xuất hiện trên cáp:

- Khi xe chở vật liệu định mức ở vị trí cuối cùng trên giếng nghiêng (vị trí bắt đầu vận chuyển đi lên, và cũng là vị trí cuối khi vận chuyển xuống dưới), trong cáp kéo sẽ xuất hiện lực căng tĩnh lớn nhất tại điểm tới tang dẫn động, xác định theo công thức:

$$S_{T\,max} = W_t + W_{cáp} \qquad (1)$$

Trong đó: - W_t : Sức cản tĩnh khi di chuyển, được tính như sau [1, 2, 6]:

$$W_t = W_1 + W_2 + W_3 + W_4 + W_5 + W_6 + W_7$$

Ở đây: + W_1: Sức cản do ma sát lăn trên vành bánh xe, ma sát trong ổ trục... tạo ra và được tính theo công thức:

$$W_1 = \omega \cdot g \cdot M_{DX} \cdot \cos\alpha$$

Với: * $\omega = \dfrac{\beta(2k + f \cdot d)}{D_{bx}}$: Hệ số sức cản lăn chung giữa xe và ray, trong đó: β – hệ số kể đến ma sát mép gờ bánh xe với cánh ray; k – hệ số ma sát lăn; f – hệ số ma sát trong ổ trục; d – đường kính ngõng trục bánh xe; D_{bx} – đường kính bánh xe. Thường lấy ω = 0,025 - 0,05 [2, 3, 5, 6];

* $M_{ĐX}$: Khối lượng tổng cộng của xe, vật liệu chở và các cơ cấu phụ trợ đi kèm;

* g: Gia tốc trọng trường;

*α: Góc dốc đường lò;

+ W_2: Sức cản do trọng lượng đặt trên đường dốc vận tải, tính theo công thức [2, 4, 6]:

$$W_2 = g \cdot M_{DX} \cdot \sin\alpha$$

+ W_3: Sức cản của gió, không khí trong lò;

+ W_4: Sức cản do ma sát trượt vành bánh xe với dầm chữ I, tính theo công thức [2, 4, 6]:

$$W_4 = M_{DX} \cdot g \cdot \cos\alpha \cdot f_1^2 \cdot \frac{h}{r}$$

Với f_1 – hệ số ma sát trượt của vành bánh xe trên mép dầm I; h – khoảng cách tiếp xúc xa nhất vành bánh xe với mép I đến bán kính lăn bánh xe; r – bán kính trung bình bánh xe;

+ W_5: Sức cản do bánh xe xiên lệch nghiêng với tâm chữ I, tính theo công thức [2, 4, 6]:

$$W_5 = M_{DX} \cdot g \cdot \cos\alpha \cdot f_1 \cdot \frac{\delta}{B+r}$$

Với δ – tổng khe hở hai bên giữa đường ray và thành bánh xe; B – khoảng cách hai trục bánh xe;

+ W_6: Sức cản do trượt hình học bánh xe côn trên cánh dầm I, tính theo công thức [1, 2, 6]:

$$W_6 = \frac{\left[(G+G_0)\cos\alpha\right] f_1 (r_1 - r_2)}{2(r_1 + r_2)}$$

Với r_1 – bán kính bánh lớn của bánh xe côn; r_2 – bán kính bánh nhỏ của bánh xe côn;

+ W_7: Lực cản khi di chuyển trong đoạn cong.

Theo [1, 2, 4] và theo thực nghiệm, các lực cản tĩnh chủ yếu do lực ma sát khi chuyển động và sức cản của trọng lượng tạo nên. Các lực cản còn lại là không đáng kể, có thể bỏ qua và được bù bằng hệ số an toàn của cáp kéo, hệ số dự trữ khi tính công suất động cơ. Do đó, lực cản tĩnh được tính theo công thức như sau:

$$W_t = W_1 + W_2 = g \cdot M_{DX}(\sin\alpha + \omega \cdot \cos\alpha) \quad (2)$$

- $W_{cáp}$: Lực cản do ma sát giữa dây cáp với con lăn đỡ cáp và do trọng lượng cáp, được tính theo công thức [1]:

$$W_{cáp} = L \cdot q_c \cdot g\ (\sin\alpha + \omega' \cdot \cos\alpha) \quad (3)$$

Ở đây: + L: Chiều dài lớn nhất của cáp, đồng thời là chiều dài tuyến vận tải;

+ q_c: Khối lượng một mét cáp;

+ ω': Hệ số ma sát giữa cáp và con lăn đỡ cáp.

Thay vào công thức (1) tính được lực căng tĩnh lớn nhất của cáp:

$$S_{T\max} = g \cdot \left[M_{DX}(\sin\alpha + \omega \cdot \cos\alpha)\right] + L \cdot q_c \cdot (\sin\alpha + \omega' \cdot \cos\alpha) \quad (4)$$

Chọn sơ bộ trước khối lượng một mét của cáp theo tiêu chuẩn chế tạo đã định sẵn, từ đó tính được lực căng tĩnh lớn nhất xuất hiện trên cáp. Kểm tra với lực kéo đứt cho phép của cáp theo điều kiện [1, 4, 6]:

$$S_{T\max} < [S_đ] = \frac{S_đ}{n}$$

Trong đó: - $[S_đ]$: Lực kéo đứt cho phép của cáp;

- $S_đ$: Lực kéo đứt của cáp do nhà sản xuất đưa ra (dựa trên lực kéo đứt tiêu chuẩn quy định khi chế tạo);

- n: Hệ số an toàn.

Sau khi chọn được cáp, so sánh khối lượng của cáp và khối lượng của cáp đã chọn sơ bộ. Khi có có sự chênh lệch lớn thì chọn lại sơ bộ khối lượng một mét cáp và tính toán lại sao cho lựa chọn là hợp lý nhất.

2.2 Tính toán lựa chọn đường kính, chiều rộng tang tời

2.2.1 Đường kính tang tời

Theo quy phạm an toàn và theo [1, 3, 6], đường kính các tời trục sử dụng trong mỏ hầm lò được lấy theo đường kính cáp d_c với điều kiện:

$$D_t \geq 60 \cdot d_c \quad (5)$$

2.2.2 Chiều rộng tang tời

Bề rộng của tang tời, là nơi chứa cáp khi thu cáp, phải đảm bảo chứa được lượng cáp yêu cầu. Bề rộng của cáp được tính theo công thức [1, 2, 4, 6]:

$$B \geq \left(\frac{L + L_{tn} + L_đ}{\pi(n \cdot D_t + n^2 \cdot d_c)}\right) \cdot (d_c + \varepsilon) \quad (6)$$

Trong đó: - D_t: Đường kính tang tời;

- L_{tn} = 20 - 30 m: Chiều dài cáp dự trữ để thử nghiệm;

- $L_đ$: Chiều dài cuốn các vòng cáp an toàn vào tang ban đầu:

$$L_đ = \pi \cdot n_{ms} \left(D_t + d_c\right) \quad (7)$$

Ở đây: n_{ms} = 3 - 5: Số vòng cáp ma sát, chọn n_{ms} = 5;

- ε = 2 ÷ 3 mm: Khe hở giữa các vòng cuộn cáp liền kề nhau;

- n: Số lớp cáp cuốn trên tang.

2.3 Công suất động cơ của máy tời

$$N_{dc} = k\frac{S_T \cdot V}{1000\eta} \quad (8)$$

Trong đó: - k: Hệ số dự trữ công suất;

- V: Vận tốc chuyển động của đoàn xe;

- η: Hiệu suất truyền động cơ khí.

2.4 Biểu đồ vận hành của hệ thống trong đường lò nghiêng

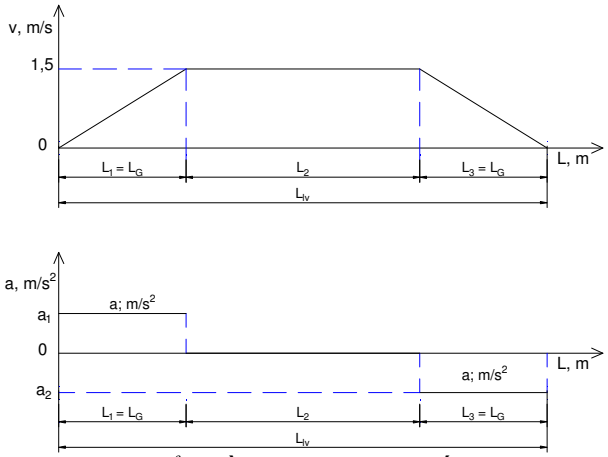
Khi hệ thống được sử dụng để vận tải vật tư, thiết bị, vật liệu trên các đường lò nghiêng, tại vị trí đầu và chân đường lò sẽ bố trí khu vực xếp, dỡ hàng. Chiều dài để bố trí khu vực xếp, dỡ hàng (chiều dài ga) được xác định dựa vào chiều dài của đoàn xe $L_{ĐX}$:

$$L_G = (1,2 \div 1,5) \cdot L_{ĐX}$$

Tùy thuộc vào mục đích sử dụng hệ thống vận tải của từng đường lò, có thể bố trí đoàn xe như sau (hình 2):

+ Toa nối cáp – Toa xe chở vật liệu rời – Toa xe chở vật tư dạng thanh dài – Toa xe phanh;

+ Toa nối cáp – Toa xe chở vật liệu – Toa xe phanh.



Hình 2. Biểu đồ vận hành hệ thống vận tải TT1ĐC-M

Giả sử thời gian đi lên T_1 và xuống T_2 là như nhau $T_1 = T_2 = \frac{L}{V_{tb}}$. Biểu đồ vận hành của đoàn xe trong lò là loại biểu đồ 3 thời kỳ cho một lần đi lên hoặc đi xuống, gồm:

- Thời kỳ tăng tốc từ V_0 = 0 m/s đến $V_1 = V_{max}$ = 1,5 m/s. Chiều dài đoạn tăng tốc: $L_1 = L_G$. Thời gian tăng tốc: $t_1 = \frac{2L_G}{V_1}$;

- Thời kỳ chạy đều với vận tốc không đổi với $V_2 = V_1$ = 1,5 m/s. Thời gian chạy đều: $t_2 = \frac{L_2}{V_1}$;

- Thời kỳ giảm tốc từ V_2 = 1,5 m/s về V_3 = 0 m/s. Chiều dài đoạn giảm tốc: $L_3 = L_G$. Thời gian giảm tốc: $t_3 = t_1 = \frac{2L_G}{V_1}$;

Thời gian làm việc trong một chu kỳ trục tải được xác định như sau [3]:

$$T_{ck} = \frac{2L}{v_{tb}} + \theta = 2\left(t_1 + t_2 + t_3\right) + \theta = \frac{8L_G + 2L_2}{V_1} + \theta$$

Trong đó θ = 100 - 120 s: Thời gian giữa hai chu kỳ để tháo móc và trao đổi goòng, chọn θ = 120 s;

2.5 Hệ thống phanh hãm

Phanh là quá trình đưa hệ thống đang chuyển động về trạng thái dừng. Nhờ momen do phanh sinh ra, động năng của hệ thống sẽ được chuyển thành nhiệt năng, hệ thống sẽ dừng lại sau một khoảng thời gian phanh t_{ph}.

Trên trạm dẫn động của tời được bố trí 1 phanh công tác (thường đóng), gọi là phanh an toàn. Phanh có tác dụng khi muốn dừng chuyển động của hệ thống một cách đột ngột hoặc khi xảy ra sự cố. Lúc này, lực phanh tạo ra momen tác dụng lên đĩa phanh được lắp vào tang, ngăn chuyển động của cáp.

Phanh an toàn làm việc trong điều kiện động cơ đã dừng hoạt động, hệ thống hoạt động là do lực quán tính. Trường hợp phanh khi thả vật liệu xuống là nguy hiểm nhất, vì khi đó thành phần của trọng lực theo phương chuyển động và lực quán tính sẽ cùng chiều nhau.

Đối với hệ thống nâng nói chung thì momen phanh hệ thống M_{ph} được lựa chọn giá trị lớn nhất theo hai điều kiện sau:

$$M_{ph} = M_t + M_{đ1} + M_{đ2} \quad (9)$$

$$M_{ph} = m \cdot M_t \quad (10)$$

Trong đó: - M_t: Momen cản tĩnh;

- $M_{đ1}$: Momen cản động do quán tính của các khối chuyển động thẳng gây ra;
- $M_{đ2}$: Momen cản động do quán tính của các khối chuyển động quay gây ra;
- m: Hệ số an toàn của phanh, m ≥ 1,6 (theo TCVN 4244:2005), phụ thuộc vào chế độ làm việc của cơ cấu, kiểu phanh, chế độ làm việc của phanh v.v...

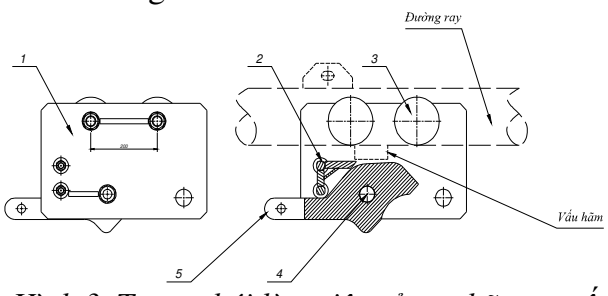
2.6 Tính toán lực tác động lên xe hãm sự cố

Ngoài hệ thống phanh an toàn đã nêu trên, trên hệ thống còn trang bị xe hãm sự cố, với cơ cấu hãm kiểu "cóc" và sẽ tác động khi có sự cố đứt hoặc tuột cáp.

Xe hãm sự cố có cấu tạo như hình 3. Trên xe có khung đỡ (1) dùng để lắp giá giữ cóc (2), lắp bánh xe lăn (3), lắp trục giữ cóc (4), và cóc (5). Xe phanh hãm sự cố được treo lên ray nhờ các bánh xe, phần đuôi cóc được lắp cáp và lắp đối trọng, một phần của xe phanh được nối nối với xe chở vật liệu thông qua thanh nối.

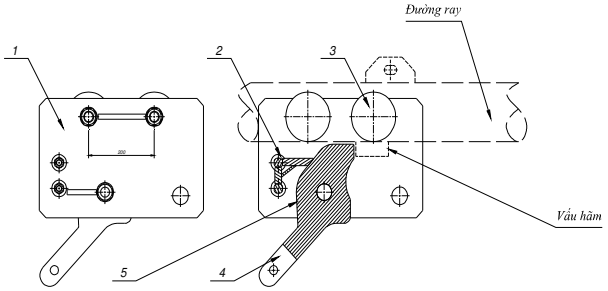
Nguyên lý hoạt động của xe hãm sự cố được chia ra làm hai trường hợp:

- Khi hệ thống TT1ĐC-M làm việc bình thường, dưới tác dụng của lực căng trên cáp, cơ cấu cóc sẽ nằm ngang ra, cho phép lọt qua các vấu hãm đặt trên đường ray (thể hiện trong hình 3) và các xe chở vật liệu di chuyển bình thường.



Hình 3. Trạng thái làm việc của xe hãm sự cố khi hệ thống làm việc bình thường: 1) Khung đỡ; 2) Khung giữ cóc; 3) Bánh xe; 4) Trục giữ cóc; 5) Cóc hãm

- Trường hợp hệ thống TT1ĐC-M bị đứt cáp: Khi đó, nhờ trọng lượng lệch tâm và đối trọng lắp đằng sau mà đầu cóc đứng lên và được giá giữ cóc hãm lại (thể hiện như hình 4). Cóc sẽ va đập vào vấu và bị vấu giữ lại, giúp xe phanh lại, nhờ các thanh nối mà đoàn xe sẽ dừng lại.



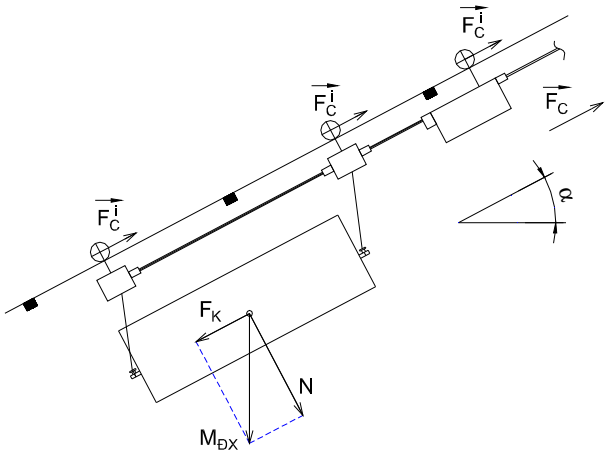
Hình 4. Trạng thái làm việc của cơ cấu hãm kiểu "cóc" khi đứt cáp

Để tính toán lực tác động lên xe hãm đầu, trước hết cần khảo sát trạng thái làm việc của đoàn xe, được mô hình hóa như hình 5. Với trường hợp hoạt động bình thường (hình 5, a), đoàn xe với tổng khối lượng $M_{ĐX}$ di chuyển trên các bánh xe treo trên đường ray. Các lực tác dụng lên đoàn xe gồm có: Trọng lực của đoàn xe; lực cản chuyển động từ các bánh xe của đoàn xe F_c^i, được tính chung là lực cản chuyển động của cả đoàn xe F_c và lực kéo của tời.

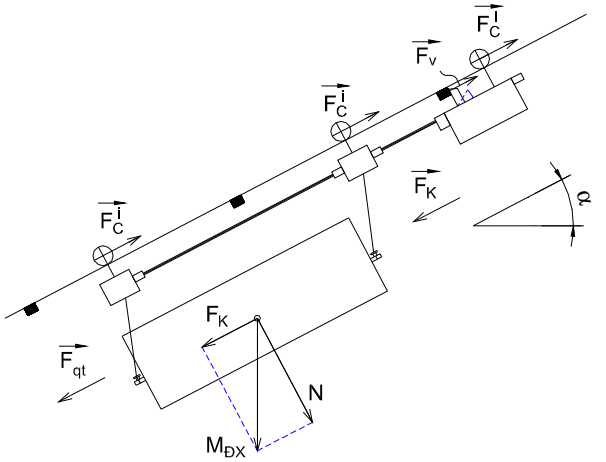
Khi xảy ra sự cố về tuột, đứt cáp (hình 5, b), cóc hãm sẽ móc vào vấu cố định trên các thanh ray để hãm đoàn xe. Ở đây, các thanh ray được chế tạo có chiều dài tối đa 2 m. Trên mỗi đoạn thanh ray đều có 2 vấu được hàn cách nhau 1 m, là những điểm tỳ của cóc hãm trong trường hợp sự cố.

