

BẢN TIN KHOA HỌC

CƠ KHÍ

ISSN: 2354 - 1164



NĂNG LƯỢNG - MỎ

SỐ 24 - THÁNG 11,12/2020 **MECHANICAL ENGINEERING BULLETIN FOR MINING AND ENERGY INDUSTRIES**

VIỆN CƠ KHÍ NĂNG LƯỢNG VÀ MỎ - VINACOMIN



Kinh Biểu!



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.

TIN TỨC

- 1 - TKV: THI ĐUA HOÀN THÀNH MỤC TIÊU NĂM 2020
- 2 - TKV ĐẠT MỤC TIÊU DOANH THU 760.000 TỶ ĐỒNG TRONG GIAI ĐOẠN 2021-2025

CƠ KHÍ

- 3 - NGHIÊN CỨU TÍNH TOÁN LỰA CHỌN THÔNG SỐ LÀM VIỆC CỦA TỜI VỎ CỤC CHUYỂN ĐỘNG CON THOI
- 8 - MỘT SỐ VẤN ĐỀ TRONG THIẾT KẾ, CHẾ TẠO PHANH KHẨN CẤP CHO CÁC HỆ THỐNG VẬN TẢI MỎ NỎ RAY TREO NÓC TRONG MỎ THAN HẦM LÒ
- 11 - PHÂN TÍCH CÔNG SUẤT MÁY TRỘN THAN HAI TRỤC NẪM NGANG VỚI MÔ HÌNH TERZAGHI
- 15 - TỔNG QUAN VỀ BỘ LỌC CHÂN KHÔNG ĐƯỢC SỬ DỤNG TRONG CÁC NHÀ MÁY SÀNG TUYẾN THAN
- 18 - NGHIÊN CỨU ẢNH HƯỞNG CỦA SỰ TĂNG NHIỆT ĐỘ CHẤT LỎNG ĐẾN SỰ BIẾN ĐỔI CÁC TÍNH CHẤT VẬT LÝ VÀ KHẢ NĂNG TỎA NHIỆT CỦA DÒNG CHẤT LỎNG TRONG ĐƯỜNG ỐNG THỦY LỰC

ĐIỆN - TỰ ĐỘNG HÓA

- 24 - SO SÁNH PHƯƠNG PHÁP CHÍNH LƯU ĐA XUNG VÀ LỌC TÍCH CỰC ĐỂ GIẢM SÓNG HÀI NGUỒN ĐIỆN LƯỚI Ở HỆ TRUYỀN ĐỘNG ĐIỆN ĐIỀU CHỈNH TẦN SỐ

CÔNG NGHỆ VẬT LIỆU

- 32 - ẢNH HƯỞNG CỦA XỬ LÝ LẠNH ĐẾN KHẢ NĂNG CHỊU MÀI MÒN CỦA MŨI BÚA THỦY LỰC

CÔNG NGHỆ

- 37 - HIỆN TRẠNG VÀ GIẢI PHÁP XÂY DỰNG CƠ SỞ NHẪM TỐI ƯU HÓA CHẾ ĐỘ LÀM VIỆC CỦA QUẠT GIÓ CHÍNH MỎ THAN MẠO KHÊ
- 44 - ĐÁNH GIÁ KHẢ NĂNG SỬ DỤNG DỮ LIỆU ẢNH VỆ TINH QUANG HỌC SENTINEL-2 MSI TRONG PHÁT HIỆN DẤU HIỆU CHỨA KHOÁNG SẮN SÉT

SẢN PHẨM KH & CN

- 49 - BỘ LÀM SẠCH BĂNG TẢI (LOẠI A)
- 50 - TỜI KÉO TSM PHÒNG NỔ DỪNG TRONG MỎ HẦM LÒ

TKV: THI ĐUA HOÀN THÀNH MỤC TIÊU NĂM 2020

Tình hình sản xuất, kinh doanh của Tập đoàn Công nghiệp Than - Khoáng sản Việt Nam (TKV) vẫn tương đối khả quan; các đơn vị của tập đoàn đang ra sức thi đua để hoàn thành mục tiêu cho cả năm 2020.

Bước vào năm 2020, TKV nhận định phải đối mặt với không ít khó khăn về sản xuất và tiêu thụ. Đó là diện khai thác các mỏ hầm lò và lộ thiên ngày càng xuống sâu, kéo theo chi phí đầu tư sản xuất tăng cao, áp lực về công suất khai thác sẽ khó hoàn thành chỉ tiêu. Bên cạnh đó, từ đầu năm đến nay, do ảnh hưởng của dịch Covid-19 một số đơn vị cũng bị gián đoạn trong sản xuất, sản lượng tiêu thụ than bị chững lại.

Mặc dù vậy, từ đầu năm đến nay, các đơn vị trong Tập đoàn đã linh động triển khai đồng loạt giải pháp, từng bước tháo gỡ khó khăn, bám sát điều hành của TKV để hoàn thành chỉ tiêu chính. Nhiều đơn vị ngành than đang gấp rút phát động thi đua 90 ngày đêm sản xuất và tiêu thụ than, nhằm phấn đấu hoàn thành vượt chỉ tiêu cả năm 2020.

Tháng 11, các chỉ tiêu sản xuất của Tập đoàn cơ bản hoàn thành. Trong đó, khối khoáng sản, điện lực hoàn thành vượt kế hoạch, riêng khối than đạt thấp. Sản lượng than nguyên khai sản xuất tháng 11 đạt 3,03 triệu tấn; khối lượng đất bóc đạt 15,75 triệu m³; đào lò

23.312 m, trong đó đào lò xây dựng cơ bản 1.430 m; sản xuất Alumin đạt 108.000 tấn, tiêu thụ 190.953 tấn, đạt 14,7 % kế hoạch năm.

Tính chung 11 tháng, Tập đoàn đã sản xuất 35,9 triệu tấn than. Than tiêu thụ đạt 37,38 triệu tấn. Trong đó, than tiêu thụ trong nước đạt 36,69 triệu tấn. Sản xuất Alumin quy đổi 1,29 triệu tấn, đạt 99% kế hoạch năm và bằng 103% so với cùng kỳ năm 2019. Sản xuất điện 9,65 tỷ kWh, đạt 99% kế hoạch năm và bằng 109% so với cùng kỳ năm trước.

Doanh thu toàn TKV 11 tháng ước đạt 108.973 tỷ đồng. Lợi nhuận ước đạt trên 2.000 tỷ đồng. Đáng chú ý, 11 tháng, TKV nộp ngân sách nhà nước 17,22 nghìn tỷ đồng, đạt 92% kế hoạch và tăng 15% so với cùng kỳ. Tiền lương bình quân toàn Tập đoàn đạt 12,8 triệu đồng/người/tháng. Đây là kết quả của sự cố gắng, nỗ lực trong chỉ đạo điều hành của Tập đoàn, các ban chuyên môn và sự quyết liệt triển khai của các đơn vị trong bối cảnh khó khăn do ảnh hưởng của dịch Covid-19.

Hiện nay, các doanh nghiệp

ngành than đang nỗ lực triển khai nhiều giải pháp để đẩy mạnh sản xuất, kinh doanh trong năm 2020. Đơn cử, Công ty Cổ phần Than Cọc Sáu đang tập trung triển khai, củng cố, cải thiện các điều kiện sản xuất đặc biệt diện khoan, cải tạo, mở rộng tuyến đường vận chuyển; cân đối tổ chức sản xuất hợp lý, bám sát điều hành chung của Tập đoàn.

Còn tại khu vực cảng Cửa Ông (TP. Cẩm Phả, Quảng Ninh), những ngày này, nhiều phương tiện tàu, thuyền lớn nối đuôi nhau cập cảng rót than vận chuyển đi tiêu thụ. Công ty Kho vận và Cảng Cẩm Phả là đơn vị tiêu thụ than chính của Tập đoàn đang phối hợp điều hành các phương tiện ra - vào cảng an toàn, tổ chức bốc rót than đúng chủng loại, tiến độ, cho khách hàng tại khu vực cảng Cửa Ông. Dự kiến từ nay đến cuối năm, công ty sẽ tiêu thụ hơn 11 triệu tấn than. Hiện nay, công ty đã chủ động xây dựng các phương án điều hành, chuẩn bị nhân lực, máy móc tổ chức giao than đảm bảo an toàn, kịp thời cho khách hàng.

Theo Hoàng Sơn (congthuong.vn)

TKV ĐẠT MỤC TIÊU DOANH THU 760.000 TỶ ĐỒNG TRONG GIAI ĐOẠN 2021-2025

Tập đoàn Công nghiệp Than - Khoáng sản Việt Nam (TKV) đặt mục tiêu trong giai đoạn 2021-2025, đạt tổng doanh thu 760.000 tỷ đồng (tăng 20 - 23% so với giai đoạn 2016-2020).



Hoạt động khai thác than của TKV tại Quảng Ninh. Ảnh: TTXVN

Sáng 8/12, tại phiên thảo luận của Kỳ họp thứ 21, HĐND tỉnh Quảng Ninh khóa XIII, ông Vũ Anh Tuấn, Phó Tổng Giám đốc Tập đoàn Công nghiệp Than - Khoáng sản Việt Nam (TKV) nhấn mạnh, trong giai đoạn 2021-2025, nhiệm vụ, chỉ tiêu trọng tâm của Tập đoàn công nghiệp Than - Khoáng sản Việt Nam phấn đấu đạt tổng doanh thu 760.000 tỷ đồng (tăng 20 - 23% so với giai đoạn 2016 - 2020), sản lượng than thương phẩm sản xuất trong nước là 190 triệu tấn.

Theo ông Vũ Anh Tuấn, với những kết quả đã đạt được trong năm 2020, nhất là về tăng trưởng kinh tế tăng 10,5%, thu ngân sách

49.300 tỷ đồng vượt so với Trung ương giao..., vai trò của ngành công nghiệp được đánh giá là rất quan trọng, đặc biệt là vai trò của ngành than.

Đề ngành Than tiếp tục phát huy những kết quả thành tích đạt được, đóng góp vào sự phát triển của tỉnh, Phó Tổng Giám đốc Tập đoàn TKV đề nghị tỉnh Quảng Ninh tiếp tục hỗ trợ cho Tập đoàn các công việc cụ thể như phối hợp xây dựng quy hoạch phát triển ngành than phù hợp với quy hoạch năng lượng và quy hoạch phát triển kinh tế, xã hội của tỉnh.

Ông Vũ Anh Tuấn cũng đề nghị các bộ, ngành đẩy mạnh thời gian giải quyết các thủ tục cấp phép, điều chỉnh,

gia hạn đối với các dự án thăm dò, khai thác than theo quy hoạch; chỉ đạo các địa phương rà soát giải quyết dứt điểm thủ tục thuê đất, gia hạn thời gian thuê đất; phối hợp đảm bảo tốt an ninh trật tự, quản lý tài nguyên ranh giới mỏ, ngăn chặn các hoạt động sai phạm trong khai thác, vận chuyển, tiêu thụ than.

Trong 5 năm qua (2015-2020), Tập đoàn TKV đã tập trung lãnh đạo, chỉ đạo sản lượng sản xuất than đạt gần 200 triệu tấn, bình quân tăng 3,5%/năm, nộp ngân sách nhà nước trên 80.000 tỷ đồng; trong đó, trên địa bàn tỉnh Quảng Ninh trên 69.000 tỷ đồng, chiếm 43% thu nội địa của tỉnh Quảng Ninh; thu nhập bình quân của người lao động đạt 10,4 triệu đ/người/tháng.

Riêng trong năm 2020, dự kiến Tập đoàn TKV đạt doanh thu 121.000 tỷ đồng, giảm 17.000 tỷ đồng so với kế hoạch năm. Lợi nhuận ước đạt trên 2.500 tỷ đồng; nộp ngân sách đạt 18.000 tỷ đồng; duy trì tiền lương bình quân cho 96.000 công nhân ở mức 12,3 triệu đồng/tháng.

Theo Văn Đức (bnews.vn)

NGHIÊN CỨU TÍNH TOÁN LỰA CHỌN THÔNG SỐ LÀM VIỆC CỦA TÒI VÔ CỰC CHUYỂN ĐỘNG CON THOI

*NCS. Lã Trung Sơn, GS.TS. Zhao Li Juan, NCS. Lê Văn Lợi –
Đại học Kỹ thuật Công trình Liêu Ninh Trung Quốc
TS. Phùng Khắc Sỹ – Viện Cơ khí Năng lượng và Mỏ - Vinacomin*

Tóm tắt: Tời vô cực là một loại hình vận tải phụ trợ, an toàn và hiệu quả, được sử dụng rất nhiều trong công tác vận tải tại các mỏ than hầm lò. Nội dung bài báo nhằm giới thiệu tóm tắt về nguyên lý làm việc của tời vô cực chuyển động con thoi, nêu phương pháp tính toán các thông số làm việc của tời vô cực loại này, làm cơ sở cho việc thiết kế, lựa chọn thiết bị và chỉ ra các vấn đề khác cần chú ý trong việc áp dụng vào sản xuất.

Từ khóa: Chuyển động con thoi, goòng, tời trục, tời vô cực, toa xe, xe kéo.

1 Đặt vấn đề

Tời vô cực có rất nhiều loại khác nhau: Tời vô cực chuyển động theo vòng kín, tời vô cực chuyển động theo kiểu con thoi, tời cáp treo vô cực, tời mono-ray..., chúng đang được áp dụng rộng rãi vào trong các mỏ than hầm lò và đang ngày càng đóng vai trò quan trọng trong khâu vận tải vật tư, thiết bị và con người.

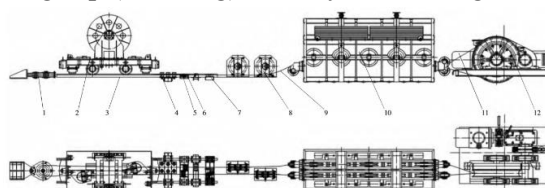
Tời vô cực chuyển động con thoi là loại hình đặc biệt, cáp treo được quấn qua tang ma sát theo vòng kín, nhưng xe kéo, goòng, toa xe lại chuyển động 2 chiều theo dạng con thoi. Mặc dù trên thế giới, loại tời này đã được áp dụng khá phổ biến, nhưng ở Việt Nam, đây là loại hình vận tải phụ trợ mới nhằm cơ giới hóa khâu chuyển tải từ tời trục giếng nghiêng, giếng chính với các khâu vận tải khác, do vậy chưa được quan tâm đầy đủ. Việc nghiên cứu và đề xuất phương pháp tính toán các thông số cơ bản của tời vô cực chuyển động con thoi là một nhu cầu thực tiễn hiện nay.

2 Cấu tạo và nguyên lý làm việc

2.1 Cấu tạo

Nguyên lý cấu tạo của tời vô cực chuyển động con thoi được thể hiện trên hình 1, gồm: Cụm đầu đuôi 1; xe con thoi 2; đường ray 3; bộ phận chuyển hướng 4; cụm pully đỡ cáp 5; dàn pully đề cáp nhánh không tải 6; dàn pully đề cáp nhánh có tải 7; pully đề cáp 8; dây cáp 9; thiết bị

căng cáp (đổi trọng) 10; máy tời 11; tang tời 12.



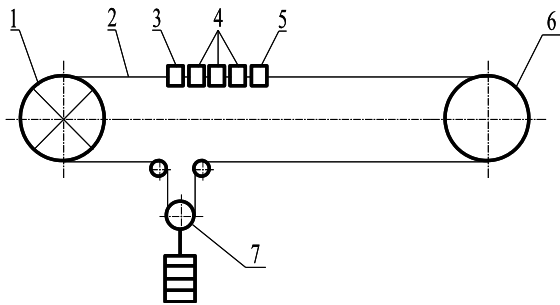
Hình 1 – Sơ đồ cấu tạo hệ thống tời vô cực chuyển động con thoi

2.2 Nguyên lý hoạt động

Nguyên lý hoạt động của tời vô cực chuyển động con thoi như sau: Động cơ quay, truyền chuyển động đến tang ma sát qua khớp nối và hộp giảm tốc, tang quay truyền lực kéo cho cáp bằng ma sát. Cáp kéo một đầu nối với toa xe kéo và quấn qua tang ma sát, đầu cuối nối với đuôi đoàn toa xe (gồm xe kéo và toa xe chở vật liệu, toa xe goòng). Khi cáp kéo chuyển động sẽ kéo cả đoàn toa xe theo hai chiều khác nhau (lên xuống), muốn đổi chiều chuyển động của đoàn toa xe, phải thay đổi chiều chuyển động của tang ma sát, nghĩa là phải thay đổi chiều quay của động cơ dẫn động. Đây là điều khác biệt so với tời vô cực chuyển động theo vòng kín.

Như vậy theo tính chất chuyển động của bộ phận mang tải, tời vô cực chuyển động con thoi tương tự như tời trục một đầu cáp, nhưng tính chất của bộ phận kéo lại khác nhau.

Để đảm bảo làm việc an toàn, trong thiết bị còn lắp các bộ phận:



Hình 2 – Nguyên lý làm việc của tời vô cực chuyển động con thoi:

- 1 – tang ma sát; 2 – dây cáp; 3 – xe con thoi;
- 4 – hộp thiết bị; 5 – xe công tác; 6 – tang đuôi;
- 7 – thiết bị kéo căng

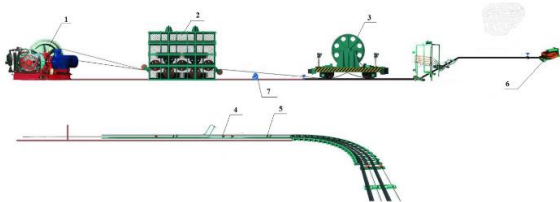
- Thiết bị kéo căng để đảm bảo sức căng tối thiểu cho cáp S_{min} tránh trượt cáp trên tang ma sát;

- Thiết bị đề cáp, đỡ cáp đảm bảo cho cáp không bị văng ra trên các giá đỡ cáp kéo;

- Phanh hãm đảm bảo an toàn.

3 Lĩnh vực ứng dụng

Hệ thống tời vô cực (hình 3) được sử dụng chủ yếu trong mỏ than hầm lò, dọc theo các đường lò vận tải, tại khu vực khai thác lên xuống, đường gió hồi và các đường lò tập trung, phù hợp với công tác vận tải đường sắt góc nghiêng lớn, độ dốc thay đổi và quỹ đạo vận chuyển phức tạp trọng tải lớn, vận chuyển nguyên vật liệu, thiết bị, và người, đặc biệt là vận chuyển tổ hợp các hệ thống giá đỡ thủy lực, giàn thủy lực, thiết bị lớn... Nó có những lợi thế đáng kể trong việc tiết kiệm nhân công, đơn giản hóa các liên kết vận chuyển, độ an toàn cao.



Hình 3 – Hệ thống vận tải tời vô cực:

- 1 – bộ dẫn động; 2 – thiết bị kéo căng; 3 – xe con thoi;
- 4 – puly đỡ cáp; 5 – puly đề cáp;
- 6 – puly đuôi; 7 – puly chuyển hướng

Những nhược điểm tồn tại:

- Năng suất vận tải thấp do dung tích của goòng, toa xe bị hạn chế, vận tốc thấp, toa xe, goòng hay bị lắc ngang;

- Không thể đồng thời phục vụ nhiều tuyến đường sắt cùng lúc và tính cơ động tương đối bị hạn chế;

- Các thiết bị phụ trợ điều chỉnh hành trình vận chuyển nhất thiết phải được trang bị tại các vị trí đầu và cuối của tuyến đường vận chuyển, sau khi xe kéo, goòng được đưa vào đường vận tải thì mới có thể vận chuyển được;

- Nó chỉ có thể được vận chuyển theo một đường duy nhất và tương đối khó khăn trong việc điều chỉnh và thay đổi hệ thống.

4 Xác định các thông số làm việc của tời vô cực chuyển động con thoi

Nội dung cơ bản của phần tính toán bao gồm: Tính năng suất; tính toán lực cản chuyển động; tính sức căng dây; đường kính tang; tính lực kéo và công suất tời...

