

BẢN TIN KHOA HỌC



CƠ KHÍ

ISSN: 2354 - 1164

NĂNG LƯỢNG - MỎ

SỐ 23 - THÁNG 9, 10 / 2020 MECHANICAL ENGINEERING BULLETIN FOR MINING AND ENERGY INDUSTRIES

VIỆN CƠ KHÍ NĂNG LƯỢNG VÀ MỎ - VINACOMIN

**NHIỆT LIỆT CHÀO MỪNG ĐẠI HỘI ĐẠI BIỂU ĐẢNG BỘ
KHỐI DOANH NGHIỆP TRUNG ƯƠNG LẦN THỨ III,
NHIỆM KỲ 2020-2025**



**CHÀO MỪNG
ĐẠI HỘI ĐẢNG CÁC CẤP
TIẾN TỚI ĐẠI HỘI
LẦN THỨ XIII CỦA ĐẢNG**



Kính Biểu!



NHIỆT LIỆT CHÀO MỪNG ĐẠI HỘI ĐẠI BIỂU ĐẢNG BỘ
KHỐI DOANH NGHIỆP TRUNG ƯƠNG LẦN THỨ III,
NHIỆM KỲ 2020-2025



Kính Báo!

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*

ThS. Nguyễn Chân Phương – *Thư ký*

TS. Lê Thùy Dương – *Ủy viên Thường trực*

ThS. Lê Thanh Bình – *Ủy viên*

TS. Phùng Khắc Sỹ – *Ủy viên*

TS. Nguyễn Trọng Tài – *Ủy viên*

TS. Trần Ngọc Minh – *Ủy viên*

ThS. Trần Đức Thọ – *Ủy viên*

ThS. Nguyễn Thu Hiền – *Ủy viên*

TÒA SOẠN:

Địa chỉ: Số 565 Nguyễn Trãi, P. Thanh Xuân
Nam, Q. Thanh Xuân, TP. 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 23 - Tháng 9, 10/2020

TIN TỨC

- 1 - ĐẢNG ỦY TẬP ĐOÀN SƠ KẾT CÔNG TÁC QUÝ III, TRIỂN KHAI NHIỆM VỤ QUÝ IV NĂM 2020
- 3 - HỘI NGHỊ GIAO BAN ĐIỀU HÀNH SẢN XUẤT THÁNG 10/2020

CƠ KHÍ

- 4 - TÍNH TOÁN MỘT SỐ THÔNG SỐ LÀM VIỆC CHÍNH CỦA HỆ THỐNG TỜI TRỤC MỘT ĐẦU CẤP-MONORAY
- 9 - MÔ PHÒNG QUỶ ĐẠO CHUYỂN ĐỘNG CỦA HẠT RẮN TRONG DÒNG HỒN HAI PHA RẮN-LÔNG QUA BÁNH CÔNG TÁC MÁY BƠM BÙN LY TÂM
- 15 - TÍNH TOÁN, THIẾT KẾ VÀ MÔ PHÒNG QUÁ TRÌNH PHANH CỦA PHANH ĐĨA SỬ DỤNG TRONG CÁC THIẾT BỊ VẬN TẢI MỎ HẦM LÒ
- 18 - MÔ PHÒNG LUỒNG KHÍ QUẠT PHUN SƯƠNG DẬP BỤI BẰNG PHẦN MỀM FDS
- 21 - ĐÁNH GIÁ HIỆU SUẤT CẮT CỦA COMBAI ĐÀO LÒ HẠNG NHẸ TẠI MỘT SỐ MỎ THAN HẦM LÒ VIỆT NAM
- 29 - CÔNG TÁC QUẢN LÝ VẬT TƯ THUỘC CÁC DỰ ÁN EPC TRUNG QUỐC TẠI CÁC NHÀ MÁY NHIỆT ĐIỆN Ở NƯỚC NGOÀI VÀ BÀI HỌC KINH NGHIỆM CHO VIỆT NAM

ĐIỆN - TỰ ĐỘNG HÓA

- 32 - ỨNG DỤNG BỘ ĐIỀU KHIỂN MỜ CẢI THIỆN CHẤT LƯỢNG HỆ THỐNG TRUYỀN ĐỘNG ĐIỆN QUẠT GIÓ TRONG MỎ HẦM LÒ
- 36 - XÂY DỰNG KHỐI TÍNH TOÁN GIÁ TRỊ ĐẶT CHO HỆ THỐNG ĐIỀU KHIỂN GƯƠNG MẶT TRỜI BẰNG ĐẠI SỐ GIA TỬ

CÔNG NGHỆ VẬT LIỆU

- 41 - MỘT SỐ QUAN ĐIỂM VỀ SỰ HÌNH THÀNH VÀ PHÁT TRIỂN VẾT NỨT TRONG GẤU CỦA CÁC MÁY XÚC GẤU DÂY SỬ DỤNG TRONG NGÀNH CÔNG NGHIỆP KHAI THÁC THAN

CÔNG NGHỆ

- 44 - HỖ TRỢ QUAN TRẮC MÔI TRƯỜNG KHÔNG KHÍ KHU VỰC HOẠT ĐỘNG KHAI THÁC KHOÁNG SẢN BẰNG VIỄN THÁM VÀ GIS

SẢN PHẨM KHOA HỌC - CÔNG NGHỆ

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

ĐẢNG ỦY TẬP ĐOÀN SƠ KẾT CÔNG TÁC QUÝ III, TRIỂN KHAI NHIỆM VỤ QUÝ IV NĂM 2020

Chiều ngày 6/10, Đảng ủy Tập đoàn tổ chức Hội nghị sơ kết công tác quý III, triển khai phương hướng, nhiệm vụ quý IV năm 2020. Bí thư Đảng ủy, Chủ tịch HĐQT Tập đoàn Lê Minh Chuẩn chủ trì Hội nghị.



Bí thư Đảng ủy, Chủ tịch HĐQT Tập đoàn Lê Minh Chuẩn chủ trì Hội nghị

Quý III năm 2020, trong điều kiện diễn biến phức tạp của dịch Covid-19 và sự suy giảm kinh tế trong nước cũng như thế giới, Đảng ủy Tập đoàn đã tập trung lãnh đạo, chỉ đạo Tập đoàn thực hiện tốt mục tiêu kép “vừa phòng chống dịch, vừa đảm bảo sản xuất kinh doanh”. Đồng thời, TKV đã chủ động, tích cực tham gia với các địa phương và Trung ương trong công tác phòng, chống đại dịch.

Đảng ủy Tập đoàn đã chỉ đạo tổ chức thành công đại hội đảng các cơ sở trong

Tập đoàn theo đúng chỉ đạo của cấp trên, đảm bảo nguyên tắc, quy định trong Đảng. Ngay sau Đại hội đã tập trung lãnh chỉ đạo xây dựng, bổ sung và hoàn thiện các quy định, quy chế, chương trình làm việc toàn khoá và tổ chức triển khai Chương trình hành động thực hiện Nghị quyết Đại hội các cấp nhiệm kỳ 2020-2025. Chỉ đạo thực hiện nghiêm túc nội dung Thông báo Kết luận số 803-TB/UBKTTW của UBKT Trung ương tại TKV. Công tác xây dựng Đảng được đặc biệt chú trọng trên tất cả các lĩnh vực: Chính

trị, tư tưởng; tổ chức, cán bộ và đảng viên; kiểm tra, giám sát; dân vận và lãnh đạo các tổ chức đoàn thể; văn phòng cấp ủy.

Theo dự báo, mặc dù dịch bệnh Covid-19 trong nước đã cơ bản được khống chế nhưng tình hình dịch Covid-19 trên thế giới vẫn diễn biến phức tạp và lan rộng. Tình hình kinh tế-xã hội còn gặp nhiều khó khăn, dự báo tốc độ tăng trưởng kinh tế cả nước năm 2020 dự kiến có thể chỉ ở mức 1,8-2,5% GDP. Bởi vậy, thực hiện nhiệm vụ quý IV năm 2020, Đảng ủy Tập đoàn sẽ tiếp tục lãnh đạo, chỉ đạo thực hiện Nghị quyết số 65-NQ/ĐU ngày 23/6/2020 của Ban Thường vụ Đảng ủy TKV về “Khắc phục tác động của đại dịch Covid-19, đẩy mạnh sản xuất kinh doanh, tăng cường công tác quản trị chi phí, phấn đấu hoàn thành các chỉ tiêu kế hoạch năm 2020”.

Sau khi các đồng chí tham dự Hội nghị thảo luận, đóng góp ý kiến, Bí thư Đảng ủy - Chủ tịch HĐQT Tập đoàn Lê Minh Chuẩn kết luận nhấn mạnh, từ những kết quả đáng ghi nhận của quý III cũng như 9 tháng đầu năm 2020, cán bộ, đảng viên, công nhân lao động toàn Tập đoàn cần nêu cao tinh thần quyết tâm, nắm bắt cơ hội để tiếp tục thực hiện mục tiêu số 1 là hoàn thành toàn diện nhiệm vụ sản xuất kinh doanh quý IV và của cả năm 2020 trước tình hình dịch

Covid-19 còn diễn biến rất phức tạp. Chú trọng trong công tác xây dựng Đảng; củng cố, kiện toàn lại tổ chức, rà soát, bổ sung các quy chế. Tăng cường nắm bắt dư luận để kịp thời định hướng tư tưởng trong cán bộ, đảng viên, công nhân lao động. Quán triệt việc thực hiện các chỉ thị, nghị quyết của Đảng, Chính phủ, Bộ ngành, Đảng ủy Khối Doanh nghiệp Trung ương và Tập đoàn, đặc biệt là triển khai các giải pháp thực hiện Nghị quyết Đại hội III Đảng bộ Tập đoàn nhiệm kỳ 2020-2025. Tiếp tục chỉ đạo đẩy mạnh các phong trào thi đua lao động sản xuất chào mừng Đại hội Đảng bộ Khối Doanh nghiệp Trung ương lần thứ III và Đại hội Đảng toàn quốc lần thứ XIII. Lãnh đạo tổ chức các hoạt động nhân dịp kỷ niệm: Ngày Truyền thống công nhân Vùng mỏ - Truyền thống ngành Than 12/11, 180 năm lịch sử ngành Than Việt Nam, 90 năm ngày truyền thống các Ban xây dựng Đảng. Tập trung chỉ đạo triển khai thực hiện Đề án kiện toàn tổ chức, cơ cấu nhân sự Đoàn Thanh niên TKV và chỉ đạo tổ chức thành công Hội nghị Đoàn thanh niên các cơ sở trực thuộc và Đại hội đại biểu Đoàn thanh niên TKV lần thứ I...

Nguồn: vinacomin.vn.

HỘI NGHỊ GIAO BAN ĐIỀU HÀNH SẢN XUẤT THÁNG 10/2020

Chiều ngày 1/10/2020, tại Trụ sở Tập đoàn, Tổng Giám đốc Đặng Thanh Hải chủ trì Hội nghị giao ban trực tuyến điều hành sản xuất tháng 10/2020 tại hai điểm cầu Hà Nội, Hạ Long.



Toàn cảnh Hội nghị giao ban điều hành sản xuất tháng 10/2020 của TKV

Phát biểu chỉ đạo Hội nghị, Tổng Giám đốc Tập đoàn Đặng Thanh Hải biểu dương tinh thần lao động của CNCB toàn Tập đoàn, góp phần hoàn thành kế hoạch tháng 9 và 9 tháng đầu năm.

Đến hết tháng 9, doanh thu toàn Tập đoàn đạt 94.024 tỷ đồng, sản lượng than nguyên khai đạt 29,68 triệu tấn. Tiêu thụ đạt 33,43 triệu tấn, trong đó, tiêu thụ nội địa đạt 33,43 triệu tấn, riêng hộ điện là 27,9 triệu tấn, tăng 1,2 triệu tấn so với cùng kỳ 2019. Sản xuất Alumin quy đổi đạt trên 1 triệu tấn. Sản xuất điện 7,9 tỷ kWh. Sản xuất khoáng sản, vật liệu nổ cơ bản hoàn thành theo kế hoạch.

Đáng chú ý, trong bối cảnh chịu ảnh hưởng của dịch Covid-19, Tập đoàn đã

nộp ngân sách Nhà nước hơn 15.600 tỷ đồng, tăng 6% so với cùng kỳ. Lợi nhuận đạt trên 1.200 tỷ đồng.

Triển khai các nhiệm vụ trong tháng 10, Tổng Giám đốc Tập đoàn Đặng Thanh Hải đề nghị điều hành sản xuất phù hợp với tình hình tiêu thụ. Chú trọng công tác đào lò, bóc đất chuẩn bị tốt diện sản xuất cho năm 2021. Các đơn vị tiếp tục thực hiện công tác phòng chống dịch Covid-19 trong tình hình mới; triệt để thực hành tiết kiệm, chống lãng phí; quan tâm chăm lo, đảm bảo việc làm và thu nhập của người lao động.

Tổng Giám đốc Tập đoàn cũng nhấn mạnh việc đẩy mạnh các phong trào thi đua lao động sản xuất, thiết thực kỷ niệm 180 năm

ngày khai thác tấn than đầu tiên, 84 năm ngày Truyền thống Công nhân vùng mỏ - Truyền thống Ngành Than và sự kiện Đại hội Thi đua yêu nước TKV giai đoạn 2020 - 2025.

Bên cạnh đó, Tổng Giám đốc Đặng Thanh Hải yêu cầu các đơn vị triển khai nghiêm túc Chỉ thị số 158/TKV-AT về tăng cường công tác đảm bảo an toàn lao động trong quá trình SXKD.

Tháng 10, Tập đoàn đặt kế hoạch sản xuất 3 triệu tấn than nguyên khai, tiêu thụ 3,38 triệu tấn. Bóc đất tổng số 13,8 triệu m³, đào lò 22.700m. Sản xuất alumina 114.000 tấn. Sản xuất điện 926 triệu kWh.

Nguồn: vinacomin.vn.

TÍNH TOÁN MỘT SỐ THÔNG SỐ LÀM VIỆC CHÍNH CỦA HỆ THỐNG TỜI TRỤC MỘT ĐẦU CÁP-MONORAY

NCS. Lê Văn Lợi, GS.TS. Xu Ping - 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

Tóm tắt: Trên thế giới, ở các nước có nền công nghệ khai thác mỏ phát triển, monoray đóng một vai trò quan trọng trong sự phát triển của cả ngành công nghiệp khai khoáng. Ở nước ta hiện nay mới chỉ áp dụng hình thức vận tải monoray kiểu tự hành, hệ thống lần đầu được ứng dụng vào vận tải mỏ tại mỏ than Nam Mẫu năm 2010 và phần nào đã chứng minh những ưu, nhược điểm nhất định của hệ thống vận tải này. Đến thời điểm hiện tại trong TKV đã có thêm các đơn vị ứng dụng loại hình vận tải monoray như: Hà Lầm, Ngã Hai, Khe Chàm III... Nội dung bài báo giới thiệu cách tính toán cụ thể những thông số chính cơ bản của thiết bị tời trục một đầu cáp-monoray tại một đường lò cụ thể trong Tập đoàn Công nghiệp Than - Khoáng sản Việt Nam.

Từ khóa: Monoray, tời trục một đầu cáp, xe kéo.

1. Giới thiệu về cấu tạo, nguyên lý hoạt động

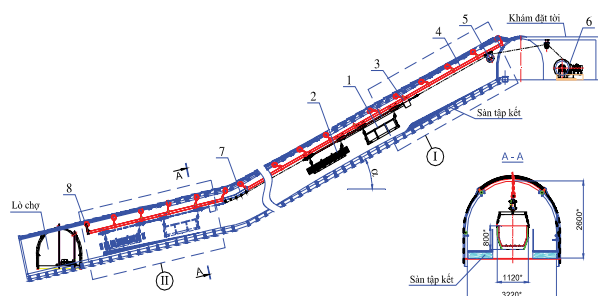
Cấu tạo của hệ thống tời trục một đầu cáp-monoray (TT1ĐC-M) được thể hiện như hình 1a, gồm có: Toa xe chở vật liệu rời 1 nối với toa xe chở vật liệu dạng thanh dài 2 thông qua thanh nối toa xe 10, pully chuyển hướng và đỡ cáp 5, thanh ray đặc biệt 7, bộ chặn hành trình 8. Các xe chở vật liệu được treo trên các xe treo 11. Các xe treo được lắp vào đường ray 4 nhờ các bánh xe của xe treo tì vào bản cánh của đường ray và nối với nhau bằng các thanh nối dài 12. 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 TT1ĐC-M hoàn chỉnh (hình 1b). Trên ray treo có hai vị trí được lắp các bộ chặn hành trình trên và dưới với nhiệm vụ hạn chế hành trình chuyển động của đoàn xe.

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 của TT1ĐC-M tương tự như đối với các hệ thống TT1ĐC, chỉ khác là các toa xe

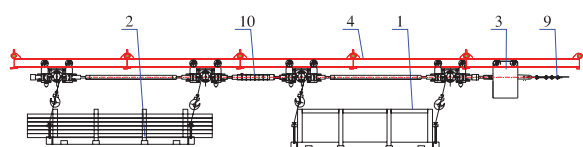
không chạy trên ray đặt dưới nền lò mà chạy trên ray treo như hình thức vận tải monoray (hình 1a). Khi muốn đưa vật liệu, thiết bị và vật tư từ phía dưới lên thì bộ dẫn động sẽ điều khiển tang cuốn cáp kéo đoàn xe chở thiết bị vật tư di chuyển lên phía trên thông qua các thanh nối. Khi lên tới sân ga, động cơ dừng 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 thì động cơ trên bộ dẫn động sẽ điều khiển tang thả cáp, nhờ tự trọng mà đoàn xe có thể di chuyển xuống phía sân ga đặt ở dưới. Khi tới sân ga phía dưới, động cơ dừng hoạt động, đoàn xe được giữ đứng yên và tiến hành chất, dỡ tải trên xe.

Máy tời là loại tời trục tang trụ có cấu tạo nhỏ, gọn nên thích hợp cho việc mở khám đặt tời không quá lớn và đảm bảo 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 2). Ngoài ra, trên bộ dẫn động còn đặt một thước đo sâu để chỉ thị vị trí của các toa xe khi hoạt động, các cảm biến báo vị

trí của toa xe khi hoạt động giúp người vận hành dễ dàng nắm bắt được hoạt động của tời trong quá trình vận hành hệ thống.

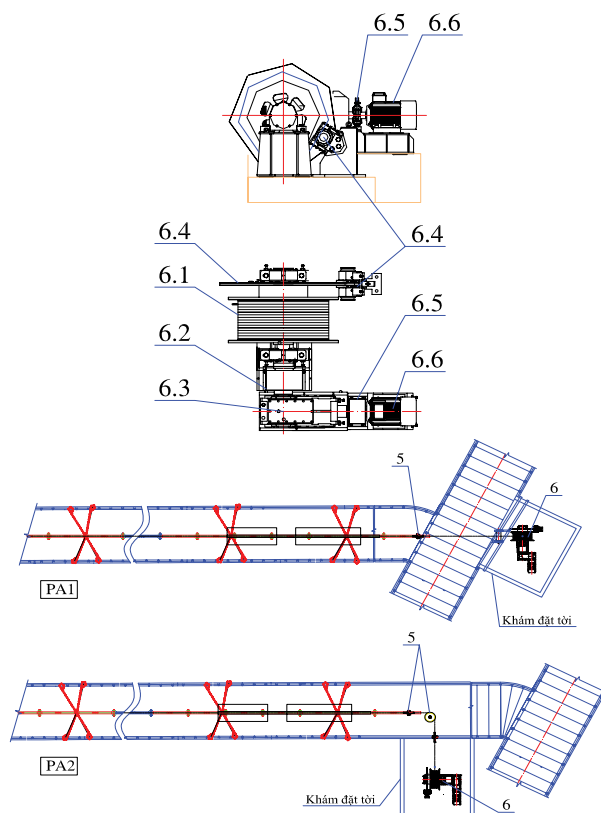


a) Mặt đứng, trắc dọc thể hiện công nghệ vận tải TT1ĐC-M trên thượng trung gian góc dốc α



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

Hình 1 - Hệ thống vận tải TT1ĐC-M



Hình 2 - Máy tời của hệ thống TT1ĐC-M

2. Tính toán các thông số cơ bản TT1ĐC-M

Hệ thống TT1ĐC-M có nhiệm vụ chính là vận chuyển người, thiết bị và vật tư qua các thượng dốc điển hình trong các mỏ hầm lò thuộc TKV, với đặc điểm:

- Các thượng có chiều dài vận tải không lớn, khoảng $50 \div 200$ m;
- Nhu cầu vận tải không lớn: < 30 người/ca; $1,0 \div 1,5$ tấn vật tư mỗi lần vận chuyển;
- Tiết diện đường lò nhỏ, góc dốc của các thượng vận tải từ $15 \div 30^\circ$.

Do đó, tác giả lựa chọn nghiên cứu thiết kế một hệ thống TT1ĐC-M với các thông số đầu vào như sau:

- Góc dốc vận chuyển của đường lò $\alpha \leq 30^\circ$;
- Chiều dài vận chuyển $L = 250$ m;
- Vận tốc chuyển động đoàn xe $v \leq 1,5$ m/s;
- Khối lượng vận chuyển (cả đoàn xe và hàng) $M_T = 3.000$ kg;
- Đoàn xe không tháo móc trong quá trình vận hành, gồm xe hãm sự cố, toa xe chở vật liệu và toa xe chở vật tư dạng thanh dài.

2.1 Tính toán lựa chọn cáp kéo

a) Khối lượng một mét cáp [1, 2, 4, 6]

$$q_c \geq \frac{M_T (\sin \alpha + \omega \cos \alpha)}{\frac{K_C}{[m] \gamma_0} - L (\sin \alpha + \omega' \cos \alpha)}, \text{ kg/m} \quad (1)$$

Trong đó: [m] - hệ số dự trữ độ bền của cáp, [m] = 6 [6]; K_C - giới hạn bền của thép chế tạo cáp, $K_C = 180 \cdot 10^6$ kg/m²; γ_0 - khối lượng riêng quy đổi của cáp, $\gamma_0 = 9.400$ kg/m³; ω - hệ số sức cản chuyển động của đoàn xe, $\omega = 0,02 \div 0,03$, chọn $\omega = 0,025$; ω' - hệ số ma sát giữa cáp và con lăn đỡ cáp, $\omega' = 0,02$.

Thay số vào công thức (1) ta có:

$$q_c \geq \frac{3.000 (\sin 30^\circ + 0,025 \cos 30^\circ)}{\frac{180 \cdot 10^6}{6 \times 9.400} - 250 (\sin 30^\circ + 0,02 \cos 30^\circ)} = 0,511 \text{ kg/m}$$

Lựa chọn loại cáp tiêu chuẩn 6R (6x37+1):

- Đường kính cáp $d_c = 13$ mm;
- $K_C = 180 \cdot 10^6$ kg/m²;
- Lực kéo đứt của cáp $S_d = 110$ kN;
- Khối lượng một mét dài $q_c = 0,59$ kg/m.

b) Kiểm tra dự trữ độ bền thực tế của cáp (2)

$$m_t = \frac{S_d}{g[M_T(\sin\alpha + \omega \cos\alpha) + q_C L(\sin\alpha + \omega' \cos\alpha)]} \quad (2)$$

Trong đó: g - gia tốc trọng trường, g = 9,81 m/s².

Thay số vào ta có:

$$m_t = \frac{110.000}{9,81 \left[\frac{3.000(\sin 30^\circ + 0,025 \cos 30^\circ)}{+0,59 \times 250(\sin 30^\circ + 0,02 \cos 30^\circ)} \right]} = 6,83$$

$m_{tt} = 6,83 > [m] = 6,0$, vậy cáp lựa chọn đảm bảo an toàn.

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

a) Tính toán lựa chọn đường kính tang tời

Theo [4-8], đường kính tang tời sử dụng trong mỏ hầm lò được lấy theo đường kính cáp với điều kiện

$$D_T \geq 60d_C = 60 \times 13 = 780 \text{ mm} \quad (3)$$

Chọn đường kính tang tời $D_T = 950 \text{ mm}$.

b) Tính toán lựa chọn 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, được tính theo công thức [1, 2, 4, 5]:

$$B \geq \left[\frac{L + L_{tn} + L_d}{\pi(nD_T + n^2 d_C)} \right] t_C, \text{ mm} \quad (4)$$

Trong đó: L_{tn} - chiều dài cáp dự trữ để thử nghiệm, $L_{tn} = 20 \div 30 \text{ m}$, chọn $L_{tn} = 25$; t_C - bước cuộn của cáp nâng trên tang, $t_C = d_C + \epsilon$, với ϵ là khe hở giữa các vòng cuộn cáp liền kề nhau, $\epsilon = 2 \div 3 \text{ mm}$, chọn $\epsilon = 2 \text{ mm}$; n - số lớp cáp cuốn trên tang, $n = 3$; L_d - chiều dài cuốn các vòng cáp an toàn vào tang ban đầu:

$$L_d = n_{ms} \pi (D_T + d_C) \quad (5)$$

Với n_{ms} là số vòng cáp ma sát, thường $n_{ms} = 3 \div 5$, chọn $n_{ms} = 5$.

Thay số vào (4) ta có:

$$B \geq \left[\frac{250 + 25 + 5\pi(0,95 + 0,013)}{\pi(3 \times 0,95 + 3^2 \times 0,013)} \right] (13 + 2) = 467 \text{ mm}$$

Chọn tang có chiều rộng $B = 525 \text{ mm}$.

2.3 Tính toán lực căng tĩnh của cáp

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

- Khi xe chở vật liệu 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 đi xuống), trong cáp kéo xuất hiện lực căng tĩnh lớn nhất tại điểm tới tang dẫn động, xác định theo công thức:

$$S_{T_{\max}} = W_t + W_{\text{cáp}} \quad (6)$$

Trong đó: W_t : Sức cản tĩnh khi di chuyển, được tính như sau [1, 4, 8]:

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

Với: 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:

$$W_1 = \omega'' g M_T \cos \alpha$$

Ở đây ω'' là hệ số sức cản lăn chung giữa xe và ray,

$$\omega'' = \frac{\beta(2k + fd)}{D_{bx}} = 0,025 \div 0,05 [1, 3, 5, 8],$$

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, chọn $\omega'' = 0,25$;

+ W_2 : Sức cản do trọng lượng đặt trên đường dốc vận tải, tính theo công thức [2, 3, 7]:

$$W_2 = \pm g M_T \sin \alpha$$

Lấy dấu "+" khi vận tải lên dốc, dấu "-" khi vận tải xuống dốc;

+ W_3 : Sức cản của không khí trong lò;

+ W_4 : Sức cản do ma sát trượt vành bánh xe với dầm chữ I, tính theo công thức [1, 2, 5]:

$$W_4 = M_T g \cos \alpha f_1^2 \frac{h}{r}$$

Ở đây: f_1 - hệ số ma sát trượt giữa vành bánh xe trên mép dầm chữ I; h - khoảng cách tiếp xúc xa nhất giữa vành bánh xe với mép dầm chữ 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 dầm chữ I, tính theo công thức [1, 2, 5]:

$$W_5 = M_T g \cos \alpha f_1 \frac{\delta}{B_{bx} + r}$$

Ở đây: δ – tổng khe hở hai bên giữa đường ray và thành bánh xe; B_{bx} – khoảng cách hai trục bánh xe;

+ W_6 : Sức cản do trượt bánh xe côn trên cánh dầm chữ I, tính theo công thức [1, 4, 5]:

$$W_6 = \frac{(M_T \cos \alpha) f_1 (r_1 - r_2)}{2(r_1 + r_2)}$$

Ở đây: r_1, r_2 – lần lượt là bán kính bánh lớn và bánh nhỏ của bánh xe côn;

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

Theo [1, 2, 4] và thực nghiệm, các lực cản tính 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 và hệ số dự trữ khi tính công suất động cơ. Do đó, lực cản tính được rút gọn lại như sau:

$$W_t = W_1 + W_2 = gM_T (\omega'' \cos \alpha \pm \sin \alpha) \quad (7)$$

- $W_{cáp}$: Lực cản do ma sát giữa dây cáp với con lăn đỡ cáp và do trọng lượng cáp, được tính theo công thức [4]:

$$W_{cáp} = Lq_C g (\omega' \cos \alpha \pm \sin \alpha) \quad (8)$$

Lấy dấu “+” khi vận tải lên dốc, dấu “-” khi vận tải xuống dốc.