Để khảo sát trạng thái của đoàn xe trong trường hợp gặp sự cố, xét trường hợp khó khăn nhất với các điều kiện: Đoàn xe đang di chuyển xuống dốc với vận tốc V_{max} = 1,5 m/s và vị trí gặp sự cố cách vấu tỳ trên ray một khoảng L_T = 1 m. Khi đó, các quá trình từ khi bắt đầu sự cố được mô tả như sau (hình 5, c):

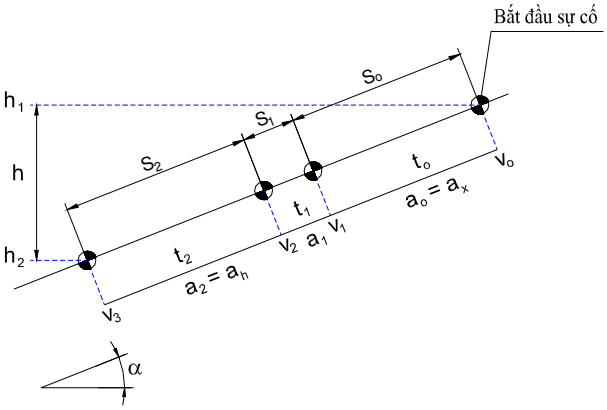
- Thời điểm thứ 1: Đoàn xe đang xuống dốc với vận tốc V'_1 = 1,5 m/s tiếp tục trôi xuống với gia tốc a = a_X do trọng lực của đoàn xe gây ra (bỏ qua các lực cản do gió tác động lên đoàn xe, lực cản do sai lệch đường monoray, lực cản ma sát và các lực cản nhỏ khác). Khi đó, lực tác động vào xe như sau:



a) Trường hợp hoạt động bình thường



b) Trường hợp xảy ra sự cố



c) Phân tích động học quá trình xả ra sự cố

Hình 5. Mô hình xác định trạng thái hoạt động của đoàn xe trong trường hợp gặp sự cố

$$F_K = M_{DX} \cdot a_X = M_{DX} \cdot g \cdot \sin\alpha \qquad (11)$$

- Thời điểm thứ 2: Đoàn xe đạt đến vận tốc V_2' tại thời điểm ngay trước khi va đập với vấu tỳ trên đường ray, được xác định như sau:

$$V'^2_2 - V'^2_1 = 2a_{DX} \cdot L_T = 2g \cdot \sin\alpha \cdot L_T$$
$$\Leftrightarrow V'_2 = \sqrt{2g \cdot \sin\alpha \cdot L_T + V'^2_1} \quad (12)$$

Thời gian đoàn xe di chuyển từ điểm bắt đầu sự cố đến điểm cóc hãm va đập với vấu tỳ:

$$t_T = \frac{V'_2 - V'_1}{g \cdot \sin\alpha}$$

- Thời điểm thứ 3: Khi xảy ra va chạm. Giả thiết cóc hãm và vấu tỳ vẫn nằm cố định, đoàn xe đứng yên ($V'_3 = 0$ m/s), tức là toàn bộ động lượng của xe truyền vào cóc và vấu tỳ dưới dạng xung lượng của lực va chạm. Khi đó, lực va chạm F_v được tính theo độ thay đổi động lượng Δp và thời gian va chạm t_v:

$$F_v \cdot t_v = \Delta p \quad (13)$$

Mặt khác, biến thiên động lượng được tính theo công thức:

$$\Delta p = M_{DX}\left(V'_3 - V'_2\right) = -M_{DX} \cdot V'_2 \quad (14)$$

Ở đây dấu "-" thể hiện động lượng của đoàn xe giảm sau khi va chạm.

Từ (13) và (14) ta có lực va chạm sẽ là:

$$F_v = M_{DX}\frac{V_2}{t_v} \quad (15)$$

Trong thực tế, thời gian va chạm là rất ngắn, theo [3, 4] có thể chọn $t_v = 0{,}05$ s.

3 Kết luận

Trên thế giới, TT1ĐC-M là thiết bị vận tải được sử dụng rất rộng rãi với những tính năng vượt trội của nó, giải quyết được một cách hiệu quả các vấn đề về vận tải mỏ. Tuy nhiên ở nước ta, việc nghiên cứu về cơ sở lý thuyết tính toán, thiết kế, chế tạo TT1ĐC-M vẫn còn hạn chế, rất cần sự nghiên cứu sâu hơn của các nhà khoa học trong và ngoài ngành. Bài báo này góp phần giới thiệu cơ sở tính toán các thông số cơ bản của hệ thống TT1ĐC-M trên cơ sở lý thuyết chung.

TÀI LIỆU THAM KHẢO

1. **Nguyễn Văn Hợp**. Máy trục vận chuyển / Văn Hợp Nguyễn, Thị Nghĩa Nguyễn. - Hà Nội: NXB Giao thông vận tải. - 2000.
2. **Nguyễn Văn Kháng**. Máy và tổ hợp thiết bị vận tải mỏ / Văn Kháng Nguyễn. - Hà Nội: NXB Khoa học Kỹ thuật. - 2005.
3. **Đoàn Công Luận**. Nghiên cứu đánh giá khả năng làm việc của hệ thống monoray dùng trong mỏ hầm lò Nam Mẫu / Công Luận Đoàn // Luận văn thạc sĩ. - 2011.
4. **Võ Quang Phiên**. Máy vận tải / Quang Phiên Võ. - Trường đại học Mỏ - Địa Chất Hà Nội. - 2005;
5. **Võ Quang Phiên**. Máy nâng / Quang Phiên Võ. - Hà Nội: NXB Giao thông vận tải. - 2001.
6. **Trương Quốc Thành**. Máy và thiết bị nâng / Quốc Thành Trương, Quang Dũng Phạm. - Hà Nội: NXB Khoa học Kỹ thuật. - 1999.

NGHIÊN CỨU ẢNH HƯỞNG CỦA SỰ TĂNG NHIỆT ĐỘ DẦU THỦY LỰC ĐẾN TỔN THẤT LƯU LƯỢNG VÀ CÔNG SUẤT TRONG MÁY BƠM PISTON ROTOR HƯỚNG TRỤC

ThS. Giang Quốc Khánh, TS. Lê Quý Chiến, TS. Bùi Trung Kiên

Trường Đại học Công nghiệp Quảng Ninh

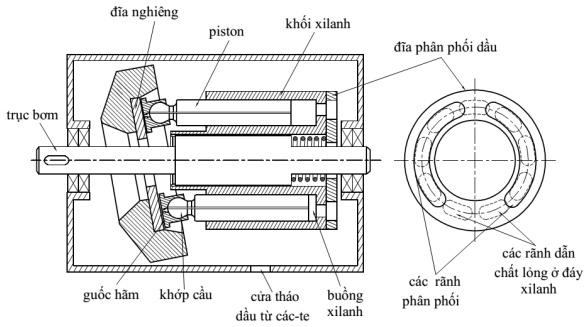
Tóm tắt: Dầu thủy lực trong các hệ thống máy thủy lực nói chung, cũng như trong các máy và thiết bị khai thác mỏ nói riêng có vai trò vô cùng quan trọng: Là môi trường trung gian truyền năng lượng; bôi trơn, giảm ma sát; hấp thụ và tỏa nhiệt sinh ra trong quá trình vận hành hệ thống... Sự thay đổi các thông số của môi trường làm việc như: Nhiệt độ, độ ẩm, độ bụi, bức xạ mặt trời… có thể phá vỡ sự cân bằng nhiệt độ của hệ thống thủy lực, điều này dẫn đến sự gia tăng nhiệt độ của dầu thủy lực và rất nhiều hệ quả tiêu cực như: Giảm độ nhớt của dầu, dẫn đến sự gia tăng rò rỉ, giảm lưu lượng, công suất, hiệu suất và tuổi thọ của bơm, cũng như giảm độ cứng và độ tin cậy của toàn bộ hệ thống truyền động thủy lực. Bài báo trình bày kết quả nghiên cứu, mô phỏng mối quan hệ giữa sự tăng nhiệt độ của dầu thủy lực đến sự gia tăng rò rỉ và tổn thất công suất trong máy piston rotor hướng trục được sử dụng trong các máy khai thác mỏ lộ thiên.

Từ khóa: Truyền động thủy lực thể tích; máy bơm piston hướng trục; rò rỉ dầu thủy lực; nhiệt độ dầu thủy lực; tổn thất lưu lượng; tổn thất công suất thủy lực.

1 Đặt vấn đề

Bơm piston hướng trục có nhiều ưu điểm nổi bật so với các máy bơm thủy lực khác, như: Kích thước nhỏ gọn, áp suất làm việc cao, độ tin cậy cao, độ ồn thấp v.v… Vì vậy, máy bơm piston rotor hướng trục được sử dụng rộng rãi trong nhiều hệ thống truyền động thủy lực của các máy khai thác mỏ, máy công trình.

Máy bơm piston rotor hướng trục với một đĩa nghiêng thường được sử dụng trong hệ thống thủy lực của máy xúc thủy lực lộ thiên nói riêng và máy mỏ, máy công trình nói chung. Cấu trúc cơ bản của nó được thể hiện trong hình 1.



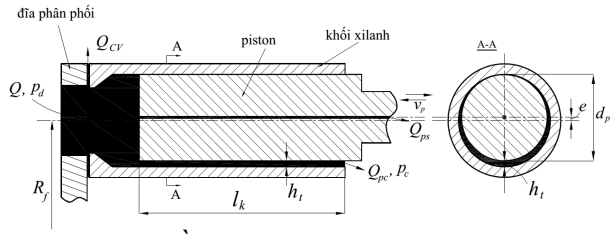
Hình 1. Cấu trúc cơ bản của máy bơm piston rotor hướng trục với đĩa nghiêng

Trong quá trình làm việc, chuyển động quay từ động cơ lai được truyền đến khối xilanh thông qua trục truyền động, làm cho các piston vừa quay quanh trục bơm, vừa chuyển động tịnh tiến trong xilanh. Đầu cán của piston có hình cầu được nối với guốc trượt hãm và được nén trên một đĩa nghiêng tạo thành một khớp cầu. Ở một nửa vòng quay của khối xilanh, piston di chuyển từ phía đáy đến miệng của xilanh, khi đó chất lỏng làm việc sẽ được hút vào buồng xilanh thông qua rãnh nạp của đĩa phân phối; ở một nửa vòng quay còn lại, khi piston di chuyển từ phía miệng xuống phía đáy xilanh, dầu thủy lực trong buồng xilanh sẽ được đẩy ra ngoài qua rãnh xả của đĩa phân phối vào đường cao áp. Khi khối xilanh quay được một chu kỳ (một vòng quay quanh trục bơm), mỗi piston thực hiện một quá trình hút và một quá trình xả.

Rò rỉ chất lỏng trong bơm piston rotor hướng trục xảy ra tại ba bề mặt tiếp xúc trong bơm: Giữa piston và xilanh (Q_{PC}), giữa khối xilanh và đĩa phân phối (Q_{PS}) và trong khớp hình cầu giữa guốc trượt hãm và đầu cán của piston (Q_{CV}). Lưu lượng rò rỉ Q_{PS} và Q_{CV} là không đổi, do lò xo luôn ép các bề mặt ma sát tiếp xúc với nhau. Tổng lưu lượng dầu thủy lực rò rỉ qua các bề mặt ma sát này (Q_{PS} và Q_{CV}) thường không lớn và chiếm khoảng 3% lưu lượng của máy bơm [2, 5]. Do đó, trong bài viết này, các tác giả chỉ nghiên cứu cường độ và bản chất của sự rò rỉ chất lỏng làm việc thông qua bề mặt ma sát giữa piston và xilanh.

2 Xây dựng mô hình toán cho mối quan hệ giữa nhiệt độ dầu thủy lực với tổn thất lưu lượng và công suất

Khi bơm piston rotor hướng trục hoạt động, khối xilanh quay xung quanh trục bơm tạo ra lực ly tâm, làm cho các piston bị văng ra theo hướng đi xa đường tâm trục và ép chặt vào mặt bên cạnh của lỗ xilanh, tạo thành một khẩu độ hình khuyên lệch tâm e giữa piston và lỗ xilanh (hình 2).



Hình 2. Sơ đồ tính toán rò rỉ qua khe hẹp giữa piston và xilanh trong bơm piston rotor hướng trục

Do sự chênh lệch áp suất, một lượng chất lỏng làm việc nhất định luôn chảy qua khe hở giữa piston và xilanh trở lại các-te. Lưu lượng của rò rỉ này phụ thuộc vào sức cản thủy lực của kênh hình khuyên, thay đổi tùy thuộc vào vị trí của piston trong buồng làm việc của khối xi lanh.

Để xác định lưu lượng rò rỉ chất lỏng qua khe hở giữa piston và xilanh (Q_{PC}), nhóm tác giả sử dụng "Phương trình Reynolds tổng quát cho dòng chất lỏng chảy qua khe hẹp" với các giả thiết sau: Màng dầu trong khe hở giữa piston và xilanh rất mỏng và có khối lượng không đáng kể (bỏ qua tác dụng của trọng lực lên màng dầu); vì màng dầu mỏng, áp suất được giả định là không đổi theo chiều cao của màng dầu; không có trượt ở ranh giới (chất lỏng làm việc là chất lỏng Newton); dòng dầu chảy qua khe hở ở chế độ chảy tầng (số Reynold thấp); các lực quán tính và sức căng bề mặt không đáng kể so với lực nhớt.

Sau khi thực hiện lấy đạo hàm phương trình Reynolds tổng quát với các giả thiết đưa ra, phương trình xác định cường độ rò rỉ của chất lỏng làm việc trong khe hở giữa piston và xilanh như sau [1, 2, 4]:

$$Q_{PC} = \frac{\pi d_p h_t^3 (p_d - p_c)}{12\mu_d l_k}\left(1+1{,}5\eta^2\right) - \frac{\pi d_p V_p h_t}{2} \quad (1)$$

Trong đó: d_p – đường kính piston, m; h_t – độ rộng lớn nhất của khe hình khuyên giữa piston và xilanh, m; p_d – áp suất nén trong khoang xialnh, Pa; p_c – áp suất trong các-te, Pa; μ_d – độ nhớt động lực của dầu thủy lực, Pa.s; l_k – chiều dài tiếp xúc giữa piston và xilanh, m; η – độ lệch tâm tương đối giữa piston và xilanh; V_p – vận tốc chuyển động tịnh tiến của piston trong xilanh, m/s.

Độ lệch tâm tương đối giữa piston và xilanh được xác định qua công thức [2, 3]:

$$\eta = \frac{e}{h_t} \quad (2)$$

Trong đó: e – khoảng cách lệch tâm giữa piston và xilanh, m.

Dựa trên biểu đồ đặc tính độ nhớt động học và nhiệt độ của dầu thủy lực Shell Tellus-46 [9] và ứng dụng phương pháp nội suy toán học, nhóm tác giả đã tìm ra được các phương trình mô tả sự phụ thuộc của độ nhớt động học vào nhiệt độ của nó ở những khoảng nhiệt độ khác nhau như sau [8]:

Bảng 1. Phương trình quan hệ của độ nhớt động học với nhiệt độ

Khoảng nhiệt độ °C	Phương trình toán học của độ nhớt động học theo nhiệt độ
[0; 10]	$v_d = 0,9T_d^2 - 30,5T_d + 430$
(10; 20]	$v_d = 0,6T_d^2 - 28T_d + 435$
(20; 30]	$v_d = 0,14T_d^2 - 11,3T_d + 285$
(30; 40]	$v_d = 0,04T_d^2 - 5,4T_d + 198$
(40; 110]	$46^{\left(40/T_d\right)^{0,559}}$

Phương trình quan hệ giữa độ nhớt động học (v_d) và độ nhớt động lực (μ_d) của dầu thủy lực như sau:

$$v_d = \frac{\mu_d}{\rho_d} \quad (3)$$

Trong đó: ρ_d – khối lượng riêng của dầu thủy lực, kg/m^3.

Chiều dài tiếp xúc giữa piston và xilanh khi làm việc thay đổi theo chu kỳ quay của khối xilanh phụ thuộc góc nghiêng của đĩa nghiêng và tốc độ góc của khối xilanh [1, 4]:

$$l_k = L_0 + R_f\left(1 - \cos\omega t\right)\mathrm{tg}\beta \quad (4)$$

Trong đó: β – góc nghiêng của đĩa nghiêng so với phương thẳng đứng, rad; ω – tốc độ góc của khối xilanh, rad/s; t – thời gian, s; R_f – bán kính quay, là khoảng cách từ đường tâm khối xilanh đến đường tâm của các xilanh, m; L_0 –chiều dài đường tiếp xúc giữa piston và xilanh khi góc nghiêng β = 0°.

Vận tốc chuyển động tịnh tiến của piston trong xilanh xác định qua công thức [1, 4]:

$$V_p = \omega R_f \mathrm{tg}\beta \sin\omega t \quad (5)$$

Lưu lượng thể tích thực tế của máy bơm bằng lưu lượng lý thuyết trừ đi lưu lượng tổn thất sinh ra do các rò rỉ:

$$Q_\phi = Q - Q_{PC} - Q_{PS} - Q_{CV} = 0,97Q - Q_{PC} \quad (6)$$

Trong đó: Q – lưu lượng lý thuyết của bơm.

Công suất thực tế của máy bơm thủy lực được xác định thông qua lưu lượng và áp suất làm việc thực tế của nó như sau [5]:

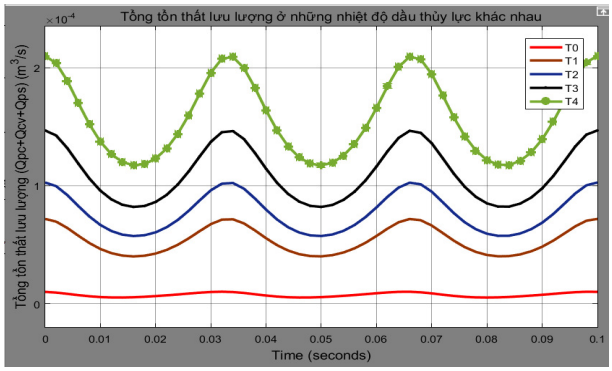
$$N_\phi = \frac{Q_t p_d}{\eta_0 \eta_{mex}} \quad (7)$$

Trong đó: η_0, η_{mex} – hiệu suất thể tích và hiệu suất cơ khí của máy bơm.

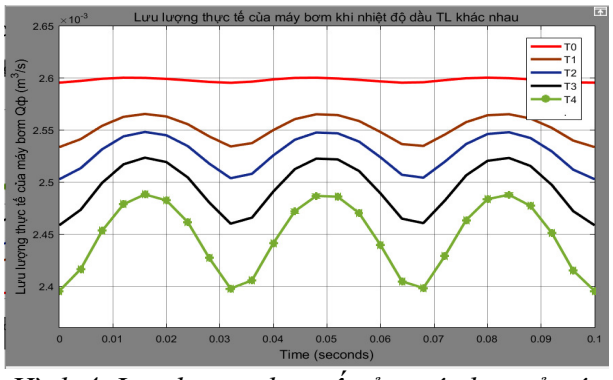
3 Kết quả phân tích mô phỏng tổn thất lưu lượng và áp suất

Trên cơ sở các phương trình (1) - (7) ở trên, tiến hành xây dựng mô hình toán và sơ đồ lập trình tính toán sử dụng trong việc chạy phần mềm mô phỏng Matlab-Simulink 7.04. Số liệu sử dụng để mô phỏng là thông số thực tế của loại máy bơm piston rotor hướng trục với đĩa nghiêng HPV95 được sử dụng trong các loại máy xúc mỏ lộ thiên Komatsu, dầu thủy lực Shell Tellus-46 như sau: Nhiệt độ dầu thủy lực được chọn để mô phỏng được chọn theo khoảng nhiệt độ làm việc thực tế của dầu thủy lực khi vận hành trong điều kiện khí hậu Việt Nam: T_0 = 25°C (trong giai đoạn đầu của quá trình vận hành máy); T_1 = 80°C; T_2 = 90°C; T_3 = 100°C; $T_4 = T_{max}$ = 100°C; h_t = 16 µm; p = 14 MPa; p_c = 1,3 Pa; L_0 = 34 mm; R_f = 35 mm; n = 1800 v/ph; β = 19°; Q = 160 l/ph = 2,7.10^{-3} m^3/s; số xilanh trong bơm m = 9; d_p = 16 mm; η_0 = 0,9; η_{mex} = 0,85 [7 - 10].