4.1 Nguyên tắc tính toán

a) Yêu cầu

- Để đáp ứng yêu cầu thực tế sản xuất, tiết kiệm chi phí vận hành, việc lựa chọn sử dụng công nghệ vận chuyển tời vô cực chuyển động con thoi phải mang tính tiên tiến, có tính đại diện, thiết thực và đáng tin cậy;

- Việc tính toán, thiết kế lựa chọn loại hình phù hợp phải tuân thủ quy định về an toàn mỏ than hầm lò, và quy chuẩn tời trục trong mỏ than hầm lò [1];

- Phải đảm bảo yêu cầu kỹ thuật;

- Căn cứ theo sự thay đổi góc dốc của đường lò, bố trí các puly, đối với cụm puly dẫn hướng dây cáp có các đoạn cong cần bố trí thiết bị bảo vệ, nhưng không làm thay đổi hệ thống thiết bị vận tải hầm lò hiện có, đồng thời có thể thay đổi khoảng cách vận chuyển nhanh chóng, công tác đào đường lò và khai thác; để đề phòng tai nạn như đổ toa xe, dây cáp bị bắn văng khỏi puly đề cáp, xe con thoi có thiết kế hệ thống chống đứt cáp (hệ thống bảo vệ dây cáp) để phòng hiện

tượng dây cáp trượt trên tang quán cáp; các phương tiện được kéo như xe goòng trên đường bằng, xe chở vật tư, thiết bị, xe chở người, chở vật liệu... được kết nối trực tiếp với xe kéo và các kết nối đó có thể được thiết kế riêng biệt tùy theo yêu cầu cụ thể.

b) Điều kiện ban đầu

- Đường lò được sử dụng là dọc theo đường sắt vận tải trong lò, đường đơn hay đường đôi;
- Có thể vận tải vật liệu, thiết bị và người;
- Đảm bảo khoảng cách vận tải, độ dốc, có đường uốn cong hay không;
- Cho biết khối lượng tối đa của một đơn nguyên vận chuyển.

4.2 Tính toán các thông số làm việc

a) Tính năng suất vận tải

Năng suất vận tải của tời vô cực chuyển động con thoi được tính tương tự như tời trục một đầu cáp [2, 3]:

$$Q = 3,6 \frac{ZG}{T_{ck}}, \text{ t/h} \quad (1)$$

Trong đó: Z – số toa xe goòng mỗi lần kéo; G – sức chở của mỗi goòng, kg; T_{ck} – Thời gian một chu kỳ làm việc:

$$T_{ck} = \frac{2L}{v_{tb}} + \theta, \text{ s} \quad [2]$$

Với: L – khoảng cách vận tải, m; v_{tb} – vận tốc chuyển động trung bình của cáp, m/s; θ – Thời gian nghỉ giữa 2 chu kỳ, s.

Vì là thiết bị phụ trợ nên năng suất của tời vô cực chuyển động con thoi phải lấy bằng năng suất yêu cầu của tời trục $Q = Q_{yc}$. Từ đây có thể:

- Chọn trước vận tốc v_{tb}, xác định số goòng (toa xe) Z cần vận chuyển:

$$Z = \frac{Q_{yc} T_{ck}}{3,6G} = \frac{Q_{yc} \left(\frac{2L}{v_{tb}} + \theta \right)}{3,6G}$$

- Chọn trước Z, xác định v_{tb}:

$$v_{tb} = 2L / \left(\frac{3,6ZG}{Q_{yc}} - \theta \right), \text{ m/s}$$

b) Tính sức cản chuyển động

Khi thiết bị làm việc, xuất hiện các sức cản chuyển động, bao gồm: Lực cản của đoàn xe, lực cản của dây cáp khi chạy dọc theo tuyến đường vận tải... Tổng sức cản chuyển động có thể xác định theo công thức [2]:

$$W = gZ(G + G_0)(w_0 \cos \beta_{max} \pm \sin \beta_{max}) + q_K gL(f \cos \beta_{max} \pm \sin \beta_{max}), \text{ N} \quad (2)$$

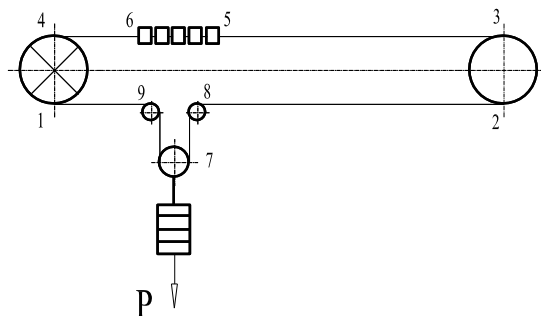
Trong đó: g – gia tốc trọng trường, m/s²; G – khối lượng vận tải tối đa, kg; G₀ – khối lượng bản thân của goòng, kg; w₀ – hệ số sức cản chuyển động của goòng; β_{max} – góc dốc vận tải lớn nhất, độ; q_K – khối lượng của dây cáp trên một đơn vị chiều dài, kg/m; L – khoảng cách vận chuyển, m; f – hệ số lực cản ma sát của dây cáp; lấy dấu “+” khi vận tải lên dốc, dấu “-” khi vận tải xuống dốc.

c) Tính toán sức căng cáp

Bộ phận kéo của tời vô cực được cuốn theo vòng kín nên sức căng tại mỗi điểm của dây cáp được tính theo phương pháp đuổi điểm [2, 3]:

$$S_i = S_{i-1} + W_{i-1,i}, \text{ N} \quad (3)$$

Trong đó: S_i, S_{i-1} – sức căng tại điểm i và i-1, N; W_{i-1,i} – sức cản chuyển động trên đoạn (i-1,i), N.



Hình 4 – Sơ đồ nguyên lý tính toán sức căng của tời vô cực

Theo công thức (3), xác định được:

$$S_2 = W_s + S_1$$

$$S_3 = kS_2$$

$$S_4 = W_L + S_3$$

Suy ra:

$$S_4 = W_L + k(S_1 + W_s)$$

Trong đó: S_1 – sức căng tại điểm rời tang ma sát dẫn động, N , $S_1 = S_r$; S_4 – sức căng dây cáp tại điểm tới của tang ma sát dẫn động, N , $S_4 = S_t$; k – hệ số gia tăng lực căng khi dây cáp đi qua tang đuôi và bánh dẫn của thiết bị kéo căng, $k = 1,05 \div 1,07$ [4-6]; W_L , W_S – lần lượt là lực cản của dây cáp trên nhánh có tải và nhánh không tải, N .

Để dây cáp không bị trượt trên tang dẫn động, quan hệ giữa sức căng S_t và S_r phải bảo đảm theo điều kiện Euler:

$$S_4 - S_1 \leq \frac{S_1(e^{\mu\alpha} - 1)}{k_{ms}} \quad (4)$$

Trong đó: k_{ms} – hệ số dự trữ ma sát (còn gọi là hệ số an toàn chống trượt), $k_{ms} = 1,1 \div 1,2$ [4, 5]; α – góc quấn quanh của sợi dây trên bánh ma sát, độ; μ – hệ số ma sát giữa sợi cáp và tang ma sát, phụ thuộc vào lớp vật liệu lót quấn trên bề mặt tang ma sát, chọn sử dụng PVC hoặc GM-3 làm dây lót thì hệ số ma sát là 0,25, nếu chọn dùng vật liệu gang thì chọn lấy (0,15 ÷ 0,18) [4-6].

Suy ra:

$$S_4 \leq \left(\frac{e^{\mu\alpha} - 1}{k_{ms}} + 1 \right) S_1 \quad (5)$$

Để dây cáp không bị trượt trên nền lò cần phải đảm bảo điều kiện [2, 3]:

$$S_{\min} \geq 5g l_{gc} q_K \cos \beta \quad (6)$$

Trong đó: l_{gc} – khoảng cách giữa 2 con lăn đỡ cáp trên nền lò, m .

d) Tính công suất động cơ

Công suất động cơ được xác định theo công thức chung [2]:

$$N_{dc} = k_{dtr} \frac{(S_t - S_r) v_{tb}}{1.000\eta}, \text{ kW} \quad (7)$$

Trong đó: k_{dtr} – hệ số dự trữ công suất, $k_{dtr} = 1,1 \div 1,2$; η – hiệu suất bộ truyền động.

Cần lưu ý rằng, khi tời vô cực đặt tại lò thượng vận tải vật liệu từ trên xuống, nếu tổng lực cản $W < 0$, động cơ sẽ làm việc theo chế độ hãm máy phát, đồng thời puly dẫn động sẽ trở

thành puly dẫn hướng. Lúc đó công suất động cơ được tính theo [2]:

$$N_{dc} = \frac{1,05|S_t - S_r| v'}{1.000} \eta, \text{ kW} \quad (8)$$

Trong đó: v' – vận tốc tời tương ứng với động cơ chạy theo chế độ máy phát, $v' = 1,06v_{tb}$, m/s .

Để cáp không bị trượt trên puly phải đảm bảo điều kiện:

$$S_r \leq S_t e^{\mu\alpha} \quad (9)$$

e) Lựa chọn dây cáp và độ bền của nó

Dây cáp là bộ phận cấu thành lực kéo của tời vô cực, chọn sơ bộ theo lực kéo đứt [1, 2]:

$$S_d = \frac{n \left[S_{\min} + gZ(G + G_0)(w_0 \cos \beta_{\max} + \sin \beta_{\max}) \right] + 2gLq_K (f \cos \beta_{\max} \pm \sin \beta_{\max})}{1 - \frac{gL\gamma_c n}{10^3 \sigma_b} (w_0 \cos \beta_{\max} + \sin \beta_{\max})}$$

Trong đó: n – hệ số dự trữ độ bền cáp, $n = 3,5 \div 5,5$; S_{\min} – sức căng nhỏ nhất của cáp, được tính theo (6) hoặc chọn sơ bộ; σ_b – giới hạn bền uốn của thép chọn làm dây cáp, MPa .

Có nhiều nhân tố ảnh hưởng đến tuổi thọ của dây cáp, nhưng chủ yếu là độ bền môi, do cáp bị kéo, uốn và quá trình ăn mòn bên trong sợi cáp. Mỗi chu kỳ hoạt động của dây cáp đều đi qua rất nhiều puly, tang quấn và nhiều đoạn uốn cong, đồng thời phải chịu những lực rung động và va đập. Có những vị trí đường lò có độ ẩm lớn, dây cáp bị tích nước quá lâu dẫn đến bị đứt do mối. Khi thiết kế chính xác, cần phải kể đến tất cả các yếu tố trên, căn cứ vào giá trị S_d tính toán trên, chọn loại cáp tiêu chuẩn sao cho $S_d < [S_d]$ (tra bảng trong tài liệu [2]).

5 Kết luận

Tời vô cực chuyển động con thoi là một thiết bị hỗ trợ trong hệ thống vận tải hoàn chỉnh, được sử dụng trong các điều kiện làm việc khác nhau phù hợp với điều kiện thực tế. Vì vậy, cần được nghiên cứu đầy đủ.

Các thông số làm việc của tời vô cực chuyển động con thoi không những phụ thuộc vào năng suất của hệ thống vận tải nói chung mà còn phụ

thuộc vào điều kiện lắp đặt như chiều dài vận tải, độ dốc, tốc độ chuyển động...

Bài báo đã đề xuất phương pháp tính toán

các thông số làm việc của tời vô cực chuyển động con thoi. Kết quả tính toán là cơ sở để thiết

kế, chế tạo thiết bị phục vụ cho sản xuất.

TÀI LIỆU THAM KHẢO

1. Quy chuẩn kỹ thuật Quốc gia về an toàn tời trục mỏ sửa đổi 1:2019 QCVN 02:2016/BCT.
2. **Nguyễn Văn Kháng**. Máy và tổ hợp thiết bị vận tải mỏ. *Hà Nội: Nhà xuất bản Khoa học và Kỹ thuật*. 2005.
3. **Nguyễn Văn Xô, Nguyễn Văn Kháng**. Máy nâng, máy xếp dỡ. *Hà Nội: Nhà xuất bản Giao thông Vận tải*. 2019.
4. **Hồng Hiểu Hoa**. Nâng cao năng lực vận tải mỏ. *Từ Châu: Nhà xuất bản Đại học Công nghiệp Mỏ Trung Quốc*. 2002.
5. **Ngô Hưng Quốc**. Ứng dụng của tời vô cực trong sản xuất mỏ than hầm lò. *Máy khai thác*, 5. 2005. Tr. 132-133.
6. **Khuong Hán Quân**. Thiết bị vận chuyển phụ trợ trong mỏ hầm lò. *Từ Châu: Nhà xuất bản Đại học Công nghiệp Mỏ Trung Quốc*. 2008.

MỘT SỐ VẤN ĐỀ TRONG THIẾT KẾ, CHẾ TẠO PHANH KHẨN CẤP CHO CÁC HỆ THỐNG VẬN TẢI MÔ NÔ RAY TREO NÓC TRONG MỎ THAN HÀM LÒ

*ThS. Trần Đức Thọ, ThS. Nguyễn Đức Minh, ThS. Bùi Tiến Sỹ – Viện Cơ khí Năng lượng và mỏ-Vinacomin
ThS. Trần Thị Thu Thủy – Đại học Công nghiệp Hà Nội*

Tóm tắt: Bài báo mô tả những vấn đề kỹ thuật đặt ra trong việc chế tạo phanh khẩn cấp dùng cho tời cáp một đầu mút kéo vật liệu sử dụng mô nô ray treo nóc trong mỏ than hầm lò, các giải pháp thiết kế sản phẩm từ trong nước. Các phanh khẩn cấp có thể sử dụng trên các đường vận tải đường lò dốc đến 30 độ, nhằm mục tiêu nâng cao khả năng vận tải và tăng cường độ tin cậy cho các hệ thống vận tải phụ trợ hiện đang sử dụng. Bài báo cũng nêu lên tính cần thiết, mô hình và nghiên cứu thực tế, tham khảo các thông tin khác có liên quan, từ đó xây dựng các tiêu chí kỹ thuật cơ bản khi lựa chọn giải pháp thiết kế hệ thống phanh khẩn cấp mô nô ray thích hợp.

Từ khóa: Mô nô ray, vận tải phụ trợ, phanh khẩn cấp.

1 Đặt vấn đề

Trong mỏ than hầm lò, hệ thống vận tải đóng vai trò rất quan trọng, có thể được chia thành vận chuyển chính, bao gồm vận chuyển chạy qua băng tải, và hệ thống vận chuyển phụ trợ. Vận chuyển phụ trợ được sử dụng để vận chuyển cả vật tư, thiết bị làm việc, đá thải và người ra vào, trong đó theo thống kê, vận chuyển lao động chiếm hơn một nửa tổng khối lượng. Nó có thể sử dụng thông qua đường sắt gắn trên nền, qua đường ray treo trên nóc hoặc cáp treo.

Trong những năm gần đây, việc không ngừng nâng cao năng lực khai thác than trong nước làm tăng khối lượng vận tải phụ trợ thiết bị và vật tư, đồng thời cũng đòi hỏi hệ thống vận tải ngày càng có yêu cầu cao hơn. Để đảm bảo an toàn cho công tác vận chuyển phụ trợ này, các nhà kỹ thuật đã đưa vào vận hành và thử nghiệm nhiều loại thiết bị an toàn khác nhau cho các thiết bị dùng tời trực kéo goòng, toa xe và mô nô ray. Bản chất của các thiết bị này là bảo vệ người và thiết bị phòng khi mất sự gắn kết giữa đoàn toa (hệ mang tải) và tời, goòng (đứt cáp, tuột cáp, gãy chốt, đứt móc), toa xe chuyển động nhanh xuống phía dưới gây mất an toàn.

Tời cáp một đầu mút vận hành cho mô nô ray và mô nô ray vận hành đầu máy không thể

đảm bảo độ tin cậy nếu không có hệ thống phanh khẩn cấp. Hiện tại, đa số các tuyến mô nô ray tự phát triển của các nhà sản xuất nội địa chưa có thiết bị phanh khẩn cấp phù hợp đi kèm. Các phanh hiện có chủ yếu là bản sao của thiết bị phanh cơ học của nước ngoài mà chưa có những phân tích chuyên sâu kỹ thuật. Một vài đơn vị sản xuất đã có nghiên cứu về phanh dạng này nhưng chưa được ứng dụng trong thực tiễn. Do vậy, việc nghiên cứu, thiết kế, chế tạo phanh khẩn cấp cho các đường vận tải mô nô ray treo nóc lò mỏ than hầm lò ở nước ta là rất cấp thiết.

2 Cấu tạo và nguyên lý hoạt động của phanh khẩn cấp trên mô nô ray

Phanh an toàn khẩn cấp cơ-thủy lực được thiết kế để hoạt động trên đường ray treo trên nóc lò của đường vận chuyển dưới dạng đường ray đơn, tạo thành từ các đoạn thanh thép I155 hoặc các loại tương tự như I160. Khi toàn bộ hệ mang tải mất liên kết với hệ dẫn động hoặc khi tốc độ của hệ mang tải vượt quá quy định, nhiệm vụ của phanh là kháng lại sự trôi trên các đường lò dốc. Cơ cấu kiểm soát tốc độ quay nhanh, tác động vào van thủy lực để xả dầu. Phanh mất áp lực dầu, hai má phanh tác động vào thân đường ray phanh hãm đoàn toa. Tùy vào tốc độ, độ dốc đường lò, khối lượng đoàn toa mà lựa chọn loại

phanh có lực phanh phù hợp.

Một số thông số kỹ thuật phanh BTs – phanh an toàn khẩn cấp cơ-thủy lực do Séc sản xuất, sử dụng cho mô nô ray trên thép I155 được nêu trong bảng 1. Khi kết nối hai cụm BTs với nhau thông qua một phanh chủ động và một toa bị động có lực phanh như nhau thì hệ phanh được gọi là BTs-Duo. Khối lượng tối thiểu của đoàn toa khi chở người là 4.000 kg. Ngoài ra, nhà sản xuất cung cấp thêm các thông số vận hành theo góc dốc và khối lượng của đoàn toa.



Hình 1 – Phanh BTs-Duo do Séc sản xuất

Bảng 1: Thông số kỹ thuật phanh BTs-Duo

TT	Tên gọi	Đơn vị	Giá trị
1	Tốc độ vận chuyển	m/s	0 ÷ 2
2	Tốc độ ra lệnh phanh	m/s	3,2 ± 4
3	Độ dốc lớn nhất	độ	30
4	Lực phanh tĩnh	kN	2 x 52
5	Quãng đường phanh	m	≤ 11
6	Gia tốc phanh khi vận chuyển người	m/s ²	9,81

3 Những vấn đề về kỹ thuật cần đáp ứng của phanh khẩn cấp khi thiết kế

Phanh BTs được sử dụng là loại phanh được vận hành với đường ray I155, khi áp dụng sang loại ray có kết cấu biên dạng khác cần sự điều chỉnh và tính toán lại, bởi khi thay đổi khoảng cách phanh, lực phanh thay đổi theo. Do vậy, việc áp dụng chúng cho các tuyến tời cáp mô nô ray sản xuất trong nước sử dụng trong các mỏ than cần phải làm chủ và thay đổi cho phù hợp.