Thay (7) và (8) vào (6) được công thức tính lực căng tĩnh lớn nhất của cáp:

$$S_{Tmax} = g \left[\begin{matrix} M_T (\omega'' \cos \alpha \pm \sin \alpha) \\ + Lq_C (\omega' \cos \alpha \pm \sin \alpha) \end{matrix} \right] \quad (9)$$

Dấu “+” khi vận tải lên dốc, dấu “-” khi vận tải xuống dốc.

Kiểm tra với lực kéo đứt cho phép của cáp theo điều kiện [2, 4, 5]:

$$|S_{Tmax}| < [S_d] = \frac{S_d}{[m]} = \frac{110}{6} = 18.333 \text{ N}$$

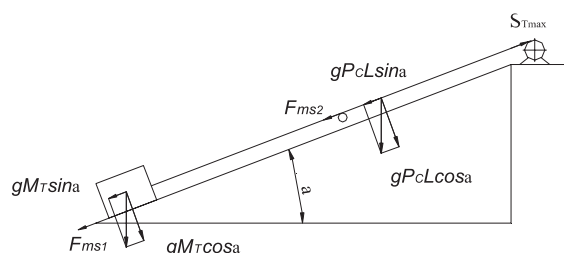
Trong đó: $[S_d]$ – lực kéo đứt cho phép của cáp.

a) *Lực căng cáp lớn nhất khi kéo xe đi lên*

Chuyển động của TT1ĐC-M khi kéo xe đi lên có thể được miêu tả như sơ đồ kéo trượt một vật trên mặt phẳng nghiêng. Lực căng tĩnh lớn nhất của cáp:

$$S_{Tmax} = 9,81 \left[\begin{matrix} 3.000(0,025 \cos 30^\circ + \sin 30^\circ) \\ + 0,59 \times 250(0,02 \cos 30^\circ + \sin 30^\circ) \end{matrix} \right] = 16.101 \text{ N}$$

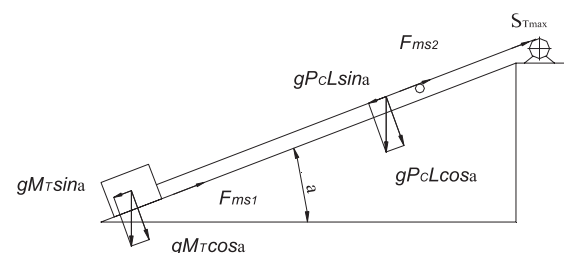
Như vậy, $|S_{Tmax}| < [S_d] = 18.333 \text{ N}$ cáp được lựa chọn đảm bảo yêu cầu.



Hình 3 – Mô hình xác định trạng thái hoạt động của TT1ĐC-M khi kéo vật đi lên

b) *Lực căng của cáp khi thả xe đi xuống*

Chuyển động của TT1ĐC-M khi thả xe đi xuống có thể được miêu tả như sơ đồ thả trượt một vật trên mặt phẳng nghiêng:



Hình 4 – Mô hình xác định trạng thái hoạt động của TT1ĐC-M khi thả vật đi xuống

Lực căng tĩnh lớn nhất của cáp:

$$S_{Tmax} = 9,81 \left[\begin{matrix} 3.000(0,025 \cos 30^\circ - \sin 30^\circ) \\ + 0,59 \times 250(0,02 \cos 30^\circ - \sin 30^\circ) \end{matrix} \right] = -14.776 \text{ N}$$

Dấu “-” thể hiện rằng lực cản lại chính là lực kéo, khi đó động cơ làm việc ở chế độ máy phát.

Như vậy $|S_{Tmax}| < [S_d] = 18.333 \text{ N}$, cáp được

lựa chọn đảm bảo yêu cầu.

2.4 Tính toán công suất động cơ của máy tời

a) Trường hợp kéo xe đi lên

Công suất động cơ được tính theo công thức:

$$N_{dc} = k_{dtr} \frac{S_{tmax} v}{1.000 \eta}, \text{ kW} \quad (10)$$

Trong đó: k_{dtr} – hệ số dự trữ công suất, $k_{dtr} = 1,1 \div 1,2$, chọn $k_{dtr} = 1,15$; η – hiệu suất truyền động cơ khí, chọn $\eta = 0,85$.

Thay số vào (10) ta có:

$$N_{dc} = 1,15 \frac{16.101 \times 1,5}{1.000 \times 0,85} = 32,7 \text{ kW}$$

b) Trường hợp thả xe đi xuống

Công suất động cơ được tính theo công thức:

$$N_{dc} = k_{dtr} \frac{|S_{tmax}| v' \eta}{1.000}, \text{ kW} \quad (11)$$

Trong đó: v' – vận tốc chuyển động của đoàn xe khi động cơ làm việc chế độ máy phát, lựa chọn $v' = 1,06 \text{ m/s}$.

Thay số vào (11) ta có:

$$N_{dc} = 1,15 \frac{14.776 \times 1,06 \times 0,85}{1.000} = 15,3 \text{ kW}$$

Lựa chọn động cơ có công suất $N_{dc} = 37 \text{ kW}$, $n = 950 \text{ v/ph}$; hộp giảm tốc $i = 31,5$.

3. Kết luận

Trên thế giới, TT1ĐC-M là một thiết bị vận tải được sử dụng rất rộng rãi. Với những tính năng vượt trội của nó, các vấn đề về vận tải mỏ được giải quyết một cách hiệu quả. Cho đến nay, các nước có nền công nghiệp phát triển trên thế giới đã có rất nhiều nghiên cứu về lý thuyết tính toán, cũng như cơ sở để lựa chọn cũng như thiết kế hệ thống vận tải TT1ĐC-M. 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 và rất cần sự nghiên cứu sâu hơn của các nhà khoa học trong và ngoài ngành. Để có được các thông số làm việc thích hợp làm cơ sở lựa chọn tính toán và thiết kế TT1ĐC-M thì phải có những tính toán chi tiết trên cơ sở lý thuyết chung. Chính vì vậy, một chuyên đề nghiên cứu về tính toán các thông số làm việc chính của hệ thống TT1ĐC-M làm việc tại một đường lò cụ thể là rất thực tế và cần thiết. Bài báo này mong muốn góp một phần nhỏ vào nội dung chuyên đề nghiên cứu trên.

TÀI LIỆU THAM KHẢO

1. Nguyễn Văn Kháng. Máy và tổ hợp thiết bị vận tải mỏ. Hà Nội: NXB Khoa học và Kỹ thuật. 2005.
2. Võ Quang Phiên. Máy vận tải. Đại học Mỏ - Địa Chất Hà Nội. 2005.
3. Võ Quang Phiên. Máy nâng. Hà Nội: NXB Giao thông vận tải. 2001.
4. Nguyễn Văn Hợp, Nguyễn Thị Nghĩa. Máy trục vận chuyển. Hà Nội: NXB Giao thông vận tải. 2000.
5. Trương Quốc Thành, Phạm Quang Dũng. Máy và thiết bị nâng. Hà Nội: NXB Khoa học kỹ thuật. 1999.
6. Quy chuẩn kỹ thuật Quốc gia về an toàn trong khai thác hầm lò QCVN 01:2011/BCT.
7. Quy chuẩn kỹ thuật Quốc gia về an toàn tời trục mỏ sửa đổi 01:2019 QCVN 02:2016/BCT.
8. Đoàn Công Luận. Nghiên cứu đánh giá khả năng làm việc của hệ thống monoray dùng trong mỏ hầm lò Nam Mẫu. Luận văn thạc sĩ. 2011.

MÔ PHỎNG QUỸ ĐẠO CHUYỂN ĐỘNG CỦA HẠT RẮN TRONG DÒNG HỖN HỢP HAI PHA RẮN-LỎNG QUA BÁNH CÔNG TÁC MÁY BƠM BÙN LY TÂM

NCS. Giang Quốc Khánh, GS.TSKH. Krivenko Alexander Evgenievich
Đại học Nghiên cứu Khoa học và Công nghệ Quốc gia - CHLB Nga
ThS. Trần Thị Duyên - Đại học Công nghiệp Quảng Ninh

Tóm tắt: Trong quá trình làm việc của máy bơm bùn ly tâm, dưới tác dụng của ngoại lực, các hạt rắn trong dòng hỗn hợp hai pha rắn-lỏng chuyển động với vận tốc rất lớn qua kênh dẫn bánh công tác, cọ xát với bề mặt cánh dẫn, gây ra sự phá hủy mài mòn. Bên cạnh đó, do tác động va đập ở tốc độ rất cao giữa hạt rắn với bề mặt cánh dẫn, tùy theo độ lớn của góc va đập, có thể gây ra những sự phá hủy khác nhau như biến dạng dẻo cục bộ, các vết nứt tế vi, bong tróc cục bộ từng mảng kim loại. Khi các hạt rắn khác nhau về kích thước, khối lượng riêng, nồng độ..., chúng sẽ có quỹ đạo chuyển động khác nhau, kéo theo vị trí gây ra va đập và phá hủy cũng khác nhau. Trên cơ sở kết quả của nhiều công trình khoa học trong và ngoài nước trước đây về máy bơm bùn ly tâm, lý thuyết vật lý cổ điển và toán ứng dụng, nhóm tác giả đã nghiên cứu xây dựng được mô hình toán học chuyển động của hạt rắn và ứng dụng phần mềm Matlab 7.04 để giải hệ phương trình, vẽ quỹ đạo chuyển động của hạt rắn qua kênh dẫn của bánh công tác, tìm ra vị trí bị phá hủy mạnh mẽ nhất khi máy bơm bùn vận chuyển dòng hai pha với những hạt rắn có đặc điểm khác nhau.

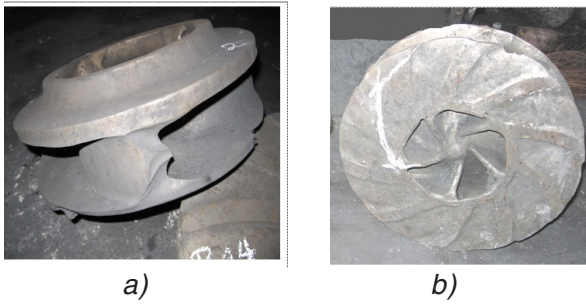
Từ khóa: Bơm bùn ly tâm, dòng hai pha rắn-lỏng, hạt rắn, mài mòn, nồng độ, quỹ đạo chuyển động.

1. Đặt vấn đề

Ở Việt Nam hiện nay, máy bơm bùn ly tâm để bơm dòng hỗn hợp hai pha rắn-lỏng được sử dụng rộng rãi trong nhiều ngành kinh tế quốc dân. Một số ứng dụng tiêu biểu của loại máy bơm này như: Bơm huyền phù tại các nhà máy, phân xưởng tuyển than, quặng; khai thác cát ở lòng sông; hút bùn, nạo vét lòng sông, kênh mương thủy lợi, nông nghiệp; bơm hỗn hợp “bê tông tươi” trong ngành xây dựng...

Máy bơm bùn sử dụng trong nước chủ yếu từ nguồn ngoại nhập có giá thành cao, trong khi loại bơm tương tự được chế tạo

trong nước chưa mang lại hiệu quả tốt. Việc lựa chọn sử dụng các loại máy bơm này thường vẫn theo kinh nghiệm, hầu như chưa có sự nghiên cứu chính thức. Do đó, máy bơm được sử dụng có thể không phù hợp với hỗn hợp hai pha vận chuyển, làm cho tốc độ mòn hỏng bánh công tác (BCT), vỏ bơm tăng lên, kéo theo làm tăng chi phí sửa chữa, phục hồi và thay thế, ảnh hưởng đến độ tin cậy của dây chuyền sản xuất, tăng giá thành sản phẩm, gây lãng phí. Một số hình ảnh mòn hỏng BCT máy bơm huyền phù của các phân xưởng tuyển than Vàng Danh và Nam Mẫu được cho trong hình 1.



Hình 1 - Bánh công tác máy bơm bùn ly tâm bị mòn hỏng: a) BCT của máy bơm cấp hạt METSO VS80 L180; b) BCT của máy bơm huyền phù không tiêu chuẩn METSO HM-150

Các biện pháp khắc phục có thể ứng dụng để hạn chế tốc độ mòn hỏng BCT như: Phun phủ HVOF toàn bộ bề mặt cánh dẫn; thấm nitơ-plasma cho bề mặt cánh dẫn; chế tạo BCT bằng vật liệu đặc biệt với khả năng chống mài mòn cao; bọc cao su cho các cánh dẫn [2]... Các biện pháp này đòi hỏi công nghệ gia công hiện đại, nhân lực có trình độ khoa học kỹ thuật và tay nghề cao, chi phí đầu tư lớn. Vì vậy, việc nghiên cứu đặc điểm, tính chất của dòng hỗn hợp hai pha rắn-lỏng và quỹ đạo chuyển động của các hạt rắn (bùn, cát, huyền phù, than...) qua các kênh dẫn của BCT sẽ làm cơ sở cho việc lựa chọn sử dụng hoặc thiết kế, chế tạo BCT cho các máy bơm bùn ly tâm phù hợp với hỗn hợp hai pha rắn-lỏng mà nó vận chuyển, góp phần giảm tốc độ mài mòn, nâng cao tuổi thọ của BCT cũng như của máy bơm có ý nghĩa rất quan trọng.

2. Xây dựng mô hình toán của các lực tác dụng lên hạt rắn trong dòng hỗn hợp hai pha rắn-lỏng chuyển động qua kênh dẫn BCT máy bơm bùn ly tâm

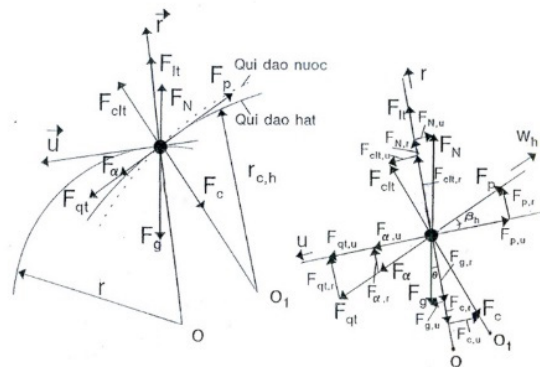
2.1. Các giả thuyết

Sự chuyển động của các hạt rắn trong dòng hỗn hợp hai pha rắn-lỏng qua các kênh dẫn của BCT máy bơm bùn ly tâm rất phức tạp do chịu ảnh hưởng của nhiều yếu tố tác động khác nhau. Để thành lập được phương trình quỹ đạo chuyển động của hạt rắn trong

BCT, cần chấp nhận một số giả thuyết sau như: Dòng chảy qua kênh dẫn BCT là dòng ổn định; bỏ qua tác dụng tương tác giữa các hạt rắn với nhau; coi chuyển động của một phần tử hạt rắn là chuyển động của cả pha rắn; coi hạt rắn có dạng hình cầu (để có hệ số hình dáng $f = 1$) và kích thước của chúng đồng đều; pha lỏng trong dòng hỗn hợp hai pha rắn-lỏng là nước sạch; nồng độ hạt rắn trong dòng hỗn hợp hai pha không thay đổi; và tốc độ quay của BCT là không đổi.

2.2. Mô tả toán học các lực tác dụng lên hạt rắn theo hai phương hướng kính và hướng vòng trong BCT

Sự phân bố của các lực tác dụng lên một hạt rắn chuyển động trong kênh dẫn BCT được minh họa bằng hình 2 dưới đây [3, 4].



Hình 2 - Phân bố các lực tác dụng lên hạt rắn và các tam giác tốc độ tương đối của hai pha rắn-lỏng trong BCT

a) Lực ly tâm

Khi máy bơm bùn làm việc, BCT chuyển động quay tròn quanh trục bơm, làm xuất hiện lực ly tâm tác dụng lên các phần tử rắn và lỏng trong dòng hỗn hợp, khiến chúng chuyển động theo hướng kính và văng ra khỏi BCT. Giá trị lực ly tâm được xác định theo công thức [5, 7, 9]:

$$F_{lt} = m_h \omega^2 r \tag{1}$$

Trong đó: m_h - khối lượng hạt rắn, kg; ω - vận tốc góc của BCT, rad/s; r - bán kính quay của hạt rắn, m.

b) Lực Coriolis

Dưới tác dụng của lực ly tâm, hạt rắn chuyển động theo phương hướng kính. Tuy nhiên, toàn bộ BCT và hỗn hợp chất lỏng cùng chuyển động quay tròn quanh trục, làm xuất hiện lực Coriolis F_c khiến cho hạt rắn thay đổi quỹ đạo chuyển động – từ hướng kính sang quỹ đạo cong ngược hướng chuyển động của BCT. Trị số của F_c được xác định thông qua công thức của Coriolis [7, 9]:

- Theo phương hướng kính:

$$F_{c,r} = F_c \cos \beta_h = 2m_h \omega w_{r,h} \quad (2)$$

- Theo phương hướng vòng:

$$F_{c,u} = F_c \sin \beta_h = 2m_h \omega w_{u,h} \quad (3)$$

Trong đó: β_h – góc vào BCT của hạt rắn, độ; $w_{r,h}$, $w_{u,h}$ – vận tốc tương đối của hạt rắn theo phương hướng kính và hướng vòng, m/s.

c) Lực ly tâm phụ

Lực ly tâm phụ F_{clt} xuất hiện khi hạt rắn chuyển động theo quỹ đạo cong bán kính r_c do tác động của lực Coriolis [5, 7, 8]:

- Chiếu lực này theo phương hướng kính:

$$F_{clt,r} = m_h \frac{w_{u,h}^2}{r_c} \quad (4)$$

- Chiếu lực này theo phương hướng vòng:

$$F_{clt,u} = m_h w_{r,h} \frac{w_{u,h}}{r_c} \quad (5)$$

d) Lực áp suất

Lực áp suất F_p sinh ra do sự thay đổi của áp suất, tốc độ của hai pha trong dòng hỗn hợp giữa cửa vào và cửa ra của BCT. Theo công thức của Grabow [7] và Schuknech [9], trị số của F_p theo hai phương như sau:

- Theo phương hướng kính:

$$F_{p,r} = v_h \left[C_v \rho_h \frac{dw_{r,h}}{dt} + (1 - C_v) \rho_n \frac{dw_{r,n}}{dt} \right] \quad (6)$$

- Theo phương hướng vòng:

$$F_{p,u} = v_h \left[C_v \rho_h \frac{dw_{u,h}}{dt} + (1 - C_v) \rho_n \frac{dw_{u,n}}{dt} \right] \quad (7)$$

Trong đó: v_h – vận tốc chuyển động của hạt, m/s; C_v – nồng độ hạt rắn trong dòng hỗn hợp, %; ρ_h , ρ_n – lần lượt là khối lượng riêng của pha lỏng và hạt rắn, kg/m³.

e) Lực quán tính

Khi hạt rắn chuyển động có gia tốc trong hệ tương đối sẽ xuất hiện lực quán tính F_{qt} cùng phương, ngược chiều với chiều chuyển động của nó và độ lớn của lực theo hai phương như sau [5, 6]:

- Theo phương hướng kính:

$$F_{qt,r} = m_h \frac{dw_{r,h}}{dt} \quad (8)$$

- Theo phương hướng vòng:

$$F_{qt,u} = m_h \frac{dw_{u,h}}{dt} \quad (9)$$

f) Lực cản động học

Lực cản động học F_α xuất hiện do sự chênh lệch vận tốc chuyển động giữa hai pha rắn và lỏng. Giá trị của F_α sau khi chiếu theo hai phương là [5, 7, 9]:

- Theo phương hướng kính:

$$F_{\alpha,r} = A_h C_\alpha \rho_h w_{\Delta,r} \frac{|w_{\Delta}|}{2} \quad (10)$$

- Theo phương hướng vòng:

$$F_{\alpha,u} = A_h C_\alpha \rho_h w_{\Delta,u} \frac{|w_{\Delta}|}{2} \quad (11)$$

Trong đó:

- A_h : Diện tích cản trở lớn nhất của hạt, m²:

$$A_h = \frac{\pi d_h^2}{4} \quad (12)$$

Ở đây: d_h – đường kính trung bình hạt rắn, mm.

- C_α : Hệ số cản động học:

$$C_\alpha = \frac{24}{R_{e,h}} + \frac{4}{R_{e,h}^{1/2}} + 0,4 \quad (13)$$

Ở đây: $R_{e,h}$ – số Reynol của dòng hỗn hợp:

$$R_{e,h} = \frac{v_0 d_h}{\nu_n} \quad (14)$$

Với: v_0 : Tốc độ lắng của hạt rắn, m/s:

$$v_0 = \left[\frac{4}{3} \frac{gd_h \left(\frac{\rho_h}{\rho_n} - 1 \right)}{C_\alpha} \right]^{1/2} \quad (15)$$

+ u_n : Độ nhớt động học trung bình của dòng hỗn hợp, m²/s;

- w_Δ : Độ trượt của vận tốc:

$$|w_\Delta| = \sqrt{(w_{\Delta,r})^2 + (w_{\Delta,u})^2} \quad (16)$$

$$= \sqrt{(w_{r,n} - w_{r,h})^2 + (w_{u,n} - w_{u,h})^2}$$

Ở đây: $w_{\Delta,u}$, $w_{\Delta,r}$ – trị số của w_Δ chiếu theo phương hướng kính và hướng vòng.

Từ đó, hệ số cản động C_α học được xác định là nghiệm của phương trình:

$$C_\alpha = \frac{24v_n \sqrt{C_\alpha}}{\sqrt{\frac{4}{3} g \left(\frac{\rho_h}{\rho_n} - 1 \right) d_h^2}} + 4 \frac{\sqrt{v_n/d_h} \sqrt{C_\alpha}}{\sqrt{\frac{4}{3} g \left(\frac{\rho_h}{\rho_n} - 1 \right) d_h}} + 0,4 \quad (17)$$

g) Trọng lực

Hạt rắn chuyển động trong trường trọng lực của trái đất, vì vậy nó chịu tác dụng của trọng lực F_g . Giá trị của lực này được tính toán theo biểu thức sau [7, 9]:

- Theo phương hướng kính:

$$F_{g,r} = F_g \cos \theta = m_h g \cos \theta \quad (18)$$

- Theo phương hướng vòng:

$$F_{g,r} = F_g \sin \theta = m_h g \sin \theta \quad (19)$$

Trong đó: F_g – trọng lực, N; g – gia tốc trọng trường, m/s²; θ – góc hợp bởi phương thẳng đứng và phương hướng kính, độ.

h) Lực nâng

Lực nâng F_N chính là lực đẩy Acsimet tác dụng lên hạt rắn bị nhấn chìm trong chất lỏng, được xác định theo công thức của Grabow [8]. Chiếu lên hai phương, ta có:

- Theo phương hướng kính:

$$F_{N,r} = \frac{v_h \rho_n}{\rho} \left[\begin{array}{l} -\rho_h C_v \left(r\omega^2 + \frac{w_{u,h}^2}{r} - 2\omega w_{u,h} - g \cos \theta \right) \\ -\rho(1-C_v) \left(r\omega^2 + \frac{w_{u,n}^2}{r} - 2\omega w_{u,n} - g \cos \theta \right) \end{array} \right] \quad (20)$$

- Theo phương hướng vòng:

$$F_{N,u} = \frac{v_h \rho_n}{\rho} \left[\begin{array}{l} \rho_h C_v \left(\frac{w_{u,h}}{r} w_{r,h} - 2\omega w_{r,h} + g \sin \theta \right) + \\ + \rho_n(1-C_v) \left(\frac{w_{u,n}}{r} w_{r,n} - 2\omega w_{r,n} - g \sin \theta \right) \end{array} \right] \quad (21)$$

Trong đó: ρ , ρ_n – lần lượt là khối lượng riêng của hỗn hợp hai pha và của pha lỏng, kg/m³.

Mặt khác, theo nguyên lý Đalambé, ở mỗi thời điểm, tổng các ngoại lực chủ động và lực quán tính là cân bằng (vì coi lực tương tác-liên kết giữa các hạt rắn bằng 0):

$$\sum \vec{F}_i + \vec{F}_{qt} = 0 \quad (22)$$

Áp dụng nguyên lý này để xác định tổng lực tác dụng lên hạt rắn theo hai phương hướng kính và hướng vòng như sau:

- Theo hướng kính:

$$F_{lt} + F_{c,t,r} + F_{N,r} + F_{p,r} = F_{q,t,r} + F_{c,r} + F_{g,r} + F_{\alpha,r} \quad (23)$$

- Theo hướng vòng:

$$F_{c,t,u} + F_{\alpha,u} + F_{g,u} + F_{q,t,u} = F_{N,u} + F_{p,u} + F_{c,u} \quad (24)$$

Từ các phương trình (1) - (24), đặt $k_1 = \frac{\rho_n}{\rho}$;

$$k_2 = \frac{1 - k_1 C_v}{1 - C_v}; \quad k_3 = \frac{4}{3} C_\alpha \frac{1}{1 - C_v} \frac{1}{d_h} \frac{\rho_n}{\rho_h};$$

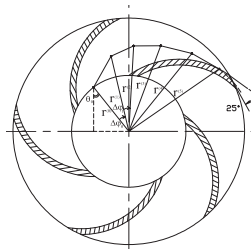
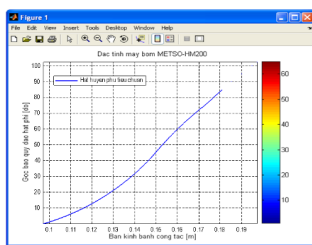
$$k_4 = \frac{\rho_n}{\rho_h}; \quad w_{r,h} = u; \quad w_{u,h} = v; \quad r = t,$$

ta được hệ phương trình vi phân tương đương như sau:

$$\left\{ \begin{array}{l} u \frac{du}{dt} = (k_2 - k_1 k_4) (\omega^2 t - g \cos \theta) \\ -2\omega (k_2 v - k_1 k_4 w_{u,n}) - k_4 \frac{w_{r,n}^2}{t} \\ + \frac{1}{t} (k_2 v^2 - k_1 k_4 w_{u,n}^2) \\ - k_3 (w_{r,n} - u) \sqrt{(w_{r,n} - u)^2 + (w_{u,n} - v)^2} \\ u \frac{dv}{dt} = 2\omega (k_2 u - k_1 k_4 w_{r,n}) \\ - g \sin \theta (k_2 - k_1 k_4) - k_4 w_{r,n} \frac{w_{u,n}}{t} \\ - \frac{1}{t} (k_2 uv - k_1 k_4 w_{r,n} w_{u,n}) \\ - k_3 (w_{u,n} - v) \sqrt{(w_{r,n} - u)^2 + (w_{u,n} - v)^2} \end{array} \right. \quad (25)$$

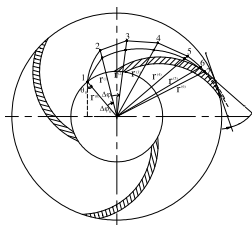
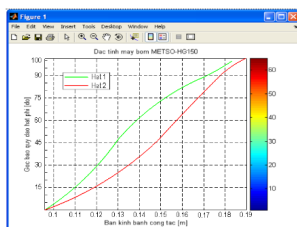
3. Ứng dụng phần mềm Matlab 7.04 giải hệ phương trình vi phân chuyển động của hạt rắn trong kênh dẫn BCT máy bơm bùn

Trên cơ sở hệ phương trình vi phân chuyển động của hạt rắn (25), các thông số kích thước BCT, hạt rắn, dòng hỗn hợp hai pha vận chuyển và ngôn ngữ lập trình của phần mềm Matlab 7.04, nhóm tác giả đã lập trình được chương trình tính toán và mô phỏng quỹ đạo chuyển động của các hạt rắn trong một số mẫu máy bơm bùn ly tâm sử dụng trong phân xưởng tuyển than Vàng Danh và Nam Mẫu (các hình 3 - 5).