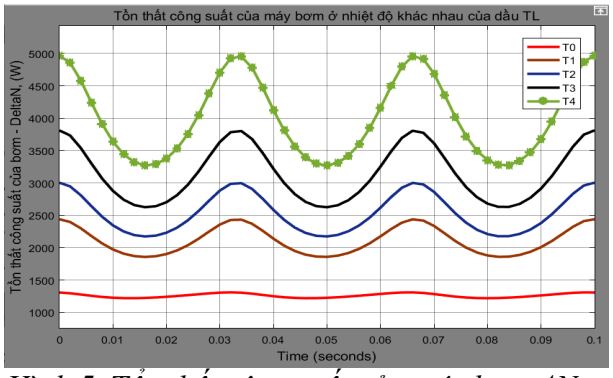
Các kết quả của quá trình mô phỏng được trình bày trong các hình 3 - 8 sau đây:



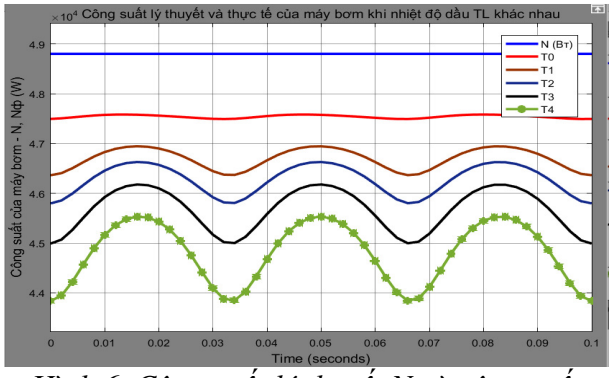
Hình 3. Tổn thất lưu lượng của máy bơm ở các nhiệt độ khác nhau của dầu thủy lực



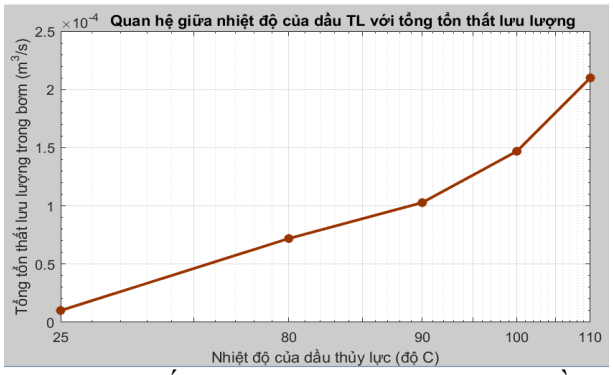
Hình 4. Lưu lượng thực tế của máy bơm ở các nhiệt độ khác nhau của dầu thủy lực



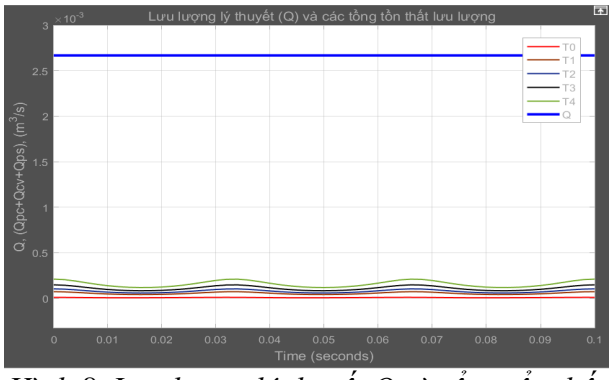
Hình 5. Tổn thất công suất của máy bơm $\Delta N = N - N_\phi$ ở các nhiệt độ khác nhau của dầu thủy lực



Hình 6. Công suất lý thuyết N và công suất thực tế N_ϕ của máy bơm ở các nhiệt độ khác nhau của dầu thủy lực



Hình 7. Mối quan hệ giữa nhiệt độ của dầu thủy lực với tổn thất lưu lượng trong bơm



Hình 8. Lưu lượng lý thuyết Q và tổng tổn thất lưu lượng $Q_{PS} + Q_{CV} + Q_{PC}$ ở các nhiệt độ khác nhau của dầu thủy lực

Từ hình 3,7 cho thấy, khi nhiệt độ dầu thủy lực tăng lên, tương ứng với đó tổng tổn thất lưu lượng trong máy bơm cũng tăng theo $Q_{TT0} = 0{,}1.10^{-4}$; $Q_{TT1} = 0{,}72.10^{-4}$; $Q_{TT3} = 1{,}03.10^{-4}$; $Q_{TT4} = 1{,}47.10^{-4}$; $Q_{TT5} = 2{,}1.10^{-4}$ (m^3/s). Trong phạm vi nhiệt độ 80 - 110°C, tổng tổn thất lưu lượng tăng 2,92 lần.

Từ hình 3, 8 thấy rằng, khi nhiệt độ dầu thủy lực tăng lên, biên độ của xung rò rỉ tăng lên. Trong phạm vi nhiệt độ 80 - 110°C, biên độ của xung rò rỉ tăng 2,85 lần. Điều này dẫn đến biên độ thay đổi lưu lượng của máy bơm tăng lên, tăng xung áp lực và độ rung trong hệ thống truyền động thủy lực.

Từ các hình 5, 6 cho thấy, cường độ và bản chất của sự thay đổi công suất thực tế của máy bơm so với giá trị lý thuyết, khi nhiệt độ của dầu thủy lực thay đổi trong phạm vi khảo sát 80 - 110°C, tổn thất công suất tăng 2,04 lần. Sự giảm công suất của máy bơm dẫn đến giảm công suất của toàn bộ hệ thống truyền động thủy lực nói chung. Công suất giảm, xung áp lực, độ rung tăng lên dẫn đến giảm độ chính xác và tin cậy của hệ thống thủy lực.

4 Kết luận

Từ các kết quả của nghiên cứu này, ta thấy rằng: Khi nhiệt độ của dầu thủy lực tăng sẽ dẫn đến tổn thất lưu lượng, tổn thất công suất của máy bơm piston rotor hướng trục

tăng nhanh, đồng thời biên độ xung của đặc tính lưu lượng, công suất cũng tăng, làm tăng rung động, giảm độ chính xác làm việc, độ tin cậy và tuổi thọ của toàn bộ hệ thống thủy lực.

Ngoài ra, việc tăng nhiệt độ của dầu thủy lực cũng dẫn đến sự gia tăng tốc độ lão hóa của nó, tăng tốc độ hao mòn của các bộ phận chuyển động và giảm tuổi thọ của máy bơm. Do đó, việc tính toán và thiết kế hệ thống làm mát dầu phù hợp với công suất của hệ thống thủy lực, điều kiện môi trường vận hành là rất quan trọng.

Để đảm bảo hiệu quả làm việc cao cho các loại máy thủy lực nhập vào Việt Nam từ các nước ôn đới, thì cần phải tính toán kiểm tra lại hệ thống làm mát dầu thủy lực và lựa chọn được loại dầu thủy lực phù hợp với điều kiện vận hành tại Việt Nam.

TÀI LIỆU THAM KHẢO

1. **Wang Xingjian**. Remaining Useful Life Prediction Based on the Wiener Process for an Aviation Axial Piston Pump / Xingjian Wang, Siru Lin, Shaoping Wang, Zhaomin He, Chao Zhang // Chinese Journal of Aeronautics. - December 2015.
2. **Haynes Mark Jonathan**. Axial Piston Pump Leakage Modelling and Measurement / Jonathan Mark Haynes // A Thesis Submitted for the Degree of Doctor of Philosophy. The University of Cardiff. - November 2007.
3. **Wang Wei**. Analysis on the Side Leakage Amount of the Friction between Piston and Cylinder Block in Axial Piston Pump / Wei Wang // Journal Applied Mechanics and Materials. - Switzerland. - 2014.
4. **Nie S.L.** Tribological Study on Hydrostatic Slipper Bearing with Annular Orifice Damper for Water Hydraulic Axial Piston Motor / S.L. Nie, G.H. Huang, Y.P. Li // ScienceDirect, Elsevier. - 01 December 2005.
5. **Haynes Mark Jonathan**. Axial Piston Pump Leakage Modelling and Measurement / Jonathan Mark Hayn // The University of Cardiff. - November 2007;
6. **Полюшкин Н.Г.** Основы теории трения, износа и смазки / Н.Г. Полюшкин. - Красноярск. - 2013.
7. Гидравлический расчёт объёмного гидропривода с возвратно-поступательным движением выходного звена. - Тамбов: Издательство ГОУ ВПО ТГТУ. - 2010.
8. **Giang Quốc Khánh.** Nghiên cứu và lựa chọn các thông số truyền động thủy lực tối ưu cho máy xúc thủy lực mỏ lộ thiên trong điều kiện vận hành tại Việt Nam / Quốc Khánh Giang. - Mátx-cơ-va. - 2018.
9. Catalog Shell Tellus-S2-V46.
10. Shop Manual Komatsu PC 450, 450LC-6.

SỰ PHÁ HỦY CỦA CHI TIẾT KIM LOẠI KHI CÓ SỰ HIỆN DIỆN CỦA VẾT NỨT

NCS. Đỗ Đức Trọng – *Trường Đại học Mỏ Saint Petersburg- CHLB Nga*
TS. Đỗ Trung Hiếu, ThS. Lê Thanh Bình – *Viện Cơ khí Năng Lượng và Mỏ- Vinacomin*

Tóm tắt: Hiện nay, cơ học phá hủy vẫn còn thiếu các tiêu chí tin cậy để đánh giá độ bền phá hủy của kim loại khi xuất hiện vết nứt trong nó. Trong khi đó, cơ học ứng dụng có thể mô tả khá chính xác các ứng suất và biến dạng trong vùng lân cận của vết lõm hoặc vết nứt. Tuy nhiên, điều kiện mà theo đó các ứng suất và biến dạng dẫn đến sự lan rộng vết nứt vẫn chưa được làm rõ hoàn toàn. Trong những năm gần đây, tiêu chí cân bằng năng lượng thường được sử dụng. Điều kiện cân bằng năng lượng cho thấy khả năng tăng trưởng của vết nứt, phụ thuộc vào trạng thái của vật liệu ở đỉnh của vết nứt, sự phá hủy do ảnh hưởng của tải trọng mang tính chu kì lên vật thể. Bài báo này đề cập đến các dạng phá hủy và mối liên quan giữa phá hủy và sự phát triển vết nứt trong chi tiết kim loại.

Từ khóa: Biến dạng, độ bền, khuyết tật, tải trọng, tinh thể, ứng suất, vết nứt.

1 Các dạng phá hủy

Phá hủy là một trong những hình thức giảm độ bền của kim loại, là kết quả của sự biến dạng quá mức (biến dạng đàn hồi hoặc biến dạng dẻo), mất ổn định dẫn đến phá hủy [1]. Phá hủy có thể xảy ra trong một phần hoặc toàn bộ chi tiết kim loại. Trường hợp phá hủy một phần xảy ra, trong chi tiết xuất hiện các vết nứt riêng lẻ hoặc phân bố theo thể tích của chi tiết cùng với sự thay đổi đặc tính cơ học của vật liệu. Ngược lại, phá hủy hoàn toàn xảy ra trong chi tiết được chia thành nhiều dạng khác nhau. Theo đặc tính, phá hủy, có thể được chia thành:

1) Phá hủy dẻo: Xảy ra sau biến dạng đàn hồi cơ bản, truyền đến tất cả hoặc gần như tất cả thể tích của vật thể.

2) Phá hủy giòn: Xảy ra do sự lan rộng của các vết nứt chính sau quá trình biến dạng dẻo, tập trung trong vùng bị ảnh hưởng bởi phá hủy cơ học. Phá hủy giòn được chia ra thành phá hủy giòn lý tưởng và phá hủy gần như giòn. Phá hủy giòn lý tưởng xảy ra mà không có biến dạng đàn hồi. Sau khi bị phá hủy, có thể sắp xếp lại chi tiết như kích thước cũ từ các mảnh vỡ mà không có khe hở giữa chúng. Phá hủy gần như giòn được giả thiết xuất hiện ở vùng đàn hồi trước rìa vết nứt (vùng biến dạng đàn hồi cục bộ).

3) Phá hủy mỏi: Xảy ra khi tải trọng lặp lại theo chu kì, là kết quả của sự tích lũy hư hỏng không thể phục hồi được. Người ta phân chia phá hủy mỏi thành phá hủy mỏi nhiều chu kì và phá hủy mỏi ít chu kì. Phá hủy mỏi nhiều chu kì được đặc trưng bởi giới hạn chảy nhỏ nhất $\sigma_{ch\ min}$. Tải trọng lặp lại diễn ra trong vùng đàn hồi cho đến khi phá hủy vật thể. Phá hủy mỏi ít chu kì được đặc trưng bởi giới hạn chảy lớn nhất $\sigma_{ch\ max}$. Với mỗi chu kì tải trọng, trong chi tiết sẽ xuất hiện biến dạng dẻo vĩ mô. Với loại này, số chu kì tải trọng dẫn đến phá hủy không vượt quá 10^5.

4) Biến dạng và phá hủy của vật liệu dưới ảnh hưởng của tải trọng cơ học không đổi: Khi nhiệt độ đủ cao, trong các vật liệu đa tinh thể, lực liên kết giữa các hạt trở nên yếu hơn, các lực liên kết trong bản thân hạt và phần lớn các biến dạng xảy ra do sự trượt tương đối giữa các hạt với nhau. Sự trượt này dẫn đến các đặc trưng của vật liệu như độ chảy nhớt cao, gây nên các cản trở động học, dẫn đến cấu trúc các hạt bị lỗi và mỗi hạt sẽ xuất hiện lực cản liên kết với các hạt bên

cạnh. Sự trượt xảy ra do các hạt biến dạng dẻo cùng với sự xuất hiện của vết nứt giữa các hạt dẫn đến phá hủy.

5) Phá hủy ăn mòn: Xảy ra do quá trình hóa học hoặc điện hóa học. Ăn mòn thường không làm thay đổi đặc tính cơ học của vật liệu mà nó dẫn đến sự giảm một cách từ từ và đều đặn kích thước của các chi tiết chịu tải trọng, ví dụ do sự hòa tan từ từ. Kết quả là ứng suất tác động tại các tiết diện nguy hiểm không ngừng tăng lên và khi vượt quá giới hạn cho phép sẽ xảy ra phá hủy.

2 Phá hủy vật liệu liên quan đến sự phát triển của vết nứt

Tất cả các loại phá hủy ở trên luôn liên quan tới sự xuất hiện của vết nứt. Vì vậy, việc đánh giá mức độ phản ứng của vật liệu khi xuất hiện vết nứt có ý nghĩa to lớn để tìm ra được quy luật phát triển của vết nứt. Trong phá hủy mỏi, phá hủy dẻo và thậm chí phá hủy giòn, các vết nứt phát triển rất chậm cho đến khi chi tiết bị phá hủy hoàn toàn. Thời gian của quá trình phá hủy, nghĩa là sự phát triển của vết nứt đến khi phá hủy hoàn toàn, chiếm phần lớn "tuổi thọ" của chi tiết, có thể lên tới 90% hoặc cao hơn [2].

Thực tiễn sử dụng các chi tiết cho thấy, do sự tập trung ứng suất, sự lắp ghép không chính xác, ảnh hưởng của môi trường bên ngoài…, các giai đoạn phá hủy bao gồm sự phát triển của vết nứt được bắt đầu chậm rãi đến khi mất hoàn toàn khả năng chịu lực của chi tiết. Với quan điểm này, mối quan tâm lớn nhất được đưa ra không chỉ là sự xuất hiện của vết nứt mà còn là tốc độ phát triển của nó trong các điều kiện khác nhau.

Sự phát triển của vết nứt là sự dịch chuyển tương đối của các vết nứt đến sát mép của nhau dưới tác động của ứng suất bên ngoài, được chia ra thành 3 loại cơ bản: Với các ứng suất thông thường xuất hiện các vết nứt loại I, khi mép của vết nứt dịch chuyển trong mặt phẳng vuông góc với vết nứt (sự điền đầy hình nêm); khi chuyển dịch trong mặt phẳng được tạo nên bởi vết nứt loại II, ví dụ như mũi dao của máy tiện lấy đi phoi trong quá trình gia công chi tiết, sự chuyển dịch của mép vết nứt xảy ra trong mặt phẳng vuông góc với đường đối xứng của nó; vết nứt loại III được tạo thành khi chuyển dịch không phẳng: Sự chuyển dịch của mép vết nứt trùng với mặt phẳng của vết nứt và song song với hướng của mép vết nứt. Trong các trường hợp chung thì các vết nứt có thể được mô tả bởi 3 loại này. Thông thường, trong kỹ thuật thường gặp vết nứt loại I, do đó, phần lớn các thành phần kết cấu bị phá hủy trong trường hợp mép của vết nứt vuông góc với mặt phẳng chứa vết nứt.

Phá hủy chi tiết là một quá trình kết hợp các khía cạnh vật lý, hóa học, cơ học và quy trình công nghệ của cùng một hiện tượng. Phần lớn lý thuyết phá hủy giả định rằng, khi nghiên cứu quá trình tạo thành vết nứt cần đi sâu vào nghiên cứu các vấn đề xảy ra với các hạt, có liên quan đến sự trượt và được giả định bởi sự chảy dẻo. Hiện tượng phá hủy trong các vật thể rắn được giải thích bởi cấu trúc nguyên, phân tử và có liên quan đến sự tồn tại của các tinh thể có cấu trúc không hoàn hảo – các tinh thể khuyết tật. Lưới tinh thể của kim loại có các khuyết tật, có nghĩa là sự sai lệch so với cấu trúc hình học chính xác. Các khuyết tật trong cấu trúc tinh thể được chia theo dấu hiệu hình học là điểm, đường, mặt và thể tích.

Mỗi loại vật liệu chịu một phương pháp gia công bất kì luôn luôn có một sự không hoàn hảo do: Số lượng lớn các khuyết tật, mật độ cao của các chuyển vị, các vết nứt tế vi, các khuyết tật gia công… Mỗi yếu tố đó ảnh hưởng đến độ bền chi tiết, có nghĩa là ảnh hưởng đến sự phát triển của vết nứt trong chúng. Sự phát triển của vết nứt diễn ra trong

giai đoạn dài, nó xuất hiện trước không chỉ phá hủy dẻo mà còn trước phá hủy mỏi, thậm chí là phá hủy giòn. Khi đó, phá hủy xảy ra mà không có biến dạng dư rõ ràng. Đây là quá trình rất phức tạp và sự hiểu biết về quy luật của nó có ý nghĩa dự báo trong thực tế.

3 Kết luận

Nhìn chung, phần lớn các chi tiết bị phá hủy đều có liên quan đến sự hình thành và phát triển các vết nứt tế vi bên trong chúng. Để đánh giá một cách chính xác nguyên nhân phá hủy chi tiết khi có sự xuất hiện của các vết nứt tế vi, cần phải chú ý đến các khuyết tật dạng vi mô trong cấu trúc tinh thể kim loại của chi tiết đó. Từ đó, có thể đề xuất các phương pháp bảo trì, bảo dưỡng kết cấu kim loại nhằm ngăn chặn sự phát triển của các vết nứt nguy hiểm trong vật thể, góp phần kéo dài tuổi thọ của chi tiết hay kết cấu kim loại.

TÀI LIỆU THAM KHẢO

1. **Collins D.** Các hư hỏng của vật liệu trong các cấu trúc kim loại. Phân tích, dự đoán, phòng ngừa / D. Collins. - 1984.
2. **Brown U.** Thử nghiệm vật liệu kim loại có độ bền cao cho độ bền phá hủy khi biến dạng phẳng / U. Brown. - 1972.
3. **Broek D.** Phá hủy cơ bản của cơ học / D. Broek. - 1980.