Đa số các nhà sản xuất trên thế giới đều có giải pháp riêng để duy trì ưu thế và bí quyết công

nghệ cốt lõi. Các đơn vị sản xuất cơ khí trong nước phải dựa vào công nghệ nước ngoài, chủ yếu là lắp ráp hoặc gia công những chi tiết có hàm lượng công nghệ thấp, việc chế tạo các sản phẩm mới gặp nhiều hạn chế, chưa giải quyết được vấn đề thiết kế và sản xuất, đặc biệt là các sản phẩm có yêu cầu tính toán phức tạp, cần có nhiều thử nghiệm. Đó là các thiết bị có liên quan đến an toàn, mà phanh khẩn cấp cho mô nô ray không là ngoại lệ. Đây là thiết bị yêu cầu tích hợp các bộ phận kiểm soát an toàn và tính năng vận hành để kiểm soát tốt khi xuất hiện các sự cố ngoài ý muốn, đó là:

- Bộ kiểm soát tốc độ tự động: Được xem là bộ phận xác định tốc độ tức thời của đoàn toa nhằm kiểm tra trạng thái vận tốc so với quy định. Trong vận hành, bất kể trường hợp nào, khi tốc độ đoàn toa vượt quá 25% tốc độ định mức, cơ cấu này sẽ tác động tới cơ cấu phanh hãm toa;

- Cơ cấu phanh hãm: Là bộ phận dập tắt năng lượng của hệ thống khi đoàn toa cần hãm trên đường lò, chiều dài quãng đường phanh phụ thuộc vào năng lượng và khối lượng đoàn toa và giảm dần theo gia tốc theo quy định. Cơ cấu phanh hãm được chấp hành bởi người sử dụng hoặc chấp hành lệnh điều khiển từ cơ cấu kiểm soát tốc độ;

- Ngoài các bộ phận chức năng trên, cũng cần phải có hệ thống truyền động trung gian để truyền tín hiệu giữa các bộ phận với nhau.

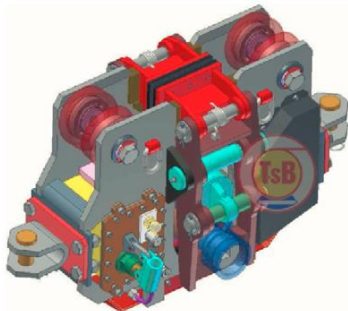
Cho đến nay, việc liên động bằng cơ khí-thủy lực được sử dụng rộng rãi hơn cả. Các thiết bị này có ưu điểm là phòng khi mất sự gắn kết giữa đoàn toa và thiết bị dẫn động, hoặc khi có sự tăng tốc ngoài ý muốn vượt qua tốc độ định mức, phanh khẩn cấp tự động phanh hãm đoàn toa trên ray dẫn hướng, thời gian phanh tác động không lớn hơn 0,3 s.

4 Thông số kỹ thuật và yêu cầu công nghệ

Hiện nay, các đường vận tải treo nóc lò sử dụng mô nô ray có rất nhiều loại, đường ray có các loại bằng thép hình như I155; I160; P24...;

một số nơi còn sử dụng bằng cáp. Khối lượng vận tải thường từ 3 - 5 tấn, tốc độ vận hành đến 1,5 m/s. Do vậy, nhiệm vụ nghiên cứu bám sát vào các quy định hiện hành và tình hình thực tế của các mỏ hiện nay để xây dựng phanh khẩn cấp cho các đường mỏ nơ ray là phù hợp.

Mô hình và các thông số kỹ thuật của hệ thống phanh khẩn cấp do Viện Cơ khí Năng lượng và Mỏ - Vinacomin thiết kế được mô tả trong hình 2 và bảng 2.



Hình 2 – Mô hình thiết kế phanh khẩn cấp do Viện Cơ khí Năng lượng và Mỏ chế tạo

Bảng 2: Thông số kỹ thuật phanh khẩn cấp do Viện Cơ khí Năng lượng và Mỏ thiết kế

TT	Tên gọi	Đơn vị	Giá trị
1	Thép đường ray: I155; I160; P24; P30		
3	Độ dốc lớn nhất	độ	30
4	Lực phanh tĩnh	kN	40 - 60
5	Tốc độ vận chuyển	m/s	0 - 1,5
6	Tốc độ ra lệnh phanh	m/s	2 - 2,8
7	Gia tốc hãm	m/s ²	< 9,81
8	Quãng đường phanh	m	≤ 12
9	Áp suất thủy lực	MPa	9 - 14

Hệ thống phải đảm bảo yêu cầu kỹ thuật trong mối liên hệ giữa phanh khẩn cấp và hệ

thống kéo, đặc biệt là mối quan hệ giữa các phanh với nhau trên đoàn toa, lực phanh, thời gian và quãng đường phanh tối đa. Ngoài ra, kết cấu phải đáp ứng tốt về tính an toàn nhưng gọn nhẹ để đảm bảo hiệu quả của hệ thống.

5 Yêu cầu các thử nghiệm kiểm tra sản phẩm

Dựa trên kết quả mô phỏng tính toán hệ thống trên máy tính cho các bộ phận có yêu cầu quan trọng, sản phẩm cần được thí nghiệm với các bộ phận như cụm phanh và cơ cấu kiểm soát tốc độ trước khi lắp đặt. Từ đó tiến hành các bước thử nghiệm đánh giá trên mặt bằng công nghiệp để nhận diện các tính năng và thông số an toàn. Bước tiếp theo sẽ hoàn thiện và kiểm định sản phẩm trước khi đưa vào đường lò để theo dõi áp dụng trong thực tiễn.

6 Kết luận

- Việc nghiên cứu đưa vào ứng dụng phanh khẩn cấp cho hệ thống vận tải treo nóc lò là hết sức cần thiết trong công nghệ vận tải phụ trợ của các mỏ than hầm lò Việt Nam;

- Việc tính toán, xác định các thông số thiết kế chi tiết khá phức tạp và phụ thuộc rất nhiều trình độ kỹ thuật hiện tại trong nước. Để một thiết bị được đưa vào ứng dụng trong thực tế phải trải qua nhiều giai đoạn: thiết kế kỹ thuật và mô phỏng; chế tạo; thử nghiệm mặt bằng; hoàn thiện; và áp dụng thử nghiệm. Việc phân chia giai đoạn phù hợp với các quy định hiện hành và hạn chế được nhiều rủi ro trong áp dụng;

- Với tính mới, độ phức tạp trong kỹ thuật, tính phổ biến trong áp dụng, cần có những nghiên cứu hoàn thiện và theo dõi thử nghiệm thực tế để đánh giá kết quả, khi đủ điều kiện sẽ áp dụng nhân rộng và phát triển sản phẩm.

TÀI LIỆU THAM KHẢO

1. Quy chuẩn kỹ thuật Quốc gia QCVN 01:2011/BCT về an toàn trong khai thác than hầm lò.
2. **Trần Đức Thọ và nnk.** Thuyết minh thiết kế chế tạo tạo xe phanh hãm sử dụng trong đường lò dốc đến 23 độ tại mỏ than hầm lò. 2014.

PHÂN TÍCH CÔNG SUẤT MÁY TRỘN THAN HAI TRỤC NẴM NGANG VỚI MÔ HÌNH TERZAGHI

*ThS. Nguyễn Quốc Tính, TS. Lê Thùy Dương – Viện Cơ khí Năng lượng và Mỏ - Vinacomin
TS. Nguyễn Ngọc Linh, ThS. Bùi Đức Tiến, ThS. Nguyễn Văn Kỵ – Đại học Thủy Lợi*

Tóm tắt: Máy trộn than loại hai trục nằm ngang được sử dụng rộng rãi trong sản xuất than vì chúng có thể giúp ổn định tỉ lệ của hỗn hợp trong một giới hạn xác định, đồng thời giảm chi phí sản xuất mà không làm giảm hiệu suất của thiết bị nhiệt. Bài báo này tập trung phân tích mối quan hệ giữa áp lực và công suất của máy trộn than hai trục nằm ngang. Mô hình tính toán áp lực tác dụng lên cánh trộn được xây dựng dựa trên mô hình sức chịu tải của nền, được đề xuất bởi Terzaghi. Lực cản trên mỗi trục trộn được xác định có kể đến sự lệch pha giữa các cánh trộn. Các kết quả cho thấy, công suất của máy trộn than thay đổi lên tới ~23% trong một chu kỳ.

Từ khóa: Máy trộn hai trục nằm ngang, mô hình Terzaghi, pha trộn than.

1 Đặt vấn đề

Máy trộn than loại hai trục nằm ngang được sử dụng rộng rãi trong quá trình sản xuất than để giảm chi phí sản xuất [1], nâng cao năng suất nhờ nguyên lý trộn liên tục. Để mô tả các đặc trưng của quá trình trộn, trong các nghiên cứu gần đây, các tác giả đã sử dụng lý thuyết xác suất thống kê để xây dựng chỉ tiêu chất lượng trộn [3], hay phương trình Fokker-Planck để mô tả chuyển động ngẫu nhiên của các hạt vật liệu trong hỗn hợp [4]. Các nghiên cứu khác tập trung vào mô hình pha trộn để phân tích ảnh hưởng của các thông số thiết kế và sản xuất đến quá trình trộn và tìm ra giải pháp để nâng cao chất lượng trộn, giảm tiêu thụ năng lượng [5-7].

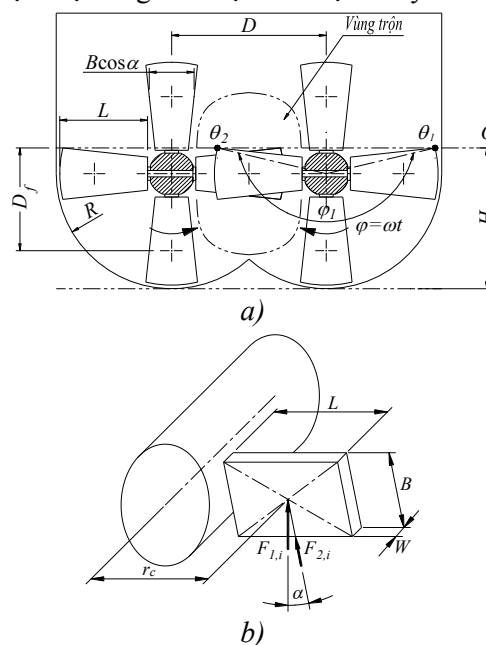
Bài báo này tập trung vào việc phân tích ảnh hưởng của áp lực tác dụng lên cánh trộn đến công suất của máy trộn than hai trục nằm ngang. Để tính toán kiểm nghiệm, trong bài báo sử dụng thông số kỹ thuật của máy trộn than hai trục nằm ngang đã được cung cấp bởi Viện Cơ khí Năng lượng và Mỏ - Vinacomin.

2 Tính toán, kết quả và thảo luận

2.1 Xác định lực cản trên cánh trộn bằng mô hình Terzaghi

Máy trộn hai trục nằm ngang gồm hai trục lắp các cánh trộn song song đặt trong buồng trộn có dạng Omega, quay cùng tốc độ nhưng ngược

chiều nhau. Vùng nằm giữa hai trục trộn được gọi là vùng trộn (hình 1a). Cánh trộn liên kết với trục trộn bằng tay trộn, được đặt nghiêng một góc α so với mặt phẳng vuông góc với trục trộn để tạo hiệu ứng vừa trộn vừa vận chuyển.



Hình 1 – Hình chiếu (a) và mặt cắt vuông góc (b) với trục của máy trộn than

Đại lượng không thứ nguyên Froude được sử dụng để đánh giá hiệu quả của quá trình trộn [8]. Từ đó, xác định được tốc độ góc tối ưu:

$$\omega = \sqrt{\frac{gF_r}{R}} \quad (1)$$

Trong đó: g – gia tốc trọng trường; F_r – hệ số Froude; R – bán kính nửa máng trộn.

Trong một chu kỳ quay của trục trộn, cánh trộn tiếp xúc với vật liệu trong góc quay $\varphi = [0, \varphi_1]$ (từ θ_1 đến θ_2), không tiếp xúc vật liệu trong góc quay $\varphi = [\varphi_1, 2\pi]$ (từ θ_2 đến θ_1). Chiều sâu phần nhận chìm của cánh trộn trong vật liệu tính từ trọng tâm của cánh đến bề mặt vật liệu tiếp xúc với không khí (mặt thoáng) xác định:

$$\varphi = [0, \varphi_1]: \quad D_f(\varphi) = H - R + r_c \cos \varphi \quad (2)$$

$$\varphi = [\varphi_1, 2\pi]: \quad D_f(\varphi) = 0 \quad (3)$$

Trong đó: H – chiều cao vật liệu trong thùng trộn; r_c – nửa chiều dài cánh trộn.

Trong thực tế, tương tác giữa cánh trộn và hỗn hợp trộn là cắt-trượt, lực cản xuất hiện ở cả mặt trước (F_1) và mặt bên (F_2) trên mỗi cánh trộn (hình 1b). Do đó, bài báo này áp dụng mô hình chịu tải của nền, đề xuất bởi Terzaghi [9] để xác định lực cản trên cánh trộn. Tổng áp lực cản trên mỗi cánh trộn được xác định theo công thức:

$$q_{d,i} = \begin{cases} q_{1,i} + q_{2,i} & , \varphi = [0, \varphi_1] \\ 0 & , \varphi = [\varphi_1, 2\pi] \end{cases} \quad (4)$$

Trong đó

$$q_{1,i} = cN_c + \gamma D_f N_q + \frac{1}{2} \gamma B \sin \alpha N_\gamma \quad (5)$$

$$q_{2,i} = cN_c + \gamma D_f N_q + \frac{1}{2} \gamma W N_\gamma$$

Với: $c, \gamma, N_c, N_q, N_\gamma$ được cho trong tài liệu [9].

Trong công thức (5), ba số hạng lần lượt đại diện cho sự dính bám, áp lực gây ra bởi khối lượng vật liệu và do ma sát trong của vật liệu. Vì $D_f = D_f(\varphi)$, $q_{d,i} = q_{d,i}(\varphi)$ nên lực cản của một cánh trộn cũng là một hàm phụ thuộc góc quay:

$$F_i(\varphi) = q_{d,i}(\varphi) [B + W] L \quad (6)$$

Trong đó: L – chiều dài cánh trộn.

Gọi θ là góc lệch pha giữa hai cánh trộn liên tiếp, j là tổng số cánh trộn trên một trục trộn, xác định được tổng lực cản tác dụng lên một trục:

$$\sum_{i=1}^j F_i[\varphi + (i-1)\theta] = \sum_{i=1}^j q_{d,i}[\varphi + (i-1)\theta] (B + W) L \quad (7)$$

2.2 Tính toán công suất

Tổng công suất cần thiết của máy trộn than hai trục nằm ngang được tính bằng:

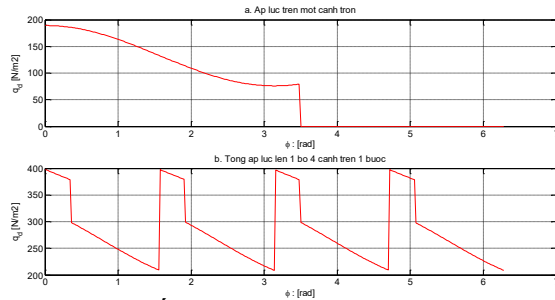
$$P = P_1 + P_2 = 2 \sum_{i=1}^j F_i[\varphi + (i-1)\theta] r_c \omega + c_0 Q g L_m \quad (8)$$

$$= 2 \sum_{i=1}^j q_{d,i}[\varphi + (i-1)\theta] (B + W) L r_c \omega + c_0 Q g L_m$$

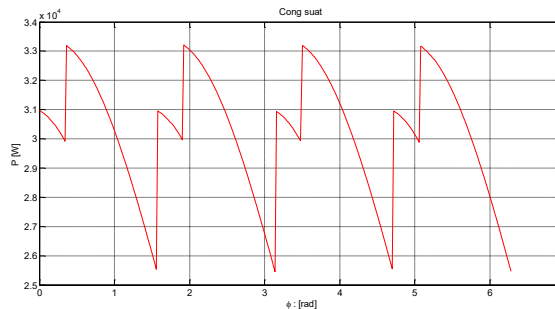
Trong đó: P_1 – công suất để trộn; P_2 – công suất để vận chuyển; c_0 – hệ số cản của vật liệu, $c_0 = 2,5$ [10]; Q – năng suất của máy trộn; L_m – cự ly vận chuyển.

2.3 Khảo sát áp lực và công suất cho một máy trộn than điển hình

Trong bài báo này, nhóm tác giả sử dụng mô hình máy trộn than hai trục quay ngược chiều nhau với bốn cánh trộn trong một bước trộn của mỗi trục, hai cánh trộn liên tiếp trong cùng một bước trộn đặt lệch nhau một góc 90° . Các thông số kỹ thuật của máy trộn than dùng để khảo sát áp lực và tính công suất được cho trong bảng 1.



Hình 2 – Áp lực trên một cánh trộn và một bước trộn



Hình 3 – Công suất của máy trộn than

Nhóm tác giả đã khảo sát áp lực trên một cánh trộn và một bước trộn ở điều kiện làm việc ổn định trong một chu kỳ làm việc với góc quay

Bảng 1 – Thông số kỹ thuật của máy trộn than hai trục

TT	Thông số	Ký hiệu	Giá trị	Đơn vị
1	Số vòng quay	n	53	v/ph
2	Góc nghiêng cánh	α		độ
3	Chiều dài cánh trộn	L	0,355	m
4	Bề rộng cánh trộn	B	0,264	m
5	Chiều dày cánh trộn	W	0,0952	m
6	Chiều dài buồng trộn	L_m	3	m
7	Bán kính nửa máng trộn	R	0,5	m
8	Nửa chiều dài cánh trộn	r_c		m
9	Góc nội ma sát của than	ϕ	30	độ
10	Trọng lượng riêng của than	γ	13.460	N/m ³
11	Hệ số dính bám của than	c	2,5	N/m ³
12	Năng suất của máy trộn	Q	300	T/h

$\varphi = 0 \div 2\pi$ [rad] và số vòng quay của trục 53 v/ph. Các kết quả khảo sát được thể hiện trên hình 2 và 3. Hình 2 thể hiện áp lực trên một cánh trộn và áp lực trên một bước trộn trong một chu kỳ khi góc φ thay đổi trong khoảng $0 \div 2\pi$. Như thể hiện ở hình 2a, áp lực trên một cánh trộn giảm dần từ 189,2 về 0 N/m², tương ứng với góc quay từ vị trí 0 đến θ_1 . Sau đó, áp lực vẫn bằng 0 khi góc quay cánh trộn nằm trong khoảng $\theta_1 \div \theta_2$, kết thúc một chu kỳ. Áp lực trên một bước trộn giảm dần từ 397,3 N/m² đến điểm có áp lực nhỏ nhất là 209,2 N/m², được biểu diễn ở hình 2b.

Công suất của máy trộn than hai trục được thể hiện trên hình 3. Tại vị trí góc $\varphi = 0$, công suất là 30,09 kW. Sau đó, giá trị công suất giảm dần, rồi tăng lên giá trị cực đại 33,19 kW trước khi giảm mạnh đến vị trí thấp nhất 25,54 kW.

Như vậy, giá trị công suất của máy trộn than thay đổi 23,04% từ thời điểm công suất cực đại tới công suất cực tiểu

3 Kết luận

Trong bài báo này, nhóm tác giả đã phân tích mối quan hệ giữa áp lực của máy trộn than hai trục với công suất tiêu thụ năng lượng ở điều kiện làm việc ổn định trong một chu kỳ làm việc với góc $\varphi = 0 \div 2\pi$ [rad] và số vòng quay của trục là 53 v/ph. Các phương trình được áp dụng cho một máy trộn than hai trục điển hình. Kết quả chỉ ra rằng, giá trị công suất của máy trộn than thay đổi ~23% trong một chu kỳ làm việc. Nghiên cứu này có thể được áp dụng trong tính toán, thiết kế các chi tiết cho máy trộn than hai trục để tối ưu hóa công suất, đồng thời đảm bảo khả năng trộn đều của máy trộn.