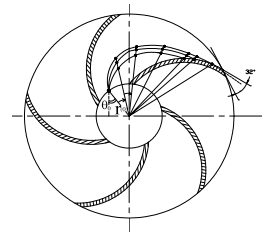
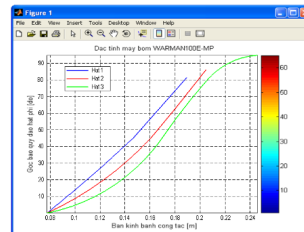
Hình 3 - Đặc tính và quỹ đạo chuyển động của hạt huyền phù trong bơm METSO VS80 L180

Một số thông số tính toán chính với bơm METSO VS80 L180: $\rho_h = 4.500 \text{ kg/m}^3$; $\rho_n = 1.000 \text{ kg/m}^3$; $C_v = 25\%$; $d_h = 0,1 \text{ mm}$; $v_n = 0,0101 \cdot 10^{-4} \text{ m}^2/\text{s}$; số cánh dẫn BCT $n_z = 5$; góc vào và ra khỏi BCT $\beta_1 = 32^\circ$; $\beta_2 = 25^\circ$; đường kính cửa hút và đường kính biên dạng ngoài BCT $D_1 = 195 \text{ mm}$; $D_2 = 395 \text{ mm}$; lưu lượng bơm $Q = 360 \text{ m}^3/\text{h}$; chiều dày cánh dẫn $s = 25 \text{ mm}$; tần số vòng quay $n = 1.475 \text{ v/ph}$; bề rộng BCT $b_1 = b_2 = 135 \text{ mm}$.



Hình 4 - Đặc tính và quỹ đạo chuyển động của các hạt rắn trong bơm METSO-HG150

Một số thông số tính toán chính với bơm METSO-HG150: $\rho_{h1} = 4.500 \text{ kg/m}^3$; $\rho_{h2} = 1.500 \text{ kg/m}^3$; $\rho_n = 1.000 \text{ kg/m}^3$; $C_v = 35\%$; $d_{h1} = 0,1 \text{ mm}$; $d_{h2} = 60 \text{ mm}$; $v_n = 0,015 \cdot 10^{-4} \text{ m}^2/\text{s}$; $n_z = 3$; $\beta_1 = 42^\circ$; $\beta_2 = 30^\circ$; $D_1 = 175 \text{ mm}$; $D_2 = 400 \text{ mm}$; $Q = 360 \text{ m}^3/\text{h}$; $s = 25 \text{ mm}$, $n = 1.475 \text{ v/ph}$; $b_1 = b_2 = 130 \text{ mm}$.



Hình 5 - Đặc tính và quỹ đạo chuyển động của các hạt rắn trong bơm WARMAN100E-MP

Một số thông số tính toán chính với bơm WARMAN100E-MP: $\rho_{h1} = 1.500 \text{ kg/m}^3$; $\rho_{h2} = 1.550 \text{ kg/m}^3$; $\rho_{h3} = 4.500 \text{ kg/m}^3$; $\rho_n = 1.000 \text{ kg/m}^3$; $C_v = 45\%$; $d_{h1} = 0,2 \text{ mm}$; $d_{h2} = 0,5 \text{ mm}$; $d_{h3} = 0,075 \text{ mm}$; $v_n = 0,0152 \cdot 10^{-4} \text{ m}^2/\text{s}$; $n_z = 5$; $\beta_1 = 47^\circ$; $\beta_2 = 32^\circ$; $D_1 = 155 \text{ mm}$; $D_2 = 492 \text{ mm}$; $Q = 200 \text{ m}^3/\text{h}$; $s = 25 \text{ mm}$, $n = 1.475 \text{ v/ph}$; $b_1 = b_2 = 130 \text{ mm}$.

4. Kết luận

Nghiên cứu đã xây dựng được mô hình toán, lập trình tính toán và mô phỏng phương trình chuyển động của hạt rắn với phần mềm Matlab 7.04, trong đó có tính đến tác động của nhiều ngoại lực khác nhau lên hạt rắn trong quá trình chuyển động.

Với mỗi đặc điểm khác nhau của các hạt trong pha rắn, quỹ đạo chuyển động và vị trí bánh công tác bị phá hủy mạnh mẽ nhất cũng khác nhau. Kết quả mô phỏng tương đối phù hợp với hình ảnh mòn hỏng của BCT của các máy bơm bùn ly tâm trên thực tế.

Tác động phá hủy BCT của dòng hỗn hợp hai pha chủ yếu là do va đập ở vận tốc

lớn của hạt rắn với bề mặt chi tiết công tác, gây hiện tượng mài mòn, tróc rỗ. Việc tìm ra quỹ đạo chuyển động của pha rắn sẽ xác định được những vị trí BCT chịu ảnh hưởng phá hủy nhiều nhất, đưa ra biện pháp khắc phục bằng việc thay đổi cấu trúc BCT (góc vào, góc ra) hợp lý, sẽ giảm được mài mòn, kéo dài tuổi thọ làm việc cho BCT. Kết quả của nghiên cứu này là cơ sở cho việc lựa chọn sử dụng máy bơm phù hợp với dòng hỗn hợp rắn – lỏng, nhằm giảm tốc độ mòn hỏng, nâng cao tuổi thọ của bánh công tác cũng như của máy bơm.

Việc ứng dụng phần mềm Matlab 7.04 và phương pháp như trên có thể áp dụng tính toán, thiết kế BCT các máy bơm bùn ly tâm phù hợp với hỗn hợp hai pha rắn-lỏng của tất cả các mỏ, các nhà máy tuyển

than, quặng bất kỳ khác. Người tính toán chỉ việc thay thế các thông số yêu cầu và chạy phần mềm, không cần lập trình lại, không cần nhớ công thức, thời gian tính toán ngắn và cho kết quả rất chính xác, trực quan.

Kết quả của nghiên cứu này đã tìm ra được phương trình và mô phỏng được quỹ đạo chuyển động của pha rắn trong dòng hỗn hợp hai pha qua kênh dẫn BCT trên phần mềm máy tính, cần có thêm những nghiên cứu thực nghiệm với mô hình mẫu để thẩm định tính đúng đắn của phương pháp tính toán, cũng như cần thêm các nghiên cứu khác về việc lựa chọn vật liệu chế tạo phù hợp, để tiến đến mục tiêu nội địa hóa được quá trình sản xuất máy bơm bùn trong nước đạt độ bền và hiệu quả kinh tế cao.

TÀI LIỆU THAM KHẢO

1. **Nguyễn Bơi, Trần Văn Lùng, Phạm Hữu Giang.** Cơ sở tuyển khoáng. NXB Giao thông vận tải. 2004
2. **Lương Ngọc Lợi.** Nghiên cứu thiết kế, chế tạo bơm huyền phù và phần tử thủy lực mỏ. Đề tài KH&CN cấp Nhà nước. 1990.
3. **Vũ Nam Ngạn.** Nghiên cứu sự mòn hỏng của các máy bơm mỏ Việt Nam trên cơ sở dòng hai pha, phương hướng nâng cao độ bền mòn của chúng. *Luận án tiến sĩ, Đại học Mỏ - Địa chất Hà Nội.* 1996.
4. **Giang Quốc Khánh.** Nghiên cứu lựa chọn hợp lý máy bơm bùn ly tâm để bơm cấp liệu ở phân xưởng tuyển than Vàng Danh. *Luận văn thạc sĩ kỹ thuật, Đại học Mỏ - Địa chất Hà Nội.* 2011
5. **Duan C.G., Karelin V.Y.** Abrasive Erosion & Corrosion of Hydraulic Machinery.
6. **Baha Abulnaga P.E.** Slurry Systems Handbook.
7. **Grabow G.** Berechnung von Korreknurbeiwerten fuer Kreiselpumpen beim hydraulischen Feststofftransport. *Information pumpen und Verdichter.* 1/1978, s. 13-18.
8. **Grabow G.** Ermittlung von Schlupfzahlen zur Energieuebertragung beim hydraulischen Feststofftransport mit kreiselpumpen. *Energieanwendung + Energietechnik, 41 Jahrg, Heft 7.* Juli 1992.
9. **Schucknecht R.** Die Parameter der Arbeitsuebertragung von Radialpumpen bei der Forderung von Wasser – Feststoff - Gemischen. *Diss. A, Bergakademie, Freiberg.* 1986.

TÍNH TOÁN, THIẾT KẾ VÀ MÔ PHỎNG QUÁ TRÌNH PHANH CỦA PHANH ĐĨA SỬ DỤNG TRONG CÁC THIẾT BỊ VẬN TẢI MỎ HẦM LÒ

ThS.Trần Đức Thọ - Viện Cơ khí Năng lượng và Mỏ - Vinacomin

Tóm tắt: Bài báo giới thiệu quá trình tính toán thiết kế loại phanh đĩa trong tời cáp, băng tải hãm sử dụng trong mỏ hầm lò Việt Nam. Trong đó có nêu lên kết cấu chung, một số vấn đề trong tính toán thiết kế, mô phỏng quá trình hoạt động của phanh. Kết quả của nghiên cứu nhằm từng bước làm chủ công nghệ, để chế tạo thiết bị tin cậy, an toàn phục vụ khai thác than hầm lò trong tập đoàn TKV.

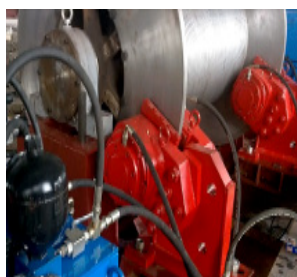
Từ khóa: Ansys, ma sát, mỏ hầm lò, mô men, phanh đĩa.

1. Giới thiệu chung:

Phanh đĩa được phát triển lần đầu tiên bởi người Anh từ những năm 1890. Năm 1902, Frederick William Lauchester đã phát triển để áp dụng cho xe hơi, thay thế dạng phanh tang trống. Phanh đĩa được đánh giá cao hơn phanh tang trống nhờ sự tin cậy trong quá trình phanh và thoát nhiệt tốt hơn. Hiện nay, phanh đĩa được phát triển rộng rãi trên các lĩnh vực công nghiệp, đặc biệt là công nghiệp mỏ.



Hình 1 - Phanh đĩa cho tời cáp treo tại Công ty than Quang Hanh



Hình 2 - Phanh đĩa cho tời chở người thi công giếng đứng tại Công ty Hầm lò I

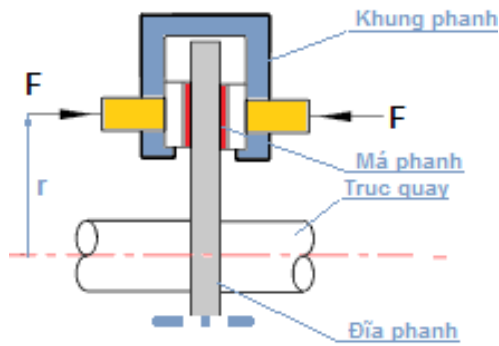
Các công ty than của Tập đoàn TKV sử dụng khá nhiều hệ thống vận tải cho các đường lò dốc và giếng đứng phục vụ khai thác than. Các thiết bị vận tải lên, xuống

dốc đều phải trang bị các phanh làm việc, phanh an toàn hoặc kết hợp cả hai, như: Tời chở người, chở vật liệu các loại; băng tải vận tải xuống dốc..., trong đó các loại tời chở người sử dụng cả hai phanh. Ở trong nước gần đây có một vài nghiên cứu về phanh đĩa dùng trong mỏ than, tuy nhiên kết quả từ lý thuyết đến thực tiễn còn có khoảng cách nhất định. Trong quá trình đòi hỏi của sản xuất, từ năm 2013, Viện Cơ khí Năng lượng và Mỏ - Vinacomin đã tính toán, thiết kế, chế tạo và đưa vào áp dụng hệ thống phanh đĩa để áp dụng cho thiết bị tời chở người và băng tải.

2. Tính toán phanh đĩa

2.1. Cấu trúc

Phanh đĩa dùng để hãm các chuyển động trong thiết bị mỏ hầm lò có tính năng đặc biệt, đảm bảo cho hệ thống được an toàn trong các trường hợp có thể xảy ra sự cố, kể cả các trường hợp cần hãm đều với gia tốc giảm theo quy định, đảm bảo lượng nhiệt thoát ra không làm các chi tiết vượt quá nhiệt độ quy định. Về cơ bản, phanh sử dụng lực ma sát giữa má phanh với mặt đĩa để tạo mô men hãm khi có yêu cầu phanh.



Hình 3 - Cấu trúc của phanh đĩa

Cấu trúc của phanh đĩa cũng không quá phức tạp, bao gồm một đĩa phanh được gắn trên trục quay, hai má phanh hai bên được gắn kèm bộ tạo lực phanh (hình 3). Thông thường đĩa phanh được làm bằng thép đúc hoặc thép tấm chịu mài mòn. Má phanh được làm từ hợp chất phi kim đặc biệt, đảm bảo được hệ số ma sát và điều kiện áp suất.

2.2. Nguyên lý hoạt động

Tùy vào yêu cầu điều khiển của các thiết bị khác nhau mà chúng có yêu cầu phanh trong các trường hợp khác nhau, điển hình là: i) Dừng thiết bị – phanh đóng lại; ii) Dừng khi mất điện; iii) Hãm mô men khi cần giảm tốc. Đối với các thiết bị chở người, trong các trường hợp yêu cầu gia tốc phanh không vượt quá quy định tại QCVN 01:2011/BCT, với giá trị giảm tốc phụ thuộc vào góc dốc tương ứng nằm trong dãy giá trị 0,8 - 5 m/s². Trong trường hợp với băng tải chở vật liệu xuống dốc, phụ thuộc vào từng chủng loại vật liệu mà giá trị giảm tốc có thể giao động từ 0,1 - 0,5 m/s². Đặc biệt đối với các thiết bị mỏ hầm lò, quá trình phanh được xác lập sao cho nhiệt độ của đĩa phanh sau khi hấp thụ năng lượng không vượt quá nhiệt độ cho phép 150°C, để tính toán đảm bảo các yêu cầu kỹ thuật trên là bài toán khá phức tạp, bởi quá trình điều khiển phanh có liên quan đến hệ thống điều khiển tự động, hệ thống thủy lực và nhiệt động học.

2.3 Tính toán cơ bản phanh đĩa

Lực ma sát và mô men phanh (với số mặt phanh bằng 2) được xác định theo công thức:

$$F = 2\mu pS \tag{1}$$

$$M = rF = 2\mu prS \tag{2}$$

Trong đó: F – lực ma sát, N; M – mô men phanh, Nm; μ – hệ số ma sát; p – áp suất trên bề mặt đĩa phanh, Pa; S – diện tích má phanh; r – bán kính phanh, m.

Kết hợp các tính toán về năng lượng hãm, thời gian, tốc độ, đặc điểm vật lý, có thể xác định được các thông số nhiệt để tính toán thiết kế cho phù hợp.

2.4 Sự tỏa nhiệt trong quá trình phanh

Khi phanh đĩa hoạt động, quá trình ma sát giữa má phanh và đĩa phanh là vô cùng phức tạp, do cấu trúc má phanh có vật liệu hữu cơ, tính chất vật lý của chúng thay đổi khi nhiệt độ và áp suất tăng lên. Sự phân bố nhiệt giữa đĩa phanh và má phanh chủ yếu phụ thuộc vào các đặc tính vật lý, trong đó có mật độ P [kg/m³], độ dẫn nhiệt k [W/m.°C] và độ hấp thụ nhiệt C [J/kg.°C] của của đĩa và chất liệu của má phanh. Tỷ lệ nhiệt lượng thoát ra khi có ma sát giữa đĩa và má phanh được thể hiện theo phương trình sau:

$$\frac{Q_d}{Q_m} = \sqrt{\frac{\rho_d k_d C_d}{\rho_m k_m C_m}} \tag{4}$$

Trong đó: d và m lần lượt là ký hiệu của đĩa phanh và má phanh.

3. Một số vấn đề của phanh đĩa

Nhiệt sinh ra do ma sát được tiêu tán chủ yếu vào má phanh và đĩa phanh, trong đó đĩa phanh thường hấp thụ đến 90% lượng nhiệt. Sự phân bố nhiệt độ không đồng đều thường xuyên có thể gây ra biến dạng đàn hồi nhiệt của đĩa. Thông thường, nó xảy ra trong trạng thái ổn định liên tục. Tuy nhiên nếu vào một thời điểm nào đó, quá trình trượt vượt quá ngưỡng cân bằng, cùng với sự thay đổi đột ngột của điều kiện tiếp xúc, trạng thái ổn định của hệ thống bị phá vỡ. Nhiệt do ma sát và áp lực khi phanh hình thành những vùng biến dạng cục bộ. Vùng biến dạng đó tạo ra các nhấp nhô có nhiệt độ và áp lực tiếp xúc tăng nhanh, biến dạng nhiệt phát triển không ổn định và để lại các

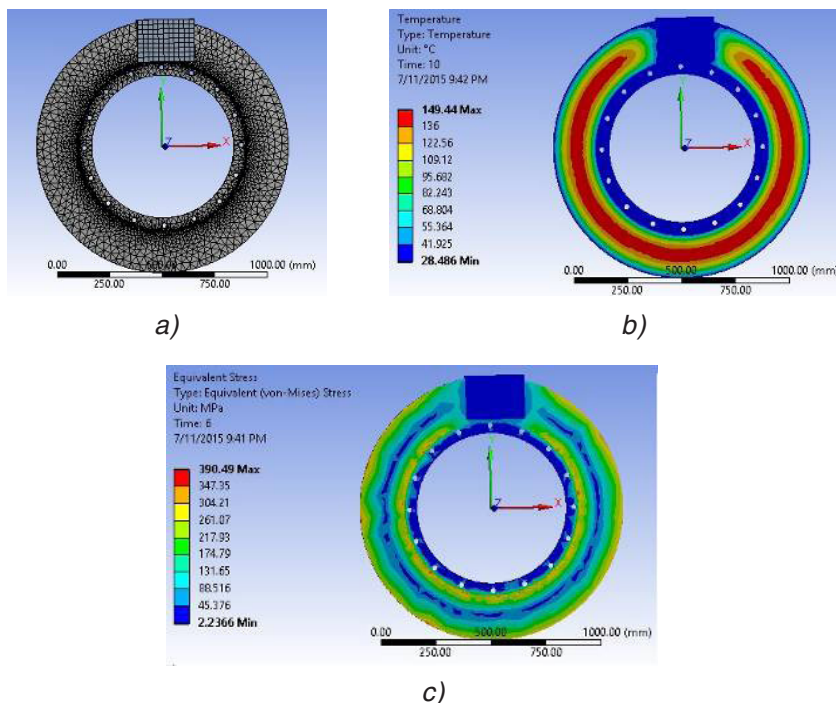
vết nứt nhiệt trên đĩa, gây suy giảm hiệu suất phanh. Ngoài ra, các nhấp nhô còn gây nên hiện tượng rung phanh. Hiện tượng này dễ xảy ra hơn khi đĩa có tần số vòng quay cao.

4. Mô phỏng quá trình phanh

Tác giả thực hiện mô phỏng quá trình phanh bằng phần mềm Ansys với một

số thông số đầu vào chính: $M = 14 \text{ kNm}$; $r = 0,51 \text{ m}$; số mặt phanh bằng 2; $\mu = 0,35$; thời gian phanh chạy không là 0,3 s; thời gian phanh từ 5 - 25 s.

Mô hình và kết quả tính toán phân bố nhiệt, ứng suất trên đĩa được mô tả trong hình 4.



Hình 4 - Mô phỏng quá trình nhiệt-ứng suất trong thiết kế: a) Mô hình lưới; b) Phân bố nhiệt trên đĩa sau $t = 5 \text{ s}$; c) Phân bố ứng suất

Mô phỏng quá trình phanh cho thấy nhiệt độ và ứng suất của hệ thống hoàn toàn phù hợp với các kết quả tính toán lý thuyết.

5. Kết luận

Thông qua việc ứng dụng phần mềm Ansys mô phỏng quá trình phanh của phanh đĩa có thể xác định được phân bố nhiệt và

ứng suất, cùng trạng thái làm việc của hệ thống trong lý thuyết, nâng cao độ tin cậy sản phẩm thiết kế, chế tạo. Tuy nhiên, phanh đĩa sử dụng trong các thiết bị vận tải mở hầm lò là những sản phẩm mới, để làm chủ công nghệ cần có các nghiên cứu, thí nghiệm chuyên sâu để khắc phục các nhược điểm và hoàn thiện sản phẩm.

TÀI LIỆU THAM KHẢO

1. Hibbeler R.C. *Mechanics of Materials*. Prentice Hall. 1994.
2. Thilak V.M., Krishnaraj Deepan R., Palani R. Transient Thermal and Structural Analysis of the Rotor Disc of Disc Brake. *International Journal of Scientific & Engineering Research*, Volume 2, Issue 8. August 2011.

MÔ PHÒNG LUỒNG KHÍ QUẠT PHUN SƯƠNG DẬP BỤI BẰNG PHẦN MỀM FDS

*ThS. Trần Đức Thọ, ThS. Bùi Tiến Sỹ, ThS. Nguyễn Đức Minh, ThS. Đào Trung Hiếu
Viện Cơ khí Năng lượng và mỏ - Vinacomin*

Tóm tắt: Bài báo mô tả kết quả tính toán lý thuyết và mô phỏng quá trình thổi khí trộn lẫn các hạt sương của quạt phun sương dập bụi bằng phần mềm FDS theo điều kiện khác nhau về cấu trúc lưới. Từ kết quả khảo nghiệm trên máy tính, lựa chọn tối ưu hóa tham số phân chia lưới mô phỏng. Các kết quả mô phỏng được so sánh với kết quả tính toán về sự suy giảm vận tốc của đường tâm luồng khí, từ đó xem xét khả năng ứng dụng mô phỏng bằng phần mềm cho quạt phun sương dập bụi.

Từ khóa: Quạt hướng trục, phun sương dập bụi, FDS.

1. Mở đầu

FDS (Fire Dynamics Simulator) được phát triển tại Viện Tiêu chuẩn và Công nghệ Quốc gia (NIST) - Hoa Kỳ, nhằm giải các phương trình Navier-Stokes, được xây dựng từ việc áp dụng định luật thứ hai của Newton cho chuyển động của dòng chất lỏng và khí, với giả định rằng, ứng suất trong chất lỏng là nhớt khuếch tán (tỷ lệ với gradient vận tốc) và áp suất để mô tả dòng chảy có nhớt. Theo phương pháp mô phỏng xoáy lớn (LES - Large Eddy Simulation), các xoáy trên quy mô kích thước nhỏ được giải quyết và ảnh hưởng xung quanh của các xoáy nhỏ là gần đúng. Mô hình toán học được sử dụng trong nghiên cứu này dựa trên phương trình Navier-Stokes, với khối lượng luôn được cân bằng, được tuân theo bởi phương trình liên tục. Dòng chảy được coi là ba chiều, hỗn loạn và đẳng nhiệt ở trạng thái ổn định, không tính đến ảnh hưởng của trường trọng lực.

Như sẽ được chứng minh dưới đây, kích thước mắt lưới cần khớp chính xác với dữ liệu thí nghiệm đối với quạt và ống thổi trong một ứng dụng thiết kế điển hình, chẳng hạn như khi thổi khu vực trống nào đó. Tác giả mô phỏng một luồng khí sau quạt thổi vào vùng tự do, với độ phân giải lưới tăng dần, nhằm xác nhận giải pháp FDS có hội tụ với dữ liệu thử nghiệm khi mắt lưới được tinh chỉnh.

2. Cơ sở nghiên cứu

Thiết bị phun sương dập bụi sử dụng quạt để thiết lập một luồng không khí mang theo các hạt sương, góp phần giảm hàm lượng bụi, cải thiện môi trường làm việc. Để nâng cao khả năng ứng dụng của thiết bị này trong các ngành công nghiệp, các công ty nước ngoài đầu tư vào nghiên cứu tối ưu hóa hệ thống quạt, hướng tới tăng hiệu suất của quạt, giúp cải thiện hiệu suất cho toàn bộ hệ thống.

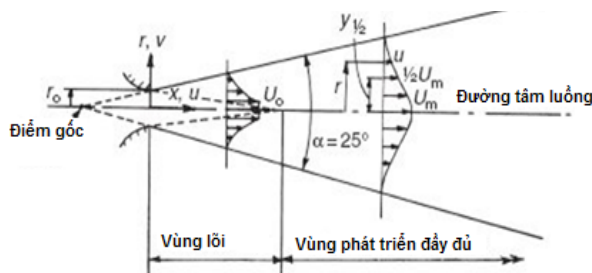
2.1 Quạt hướng trục

Một số nhà nghiên cứu đã đưa ra các vấn đề trong mô hình quạt như: v.d.Giesen [1] mô tả hai thí nghiệm và mô phỏng động lực học chất lỏng tính toán (CFD - Computational Fluid Dynamics) bằng phương pháp RANS (Reynolds Averaged Navier-Stokes) cung cấp một giải pháp tính trung bình theo thời gian duy nhất; cuốn sách của Awbi [2] là một nguồn cơ bản về dữ liệu thực nghiệm và phương trình phù hợp với các dữ liệu; sổ tay hướng dẫn của McGrattan [3] bao gồm tính toán quạt và tham chiếu các mối tương quan với dữ liệu thực nghiệm.

Hình ảnh quạt phun sương dập bụi do Viện Cơ khí Năng lượng và Mỏ - Vinacomin chế tạo được cho trong hình 1. Một luồng khí tự do thổi vào không gian, nơi không có vật cản ảnh hưởng luồng khí. Theo [2], luồng khí từ một ống tròn có thể được chia thành hai vùng (hình 2).



Hình 1 - Quạt máy phun sương dập bụi do Viện Cơ khí Năng lượng và Mỏ chế tạo



Hình 2 - Sơ đồ luồng khí ra từ một quạt hướng trục

- *Vùng lõi*: Là vùng nằm ngay phía đầu ra của ống thổi, nơi có sự pha trộn giữa luồng khí của quạt với vùng khí xung quanh một cách không hoàn toàn. Chiều dài của vùng lõi thường kéo dài 5 - 10 lần đường kính tương đương. Trong vùng này, vận tốc luồng khí ở đường tâm ít thay đổi và bằng vận tốc đầu ra của quạt;

- *Vùng phân rã đối xứng trục*: Là vùng bị chi phối bởi luồng khí hỗn loạn cao. Đối với quạt hướng trục, vùng này thường được gọi là vùng luồng khí phát triển đầy đủ, trong đó góc lan truyền của luồng khí là một hằng số có giá trị phụ thuộc vào dạng hình học của đầu ống thổi. Đây là vùng chiếm ưu thế đối với luồng khí từ ống có tỷ lệ tương quan thấp (vuông hoặc tròn), mở rộng đến khoảng 100 lần đường kính tương đương. Vận tốc luồng khí ở đường tâm giảm, tỷ lệ nghịch với khoảng cách từ miệng ống thổi. Theo [2, 3], phương trình thực nghiệm như sau:

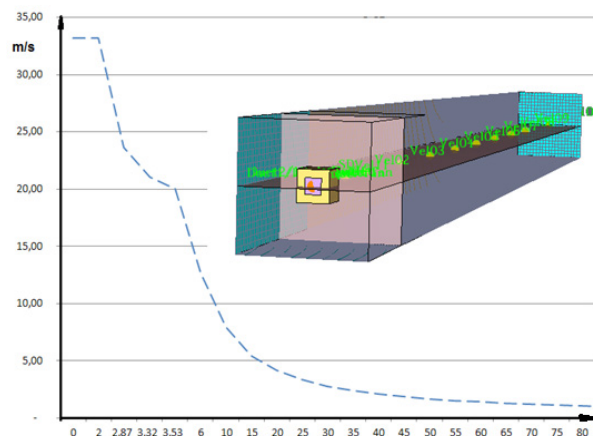
$$\frac{V_m(x)}{V_0} = \frac{0,48}{(ax/d_0) + 0,145} \quad (1)$$

Ở đây: $V_m(x)$ – vận tốc luồng khí ở đường tâm tại khoảng cách x ; V_0 – vận tốc tại vị trí cung

cấp; x – khoảng cách từ nguồn cung cấp; a – hằng số, $a = 0,076 \div 0,080$ đối với ống hình trụ; d_0 – đường kính lỗ ra.