NGHIÊN CỨU XÁC ĐỊNH KÍCH THƯỚC VÙNG DẺO CỦA KHỐI ĐÁ XUNG QUANH ĐƯỜNG LÒ

TS. Nguyễn Văn Quang, ThS. Phan Văn Thoại, ThS. Nguyễn Trọng Giáp
Trường Đại học Công nghệ giao thông vận tải

Tóm tắt: Hiện nay, việc tính toán xác định kết cấu chống trong các mỏ hầm lò ở Việt Nam thường theo kinh nghiệm hoặc thông qua các lời giải giải tích. Các phương pháp tính toán này chưa nghiên cứu đầy đủ các trạng thái ứng suất và trạng thái giới hạn của khối đất đá. Điều này làm cho công tác tính toán chưa chính xác, dẫn đến một số các hiện tượng phá hủy kết cấu chống khi thi công đường lò. Ở bài báo này, tác giả sử dụng phương pháp phần tử hữu hạn để xác định vùng trạng thái dẻo quanh đường lò trên cơ sở xét đến các yếu tố về tính chất cơ lý của đất đá, độ sâu đặt hầm… Các tính toán được thực hiện với hai trường hợp: Khối đá có độ bền trung bình trong môi trường đồng nhất và khối đá yếu. Từ kết quả tính toán rút ra được sự phụ thuộc của kích thước vùng trạng thái dẻo vào độ sâu của đường lò, các tính chất cơ lý của đá (lực kết dính, hệ số nở hông). Kết quả của nghiên cứu và những kiến nghị về kết cấu chống có thể được áp dụng để xây dựng mỏ với điều kiện bể than Quảng Ninh.

1 Mở đầu

Sự phát triển của ngành công nghiệp mỏ Việt Nam đòi hỏi nhiều các khu vực khai thác mới, vì vậy cần phải xây dựng một khối lượng lớn các đường lò cơ bản và đường lò chuẩn bị. Tại các mỏ ở vùng than Quảng Ninh đã ghi nhận được nhiều trường hợp phá hủy kết cấu chống của đường lò. Việc thay thế, sửa chữa kết cấu chống rất tốn kém và nguy hiểm. Một trong những nguyên nhân chính gây nên hiện tượng phá hủy, hư hỏng kết cấu chống là chưa nghiên cứu đầy đủ về trạng thái ứng suất, trạng thái giới hạn của khối đá xung quanh các đường lò. Chính vì vậy việc tìm ra quy luật phân bố, thay đổi tải trọng lên kết cấu chống là một bài toán mang tính cấp thiết.

2 Cơ sở lý thuyết

Khi đào đường lò trong một khối đá sẽ xảy ra sự phân bố lại ứng suất quanh nó. Trạng thái ứng suất mới (ứng suất thứ sinh) quanh đường lò được xác định bởi trạng thái ứng suất ban đầu, hình dạng, độ sâu đường lò, công nghệ đào lò, tính chất cơ học của đá và kết cấu chống, cũng như điều kiện địa chất và cấu trúc đặc biệt về thế nằm của đá [1].

Ban đầu, khối đá biến đạng đàn hồi, sau đó xuất hiện biến dạng không đàn hồi và trạng thái ứng suất tiền giới hạn. Sự thay đổi của khối đá quanh đường lò từ trạng thái đàn hồi về trạng thái dẻo là nguyên nhân chính gây ra áp lực mỏ. Để xác định kích thước vùng dẻo quanh đường lò, người ta sử dụng kết quả của bài toán phẳng đàn hồi - dẻo, nhưng mới chỉ được áp dụng với những đường lò dạng tròn. Phân tích kết quả của bài toán trên cho thấy rằng, vùng dẻo quanh đường lò hình tròn có dạng elip. Phương trình của vùng biến dạng dẻo có dạng [1]:

$$R_L = R_0\left[r_0 + \lambda_2 \cdot r_1(\phi)\right]$$

Trong đó:

$$r_0 = \sqrt{\frac{1-\sin\rho}{\rho + K\cdot \mathrm{ctg}\rho}\left(\lambda_1 \cdot H + K\cdot \mathrm{ctg}\rho\right)};$$

$$r_1(\phi) = \gamma H \frac{r_0(2-\sin\rho)\cos(2\phi)}{2\sin\rho\left(\lambda_1 \cdot H + K\cdot \mathrm{ctg}\rho\right)};$$

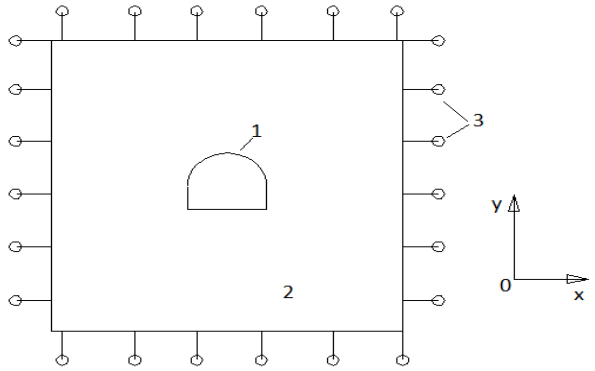
$$\lambda_1 = \frac{1}{2}(1+\lambda);\ \lambda_2 = \frac{1}{2}(1-\lambda)$$

Ở đây: φ – góc của hệ tọa độ cực; K – lực kết dính; ρ – góc nội ma sát; H – độ sâu đường lò; λ – hệ số áp lực hông.

Trong thực tế, chúng ta sử dụng những đường lò có hình dáng khác nhau. Một trong những hình dạng phổ biến nhất là hình vòm tường thẳng.

3 Xây dựng mô hình tính toán trên phần mềm Abaqus

Trong nghiên cứu này, tác giả sử dụng phương pháp số học trên cơ sở của phần tử hữu hạn với việc sử dụng chương trình tính toán Abaqus. Để giải bài toán nêu trên, tác giả sử dụng mô hình đàn hồi - dẻo. Mô hình tính toán được minh họa ở hình 1.



Hình 1. Mô hình tính toán trong đất đá đồng nhất: 1 – đường lò; 2 – khối đất đá; 3 – điều kiện biên

Điều kiện chuyển biến khối đá quanh đường lò sang trạng thái dẻo theo công thức của Coulomb Mohr [2]:

$$\left(\sigma_x-\sigma_y\right)^2+4\tau_{xy}^2=\left(\sigma_x+\sigma_y+2Kctg\rho\right)^2\sin^2\rho$$

Trong đó: σ_x, σ_y, σ_z – ứng suất hướng tâm và ứng suất tiếp tuyến.

Việc tính toán được thực hiện trong hai trường hợp:

- Trong môi trường đá đồng nhất, đá có độ cứng trung bình với các đặc điểm về cơ lý như sau: Trọng lượng riêng 24,5 kN/m^3; giới hạn kháng nén 40 MPa; góc nội ma sát ρ = 30°; modul Young 2,5·10^4 MPa; hệ số Poisson ν = 0,25.

- Trong môi trường đá yếu tại các đứt gãy địa chất, phay phá với các đặc điểm về cơ lý như sau: Trọng lượng riêng 22,5 kN/m^3; giới hạn kháng nén 5 MPa; góc nội ma sát ρ = 15°; modul Young 2·10^3 MPa; hệ số Poisson ν =0,25.

Lực kết dính của đất đá được tính theo công thức [3]:

$$K=\frac{R_n\cdot\left(1-\sin\rho\right)\cdot k_c\cdot k_t}{2\cos\rho}$$

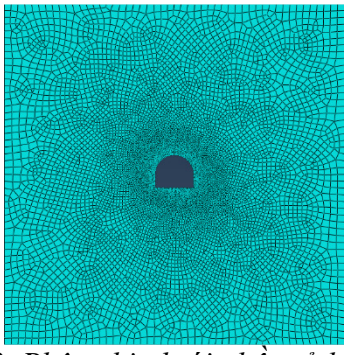
Trong đó: R_n – giới hạn bền nén của đất đá; k_c – hệ số giảm yếu do cấu trúc (phụ thuộc vào mật độ khe nứt trong khối đá); k_t – hệ số suy giảm độ cứng theo thời gian.

Hệ số áp lực hông đối với môi trường đàn hồi (trường hợp thứ nhất):

$$\lambda=\frac{\nu}{1-\nu}$$

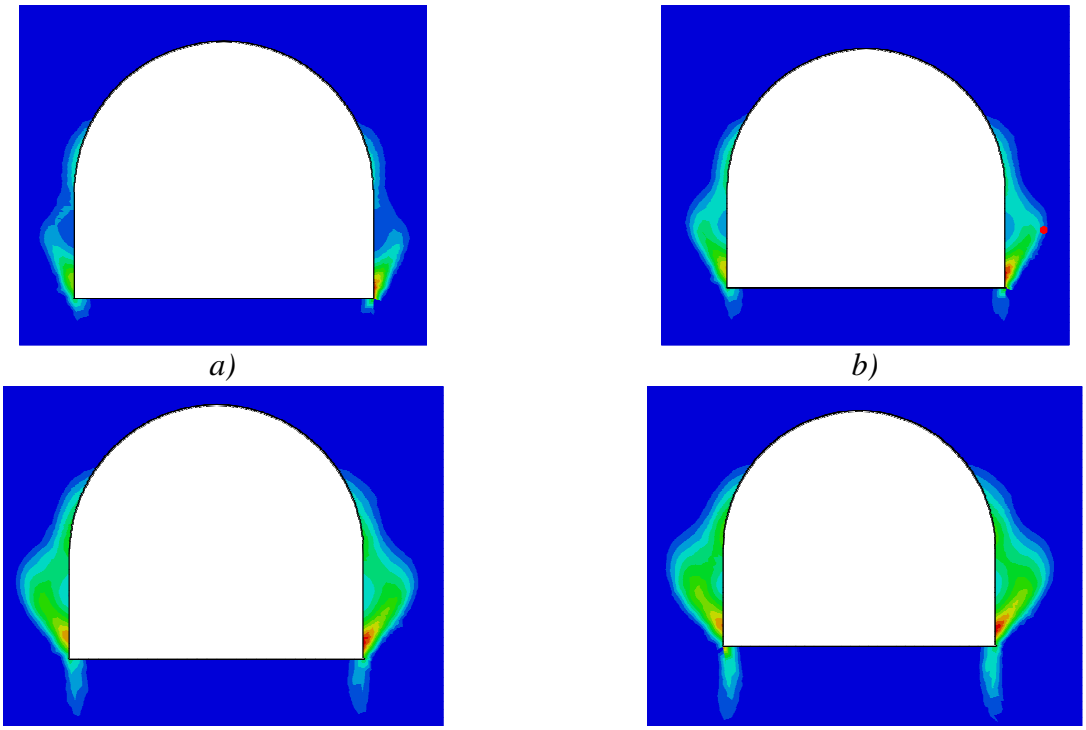
Hệ số áp lực hông đối với môi trường bở rời (trường hợp thứ hai):

$$\lambda=tg^2\left(45-\frac{\rho}{2}\right)$$



Hình 2. Phân chia lưới phần tử hữu hạn

Kích thước của mô hình số là 50 x 50 m^2. Đường lò dạng hình vòm, với các thông số về kích thước: Chiều rộng B = 5,64 m; chiều cao h = 4,82 m; bán kính vòm R = 2,82 m. Khối đá trong mô hình được mô phỏng bằng các phần tử khối 4 cạnh. Bài toán đối xứng qua trục "y". Điều kiện biên của bài toán được cho dưới dạng khống chế sự dịch chuyển theo trục "x" – U_x = 0 và trục "y" – U_y = 0. Trong mô hình ứng suất ban đầu được đưa vào dưới dạng: $\sigma_x = \lambda\gamma H$; $\sigma_y = \gamma H$.



a) *b)* *c)* *d)*

Hình 3. Hình dạng vùng trạng thái dẻo quanh đường lò trong môi trường đất đá đồng nhất có độ cứng trung bình: a) H = 250 m; b) H = 300 m; c) H = 350 m; d) H = 400 m.

Bảng 1: Kích thước vùng dẻo xung quanh đường lò

Độ sâu / Loại đá	100 m	200 m	250 m	300 m	350 m	400 m
Đá có độ cứng trung bình	0,00	0,00	0,41	0,79	1,02	1,17
Đá yếu	1,74	2,21	2,52	2,82	3,01	3,22

Với mục đích nâng cao độ chính xác của kết quả, lưới phần tử hữu hạn được chia không đều, lưới được chia dày hơn ở quanh biên đường lò, vùng xa hơn thì được chia thưa hơn. Số phần tử hữu hạn trong mô hình là 6.885.

4 Kết quả phân tích của mô hình số

Kết quả phân tích mô hình số thu được hình dáng và kích thước của vùng dẻo quanh đường lò trong điều kiện độ sâu đường lò khác nhau, thể hiện qua hình 3 và 4.

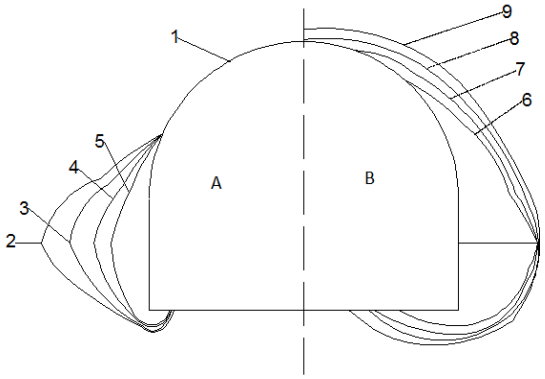
Phân tích kết quả đối với môi trường đá đồng nhất có độ cứng trung bình, hệ số nở hông bằng 0,33 ta thấy, đối với đường lò có độ sâu nhỏ hơn 250 m, quanh nó không xuất hiện vùng trạng thái dẻo. Nghĩa là, với những độ sâu đó, ứng suất quanh đường lò chưa vượt qua giới hạn độ bền của đá. Trong trường hợp này, sự thay đổi của ứng suất tạo ra khi đào đường lò chỉ tạo ra biến dạng đàn hồi. Độ dịch chuyển biên đường lò do biến dạng đàn hồi không lớn, có thể sử dụng các dạng kết cấu "nhẹ" như bê tông phun để đề phòng sự nở của những khối đá riêng lẻ và hạn chế các nứt nẻ.

Với những đường lò có độ sâu lớn hơn 250 m, quanh đường lò xuất hiện vùng trạng thái dẻo. Với hệ số nở hông bằng 0,33 thì vùng trạng thái dẻo chỉ xuất hiện ở hông đường lò. Kích thước lớn nhất của vùng trạng thái dẻo ở hông đường lò phát triển từ 0,41 m khi H = 250 m đến 1,17 m khi H = 400 m.

Kết quả tính toán kích thước vùng dẻo quanh đường lò được tổng hợp trong bảng 1

Trong môi trường đá bị phá hủy với hệ số nở hông bằng 0,6 thì vùng trạng thái dẻo quanh đường lò bao trọn toàn bộ biên đường lò. Trên vùng này có khả năng tồn tại sự bở rời và trương nở đá trong đường lò. Quá trình này sẽ xảy ra trong toàn bộ thời gian hoạt động của đường lò với tốc độ chậm dần về độ dịch chuyển biên đường lò.

Trong trường hợp khối đá quanh đường lò xuất hiện vùng trạng thái dẻo, kết cấu chống lò khả năng lớn sẽ làm việc theo chế độ cho trước độ dich chuyển, điều này có nghĩa là cần thiết chọn kết cấu chống linh hoạt, vì khả năng chịu tải của chúng ảnh hưởng rất nhỏ đến độ dịch chuyển cuối cùng [4].



Hình 5. Hình dạng vùng trạng thái dẻo quanh đường lò với giá trị lực kết dính: 2) K = 1 MPa; 3) K = 1,5 MPa; 4) K = 2 MPa; 5) K = 2,5 MPa; giá trị hệ số nở hông: 6) λ = 0,5; 7) λ = 0,6; 8) λ = 0,7; 9) λ = 0,8

Hình 5 thể hiện kết quả tính toán kích thước vùng trạng thái dẻo quanh đường lò với những giá trị khác nhau của hệ số nở hông và lực kết dính.

Với trường hợp A, độ sâu đường lò là H = 300 m; λ = 0,33. Với giá trị lực kết dính K = 1; 1,5; 2; 2,5 MPa thì kích thước lớn nhất của vùng trạng thái dẻo quanh đường lò tương ứng là 2,21 m; 1,62 m; 1,25 m; 0,98 m.

Trong trường hợp B, độ sâu đường lò H = 300 m; K = 2 MPa. Với hệ số nở hông $\lambda \leq 0,7$, kích thước lớn nhất vùng trạng thái dẻo không thay đổi. Với $\lambda > 0,7$, vùng trạng thái dẻo bao trọn biên đường lò. Như vậy, hệ số nở hông không ảnh hưởng đến kích thước lớn nhất vùng trạng thái dẻo mà chỉ ảnh hưởng đến hình dáng vùng trạng thái đó.

5 Kết luận

Bài báo trình bày một cách tiếp cận mới để đánh giá, tính toán vùng trạng thái dẻo quanh đường lò trên cơ sở phương pháp phần tử hữu hạn bằng phần mền Abaqus. Kết quả tính toán thu được so với kết quả quan sát thực thế là khá tương đồng. Từ kết quả tính toán, ta thấy sự phụ thuộc của kích thước lớn nhất của vùng trạng thái dẻo vào độ sâu của đường lò, các tính chất cơ lý của đá như lực kết dính, hệ số nở hông. Qua việc đánh giá, tính toán vùng trạng thái dẻo quanh đường lò cho phép ta dự báo chính xác khối đá quanh đường lò hoạt động ở chế độ nào, từ đó lựa chọn kiểu kết cấu chống phù hợp. Kết quả nghiên cứu có thể sử dụng để thiết kế các đường lò cơ bản ở vùng than Quảng Ninh.

TÀI LIỆU THAM KHẢO

1. **Ставрогин А.Н.** Пластичность горных пород / А.Н. Ставрогин, А.Г. Протосеня. - М: Недра. - 1979. - 305 с.
2. **Протосеня А.Г.** Геомеханика массивов и устойчивость подготовительных выработок / А.Г. Протосеня, С.Я. Жихарев, И.Е. Долгий. - СПБ. - 2004. - 239 с.
3. **Протосеня А.Г.** Механика подземных сооружений / А.Г. Протосеня, М.А. Карасев. - СПБ. - 2013. - 113 с.
4. **Булычев Н.С.** Механика подземных сооружений в примерах и задачах / Н.С. Булычев. - М.: Недраю. - 1989. - 272 с.

ỨNG DỤNG PHƯƠNG PHÁP ĐỊNH VỊ GNSS/CORS/RTK THÀNH LẬP BẢN ĐỒ ĐỊA HÌNH TỶ LỆ LỚN MỎ LỘ THIÊN

ThS. Nguyễn Thị Duyên

Phân hiệu Trường Đại học Tài nguyên và Môi trường tại tỉnh Thanh Hóa

Tóm tắt: Ứng dụng công nghệ trạm tham chiếu hoạt động liên tục GNSS/CORS/RTK trong các công tác trắc địa đang là xu thế phát triển chung của các nước trên thế giới. Nó mở ra phương pháp đo mới với độ chính xác cao, khả năng ứng dụng rộng rãi và trong nhiều lĩnh vực khác nhau. Hiện nay, ở các mỏ lộ thiên tại Việt Nam, việc ứng dụng công nghệ vệ tinh trong trắc địa vẫn còn ở mức hạn chế, chủ yếu chỉ sử dụng trong công tác thành lập lưới khống chế. Phương pháp đo GNSS/CORS/RTK được áp dụng thì công tác đo đạc trắc địa ở các mỏ lộ thiên trở nên đơn giản hơn, hiệu quả công việc được nâng cao. Tuy nhiên, hiện tại thì Việt Nam vẫn chưa có hệ thống mạng CORS của riêng mình. Bài báo trình bày khả năng ứng dụng phương pháp đo GNSS/CORS/RTK kết nối với hệ thống mạng CORS của nước ngoài để thành lập bản đồ mỏ than lộ thiên Núi Béo.