TÀI LIỆU THAM KHẢO

1. **Guo Xi-jin, Chen Ming, Wu Jia-wei.** Coal Blending Optimization of Coal Preparation Production Process based on Improved GA. *The 6th International Conference on Mining Science & Technology*. 2009.
2. **Ralf Weinekötter, Hermann Gericke.** Mixing of Solids. *Springer*. 2000.
3. **Minshu Zhan, Shuxian Liu, Yuming Zhang, Guogang Sun, Li Weng.** Markov Chain Modeling the Mixing of Coal and Solid Heat Carriers in a Continuous Colliding Static Mixer. *Industrial & Engineering Chemistry Research*, 53(16). 2014. PP. 6830-6839.
4. **Kehlenbeck V.** Continuous Dynamic Mixing of Cohesive Powders. *PhD.Thesis, Technical University of Munich*. 2006

5. **Braccesi C., Landi L.** An Analytical Model for Force Estimation on Arms of Concrete Mixers. *In Proceedings of the ASME Design Engineering Technical Conference, San Diego, CA, USA.* 30 August - 2 September 2009.
6. **Zechen Yao.** Mechanical Analysis and Optimal Design of Mixing Paddles for Concrete Mixers. *Academic Journal Of Manufacturing Engineering*, Vol. 17. 2019.
7. **Braccesi C.** An Analytical Model for Force Estimation on Arms of Concrete Mixers. 2009.
8. Equipment Handbook. <https://powderprocess.net/>.
9. **Terzaghi K., Peck R.B.** Soil Mechanics in Engineering Practice, 3rd ed. *John Wiley and Sons Inc., New York, USA.* 1996.
10. Conveyor Equipment Manufacturers Association. *Screw Conveyors for Bulk Materials.* ANSI/CEMA Standard No. 350 Fifth Edition.

TỔNG QUAN VỀ BỘ LỌC CHÂN KHÔNG ĐƯỢC SỬ DỤNG TRONG CÁC NHÀ MÁY SÀNG TUYỂN THAN

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

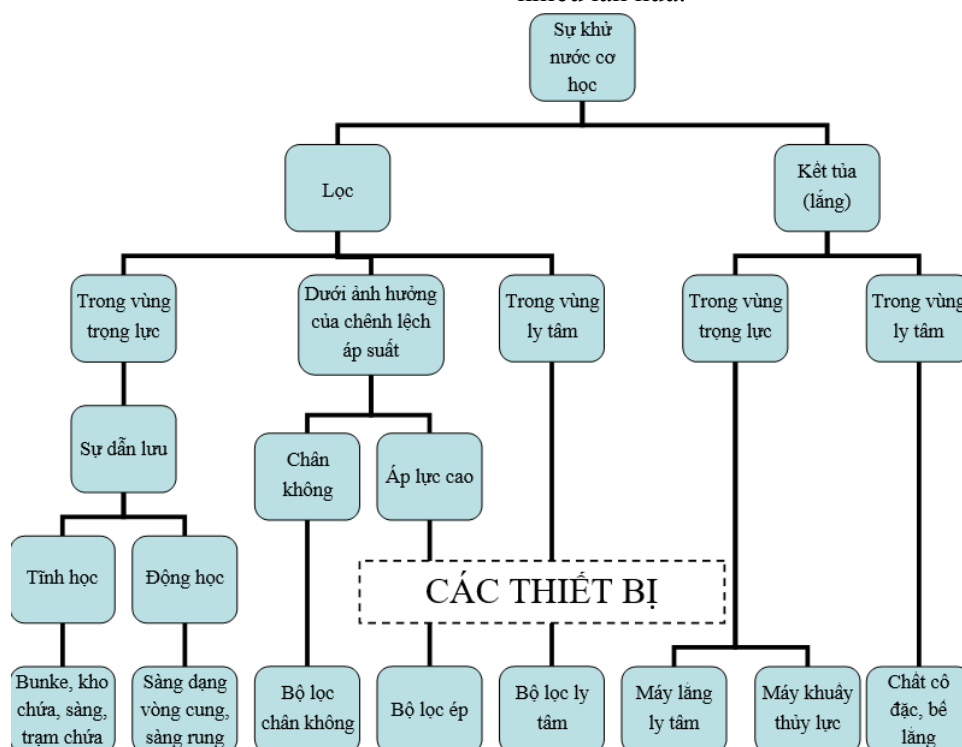
Mở đầu: Trong hầu hết các trường hợp, khoáng chất được làm giàu trong môi trường nước, vì vậy các sản phẩm làm giàu có chứa một lượng nước đáng kể và không phù hợp cho việc vận chuyển và thương mại. Để loại bỏ nước (độ ẩm) khỏi các sản phẩm làm giàu, một số thao tác được sử dụng, thường được gọi là khử nước. Trên thế giới hiện nay có rất nhiều các thiết bị để giúp khử nước từ các sản phẩm sau quá trình làm giàu. Một trong số các phương pháp đó là phương pháp khử nước bằng chân không. Bài báo này đề cập đến tổng quan về bộ lọc chân không được sử dụng trong các nhà máy sàng tuyển than.

Từ khóa: Khử nước, bộ lọc chân không, sàng tuyển than.

1 Tổng quan

Khử nước là quá trình loại bỏ nước từ khoáng sản có lợi hoặc từ sản phẩm của quá trình làm giàu. Khử nước cần thiết được tiến hành để giảm chi phí vận chuyển các sản phẩm của quá trình làm giàu (cô đặc), hơn nữa, để giảm chi phí sản xuất và bảo vệ môi trường thì cần tái sử dụng lượng nước thải tại các nhà máy sàng tuyển.

Có các quá trình khử nước bằng cơ học và bằng nhiệt. Khử nước bằng cơ học bao gồm: dẫn lưu, khử nước ly tâm, cô đặc và lọc. Mục tiêu của quá trình khử nước là đưa sản phẩm về mức độ ẩm điều hòa 6 - 9% theo yêu cầu và các điều kiện vận chuyển; tái chế nguồn nước của quá trình làm giàu, tức là giảm pha rắn trong nước đến mức yêu cầu, cho phép sử dụng nước thêm nhiều lần nữa.



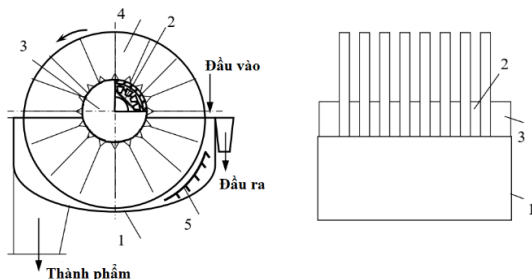
Hình 1 – Sơ đồ phân loại các phương pháp khử nước bằng cơ học

2 Cấu tạo bộ lọc chân không dạng đĩa

Khi khử nước của các chất cô đặc nổi và bùn hạt thô, bộ lọc chân không liên tục thường được sử dụng. Nó có 3 loại chính là dạng đĩa, dạng trống và dạng đai. Trong thực tế, bộ lọc chân không dạng đĩa được sử dụng phổ biến nhất.

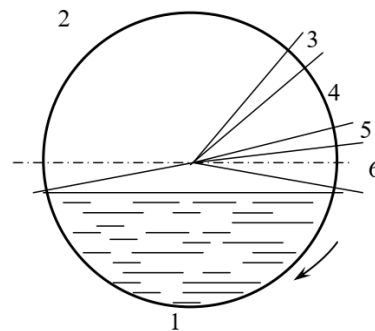
Bộ lọc chân không dạng đĩa bao gồm một bể chứa liệu và một trục nằm ngang được đặt cao hơn mức bùn than trong bể (hình 1). Trên trục ngang có các đĩa được lắp từ các bộ phận riêng biệt hình cánh quạt (sau đây gọi là cánh lọc), được bao phủ bằng vải lọc và được đặt trên suốt chiều dọc trục. Trục bộ lọc có các ống dẫn (kênh) dọc theo toàn bộ chiều dài và các cánh quạt được gắn vào các hốc trên ống đó. Trên mỗi đĩa có thể bao gồm 12, 16, 18 cánh lọc, và một bộ lọc chân không có thể có từ 1 đến 14 đĩa như vậy.

Khi đĩa quay, mỗi hàng của các đĩa được nhúng qua các khe của bể chứa liệu. Trục mang đĩa lọc sẽ tiếp xúc với các khoang khác nhau của đầu phân phối. Đầu phân phối được ép chặt vào mặt đầu của trục mang cánh quạt (có thể có từ 1 đến 2 đầu phân phối). Trong lúc này, các cánh quạt liên tiếp đi qua các khu vực: thu gom bùn than (lọc), sấy khô bùn than, thổi và tái tạo vải lọc. Các khu vực thu gom và sấy khô bùn than được kết nối với các ống dẫn chân không; các khu vực thổi và tái tạo vải lọc được kết nối với dòng khí nén.



Hình 1 – Mặt cắt ngang (a) và mặt cắt dọc (b) của bộ lọc chân không dạng đĩa: 1 – bể chứa liệu; 2 – trục; 3 – đầu phân phối; 4 – cánh lọc; 5 – máy khuấy

Sơ đồ phân bố các vùng trong quy trình lọc của bộ lọc chân không thể hiện trong hình 2.

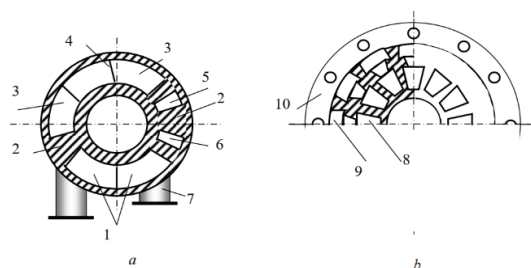


Hình 2 – Các vùng làm việc trong quá trình quay của đĩa lọc trong bộ lọc chân không:

1 – vùng lắng bùn than; 2 – vùng làm khô; 3, 5 – vùng trung gian; 4 – vùng thổi; 6 – vùng tái sinh vải lọc

Trong vùng lọc, dưới ảnh hưởng của chênh lệch áp, bùn than được tích tụ thành các lớp cặn và chất lỏng được hút qua vải lọc. Dịch lọc được thu thập trong khoang bên trong của các cánh lọc, từ đó nó được loại bỏ thông qua các ống trên trục chính và qua đầu phân phối đến bộ thu dịch lọc. Trong khu vực sấy, cùng với lượng nước còn lại, không khí cũng bị hút vào. Trong khu vực xả khí, kết tủa được tách ra khỏi vải lọc bằng khí nén và được đưa vào thùng của bồn chứa liệu. Để tạo điều kiện dễ dàng cho việc phân tách than bùn ra khỏi vải lọc trong khu vực không tải, những con dao đặc biệt được sử dụng. Khí nén được cung cấp thông qua một van thổi tức thì. Trong vùng tái tạo vải lọc, vải lọc được thổi bằng không khí hoặc rửa bằng nước.

Một khu vực trung gian được bố trí giữa các khu vực thu gom và sấy khô bùn than, cho phép duy trì hai mức độ chân không: thấp hơn trong khu vực hút và cao hơn trong khu vực khử nước. Các khu vực trung gian còn lại là cần thiết để khu vực này không rơi đồng thời vào khu vực hoạt động của chân không và khí nén. Độ chân không trong khu vực thu gom và sấy khô được cài đặt tùy thuộc vào đặc tính vật liệu.



Hình 3 – Đầu phân phối của bộ lọc chân không (a) và đĩa di động (b): 1 – khoang chân không; 2 – cầu để tách các vùng, 3 – khoang chân không trong khu vực sấy, 4 – gân tăng cứng; 5 – khoang cấp khí nén (thổi), 6 – khoang cung cấp khí nén (tái tạo vải lọc), 7 – ống nối để thoát dịch lọc, 8 – ống thoát trên trục, 9 – vị trí lắp đặt trục cơ sở, 10 – mặt bích kết nối

Trong các bộ lọc chân không dạng đĩa, có thể coi các đầu phân phối là chi tiết quan trọng nhất của bộ lọc. Các bộ lọc có 2 - 6 đĩa có 1 đầu phân phối và có 8 đĩa trở lên sẽ có 2 đầu phân phối. Các đầu phân phối nằm liền kề với các đầu của trục cơ sở, trên trục cơ sở được gắn đĩa di động còn đĩa cố định trên đầu phân phối. Điều

này bảo vệ đầu phân phối và đầu trục cơ sở khỏi bị mài mòn. Các lỗ của đĩa trùng với các lỗ của các ống dẫn trục chính và với các lỗ của đầu phân phối. Cấu tạo của đầu phân phối và đĩa di động được hiển thị trong hình. 3.

3 Kết luận

Hiện nay ngành khai thác than cả trong nước và trên thế giới đã đạt được những thành tựu vô cùng to lớn, sản lượng khai thác không ngừng tăng lên. Tuy nhiên bên cạnh đó, việc tận thu tài nguyên, nhất là những loại tài nguyên không thể tái sinh như than, dầu mỏ... cũng cần được quan tâm. Đồng thời, vấn đề môi trường tại các khu vực khai thác than cũng như tại các nhà máy chế biến khoáng sản ngày càng trở nên phức tạp. Việc nghiên cứu áp dụng các trang thiết bị như bộ lọc chân không dạng đĩa có thể giải quyết được các vấn đề nêu trên là vô cùng cần thiết và cấp bách. Điều đó góp phần không nhỏ vào sự phát triển chung của ngành công nghiệp khai thác khoáng sản và bảo vệ môi trường xung quanh.

TÀI LIỆU THAM KHẢO

1. **Чуянов Г.Г.** Обезвоживание, пылеулавливание и охрана окружающей среды: учеб. для вузов. Москва: Недра. 1987. 260 с.
2. **Зозуля И.И., Назимко Е.И., Самойлик Г.В., Смирнов В.А.** Проектирование углеобогащительных фабрик: учеб. пособие для вузов. Киев: УМК ВО. 1992. 284 с.
3. **Брук О.Л.** Фильтрация угольных суспензий. Москва: Недра. 1978. 272 с.
5. **Бейлин М.И.** Теоретические основы процессов обезвоживания углей. Москва: Недра. 1969. 240 с.
6. **Самойлик В.Г.** Вспомогательные процессы обогащения: учеб. пособие для обучающихся образоват. учреждений высш. проф. образования. Донецк: ДОННТУ. 2018. 238 с.

NGHIÊN CỨU ẢNH HƯỞNG CỦA SỰ TĂNG NHIỆT ĐỘ CHẤT LỎNG ĐẾN SỰ BIẾN ĐỔI CÁC TÍNH CHẤT VẬT LÝ VÀ KHẢ NĂNG TỎA NHIỆT CỦA DÒNG CHẤT LỎNG TRONG ĐƯỜNG ỐNG THỦY LỰC

*NCS. Giang Quốc Khánh – Đại học Khoa học và Công nghệ Quốc gia Matxcova, CHLB Nga
TS. Bùi Trung Kiên, ThS. Đào Đức Hùng – Đại học Công nghiệp Quảng Ninh*

Tóm tắt: Trong quá trình hệ thống thủy lực làm việc, các tổn thất năng lượng cơ khí, thủy lực bên trong hệ thống sẽ chuyển thành nhiệt năng, làm cho nhiệt độ của dầu thủy lực tăng dần. Cùng với sự tăng nhiệt độ của dầu thủy lực, các tính chất vật lý nhiệt của nó cũng biến đổi theo, dẫn đến làm thay đổi chế độ chuyển động của dòng chảy và nhiệt lượng tỏa ra từ dòng dầu thủy lực nhiệt độ cao. Trong bài báo này, nhóm tác giả trình bày kết quả nghiên cứu mô phỏng mối quan hệ giữa sự tăng nhiệt độ của dầu thủy lực với sự biến đổi các tính chất vật lý nhiệt và trị số thông lượng nhiệt tỏa ra môi trường xung quanh bằng việc ứng dụng phần mềm mô phỏng Matlab-Simulink.

Từ khóa: Chế độ chảy rối, chế độ chảy tầng, dầu thủy lực, đường ống thủy lực, lớp biên nhiệt, lớp biên vận tốc, thông lượng nhiệt, tỏa nhiệt, trao đổi nhiệt.

1 Đặt vấn đề

Việc tính toán truyền nhiệt từ dầu thủy lực (chất lỏng làm việc) ra môi trường không khí xung quanh trong các hệ thống thủy lực của các máy khai thác mỏ là rất khó khăn, vì quá trình tỏa nhiệt này phụ thuộc vào sự biến đổi của nhiều tính chất vật lý nhiệt của dòng chất lỏng làm việc như: Hệ số nhớt, hệ số tỏa nhiệt, khối lượng riêng, hệ số khuếch tán nhiệt, nhiệt dung riêng, hệ số giãn nở nhiệt hay số Prandtl, số Reynolds của dòng chảy... Các tính chất vật lý nhiệt của dòng chất lỏng làm việc thay đổi theo nhiệt độ và dẫn đến làm thay đổi khả năng tỏa nhiệt của nó. Trong nhiều trường hợp, ta không thể tính toán ảnh hưởng của tất cả các tính chất vật lý nhiệt của chất lỏng làm việc đến quá trình tỏa nhiệt của nó trong hệ thống thủy lực. Vì nếu thực hiện việc này, cần phải giải một hệ phương trình có rất nhiều biến số, trong đó có thể bao gồm cả phương trình tuyến tính và phi tuyến, dẫn đến việc tính toán sẽ rất khó khăn. Vì vậy, tùy theo từng trường hợp cụ thể với độ chính xác yêu cầu của kết quả tính toán khác nhau, ta có thể giả thiết một số tính chất vật lý nhiệt của dầu thủy lực có ảnh hưởng thấp đến độ sai lệch của kết quả là những hằng số.

Trong bài báo này, nhóm tác giả nghiên cứu tổng hợp các công thức thực nghiệm của các nhà khoa học chuyên ngành nổi tiếng trong lĩnh vực nhiệt động lực học-thủy lực để xây dựng phương pháp tính toán và mô phỏng sự biến đổi các tính chất vật lý nhiệt theo nhiệt độ và ảnh hưởng của chúng đến trị số thông lượng nhiệt tỏa ra bằng phần mềm Matlab-Simulink. Dựa vào kết quả nghiên cứu này, ta có thể thấy được mức độ ảnh hưởng của từng tính chất vật lý nhiệt, làm cơ sở để đơn giản hóa quá trình tính toán truyền nhiệt bằng cách “giả thiết những tính chất vật lý nhiệt có mức độ ảnh hưởng thấp đến độ sai lệch của kết quả tính toán là những hằng số khi tính toán” [5].

2 Phương pháp tính toán các tính chất vật lý nhiệt thay đổi theo nhiệt độ và sự tỏa nhiệt của dòng chất lỏng làm việc

2.1 Khối lượng riêng

Khi nhiệt độ của dầu thủy lực tăng lên, dầu giãn nở thể tích, làm cho khối lượng riêng vì thế giảm đi. Sự thay đổi của khối lượng riêng của dầu thủy lực được xác định theo công thức sau [2, 3, 7]:

$$\rho_t = \frac{\rho_0}{1 + \beta_t \Delta t} \quad (1)$$

Trong đó: ρ_0, ρ_t – lần lượt là khối lượng riêng của dầu thủy lực ở các nhiệt độ t_0 và t , kg/m^3 ; $\Delta t = t - t_0$ – độ biến đổi của nhiệt độ, $^\circ\text{C}$; β_t – hệ số giãn nở vì nhiệt của dầu thủy lực, đối với các loại dầu khoáng $\beta_t = 7 \div 8 \cdot 10^{-4} \text{ } ^\circ\text{C}^{-1}$.

2.2 Độ nhớt

Độ nhớt của dầu thủy lực nói chung sẽ giảm khi nhiệt độ của dầu thủy lực tăng. Sự biến đổi của giá trị độ nhớt động lực theo nhiệt độ sẽ được tính toán thông qua công thức thực nghiệm sau đây [2, 7]:

$$\mu_t = \mu_0 e^{-\beta(t-t_0)} \quad (2)$$

Trong đó: μ_0, μ_t – lần lượt là độ nhớt động lực của chất lỏng làm việc tại các nhiệt độ t_0 và t , $\text{Pa}\cdot\text{s}$; β – hệ số thực nghiệm, phụ thuộc vào từng loại dầu thủy lực, đối với các loại dầu khoáng $\beta = 0,02 \div 0,035$.