2.2 Mô phỏng FDS quạt phun sương

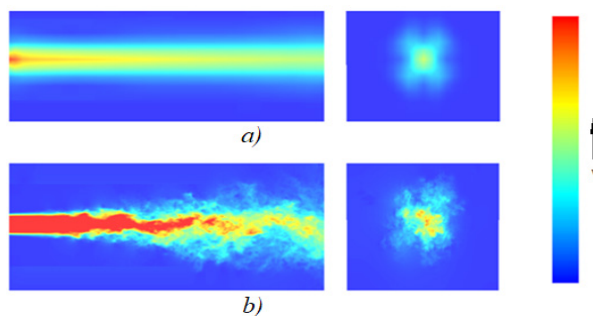
Tác giả thực hiện mô phỏng một quạt đẩy luồng khí vào vùng tự do sử dụng các mắt lưới khác nhau. Mô hình bao gồm một ống thổi đường kính 0,65 m, vận tốc luồng khí tại vị trí cung cấp ~30 m/s, tương tự như kích thước và hiệu suất của quạt. Hình 3 cho thấy mô hình quạt phun sương, với lưới có chiều dài 65 m, chiều cao và chiều rộng là 8 m, kèm theo đồ thị vận tốc luồng khí ở tâm theo tính toán lý thuyết.



Hình 3 - Mô hình quạt phun sương

2.3 Kết quả mô phỏng FDS quạt phun sương

Vì FDS là giải pháp mô phỏng xoáy lớn, kết quả thay đổi theo thời gian. Tất cả các mô hình được chạy trong 30s. Quá độ ban đầu hoàn thành trong 2s và tần số nhiễu loạn đủ cao để lấy trung bình các kết quả từ 2 - 30s, cho ra giá trị đại diện cho phép đo trạng thái ổn định.

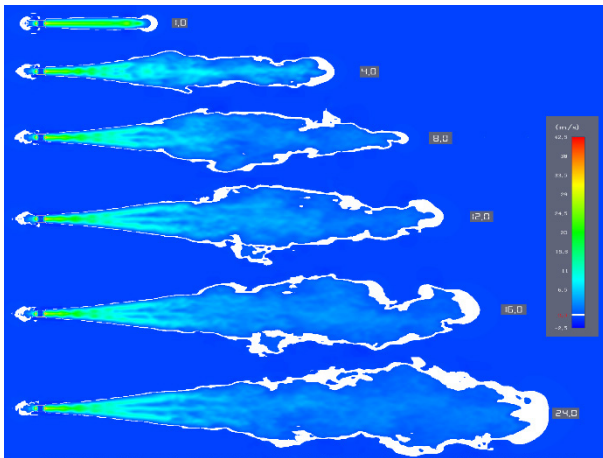


Hình 4 - Ảnh đồng tốc quạt phun sương:

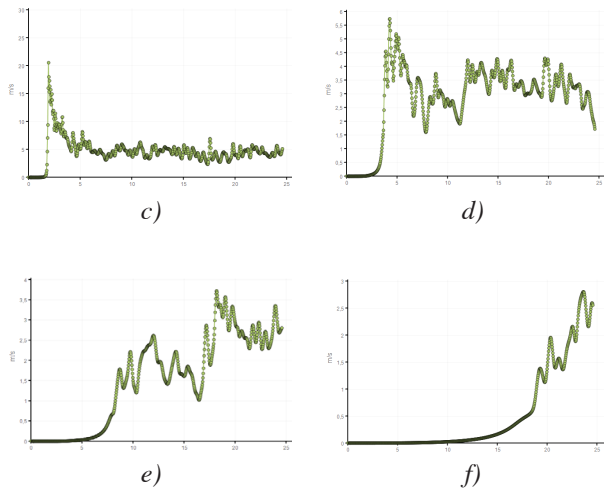
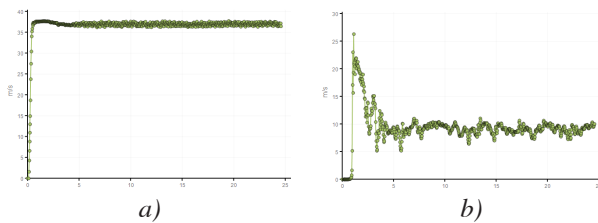
- a) Kích thước mắt lưới 125 mm;
- b) Kích thước mắt lưới 12,5 mm.

Để xác định ảnh hưởng của kích thước mắt lưới tác động đến mô phỏng, xét hai cặp ảnh đồng tốc trên mặt phẳng $Y = 0$ m (cột bên trái) và $X = 4$ m (cột bên phải) tại thời điểm $t = 5$ s (hình 4). Thước màu vận tốc luồng khí giới hạn từ 0 - 25 m/s, với giá trị lớn hơn 25 m/s có màu đỏ. Kết quả lưới mịn cho thấy sự phát triển của lớp cắt giống với thực tế hơn nhiều, trong khi kết quả lưới thô cho thấy sự nhiễu loạn tối thiểu.

Hình 5 là ảnh đồng tốc mô phỏng luồng khí của quạt phun sương với kích thước mắt lưới mịn bằng 1/20 đường kính đầu ra ống thổi (32,5 m). Quá trình mô phỏng được ghi lại trong khoảng thời gian 24 s, với vận tốc luồng khí ở đường tâm theo thời gian tại các vị trí khác nhau sau khi ra khỏi ống thổi được cho trong hình 6.



Hình 5 - Ảnh đồng tốc trích xuất từ phần mềm



Hình 6 - Đồ thị vận tốc luồng khí ở đường tâm theo thời gian tại các vị trí cách đầu ra ống thổi: a) 0 m; b) 10 m; c) 20 m; d) 30 m; e) 40 m; f) 50 m

3. Những vấn đề rút ra trong mô phỏng:

- Nếu sử dụng lưới có kích thước mắt lưới đủ nhỏ, FDS có thể mô phỏng chính xác luồng khí tự do. Nếu phân chia lưới quá thô, mô phỏng sẽ không bắt được sự hỗn loạn trong lớp cắt cuộn theo chất khí xung quanh và vận tốc ở đường tâm sẽ không phân rã như trong thực nghiệm. Lưới càng mịn, kết quả mô phỏng càng chính xác, tuy nhiên thời gian phân tích kéo dài;
- Vận tốc luồng khí ở đường tâm được mô phỏng phù hợp với tính toán lý thuyết;
- Có thể quan sát luồng khí theo quãng đường để thiết kế thời gian đảo hướng phù hợp;
- FDS có thể mô phỏng khá tốt cho một quạt thổi khí vào vùng tự do. Tuy nhiên, cần có thêm nhiều nghiên cứu thực hiện mô phỏng thay đổi các tham số môi trường để ứng dụng cho quạt phun sương dập bụi.

TÀI LIỆU THAM KHẢO

1. v.d.Giesen B.J.M., Penders S.H.A., Loomans M.G.L.C., Rutten P.G.S., Hensen J.L.M. Modelling and Simulation of a Jet Fan for Controlled Air Flow in Large Enclosures. *Environmental Modelling & Software*, 26 (2). 2011. PP. 191-200.
2. Awbi H.B. Ventilation of Buildings. 2003.
3. Baturin V.V. Fundamentals of Industrial Ventilation. Book. 3D, enl. ed. Translated by O.M. Blunn. Pergamon Press Oxford, New York. 1972.
4. McGrattan Kevin. Fire Dynamics Simulator Verification Guide Volume 2. Sixth Edition. National Institute of Standards and Technology (NIST), Gaithersburg, Maryland, USA. 2020.

ĐÁNH GIÁ HIỆU SUẤT CẮT CỦA COMBAI ĐÀO LÒ HẠNG NHẸ TẠI MỘT SỐ MỎ THAN HẦM LÒ VIỆT NAM

***TS. Đào Văn Canh - Đại học Mỏ - Địa chất Hà Nội
ThS. Phạm Tiến Vũ - Ban quản lý Đường sắt đô thị Hà Nội***

Tóm tắt: Việc áp dụng đào lò trong than, hỗn hợp than-đá và đá mềm bằng combai đào lò hạng nhẹ trong vài năm gần đây tại các mỏ than hầm lò Việt Nam là một xu thế tiến bộ. Việc đánh giá hiệu suất cắt phá đá của các máy này phục vụ cho đầu tư tiếp và hoàn thiện công nghệ là rất cần thiết. Trong bài báo này, các tác giả tổng hợp, phân tích và đưa ra các đánh giá về hiệu suất cắt phá đá, tiêu hao răng cắt và tỷ lệ phần trăm thời gian sử dụng máy hữu ích dựa trên một số địa điểm đã được áp dụng công nghệ đào lò bằng combai.

1. Đặt vấn đề

Từ một thiết bị chỉ dùng khai đào lộ thiên đến việc áp dụng chúng dưới ngầm; từ các combai có kết cấu đơn giản kiểu cổ điển đến việc phát triển chúng thành một thiết bị đa năng tích hợp nhiều thiết bị khác đi kèm; từ một thiết bị chuyên để khai đào trong than và đá mềm có độ cứng nhỏ trong một, hai thập kỷ gần, combai đã được áp dụng cả vào trong khai đào đá rắn cứng và rất cứng đến 140 MPa, thậm chí ở một vài máy còn lên tới trên 200 MPa. Đây là một bước ngoặt của công nghệ, việc áp dụng chúng trong ngành mỏ đã đem lại rất nhiều lợi ích về mặt kinh tế, môi trường, con người được thay thế bằng máy móc ở nhiều công đoạn làm việc nguy hiểm và độc hại. Ở một số công trình có tính chất đặc biệt như: Công trình hầm dưới thành phố nơi đông dân cư; công trình hầm ở những nơi có khu di tích lịch sử hoặc danh lam thắng cảnh; công trình hầm gần nơi nhạy cảm về chấn động; công trình hầm bí mật quân sự... thì combai tỏ ra ưu thế tuyệt đối so với đào hầm bằng công nghệ khoan-nổ mìn truyền thống. Trong thi công hầm dân dụng, công trình hầm mỏ... combai đào lò được rất nhiều người quan tâm.

Ở Việt Nam, những năm 70, combai đào lò đầu tiên PK-3 (Liên Xô cũ sản xuất) được đưa vào trong khai đào than, hỗn hợp than-đá và đá mềm (cường độ kháng nén $\sigma_n \leq 60$ MPa) tại mỏ than Vàng Danh và mỏ

than Thống Nhất. Giai đoạn tiếp theo, năm 1982, combai đào lò 4PU (công suất đầu cắt 22 kW) đã được áp dụng tại đường lò than +20, +62 và -20 vỉa H10 Cánh Đông, mỏ than Mông Dương. Trong giai đoạn áp dụng này, 4 máy combai 4PU đã đào được 2.000m lò than, hỗn hợp than-đá và đá mềm. Tốc độ tiến gương lò đã đạt giá trị cực đại 123 m/tháng (trong tiết diện lò là 8,4 m²) và tiêu hao răng cắt trung bình 0,3 răng/m lò. Từ 2003 đến nay, việc sử dụng combai đào lò hạng nhẹ (AM 50Z và AM 45) trong than, đá mềm đã trở nên rất phổ biến tại các công trình ngầm trong mỏ Việt Nam. Hầu hết trong số chúng có cùng xuất xứ là từ Remag S.A. của Ba Lan (máy AM 50Z), hai máy của Sandvik Voest-Alpine Bergtechnik – VAB (máy AM 45). Thông số kỹ thuật cơ bản của combai đào lò AM 50Z và AM 45 được cho trong bảng 1 và 2. Tổng số combai đào lò hiện có tại các mỏ than hầm lò Việt Nam tính đến tháng 5 năm 2010 là 16 máy (bảng 3). Các combai đào lò này đều có khả năng cắt đá có $\sigma_n \leq 60$ MPa. Trong điều kiện lò than, hiệu suất cắt của các combai đào lò là tốt, tiêu hao răng cắt phù hợp. Tuy nhiên, thực tế sử dụng cho thấy, trong quá trình đào lò, việc gặp vùng đất đá có độ kiên cố lớn là thường xuyên, với sự biến động phương, góc dốc của các lớp than, đá khác với dự kiến, hiệu quả cắt của combai đào lò bị suy giảm nghiêm trọng,

khả năng phá đá của combai giảm sút, tiêu hao răng cắt tăng cao. Do vậy, combai đào lò đã không thực hiện được vai trò của mình.

Là thiết bị hiện đại, vốn đầu tư cho một dây chuyền lớn, tuy nhiên, chưa có một thống kê, đánh giá cụ thể về hiệu suất cắt phá đá của combai đào lò nói riêng và hiệu quả đào lò nói chung trong giai đoạn hiện tại. Do vậy, yêu cầu cần phải có một nghiên cứu thực tiễn về hiệu suất cắt phá đá bằng combai đào lò trong các mỏ than hầm lò là rất cấp thiết.

Bảng 1 – Thông số kỹ thuật cơ bản của combai đào lò AM 50Z

TT	Các thông số kỹ thuật	Đơn vị	Khối lượng
1	Kích thước chung:		
-	Tổng chiều dài	mm	7.470
-	Chiều cao máy	mm	1.645
-	Chiều rộng cực đại khi đào	mm	3.000
2	Trọng lượng	tấn	≈ 27
3	Tiết diện đào	m ²	16,4
4	Áp lực nền	MPa	0,14
5	Đào trong than và đá với cường độ kháng nén	MPa	≤ 60

Bảng 2 – Thông số kỹ thuật cơ bản của combai đào lò AM 45

TT	Các thông số kỹ thuật	Đơn vị	Khối lượng
1	Kích thước chung:		
-	Tổng chiều dài	mm	7.725
-	Chiều cao máy	mm	1.300
-	Chiều cao tính cả phần cabin	mm	1.450
-	Chiều rộng cực đại khi đào	mm	3.000
2	Trọng lượng	tấn	≈ 23
3	Áp lực nền	MPa	0,14
4	Tiết diện đào	m ²	17
5	Đào trong than và đá với cường độ kháng nén	MPa	≤ 60

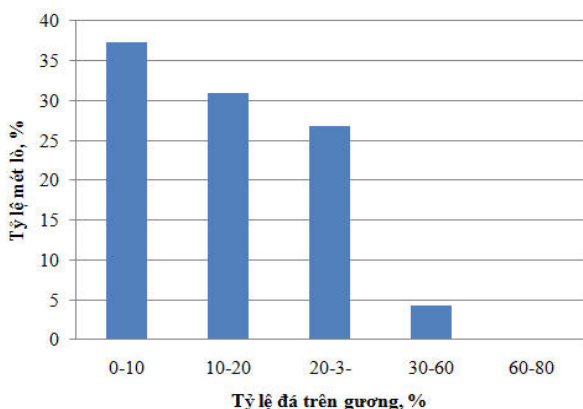
Bảng 3 – Các combai đào lò đang được áp dụng trong các mỏ than hầm lò Việt Nam

TT	Công ty/mỏ (xí nghiệp)	Slg. máy	Tên máy	Nhà sản xuất	Thời gian bắt đầu áp dụng
1	Mông Dương	01	AM 50Z	Remag S.A.	2003
		01	AM 50Z	Remag S.A	2004
2	Khe Châm	01	AM 50Z	Remag S.A	2005
3	Thống Nhất	01	AM 50Z	Remag S.A	2005
4	Dương Huy	01	AM 50Z	Remag S.A	2003
		01	AM 50Z	Remag S.A	2005
5	Hạ Long (Cẩm Thành)	01	AM 50Z	Remag S.A	2005
	Hạ Long (Thành Công)	01	AM 50Z	Remag S.A	2005
6	Vàng Danh	01	AM 50Z	Remag S.A	2004
7	Đông Vông	01	AM 45	VAB	2005
8	Hồng Thái	01	AM 50Z	Remag S.A	2005
9	Nam Mẫu	01	AM 50Z	Remag S.A	2005
10	Mạo Khê	01	AM 45	VAB	2005
11	Quang Hanh	01	AM 50Z	Remag S.A. -VMC	2006
12	Hà Lâm	01	AM 50Z	Remag S.A. -VMC	2007
13	Công ty 86 – TCT Đông Bắc	01	AM 50Z	Remag S.A. -VMC	2006
	Tổng số	16			

2. Kết quả áp dụng

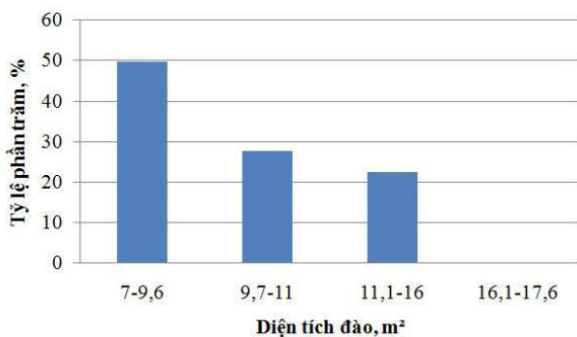
Đến thời điểm hiện tại, tất cả các dự án áp dụng đào lò bằng combai đã trải qua một thời kỳ sản xuất dài. Qua kết quả cập nhật thực tế cho thấy, việc áp dụng dây chuyền cơ giới hóa đào lò bằng combai tại các đường lò than là rất khó khăn. Tỷ lệ diện tích đá chiếm trong gương lò than dao động rất mạnh đến trên 30% diện tích toàn gương, trường hợp phải đi vào vách hoặc trụ đá là thường xuyên do biến động mạnh về phương vỉa.

Trong giai đoạn thử nghiệm ban đầu từ 2003 - 2005 tại TKV, diện tích đá trên gương nằm trong giới hạn từ 0 ÷ 10% chiếm 37,34%, giới hạn từ 10 ÷ 20 % chiếm 30,97% và 20 ÷ 30% chiếm 26,75% tổng số mét lò đào [2].



Hình 1 - Biểu đồ phân bố tỷ lệ đá trong gương đào lò than giai đoạn 2003 - 2005

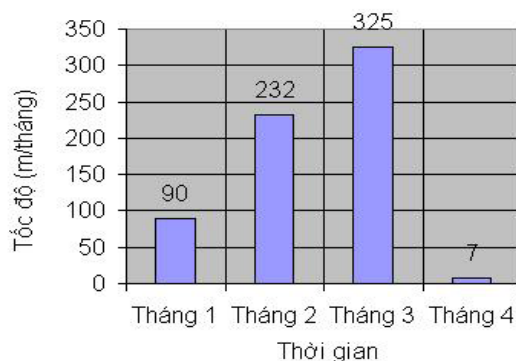
Về tiết diện các đường lò đào trong than sử dụng combai đào lò AM 45 và AM 50Z, phần lớn nằm trong giới hạn tiết diện từ 7,0 ÷ 9,6 m², chiếm 49,81%. Đây là các đường lò được huy động vào dự án theo kế hoạch sản xuất của các mỏ. Các đường lò đào bằng combai có tiết diện lớn hơn 16 m² hầu như không đáng kể (chiếm 0,24%). Đây là yếu tố không thuận lợi cho công tác đào lò và khai thác. Biểu đồ phân loại theo tiết diện đào lò than bằng combai đào lò ở giai đoạn 2003 - 2005 thể hiện trên hình 2 [2].



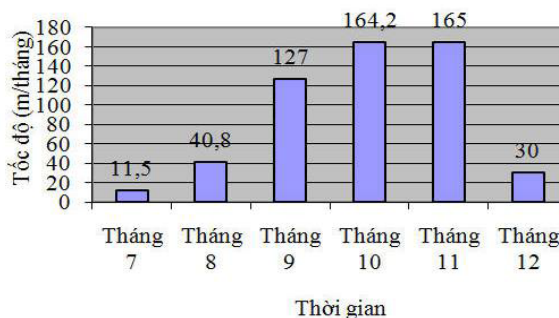
Hình 2 - Biểu đồ phân loại theo tiết diện đào của các đường lò trong than

Từ các số liệu điều tra ban đầu cho thấy, việc áp dụng combai vào đào trong các lò than là hợp lý. Các đường lò được lựa chọn có tiết diện phù hợp với dây chuyền đào bằng combai. Combai cắt trong gương than mềm, đồng nhất phù hợp hiệu lực máy. Tình trạng gập kẹp đá ít, các đá thường gập là sét kết, bột kết mềm.

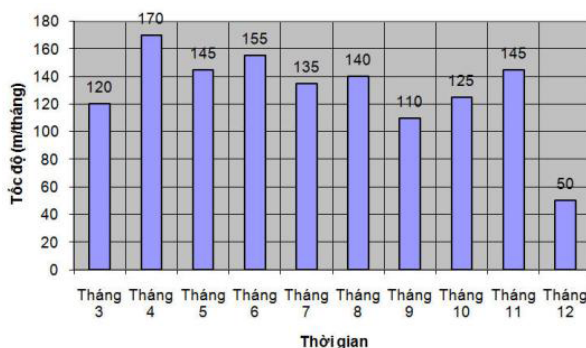
Tuy nhiên, sau giai đoạn 2003 - 2005, các diện đào thuận lợi ít dần, tình trạng combai phải cắt nhiều qua các lớp kẹp, thậm chí đi hẳn trong đá thường xuyên xuất hiện. Với đặc thù về sự phân bố không ổn định, combai phải cắt qua vùng đá cứng đến rất cứng dẫn đến sự giảm hiệu suất nghiêm trọng. Một số kết quả đào lò bằng combai được thể hiện trên các hình 3 - 9.



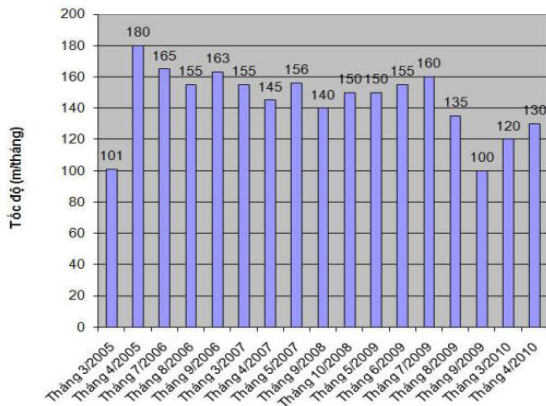
Hình 3 - Kết quả đào lò tại DV5 mức +260 TVD - Vàng Danh năm 2005



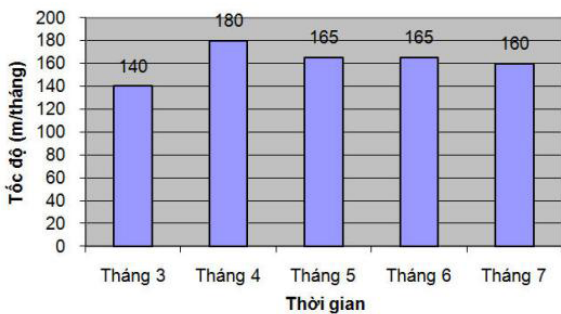
Hình 4 - Kết quả đào lò tại lò DV I12 Vũ Môn - Mông Dương năm 2003



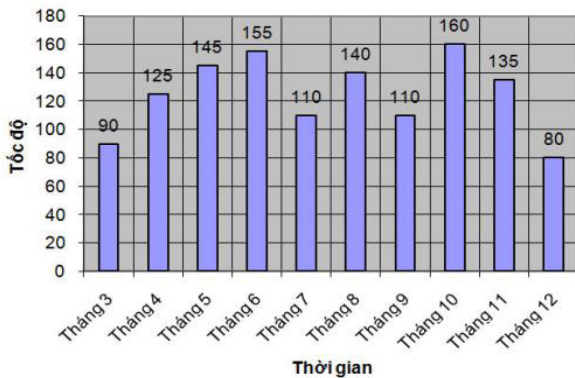
Hình 5 - Kết quả đào lò tại Đồng Vông năm 2006



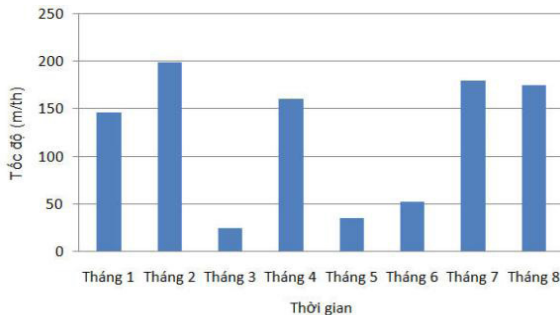
Hình 6 - Kết quả đào lò tại Khe Chàm



Hình 7 - Kết quả đào lò tại Thống Nhất năm 2005



Hình 8 - Kết quả đào lò tại Quang Hanh năm 2008



Hình 9 - Kết quả đào lò năm 2005 bằng combai tại Dương Huy

Hầu hết combai được áp dụng để đào các đường lò có hình dạng tường thẳng, vòm bán nguyệt, có diện tích từ 10,4 ÷ 13,2 m² với kết cấu chống là vì thép lòng máng, khoảng cách bước chống từ 0,5 ÷ 1,0 m. Tại những đường lò đào hoàn toàn trong than, với biện pháp thi công hợp lý, đã đẩy nhanh được tốc độ đào lò lên rất cao (325 m/tháng) so với tốc độ đào lò bằng phương pháp truyền thống (55 ÷ 80 m/tháng). Khi lò đào hoàn toàn trong than có độ cứng từ 10 ÷ 20 MPa, tốc độ đào lò trung bình đạt 150 ÷ 200 m/tháng (gấp 3 lần tốc độ đào lò bằng phương pháp khoan-nổ mìn truyền thống).

Do điều kiện vỉa than biến động bất thường, nhiều đường lò áp dụng combai đang đi trong than thì gặp các lớp kẹp với độ cứng của vật liệu rất lớn, hàm lượng thạch anh cao, dẫn đến tiêu hao răng cắt mạnh, gây hư hỏng đầu cắt. Một số trường hợp vỉa than bị mất và lò phải đào hoàn toàn trong đá bột kết có độ cứng từ trung bình đến 80 MPa, dẫn đến hiệu suất cắt bị giảm rất mạnh, răng cắt tiêu hao nhiều, máy thường bị hư hỏng và nhiều trường hợp phải đưa máy ra ngoài để thay thế bằng công nghệ khoan-nổ mìn.

Để đánh giá hiệu suất cắt, mức độ tiêu hao răng cắt và tỷ lệ % thời gian sử dụng máy hữu ích, các tác giả lựa chọn ba đường lò thuộc ba mỏ khác nhau, đó là:

- Lò dọc vỉa vận tải 13.2 Đông, mức -100 Khe Chàm có chiều dài 856 m, tiết diện đào của lò 10,4 m², chống giữ bằng vì chống thép lòng máng, bước chống 0,7 m/vì. Lò đào trong than có độ cứng dao động từ 10 ÷ 25 MPa. Trong quá trình đào, thường xuất hiện các kẹp đá loại sét kết có độ dày 4 ÷ 8 cm với độ cứng 27 MPa. Phần vách lò thường gặp đá bột kết có độ cứng 45 ÷ 50 MPa, phân lớp 12 ÷ 32 cm và tỉ lệ phần bột kết chiếm từ 30 ÷ 100 % diện tích gương;

- Lò dọc vỉa I12 Vũ Môn mức -97,5 Cánh Tây Mông Dương có chiều dài 508,5 m, tiết diện đào lò 13,2 m², chống giữ bằng thép lòng máng, bước chống 0,5 ÷ 0,7 m/vì. Lò

đào trong vỉa than dày 3 ÷ 4 m với độ cứng của than 12 ÷ 25 MPa. Vách lò có bột kết độ cứng 50 ÷ 70 MPa. Lò đào thường gặp các lớp kẹp có độ dày 10 ÷ 30 cm;

- Lò dọc vỉa -15 V13-1 khu Yên Ngựa Thống Nhất đào bằng combai với chiều dài lò 716 mét, tiết diện đào 13,4 m², chống giữ bằng thép lồng máng, bước chống 0,5 ÷ 0,7 m/vì. Lò đào trong than có độ cứng 15 ÷ 25 MPa, vỉa dày 4 ÷ 6 m. Tỷ lệ gặp đá trên dọc tuyến là rất nhỏ.