1 Mở đầu

Trạm tham chiếu hoạt động liên tục CORS (Continuously Operating Reference Station) là các trạm tham chiếu GNSS thu nhận tín hiệu vệ tinh liên tục, cố định. Các trạm CORS kết hợp máy tính chủ (Server) và hệ thống mạng Internet truyền dữ liệu tạo thành một mạng lưới đồng nhất [1, 5, 6, 7]. Nó thể hiện những ưu điểm nổi trội như: Hỗ trợ nhiều mục đích sử dụng, phạm vi phủ sóng rộng, độ chính xác cao hơn so với các phương pháp đo GNSS truyền thống; cho phép sử dụng lâu dài, cung cấp cho tất cả người dùng sự ổn định và thống nhất của hệ thống tham chiếu tọa độ và chuẩn hóa cơ sở dữ liệu, nâng cao chất lượng và hiệu suất của số liệu ngoại nghiệp. Hệ thống trạm CORS cũng dễ dàng tương thích và chuyển đổi sang các hệ tọa độ quốc gia, hệ quy chiếu địa phương.

Phương pháp đo sử dụng mạng CORS có thể thay thế cho việc xây dựng mạng lưới trắc địa các cấp, cung cấp cho người dùng yêu cầu về độ chính xác đến centimet, milimet. Vì vậy, có thể nói mạng lưới trạm CORS là xu thế phát triển chung trên thế giới và trong tương lai gần sẽ được ứng dụng vào trong lĩnh vực Trắc địa - Bản đồ ở Việt Nam nói chung và ở các vùng mỏ nói riêng.

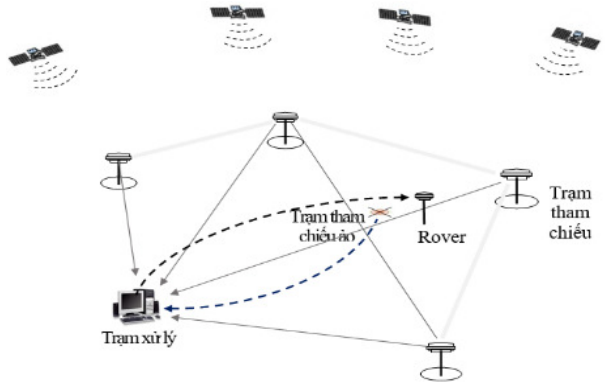
Tuy nhiên, trong hoàn cảnh kinh tế hiện nay chưa cho phép Việt Nam triển khai thành lập hệ thống mạng lưới trạm CORS/GNSS thì phương pháp đo sử dụng kết nối với hệ thống mạng CORS/GNSS của nước ngoài là giải pháp kinh tế đáp ứng yêu cầu kỹ thuật, chuẩn hóa cơ sở dữ liệu trắc địa bản đồ, nâng cao chất lượng và hiệu suất của số liệu ngoại nghiệp.

2 Hệ thống trạm tham chiếu hoạt động liên tục và kỹ thuật định vị

Hiện nay, nhiều nước trên thế giới đã xây dựng cho riêng quốc gia của mình hệ thống mạng CORS hoạt động theo các kỹ thuật khác nhau, phù hợp với mục đích sử dụng và hạ tầng cơ sở của quốc gia đó. Dựa vào phương pháp số hiệu chỉnh khác nhau, mạng lưới trạm CORS hiện nay có thể chia thành một số mô hình dựa vào kỹ thuật định vị như: Trạm tham chiếu ảo – VRS (Virtual Reference Station); thông số hiệu chỉnh khu vực FKP (Flächen – Korrektur - Parameter; kỹ thuật hiệu chỉnh trạm chính cho trạm động – iMAC (Individual Master - Auxiliary Corrections); hệ thống mạng lưới trạm tham

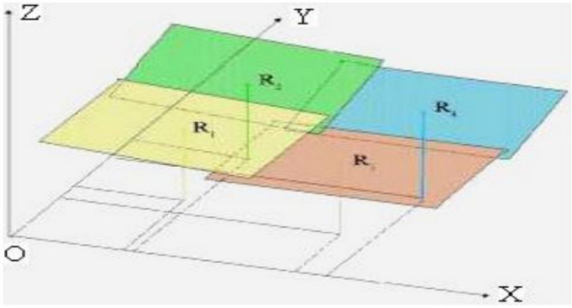
chiếu – NRS (Net Reference Station). Mỗi phương pháp đều có các ưu nhược điểm và điều kiện ứng dụng riêng.

- *Trạm tham chiếu ảo (VRS):* Được tối ưu hóa cho các vị trí của máy thu di động (Rover) hoạt động theo phương pháp đo RTK [6]. Kĩ thuật VRS hoạt động theo nguyên tắc: Máy thu di động gửi vị trí gần đúng đến bộ xử lý trung tâm. Bộ xử lý trung tâm chọn ra 3 trạm tham chiếu xung quanh khu vực máy thu di động, dựa vào mô hình hiệu chỉnh để tạo ra một trạm tĩnh ảo ở gần máy thu di động. Trạm tĩnh ảo hoạt động như kỹ thuật để truyền dữ liệu tới các máy đo di động. VRS có đặc điểm kỹ thuật: Mô hình hóa được sai số của tầng điện ly, tầng đối lưu và quỹ đạo vệ tinh; truyền dữ liệu hai chiều; dễ dàng giám sát và quản lý các trạm di động; khả năng truyền dữ liệu cao.



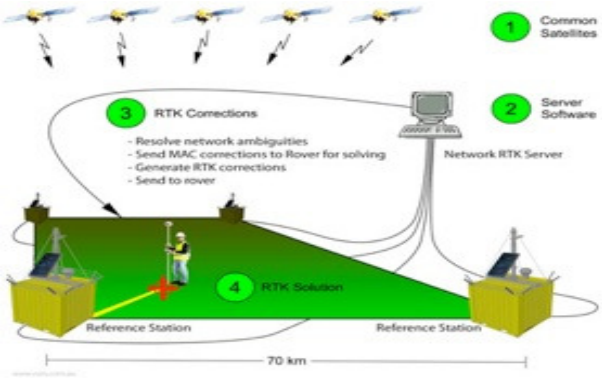
Hình 1. Kỹ thuật VRS

- *Thông số hiệu chỉnh khu vực (FKP):* Được phát triển bởi công ty Geo^{++} [8]. Kỹ thuật này sử dụng thông tin từ các trạm quy chiếu để có được tham số tuyến tính mô tả các sai số do ảnh hưởng của quỹ đạo và tầng khí quyển. Các tham số này được truyền đến trung tâm xử lý để nội suy các sai số ứng với từng khu vực khác nhau. Ngoài ra, kỹ thuật này cũng có thể sử dụng cách khác: Trạm Rover nhận được các tọa độ của các trạm quy chiếu từ trạm xử lý trung tâm và lựa chọn trạm tham chiếu phù hợp nhất. FKP có một số đặc điểm kỹ thuật: Truyền dữ liệu một chiều; người dùng có thể nhận mà không truyền đi được nên tính bảo mật cao.



Hình 2. Kỹ thuật FKP

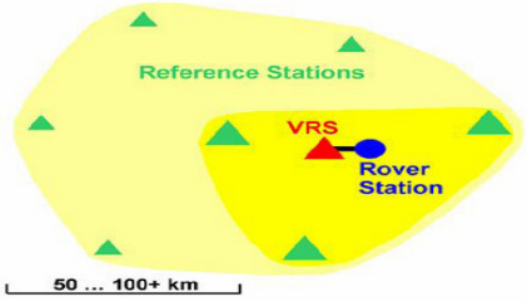
- *Hiệu chỉnh trạm chính cho trạm động (iMAC):* Được phát triển bởi Leica và Geo^{++} [7], hoạt động theo cơ cấu: Trung tâm xử lý số liệu phát đi trị đo của trạm chủ (giống với trạm RTK), cùng lúc thông qua giao thức kết nối RTCM3.1 phát đi một trạm thông số phụ trợ (chỉ phát đi sự chênh lệch thay đổi của trạm phụ và trạm chính), và sự chênh lệch vị trí tọa độ của trạm phụ và trạm chính để giảm bớt dung lượng tải của việc truyền và nhận dữ liệu. Trạm động nhận được tín hiệu thì bắt đầu tính toán số hiệu chỉnh vị trí của mình, sau đó tiến hành định vị RTK một cách bình thường. iMAC hoạt động theo nguyên tắc: Trạm xử lý trung tâm phát đi trị đo của trạm chính, cùng lúc thông qua RTCM3.1 phát đi các thông tin chênh lệch của trạm phụ trợ và trạm chính). Trạm di động nhận được tín hiệu thì bắt đầu tính toán sự hiệu chỉnh vị trí của mình sau đó xác định chính xác vị trí.



Hình 3. Kỹ thuật iMAC

- *Hệ thống mạng lưới trạm tham chiếu (NRS):* Hệ thống NRS có nguyên tắc hoạt

động cơ bản giống phương pháp trạm tham chiếu ảo (VRS), đồng thời kết hợp các ưu điểm của FKP và iMAC, tạo thành mạng lưới tam giác, lợi dụng một hoặc toàn bộ trạm tĩnh gần đó để đảm bảo tính ổn định và chất lượng số liệu. NRS hoạt động theo kỹ thuật DEEP - NRS, khi có ba trạm tĩnh trở lên, hệ thống sẽ xây dựng tất cả các đoạn chuẩn phù hợp với điều kiện, làm tăng độ che phủ của lưới tam giác trong khu vực. Dựa vào khoảng cách của các đoạn chuẩn trong khóa tam giác để lựa chọn một tam giác tốt nhất cung cấp dịch vụ cho trạm đo di động.



Hình 4. Kỹ thuật NRS

3 Nguyên lý ứng dụng đo GNSS/CORS/RTK kết nối với mạng CORS nước ngoài

Ở Việt Nam mới chỉ thành lập được một số trạm CORS và DGPS hoạt động đơn lẻ, chưa kết hợp thành được hệ thống mạng lưới nên việc sử dụng phương pháp đo GNSS/CORS/RTK chưa cho phép áp dụng rộng rãi. Do đó, để áp dụng phương pháp GNSS/CORS/RTK đòi hỏi phải có giải pháp đo mới để tận dụng công nghệ mạng CORS đã được các nước xây dựng và hoàn thiện.

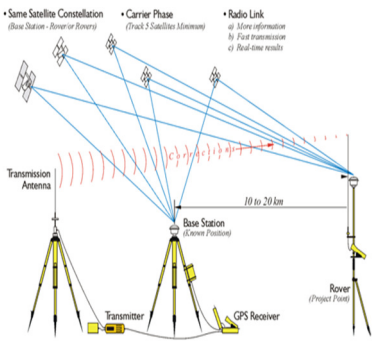
Phương pháp đo GNSS/CORS/RTK kết nối với mạng CORS nước ngoài hoạt động gần giống như phương pháp đo GNSS/CORS/RTK nhưng ở đây này đòi hỏi cần phải bảo đảm một số yêu cầu về cơ sở hạ tầng và một số yếu tố cần thiết khác như:

- *Địa chỉ IP internet:* Người sử dụng cần phải thuê, mua các địa chỉ IP internet của hệ thống mạng CORS của một nước nào đó đã xây dựng hoàn thiện. Hệ thống mạng CORS này đòi hỏi cần phải đồng bộ công nghệ với thiết bị của máy thu GNSS khi sử dụng. Hiện nay, các mạng lưới trạm CORS một số nước trên thế giới đều được cho thuê và bán địa chỉ IP với giá từ vài trăm đôla, hoặc một số hãng máy thu GNSS cung cấp địa chỉ IP kèm theo hợp đồng mua bán thiết bị cho người sử dụng;

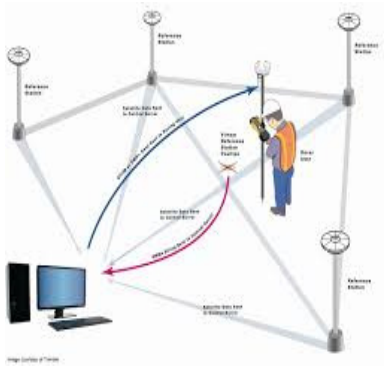
- *Hạ tầng viễn thông (3G/4G):* Thông thường, các máy thu GNSS kết nối với các hệ thống mạng CORS qua hệ thống mạng viễn thông 3G/4G. Do vậy, để thực hiện ứng dụng công nghệ trạm CORS nói chung cần đòi hỏi phải có cơ sở hạ tầng viễn thông 3G/4G thật tốt, bao trùm toàn bộ lãnh thổ hoặc khu vực đo đạc. Ở Việt Nam hiện nay, các mạng viễn thông đã được phủ sóng 3G/4G trên toàn quốc, cho phép kết nối dữ liệu nhanh. Do đó, cơ sở hạ tầng viễn thông ở Việt Nam cơ bản đáp ứng được yêu cầu;

- *Thiết bị máy móc:* Máy thu GNSS phải là các loại máy thu có khả năng đo kết nối với trạm CORS, cho phép kết nối 3G/4G và phải đồng bộ công nghệ với hệ thống mạng CORS cung cấp các địa chỉ IP mà người dùng đã thuê hoặc mua.

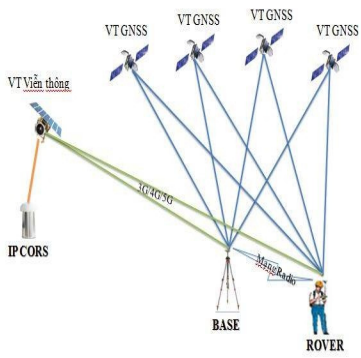
Phương pháp đo GNSS/CORS/RTK kết nối với mạng CORS nước ngoài có một số khác biệt so với phương pháp đo GNSS/RTK hay GNSS/CORS/RTK thông thường. Cụ thể như với phương pháp đo GNSS/CORS/RTK thông thường thì chỉ cần tối thiểu 01 máy thu GNSS kết nối tới mạng CORS bao trùm khu vực đo vẽ là có thể sử dụng được. Ở phương pháp kết nối với mạng CORS của nước ngoài thì đòi hỏi cần phải có tối thiểu từ 02 máy thu GNSS trở lên. Trong đó, 01 máy được nhận làm máy cố định (Base) và thường được đặt tại vị trí thông thoáng, ổn định, dễ quản lý. Máy cố định cần phải cho phép tạo nhiều kênh liên



a) Phương pháp đo RTK



b) Phương pháp đo GNSS/CORS/RTK thông thường



c) Phương pháp đo GNSS/CORS/RTK kết nối mạng CORS nước ngoài

Hình 5. Các phương pháp đo GNSS

Bảng 1. So sánh các phương pháp đo GNSS

Phương pháp đo RTK	Phương pháp đo GNSS/CORS/RTK thông thường	Phương pháp đo GNSS/CORS/RTK kết nối mạng CORS nước ngoài
Thu tín hiệu GNSS	Thu tín hiệu GNSS	Thu tín hiệu GNSS
Cần 1 máy Base và tối thiểu 1 máy Rover	Cần 1 máy Rover	Cần 1 máy Base và tối thiểu 1 máy Rover
	Nhận tín hiệu hiệu chỉnh của mạng CORS trong khu vực đo	Nhận tín hiệu hiệu chỉnh của mạng CORS nước ngoài cho cả Base và Rover
Khoảng cách Base đến Rover: ≤ 10 km	Khoảng cách từ Rover đến mạng CORS: ≤ 35 ÷ 40 km	- Khoảng cách Base đến Rover phụ thuộc tín hiệu 3G/4G; - Khoảng cách mạng CORS đến khu đo là không giới hạn
Độ chính xác vị trí điểm mặt phẳng: Vài cm	Độ chính xác vị trí điểm mặt phẳng: Vài cm	Độ chính xác vị trí điểm mặt phẳng: Vài cm
Độ chính xác độ cao: < 1 dm	Độ chính xác độ cao: Vài cm	Độ chính xác độ cao: < 1 cm
-	Phải xây dựng mạng CORS trong khu vực đo	Không phải xây dựng mạng CORS
-	IP mạng CORS có sẵn	Phải thuê hoặc mua IP mạng CORS nước ngoài

hệ đến các máy thu di động để có thể liên kết, cùng nhận dữ liệu hiệu chỉnh từ mạng CORS và hiệu chỉnh cho máy thu di động. Thông thường máy thu cố định này cho phép tạo từ 1 đến 22 kênh khác nhau. Còn các máy thu di động nhận ở một kênh liên lạc và kết nối với máy thu cố định.

Phương pháp đo GNSS/CORS/RTK kết nối với mạng CORS nước ngoài đã thể hiện một số những ưu điểm so với phương pháp đo RTK thông thường cũng như phương pháp đo kết nối mạng CORS đã có trong khu vực đo vẽ (bảng 1).

4 Ứng dụng phương pháp đo GNSS/CORS/RTK kết nối mạng CORS ngoài lãnh thổ Việt Nam thành lập bản đồ địa hình mỏ lộ thiên tại mỏ than Núi Béo

Để đánh giá khả năng hoạt động và kiểm tra độ chính xác của phương pháp đo GNSS/CORS/RTK kết nối mạng CORS

ngoài lãnh thổ Việt Nam trong điều kiện các moong khai thác ở các mỏ lộ thiên Việt Nam ngày càng xuống sâu, nhóm nghiên cứu đã tiến hành đo kiểm tra thử nghiệm tại các bờ tầng ở những độ cao khác nhau từ mức +35 đến mức -100 tại khai trường vỉa 14 mỏ than Núi Béo. Các điểm được đo song trùng bằng hai phương pháp GNSS/CORS/RTK và Toàn đạc điện tử. Theo đó, các máy thu GNSS được sử dụng là máy KT-9 của hãng Kolida, kết nối với hệ thống mạng CORS ở ngoài lãnh thổ Việt Nam theo địa chỉ IP được thuê sử dụng trong ngày thử nghiệm là 117.129.03.123, các máy thu GNSS và mạng CORS này cùng hoạt động theo kỹ thuật hiệu chỉnh NRS. Các tín hiệu viễn thông 3G tại khu vực đo tương đối tốt do ở các mỏ hiện nay đều đã lắp các trạm BTS để tăng cường chất lượng sóng 3G để quản lý cung vận tải ở mỏ. Máy Toàn đạc điện tử sử dụng là máy TS06, trước khi đo đã được kiểm tra, hiệu chỉnh các sai số. Kết quả đo bằng hai phương pháp được so sánh độ lệch thành phần tọa độ các điểm song trùng theo công thức:

$$dx = X_c - X_{td}; dy = Y_c - Y_{td}; dz = Z_c - Z_{td} \quad (1)$$

Trong đó: dx, dy, dz lần lượt là sai số vị trí điểm theo trục X, trục Y và độ cao.

Sai số vị trí điểm trên mặt phẳng:

$$m_P = \sqrt{dx^2 + dy^2} \quad (2)$$

Kết quả so sánh được cho trong bảng 2.