Sự biến đổi giá trị của độ nhớt động học có thể được xác định thông qua công thức liên hệ với độ nhớt động lực (5) hoặc xác định theo công thức thực nghiệm sau [2, 7]:

$$\nu_t = \nu_0 \left(\frac{t_0}{t}\right)^k \quad (3)$$

Trong đó: ν_0, ν_t – lần lượt là độ nhớt động học của chất lỏng làm việc tại các nhiệt độ t_0 và t của dầu thủy lực, m^2/s ; k – hệ số thực nghiệm liên quan đến loại dầu thủy lực và việc lựa chọn nhiệt độ t_0 và độ nhớt động học ν_0 , đối với dầu thủy lực Shell Tellus-46: $t_0 = 40 \text{ } ^\circ\text{C}$; $\nu_0 = 4,6 \cdot 10^{-5} \text{ m}^2/\text{s}$, $k = 0,559$ trong khoảng nhiệt độ $40 \div 100 \text{ } ^\circ\text{C}$. Trong khoảng nhiệt độ $0 \div 40 \text{ } ^\circ\text{C}$, ν_t được xác định thông qua phương trình bậc hai:

$$\nu_t = rt^2 + qt + s \quad (4)$$

Trong đó: r, q, s – các hệ số thực nghiệm, được xác định dựa vào loại dầu thủy lực, khoảng nhiệt độ và đồ thị đặc tính nhiệt độ-độ nhớt của từng loại dầu thủy lực.

Công thức liên hệ giữa độ nhớt động lực và độ nhớt động học của chất lỏng nói chung [1-3, 7]:

$$\nu = \frac{\mu}{\rho} \quad (5)$$

2.3 Hệ số dẫn nhiệt

Với phần lớn các loại chất lỏng nói chung và dầu thủy lực nói riêng, độ dẫn nhiệt sẽ giảm khi nhiệt độ bản thân của nó tăng (ngoại trừ nước và glixerin). Độ dẫn nhiệt của dầu thủy lực và các loại chất lỏng giọt nói chung thường nằm trong khoảng $0,08 \div 0,7 \text{ W/m}\cdot^\circ\text{C}$. Với hầu hết các loại dầu thủy lực, độ dẫn nhiệt theo nhiệt độ được mô tả theo mối quan hệ tuyến tính [3]:

$$\lambda = \lambda_0 [1 + b(t - t_0)] \quad (6)$$

Trong đó: λ_0 – hệ số dẫn nhiệt của dầu thủy lực tại nhiệt độ t_0 , $\text{W/m}\cdot^\circ\text{C}$; b – hệ số thực nghiệm.

2.4 Nhiệt dung riêng

Giá trị nhiệt dung riêng trung bình của các loại dầu khoáng thủy lực nằm trong khoảng $1.880 \div 2.090 \text{ J/kg}\cdot^\circ\text{C}$ và sự biến đổi giá trị của thông số này được xác định thông qua biểu thức sau [3, 7]:

$$c_p = c_{p0} [1 + m(t - t_0)] \quad (7)$$

Trong đó: c_{p0}, c_p – lần lượt là nhiệt dung riêng đẳng áp ở các nhiệt độ t_0 và t , $\text{J/kg}\cdot^\circ\text{C}$; m – hệ số được xác định bằng thực nghiệm.

2.5 Hệ số khuếch tán nhiệt

Hệ số khuếch tán nhiệt a được xác định thông qua các thông số vật lý nhiệt liên quan bằng công thức [1, 3, 9]:

$$a = \frac{\lambda}{\rho c_p}, \text{ m}^2/\text{s} \quad (7)$$

2.6 Tính toán thông lượng nhiệt tỏa ra từ dầu thủy lực dựa trên việc phát triển lý thuyết lớp biên nhiệt

Lớp ranh giới được hình thành cả trong dòng chảy tầng và dòng chảy rối, nhưng cấu trúc của các lớp này là khác nhau. Độ dày của lớp biên vận tốc δ_v được ước tính trên cơ sở lực ma sát quán tính và lực nhớt. Lớp ranh giới càng mỏng khi độ nhớt càng thấp. Dựa trên việc giải phương trình Navier-Stokes áp dụng cho dòng chảy ổn

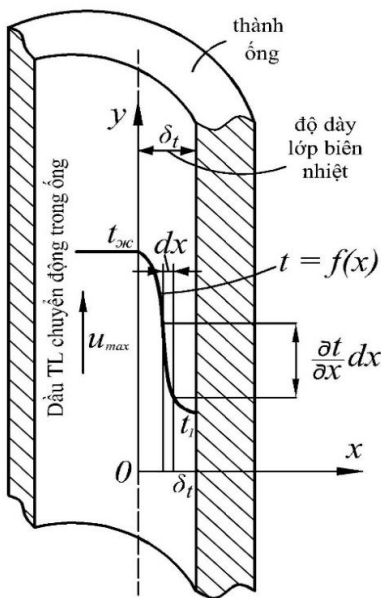
định của dầu thủy lực trong đường ống, độ dày của lớp biên vận tốc δ_v tỷ lệ với căn bậc hai của độ nhớt động học [5, 6]:

$$\delta_v = \sqrt{\nu}, \text{ m} \quad (9)$$

Ở lớp lõi của dòng chảy, nhiệt độ của các lớp dầu thủy lực t_{κ} là như nhau, tuy nhiên càng về phía sát thành ống, do có lớp biên thủy lực chảy tầng nên nhiệt độ phân bố theo quy luật phức tạp và giảm dần xuống bằng nhiệt độ mặt trong của ống dẫn t_1 (hình 1). Độ dày của lớp biên nhiệt δ_t mỏng hơn độ dày của lớp biên vận tốc và được tính thông qua công thức [1, 5, 6]:

$$\delta_t = \frac{\delta_v}{\sqrt[3]{Pr}} \quad (10)$$

Trong đó: $Pr = \mu c_p / \lambda$ – số Prandtl.



Hình 1 – Phân bố nhiệt độ trong lớp biên nhiệt

Các phương trình năng lượng và chuyển động liên tục của dòng chảy trong lớp biên nhiệt như sau [1, 5, 6]:

$$u_x \frac{\partial t}{\partial x} + u_y \frac{\partial t}{\partial y} = a \left(\frac{\partial^2 t}{\partial x^2} + \frac{\partial^2 t}{\partial y^2} \right) \quad (11)$$

$$\rho \left(u_x \frac{\partial u_x}{\partial x} + u_y \frac{\partial u_y}{\partial y} \right) = \frac{\partial p}{\partial x} + \mu \left(\frac{\partial^2 u_x}{\partial x^2} + \frac{\partial^2 u_y}{\partial y^2} \right) \quad (12)$$

$$\frac{\partial u_x}{\partial x} + \frac{\partial u_y}{\partial y} = 0 \quad (13)$$

Trong đó: u_x, u_y – lần lượt là vận tốc trung bình của lớp biên nhiệt theo các phương x và y , m/s.

Giải hệ các phương trình vi phân (11) - (13) theo các điều kiện biên loại 3 của dòng chuyển động ổn định, ta sẽ nhận được hàm nhiệt độ theo tọa độ $t = f(x)$. Sau khi thay thế $x = \delta_t$ sẽ tìm được giá trị nhiệt độ của bề mặt trong của ống dẫn t_1 .

Nhiệt lượng tỏa ra từ dầu thủy lực được truyền đến bề mặt trong của ống dẫn, xác định thông qua công thức Newton-Richman, còn gọi là “Định luật làm mát của Newton” [1, 3, 8, 9]:

$$Q_t = \alpha F_1 (t_{\kappa} - t_1), \text{ W} \quad (14)$$

Trong đó: $F_1 = \pi d_1 l$ – diện tích bề mặt trong của ống dẫn, m^2 , với d_1 là đường kính trong của ống dẫn, m ; l là chiều dài của ống thủy lực, m ; α – hệ số tỏa nhiệt đối lưu cưỡng bức trong đường ống, được xác định thông qua phương trình Ditt-Boulter và số Nusselt [1, 3, 9]:

$$\overline{Nu} = \frac{\alpha d_1}{\lambda}, \text{ W/m}^2 \cdot \text{ } ^\circ\text{C} \quad (15)$$

Giá trị trung bình của số Nusselt được xác định thông qua các công thức thực nghiệm:

+ Chế độ chảy tầng ($Re \leq 2.300$):

$$\overline{Nu} = 3,66 + \frac{0,0668 \left(\frac{d_1}{l} \right) Re Pr}{1 + 0,04 \left[\left(\frac{d_1}{l} \right) Re Pr \right]^{2/3}} \quad [9] \quad (16)$$

+ Chế độ chảy rối ($Re \geq 10^4$):

$$\overline{Nu} = 0,023 Re^{0,8} Pr^{0,4} \quad [9] \quad (17)$$

+ Chế độ chảy quá độ ($2.300 \leq Re \leq 10^4$):

$$\overline{Nu} = 0,00069 Re^{1,24} Pr^{0,5} \quad [8, 9] \quad (18)$$

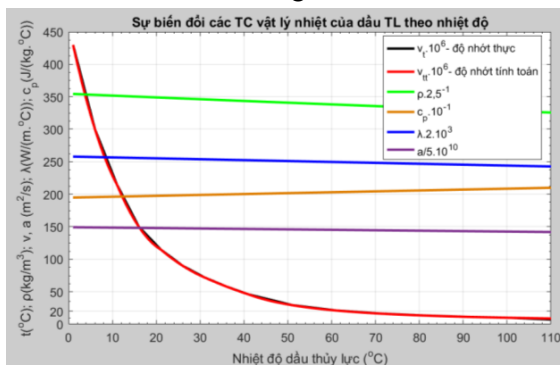
Trong đó: $Re = \frac{\bar{w} d_1}{\nu}$ – số Reynolds của dòng chảy, với $\bar{w} = \frac{4G}{\pi d_1^2}$ là vận tốc trung bình của dòng chảy trong đường ống, m/s; G – lưu lượng của dòng chảy, m^3/s .

3 Kết quả tính toán và mô phỏng ứng dụng phần mềm Matlab-Simulink

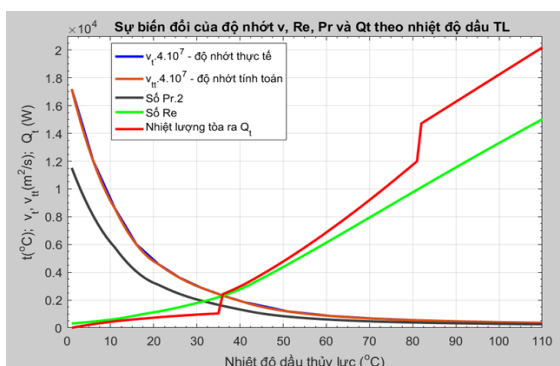
Mô hình toán dùng cho quá trình tính toán và mô phỏng được thành lập dựa trên các công thức đã trình bày ở trên. Các tham số dùng trong tính toán và mô phỏng là thông số của hệ thống thủy lực máy xúc Komatsu PC750-7 và dầu thủy lực Shell Tellus-46 [10]: $G = 0,002 \text{ m}^3/\text{s}$; $d_1 = 0,019 \text{ m}$; $l = 7,5 \text{ m}$; $t_d = 0 \div 110 \text{ }^\circ\text{C}$; $\rho_0 = 879 \text{ kg/m}^3$; $\beta_t = 7,5 \cdot 10^{-4} \text{ }^\circ\text{C}^{-1}$; $b = -0,00054$; $\lambda_0 = 0,128997 \text{ W/m} \cdot \text{ }^\circ\text{C}$; $c_{p0} = 1,964 \text{ J/kg} \cdot \text{ }^\circ\text{C}$; $m = 0,0007$; các hệ số r, q, s thay đổi và phụ thuộc vào từng khoảng nhiệt độ cụ thể như sau:

- + $t_d = 0 \div 10 \text{ }^\circ\text{C}$, $r = 0,9$, $q = -30,5$, $s = 430$;
- + $t_d = 10 \div 20 \text{ }^\circ\text{C}$, $r = 0,6$, $q = -28$, $s = 435$;
- + $t_d = 20 \div 30 \text{ }^\circ\text{C}$, $r = 0,14$, $q = -11,3$, $s = 285$;
- + $t_d = 30 \div 40 \text{ }^\circ\text{C}$, $r = 0,04$, $q = -5,4$, $s = 198$.

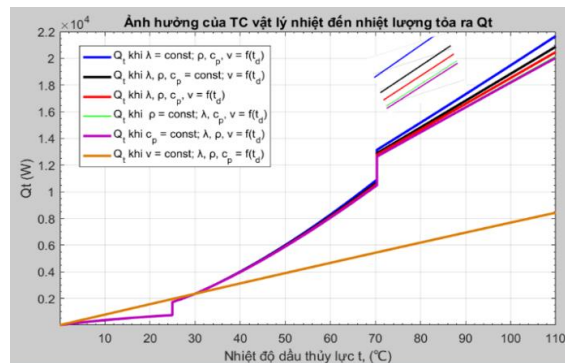
Các kết quả tính toán và mô phỏng bằng phần mềm Matlab-Simulink được thể hiện trong các hình 2 - 4 và các bảng 1 và 2.



Hình 2 – Sự thay đổi của các tính chất vật lý nhiệt của dầu thủy lực theo nhiệt độ



Hình 3 – Sự biến đổi của độ nhớt, số Re, Pr và thông nhiệt lượng tỏa ra theo nhiệt độ dầu TL



Hình 4 – Ảnh hưởng của các tính chất vật lý nhiệt đến nhiệt lượng tỏa ra từ dầu thủy lực

Kết quả mô phỏng được thể hiện trong các hình 2 và 3, cho thấy: Khi nhiệt độ của chất lỏng làm việc tăng từ 10 đến 110 °C thì nhiệt dung riêng của chất lỏng làm việc tăng 7,0%, hệ số dẫn nhiệt giảm 7,7%, khối lượng riêng giảm 7,4%, hệ số khuếch tán nhiệt giảm 4,6% và độ nhớt động học giảm 95,9%; đồng thời, số Prandtl giảm rất nhanh, trong khi số Reynolds và trị số nhiệt lượng tỏa ra từ chất lỏng làm việc tăng nhanh. Giá trị cụ thể của các thông số vật lý nhiệt ở những nhiệt độ khác nhau của dầu thủy lực được thể hiện trong bảng 1.

Bảng 1 – Kết quả tính toán các thông số vật lý nhiệt

Các thông số vật lý nhiệt	Nhiệt độ tính toán, °C	
	t ₀ = 10	t = 110
λ [W/m.°C]	0,13	0,12
ρ [kg/m ³]	879	813,9
c_p [J/kg.°C]	1.964	2.101,5
$a \cdot 10^{-8}$ [m ² /s]	7,432	7,094
$\nu \cdot 10^{-6}$ [m ² /s]	215	8,8
Re	621,74	15.186,51
Pr	2.893	124,1
Qt [W] với t = 20 s	930,4	3.706,35

Trong quá trình tính toán truyền nhiệt, để đơn giản hóa, người ta thường giả thiết những thông số của tính chất vật lý nhiệt có mức độ ảnh hưởng thấp đến sai số của kết quả cuối cùng là hằng số. Phương pháp để đánh giá mức độ ảnh hưởng của sự biến đổi của một tính chất vật lý

nhệt nào đó đến kết quả tính toán được thực hiện như sau: Giá trị thông số của tính chất vật lý nhiệt được đánh giá sẽ là hằng số, còn các tính chất vật lý nhiệt khác sẽ là những biến số và chúng biến đổi theo nhiệt độ của dầu thủy lực. Kết quả tính toán cuối cùng được so sánh với kết quả tính toán tỏa nhiệt khi tất cả các tính chất vật lý nhiệt đều thay đổi – các thông số λ, ρ, c_p, ν đều biến thiên (gọi tắt là trường hợp chuẩn). Giá trị hằng số của các tính chất lấy tại điều kiện tiêu chuẩn của chất lỏng làm việc (tại 40 °C).

Từ kết quả trong hình 4, ta nhận thấy rằng:

- Trong số các tính chất vật lý nhiệt của chất lỏng làm việc, độ nhớt động học có ảnh hưởng lớn nhất đến chế độ chuyển động của dòng chảy. Sự biến đổi của độ nhớt theo nhiệt độ dầu sẽ làm thay đổi chế độ chuyển động của dòng chảy và kéo theo sự thay đổi của thông lượng nhiệt tỏa ra từ chất lỏng làm việc. Đặc tính tỏa nhiệt trong hình 4 đã chứng minh: Ở chế độ chảy tầng, độ dốc của đường đặc tính thấp, đồng nghĩa với thông lượng nhiệt tỏa ra nhỏ; ở chế độ chuyển động quá độ, độ dốc của đường đặc tính tăng thêm, nghĩa là giá trị thông lượng nhiệt tỏa ra cũng tăng; độ dốc của đường đặc tính lớn nhất ở chế độ chảy rối, đồng nghĩa với việc thông nhiệt lượng tỏa ra ở chế độ này là lớn nhất;

- Nếu giả sử hệ số dẫn nhiệt là hằng số ($\lambda = 0,1262 \text{ W/m} \cdot \text{°C}$), trong khi các tính chất vật lý nhiệt khác vẫn biến thiên theo nhiệt độ, thì thông lượng nhiệt tỏa ra lớn nhất và lớn hơn cả trường trường hợp chuẩn. Tuy nhiên, nếu giả thiết rằng kết quả tính toán cuối cùng của trường hợp chuẩn là 100%, thì mức độ sai lệch của kết quả tính toán trong trường hợp này là 5,4%;

- Thông lượng nhiệt tỏa ra có giá trị nhỏ nhất khi tính toán với giả thiết độ nhớt động học là hằng số ($\nu = 4,6 \cdot 10^{-5} \text{ m}^2/\text{s}$). Thông lượng nhiệt tỏa ra sẽ giảm 58,7% so với kết quả tính toán ở trường hợp chuẩn.

Mức độ ảnh hưởng của từng tính chất vật lý nhiệt cụ thể đến thông lượng nhiệt tỏa ra được

trình bày trong bảng 2 dưới đây.

Bảng 2 - Ảnh hưởng của các tính chất vật lý nhiệt đến thông lượng nhiệt tỏa ra

Các thông số vật lý nhiệt	Qt [W] với t = 1 s	%
λ, ρ, c_p, ν – biến thiên	185,64	100
$\lambda = 0,1262 \text{ W/m} \cdot \text{°C}$, ρ, c_p, ν – biến thiên	195,68	+5,4
$\rho = 858,4 \text{ kg/m}^3$, λ, c_p, ν – biến thiên	182,88	-1,5
$c_p = 2.005 \text{ J/kg} \cdot \text{°C}$, λ, ρ, ν – biến thiên	182,00	-2,0
$\nu = 46 \cdot 10^{-6} \text{ m}^2/\text{s}$, λ, ρ, c_p – biến thiên	76,76	-58,7
λ, ρ, c_p – hằng số, ν – biến thiên	188,89	+1,8

4 Kết luận

1) Bài báo đã xây dựng được phương pháp tính toán và mô phỏng sự biến đổi của các tính chất vật lý nhiệt của dầu thủy lực Shell Tellus-46 theo nhiệt độ và ảnh hưởng của chúng đến thông lượng nhiệt tỏa ra từ chất lỏng làm việc trong quá trình vận hành.

2) Trong phạm vi nhiệt độ nghiên cứu $t_d = 0 \div 110 \text{ °C}$, mức độ ảnh hưởng của sự biến đổi độ nhớt đến chế độ chuyển động và thông lượng nhiệt tỏa ra là lớn nhất. Giả thiết rằng nhiệt lượng tỏa ra từ chất lỏng làm việc khi tất cả các tính chất vật lý nhiệt đều biến đổi theo nhiệt độ là 100%, thì khi độ nhớt của dầu thủy lực là hằng số, thông lượng nhiệt tỏa ra giảm 58,7 %; ảnh hưởng của các tính chất khác đến kết quả tính toán không quá 6% so với chế độ chuẩn. Vì vậy trong tính toán truyền nhiệt, khi nhiệt độ dầu thủy lực thay đổi thì không được phép giả thiết độ nhớt là hằng số.