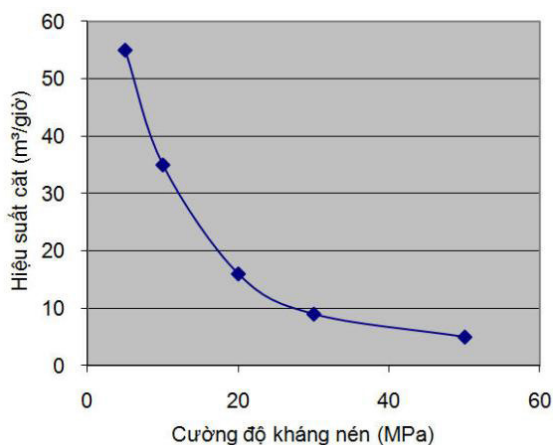
3. Đánh giá hiệu suất cắt

3.1 Hiệu suất cắt theo độ cứng của vật liệu

Thông qua việc theo dõi thống kê tại ba địa điểm áp dụng combai đào lò trên (bảng 4), các tác giả xây dựng được mối quan hệ giữa hiệu suất cắt của combai đào lò AM 50Z và độ cứng của vật liệu cắt cụ thể như hình 10.

Bảng 4 – Bảng thống kê hiệu suất cắt của combai đào lò theo độ cứng vật liệu

Độ bền của vật liệu cắt (MPa)	5	9	16	35	55
Hiệu suất cắt (m ³ /giờ)	50	30	20	10	5



Hình 10 - Hiệu suất cắt thực tế của combai đào lò AM 50Z theo cường độ kháng nén vật liệu

Hình 10 cho thấy, hiệu suất đào lò bị ảnh hưởng rất mạnh khi cường độ kháng nén của vật cắt tăng lên: Khi lò đào hoàn toàn

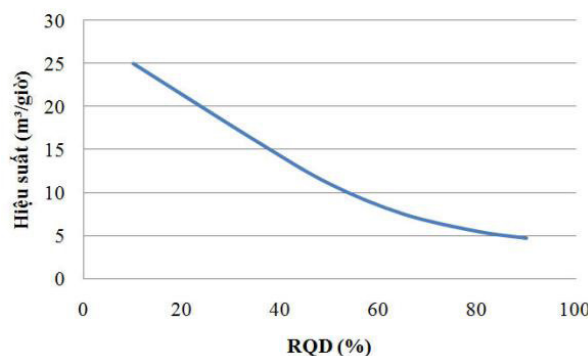
trong đá có độ cứng 50 MPa, hiệu suất cắt chỉ còn dưới 5 m³/h; khi lò đi hoàn toàn trong than, hiệu suất cắt của combai rất cao, đến 40 m³/h.

3.2 Hiệu suất cắt theo mức độ nứt nẻ của than, đá

Hiệu suất cắt của combai đào lò phụ thuộc rất nhiều vào mức độ nứt nẻ trên gương. Nó tỷ lệ thuận với mức độ nứt nẻ của khối cắt (than, đá), nghĩa là, khi mức độ nứt nẻ càng tăng, thì hiệu suất cắt càng tăng. Bằng việc theo dõi thống kê tại ba địa điểm trên trên một loại đá bột kết với cường độ kháng nén đơn trục 50 MPa, mức độ nứt nẻ được xác định theo phương pháp RQD (bảng 5), các tác giả đưa ra mối quan hệ giữa RQD và hiệu suất cắt tại hình 11.

Bảng 5 - Bảng thống kê hiệu suất cắt của combai đào lò theo RQD

RQD (%)	10	35	50	65	80	100
Hiệu suất cắt (m ³ /h)	20	16	11	7,5	5,5	4,7



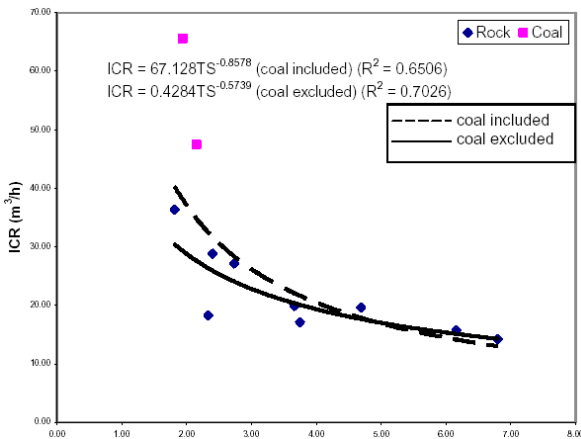
Hình 11 - Hiệu suất cắt thực tế của combai đào lò theo RQD

3.3 Hiệu suất cắt theo cường độ kháng kéo

Đối với combai đào lò được thiết kế với răng cắt làm việc theo kiểu cắt góc thì thông số cường độ kháng kéo σ_k của vật liệu cắt rất quan trọng. Tỷ số σ_n/σ_k phản ánh tính chất giòn hay dai của vật liệu. Khi tỷ số σ_n/σ_k giảm, tức là độ dai của vật liệu tăng, mức độ khó cắt cũng tăng theo. Ở các mỏ than hầm lò Việt Nam, tỷ số này dao động tùy theo từng khu vực. Tại khu vực Uông Bí, theo điều tra của Viện Khoa học Công nghệ

Mỏ - Vinacomin kết hợp với JCOAL, tỷ số σ_n/σ_k khá nhỏ, vào khoảng 8 ÷ 9. Giá trị này đôi lúc cũng gặp tại một số địa điểm thuộc Khe Chàm. Khu vực Cẩm Phả nói chung có tỷ số σ_n/σ_k khá cao, mức độ dai của vật liệu đá cũng nhỏ.

Mô hình phá huỷ đá dưới tác động của công cụ cắt sử dụng khả năng chống cắt của đá đã được đề xuất trong một số nghiên cứu của McFeat-Smith (1997), mô hình của Evan (1962) cho than. Kết quả, xem độ bền kéo như một tiêu chuẩn chính đã được công nhận một cách rộng rãi hơn cho việc dự đoán lực cắt đối với các vật liệu giòn [6]. Roxborough (1977) đã cho rằng sự sửa đổi trong giả thuyết của Evan có thể áp dụng thành công để dự đoán lực cắt trong một số loại đá. Cách tiếp cận này không mang lại sự hoàn thiện về đặc tính cắt đá của máy nếu chỉ dựa trên những đặc tính về độ bền kéo và dạng hình học của răng cắt. Hình 12 thể hiện sự phụ thuộc của tốc độ cắt tức thời của máy (ICR) vào độ bền kéo (thực hiện ở mỏ Cayirhan - Thổ Nhĩ Kỳ) [6]. Kết quả cho thấy, ICR tỉ lệ nghịch với σ_k , mặc dù có thể dự báo ICR từ σ_k , nhưng nếu chỉ sử dụng σ_k thì độ chính xác không cao.



Hình 12 - Sự phụ thuộc của tốc độ cắt tức thời (ICR) vào độ bền kéo (σ_k) của đá [6]

3.4 Hiệu suất cắt theo năng lượng riêng

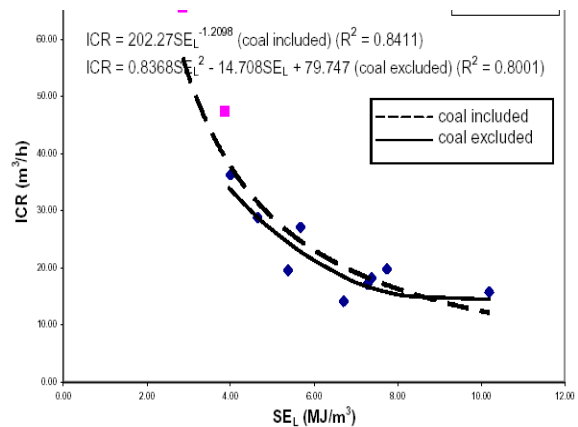
Năng lượng riêng (SE_L) là năng lượng cần thiết để phá vỡ một thể tích đơn vị đá

dùng combai đào lò (kJ/m³; kWh/m³). SE_L được tính toán trong phòng thí nghiệm hoặc tại hiện trường. Theo kết quả nghiên cứu [6], ICR của combai quan hệ với SE_L để phá đá như hình 13.

Ngoài ra, theo kết quả nghiên cứu của Nul Bilgin & Cemal Balci, ICR tỉ lệ thuận với công suất của đầu cắt P và tỉ lệ nghịch với SE_L :

$$ICR = k \frac{P}{SE_{L_t}} \quad (1)$$

Trong đó: k = 0,4 – hệ số chuyển đổi năng lượng; P – công suất đầu cắt, kW; SE_{L_t} – năng lượng riêng tối ưu, kWh/m³ (năng lượng nhỏ nhất khi khoảng cách các răng cắt và độ sâu cắt hợp lý).



Hình 13 - Sự phụ thuộc của tốc độ cắt tức thời (ICR) vào năng lượng riêng SE_L [6]

SE_{L_t} hiện chưa được sử dụng trong đánh giá các chỉ tiêu địa cơ học ở Việt Nam bởi các khó khăn về phòng thí nghiệm tiêu chuẩn và việc áp dụng combai đào lò cũng mới chỉ ở giai đoạn ban đầu. Vì vậy, thông số này chỉ được đề cập để tham khảo thêm.

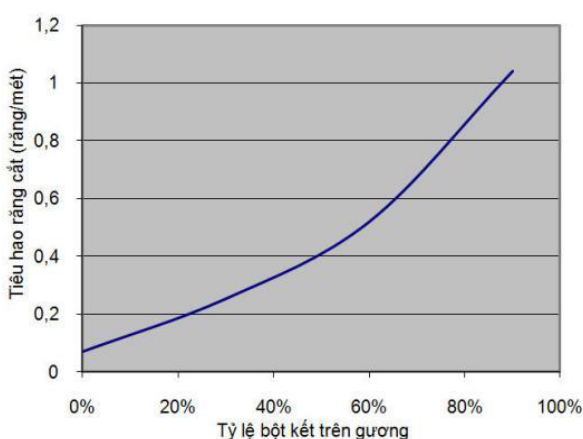
4. Đánh giá về tiêu hao răng cắt

Cũng tại ba địa điểm trên, thông qua kết quả thống kê (bảng 6), các tác giả xây dựng lên mối quan hệ giữa tỷ lệ phần trăm diện tích đá bột kết có cường độ kháng nén 50 MPa (tỷ số cường độ kháng nén trên cường độ kháng nén từ 6,8 ÷ 7,9) và tiêu hao răng cắt (BCR).

Bảng 6 - Bảng thống kê tiêu hao răng cắt theo % diện tích bột kết trên gương

Diện tích bột kết trên gương (%)	0	30	60	90	100
BCR (răng/m)	0,07	0,253	0,52	1,04	1,25

Khi lò đào trong than, mức tiêu hao răng cắt trung bình từ 0,1 ÷ 0,2 răng/m. Theo số liệu thực nghiệm tại lò, BCR tăng mạnh khi cường độ kháng nén của vật liệu cắt tăng cao.



Hình 14 - Mối quan hệ thực tế giữa mức tiêu hao răng cắt và % bột kết trên gương

Mối quan hệ trên thể hiện rất rõ mức độ tiêu hao răng cắt bị ảnh hưởng rất mạnh khi tỷ lệ phần trăm diện tích đá tại lò than tăng lên. Trên biểu đồ hình 14 mới chỉ thể hiện mức độ tiêu hao răng cắt theo tỷ lệ phần trăm diện tích bột kết trong lò than. Tại các đường lò gặp kẹp đá hoặc trụ, vách là cát kết với cường độ kháng nén và chỉ số mài mòn cao hơn nhiều thì mức độ tiêu hao răng cắt là rất lớn.

5. Đánh giá về tỷ lệ % thời gian sử dụng máy hữu ích

Tỷ lệ % thời gian sử dụng máy hữu ích là tỷ lệ % của thời gian sử dụng máy để đào trực tiếp đường lò so với tổng thời gian thi công hoặc là tỷ lệ % thời gian sử dụng máy trực tiếp để đào trong một ca so với tổng thời gian một ca.

Qua theo dõi, tổng hợp từ thực tế cho thấy, tỷ lệ % thời gian sử dụng máy hữu ích khi sử dụng combai đào lò trong một số mỏ than hầm lò Việt Nam là thấp (chỉ đạt 40 đến 60%). Kết quả theo dõi bám giờ tại các vị trí đường lò được lựa chọn khảo sát cho thấy, tỷ lệ này thấp hơn rất nhiều so với các công trình tại Anh, Đức, Ba Lan và Nga. Việc để máy chạy không tải trong thời gian dài dẫn đến tiêu hao năng lượng lớn, nước làm mát và đập bụi tại đầu cắt xả ra đường lò nhiều một cách vô ích. Hơn nữa, nó gây ra tình trạng ứ đọng đường lò, gây yếu nền lò, đặc biệt là trong lò than. Trong một số trường hợp, combai đào lò đã bị sa lầy và cần nhiều thời gian và chi phí cho việc khắc phục.

6. Kết luận

Thông qua các kết quả nghiên cứu tài liệu nước ngoài, kết hợp với các kết quả nghiên cứu đào lò bằng combai AM 50Z và AM 45 tại một số mỏ than hầm lò nói chung và cụ thể tại ba địa điểm được lựa chọn cho thấy:

- Độ lớn của cường độ than, đá tỷ lệ nghịch với hiệu suất cắt của combai. Combai hoạt động rất hiệu quả trong phạm vi than, đá có cường độ kháng nén dưới 20 MPa (hiệu suất cắt đạt 40 ÷ 50 m³/h). Khi cường độ kháng nén của than, đá dao động trong khoảng 20 ÷ 50 MPa, hiệu suất cắt của combai bị giảm khá mạnh (hiệu suất cắt đạt 8 ÷ 15 m³/h). Ở tiệm cận giới hạn cắt lớn nhất của combai thì hiệu suất cắt rất kém (dưới 5 m³/h);

- Mức độ nứt nẻ, phân lớp của than, đá tỷ lệ thuận với hiệu suất cắt. Khi mức độ nứt nẻ, phân lớp tăng thì hiệu suất cắt cũng tăng theo. Với việc sử dụng RQD để đánh giá thì hiệu suất cắt tỷ lệ nghịch với RQD;

- Cường độ kháng kéo của than, đá tỷ lệ nghịch với hiệu suất cắt của combai đào lò. Tỷ lệ giữa cường độ kháng nén trên cường độ kháng kéo càng nhỏ thì mức độ khó cắt càng cao;

- Năng lượng cắt riêng của than, đá càng lớn thì mức độ khó cắt càng lớn, đồng nghĩa với hiệu suất cắt giảm;

- Mức độ tiêu hao răng cắt phụ thuộc vào nhiều yếu tố như hàm lượng thạch anh, đặc tính xấp xếp của các hạt vật liệu tạo đá và cường độ kháng nén của vật liệu. Khi combai đào lò hoạt động trong lò than với cường độ kháng nén của than từ 10 ÷ 20 MPa thì mức độ tiêu hao răng cắt rất nhỏ 0,07 răng/m dài đường lò (tính cho các loại tiết diện được lựa chọn). Khi gương lò có từ 30 ÷ 60 % diện

tích là bột kết 50 MPa so với tổng diện tích lò than thì tiêu hao răng cắt dao động từ 0,253 ÷ 0,52 răng/m lò; từ 90 ÷ 100 % diện tích là bột kết thì mức tiêu hao răng cắt vượt lên rất lớn từ 1,04 ÷ 1,25 răng/m lò;

- Tỷ lệ % thời gian sử dụng máy hữu ích tại các công trình áp dụng combai đào lò trong các mỏ than hầm lò là rất thấp (chỉ đạt 40 ÷ 60 %). Điều này dẫn đến tiêu hao nhiên liệu, gây các ảnh hưởng xấu khác đến việc thi công và làm tăng thời gian và chi phí thi công công trình.

TÀI LIỆU THAM KHẢO

- Đào Văn Canh và n.n.k.** Báo cáo sơ kết đề tài “Nghiên cứu điều kiện và khả năng cơ giới hóa đào lò bằng ở các mỏ than Quảng Ninh”. Phần sử dụng máy combai 4PU. *Viện Nghiên cứu Khoa học Kỹ thuật Mỏ*. 1985.
- Phùng Mạnh Đắc và n.n.k.** Báo cáo tổng kết đề tài “Nghiên cứu các giải pháp khoa học và công nghệ nhằm huy động tổng hợp tài nguyên phục vụ chiến lược phát triển phát triển bền vững trong khai thác và sử dụng than ở Việt Nam”. 2006.
- Phạm Tiến Vũ.** Đánh giá hiệu suất cắt phá đá của combai đào lò tại một số mỏ than hầm lò Việt Nam. *Luận văn thạc sĩ kỹ thuật, Đại học Mỏ - Địa chất Hà Nội*. 2010.
- Đào Văn Canh, Phạm Tiến Vũ.** Nghiên cứu áp dụng combai để đào các đường lò đá tương đối vững chắc tại các mỏ than hầm lò Việt Nam. *Tuyển tập báo cáo hội nghị Khoa học lần thứ 17 - Quyển 1 Các Khoa học về Mỏ và Kinh tế Quản trị Kinh doanh, Đại học Mỏ - Địa chất Hà Nội*. 20/10/2006. Tr. 127-132.
- Đào Văn Canh, Phạm Tiến Vũ.** Nghiên cứu ảnh hưởng của điều kiện địa cơ học đường lò đến hiệu suất, tiêu hao răng cắt của combai đào lò trong đá rắn cứng - một số đề xuất. *Tuyển tập báo cáo Hội nghị Khoa học Cơ học đá - môi trường rời toàn quốc lần thứ V. Hà Nội: NXB Xây dựng*. 11/2006. Tr. 12-26.
- Serhat Keleş.** Cutting Performance Assessment of a Medium Weight Roadheader at Cayirhan Coal Mine. *Master of Sciences Thesis, Middle East Technical University, Istanbul, Turkey*.

CÔNG TÁC QUẢN LÝ VẬT TƯ THUỘC CÁC DỰ ÁN EPC TRUNG QUỐC TẠI CÁC NHÀ MÁY NHIỆT ĐIỆN Ở NƯỚC NGOÀI VÀ BÀI HỌC KINH NGHIỆM CHO VIỆT NAM

NCS. Bạch Dương, GS.TS. Zhou Zhi Qiang - Đại học Kỹ thuật Công trình Liêu Ninh Trung Quốc

Tóm tắt: Hiện nay, Trung Quốc đang đẩy mạnh chiến lược “tiến ra toàn cầu” và thực hiện chiến lược “một vành đai, một con đường”. Đi cùng với những chiến lược này, Trung Quốc đang tăng cường tham gia và thực tế đã tham gia xây dựng nhiều dự án nhà máy nhiệt điện ở nước ngoài, trong đó có các nhà máy ở Việt Nam như: 03 dự án BOT Vĩnh Tân 1, Vũng Áng 2, Vĩnh Tân 3; các dự án không phải với tư cách chủ đầu tư như Thăng Long, Hải Dương, Cẩm Phả 3, Mạo Khê... Theo thống kê, việc sử dụng phương thức EPC để tiến hành xây dựng dự án đã trở thành phương thức kinh doanh quan trọng nhất đối với hoạt động xây dựng nhà máy nhiệt điện ở nước ngoài của các công ty Trung Quốc. Trong phương thức này, tổng thầu Trung Quốc chịu trách nhiệm chính về toàn bộ quá trình trong việc thiết kế, mua sắm và xây dựng công trình. Căn cứ theo số liệu liên quan, nguồn cung cấp vật tư chiếm từ 60 - 75% giá trị hợp đồng

của các dự án tổng thầu EPC và việc quản lý vật tư có ảnh hưởng rất lớn đến hiệu quả, chất lượng và thời gian thực hiện dự án. Do đó, hạng mục quản lý vật tư dự án đóng một vai trò quan trọng trong các dự án EPC nhà máy nhiệt điện than ở nước ngoài. Đây là vấn đề cần quan tâm của không chỉ các nhà thầu EPC Trung Quốc mà còn là vấn đề cần hết sức quan tâm đối với các chủ đầu tư. Bài báo này đi sâu tìm hiểu về công tác quản lý vật tư các dự án EPC nhà máy nhiệt điện của Trung Quốc ở nước ngoài, cung cấp tài liệu làm cơ sở tham khảo cho công ty xây dựng các nhà thầu EPC của Việt Nam trong việc quản lý vật tư ở các dự án, các công trình xây dựng trong nước. Đồng thời cũng cung cấp cho các chủ đầu tư Việt Nam những thông tin bổ ích đáng tham khảo trong quá trình xây dựng dự án có tổng thầu EPC là nhà thầu nước ngoài.

Từ khóa: Dự án EPC, nhà máy nhiệt điện, quản lý dự án.



Hình 1 - Công ty Nhiệt điện Đông Triều - TKV (nguồn: tapchicongthuong.vn)

1. Vai trò quản lý vật tư trong các dự án EPC

Đối với dự án nhà máy điện tại Trung Quốc, nhà thầu EPC Trung Quốc chịu trách nhiệm mua sắm thiết bị và vật tư nhập khẩu, nhà thầu phụ thi công chịu trách nhiệm mua sắm các vật tư rời còn lại. Trong khi với các dự án EPC ở nước ngoài, các thiết bị, vật tư rời do tổng thầu Trung Quốc mua sắm, nhà thầu phụ thi công của các nước sở tại chỉ chịu trách nhiệm mua sắm vật tư xây dựng sẵn có trong nước cho dự án. Chi phí mua sắm vật tư của hầu hết các dự án nhà máy nhiệt điện chiếm trên 50% tổng chi phí hợp đồng, do đó, quản lý vật tư là vô cùng quan trọng đối với việc xây dựng các nhà máy nhiệt điện, đặc biệt phức tạp ở những nơi tương đối khan hiếm về nguồn lực.

Quản lý vật tư có hiệu quả có thể giảm thiểu chi phí dự án, đảm bảo tiến độ và chất lượng xây dựng công trình, thu được lợi nhuận dự án lớn hơn và nâng cao uy tín của các nhà thầu EPC.

2. Vấn đề tồn tại trong quản lý vật tư của các dự án do tổng thầu EPC Trung Quốc tham gia xây dựng ở nước ngoài

Hiện nay, công tác quản lý vật tư của các dự án EPC do nhà thầu Trung Quốc tham gia xây dựng ở nước ngoài còn tồn tại rất nhiều bất cập, chủ yếu ở các mặt sau:

1) Thiếu nhân lực quản lý có kinh nghiệm: Quản lý vật tư công trình, dự án ở nước ngoài liên quan đến nhiều lĩnh vực, nhân viên quản lý vật tư đồng thời phải có năng lực chuyên môn về thương mại quốc tế, hậu cần, thuế và ngoại ngữ... Họ cũng cần phải có kinh nghiệm phong phú trong quản lý vật tư kỹ thuật nhà máy nhiệt điện. Việc hình thành những nhân lực quản lý như vậy không phải chỉ trong một sớm một chiều. Hiện nay, các nhà thầu Trung Quốc cũng chú trọng đào tạo cho đội ngũ quản lý vật tư bằng nhiều hình thức như: Dùng người có kinh nghiệm, kèm cặp người mới, tăng cường đào tạo kiến thức chuyên môn, tổ chức học tập kinh nghiệm các công trình

tương tự, song có thể nói nhân lực quản lý nói chung và quản lý vật tư công trình nói riêng còn thiếu và yếu.

2) Chế độ quản lý vật tư không hoàn chỉnh: Trước hết, trong cơ chế quản lý nội bộ, vẫn còn tồn tại tình trạng quản lý vật tư, thiết bị đối ứng không rõ ràng, phân công trách nhiệm giữa các bộ phận vẫn còn chưa hợp lý, chưa rõ vị trí công tác phụ trách công việc. Thứ 2, việc triển khai công tác quản lý, tư vấn đầu tư mua sắm vật tư, thiết bị và vật tư liên quan còn kém, kế hoạch mua sắm không hợp lý... Thứ ba, việc kiểm tra, nghiệm thu vật tư, thiết bị của các dự án chưa được kiểm soát chặt chẽ.

Từ hạn chế của tổng thầu EPC, gợi ý chủ đầu tư trong quá trình đàm phán với nhà thầu cần yêu cầu họ xây dựng và trình thông qua quy chế quản lý vật tư. Việc làm này có thể nâng cao hiệu quả công tác quản lý vật tư và thúc đẩy tiến trình xây dựng nhà máy điện đạt hiệu quả.

3) Kế hoạch quản lý vật tư chưa toàn diện: Trong quá trình thực hiện dự án, không xây dựng quy định, kế hoạch quản lý vật tư chặt chẽ và kỹ lưỡng. Việc mua sắm thiết bị vật tư dự án EPC ở nước ngoài của Trung Quốc tồn tại rất nhiều khó khăn trong các phương thức giao dịch mua bán, giá cả, vận chuyển, luật pháp quy định... Khi kê khai nhu cầu nguyên vật liệu vật tư không chính xác, số lượng yêu cầu thường chênh lệch nhiều so với nhu cầu thực tế, dẫn đến tồn đọng hoặc thiếu nguyên vật liệu. Phương án quản lý vật tư đã không xem xét đầy đủ đến các yêu cầu kỹ thuật công trình của dự án, tỷ lệ vật tư đủ tiêu chuẩn trong quá trình sử dụng thấp, ảnh hưởng đến chất lượng và tiến độ công trình.

Nhìn từ hạn chế này, các chủ đầu tư nhà máy nhiệt điện có thể nhận thấy rằng, một kế hoạch quản lý vật tư dự án hợp lý và đầy đủ là chìa khóa để đảm bảo tiến độ và kiểm soát chi phí, từ đó có yêu cầu chính xác, chặt chẽ đối với nhà thầu trong vấn đề này.

3. Một vài kinh nghiệm đối với chủ đầu tư nhà máy nhiệt điện tại Việt Nam

3.1. Yêu cầu cung cấp nhân lực quản lý vật tư có kinh nghiệm

Trước hết, các chủ đầu tư trong nước phải nhận thức được đầy đủ tầm quan trọng của công tác quản lý vật tư trong các dự án mà nhà thầu EPC là nhà thầu nước ngoài. Đồng thời ý thức được rằng công tác quản lý vật tư là khâu then chốt để kiểm soát, nâng cao hiệu quả cho giai đoạn xây dựng dự án, đảm bảo thời gian và chất lượng, từ đó yêu cầu nhà thầu cung cấp nhân lực quản lý vật tư chuyên nghiệp, có kinh nghiệm. Tuyệt đối, không được xem nhẹ vấn đề nhân lực quản lý vật tư mà chỉ chú trọng đến các công trình sự, nhân lực kỹ thuật công nghệ.

3.2. Yêu cầu nhà thầu EPC hoàn thiện chế độ quản lý vật tư nội bộ chặt chẽ

Hoàn thiện chế độ quản lý vật tư và quy phạm tổ chức quản lý là những vấn đề cần được giải quyết trong quá trình quản lý vật tư của các dự án EPC. Tất cả các khâu trong toàn bộ quy trình mua sắm, đóng gói, vận chuyển, lưu kho, thông quan, bốc dỡ, bảo trì, phát hành, sử dụng và tái chế đều có sự phân công lao động rõ ràng, trách

nhiệm cho từng cá nhân, kiểm định cho mọi cấp độ. Đồng thời, hoàn thiện xây dựng nền tảng và hệ thống quản lý thông tin, tăng cường công tác kiểm soát mọi mặt của công tác quản lý vật tư, không ngừng cải thiện môi trường bảo quản để tránh vấn đề mất mát, hư hỏng vật tư, thiết bị, đảm bảo cung ứng kịp thời vật tư có chất lượng trong quá trình thực hiện dự án.

4 Kết luận

Nhân lực về quản lý vật tư tại các gói thầu EPC do Trung Quốc thực hiện ở nước ngoài hiện còn rất thiếu về số lượng, yếu về năng lực. Ngoài ra, một số các tổng thầu EPC cũng chưa thực sự quan tâm đúng mức và đề cao kiểm soát chặt chẽ việc quản lý vật tư kỹ thuật của dự án.