Bảng 2. Kết quả so sánh 2 phương pháp đo

dx	dy	dz	m_P
-0,026	-0,019	-0,006	0,032
-0,027	-0,004	0,005	0,027
0,015	-0,005	-0,005	0,016
-0,008	0,001	-0,015	0,008
-0,049	0,003	-0,017	0,049
-0,107	-0,006	-0,015	0,107
-0,022	-0,011	-0,008	0,025
0,009	-0,018	0,005	0,020
-0,024	-0,010	-0,004	0,026

Sau khi kiểm tra độ chính xác các điểm, tiến hành đo bề mặt địa hình mỏ than Núi Béo từ mức +0 đến mức -90 trên khu vực bãi thải trong của mỏ Núi Béo tại khai trường vỉa 14 bằng phương pháp GNSS/CORS/RTK kết nối mạng CORS ngoài lãnh thổ Việt Nam. Số liệu sau khi đo đạc được kết nối, xuất ra máy tính và biên tập bằng phần mềm TOPO, là phần mềm biên tập bản đồ đang được dùng thống nhất trong Tập đoàn Công nghiệp Than - Khoáng sản Việt Nam (hình 6). So sánh với bản đồ của mỏ đã thành lập bằng phương pháp đo Toàn đạc điện tử, kết quả cho thấy hai bản đồ gần như giống nhau.

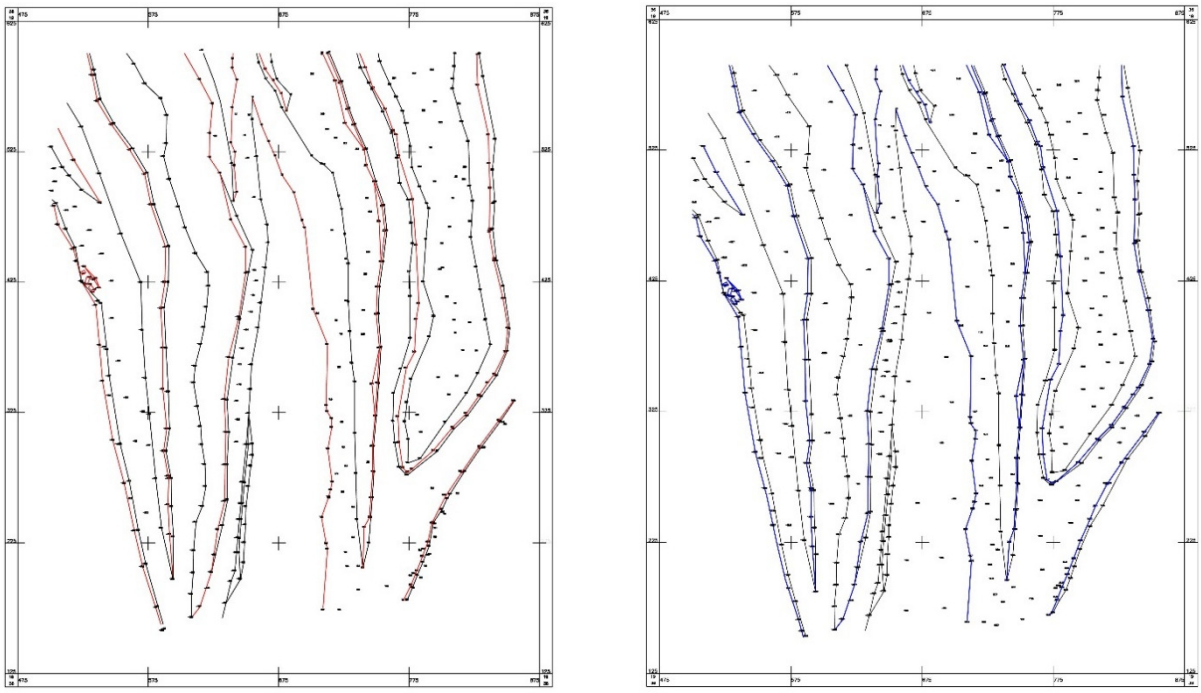
5 Thảo luận kết quả đo

Trong bảng 2, một số điểm đo có kết quả sai số vị trí điểm lớn. Nguyên nhân có thể do độ trễ của tín hiệu 3G từ vệ tinh viễn thông về hai máy thu, độ thông thoáng của điểm đo nên tín hiệu truyền về kém hoặc không ổn định, v.v… Tuy nhiên, đây chỉ là một số điểm đơn lẻ.

Sự sai lệch giữa bản đồ được thành lập bằng phương pháp GNSS/CORS/RTK kết nối với mạng CORS nước ngoài tại khu vực đo thử nghiệm được so sánh với bản đồ địa hình của mỏ thành lập bằng Toàn đạc điện tử, nguyên nhân là do vị trí chọn điểm đo mang tính khái quát, các bờ tầng của hai phương pháp là khác nhau nên dẫn tới có sự chênh lệch như vậy. Tuy nhiên, về độ cao của các bờ tầng cho thấy độ chênh cao giữa 2 phương pháp ở mỗi bờ tầng là không đáng kể.

6 Kết luận và kiến nghị

Trong điều kiện hiện nay của Việt Nam chưa cho phép thành lập hệ thống mạng CORS thì phương pháp đo GNSS/CORS/RTK kết nối với mạng CORS ngoài lãnh thổ Việt Nam là một giải pháp hiệu quả nhằm nâng cao năng xuất, chất lượng, hiệu quả kinh tế.



a) Đo bằng máy toàn đạc điện tử *b) Đo bằng phương pháp GNSS/CORS/RTK*

Hình 6. Bình đồ khu vực đo thực nghiệm mức +30 đến -60 mỏ Núi Béo

Phương pháp đo GNSS/CORS/RTK kết nối với mạng CORS ngoài lãnh thổ Việt Nam hoàn toàn đảm bảo độ chính xác thành lập bản đồ nói chung và bản đồ khai thác mỏ nói riêng ở tỷ lệ 1:1.000 hoặc nhỏ hơn.

Tại các mỏ than ở Việt Nam trước đây đã xây dựng nhiều trạm BTS tăng cường phủ sóng 3G để quản lý cung độ vận tải của mỏ. Do vậy, đây là một nền tảng cơ sở hạ tầng tốt đáp ứng yêu cầu của công nghệ đo GNSS/CORS/RTK kết nối với mạng CORS nước ngoài.

TÀI LIỆU THAM KHẢO

1. **Võ Chí Mỹ**. Trắc địa mỏ / Chí Mỹ Võ. - NXB Khoa học và Công nghệ. - 2016.
2. **Võ Chí Mỹ.** Ứng dụng công nghệ GPS động xử lý sau PPK trong công tác trắc địa mỏ lộ thiên / Chí Mỹ Võ // Báo cáo đề tài nghiên cứu KH&CN cấp Bộ GD&ĐT. - 2007.
3. **Võ Chí Mỹ**. Ứng dụng phương pháp đo GNSS/CORS/RTK trong quan trắc thường xuyên quá trình dịch chuyển và biến dạng bãi thải / Chí Mỹ Võ, Viết Nghĩa Nguyễn // Hội nghị khoa học mỏ Toàn quốc. - Cửa Lò. - 2016.
4. **Cannon M.E.** An Overview of Multiple-Reference Station Methods for cm-Level Positioning, Virtual Reference Stations (VRS), GPS Solutions / M.E. Cannon. - 2001.
5. **Gao Jing-xiang**. Advanced GNSS Technology of Mining Deformation Monitoring / Jing-xiang Gao, Hong Hu // The 6th International Conference on Mining Science & Technology. Procedia Earth and Planetary Science 1. - 2009. PP. 1081-1088.
6. **Landau H.** Virtual reference station systems / H. Landau, U. Vollath, X. Chen // Journal of Global Positioning Systems, 1, 2. - 2002. - PP. 137-143.
7. Leica Geosystems Networked Reference Stations. - 2005. http://smartnet.leica-geosystems.us/documents/Leica_GPS_SpiderNET-Take_it_to_the_MAX_June2005_en.pdf
8. **Wübbena G.** Network-Based Techniques for RTK Applications / G. Wübbena, A. Bagge, M. Schmitz // Presented at the GPS Symposium. - Tokyo, Japan. - 14–16a November 2001.
9. **Wang Jian.** Coal Mining GPS Subsidence Monitoring Technology and its Application / Jian Wang, Xiangguo Peng, Chang Hui Xu // Journal of Mining Science and Technology.

HIỆU QUẢ PHÒNG CHỐNG THAN TỰ CHÁY VỚI GIẢI PHÁP SỬ DỤNG CHẤT THẢI TRO XỈ TỪ CÁC NHÀ MÁY NHIỆT ĐIỆN

TS. Nguyễn Tất Thắng – *Trung tâm An toàn Mỏ - Viện Khoa học Công nghệ Mỏ- Vinacomin*

1 Đặt vấn đề

Tro xỉ là sản phẩm còn lại thu được từ quá trình đốt cháy nhiên liệu than đá trong các nhà máy nhiệt điện chạy than. Tro xỉ có dạng bụi khí hạt mịn, thoát ra từ buồng đốt qua ống khói nhà máy, được tận thu từ ống khói qua hệ thống nồi hơi tinh luyện loại bỏ bớt các thành phần than (cacbon) chưa cháy hết.

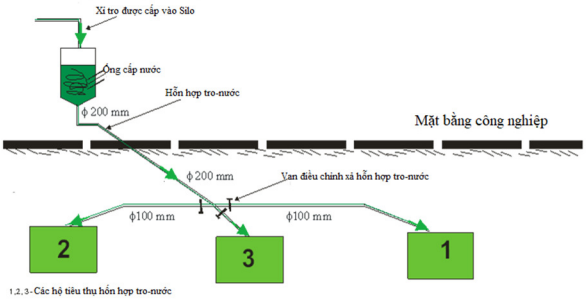
Hiện cả nước có trên 20 nhà máy nhiệt điện than đang hoạt động, sử dụng khoảng 45 triệu tấn than mỗi năm và ước tính hàng năm, các nhà máy này thải ra trên 16,4 triệu tấn tro xỉ. Lượng tro xỉ phát thải ra chủ yếu được xử lý dưới hình thức chôn lấp tập trung tại các bãi chứa của các nhà máy nhiệt điện. Tuy nhiên, theo đánh giá của các chuyên gia, đây không phải giải pháp lâu dài, do chỉ 2 - 3 năm nữa các bãi chứa sẽ đầy và không còn chỗ chứa.Tận dụng tro xỉ để san lấp mặt bằng, sản xuất gạch, xi măng... được coi là giải pháp giúp giải quyết bài toán lượng tro xỉ phát thải của các nhà máy điện trong thời gian tới.

Trong khai thác mỏ hầm lò, tro xỉ có thể được sử dụng để xây dựng tường chắn, cách ly vùng phá hỏa sau lò chợ, khu vực khai thác cũ, khu vực xảy ra sự cố cháy nổ và lấp đầy khoảng không gian phía sau lò chợ.

2 Công nghệ sử dụng tro xỉ nhà máy nhiệt điện ngăn ngừa than tự cháy tại các mỏ than hầm lò

Tro xỉ nhà máy điện được sử dụng trong công tác phòng chống cháy tại các mỏ than trên thế giới từ những năm 80 của thế kỷ trước. Thời gian đầu, tro xỉ được đưa xuống nơi sử dụng bằng các goòng. Hỗn hợp tro - nước được trộn trong goòng. Máy bơm đặt trong goòng sẽ bơm hỗn hợp đưa tới vị trí sử dụng bằng ống mềm.

Hiện nay, quá trình chuẩn bị tro - nước được thực hiện trên mặt bằng mỏ và vận chuyển xuống vị trí sử dụng bằng hệ thống đường ống (hình 1).



Hình 1. Sơ đồ hệ thống dẫn, bơm hỗn hợp tro - nước

2.1 Công nghệ bơm hỗn hợp tro-nước vào vùng phá hỏa lò chợ

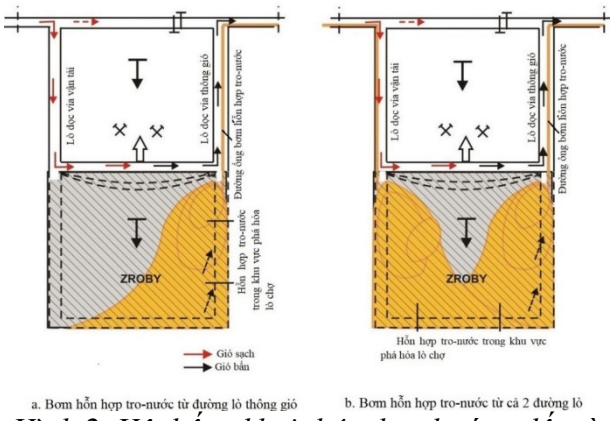
Hỗn hợp tro - nước được tạo ra trong máy trộn trên mặt đất, thông thường cho thêm vào hỗn hợp xỉ nhà máy điện và chất thải tuyển nổi từ nhà máy sàng tuyển của mỏ.

Tỷ lệ nước với tro nhà máy điện sẽ quyết định tới độ đặc của hỗn hợp:

$$\text{Chỉ số} = \frac{W-nước\ công\ nghiệp\ [m^3]}{S-tro\ nhà\ máy\ điện\ [m^3]}$$

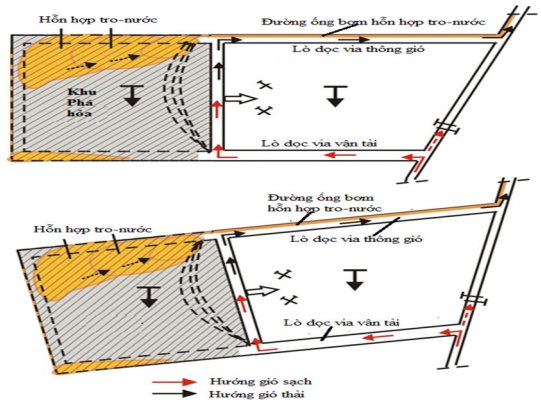
Độ nghiêng của vùng phá hỏa, vị trí bơm hỗn hợp tro - nước và chỉ số W/S sẽ quyết định đến độ dàn trải của hỗn hợp tro - nước trong vùng phá hỏa lò chợ.

Hệ thống khai thác và cách thức thông gió có ý nghĩa nhất định, tác động tới hiệu quả của phòng chống cháy bằng hỗn hợp tro - nước. Hiện nay, hệ thống khai thác theo hướng dốc và phương thức thông gió hình chữ "U" dọc theo than nguyên khối, dọc theo vùng phá hỏa được áp dụng rộng rãi trong các mỏ (hình 2 - 5).

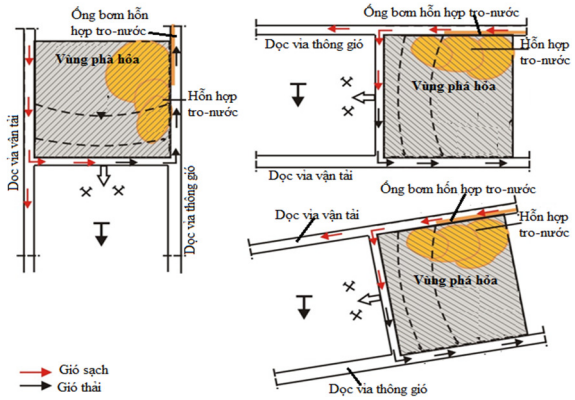


a. Bơm hỗn hợp tro-nước từ đường lò thông gió b. Bơm hỗn hợp tro-nước từ cả 2 đường lò

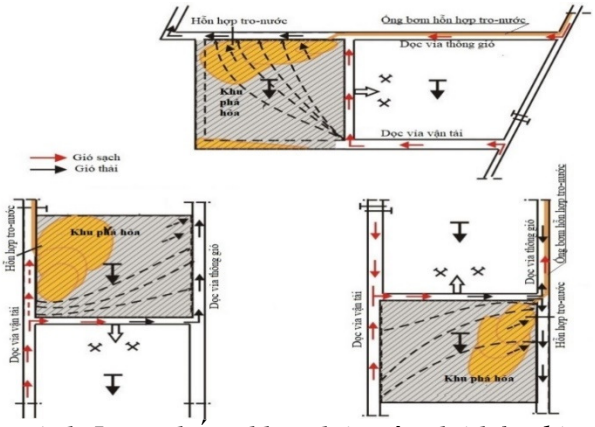
Hình 2. Hệ thống khai thác theo hướng dốc từ dưới lên, phá hỏa, thông gió hình chữ "U" dọc theo than nguyên khối



Hình 3. Hệ thống khai thác dọc theo đường phương phá hỏa đá vách với thông gió hình chữ "U" dọc theo than nguyên khối



Hình 4. Hệ thống khai thác với phá hỏa đá vách thông gió hình chữ "U" dọc theo vùng phá hỏa



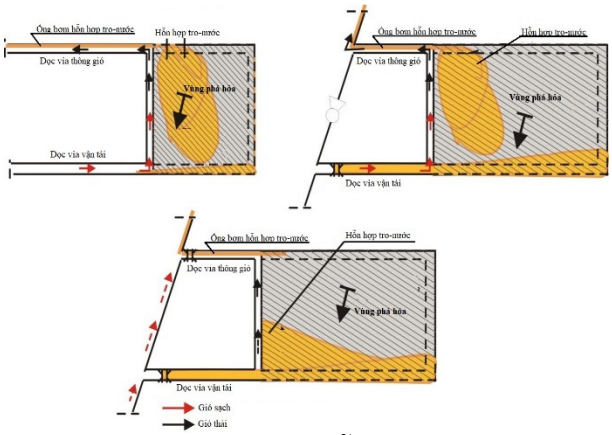
Hình 5. Hệ thống khai thác với phá hỏa đá vách và thông gió hình chữ "Y", gió bổ sung và dẫn gió thải ra phía sau lò chợ hình chữ "Z", gió sạch đi dọc than nguyên khối và gió bẩn đi dọc vùng phá hỏa hình chữ "H"

2.2 Chèn kín vùng phá hỏa và đường lò bằng hỗn hợp tro - nước sau khi kết thúc khai thác

Sau khi kết thúc khai thác lò chợ tiến hành thu hồi thiết bị và giàn chống, hỗn hợp tro - nước được bơm vào phần không gian đã khai thác được quây kín bằng tường chắn. Chèn lò bằng hỗn hợp tro - nước sẽ hạn chế thẩm thấu không khí vào vùng phá hỏa đã cách ly sau khi khai thác, hạn chế khả năng tự nóng than và tự cháy dẫn đến cháy nội sinh. Hiệu quả của giải pháp bơm vật liệu tro - nước vào vùng phá hỏa sau khi kết thúc khai thác phụ thuộc vào:

- Hệ thống khai thác và cách thức thông gió đã áp dụng cho lò chợ;
- Cách thức và hướng thu hồi thiết bị từ lò chợ;
- Những hạn chế về thông gió và độ nghiêng của vùng phá hỏa, khả năng tiếp cận đến vị trí có lợi nhất để bơm hỗn hợp tro - nước.

Bơm hỗn hợp tro - nước vào vùng phá hỏa sau khi kết thúc khai thác có thể được tiến hành trong thời gian thu hồi thiết bị hoặc sau khi kết thúc thu hồi. Trên hình 6 giới thiệu công nghệ bơm hỗn hợp tro - nước vào đường lò và vùng phá hỏa sau khi kết thúc khai thác.

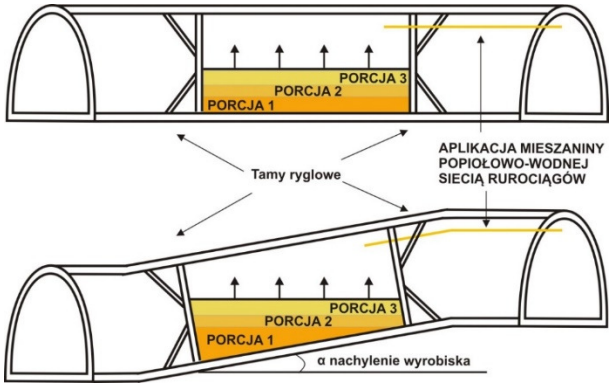


Hình 6. Công nghệ bơm hỗn hợp tro - nước vào đường lò và vùng phá hỏa sau khi kết thúc khai thác

2.3 Xây dựng tường chắn cách ly bằng vật liệu tro-nước

Để đơn giản hóa mạng gió trong mỏ thì cần phải cách ly kín các đường lò nhằm giảm tổn thất khí thẩm thấu qua các đường lò không còn hoạt động và vùng phá hỏa để chống hiểm họa cháy nội sinh và metan. Giải pháp cách ly hiệu quả nhất là chèn lấp bằng hỗn hợp tro - nước hoặc làm tường chắn cách ly. Tùy thuộc vào vị trí của đường lò trong mạng gió, độ nghiêng của nó và khả năng đáp ứng của điều kiện kỹ thuật, có thể tiến hành xây tường chắn cách ly cho một đường lò hoặc đồng một vài đường lò.