3) Giá trị thông lượng nhiệt tỏa ra từ chất lỏng làm việc trong các đường ống thủy lực phụ thuộc rất nhiệt vào chế độ chuyển động của dòng chảy trong đường ống. Ở chế độ chảy rối, nhiệt lượng tỏa ra là lớn nhất và nhỏ nhất ở chế độ chảy

tầng.

4) Bài báo này đã xây dựng được phương pháp xác định nhiệt độ bề mặt bên trong của đường ống thủy lực thông qua lý thuyết về lớp biên nhiệt và lớp biên vận tốc mà không cần phải

giải hệ phương trình cân bằng nhiệt phức tạp.

5) Nội dung của bài báo có thể dùng như một tài liệu tham khảo cho việc tính toán truyền nhiệt của hệ thống thủy lực trong các máy thủy lực khai thác mỏ với những loại dầu thủy lực khác nhau.

TÀI LIỆU THAM KHẢO

1. **Đặng Quốc Phú, Trần Thế Sơn, Trần Văn Phú.** Truyền nhiệt. *NXB Giáo dục*. 2004.
2. **Kovali P.V.** Thủy lực và truyền động thủy lực máy mỏ. *Matxcova: NXB Chế tạo máy*. 1979.
3. **Mikheev M.A., Mikheeva H.M.** Cơ sở truyền nhiệt. *NXB Năng lượng*. 1977.
4. **Apxin V.P., Udavin V.G.** Hướng dẫn phương pháp tính toán thủy lực. *Orenburg*. 2004.
5. **Lachepva E.A., Pharakhop T.M.** Các mô hình toán học và tính toán đặc tính truyền nhiệt và khối lượng của thiết bị. *Kazan: NXB Tổ quốc*. 2013.
6. **Lapchep A.G.** Mô hình của lớp biên và tính toán các quá trình truyền nhiệt và khối lượng. *NXB Đại học Kazan*. 2007.
7. **Vilinhep A.M., Kovalep A.T., Nhkirasov B.B.** Sổ tay hiệu chỉnh cho thủy lực, máy thủy lực và truyền động thủy lực. *Minsk: Đại học chuyên nghiệp*. 1976.
8. **Stepanop O.A.** Tính toán nhiệt và thủy lực của một bộ trao đổi nhiệt làm mát bằng không khí. *Tyum*. 2009.
9. **Holman J.P.** Heat Transfer Tenth Edition. *McGraw Hill Education*. 2009.
10. Catalogs Hydraulic Oil Shell Tellus S2V46.

SO SÁNH PHƯƠNG PHÁP CHỈNH LƯU ĐA XUNG VÀ LỌC TÍCH CỰC ĐỂ GIẢM SÓNG HÀI NGUỒN ĐIỆN LƯỚI Ở HỆ TRUYỀN ĐỘNG ĐIỆN ĐIỀU CHỈNH TẦN SỐ

ThS. Lê Văn Tùng, TS. Đặng Ngọc Huy, ThS. Phạm Hữu Chiên, ThS. Nguyễn Thị Phúc –
Đại học Công nghiệp Quảng Ninh

Tóm tắt: Trong hệ thống truyền động điện điều chỉnh tần số động cơ không đồng bộ có các bộ biến tần sử dụng chỉnh lưu diode sẽ gây ra méo dạng (THD) dòng điện và điện áp lưới. Các sóng hài ảnh hưởng xấu đến hệ thống truyền tải điện, giảm độ tin cậy và tuổi thọ của các thiết bị điện. Bài báo này nghiên cứu ảnh hưởng của hệ truyền động điện lên nguồn cấp và trên cơ sở đó thiết kế bộ lọc tích cực song song và chỉnh lưu đa xung để giảm sóng điều hòa bậc cao. Việc giảm sóng điều hòa bậc cao ở đầu ra biến tần cấp cho động cơ sẽ thông qua điều khiển mạch nghịch lưu theo nguyên lý tối ưu sóng hài trong phương pháp SVM. Kết quả nghiên cứu được kiểm chứng bằng phần mềm Matlab & Simulink.

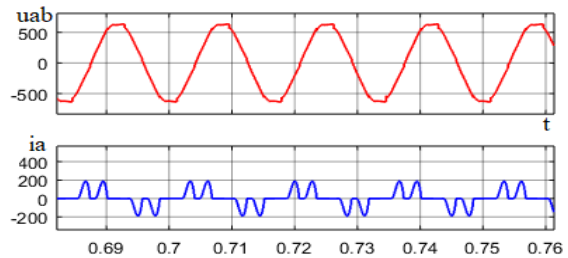
Từ khóa: Chỉnh lưu đa xung; chỉnh lưu không điều khiển; lọc sóng hài; lọc tích cực; điều khiển mô men

1 Giới thiệu

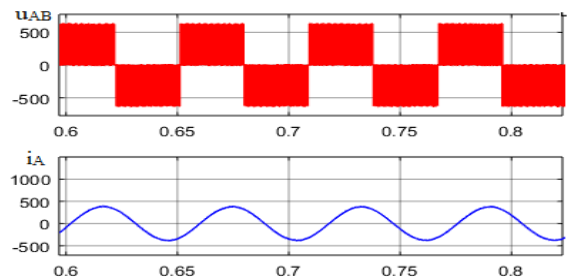
Sóng hài là dạng nhiễu không mong muốn của lưới điện, chúng hoạt động ở tần số là bội số nguyên lần tần số cơ bản của sóng điện (dòng điện hoặc điện áp) và có ảnh hưởng rất lớn đến chất lượng điện năng. Sóng hài có một số tác hại như: Làm cho cáp bị quá nhiệt; phá hỏng cách điện; tụ điện quá nhiệt, có thể dẫn tới phá hủy chất điện môi; các thiết bị hiển thị và đèn chiếu sáng bị chập chờn; các thiết bị bảo vệ có thể tác động nhầm; các thiết bị đo cho kết quả sai; máy biến áp và động cơ bị quá nhiệt; các thiết bị điện và điều khiển hoạt động không chính xác; chi phí vận hành hệ thống tăng [1].

Hiện nay, các bộ biến tần là đối tượng gây ra sóng hài rất lớn lên hệ thống điện, trong đó đặc biệt là các bộ biến tần có chỉnh lưu 6 diode [2], sinh ra các dòng điện hài ở các bậc 5, 7, 11, 13, 17, 19, v.v... Sóng hài xuất hiện do dòng điện không thể chạy qua chỉnh lưu và đi vào mạch nghịch lưu khi điện áp AC đầu vào nhỏ hơn điện áp một chiều DC trên tụ. Điều này chỉ diễn ra trong một khoảng thời gian ngắn trên mỗi pha nhưng đủ làm biến dạng hoàn toàn dòng điện AC đầu vào và khiến nó không còn là dòng hình sin chuẩn nữa. Hơn nữa, các linh kiện bán

dẫn trong biến tần là tải phi tuyến sẽ gây ra méo dạng dòng điện nguồn cấp [3].



Hình 1 – Dạng sóng điện áp và dòng điện ở đầu vào của biến tần



Hình 2 – Dạng sóng điện áp dây và dòng điện pha ở đầu ra của biến tần

Mặt khác, động cơ không đồng bộ là thiết bị tiêu thụ công suất phản kháng chính trong lưới điện, chiếm khoảng 60-65%. Điều này dẫn đến tổn thất trên đường dây và giảm hệ số công suất ở đầu vào biến tần [4, 5].

Để khắc phục ảnh hưởng của bộ biến tần lên

lưới điện và nâng cao hệ số công suất thì cần phải triệt tiêu các thành phần xoay chiều bậc cao và bù công suất phản kháng (CSPK). Có nhiều phương pháp khác nhau để thực hiện điều này. Bài báo phân tích phương pháp chỉnh lưu diode đa xung và phương pháp lọc tích cực cho hệ truyền động điện gồm 3 động cơ. Đây là 2 phương pháp có nhiều ưu điểm hiện nay.

2 Phương pháp giảm sóng hài

2.1 Phương pháp chỉnh lưu diode đa xung

Phương pháp chỉnh lưu đa xung sử dụng máy biến áp dịch pha và nhiều bộ chỉnh lưu kết hợp với nhau một cách thích hợp sao cho sóng hài sinh ra bởi bộ biến đổi này sẽ bị triệt tiêu bởi sóng hài sinh ra ở bộ biến đổi khác. Phương pháp này sẽ triệt tiêu một số sóng hài nhất định tùy thuộc vào số lượng bộ chỉnh lưu, đảm bảo tổng méo sóng hài THD (Total Harmonic Distortion) nằm trong phạm vi cho phép. Ngoài ra, chỉnh lưu đa xung sẽ giảm được độ nhấp nhô của điện áp phía một chiều.

Bộ chỉnh lưu 6 xung gây ra độ méo sóng hài lớn, để giảm THD trong truyền động điện điều chỉnh tần số có thể sử dụng chỉnh lưu 12, 18, 24 xung. Bộ chỉnh lưu 12 xung sử dụng song song hai bộ chỉnh lưu 6 xung (12 diode) để tạo ra điện áp một chiều DC ở đầu ra. Một máy biến áp có một cuộn sơ cấp và hai cuộn thứ cấp đấu Y-Y và Y-Δ tạo ra góc dịch pha 30 độ của hai sóng dòng điện, điều này loại bỏ sóng hài bậc 5, 7 và giảm THD của dòng điện. Tương tự, bộ chỉnh lưu 18 xung sử dụng ba bộ chỉnh lưu 6 xung (18 diode) và một máy biến áp gồm một cuộn sơ cấp và ba cuộn thứ cấp đấu kiểu Δ-Δ tạo ra góc dịch pha -20°, 0° và 20°, loại bỏ hầu hết các sóng hài tần số bậc 5, 7, 11 và 13 [6].

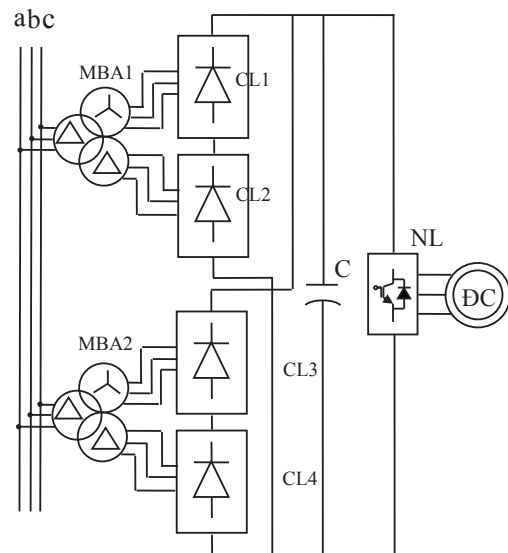
Công thức xác định góc dịch pha γ :

$$\gamma = \frac{60^\circ}{N}$$

Trong đó N – số bộ biến đổi.

Bộ chỉnh lưu 24 xung gồm 2 bộ chỉnh lưu 12 xung song song (24 diode) và hai máy biến

áp có 3 cuộn dây đầu kiểu zig-zắc (Z) như hình 3. Các máy biến áp tạo ra góc dịch pha -15°, 0°, 15° và 30°, loại bỏ hầu hết các sóng hài tần số thấp. Do biên độ các sóng hài luôn tỉ lệ nghịch với bậc hài hay tần số hài của nó nên chỉ còn các hài bậc cao với biên độ nhỏ [7]. Việc chỉnh lưu 36, 48, 60 xung sẽ rất cồng kềnh và phức tạp bởi yêu cầu của máy biến áp dịch pha nên ứng dụng hạn chế cho hệ truyền động điện điều chỉnh tần số động cơ không đồng bộ.

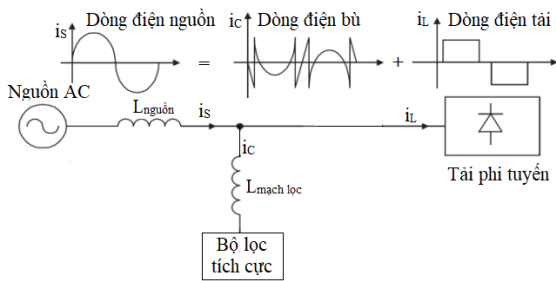


Hình 3 – Cấu trúc chỉnh lưu 24 xung: MBA1, MBA2 – máy biến áp; CL1, CL2, CL3, CL4 – mạch chỉnh lưu; C – tụ lọc điện áp một chiều; NL – mạch nghịch lưu IGBT; ĐC – động cơ không đồng bộ 3 pha.

2.2 Nguyên lý và thuật toán điều khiển cho bộ lọc tích cực AF (Active Filter)

a) Nguyên lý thiết kế AF

Nguyên lý hoạt động của AF là đưa vào hệ thống điện các sóng hài ngược pha với các sóng hài sinh ra do bộ biến tần, từ đó triệt tiêu chúng. Bộ lọc gồm tụ điện kết hợp với bộ chỉnh lưu tích cực và các cảm biến điện áp và dòng điện. Thông qua dòng điện tải và điện áp lưới đo được sẽ tổng hợp được hệ thống điều khiển cho bộ chỉnh lưu để tạo ra các dòng điện bù ngược pha, đảm bảo dòng điện lưới chỉ còn thành phần sóng cơ bản. Nguyên lý được mô tả như hình 4.

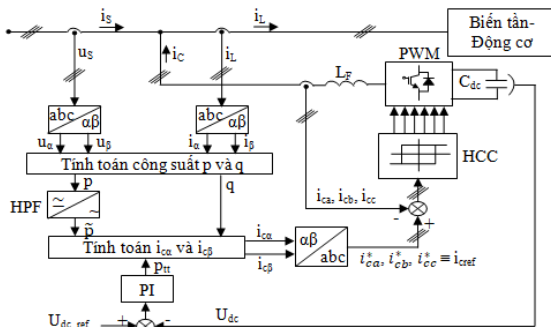


Hình 4 – Nguyên lý làm việc bộ lọc tích cực

Theo lý thuyết công suất tức thời của Akagi thì trong hệ thống điện, công suất tác dụng tức thời p và công suất phản kháng tức thời của tải q có thể tách thành hai thành phần: Thành phần \bar{p} , \bar{q} tương ứng với thành phần sóng cơ bản của dòng tải; thành phần dao động \tilde{p} , \tilde{q} tương ứng với thành phần điều hòa bậc cao [8].

Giả thiết dòng điện ở đầu vào của biến tần bị méo do sóng hài, gọi là dòng tải i_L . AF sẽ đo dòng i_L và tính toán để đưa lên lưới dòng điện bù i_c sao cho dòng điện của nguồn $i_s = i_L + i_c$ luôn là hình sin. Như vậy, i_c sẽ bù hết sóng hài do tải sinh ra. Phương pháp điều khiển AF gồm: Mạch vòng ngoài để tính toán dòng điện cần bù i_{cref} dựa trên dòng tải i_L , dòng điện cần bù i_{cref} là giá trị đặt cho mạch vòng trong hay dòng điện mong muốn mà bộ chỉnh lưu tích cực đóng cắt ra; mạch vòng trong có nhiệm vụ điều khiển để tạo ra dòng bù i_c bám theo dòng điện cần bù i_{cref} bằng cách điều khiển chỉnh lưu tích cực.

b) Thuật toán xác định dòng bù cần thiết



Hình 5 – Cấu trúc điều khiển bộ lọc tích cực song song theo phương pháp công suất p-q

Cấu trúc điều khiển AF như hình 5, trong đó HPF – bộ lọc thông cao chỉ cho tín hiệu có tần

số cao đi qua; HCC – bộ điều khiển dòng điện dạng băng trễ; PWM – chỉnh lưu tích cực 3 pha phát ra dòng điện bù lên lưới; PI – bộ điều chỉnh điện áp một chiều DC bù tổn thất công suất p_{tt} . Với hệ thống điện 3 pha không có dây trung tính thì thành phần dòng điện i_0 không tồn tại, thỏa mãn $i_a + i_b + i_c = 0$. Dòng điện tải đo được $i_L = [i_{La} \ i_{Lb} \ i_{Lc}]^T$ và điện áp nguồn $u_s = [u_a \ u_b \ u_c]^T$ chuyển sang hệ tọa độ cố định $\alpha\beta$ bằng phép biến đổi Clarke [4, 8-10]:

$$\begin{bmatrix} u_\alpha \\ u_\beta \end{bmatrix} = \sqrt{\frac{2}{3}} \begin{bmatrix} 1 & -\frac{1}{2} & -\frac{1}{2} \\ 0 & \frac{\sqrt{3}}{2} & -\frac{\sqrt{3}}{2} \end{bmatrix} \begin{bmatrix} u_a \\ u_b \\ u_c \end{bmatrix} \quad (1)$$

$$\begin{bmatrix} i_\alpha \\ i_\beta \end{bmatrix} = \sqrt{\frac{2}{3}} \begin{bmatrix} 1 & -\frac{1}{2} & -\frac{1}{2} \\ 0 & \frac{\sqrt{3}}{2} & -\frac{\sqrt{3}}{2} \end{bmatrix} \begin{bmatrix} i_{La} \\ i_{Lb} \\ i_{Lc} \end{bmatrix} \quad (2)$$

Từ (1) và (2) tính được công suất tức thời toàn phần của tải khi chiếu điện áp và dòng điện lên trục $\alpha\beta$:

$$\begin{aligned} S &= ui^* = (u_\alpha + ju_\beta)(i_\alpha - ji_\beta) \\ &= (u_\alpha i_\alpha + u_\beta i_\beta) + j(u_\beta i_\alpha - u_\alpha i_\beta) \end{aligned} \quad (3)$$

Như vậy, công suất tác dụng và công suất phản kháng tức thời được xác định:

$$p = u_\alpha i_\alpha + u_\beta i_\beta = \bar{p} + \tilde{p} \quad (4)$$

$$q = u_\beta i_\alpha - u_\alpha i_\beta = \bar{q} + \tilde{q} \quad (5)$$

Giải hệ phương trình trên tìm i_α , i_β như sau:

$$i_\alpha = \frac{1}{u_\alpha^2 + u_\beta^2} (pu_\alpha + qu_\beta) \quad (6)$$

$$i_\beta = \frac{1}{u_\alpha^2 + u_\beta^2} (pu_\beta - qu_\alpha) \quad (7)$$

Nguồn chỉ cung cấp thành phần công suất DC cho tải là hệ truyền động điện điều chỉnh tần số động cơ và công suất tổn hao p_{tt} của bộ chỉnh lưu tích cực ở mạch lọc. Bộ lọc tích cực có nhiệm vụ cung cấp thành phần công suất AC là \tilde{p} của p và CSPK q gồm \tilde{q} và \tilde{q} .