Đối với các chủ đầu tư nhà máy nhiệt điện trong nước cần nắm rõ thực tế này để có những lựa chọn, ứng xử một cách phù hợp trong khi đề ra các yêu cầu để lựa chọn nhà thầu, cũng như trong quá trình tiến hành thực hiện các gói thầu. Một sự phối hợp tốt trong vấn đề kiểm soát chặt chẽ vật tư kỹ thuật của dự án sẽ đảm bảo quá trình xây dựng và vận hành dự án diễn ra thuận lợi, đảm bảo chất lượng và tiến độ công trình, mang lại hiệu quả cho các bên liên quan.

TÀI LIỆU THAM KHẢO

1. Quyết định số 428/QĐ-TTg ngày 18/3/2016 của Thủ tướng Chính phủ về việc Phê duyệt điều chỉnh quy hoạch phát triển điện lực Quốc gia giai đoạn 2011 - 2020 có xét đến năm 2030.
2. <https://taichinhdoanhnghep.net.vn/nha-thau-trung-quoc-o-at-nop-ho-so-du-thau-cac-du-an-nhiet-dien-viet-nam-d14182.html>.
3. <https://dantri.com.vn/kinh-doanh/nha-dau-tu-trung-quoc-lam-bao-nhieu-du-an-nhiet-dien-o-viet-nam-20180713063056359.htm>.
4. 陈勇强, 张水波. 国际工程索赔[M]. 北京: 中国建筑工业出版社. 2008.
5. 袁华之. 建设工程索赔与反索赔[M]. 北京: 法律出版社. 2008.
6. 徐涛, 王红娜. 国际工程承包的索赔管理[J]. 经法纵览. 2013, (4). 103-104.
7. 胡胜泉. 国际工程停工索赔实例解析[J]. 华东科技. 2012, (3). 47-48.

ỨNG DỤNG BỘ ĐIỀU KHIỂN MỜ CẢI THIỆN CHẤT LƯỢNG HỆ THỐNG TRUYỀN ĐỘNG ĐIỆN QUẠT GIÓ TRONG MỎ HẦM LÒ

ThS. Lê Văn Tùng, ThS. Bùi Thị Thêm - Đại học Công nghiệp Quảng Ninh

Tóm tắt: Bài báo trình bày giải pháp mới trong việc điều khiển hệ biến tần-động cơ điện không đồng bộ truyền động cho quạt gió mỏ thông qua sử dụng bộ điều khiển mờ. Đây là phương pháp thiết kế dựa trên kinh nghiệm về đối tượng, luật điều khiển mà không cần biết rõ thông số đối tượng như khi thiết kế PID truyền thống được tích hợp trong các bộ điều khiển PLC, biến tần. Dựa vào các thông số số lượng công nhân làm việc trong một ca, nồng độ khí CH₄, CO, nhiệt độ, lượng bụi đo được bởi các cảm biến, bộ điều khiển sẽ tự động thay đổi tần số, điện áp cấp cho quạt làm cho tốc độ quạt thay đổi, do đó sẽ thay đổi lưu lượng gió thực tế cấp cho lò, đảm bảo được các chỉ tiêu kỹ thuật an toàn và kinh tế. Chất lượng điều khiển của hệ được mô phỏng trên phần mềm Matlab&Simulink.

Từ khóa: Biến ngôn ngữ, điều khiển mờ, hệ biến tần-động cơ, Matlab&Simulink, thông gió mỏ.

1. Đặt vấn đề

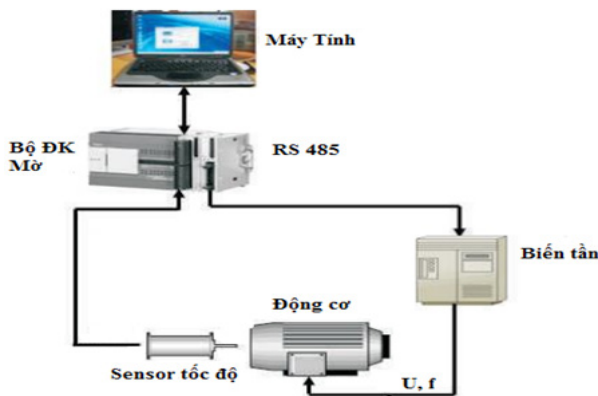
Trong các mỏ hầm lò khi khai thác xuống sâu, vấn đề rất được quan tâm là việc điều khiển hệ thống thông gió chính của mỏ. Với các trạm quạt dùng hệ truyền động điện không điều khiển, việc thay đổi lưu lượng gió chủ yếu là điều chỉnh góc lắp cánh, trong khi tốc độ quạt không thay đổi, gây lãng phí điện năng. Hệ thống tự động hóa thông gió chính cho mỏ ngoài việc cần đảm bảo lưu lượng gió sạch cần thiết, an toàn cho người và thiết bị, còn đảm bảo tiết kiệm điện năng tiêu thụ.

Để nâng cao chất lượng điều khiển cũng như tiết kiệm điện năng thì việc sử dụng biến tần, khởi động mềm kết hợp với PLC đã và đang được triển khai áp dụng rộng rãi. Tuy nhiên, khi cài đặt thuật toán cho PLC hay biến tần thì bộ điều khiển tự động trong nó thường sử dụng bộ điều chỉnh PID truyền thống [1]. Bộ điều chỉnh PID chỉ phù hợp khi biết rõ thông số đối tượng và ít thay đổi theo thời gian, nhưng điều này sẽ bị hạn chế ở hệ thống thông gió mỏ, khi mà các thông số của động cơ, các cảm biến và

thông số đường lò thường thay đổi. Để cải thiện những nhược điểm này, bài báo đưa ra giải pháp mới trong việc điều khiển tự động lưu lượng gió trong các hệ truyền động điện biến tần-động cơ sử dụng trong công tác thông gió mỏ, đó chính là ứng dụng bộ điều khiển mờ (FC - Fuzzy Control). Bộ điều khiển mờ rất phù hợp khi điều khiển các đối tượng có thông số thay đổi, đối tượng khó xác định các tham số [2].

2. Cấu trúc hệ thống truyền động biến tần-động cơ

Trong hệ điều chỉnh tự động truyền động điện động cơ điện xoay chiều không đồng bộ có nhiều phương pháp để thay đổi tốc độ động cơ. Tuy nhiên hiện nay, phương pháp điều chỉnh tần số nguồn cấp là phương pháp điều chỉnh triệt để, cho phép thay đổi tốc độ đồng bộ và điều chỉnh tốc độ động cơ trong vùng trên của tốc độ định mức [3, 4]. Hệ điều khiển PLC-biến tần-động cơ không đồng bộ đang được ứng dụng rộng rãi trong tự động hóa thông gió mỏ. Trong nội dung bài báo sẽ thay thế thuật toán PID truyền thống bằng bộ điều khiển mờ.



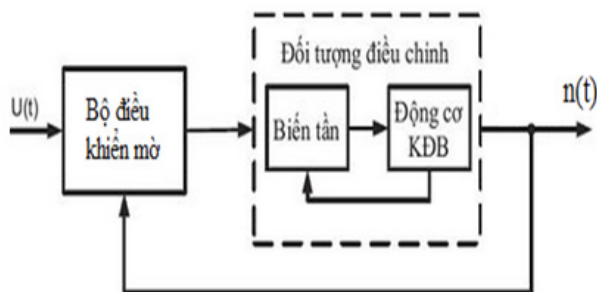
Hình 1 - Sơ đồ hệ truyền động FC-biến tần-động cơ

Hệ thống thông gió chính thường sử dụng nhiều loại quạt có công suất và điện áp khác nhau. Ở đây, tác giả nghiên cứu điều khiển cho một loại động cơ quạt, với các động cơ còn lại thiết kế tương tự. Lựa chọn quạt gió là động cơ xoay chiều không đồng bộ ba pha có thông số như sau: $P = 150 \text{ kW}$, $n_{dm} = 3.000 \text{ v/ph}$, $f = 50 \text{ Hz}$, $H = 95,4\%$, $\cos\varphi = 0,89$, $I_{dm} = 280/161 \text{ A}$, $U_{dm} = 380/660 \text{ V}$. Mô tả hàm truyền đạt của cấu trúc điều khiển tự động hệ biến tần-động cơ không đồng bộ được xác định theo [3].

3. Thiết kế bộ điều khiển

3.1. Cơ sở thiết kế bộ điều khiển mờ

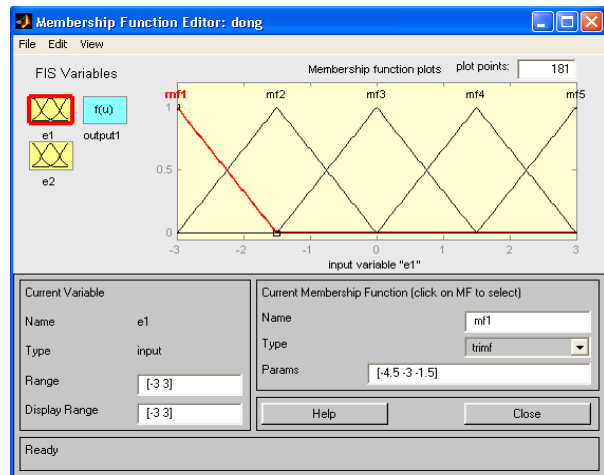
Hệ truyền động điện thông gió mở không yêu cầu cao về đảo chiều động cơ, tốc độ động cơ thay đổi theo nồng độ các khí và thông số của đường lò. Do đó, cấu trúc điều khiển tốc độ động cơ chỉ yêu cầu một mạch vòng điều chỉnh tốc độ. Trong đó, hệ thống điều khiển tự động sử dụng bộ điều khiển mờ động để đảm bảo đặc tính đầu ra bám sát giá trị mong muốn [2].



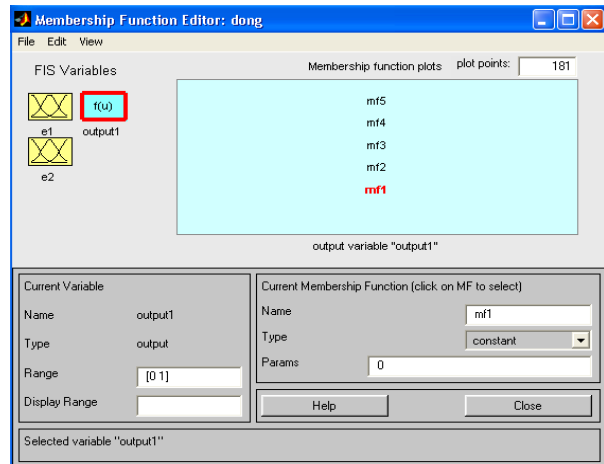
Hình 2 - Cấu trúc hệ thống điều khiển FC-biến tần-động cơ

3.2. Thiết kế bộ điều khiển mờ

Sử dụng mô hình mờ Sugeno với số lượng biến ngôn ngữ của hai đầu vào $e(t)$, $e'(t)$ gồm 5 hàm liên thuộc chọn có dạng hình tam giác và đầu ra U dạng hằng số. Miền giá trị của các biến ngôn ngữ được chọn như sau: $E = [0 \div 10]$; $TE = [0 \div 3000]$; $U = [0 \div 1]$. Hàm liên thuộc của các biến ngôn ngữ đầu vào và đầu ra được chọn như các hình 3, 4.



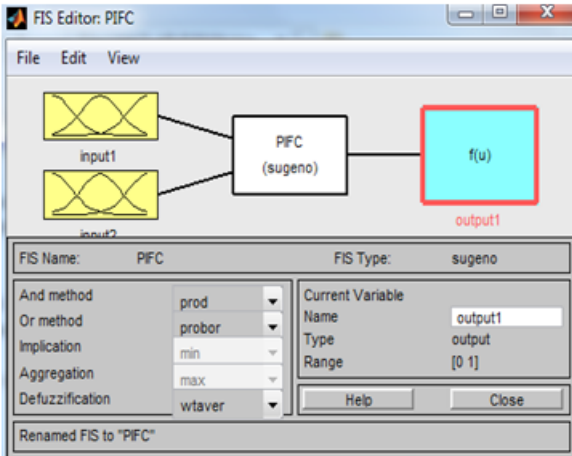
Hình 3 - Tệp mờ đầu vào của bộ điều khiển mờ



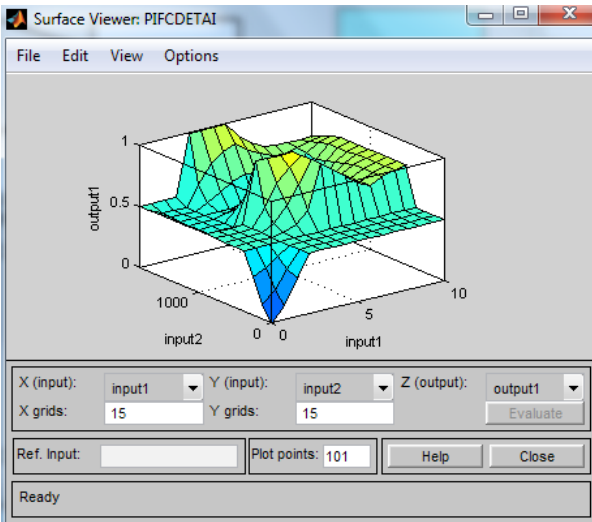
Hình 4 - Tệp mờ đầu ra của bộ điều khiển mờ

Xây dựng luật hợp thành: Khi bắt đầu khởi động hoặc có sự thay đổi tốc độ thì $e(t)$ và $e'(t)$ lớn nên tín hiệu ra U phải lớn, ngược lại, khi $e(t)$, $e'(t)$ nhỏ thì tín hiệu ra của bộ điều khiển U phải nhỏ. Với suy luận tương tự ta có 26 luật. Dùng luật hợp thành

Max-Prod, giải mờ theo phương pháp điểm trọng tâm, ta có cấu trúc bộ điều khiển mờ và không gian biểu diễn luật hợp thành như các hình 7, 8.



Hình 7 - Cấu trúc vào/ra của bộ điều khiển mờ



Hình 8 - Không gian biểu diễn luật điều khiển

3.3. Tính toán giá trị đặt cho bộ điều khiển mờ

Hệ thống điều khiển sẽ điều chỉnh tốc độ quạt sao cho lưu lượng gió trong lò phù hợp với nhu cầu sử dụng cũng như đảm bảo an toàn cho công nhân, đồng thời nâng cao việc tiết kiệm năng lượng điện. Tùy vào điều kiện và chế độ làm việc của từng đường lò, số lượng công nhân làm việc, các thông số đo cảm biến đo được như nồng độ khí

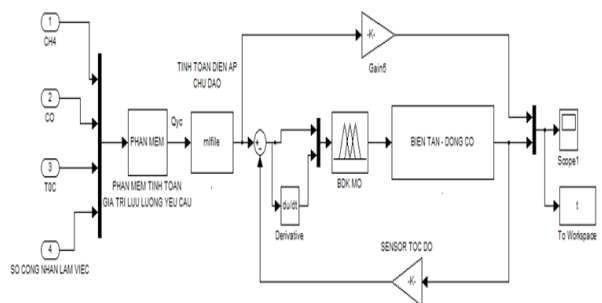
CH₄, CO, lượng bụi, nhiệt độ trong lò, ta có thể tính toán bằng giải tích hoặc thông qua phần mềm tính được lưu lượng gió thực tế cấp cho lò, từ đó xác định được tốc độ của quạt theo công thức $Q_1/Q_2 = n_1/n_2$ [5]. Khi tính được tốc độ quạt tương ứng với lưu lượng gió yêu cầu, sẽ tính được giá trị điện áp chủ đạo đặt vào mạch điều khiển thông qua chương trình “M-file”. Khi đó, bộ điều khiển mờ sẽ điều khiển biến tần để thay đổi tần số của điện áp cấp vào động cơ sao cho đúng bằng tốc độ thực tế yêu cầu. Giả thiết có thông số về lưu lượng gió cần cấp cho lò, do đó sẽ tính được tốc độ, điện áp chủ đạo như sau:

Bảng 1 - Lưu lượng gió yêu cầu và giá trị đặt mạch điều khiển

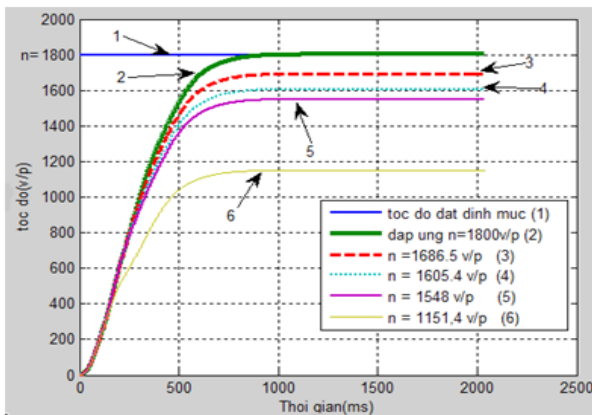
TT	Q (m ³ /s)	n (v/ph)	U _{cd} (V)	f (Hz)
1	55,5	1800	10	f _{dm} =50
2	52	1686,5	9,4	f2
3	49,5	1605,4	8,92	f3
4	47,75	1548,65	8,6	f4
5	35,5	1151,4	6,39	f5

4. Kết quả mô phỏng

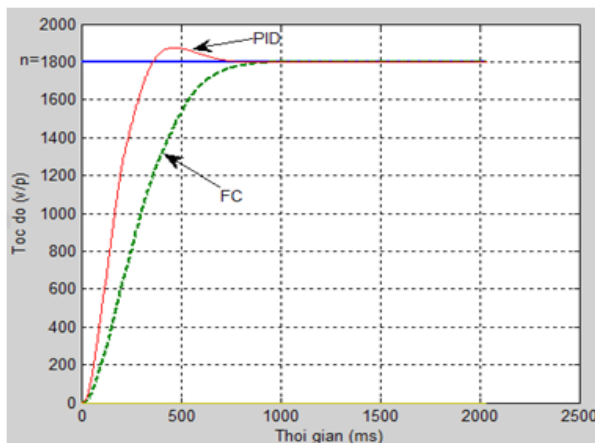
Sơ đồ mô phỏng hệ truyền động biến tần-động cơ sử dụng bộ điều chỉnh mờ động trên phần mềm Matlab&Simulink như hình 9. Kết quả mô phỏng thể hiện trong các hình 10, 11



Hình 9 - Sơ đồ mô phỏng hệ truyền động FC-biến tần-động cơ



Hình 10 - Kết quả mô phỏng khi Q giảm từ 55,5 xuống 35,5 m³/s



Hình 11 - So sánh tốc độ động cơ khi dùng PID và FC

5. Kết luận

Dựa trên kết quả đầu ra của hệ thống, ta thấy rằng lưu lượng gió trong lò thay đổi theo yêu cầu sử dụng và điều kiện khai thác thực tế. Thông qua phương pháp điều chỉnh tần số và điện áp động cơ quạt gió sẽ điều chỉnh được lưu lượng gió đưa vào lò, điều này sẽ giúp cho động cơ không phải lúc nào cũng làm việc ở chế độ công suất lớn nhất, do đó sẽ tiết kiệm đáng kể năng lượng điện trong quá trình thông gió, đồng thời nâng cao tuổi thọ cho thiết bị.

Khi thay đổi lưu lượng gió đưa vào lò, bộ điều khiển mờ ngoài việc điều chỉnh tần số và điện áp của bộ biến tần, còn duy trì trạng thái ổn định cho hệ thống, đáp ứng hệ thống có sai lệch tĩnh bằng 0%, không có độ quá điều chỉnh, thời gian quá độ khoảng 8 s. Còn khi sử dụng PID truyền thống thì hệ có độ quá điều chỉnh là 5,6%. Như vậy, việc thiết kế bộ điều khiển mờ điều khiển tốc độ quạt gió mờ có độ chính xác cao và hoàn toàn đáp ứng được yêu cầu công nghệ tự động thông gió trong mỏ hầm lò, đặc biệt trong hệ biến tần-động cơ xoay chiều không đồng bộ, khi mà khó xác định được tham số của các đối tượng.

TÀI LIỆU THAM KHẢO

1. **Bùi Thị Thanh Huyền.** Nghiên cứu hệ truyền động điện biến tần-động cơ xoay chiều sử dụng biến tần 4 góc phần tư. *Luận văn thạc sỹ - Đại học Thái Nguyên.* 2009.
2. **Phan Xuân Minh, Nguyễn Doãn Phước.** Lý thuyết điều khiển mờ. *NXB Khoa học và Kỹ thuật.* 1997.
3. **Lê Thành Chung.** Điều khiển động cơ không đồng bộ sử dụng nghịch lưu nguồn dòng. *Đồ án tốt nghiệp, Đại học Bách Khoa Hà Nội.* 2010.
4. **Bùi Quốc Khánh, Nguyễn Văn Liễn, Phạm Quốc Hải, Dương Văn Nghi.** Điều chỉnh tự động truyền động điện. *Nhà xuất bản Khoa học và Kỹ thuật.* 2004.
5. **Phạm Anh Mai.** Nghiên cứu ứng dụng hệ biến tần-động cơ để điều khiển tự động quạt gió chính Công ty Cổ phần Than Vàng Danh. *Luận văn thạc sỹ, Đại học Mở - Địa chất Hà Nội.* 2010.

XÂY DỰNG KHỐI TÍNH TOÁN GIÁ TRỊ ĐẶT CHO HỆ THỐNG ĐIỀU KHIỂN GƯƠNG MẶT TRỜI BẰNG ĐẠI SỐ GIA TỬ

ThS. Lê Văn Tùng, ThS. Phạm Hữu Chiến - Đại học Công nghiệp Quảng Ninh

Tóm tắt: Bài báo trình bày giải pháp mới trong việc điều khiển hệ thống gương mặt trời nhằm nâng cao hiệu quả của quá trình thu nhiệt. Đó là thiết kế một bộ tiền xử lý thông minh bằng đại số gia tử (HA - Hedge Algebra) để tính toán giá trị đặt cho mạch vòng điều khiển, trong đó, ngoài thông tin về quỹ đạo tính toán từ phần mềm, còn kể đến tốc độ gió và nhiệt độ chất lỏng ở phần thu. Đây là một công cụ đơn giản và có khả năng tính toán với độ chính xác cao.

Từ khóa: Biến ngôn ngữ, xử lý mờ, đại số gia tử, giá trị đặt, gương mặt trời.

1. Giới thiệu hệ thống gương mặt trời

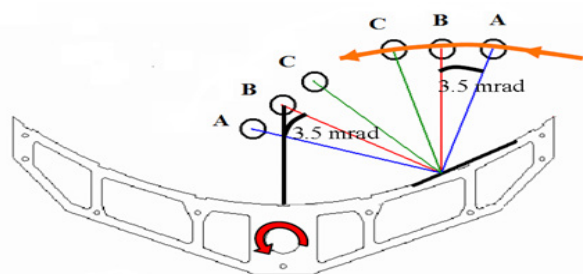
Năng lượng mặt trời là nguồn năng lượng mà con người biết sử dụng từ rất sớm, nhưng ứng dụng năng lượng mặt trời vào các công nghệ sản xuất và trên quy mô rộng thì thực sự là một vấn đề rất mới và hiện đang là mối quan tâm hàng đầu của các nhà khoa học. Do đó, việc nghiên cứu nâng cao hiệu quả các thiết bị sử dụng năng lượng mặt trời và triển khai ứng dụng chúng vào thực tế là vấn đề có tính thời sự. Thiết bị sử dụng năng lượng mặt trời giá thành còn cao, hiệu suất thấp, còn các bộ thu có máng cong phản xạ parabol thì thu được nhiệt độ cao nhưng vấn đề định vị hướng nắng theo hướng mặt trời rất phức tạp, việc vận hành nhiều khó khăn [1, 2]. Nội dung bài báo giới thiệu hệ thống thu năng lượng mặt trời sử dụng máng cong parabol và một số mô hình điều khiển hệ thống.



Hình 1 - Hệ thống gương mặt trời

Hệ thống thu năng lượng mặt trời sử dụng các máng cong parabol (PTSC - Parabolic Trough Solar Collector) tập trung năng lượng mặt trời vào một ống thu chạy ở trong lòng máng. Bởi với hình dáng parabol, máng có thể tập trung ánh sáng mặt trời trên các đường ống này với cường độ gấp 30 - 60 lần [2]. Năng lượng tập trung đun nóng một chất lỏng truyền nhiệt (thường là dầu hoặc nước) chảy qua đường ống. Bộ thu nhiệt được đặt phía trên máng theo hướng đông-tây xoay theo mặt trời để tập trung được tốt nhất nhiệt năng từ các ống thu. Hiệu suất của bộ thu quang học là hàm của 5 hệ số: Độ phản xạ bề mặt gương ρ ; độ trong suốt lớp phủ bề mặt gương τ ; hệ số hấp thụ nhiệt α ; độ lệch góc tới K ; và hệ số chặn γ :

$$\eta_0 = f(\rho, \tau, \alpha, K, \gamma)$$



Hình 2 - Quay gương theo bước cố định

Trong điều kiện bình thường, độ lệch góc tới $K = 1$. Các hệ số τ , α , ρ là các thuộc tính vật lý của từng loại vật liệu làm nên bộ thu, do vậy chúng là hằng số. Hệ số chặn γ (không đổi đối với sự thay đổi của bức xạ

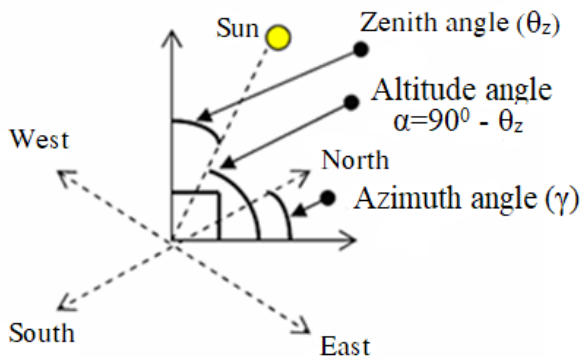
ánh sáng và nhiệt độ chất lỏng) là hàm của các tham số về mặt hình học cũng như là thông số về độ sai lệch. Những sai lệch này sẽ gia tăng trong suốt quá trình xây dựng và vận hành hệ thống PTSC, bao gồm:

- Độ lệch bộ thu;
- Độ lệch của bộ phản xạ;
- Lỗi do sai số bám;
- Lỗi do sai số hình học của gương;
- Lỗi do ngoài vùng hấp thụ ánh sáng mặt trời.

Khi đó, hiệu suất của bộ thu quang học là một hàm của γ , tức là hàm của sai số bám, sai số ảnh hưởng trực tiếp đến hiệu quả nhiệt của bộ thu. Để tối đa hóa hiệu suất của bộ thu nhiệt, cần phải giảm sai số bám càng nhiều càng tốt có nghĩa là điều chỉnh bộ gương và hệ thống điều khiển sao cho bề mặt gương parabol luôn hướng chính xác về phía mặt trời.

2. Sử dụng HA cho bài toán điều khiển

2.1. Xác định vị trí mặt trời



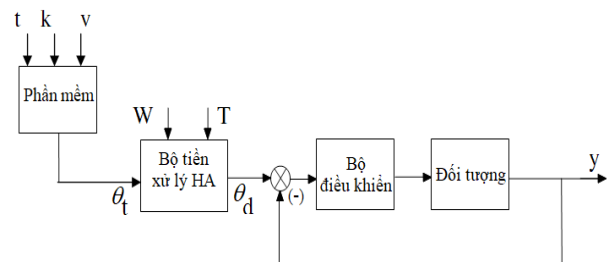
Hình 3 - Định vị vị trí mặt trời

Mô hình này xác định vị trí của mặt trời từ thuật toán Almeria (Plataforma Solar de Almeria) [2]. Tham số được dùng là kinh độ, vĩ độ căn cứ vào vị trí địa lý của gương và biến là thời gian được tính từ phần mềm. Tín hiệu phản hồi được lấy từ Encoder xác định vị trí gương để so sánh vị trí tính toán với vị trí thực của gương. Vị trí mặt trời được xác định ở [2].