Hình 7 giới thiệu công tác thực hiện bức tường cách ly bằng hỗn hợp tro - nước trong đường lò ngang và lò nghiêng.



Hình 7. Công tác thực hiện xây dựng tường chắn cách ly bằng hỗn hợp tro - nước trong đường lò ngang và lò nghiêng

3 Đánh giá hiệu quả của việc sử dụng tro xỉ trong việc ngăn ngừa than tự cháy tại các mỏ than hầm lò Việt Nam

Hiện tượng than tự cháy trong các mỏ hầm lò gây ảnh hưởng rất lớn đến sản xuất và an toàn. Để giảm thiểu các ảnh hưởng đó, cần nghiên cứu và đưa ra các giải pháp nhằm ngăn ngừa và triệt tiêu hiện tượng than tự cháy trong hoạt động khai thác.

Giải pháp chèn kín vùng phá hỏa và đường lò sau khi kết thúc khai thác bằng hỗn hợp tro - nước cho thấy hiệu quả khi được áp dụng thử nghiệm tại mỏ than Khánh Hòa – Tổng công ty Công nghiệp Mỏ Việt Bắc trong dự án "Thử nghiệm khai thác hầm lò vỉa 16 Công ty Than Khánh Hòa- VVMI". Tại mỏ Khánh Hòa, tổ hợp thiết bị được đặt trên mặt bằng công nghiệp +42, hỗn hợp tro - nước được nhào trộn và bơm qua hệ thống đường ống xuống lấp đầy các khu phá hỏa dọc vỉa phân tầng sau khi kết thúc khai thác. Kết quả thu được khi áp dụng giải pháp:

- Than vỉa 16 mỏ than Khánh Hòa được đánh giá có nguy cơ tự cháy cao, việc áp dụng giải pháp đã ngăn ngừa và triệt tiêu hiện tượng cháy nội sinh xảy ra trong các khu vực đã kết thúc khai thác;

- Tiêu thụ một phần lượng tro xỉ của Nhà máy Nhiệt điện Cao Ngạn, giúp giải quyết bài toán môi trường do tồn đọng tro xỉ gây ra;

- Chủ động trong việc áp dụng các giải pháp công nghệ khai thác phù hợp với điều kiện thực tế của mỏ Khánh Hòa.

Đối với các mỏ than hầm lò Việt Nam, khi xảy ra hiện tượng tự cháy, biện pháp đầu tiên được thực hiện là xây dựng các tường chắn cách ly, giúp ngăn ngừa tiếp xúc của than với không khí, ngăn ngừa khí độc đi vào các khu vực có người làm việc… Tuy nhiên, do áp lực của đất đá xung quanh và điều kiện môi trường trong hầm lò, phần lớn các tường

chắn sau khi được xây dựng đều bị nứt vỡ, gây tổn thất gió, đặc biệt có thể làm tràn các khí độc, khí cháy nổ từ khu vực cách ly vào hệ thống thông gió chung của mỏ.

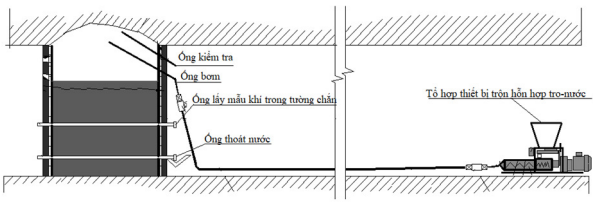
Giải pháp xây dựng tường chắn cố định sử dụng vật liệu hỗn hợp tro - nước giúp khắc phục những nhược điểm của các tường chắn kiểu truyền thống:

- Bền vững trước áp lực của đất đã xung quanh và điều kiện môi trường trong mỏ hầm lò;

- Đảm bảo độ kín khít, không bị nứt nẻ, tránh tổn thất gió vào khu vực được cách ly và ngăn hiện tượng tràn khí độc, khí cháy nổ từ khu vực được cách ly vào hệ thống thông gió chung của mỏ;

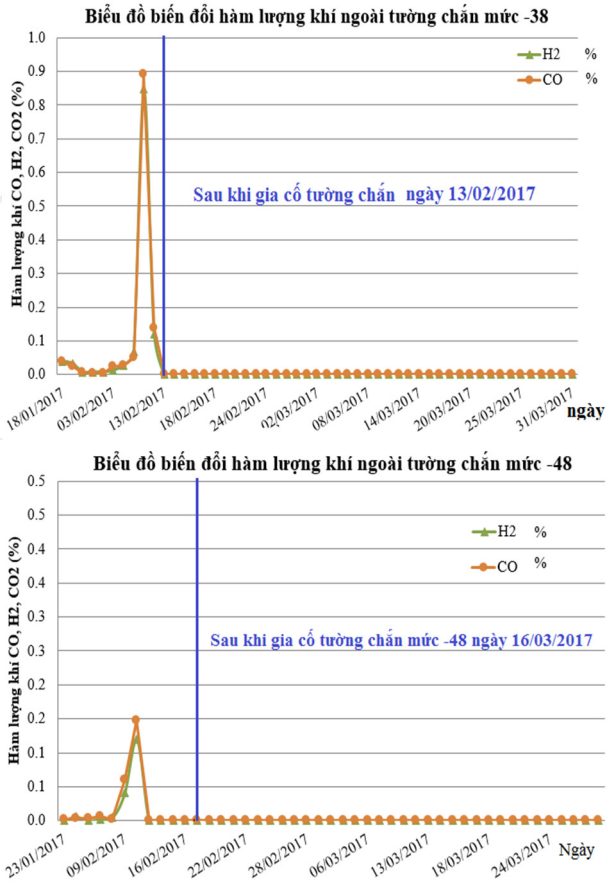
- Công tác tiến hành xây dựng tường chắn cách ly bằng hỗn hợp vật liệu tro - nước nhanh gọn, giảm bớt được chi phí thời gian cũng như nhân lực;

- Chi phí xây dựng rẻ do tận dụng được loại vật liệu xỉ tro rẻ tiền.



Hình 8. Công tác thực hiện xây dựng tường chắn cách ly bằng hỗn hợp tro - nước thực tế tại các mỏ than hầm lò Việt Nam

Tại mỏ than Mạo Khê, tháng 01/2017 xảy ra sự cố cháy nội sinh tại lò chợ vỉa 10 Tây Bắc II. Sau khi phát hiện sự cố cháy, đã tiến hành xây dựng tường chắn tạm thời bằng bao cát, sau đó xây tường chắn cố định bằng gạch chỉ đỏ đặc xi măng cát theo dạng bậc và được trát kín bên ngoài bằng xi măng cát để cách ly khu vực cháy DVPT mức -38, -48. Tuy nhiên, qua kết qủa quan trắc khí bên ngoài tường chắn cho thấy, có hiện tượng rò khí qua tường chắn. Để khắc phục, Trung tâm Cấp cứu Mỏ- Vinacomin đã sử dụng hỗn hợp tro - nước xây dựng tường chắn cách ly DVPT mức -38, -48 đảm bảo độ kín khít và rút ngắn được thời gian thi công. Kết quả quan trắc khí sau khi gia cố tường chắn cho thấy không có hiện tượng rò khí qua tường chắn (Hình 9).



Hình 9. Biểu đồ biến đổi hàm lượng khí CO ngoài tường chắn

4 Kết luận

Giải pháp phòng chống hiểm họa cháy nội sinh trong các mỏ bằng cách sử dụng tro xỉ nhà máy điện đã được áp dụng tại nhiều nước có nền công nghiệp khai thác mỏ tiên tiến trên thế giới từ đầu những năm 80 của thế kỷ trước. Hỗn hợp tro - nước được sủ dụng để chèn kín vùng phá hỏa, đường lò sau khi kết thúc khai thác hoặc xây dựng các tường chắn cách ly các khu vực đã kết thúc khai thác, khu vực xảy ra hiểm họa than tự cháy. Trên cơ sở kế thừa những kinh nghiệm của các nước Ba Lan, Nhật Bản, Trung Quốc…, tại Việt Nam, công nghệ sủ dụng

hỗn hợp tro - nước đã được áp dụng trong việc xây dựng các tường chắn cách ly tại hầu hết các mỏ than hầm lò và chèn kín vùng phá hỏa tại mỏ than Khánh Hòa. Giải pháp giúp giải quyết được nhược điểm của tường chắn xây kiểu truyền thống là dễ nứt vỡ, gây tổn thất gió, đặc biệt có thể làm tràn các khí độc, khí cháy nổ từ khu vực được cách ly vào hệ thống thông gió chung của mỏ và ngoài ra còn triệt tiêu hiện tượng tự cháy trong khu vực phá hỏa lò chợ, các khu vực đã kết thúc khai thác do than còn sót lại gây ra.

Trong thời gian tới, trước đòi hỏi của sản xuất, bên cạnh bài toán về tăng sản lượng, ngành than cũng đứng trước vấn đề các hiểm họa gặp phải trong quá trình khai thác, trong đó có hiểm họa than tự cháy. Việc sử dụng hỗn hợp tro - nước trong việc ngăn ngừa hiểm họa than tự cháy, cần được nghiên cứu sâu hơn để áp dụng phù hợp với điều kiện thực tế tại các mỏ than hầm lò Việt Nam.

TÀI LIỆU THAM KHẢO

1. **Nguyễn Tuấn Anh**. Công tác xây dựng tường chắn trong các mỏ than hầm lò theo phương pháp của Nhật / Tuấn Anh Nguyễn, Văn Mùi Trương // Hội thảo khoa học ngành mỏ. - 2016.
2. Quyết định số 2958/QĐ-TKV về việc ban hành "Quy định hướng dẫn xây và mở tường chắn cách ly trong mỏ hầm lò thuộc Tập đoàn Công nghiệp Than - Khoáng sản Việt Nam".

P□ƯƠNG P□ÁP V□ỄN T□ÁM N□ỆT TR□NG P□ÁT □□ỆN VÀ G□ÁM SÁT □□Á□ NGẦM

ThS. K□ề□ Văn Cẩn – *Trường Đạ□học Công nghệ Giao thông Vận tả□□à Nộ□*
PGS.TS. Trịnh Lê Hùng – *□ọc v□ện Kỹ th□ật Q□ân sự*

Tóm tắt. □há□ ngầm mỏ th□n là một h□ện tượng ng□□ h□ểm, ảnh hưởng ngh□êm trọng đến mô□ trường sống d□ v□ệ□ g□á□□hóng khí độ□, gâ□ h□á□rừng và sụt lún bề mặt □á□□ở sở hạ tầng. □à□bá□ nà□ trình bà□ kết q□ả ngh□ên cứ□ứng dụng tư l□ệ□ ảnh v□ễn thám hồng ng□ạ□nh□ệt L□nds□t đ□thờ□g□n nhằm □hát h□ện □há□ngầm ở mỏ th□n Khánh □ò□, tỉnh □há□Ng□□ên. Kết q□ả nhận đượ□□ó thể sử dụng để g□ám sát □á□kh□vự□□há□ngầm, từ đó đư□r□□á□□ảnh bá□ và b□ện □hát nhằm ứng □hó vớ□h□ện tượng trên.

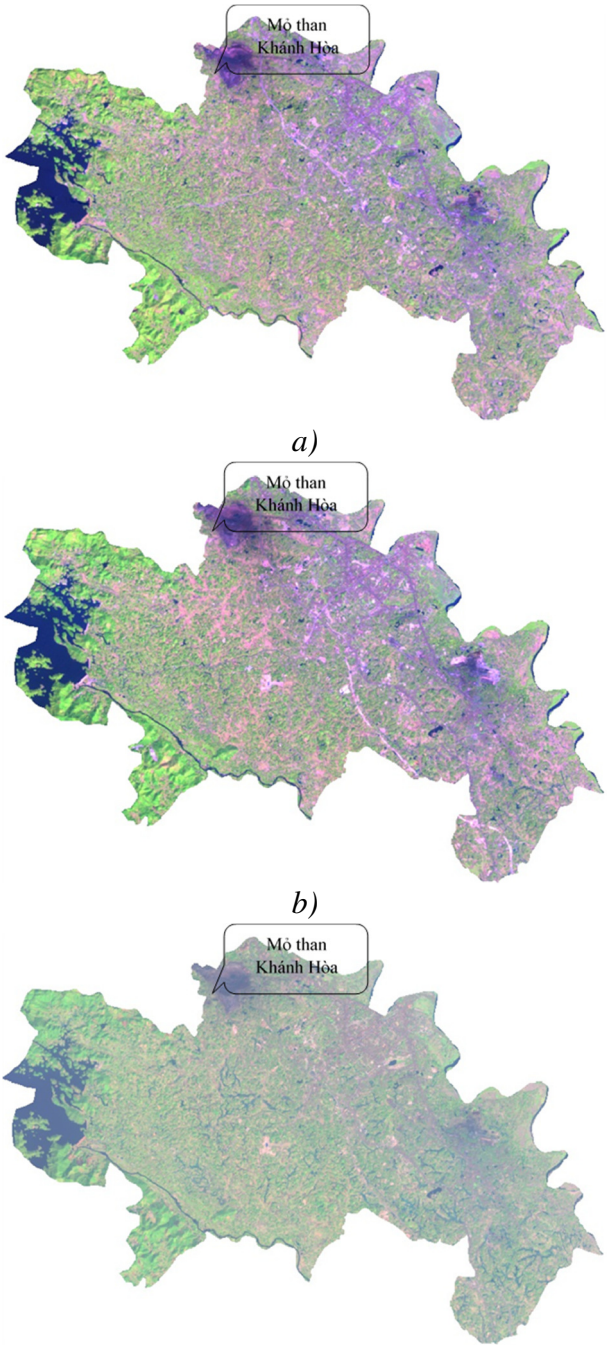
Từ khó□: □há□ ngầm, hồng ng□ạ□nh□ệt, L□nds□t, nh□ệt độ bề mặt, v□ễn thám

1 Mở đầ□

Nằm ở kh□vự□Đông N□m Á, V□ệt N□m là một q□ố□g□□g□à t□ềm năng kh□áng sản, tr□ng đó th□n đá □ó trữ lượng lớn và □hất lượng tốt. □h□□ướ□tính, nướ□t□□ó kh□ảng 10 tỷ tấn th□n □ntr□□t và hơn 200 tỷ tấn th□n nâ□ở kh□vự□đồng bằng □ắ□□ộ [1]. □ũng như hầ□hết □á□nướ□sản □ất th□n lớn như □ỹ, N□m Ph□, V□n□z□□l, □r□ng Q□ố□, Ấn Độ…, V□ệt N□m □ũng đố□mặt vớ□ng□□ □ở □há□mỏ tr□ng kh□□thá□th□n. Ng□□ên nhân □ơ bản dẫn đến h□ện tượng tự □há□□ủ□th□n là q□á trình □□□hó□th□n s□nh r□nh□ệt, nh□ệt tí□h tụ lạ□q□□ thờ□g□n dà□không □ó nơ□ th□át r□sẽ g□□tăng đến nh□ệt độ tớ□hạn và s□nh r□h□ện tượng tự □há□tr□ng th□n. □ột số vụ □há□ngầm mỏ th□n đã đượ□gh□nhận ở V□ệt N□m tr□ng thờ□g□n gần đâ□như ở □á□ mỏ Nông Sơn (tỉnh Q□ảng N□m) tr□ng □á□ năm 2009, 2011, 2014, vùng Q□ảng N□nh năm 2009, mỏ th□n Khánh □ò□(tỉnh □há□ Ng□□ên) từ năm 2007 đến n□□… Đây là hiện tượng vô □ùng ng□□ h□ểm trong kh□□thá□ th□n, ảnh hưởng ngh□êm trọng đến mô□ trường sống □ủ□ngườ□dân, gâ□sụt lún bề mặt và □há hủ□□á□□ông trình □â□dựng.

□ừ những năm đầ□ thậ□ kỷ 60 thế kỷ XX, □ông nghệ v□ễn thám vớ□những ư□đ□ểm nổ□bật s□vớ□□á□□hương □há□ngh□ên cứ□ tr□□ền thống đã đượ□sử dụng h□ệ□q□ả tr□ng □hát h□ện và q□□n trắ□ h□ện tượng □há□ ngầm. □r□kn□ll [4], Pr□k□sh [2], Pr□s□n [5] đã sử dụng tư l□ệ□ ảnh hồng ng□ạ□nh□ệt L□nds□t 5 □□ nhằm □hát h□ện và tính t□án d□ện tí□h □há□ở □á□vỉ□th□n Jh□r□□, □□ng□j□ (Ấn Độ). V□ght [11] sử dụng tư l□ệ□ v□ễn thám nhằm □hát h□ện và th□□dõ□□há□ngầm trên □ơ sở q□□n sát những th□□đổ□trên bề mặt kh□vự□kh□□thá□mỏ. □ sh□[6, 7] sử dụng tư l□ệ□v□ễn thám đánh g□á hàm lượng bụ□tr□ng không khí kh□vự□□há□mỏ th□n Jh□r□□(Ấn Độ) □ũng như □á□định mố□q□□n hệ g□ữ□g□ữ□nh□ệt độ tính t□án từ ảnh vệ t□nh và nh□ệt độ bề mặt. □ừ □á□ngh□ên cứ□nà□, □ sh□□hứng m□nh rằng hàm lượng bụ□tr□ng không khí ở □hí□đông vỉ□th□n Jh□r□□□□ hơn rất nh□è□s□vớ□□hí□tâ□d□ảnh hưởng □ủ□ □há□mỏ. □h□n [3], □□ng□□n [8] kết hợ□sử dụng tư l□ệ□v□ễn thám nh□ệt, tư l□ệ□ ảnh vệ t□nh độ □hân g□á□□□□và kết q□ả đ□ề tr□ thự□đ□ để □hát h□ện và dự bá□ □há□ ngầm ở □á□mỏ th□n th□ộ□kh□ tự trị Nộ□ □ông và vỉ□th□n □j□g□□ (□r□ng Q□ố□). G□□t□m [9] □â□dựng th□ật t□án □hát h□ện □á□đ□ểm dị thường về nh□ệt ở vỉ□th□n Jh□r□□ (Ấn Độ) từ tư l□ệ□ ảnh vệ t□nh NOAA/AVHRR.

□ỏ th□n Khánh □ò□ nằm ở □hí□bắ□ thành □hố □há□Ng□□ên, là một tr□ng những mỏ th□n lộ th□ên lớn ở m□ền □ắ□V□ệt N□m.



Hình 1. Ảnh Landsat khu vực thành phố Thái Nguyên: a) Ngày 08/11/2007;
b) Ngày 08/11/2010; c) Ngày 19/01/2014

Hiện tượng cháy ngầm đã xảy ra ở đây từ năm 2007, gây sụt lún bề mặt và ô nhiễm không khí do khói bụi. Bài báo này trình bày kết quả bước đầu nghiên cứu và đánh giá hiện tượng cháy ngầm ở mỏ than Khánh Hòa từ tư liệu ảnh hồng ngoại nhiệt Landsat 5, 7 và 8.