Do hệ truyền động điện động cơ không đồng bộ tiêu thụ CSPK của lưới gây sụt áp đường dây và giảm hệ số công suất $\cos\phi$ đầu vào biến tần nên ta cần bù công suất phản kháng này gồm cả \bar{q} và \tilde{q} thông qua bộ lọc tích cực. Công suất cung cấp bởi AF:

$$p_{AF} = \bar{p} - \bar{p} - \tilde{p} + p_{tt} = -\tilde{p} + p_{tt} \quad (8)$$

$$q_{AF} = -\bar{q} - \tilde{q} \quad (9)$$

Từ các công thức (6) - (9) tính được dòng điện cần bù:

$$i_{c\alpha} = \frac{1}{u_{\alpha}^2 + u_{\beta}^2} (p_{AF} u_{\alpha} + q_{AF} u_{\beta}) \quad (10)$$

$$i_{c\beta} = \frac{1}{u_{\alpha}^2 + u_{\beta}^2} (p_{AF} u_{\beta} - q_{AF} u_{\alpha}) \quad (11)$$

Từ các công thức (6) - (11) sẽ kiểm nghiệm lại được dòng điện lưới theo hệ trục $\alpha\beta$ khi đã thực hiện bù và kết quả chỉ còn thành phần sóng điều hòa cơ bản ($i_s = i_L + i_c$):

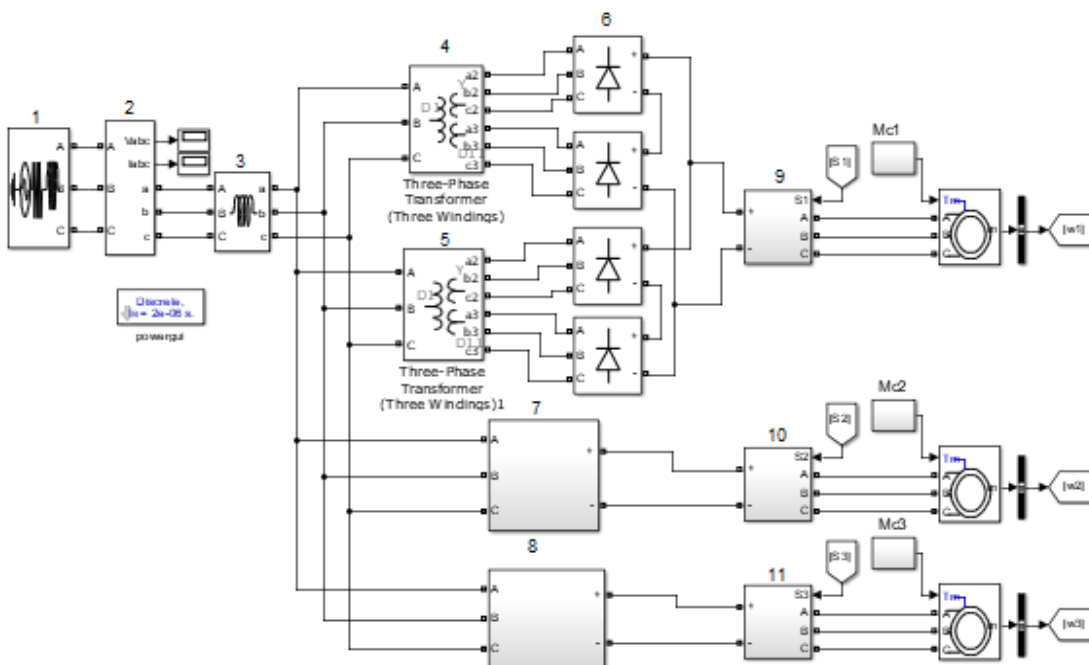
$$i_{s\alpha} = i_{c\alpha} + i_{\alpha} = \frac{1}{u_{\alpha}^2 + u_{\beta}^2} (\bar{p} + p_{tt}) u_{\alpha} \quad (12)$$

$$i_{s\beta} = i_{c\beta} + i_{\beta} = \frac{1}{u_{\alpha}^2 + u_{\beta}^2} (\bar{p} + p_{tt}) u_{\beta} \quad (13)$$

Các công thức (10) và (11) tính dòng bù cần thiết trên hệ trục tọa độ $\alpha\beta$ với hai chức năng lọc sóng điều hòa và bù CSPK. Từ dòng bù trong hệ $\alpha\beta$ sẽ tính được dòng điện cần bù trong hệ tọa độ thực abc theo các công thức (1), (2), (10) và (11):

$$\begin{bmatrix} i_{ca}^* \\ i_{cb}^* \\ i_{cc}^* \end{bmatrix} = i_{cref} = \sqrt{\frac{2}{3}} \begin{bmatrix} 1 & 0 \\ -\frac{1}{2} & \frac{\sqrt{3}}{2} \\ -\frac{1}{2} & -\frac{\sqrt{3}}{2} \end{bmatrix} \begin{bmatrix} i_{c\alpha} \\ i_{c\beta} \end{bmatrix}$$

Như vậy, thuật toán điều khiển AF theo lý thuyết công suất tức thời p-q là đi tìm dòng điện bù chuẩn mong muốn để làm giá trị đặt cho mạch vòng trong. Mạch vòng trong điều khiển mạch chỉnh lưu tích cực đóng cắt ra dòng điện bám theo dòng điện bù đặt trước.



Hình 6 – Sơ đồ truyền động biến tần động cơ DTC-SVM với chỉnh lưu diode 24 xung:

1 – Nguồn 3 pha; 2 – Cảm biến dòng điện và điện áp AC; 3 – Cuộn kháng; 4, 5 – Máy biến áp 3 pha; 6 – Sơ đồ chỉnh lưu 24 xung; 7, 8 – Máy biến áp 3 pha và sơ đồ chỉnh lưu 24 xung; 9, 10, 11 – Sơ đồ điều khiển quá trình hãm, tụ điện và mạch nghịch lưu IGBT; Mc1, Mc2, Mc3 – Mô men tải

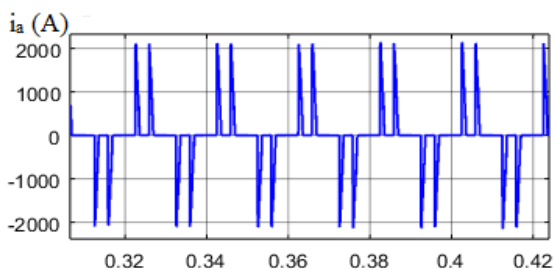
3 Điều khiển DTC-SVM cho động cơ KĐB

Phương pháp điều khiển trực tiếp mô men DTC đang được ứng dụng rộng rãi trong công nghiệp với ưu điểm như thời gian đáp ứng mô men rất nhỏ, độ tin cậy cao, đặc tính động rất tốt của mô men điện từ và từ thông stator. Phương pháp DTC-SVM thực hiện đo và tính toán mô men, từ thông stator tức thời, góc lệch pha giữa véc tơ điện áp với trục α , tính toán véc tơ điện áp stator cần điều chế U_{sc} , sau đó thực hiện điều chế véc tơ không gian để thực hiện đóng cắt khóa IGBT. Việc tận dụng ưu điểm của phương pháp SVM sẽ làm giảm tổn thất chuyển mạch và giảm sóng hài dòng điện ở đầu ra [4]. Để phân tích phương pháp điều khiển DTC-SVM một cách cụ thể, tác giả đã đưa ra các lập luận ở tài liệu [9], [10]. Ở đây sẽ đánh giá độ méo sóng hài dòng điện lưới, tổn thất công suất đầu vào biến tần gây ra bởi hệ truyền động điện gồm ba biến tần với chỉnh lưu diode làm việc với ba động cơ có các thông số được thể hiện ở tài liệu [10].

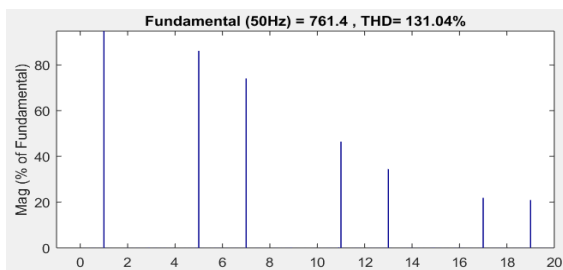
4 Kết quả mô phỏng

Sử dụng phần mềm Matlab & Simulink để xây dựng các khối chức năng và mô phỏng hệ truyền động điện DTC-SVM như hình 6.

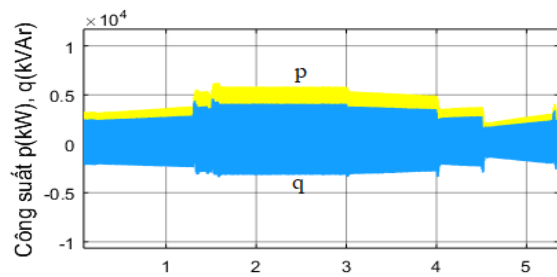
* *Kết quả mô phỏng khi dùng biến tần chỉnh lưu 6 diode cơ bản:*



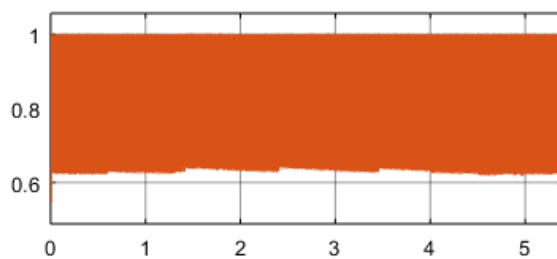
Hình 7 – Dạng dòng điện pha nguồn đầu vào



Hình 8 – HÀi dòng điện của nguồn cấp



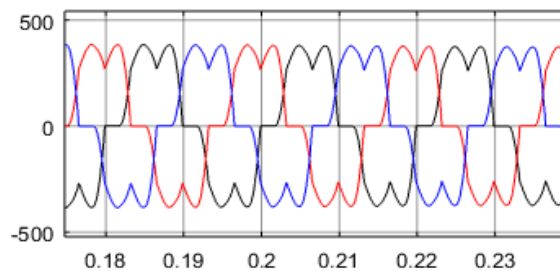
Hình 9 – Đặc tính công suất tác dụng và công suất phản kháng tức thời của nguồn cấp



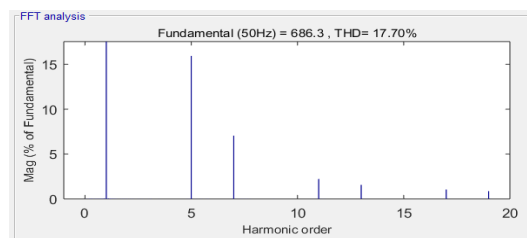
Hình 10 – Đặc tính hệ số công suất đầu vào

Kết quả thể hiện khi hệ truyền động điện làm việc gây ra các sóng hài dòng điện bậc 5, 7, 11, 13, 17, 19 lên lưới điện và tổng THD = 131,04%, trong đó hài bậc 5, 7, 11 có biên độ lớn.

* *Kết quả mô phỏng khi dùng cuộn kháng ở đầu vào biến tần để bảo vệ mạch chỉnh lưu và giảm méo dòng điện:*

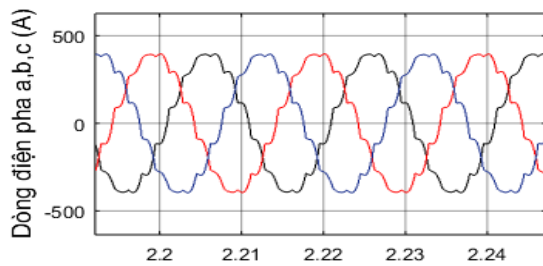


Hình 11 – Dòng điện ba pha của nguồn vào ($t < 1,3 s$)

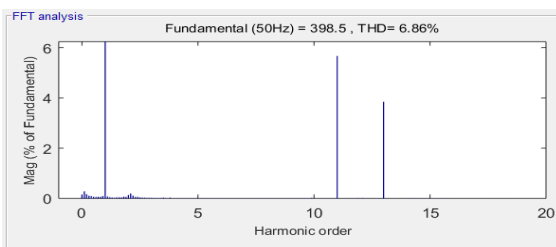


Hình 12 – HÀi dòng điện của nguồn vào (THD = 17,7%)

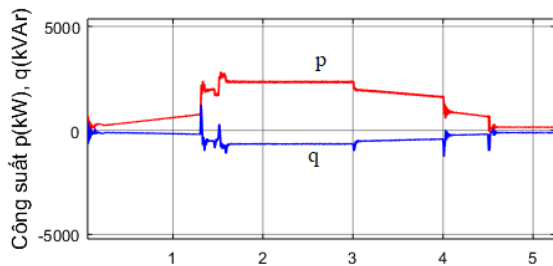
* Kết quả mô phỏng khi sử dụng biến tần chỉnh lưu diode 24 xung:



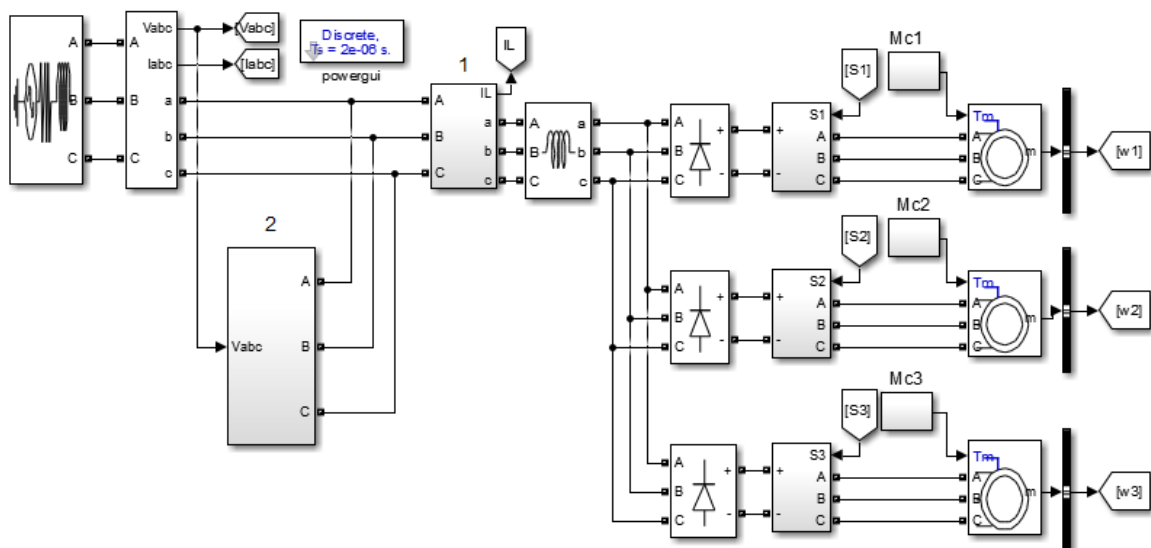
Hình 13 – Đặc tính dòng điện nguồn đầu vào khi 3 động cơ làm việc ổn định ở tốc độ đặt



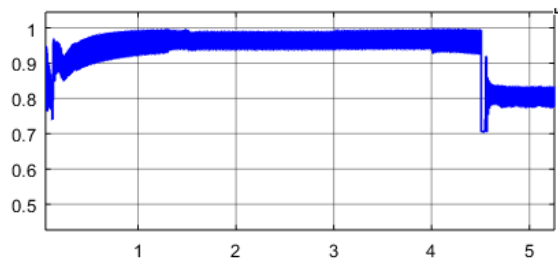
Hình 14 – HÀi dòng điện của nguồn vào pha a



Hình 15 – Đặc tính công suất tác dụng và công suất phản kháng tức thời của nguồn cấp



Hình 17 – Mô hình mô phỏng hệ truyền động điện DTC-SVM kết hợp với bộ lọc tích cực:
1 – Cảm biến dòng điện; 2 – Bộ lọc tích cực

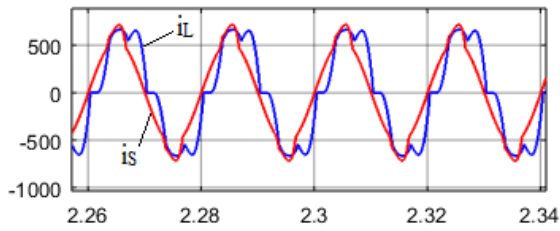


Hình 16 – Đặc tính hệ số công suất đầu vào

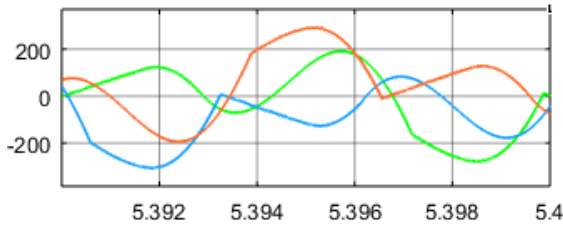
Kết quả thể hiện khi hệ truyền động điện làm việc thì gây ra các sóng hài dòng điện bậc 11, 13 lên lưới điện nhưng với biên độ nhỏ và tổng THD = 6,86%. Khi hệ thống làm việc ở các chế độ khác nhau của các động cơ thì hệ số công suất đầu vào $\cos\phi$ thay đổi. Tại thời điểm $t < 4,5$ s thì $\cos\phi \approx 0,97$, còn lúc $t \geq 4,5$ s các mô men tải đảo chiều thì $\cos\phi \approx 0,8$.

* Kết quả mô phỏng khi dùng bộ lọc tích cực:

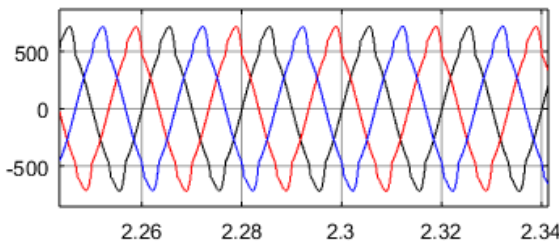
Mô hình mô phỏng hệ truyền động điện DTC-SVM kết hợp với bộ lọc tích cực được cho trong hình 17. Khi không có bộ lọc AF thì dòng điện tải bằng dòng điện nguồn cấp, tức là $i_s = i_L$. Khi sử dụng bộ lọc AF thì sóng hài dòng điện do tải phát ra sẽ được bù trừ bằng dòng điện bù bởi bộ AF (hình 19) và hình dạng i_s thu được như hình 18 và hình 20.



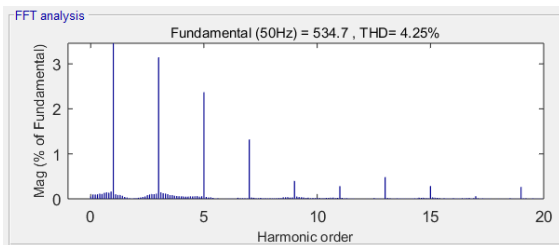
Hình 18 – Dòng điện lưới i_s khi có bộ lọc AF và dòng điện i_L của tải gồm 3 động cơ



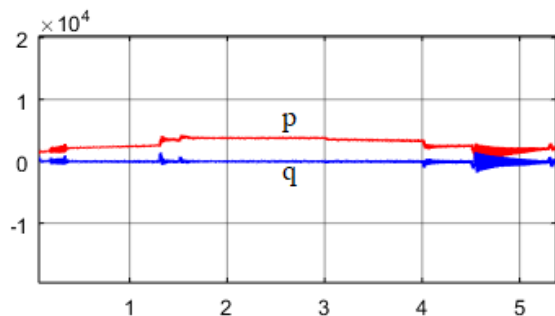
Hình 19 – Dòng điện bù do bộ lọc phát ra



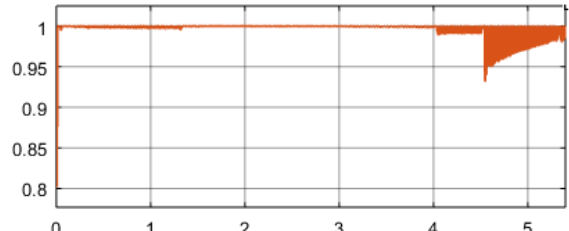
Hình 20 – Dòng điện lưới các pha i_s thu được khi có bộ lọc AF



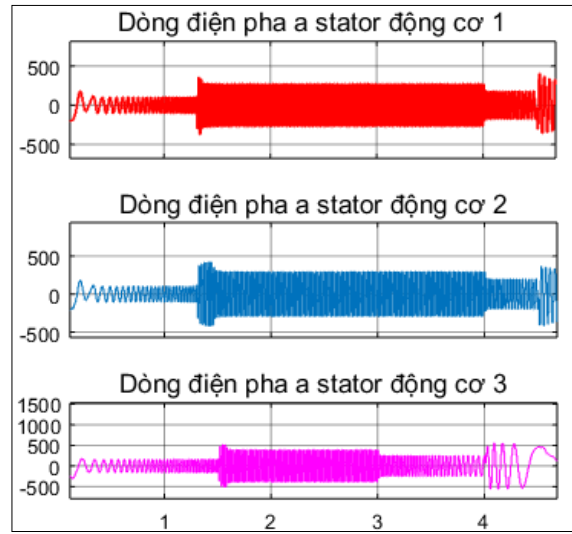
Hình 21 – Hàm dạng điện của nguồn vào pha a (THD = 4,25%)



Hình 22 – Đặc tính công suất tác dụng và công suất phản kháng tức thời của nguồn cấp



Hình 23 – Đặc tính hệ số công suất đầu vào



Hình 24 – Đặc tính dòng điện của các động cơ ở các thời điểm làm việc theo phương pháp DTC-SVM

Kết quả như hình 21 cho thấy, khi các động cơ làm việc ở các chế độ khác nhau, tồn tại các bậc hài 3, 5, 7, 9 nhưng có biên độ rất nhỏ và tổng méo hài dòng điện lưới THD là 4,25%. Đối chiếu với tiêu chuẩn IEEE STD 519 thì tổng THD thỏa mãn tiêu chuẩn (<5%).