2.2. Thiết kế bộ điều khiển sử dụng HA

Dựa trên tham số là kinh độ và vĩ độ theo vị trí địa lý của gương và biến thời gian, ta có thể tính toán và xác định được vị trí mà gương cần hướng tới. Khi chưa xét tới các yếu tố ảnh hưởng, có thể xác định được một

quỹ đạo vị trí cho gương. Nếu điều khiển như vậy gọi là phương pháp điều khiển theo quỹ đạo cho trước. Tuy nhiên trên thực tế, việc điều khiển theo quỹ đạo cho trước sẽ không thực sự hiệu quả. Các yếu tố ảnh hưởng đáng kể đến hiệu suất nhiệt ngoài vị trí tính toán của gương phải kể đến là tốc độ gió, nhiệt độ chất lỏng trong ống. Vì vậy, tác giả đưa ra ý tưởng thiết kế bộ điều khiển như hình 4.



Hình 4 – Sơ đồ khối hệ thống điều khiển tự động: t – thời gian; k – kinh độ; v – vĩ độ; T – nhiệt độ; W – tốc độ gió

Giá trị góc quay tính toán θ_t được tính bằng phần mềm dựa trên các thông tin là kinh độ, vĩ độ căn cứ vào vị trí địa lý của gương và thời gian thực. Một bộ tiền xử lý được cài đặt dựa trên cơ sở HA có nhiệm vụ xác định giá trị đặt cho mạch vòng điều khiển động cơ quay gương với bộ điều khiển PID kinh điển:

$$\theta_d = \theta_t \pm \Delta\theta$$

Ở đây, giả thiết rằng gió có hướng cản trở ngược với hướng quay của gương, vậy tốc độ gió càng lớn thì vị trí của gương càng lệch thêm so với vị trí của quỹ đạo; nhiệt độ chất lỏng trong ống càng cao thì vị trí của gương càng gần vị trí cần điều khiển.

Mô hình sử dụng bộ điều khiển bằng HA dựa trên một thuật toán điều khiển thông minh để xác định vị trí cần điều khiển gương có kể đến các yếu tố ảnh hưởng nói trên với mục đích thu được lượng nhiệt năng là lớn nhất. Bộ tính toán thông minh dựa trên nền tảng với ba đầu vào là vị trí tính toán của gương, nhiệt độ của chất lỏng, tốc độ gió. Biến đầu ra sẽ là vị trí cần điều khiển [2-4]. Các biến ngôn ngữ được xây dựng từ các biến của đối tượng gồm:

Đầu vào của bộ tiền xử lý gồm có:
 - Tốc độ gió: WIND_SPEED = [0; 100];
 - Vị trí của máng: POSITION = [-100; 100];
 - Nhiệt độ chất lỏng: FLUITD_TEMP = [0;100].

Đầu ra của bộ tiền xử lý:

Vị trí cần điều khiển:

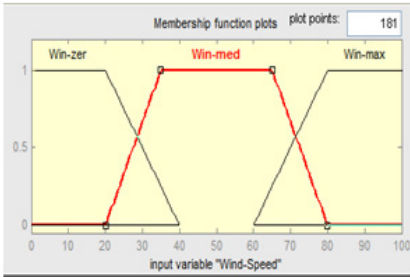
POSITION_1=[-100;100].

Luật điều khiển xây dựng trên cơ sở:

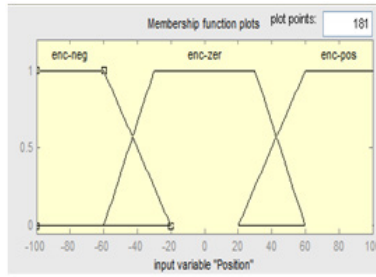
- Dữ liệu WIND_SPEED lấy từ phong tốc kế;
 - Dữ liệu FLUITD_TEMP từ cảm biến nhiệt độ;

- Dữ liệu POSITION được xác định bằng phần mềm thông qua vị trí địa lý và thời gian thực.

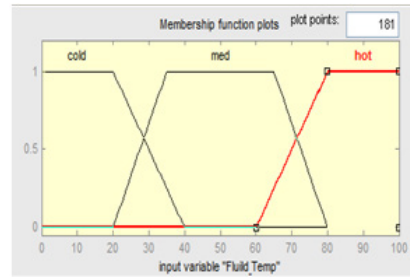
Các tập đầu vào của bộ tiền xử lý mờ được xây dựng như sau:



Hình 5 – WIND_SPEED



Hình 6 – POSITION



Hình 7 – FLUITD_TEMP

POSITION = {rev-fas, rev-med, rev-slo, stop, fwd-slo, fwd-med, fwd-fas}.

Hệ luật của mô hình mờ được xác định như sau:

Bảng 1 – Bảng luật điều khiển

Rule	WIND_SPEED	FLUITD_TEMP	ENCODER	POSITION	Rule	WIND_SPEED	FLUITD_TEMP	ENCODER	POSITION
1	win-zer	cold	enc-neg	rev-med	15	win-med	hot	enc-zer	rev-slo
2	win-zer	med	enc-neg	rev-med	16	win-max	cold	enc-zer	fwd-med
3	win-zer	hot	enc-neg	rev-fas	17	win-max	med	enc-zer	fwd-slo
4	win-med	cold	enc-neg	rev-slo	18	win-max	hot	enc-zer	stop
5	win-med	med	enc-neg	rev-med	19	win-zer	cold	enc-pos	fwd-med
6	win-med	hot	enc-neg	rev-fas	20	win-zer	med	enc-pos	fwd-med
7	win-max	cold	enc-neg	rev-slo	21	win-zer	hot	enc-pos	fwd-slo
8	win-max	med	enc-neg	rev-slo	22	win-med	cold	enc-pos	fwd-fas
9	win-max	hot	enc-neg	rev-med	23	win-med	med	enc-pos	fwd-med
10	win-zer	cold	enc-zer	stop	24	win-med	hot	enc-pos	fwd-slo
11	win-zer	med	enc-zer	rev-slo	25	win-max	cold	enc-pos	fwd-fas
12	win-zer	hot	enc-zer	rev-med	26	win-max	med	enc-pos	fwd-fas
13	win-med	cold	enc-zer	fwd-slo	27	win-max	hot	enc-pos	fwd-med
14	win-med	med	enc-zer	stop					

Sử dụng bộ tiền xử lý dùng HA tuyến tính, chọn bộ tham số tính toán các giá trị ngữ nghĩa định lượng của các biến như sau [1, 5, 6]:

WIND_SPEED = {0, Less, θ , Great, 1}

FLUITD_TEMP = {0, Cold, θ , Hot, 1}

ENCODER = {0, Neg, θ , Pos, 1}

POSITION = {0, Slow, θ , Fast, 1}

$H^- = \{Little\} = \{h_{-1}\}; q = 1$

$H^+ = \{Very\} = \{h_1\}; p = 1$

$\theta = 0.5$

$\mu(Very) = 0.5 = \mu(h_1); (\beta = 0.5)$

$\mu(Little) = 0.5 = \mu(h_{-1}); (\alpha = 0.5)$

Như vậy:

$$\begin{aligned} fm(\text{Less}) &= \theta = 0.5 \\ fm(\text{Great}) &= 1 - fm(\text{Less}) = 1 - 0.5 = 0.5 \\ fm(\text{Cold}) &= \theta = 0.5 \\ fm(\text{Hot}) &= 1 - fm(\text{Cold}) = 1 - 0.5 = 0.5 \\ fm(\text{Neg}) &= \theta = 0.5 \\ fm(\text{Pos}) &= 1 - fm(\text{Neg}) = 1 - 0.5 = 0.5 \\ fm(\text{Slow}) &= \theta = 0.5 \\ fm(\text{Fast}) &= 1 - fm(\text{Slow}) = 1 - 0.5 = 0.5 \end{aligned}$$

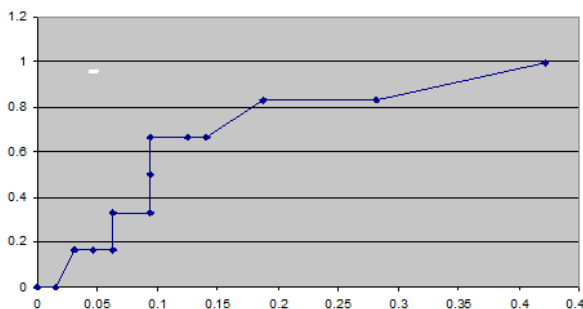
Ta tính toán được các giá trị ngữ nghĩa định lượng của các biến như sau:

$$\begin{aligned} v(\text{Less}) &= v(\text{Cold}) = v(\text{Neg}) = v(\text{Slow}) = 0.25 \\ v(\text{Great}) &= v(\text{Hot}) = v(\text{Pos}) = v(\text{Fast}) = 0.75 \end{aligned}$$

Khi thực hiện phép And bằng phép Product và giản lược hệ luật điều khiển ngữ nghĩa định lượng, ta thu được:

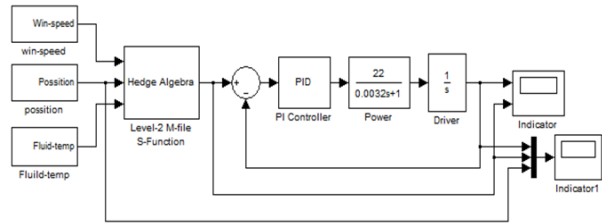
Bảng 2. Quan hệ vào-ra theo định lượng ngữ nghĩa đã được giản lược

Rule	WIND_SPEED FLUITD_TEMP ENCODER	POSITION
1	0	0
2	0.015625	0
3	0.03125	0.167
4	0.046875	0.167
5	0.0625	0.167
6	0.0625	0.333
7	0.09375	0.333
8	0.09375	0.5
9	0.09375	0.667
10	0.125	0.667
11	0.140625	0.667
12	0.1875	0.833
13	0.28125	0.833
14	0.421875	1

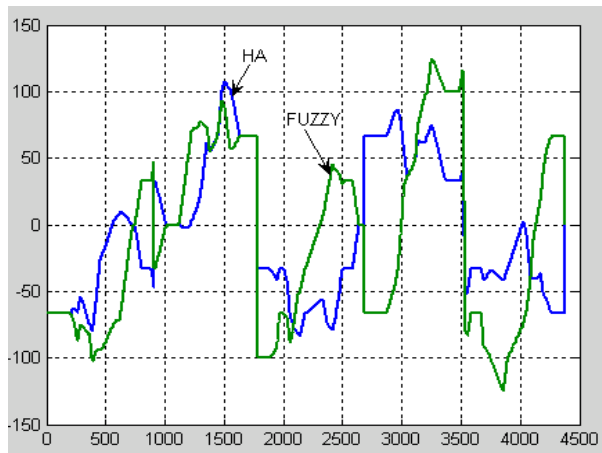


Hình 8 - Đường biểu diễn quan hệ vào-ra của bộ tiền xử lý theo HA

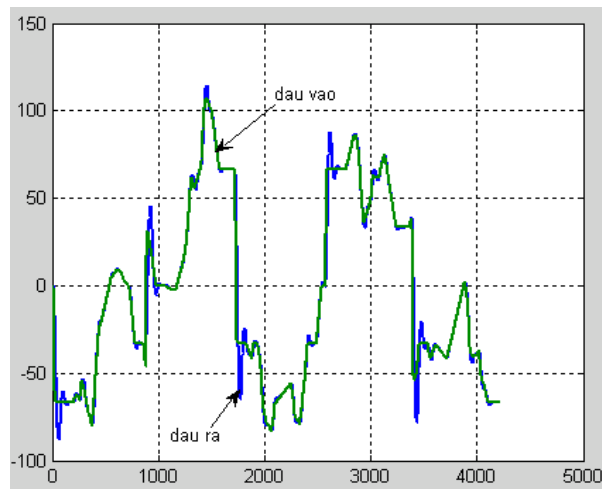
Sử dụng Matlab để mô phỏng hệ thống, trong đó bộ tiền xử lý HA được lập trình M-file dựa trên mối quan hệ vào-ra như hình 9.



Hình 9 - Cấu trúc điều khiển hệ thống
Kết quả mô phỏng:



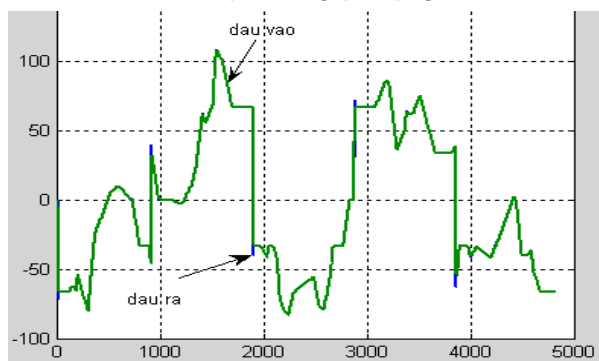
Hình 10 - Đường đặc tính đầu ra của bộ tiền xử lý HA và tiền xử lý mờ



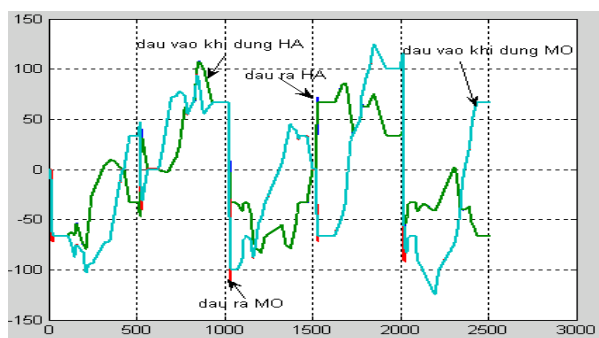
Hình 11 - Đường đặc tính đầu vào-ra của hệ thống điều khiển vị trí gương ứng với tiền xử lý mờ

Hình 10 và 11 cho thấy, các đường đặc tính ra của bộ tiền xử lý HA và tiền xử lý mờ có hình dáng giống nhau nhưng ở phương pháp HA, việc xử lý thông tin tốt hơn. Giải

thích cho điều này vì bộ xử lý mờ được thiết kế có sai số phụ thuộc vào việc lựa chọn hàm liên thuộc, phương pháp giải mờ.



Hình 12 - Đặc tính đầu vào-ra của hệ thống điều khiển vị trí gương ứng với tiền xử lý HA



Hình 13 - Tín hiệu vào-ra của bộ tiền xử lý HA, tiền xử lý mờ và vị trí gương tương ứng

Từ kết quả mô phỏng trên ta thấy rằng, khi bộ tiền xử lý dùng HA thì đầu ra của hệ thống bám sát và ít có sai lệch với đầu vào, còn hệ thống có bộ tiền xử lý dùng mờ thì có sai lệch nhiều hơn.

3. Kết luận

Bài báo này đã đưa ra giải pháp mới điều khiển hệ thống gương mặt trời bằng phương pháp thiết kế một bộ tiền xử lý thông minh để tính toán giá trị đặt cho mạch vòng điều khiển, trong đó, ngoài thông tin về quỹ đạo tính toán từ phần mềm, còn kể đến tốc độ gió và nhiệt độ chất lỏng ở phần thu. Việc sử dụng đại số gia tử như một công cụ tính toán mềm mới, được xây dựng kế thừa hệ luật trên nền của mô hình mờ, tuy nhiên, có thể thiết kế với số lượng biến ngôn ngữ lớn tùy ý. Việc thực hiện bộ xử lý bằng đại số gia tử là đơn giản và có khả năng tính toán với độ chính xác cao vì có rất ít các yếu tố ảnh hưởng đến quá trình lập luận. Kết quả bài báo đã thể hiện tính đúng đắn của thuật toán thiết kế và mở ra khả năng ứng dụng vào thực tế.

TÀI LIỆU THAM KHẢO

1. **Lê Văn Tùng.** Thiết kế tối ưu bộ điều khiển dùng đại số gia tử cho hệ thống pin mặt trời. *Tạp chí Đại học Đà Nẵng*, số 8(69). 2013. Tr. 94-99.
2. **Naidoo P., Niekerk van T.I., Brooks M.** Intelligent Control & Tracking of a Parabolic Trough Solar Collector.
3. **N.K. Trung, L.V. Tùng, D.Q. Tuấn.** So sánh phương pháp thiết kế bộ điều khiển mờ và phương pháp thiết kế bộ điều khiển bằng đại số gia tử. *Tạp chí Khoa học và Công nghệ, Đại học Thái Nguyên*, số 5(93). 2012.
4. **Nguyen Cat Ho, Wechler W.** Hedge Algebra: An Algebraic Approach to Structures of Sets of Linguistic Truth Values. *Fuzzy Sets and Systems*, Vol. 35. 1990. PP. 281-293.
5. **Nguyen Cat Ho, Wechler W.** Extended Algebra and their Application to Fuzzy Logic. *Fuzzy Sets and Systems*, Vol. 52. 1992. PP. 259-281.
6. **N.C. Ho, V.N. Lan, L.X. Viet.** Optimal Hedge-algebras-based Controller: Design and Application. *Fuzzy Sets and Systems*. Vol. 159. 2008. PP. 968-989.

MỘT SỐ QUAN ĐIỂM VỀ SỰ HÌNH THÀNH VÀ PHÁT TRIỂN VẾT NỨT TRONG GÀU CỦA CÁC MÁY XÚC GÀU DÂY SỬ DỤNG TRONG NGÀNH CÔNG NGHIỆP KHAI THÁC THAN

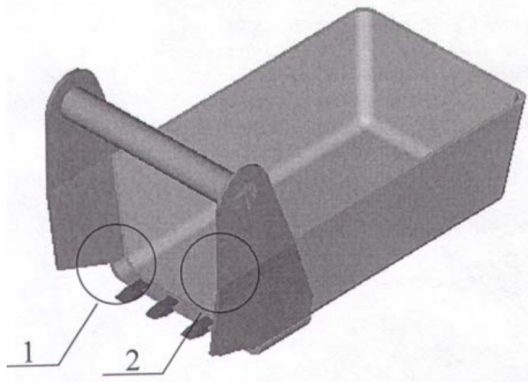
NCS. Đỗ Đức Trọng, GS.TSKH. Nasonov M.Yu. - Đại học Mở Saint Petersburg - CHLB Nga

Tóm tắt: Trong ngành công nghiệp khai thác than hiện nay, các loại máy xúc vẫn được coi là một trong những loại thiết bị bốc xúc chính có hiệu suất cao và khả năng sử dụng linh hoạt. Tuy nhiên, do thời gian sử dụng của chúng đã rất lâu, có thể lên đến hàng chục năm, vì vậy đã xuất hiện nhiều hỏng hóc dẫn đến phải dừng máy để tiến hành sửa chữa và bảo dưỡng, qua đó làm giảm năng suất của các máy xúc đó. Phần lớn các dạng hỏng hóc của máy xúc có liên quan đến sự hình thành và phát triển vết nứt trong các kết cấu kim loại, đặc biệt là trong gầu xúc. Tuy nhiên, có rất ít các phương pháp tối ưu để tính toán độ bền của gầu xúc. Bài báo này đưa ra một số quan điểm về sự hình thành và phát triển vết nứt trong gầu của các máy xúc gầu dây

Từ khóa: Máy xúc gầu dây, gầu xúc, tải trọng, ứng suất, vết nứt.

1. Mở đầu

Các vùng nứt vỡ mạnh của gầu máy xúc gầu dây bao gồm vùng giao của thành bên và đáy gầu (vùng 1) và vùng tiếp giáp trực tiếp với cạnh cắt và một phần của vòm gầu trong khu vực giao với thành bên (vùng 2).



Hình 1 - Các vùng thường xuyên hình thành vết nứt trong gầu xúc

Theo yêu cầu trong quá trình sử dụng máy xúc, bất kỳ vết nứt nào trong gầu xúc cũng cần được phát hiện sớm, thường là trong giai đoạn đầu của sự hình thành của chúng. Để ngăn chặn sự lan rộng của các vết nứt trong gầu cho đến khi nó bị phá hủy hoàn toàn, biện pháp thường được áp dụng nhất là hàn các vết nứt bằng phương pháp hàn hồ quang thủ công. Tuy nhiên, việc quá thường xuyên dừng để kiểm tra và loại bỏ

các vết nứt sẽ làm giảm năng suất làm việc của máy. Ngoài ra, việc thực hiện các mối hàn thủ công như vậy thường dẫn đến sự tập trung ứng suất trong các khu vực mối hàn, làm tăng nguy cơ phá hủy. Do đó, cần thiết phát triển một phương pháp cho phép đánh giá độ bền của gầu xúc khi có vết nứt trong đó, một mặt sẽ giúp giảm bớt tần suất phải sửa chữa, mặt khác có thể tránh khỏi việc phá hủy gầu xúc.

2. Mô tả phương pháp

Để nghiên cứu trạng thái ứng suất-biến dạng của gầu xúc, các thiết bị đo biến dạng được dán vào các vùng nguy hiểm của gầu xúc và vuông góc với đường phát triển vết nứt, tức là theo hướng của các ứng suất chính. Trong vùng 1, tập hợp máy đo biến dạng được dán để ghi lại theo hướng phát triển vết nứt giả định và để xác định các thành phần uốn, kéo của trạng thái ứng suất trong khu vực nghiên cứu. Trong vùng 2, các thiết bị đo biến dạng đơn được dán, vì trong khu vực này chủ yếu là ứng suất kéo. Trong quá trình vận hành máy xúc, biến dạng được ghi lại bằng máy hiện sóng vòng lặp H-117 và bộ khuếch đại máy đo biến dạng ТОПА3-4, được bảo vệ bởi các tấm kim loại hàn trên đầu chúng. Các dây kết nối được bao phủ bởi một ống kim loại được hàn vào gầu. Việc xử lý các sơ đồ biến

dạng trong các vùng nghiên cứu cho phép lập sơ đồ tải trọng biểu thị sự phụ thuộc của mức độ tải trọng vào tần số của nó.

Theo kết quả các nghiên cứu trên máy xúc gầu dây ЭШ-10/70 và ЭШ-13/50 và phân tích các vị trí lý thuyết của cơ học phá hủy, các tác giả đã đưa ra kết luận về nguyên nhân của sự hình thành vết nứt và đưa ra một số hàm phụ thuộc. Các hàm số phụ thuộc này cho phép tính toán giá trị của các lực ảnh hưởng đến độ bền của gầu máy xúc:

$$q = 2h_K \gamma \xi K_P \operatorname{tg} \varphi (h_K + h_{CTR} K_P) \quad (1)$$

$$P_V = 2\gamma K_P (VK_Z + h_K \xi h_{CTR} \operatorname{tg} \varphi) \quad (2)$$

Trong đó: q – lực tác dụng lên lưỡi cắt khi tính toán vết nứt ở vùng 1; P_V – lực tác dụng lên vòm gầu khi tính toán vết nứt ở vùng 2; γ – khối lượng riêng của đất đá ở trạng thái chưa nổ mìn; h_K – chiều cao gầu; h_{CTR} – độ dày lớp xúc; V – thể tích của gầu; ξ – hệ số áp lực bên sườn của khối đất đá; K_P – hệ số nối lỏng khối đất đá khi nổ mìn; K_Z – hệ số lấp đầy gầu; φ – hệ số ma sát bên trong của khối đất đá.

Nguyên nhân chính của quá trình nứt trong cả hai vùng đang được xem xét là do gầu xúc giật lên khi cạnh cắt của nó tương tác với khối đất đá, tải trọng động đáng kể được truyền đến gầu xúc. So với tải trọng này, ảnh hưởng của áp suất tĩnh của khối đất đá nằm trong gầu tác dụng lên các thành bên là không đáng kể, cho phép bỏ qua khi xem xét các vết nứt trong vùng 1.

Theo các nguyên lý của cơ học phá hủy, sự phát triển của vết nứt trong vùng 1 xảy ra theo sơ đồ 1 (đứt gãy) hoặc theo sơ đồ 3 (cắt dọc), tùy thuộc vào sự dịch chuyển của vết nứt về phía thành bên của gầu hoặc phía dưới tương ứng.

Khi vết nứt phát triển ở vùng 1 dưới dạng mở rộng, xem xét trường hợp nửa mặt phẳng có vết nứt ngang được đặt một lực tập trung tại điểm thoát ra của vật liệu trên bề mặt, cường độ ứng suất được thực hiện theo công thức:

$$K_I = 0,4128P \sqrt{\frac{\pi}{a}} \quad (3)$$

Trong đó: $P = qb/2$ – tải trọng tác dụng lên cạnh của vết nứt, với b là chiều rộng của gầu xúc.

Nếu vết nứt ở vùng 1 phát triển dưới dạng cắt dọc, cường độ ứng suất được xác định theo công thức:

$$K_{III} = F_{III}(\alpha) \tau \sqrt{\pi a} \quad (4)$$

Trong đó: τ – ứng suất cắt tác động ở đáy gầu; a – chiều dài vết nứt; $F_{III}(\alpha)$ – hàm xác định bởi công thức:

$$F_{III}(\alpha) = \sqrt{\frac{2}{\pi \alpha}} \operatorname{tg} \left(\frac{\pi \alpha}{2} \right) \quad (5)$$

Ở đây: $\alpha = a/W$, với W là chiều rộng của vòm gầu xúc tại vị trí hình thành vết nứt.

Cường độ ứng suất cho vùng 2 được tính theo công thức tương ứng với trường hợp xuất hiện dải có vết nứt ngang dưới lực kéo đơn:

$$K_I = F_I(\alpha) \sigma \sqrt{\pi a} \quad (6)$$

Trong đó: σ – ứng suất tác động dọc theo các cạnh của vết nứt; $F_I(\alpha)$ là hàm được xác định theo công thức:

$$F_I(\alpha) = 1,12 - 0,231\alpha + 10,55\alpha^2 - 21,72\alpha^3 - 30,39\alpha^4 \quad (7)$$

Số liệu về các ứng suất định mức được sử dụng trong các công thức (4) và (6) đã thu được bằng phương pháp phần tử hữu hạn.

Dựa trên các biểu thức (3) ÷ (7), biên độ cường độ ứng suất đã được tính toán. Các mối quan hệ thu được cho phép tính số chu kỳ tải trọng cho đến khi gầu xúc bị phá hủy. Trong trường hợp này, việc tính toán độ bền cho vùng 2 được thực hiện theo công thức Paris:

$$N = \frac{2}{(n-2)C\Delta\sigma^n M^{n/2}} \left[\frac{1}{a_0^{(n-2)/2}} - \frac{1}{a_c^{(n-2)/2}} \right] \quad (8)$$

Trong đó: N – số chu kỳ dẫn đến phá hủy; C, n – các tham số của phương trình Paris; $\Delta\sigma$ – biên độ ứng suất, có tính đến hệ số động lực học; M – tham số tính đến hình dạng và kích thước của vết nứt; a_0, a_c – lượt là kích thước ban đầu và cuối cùng của vết nứt.

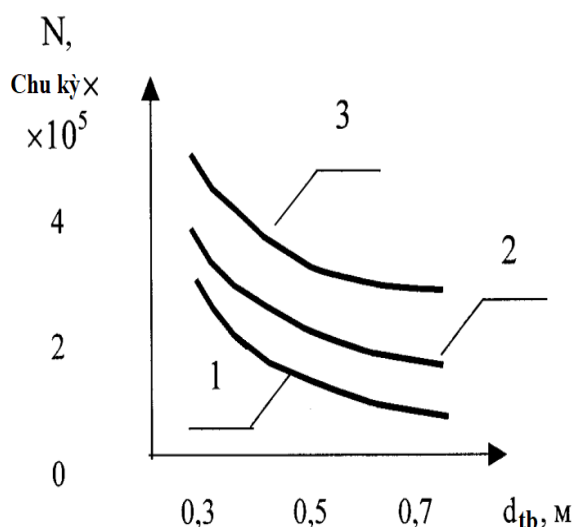
Việc tính toán động học của sự phát triển vết nứt và độ bền của gầu cho vùng 1 được thực hiện theo công thức:

$$a_c^{(n-2)/2} = \frac{1}{\frac{1}{a_0^{(n-2)/2}} - \frac{N(n-2)C(\Delta\sigma_k + \Delta\sigma_n)^n M^{n/2}}{2}} \quad (9)$$

Trong đó: $\Delta\sigma_k, \Delta\sigma_n$ – lần lượt là thành phần chịu ứng suất kéo và thành phần chịu ứng suất nén.