2 Tư liệu sử dụng và phương pháp nghiên cứu

2.1 Tư liệu sử dụng

Trong nghiên cứu này sử dụng tư liệu ảnh vệ tinh Landsat 5 TM, Landsat 7 ETM+ và Landsat 8 OLI (Hình 1) ở mức L1T, được tải về từ website http://glovis.usgs.gov. Các kênh hồng ngoại nhiệt (kênh 6 ảnh Landsat TM, ETM+; kênh 10, 11 ảnh Landsat 8) được sử dụng để xác định nhiệt độ độ sáng (brightness temperature), kênh đỏ và kênh cận hồng ngoại để tính chỉ số thực vật NDVI (Normalized Difference Vegetation Index) nhằm xác định độ phát xạ bề mặt (Bảng 1).

Bảng 1. Tư liệu ảnh Landsat sử dụng trong nghiên cứu

TT	Dữ liệu	Kênh phổ dùng để tính nhiệt độ	Kênh phổ dùng tính chỉ số NDVI	Ngày thu
1	Landsat 7 ETM+	6	3, 4	08/11/ 2007
2	Landsat 5 TM	6	3, 4	08/11/ 2010
3	Landsat 8 OLI	10	4, 5	19/01/ 2014

2.2 Phương pháp nghiên cứu

2.2.1 Chuyển giá trị số nguyên của ảnh sang giá trị bức xạ phổ

Ở bước hiệu chỉnh bức xạ, giá trị số nguyên của kênh hồng ngoại nhiệt được chuyển đổi sang giá trị thực của bức xạ điện từ ($Wm^{-2}\mu m^{-1}$). Đối với ảnh hồng ngoại nhiệt Landsat TM, ETM+, giá trị bức xạ phổ được xác định theo công thức sau [14]:

$$L_\lambda = \frac{L_{\lambda max} - L_{\lambda min}}{Q_{cal\,max} - Q_{cal\,min}}\left(Q_{cal} - Q_{cal\,min}\right) + L_{min} \quad (1)$$

Trong đó: L_λ – giá trị bức xạ phổ, $W/(m^2.sr.\mu m)$; Q_{cal} – giá trị số của ảnh (Digital Number); $Q_{cal\ max}$ – giá trị số lớn nhất = 255; $Q_{cal\ min}$ – Giá trị số nhỏ nhất = 1; $L_{\lambda max}$, $L_{\lambda min}$ – giá trị bức xạ phổ ứng với

$Q_{cal\ max}$ và $Q_{cal\ min}$ ở từng kênh phổ (lấy trong file metadata của ảnh Landsat) (Bảng 2).

Bảng 2. Hệ số $L_{\lambda max}$, $L_{\lambda min}$ đối với tư liệu ảnh Landsat TM và ETM+ [14]

TT	Tư liệu	Kênh	$L_{\lambda max}$	$L_{\lambda min}$
1	Landsat 7 ETM+	6.1 Low gain	17,04	0,0
		6.2 High gain	12,65	3,2
2	Landsat 5	6	15,3032	1,2378

Đối với ảnh Landsat 8, giá trị bức xạ phổ được xác định theo công thức [14]:

$$L_\lambda = M_L \cdot Q_{cal} + A_L \quad (2)$$

Trong đó: M_L, A_L – hệ số chuyển đổi, được lấy trong file metadata ảnh Landsat 8 (giá trị RADIANCE_MIUL_BAND_x và RADIANCE_ADD_BAND_x) (Bảng 3).

Bảng 3. Hệ số M_L, A_L đối với ảnh Landsat 8

TT	Tư liệu	Kênh	M_L	A_L
1	Landsat 8 TIRS	10	$3,3420.10^{-4}$	0,1
2		11	$3,3420.10^{-4}$	0,1

2.2.2 Xác định nhiệt độ độ sáng

Nhiệt độ độ sáng (Brightness Temperature) được xác định theo công thức:

$$T_B = \frac{K_2}{\ln\left(\frac{K_1}{L_\lambda}+1\right)}\ [14] \quad (3)$$

Trong đó: T_B – nhiệt độ độ sáng, K; K_1 – hằng số chuyển đổi, W/(m^2.sr.µm); K_2 – Hằng số chuyển đổi, K.

Giá trị K_1, K_2 được cung cấp trong file metadata ảnh Landsat (Bảng 4).

Bảng 4. Hệ số K1, K2 đối với tư liệu ảnh Landsat TM, ETM+ và Landsat 8 [14]

TT	Tư liệu	Kênh	K_1, W/(m^2.sr.µm)	K_2, K
1	Landsat 5 TM	6	607,76	1260,56
2	Landsat 7 ETM+	6	666,09	1282,71
3	Landsat 8	10	774,89	1321,08
		11	480,89	1201,14

2.2.3 Xác định độ phát xạ bề mặt

Độ phát xạ (Emissivity) là một thông số quan trọng trong xác định nhiệt độ bề mặt. Độ phát xạ có thể xác định bằng cách sử dụng nhiệt kế bức xạ chuẩn thông qua kết quả đo các mẫu đại diện. Tuy nhiên, phương pháp này chỉ phù hợp với điều kiện phòng thí nghiệm và rất tốn kém. Trong nghiên cứu này, độ phát xạ bề mặt được xác định dựa trên chỉ số thực vật NDVI (Normalized Diference Vegetation Index) sử dụng phương pháp của Valor [12]. Đối với tư liệu ảnh hồng ngoại nhiệt Landsat, độ phát xạ bề mặt được xác định như sau:

$$\varepsilon = \varepsilon_v \cdot P_v + \varepsilon_s \cdot (1 - P_v) \quad (4)$$

Trong đó: ε – độ phát xạ bề mặt; ε_v – độ phát xạ bề mặt đối với thực vật; ε_s – độ phát xạ bề mặt đối với đất trống; P_v – tỉ lệ thực vật trong một pixel ảnh, được xác định theo công thức:

$$P_v = \left[\frac{NDVI - NDVI_{min}}{NDVI_{max} - NDVI_{min}}\right]^2 \quad (5)$$

2.2.4 Xác định nhiệt độ bề mặt

Trên cơ sở mối quan hệ giữa nhiệt độ độ sáng và độ phát xạ, nhiệt độ bề mặt LST được xác định theo công thức sau [2, 11]:

$$LST = \frac{T_B}{1 + \frac{\lambda \cdot T_B}{\rho}\ln\varepsilon} \quad (6)$$

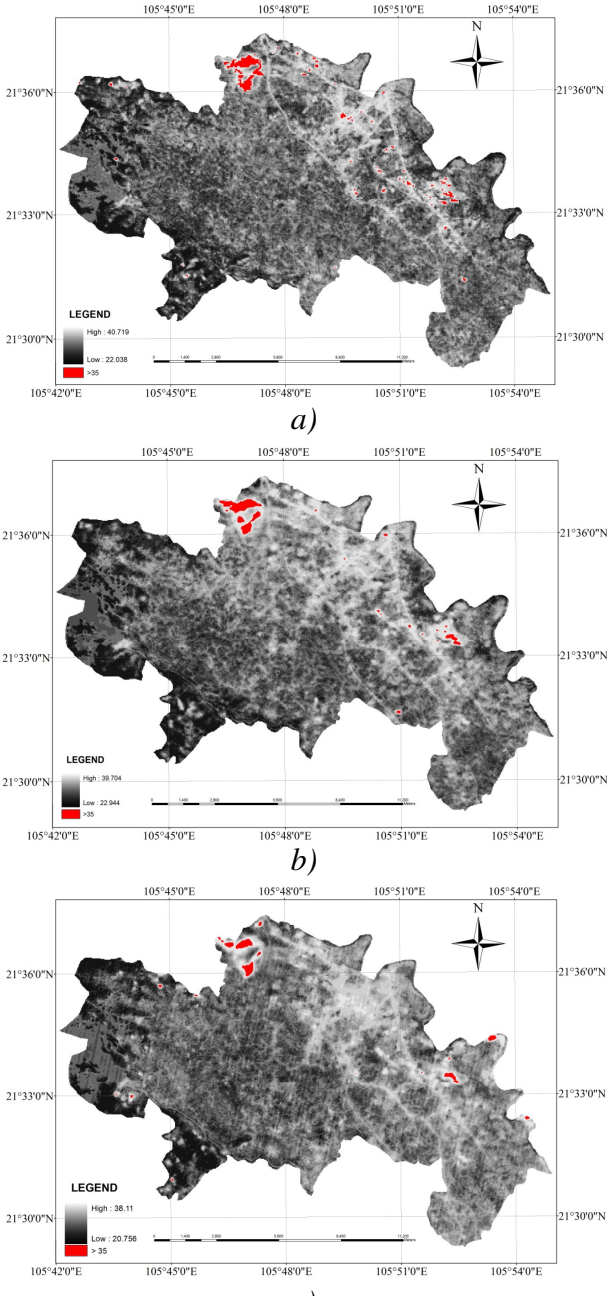
Trong đó: λ – giá trị bước sóng trung tâm kênh hồng ngoại nhiệt; $\rho = \frac{h \cdot c}{\sigma}$, với $\sigma = 5,67.10^{-8}$ $Wm^{-2}.K^{-4}$ – hằng số Stefan Boltzmann; $h = 6.626.10^{-34}$J.s – hằng số Plank; $c = 2,998.10^8$ m/s – vận tốc ánh sáng.

3 Kết quả và thảo luận

Để xác định độ phát xạ bề mặt bằng phương pháp Valor and Caselles [12] cần phải xác định được độ phát xạ cho đất trống và thực vật. Trong nghiên cứu này, nhóm tác giả sử dụng hơn 100 dữ liệu mẫu đối với đất

trống và thực vật nhằm xác định chỉ số thực vật NDVI. Kết quả cho thấy, giá trị chỉ số NDVI đối với đất trống và thực vật khu vực thành phố Thái Nguyên tương ứng là 0,125 và 0,510. Sử dụng phương pháp của Van de Griend [13], độ phát xạ của đất trống và thực vật được xác định bằng 0,912 và 0,978 theo công thức sau:

$$\varepsilon = 1,0094 + 0,047 \ln(\text{NDVI}) \quad (7)$$



Hình 2. Cháy ngầm ở mỏ than Khánh Hòa: a) Ngày 08/11/2007; b) Ngày 08/11/2010; c) Ngày 19/01/2014

Kết quả xác định nhiệt độ bề mặt khu vực thành phố Thái Nguyên từ tư liệu ảnh vệ tinh Landsat được thể hiện trên hình 2, trong đó các khu vực có nhiệt độ cao bất thường (trên 35 °C) được thể hiện bởi màu đỏ.

Những vùng có nhiệt độ cao bất thường phân bố cục bộ ở khu vực mỏ than Khánh Hòa và một số khu công nghiệp, nhà máy ở nội thành thành phố Thái Nguyên (nhà máy gang thép Thái Nguyên…). Phân tích kết quả nhận được cho thấy, nhiệt độ bề mặt khu vực mỏ than Khánh Hòa cao hơn rất nhiều so với khu vực xung quanh, thậm chí so với nhiệt độ bề mặt khu vực đô thị Thái Nguyên, nơi đặc trưng bởi các mặt không thấm. Sự chênh lệch nhiệt độ cao nhất giữa khu vực cháy ngầm và vùng xung quanh trong các ngày 08/11/2007, 08/11/2010 và 19/01/2014 tương ứng là 18,5 °C, 16,8 °C và 17,4 °C.

Kết quả nhận được cũng cho thấy, diện tích cháy ngầm tăng trong giai đoạn từ 2007 đến 2010 và giảm vào năm 2014. Trong năm 2007, diện tích cháy ngầm ở mỏ than Khánh Hòa là 136,87 ha, trong khi năm 2010 là 158,76 ha, đến năm 2014 giảm xuống còn 74,43 ha (Bảng 5). Như vậy, diện tích cháy ngầm tăng 13,76% trong giai đoạn 2007 - 2010 và giảm 53,12% trong giai đoạn 2010 - 2014.

Bảng 5. Diện tích cháy ngầm ở mỏ than Khánh Hòa xác định từ tư liệu ảnh Landsat

TT	Ngày chụp ảnh	Diện tích cháy ngầm (ha)
1	08/11/2007	139,56
2	08/11/2010	158,76
3	19/01/2014	74,43

4 Kết luận

Cháy ngầm mỏ than là một hiện tượng nguy hiểm, ảnh hưởng nghiêm trọng đến môi trường sống và hoạt động sản xuất. Nhiệt độ bề mặt ở các khu vực cháy ngầm thường cao hơn rất nhiều so với vùng xung quanh. Từ

những năm đầu thập kỷ 60 thế kỷ trước, tư liệu viễn thám với nhiều ưu điểm nổi bật so với các phương pháp nghiên cứu truyền thống đã được sử dụng hiệu quả trong phát hiện và giám sát cháy ngầm. Trong nghiên cứu này, tác giả sử dụng tư liệu ảnh viễn thám hồng ngoại nhiệt Landsat TM, ETM+ và Landsat 8 trong giai đoạn 2007 - 2014 để xác định nhiệt độ bề mặt khu vực thành phố Thái Nguyên nhằm phát hiện các vị trí cháy ngầm ở mỏ than Khánh Hóa. Kết quả nhận được trong nghiên cứu này có thể sử dụng trong phát hiện và giám sát các khu vực cháy ngầm, giúp đưa ra các cảnh báo và các biện pháp ứng phó với hiện tượng trên.

TÀI LIỆU THAM KHẢO

1. **Luu Duc Hai**. Renewable Energy Policies for Sustainable Development in Vietnam / Duc Hai Luu, Thi Hoang Lien Nguyen // VNU Journal of Sciences, Earth Sciences, Vol. 25, Issue 3. - 2009. - PP. 133-142.
2. **Prakash A.** Surface Fires in Jharia Coalfield, India – Theira Distribution and Estimation of Area and Temperature from TM Data / A. Prakash, R.P. Gupta // International Journal of Remote Sensing, 20. - 1999. - PP. 1935-1946.
3. **Chen Y.** Detection of Coal Fire Location and Change Based on Multi – Temporal Thermal Remotele Sensed Data and Field Measurements / Y. Chen, J. Li, B. Yang, S. Zhang // International Journal of Remote Sensing, Vol. 28, Issue 15. - 2007. - PP. 3173-3179.
4. **Cracknell A.P.** Detection of Sub – Surface Coal Fires Using LANDSAT Thematic Mapper Data / A.P. Cracknell, S.B. Mansor // International Archives of Photogrammetry and Remote Sensing, Vol. 29. - 1992. - PP. 750-753.
5. **Prasun K.** Application of Remote Sensing to Dentify Coal Fires in the Raniganj Coalbelt, India / K. Prasun, L. Kuntala, S. Kanika // Internatinoal Journal of Applied Earth Observation and Geoinformation, 117. - 2005. -8 p.
6. **Mishra R.K.** . Study of coal fire dynamics of Jharia coalfield using satellite data / R.K. Mishra et al. // International Journal of Geomatics and Geosciences, Vol. 4, No. 3. - 2014. - PP. 477-484.
7. **Mishra R.K.** Estimation of Air Pollution Concentration over Jharia Coalfield Based on Satellite Imagery of Atmospheric Aerosol / R.K. Mishra et al. // International Journal of Geomatics and Geosciences, Vol. 2, No. 3. - 2012. - PP. 723-729.
8. **Hongyuan Huo**. Detection of Coal Fire Dynamics and Propagation Direction from Multi-Temporal Nighttime Landsat SWIR and TIR Data: A Case Study on the Rujigou Coalfield Northwest China / Huo Hongyuan et al. // Remote sensing, 6. - 2014. - PP. 1234-1259.
9. **Gautam R.S.** An Efficient Contextual Algorithm to Detect Subsurface Fires with NOAA/AVHRR Data/ R.S. Gautam et al. // IEEE Geoscience and Remote Sensing, Vol. 46, Issue 7. - 2008. - PP. 2005-2015.
10. **Zhang J.** Detecting Coal Fires Using Remote Sensing Techniques / J. Zhang, W. Wagner, A. Prakash, H. Mehl, S. Voidt // International Journal of Remote Sensing, 25. - 2004. - PP. 3193-3220.
11. **Voigt S.** Integrating Satellite Remote Sensing Techniques for Detection and Analtsis of Uncontrolled Coal Seam Fire in North China / S. Voigt et al. // International Journal of Coal Geology, 59. - 2004. - PP. 121-136.
12. **Valor E.** Mapping Land Surface Emissivity from NDVI. Application to European African and South American Areas / E. Valor, V. Caselles // Remote Sensing of Environment, 57. - 1996. - PP. 167-184.
13. **Van de Griend A.A.** On the Relationship Between Thermal Emissivity and the Normalized Difference Vegetation Index for Natural Surface / Van de Griend A.A., Owen M. // International Journal of Remote Sensing, 14. - 1993. - PP. 1119-1131.
14. National Aeronautics and Space Administration (NASA), LANDSAT Science data user's Handbook.
15. **Trịnh Lê Hùng**. Ứng dụng dữ liệu viễn thám hồng ngoại nhiệt LANDSAT đa thời gian nghiên cứu hiện tượng cháy ngầm ở mỏ than / Lê Hùng Trịnh // Tạp chí Khoa học Đại học Sư phạm Thành phố Hồ Chí Minh, số 5(58). - 2014. - Trang 140-149.
16. **Trịnh Lê Hùng**. Xây dựng chương trình tính nhiệt độ bề mặt khu vực mỏ than nhằm phát hiện cháy ngầm từ dữ liệu viễn thám nhiệt / Lê Hùng Trịnh // Tạp chí Công nghiệp Mỏ, số 03. - 2014. - Trang 13-17.

PHANH ĐĨA TỰ LÀM MÁT – PĐTLM

Phanh đĩa tự làm mát – PĐTLM là sản phẩm của dự án sản xuất thử nghiệm cấp Tập đoàn Công nghiệp Than - Khoáng sản Việt Nam "Hoàn thiện thiết kế, chế tạo thử nghiệm phanh đĩa tự làm mát sử dụng trong ngành mỏ" năm 2016 do Viện Cơ khí Năng lượng và Mỏ - Vinacomin thực hiện.

Đặc tính kỹ thuật								
TT	Mã hiệu đầu phanh	Mã hiệu	Thông số					
			Mô men phanh lớn nhất	Bán kính phanh	Đường kính đĩa	Áp lực phanh	Số cặp phanh	Tốc độ quay (max)
			M	r	d	P	z	n
			kN.m	mm	mm	kN	-	vg/ph
1	PH-25	PĐTLM800	10	290	800	25	02	200
		PĐTLM1000	13,5	390	1000			170
		PĐTLM1200	17	490	1200			140
2	PH-40	PĐTLM800	10	290	800	40	02	200
		PĐTLM1000	19,6	350	1000			140
		PĐTLM1200	25	450	1200			170
3	PH-63	PĐTLM800	10	290	800	63	02	200
		PĐTLM1000	31	350	1000			140
		PĐTLM1200	40	450	1200			170
4	PH-80	PĐTLM800	10	290	800	80	02	200
		PĐTLM1000	36	330	1000			140
		PĐTLM1200	47	430	1200			170
5	PH-100	PĐTLM800	10	290	800	100	02	200
		PĐTLM1000	45	330	1000			140
		PĐTLM1200	59	430	1200			170

VIỆN CƠ KHÍ NĂNG LƯỢNG VÀ MỎ - VINACOMIN

INSTITUTE OF MINING & ENERGY MECHANICAL ENGINEERING

NHÀ MÁY CHẾ TẠO MÁY MỎ

Địa chỉ: Lô CN9 KCN Phú Nghĩa, Chương Mỹ, Hà Nội

Tổng diện tích: 23.000 m2

Tổng công suất thiết kế: 3000 tấn/năm