Như đã biết, tải trọng của gầu xúc phụ thuộc vào thành phần cỡ hạt của đất đá sau nổ mìn. Kết quả của các nghiên cứu thực nghiệm đã thu được đồ thị biểu diễn mối quan hệ giữa độ bền của gầu xúc vào thành phần cỡ hạt của đất đá (hình 2).

Các kết quả tính toán lý thuyết cho thấy sự trùng khớp với các nghiên cứu thực nghiệm. Việc so sánh các kết quả thực tế và lý thuyết đã được thực hiện bằng cách sử dụng luật phân phối Fisher. Trong quá trình phân tích thống kê, người ta thấy rằng tỷ số giữa phương sai còn lại và phương sai trùng lặp không vượt quá các giá trị tới hạn, điều này cho thấy sự chính xác của các dữ liệu thu được.



Hình 2 – Sự phụ thuộc vào độ bền của gầu máy xúc ЭШ-10/70 khi có vết nứt với kích thước ban đầu $a_0 = 5$ mm vào thành phần cỡ hạt của đất đá: 1 – quá trình phát triển vết nứt theo sơ đồ 1 trong vùng 1; 2 – quá trình phát triển vết nứt theo sơ đồ 3 trong vùng 1; 3 – quá trình phát triển vết nứt trong vùng 2.

3. Kết luận

Các kết quả nghiên cứu thu được rất quan trọng nhìn từ quan điểm tính toán độ bền của gầu máy xúc gầu dây, cho phép tính thời gian phát triển vết nứt trong các vùng chỉ định của gầu xúc đến khi đạt kích thước tới hạn, với độ chính xác chấp nhận được cho việc tính toán thực tế, đảm bảo độ tin cậy của chúng. Điều này giúp giảm bớt tần suất sửa chữa thường xuyên, tăng năng suất của máy xúc.

TÀI LIỆU THAM KHẢO

1. Справочник по коэффициентам интенсивности напряжений. Под ред. Ю. Мураками. М.: Мир, Т. 1, 2. 1990. 1016 с.
2. Хеллан К. Введение в механику разрушения. Перевод с английского. М.: Мир. 1988. 364с.
3. Морозов Е.М., Пестриков В.М. Механика разрушения твердых тел. М.: Профессия. 2002. 320 с.

HỖ TRỢ QUAN TRẮC MÔI TRƯỜNG KHÔNG KHÍ KHU VỰC HOẠT ĐỘNG KHAI THÁC KHOÁNG SẢN BẰNG VIỄN THÁM VÀ GIS

ThS. Nguyễn Thanh Hòa - Đại học Công nghệ giao thông vận tải

Tóm tắt: Bài báo trình bày tóm tắt kết quả ứng dụng viễn thám và công nghệ GIS trong xây dựng bản đồ chất lượng không khí khu vực mỏ khai thác khoáng sản tại huyện Thanh Liêm, tỉnh Hà Nam. Việc sử dụng ảnh viễn thám Landsat 8 giúp xác định mức độ ô nhiễm không khí tại khu vực nghiên cứu một cách nhanh chóng. Để xác định chỉ số ô nhiễm không khí, bài báo đã sử dụng các chỉ số thực vật được tính toán thông qua ảnh viễn thám nhằm xây dựng bản đồ phân bố mức độ ô nhiễm không khí năm 2019. Ảnh Landsat 8 là công cụ hiệu quả để giám sát chất lượng môi trường không khí trong khi chưa có nhiều trạm quan trắc mặt đất. Kết quả phân tích ảnh cho thấy, mức ô nhiễm bụi trong không khí khá nghiêm trọng, nhất là đối với các khu vực khai thác khoáng sản. Ứng dụng tư liệu viễn thám và GIS để xây dựng và đánh giá chất lượng không khí mang lại kết quả khả quan theo thời gian. Kết quả cũng chỉ ra rằng, có mối quan hệ giữa lớp phủ thực vật với chất lượng không khí, những khu vực có nhiều thực vật, tình trạng ô nhiễm bụi thấp hơn khá nhiều.

Từ khóa: GIS, khoáng sản, Landsat, ô nhiễm không khí, thực vật, viễn thám.

1. Đặt vấn đề

Huyện Thanh Liêm có 2.104 cơ sở sản xuất công nghiệp với các sản phẩm chủ yếu là đá, gạch ngói nung, vôi củ... Sản lượng khai thác, chế biến đá năm 2003 đạt xấp xỉ 700.000 m³. Huyện có nguồn đá vôi với trữ lượng hàng tỷ m³, tập trung chủ yếu ở 5 xã Tây Đáy, trong đó có Thanh Nghị và thị trấn Kiện Khê. Ngành khai thác khoáng sản đang đóng góp tích cực và giữ một vai trò quan trọng đối với sự phát triển kinh tế của huyện Thanh Liêm. Tuy nhiên, bên cạnh những mặt tích cực về kinh tế, hoạt động khai thác khoáng sản đã và đang tác động không nhỏ đến chất lượng môi trường. Các khu công nghiệp, trục đường giao thông lớn đều bị ô nhiễm với các cấp độ khác nhau, nồng độ các chất ô nhiễm đều vượt quá tiêu chuẩn cho phép, đặc biệt là ở khu vực khai thác và các khu vực xung quanh.

Để giúp các nhà quản lý có cái nhìn tổng quan về mức độ ô nhiễm không khí do hoạt động khai thác khoáng sản trong những năm qua cũng như ảnh hưởng của nó tới các vùng lân cận, tác giả đã sử dụng ảnh Landsat 8 để xây dựng bản đồ phân bố ô nhiễm không khí tại khu vực 5 xã Tây Đáy là Thanh Tân, Thanh Thủy, Thanh Hải, Thanh

Nghị và thị trấn Kiện Khê thuộc huyện Thanh Liêm, tỉnh Hà Nam. Mục đích của nghiên cứu là chỉ ra thực trạng chất lượng môi trường không khí khu vực nghiên cứu dưới ảnh hưởng của các hoạt động khai thác khoáng sản; xây dựng bản đồ phân cấp mức độ ô nhiễm không khí khu vực nghiên cứu thông qua tư liệu ảnh viễn thám. Trên cơ sở kết quả thu được, nghiên cứu đề xuất biện pháp quản lý, hạn chế tác động của hoạt động khai thác khoáng sản đến chất lượng môi trường không khí trong khu vực.

2. Phương pháp nghiên cứu

2.1 Dữ liệu ảnh sử dụng

Nghiên cứu sử dụng ảnh viễn thám Landsat 8 năm 2019, được cho trong bảng 1.

Bảng 1 – Tư liệu ảnh Landsat 8

Mã ảnh	Ngày chụp	Độ phân giải, m
LC812604620 19314LGN00	15/11/2019	30x30
LC812704620 15150LGN01	30/ 5/ 2015	30x30

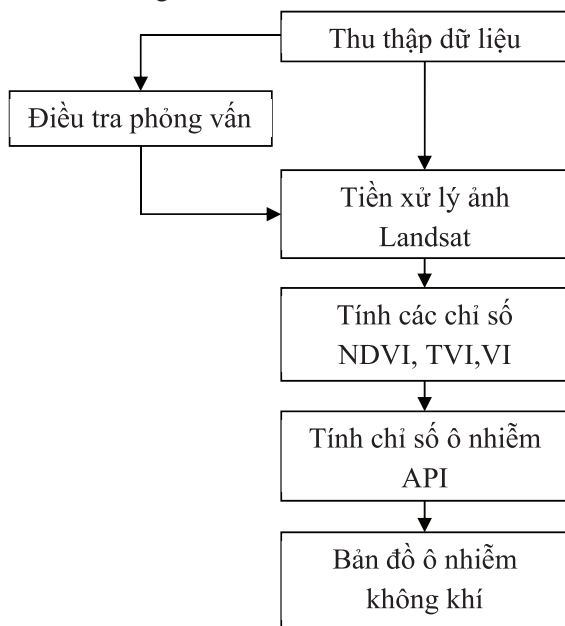
Nguồn: <https://earthexplorer.usgs.gov/>

2.2 Phạm vi nghiên cứu

Các khu vực khai thác khoáng sản và không khai thác khoáng sản trên địa bàn 5 xã Tây Đáy thuộc huyện Thanh Liêm, tỉnh Hà Nam.

2.3 Phương pháp nghiên cứu

Quá trình thành lập bản đồ phân bố ô nhiễm không khí thông qua phần mềm chuyên dụng ArcGIS 10.2 gồm 3 bước chính như sau: (1) Thu thập số liệu phân tích về môi trường không khí tại các điểm quan trắc, bản đồ số và tư liệu viễn thám liên quan; (2) Xử lý các tư liệu viễn thám; (3) Thành lập bản đồ phân bố nồng độ ô nhiễm không khí.



Hình 1 - Quy trình xử lý trình thành lập bản đồ phân bố ô nhiễm không khí

Tiền xử lý: Chuyển giá trị số sang giá trị bức xạ điện từ, giá trị số nguyên (DN) của ảnh được chuyển đổi sang giá trị thực của bức xạ điện từ qua công thức:

$$L_{\lambda} = M_L \cdot Q_{cal} + A_L \quad (1)$$

Trong đó: L_{λ} – giá trị bức xạ điện từ tại cảm biến (kênh ảnh gốc được tải xuống từ USGS); M_L – giá trị RADIANCE_MULT_BAND_x; Q_{cal} – giá trị số trên ảnh (Digital Number); A_L – giá trị RADIANCE_ADD_BAND_x.

* *Tính chỉ số NDVI (Normalised Difference Vegetation Index):*

$$NDVI = \frac{\text{Band NIR} - \text{Band RED}}{\text{Band NIR} + \text{Band RED}} \quad (2)$$

Trong đó: NIR – kênh phổ cận hồng ngoại (Near Infrared); RED – kênh phổ thuộc bước sóng màu đỏ (Đối với Landsat 8: RED – Band 4, NIR – Band 5).

* *Tính toán chỉ số biến đổi thực vật TVI (Transformed Vegetation Index):*

Chỉ số biến đổi thực vật được tính theo công thức sau, nhằm loại trừ các giá trị âm và chuyển đổi biểu đồ NDVI thành một phân bố bình thường [5]:

$$TVI = \sqrt{NDVI + 0,5} \quad (3)$$

* *Tính toán chỉ số thực vật đơn giản VI (Vegetation Index):*

Chỉ số thảm thực vật đơn giản tính được bằng cách lấy sự khác biệt về giá trị điểm ảnh màu đỏ (RED) từ kênh gần hồng ngoại (NIR):

$$VI = \text{BandNIR} - \text{BandRED} \quad (4)$$

Từ các giá trị phản xạ đối với NIR, kênh SWIR và chỉ số thực vật (VI, TVI), chỉ số ô nhiễm không khí API (Air Pollution Index) được tính toán theo công thức [7]:

$$API_{Landsat} = -460 - 10,4 \cdot SWIR1 + 1,0 \cdot NIR - 6,4 \cdot VI + 851,6 \cdot TVI \quad (5)$$

Sau khi tính toán được chỉ số ô nhiễm không khí, mức độ ô nhiễm không khí có thể được chia theo bảng sau [6, 8]:

Bảng 2 – Các mức phân cấp mức độ ô nhiễm không khí

TT	Chất lượng không khí	Giá trị API
1	Không khí trong lành	0 - 25
2	Ô nhiễm nhẹ	26 - 50
3	Ô nhiễm vừa phải	51 - 75
4	Ô nhiễm nặng	76 - 100
5	Ô nhiễm nghiêm trọng	> 100

Bảng 3 – Dữ liệu chất lượng không khí khu vực 5 xã tây Đáy

Khu vực	TSP (Bụi lơ lửng), $\mu\text{g}/\text{m}^3$	PM10 $\mu\text{g}/\text{m}^3$	CO $\mu\text{g}/\text{m}^3$	SO ₂ $\mu\text{g}/\text{m}^3$	NO ₂ $\mu\text{g}/\text{m}^3$
Cụm công nghiệp Kiện Khê 1	381,5		62,5		
Khu vực khai thác đá	429	264	< MDL	26,8	45,1
Tây Nam Nhà máy xi măng Bút Sơn	1204	503	3,42	86,2	75,2
Công ty xi măng Bút Sơn	1079	456	< MDL	1,215	3,270
Nhà máy xi măng Kiện Khê	892	380	< MDL	90,6	71,8
QCVN 05:2013/BTNMT	300	150	30.000	350	200

Nguồn: Tổng hợp từ LDTV 2015; TTQT PTMT Hà Nam.

3. Kết quả nghiên cứu

3.1. Thực trạng hoạt động khai thác khoáng sản tại huyện Thanh Liêm

Qua kết quả khảo sát và điều tra thực địa cho thấy, hiện nay trên địa bàn 5 xã tây Đáy có 6 nhà máy sản xuất xi măng, trên 60 cơ sở khai thác, chế biến khoáng sản, sản xuất bột đá và cát nhân tạo đang hoạt động, một mặt, đang góp phần to lớn trong công cuộc xây dựng và phát triển kinh tế chung của toàn huyện và của tỉnh, mặt khác, khói bụi và khí thải từ các nhà máy, xí nghiệp đang ảnh hưởng đến chất lượng môi trường không khí tại huyện Thanh Liêm và các vùng lân cận. Đặc biệt, ở tại các mỏ khai thác đang hoạt động, chất lượng môi trường không khí trong những năm gần đây đang có chiều hướng gia tăng ô nhiễm. Khu vực này đã trở thành một đại công trường và hệ lụy ô nhiễm môi trường nghiêm trọng ảnh hưởng trực tiếp tới đời sống, sinh hoạt của người dân 5 xã.

Gần khu vực mỏ khai thác có rất nhiều bụi do hoạt động vận tải (chiếm 70%) và do các hoạt động của mỏ khai thác đá (chiếm 30%). Tuy vận tải là hoạt động gián tiếp nhưng góp phần phát tán hàm lượng bụi trong không khí rộng hơn, cộng thêm sự xuống cấp của tuyến đường vận chuyển làm cho tình hình ô nhiễm bụi trong không khí thêm nghiêm trọng, cuộc sống của người

dân bị ảnh hưởng rất nhiều.

3.2. Chất lượng không khí

Kết quả tại bảng 3 cho thấy, các khu vực đều có hàm lượng bụi lơ lửng vượt ngưỡng cho phép. Đặc biệt, tại xã Kiện Khê khu vực gần Công ty xi măng Bút Sơn bị ô nhiễm bụi rất nặng với hàm lượng bụi lơ lửng vượt trên 300% so với QCVN 05:2013/BTNMT. Các chỉ tiêu khác như SO₂, CO và NO₂ tại khu vực các mỏ khai thác khoáng sản vẫn nằm trong giới hạn cho phép.

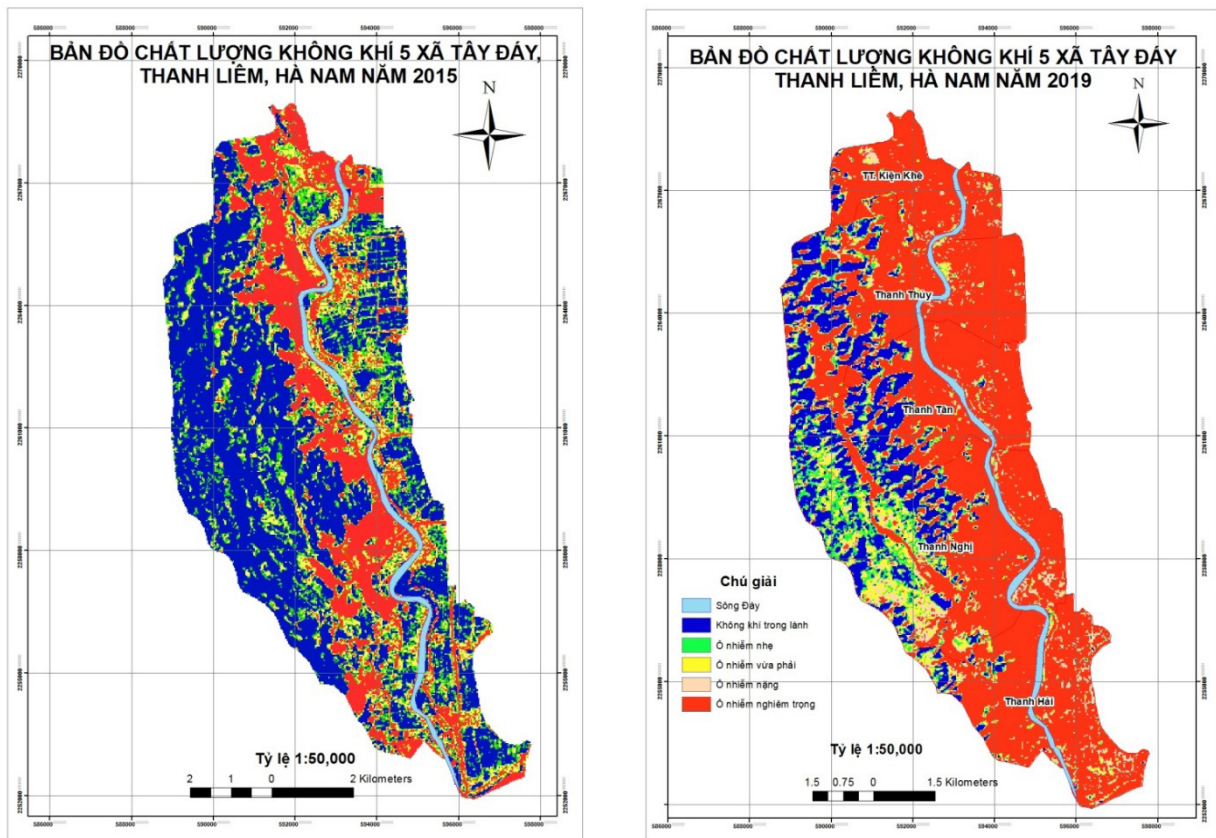
3.3. Xây dựng bản đồ phân cấp mức độ ô nhiễm không khí

Từ dữ liệu ảnh Landsat các năm 2015 và 2019, tác giả đã thành lập bản đồ phân bố chất lượng không khí 5 xã Tây Đáy thuộc huyện Thanh Liêm để đánh giá thay đổi chất lượng không khí khu vực do tác nhân khai thác khoáng sản qua các năm, được thể hiện tại hình 4. Kết quả cho thấy, tình trạng ô nhiễm ngày càng lan rộng với mức độ ngày càng nghiêm trọng.

3.4. Đề xuất giải pháp hạn chế mức độ ô nhiễm

3.4.1. Nhóm giải pháp cho các vùng bị ô nhiễm

- Tăng cường các biện pháp khắc phục môi trường không khí, khôi phục thảm thực vật sau khi khai thác, trồng các loại cây có khả năng xử lý ô nhiễm không khí tốt;



Hình 4 - Bản đồ chất lượng không khí tại 5 xã Tây Đáy, huyện Thanh Liêm, tỉnh Hà Nam

- Quản lý các hoạt động khai thác một cách chặt chẽ và cần có các biện pháp kịp thời ngăn chặn, xử lý các doanh nghiệp không có giấy phép hoạt động; kiểm tra, thanh tra và giám sát công nghệ xử lý khí thải các khu khai thác khoáng sản, đặc biệt là những khu vực ô nhiễm không khí nghiêm trọng;

- Cần có các chính sách hỗ trợ người dân sống trong khu vực môi trường ô nhiễm không khí nghiêm trọng và ô nhiễm nặng, hỗ trợ thăm khám sức khỏe thường xuyên.

3.4.2. Nhóm giải pháp về cơ chế chính sách

- Tăng cường công tác quản lý môi trường khai khoáng một cách chặt chẽ, xử lý nghiêm các trường hợp khai thác trái phép; tuyên truyền giáo dục cho người dân hiểu được công tác bảo vệ môi trường trong khai khoáng, mức độ nguy hiểm của ô nhiễm môi trường không khí;

- Quy hoạch phát triển ngành công nghiệp khai khoáng một cách hợp lý; thực hiện nghiêm ngặt ký quỹ môi trường đối với các đơn vị khai thác khoáng sản; rà soát kiểm tra đối với hoạt động đánh giá tác động môi trường của từng dự án mới, các dự án mở rộng quy mô;

- Xây dựng thêm các trạm quan trắc, ứng dụng công nghệ viễn thám trong giám sát chất lượng môi trường không khí, thành lập các trung tâm kiểm tra hiện trường môi trường khai thác khoáng sản và khu vực dân cư xung quanh độc lập để có thể nắm bắt kịp thời, nhanh chóng những biến động của môi trường không khí; trồng và bảo vệ rừng và thảm thực vật trên địa bàn, nhất là bảo tồn diện tích xung quanh các nhà máy xi măng, mỏ vôi, đá... có mức độ ô nhiễm không khí nặng; phục hồi rừng ở những nơi sau khi khai thác khoáng sản, nhất là đối với các khu vực có nồng độ bụi cao; trang bị

xe hút bụi và xe tưới nước để giảm thiểu bụi trên tuyến đường vận chuyển...

4. Kết luận

Ảnh vệ tinh Landsat là nguồn dữ liệu phong phú và quý giá, có hiệu quả khả quan trong công tác nghiên cứu tài nguyên thiên nhiên và giám sát môi trường, trong đó có giám sát chất lượng không khí. Đặc biệt, ảnh Landsat 8 có độ phân giải không gian trung bình, song vẫn có thể sử dụng trong giám sát và đánh giá mức độ ô nhiễm không khí khu vực khai thác khoáng sản. So sánh về sự khác biệt giữa kết quả quan trắc mặt đất và kết quả phân tích ảnh cho thấy, việc sử dụng tư liệu viễn thám Landsat có

độ tin cậy khá cao và là công cụ hữu hiệu để giám sát chất lượng môi trường không khí ở những nơi chưa có nhiều trạm quan trắc chất lượng không khí.

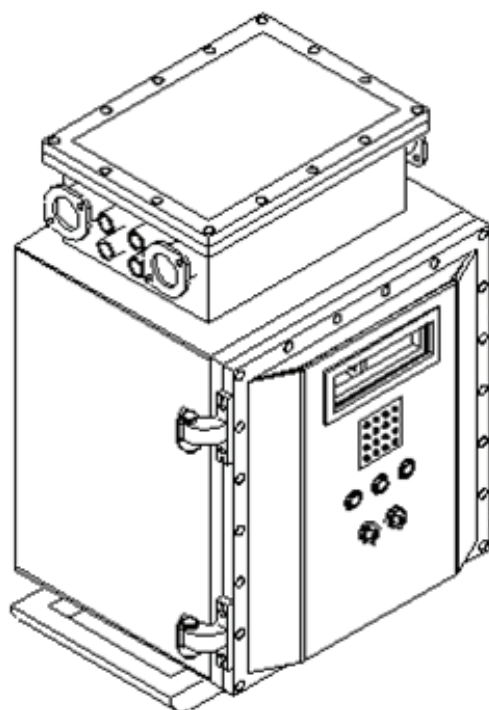
Bản đồ chất lượng không khí được xây dựng từ ảnh vệ tinh cho thấy mức ô nhiễm bụi trong không khí ngày càng tăng lên, nhất là đối với các khu vực khai thác khoáng sản. Phần lớn lượng bụi tăng do ngành công nghiệp khai khoáng sản diễn ra mạnh trên địa bàn huyện. Kết quả cũng chỉ ra rằng có mối quan hệ giữa lớp phủ thực vật với chất lượng không khí, bề mặt thực vật có vai trò quan trọng trong việc làm giảm mức độ ô nhiễm không khí, hạn chế bụi.

TÀI LIỆU THAM KHẢO

- Bộ Tài nguyên và Môi trường.** Quy chuẩn kỹ thuật quốc gia về chất lượng không khí xung quanh QCVN 05:2009/BTNMT. 2009. 9 tr.
- Trần Thị Vân, Nguyễn Phú Khánh, Hà Dương Xuân Bảo.** Viễn thám độ dày quang học mô phỏng phân bố bụi PM10 nội thành Thành phố Hồ Chí Minh. *Tạp chí Khoa học, Đại học Quốc gia Hà Nội*, 2. 2014. Tr. 52-62.
- Trần Thị Vân, Trịnh Thị Bình, Hà Dương Xuân Bảo.** Nghiên cứu khả năng phát hiện ô nhiễm bụi trên khu vực đô thị bằng công nghệ viễn thám nhằm hỗ trợ quan trắc môi trường không khí. *Tạp chí Phát triển KH&CN*, 15(2). 2012. Tr. 33-47.
- Viện Sinh thái rừng và môi trường.** Báo cáo Quy hoạch môi trường huyện Hoàn Bô năm 2013.
- Deering D.W., Rouse J.W., Haas R.H., Schell J.A.** Measuring "Forage Production" of Grazing Units From Landsat MSS Data. *Proceedings of the 10th International Symposium on Remote Sensing of Environment*, 2. 1975. PP. 1169-1178.
- Le Hung Trinh.** Air Pollution Determination using Remote Sensing Technique: A Case Study in Quang Ninh Province, Vietnam. *European Geographic Studies*, 9. 2016. PP. 4-11.
- Mozumder C., Reddy K.V., Pratap D.** Air Pollution Modeling from Remotely Sensed Data using Regression Techniques. *Indian Society of Remote sensing*, 41. 2012. PP. 269-277.
- Rao M., Hima Bindu V., Sagareshwar G., Indracanti J., Anjaeyulu Y.** Assessment of Ambient Air Quality in the Rapidly Industrially Growing Hyderabad Urban Environment. *Proc. BAQ 2004, Workshop Program and Presentation, Poster 3*. 2004.
- Trần Quang Bảo, Hồ Ngọc Hiệp, Lê Sỹ Hoà.** Ứng dụng GIS và viễn thám trong xây dựng bản đồ chất lượng không khí khu vực khai thác khoáng sản, huyện Lương Sơn, tỉnh Hòa Bình. 2018.
- Nguyễn Hải Hòa, Nguyễn Thị Hương.** Sử dụng ảnh Landsat xây dựng bản đồ phân bố ô nhiễm không khí do hoạt động khai thác khoáng sản tại huyện Hoàn Bô, tỉnh Quảng Ninh. 2017.

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

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



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

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



KHỞI ĐỘNG MỀM TRUNG THỂ PHÒNG NỔ IEMM-MVS-6000/200 (400)



Tủ khởi động mềm trung thế 6kV, tiêu chuẩn phòng nổ Exd[ia]I cho động cơ băng tải, bơm thoát nước, quạt thông gió hầm lò..., bao gồm: Contactor đầu vào 7,2kV-400A; bộ khởi động mềm 6,9kV-180A/360A; Contactor bypass 7,2kV-400A; biến dòng đo lường; cảm biến đo lường điện áp đầu vào và đầu ra điện tử 7,2kV; bảo vệ dòng rò. Tín hiệu điều khiển: Tín hiệu điều khiển từ xa, giám sát trạng thái từ xa an toàn tia lửa Ex ia I. Sản phẩm hợp tác với hãng Rockwell Automation - Mỹ.

Địa chỉ đã áp dụng: Công ty CP Than Mông Dương - Vinacomin, Công ty Than Thống Nhất - TKV, Công ty Than Hòa Hải - TKV.

KHỞI ĐỘNG MỀM HẠ THỂ PHÒNG NỔ IEMM-LVS-660 (1140)



Tủ khởi động mềm hạ thế 660/1140V loại phòng nổ Exd[ia]I cho động cơ băng tải, bơm thoát nước, quạt thông gió hầm lò..., bao gồm: Cầu dao đảo chiều; bộ khởi động mềm. Tín hiệu điều khiển: tín hiệu điều khiển từ xa, giám sát trạng thái từ xa an toàn tia lửa Ex ia I. Sản phẩm hợp tác với hãng Rockwell Automation - Mỹ.

Địa chỉ đã áp dụng: Công ty Than Mạo Khê - TKV, Công ty Than Hòa Hải - TKV.