Hình 22 cho thấy công suất phản kháng mà hệ truyền động điện tiêu thụ từ lưới sẽ được bù bởi bộ lọc tích cực AF, điều này thể hiện CSPK tức thời của lưới $q \approx 0$. Như vậy, khi công suất phản kháng của nguồn cấp cho hệ truyền động điện giảm, tức là $q \approx 0$ thì hệ số công suất tăng được thể hiện như hình 23.

Hình 24 cho thấy đặc tính dòng điện đầu ra của biến tần cấp cho các động cơ dạng sin chuẩn, không có độ quá điều chỉnh trong quá trình làm việc.

Bảng 1 – Kết quả đánh giá độ méo sóng hài dòng điện lưới trên Matlab&Simulink

Phương pháp lọc	THD (%)
Không lọc	131,04
Cuộn kháng	17,70
Chỉnh lưu 24 xung	6,86
Lọc tích cực	4,25

Bảng 1 cho thấy, phương pháp sử dụng bộ lọc tích cực sẽ giảm được sóng hài bậc cao và có ưu điểm hơn các phương pháp còn lại.

5 Kết luận

Qua phân tích lý thuyết và các kết quả thu

được từ mô phỏng cho thấy, nghiên cứu phương pháp chỉnh lưu đa xung và lọc tích cực sẽ giúp cải thiện dòng điện lưới, bù công suất phản kháng do tải tiêu thụ và nâng cao hệ số công suất cho hệ truyền động điện điều chỉnh tần số động cơ không đồng bộ DTC-SVM. Bộ lọc tích cực AF làm việc rất tốt, dòng điện lưới có độ méo dạng nhỏ hơn phương pháp chỉnh lưu 24 xung và khi các động cơ làm việc ổn định ở tốc độ đặt thì hệ số công suất $\cos\phi \approx 1$, tức là công suất phản kháng mà tải tiêu thụ đã được bộ lọc AF bù gần như hoàn toàn.

TÀI LIỆU THAM KHẢO

1. **Nguyễn Hữu Khánh.** Nghiên cứu ứng dụng điều khiển trượt điều khiển bộ lọc tích cực cho việc giảm sóng hài. *Luận văn thạc sĩ kỹ thuật, Đại học Đà Nẵng.* 2013.
2. **Thân Ngọc Hoàn.** Mô phỏng hệ thống điện tử công suất và truyền động điện. *Nhà xuất bản xây dựng.* 2006.
3. **Muhyaddin J.H.** Harmonics Attenuation of Nonlinear Loads due to Linear Loads. *IEEE, ISSN 2162-7673.* 2012. PP. 105-112.
4. **Lê Văn Tùng, Bùi Thị Thêm.** Đánh giá các phương pháp điều chế sinPWM, SVM cho biến tần gián tiếp ba pha hai bậc và biến tần trực tiếp. *Bản tin khoa học Cơ khí Năng lượng - Mô,* số 17. 09/2019. Tr.23-29.
5. **Zakis J., Rankis I., Zhiravetska A.** Investigation of an Active System of Reactive Power Compensation for Induction Motors. *Electronics and Electrical engineering,* vol. 6(70). 2006. PP.10-15.
6. **Md. Habibur Rahaman, Md. Rafiqul Islam Sheikh.** A Review of Multi-pulse AC-DC Power Converters. *Bangladesh: IEEE, ISBN 9781538633410/17.* 2017.
7. **Anand Panchbhai, Nikunj Prajapati.** Harmonic Mitigation in AC Motor Using Multi-pulse Rectifier. *India: IEEE, ISBN-9781509037452/16.* 12/2016.
8. **Akagi H.** Control Strategy and Site Selection of a Shunt Active Filter for Damping of Harmonic Propagation in Power Distribution Systems. *IEEE Transactions on Power Delivery,* Vol. 12, No.1. 1997.
9. **Lê Văn Tùng, Bùi Trung Kiên, Phạm Hữu Chiến.** Nghiên cứu điều khiển chỉnh lưu tích cực kết hợp điều khiển trực tiếp mô men động cơ ở biến tần 4Q. *Bản tin khoa học Cơ khí Năng lượng - Mô,* số 20. 04/2020. Tr.8-14.
10. **Lê Văn Tùng, Đỗ Chí Thành.** Nghiên cứu điều khiển công suất trực tiếp mạch chỉnh lưu tích cực ở hệ thống truyền động điện nhiều biến tần-nhiều động cơ ứng dụng trong khai thác mỏ ở Việt Nam. *Bản tin khoa học Cơ khí Năng lượng - Mô,* số 22. 07/2020. Tr.7-13.

ẢNH HƯỞNG CỦA XỬ LÝ LẠNH ĐẾN KHẢ NĂNG CHỊU MÀI MÒN CỦA MŨI BÚA THỦY LỰC

*ThS. Lê Thanh Bình – Viện Cơ khí Năng lượng và Mỏ - Vinacomin
GS.TSKH. Bolobov V.I. – Đại học Mỏ Xanh Petecbua, CHLB Nga*

Tóm tắt: Bài báo trình bày kết quả nghiên cứu xác định cường độ mòn của các mẫu thép 38XM, Y8 và X12M thường được sử dụng để chế tạo mũi búa thủy lực, có bổ sung công đoạn xử lý lạnh trong quá trình xử lý nhiệt. Xử lý lạnh cải thiện độ bền và khả năng chịu mài mòn của cả ba loại thép, trong khi không ảnh hưởng đáng kể đến độ dai va đập của chúng. Bằng việc so sánh giá trị cường độ mòn và độ cứng, cũng như phân tích tổ chức tế vi của các mẫu thép, cho phép kết luận cường độ mòn không chỉ phụ thuộc vào độ cứng, mà còn phụ thuộc vào loại, số lượng, hình dạng và phân bố của cacbit hình thành trong cấu trúc của thép. Ảnh hưởng của xử lý lạnh âm sâu lên khả năng chịu mài mòn của thép X12M là mạnh nhất (tăng 98,9%) vì vật liệu của nó có hàm lượng cacbon (~1,6%) và các nguyên tố hợp kim (~14%) cao nhất, làm tăng số lượng các hạt cacbit nhỏ mịn trong cấu trúc của nó thêm 10,8%.

Từ khóa: Cacbit, cường độ mòn, granit, mũi búa thủy lực, xử lý lạnh.

1 Giới thiệu

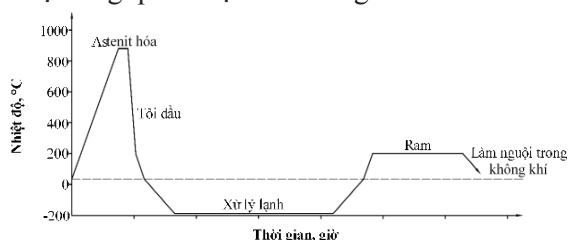
Phá hủy đá khối khối là một quá trình rất phức tạp, đòi hỏi nguồn lực đáng kể về năng lượng, thiết bị, vật tư và nhân công. Giảm tiêu thụ các nguồn lực luôn là thách thức và là một trong những mục tiêu quan trọng trong lĩnh vực khai thác. Theo truyền thống, các phương pháp phá hủy đá thường được chia thành các nhóm: Cơ học, nổ, vật lý, hóa học và kết hợp. Mặc dù có nhiều lựa chọn về các kỹ thuật phá hủy đá, nhưng kỹ thuật cơ học vẫn được sử dụng phổ biến nhất do trình độ hiểu biết về các kỹ thuật khai thác thay thế còn thấp và chi phí ứng dụng cao. Theo số liệu [1], kỹ thuật cơ học chiếm tới 85% tổng khối lượng các công trình đào và khai thác. Ở kỹ thuật cơ học, búa thủy lực được sử dụng rất rộng rãi trong nhiều lĩnh vực như: Đào đường lò, đường giao thông xuyên núi; khai thác khoáng sản; phá hủy quá cỡ; phá hủy các công trình xây dựng, giao thông...

Trong quá trình vận hành, sự va đập cường độ lớn giữa mũi búa với đá thúc đẩy quá trình mài mòn của nó. Vì lý do này, mũi búa cần được làm bằng vật liệu có đủ độ cứng, độ bền và khả năng chịu mài mòn tốt. Thông thường, thép

cacbon trung bình và cao với hàm lượng hợp kim khác nhau được sử dụng để chế tạo, kết hợp với xử lý nhiệt thông thường (CHT), bao gồm austenit hóa, tôi và ram thấp. Cấu trúc của thép sau khi CHT là mactenxit với một lượng austenit dư nhất định và cacbit. Austenit dư có tồn tại là do nhiệt độ kết thúc chuyển biến austenit - mactenxit M_f thấp hơn so với nhiệt độ của môi trường làm nguội, phụ thuộc vào hàm lượng cacbon và hợp kim trong thép. Sự hiện diện của austenit “mềm” làm giảm độ cứng, độ bền và khả năng chịu mài mòn của mũi búa. Mặt khác, trong quá trình hoạt động, một phần austenit dư có thể chuyển biến thành mactenxit. Vì thể tích của mactenxit lớn hơn austenit 4,3%, quá trình biến đổi này dẫn đến sự biến dạng về kích thước của mũi búa, ảnh hưởng đến chuyển động và tuổi thọ của búa thủy lực. Để giảm lượng austenit dư và tăng số lượng cacbit trong các loại thép, nhiều nghiên cứu về xử lý lạnh đã được thực hiện để tăng độ cứng và khả năng chịu mài mòn của thép. Bài báo này nghiên cứu ảnh hưởng của xử lý lạnh đến cấu trúc, tính chất cơ học và khả năng chịu mài mòn của thép 38XM, Y8 và X12M, vật liệu thường dùng để chế tạo mũi búa thủy lực.

2 Thực nghiệm

Các mẫu thí nghiệm chế tạo từ ba loại thép 38XM, Y8 và X12M được tôi trong dầu từ nhiệt độ 800 - 1000 °C tùy loại thép và ram thấp ở 200 °C. Mẫu có bổ sung công đoạn xử lý lạnh âm (SCT) được cho vào tủ làm lạnh ở môi trường -75 °C trong khoảng thời gian 5 giờ ngay sau khi tôi và trước khi ram thấp. Với mẫu xử lý lạnh âm sâu (DCT), môi trường làm lạnh là nitơ lỏng (-196 °C) được đựng trong bình chuyên dụng, thời gian duy trì là 72 giờ. Sơ đồ xử lý nhiệt tổng quát được cho trong hình 1.



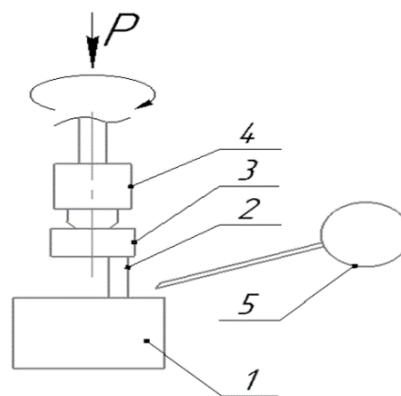
Hình 1 – Sơ đồ xử lý nhiệt

Độ cứng HV được đo bằng thiết bị đo độ cứng Wilson Wolpert 751N theo tiêu chuẩn TCVN 258-1: 2007. Các mẫu đo độ dai va đập KCV có kích thước tiêu chuẩn và được đo bằng thiết bị đo độ dai va đập JBS-300 ở nhiệt độ phòng (~20 °C) theo TCVN 312-1:2007. Ảnh tổ chức tế vi được chụp bằng kính hiển vi quang học Axioplan 2 kết hợp với phần mềm tính toán chuyên dụng đi kèm, sử dụng phương pháp tẩm thực màu với dung dịch tẩm thực NaOH+ K₃FeN₆ để xác định số lượng cacbit; dung dịch tẩm thực HCl + axit picric để xác định tổng hàm lượng austenit dư và cacbit. Các phép đo lấy trung bình tại 5 vị trí trên mẫu để hạn chế sai số. Từ đó, xác định được hàm lượng austenit dư:

$$\% \text{austenit} = \%(\text{austenit} + \text{cacbit}) - \% \text{cacbit}$$

Thí nghiệm cường độ mòn được thực hiện trên thiết bị có sơ đồ như hình 2, với tần số quay của trục chính $n = 7,5 \text{ s}^{-1}$. Vật liệu mài mòn *I* là khối đá granit, vật liệu thường dùng búa thủy lực để phá hủy. Khi trục chính quay, bề mặt phần đầu của mẫu thép 2 với đường kính 8 mm trượt trên bề mặt của khối đá ở tải trọng tĩnh không

đổi $P = 100 \text{ N}$ tạo ra vết mài mòn trên khối đá với chiều rộng ~8 mm và bán kính tính đến đường giữa của vết mài mòn $R = 18 \text{ mm}$. Khi đó, tốc độ trượt trung bình của mẫu thép $v = 2\pi \cdot R \cdot n = 0,85 \text{ m/s}$. Thời gian trượt $t = 50$ phút và mẫu được đo khối lượng cứ sau mỗi 10 phút với độ chính xác của phép đo 1 mg để tính khối lượng mài mòn Δm . Trong quá trình trượt, mẫu được làm mát bằng nước.



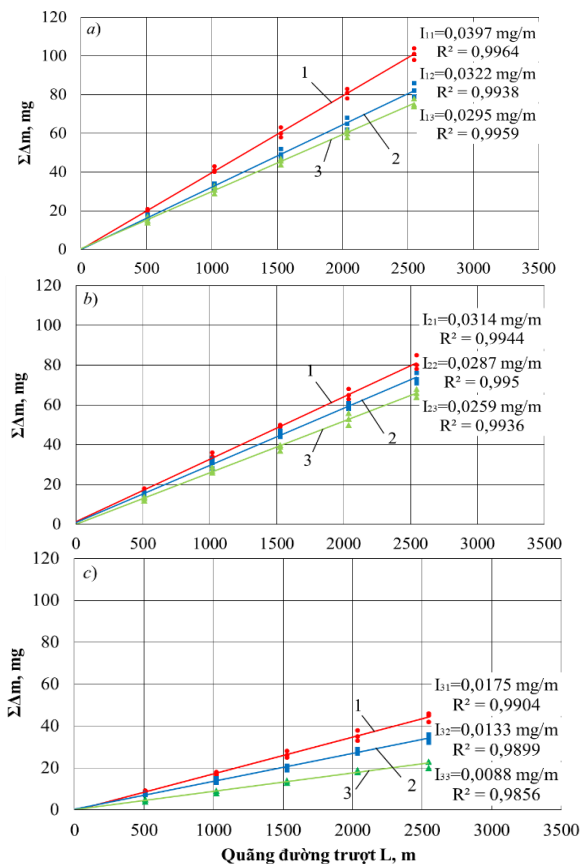
Hình 2 – Sơ đồ thiết bị thử nghiệm cường độ mòn: 1 – khối đá granit; 2 – mẫu thép; 3 – giá kẹp mẫu; 4 – trục chính của thiết bị; 5 – Dụng cụ cấp nước

3 Kết quả và thảo luận

Theo kết quả thí nghiệm, biểu đồ sự phụ thuộc của tổng khối lượng mài mòn $\Sigma \Delta m$ vào quãng đường trượt trên khối đá granit *L* được thiết lập, trong đó $L = 2\pi Rnt$, với $R = 18 \text{ mm}$ là bán kính đường tròn chuyển động của mẫu trên khối đá. Sự phụ thuộc của tổng khối lượng mài mòn $\Sigma \Delta m$ vào quãng đường trượt *L* của các mẫu thép được trình bày trong hình 3.

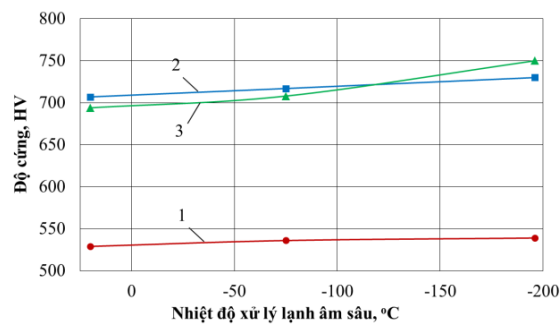
Các kết quả thí nghiệm cho thấy, đối với tất cả các mẫu thép, quá trình mài mòn của chúng trên đá granit ngay từ khi bắt đầu tác động đều có thể mô tả bằng sự phụ thuộc tuyến tính $\Sigma \Delta m = I \cdot L$ với hệ số xác định là $R^2 \sim 0,99$. Tang của góc nghiêng các đường $\Sigma \Delta m$ chính là cường độ mòn *I* [mg/m], khác nhau đối với mỗi loại thép và phương pháp xử lý nhiệt của chúng. Giá trị nghịch đảo của *I* được coi là khả năng chịu mài mòn W_R [m/mg] của thép trong điều kiện

mài mòn này. So sánh độ nghiêng của các đường $\Sigma\Delta m$ trong hình 3 cho phép kết luận rằng, các mẫu thép X12M với tất cả các phương pháp xử lý nhiệt có khả năng chịu mài mòn lớn nhất, trong khi các mẫu thép 38XM có khả năng chịu mài mòn thấp nhất. Xử lý lạnh SCT và xử lý lạnh âm sâu DCT đều làm tăng khả năng chống mài mòn của cả ba loại thép.



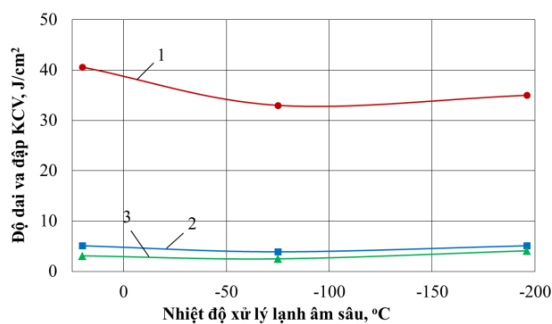
Hình 3 – Sự phụ thuộc của tổng khối lượng mài mòn vào quãng đường trượt trên khối đá granit của các mẫu thép 38XM (a), V8 (b) và X12M (c) với các phương pháp xử lý nhiệt khác nhau: 1 – CHT; 2 – SCT; 3 – DCT

Các giá trị cụ thể của khả năng chịu mài mòn W_R , độ cứng HV và độ dai va đập KCV của các mẫu thép được trình bày trong bảng 1. Các hình 4 - 6 cho thấy sự phụ thuộc của các tính chất trên vào nhiệt độ xử lý lạnh.



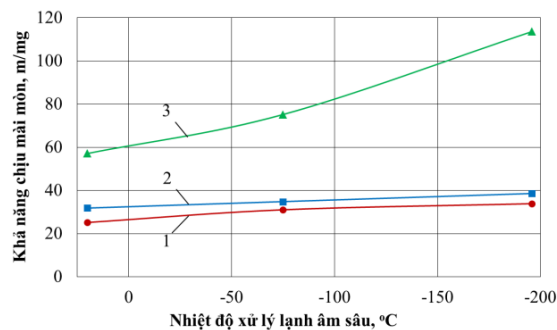
Hình 4 – Ảnh hưởng của nhiệt độ xử lý lạnh âm sâu đến độ cứng của vật liệu:

1 – Thép 38XM; 2 – Thép V8; 3 – Thép X12M



Hình 5 – Ảnh hưởng của nhiệt độ xử lý lạnh âm sâu đến độ dai và đập của vật liệu:

1 – Thép 38XM; 2 – Thép V8; 3 – Thép X12M



Hình 6 – Ảnh hưởng của nhiệt độ xử lý lạnh âm sâu đến cường độ mòn của vật liệu:

1 – Thép 38XM; 2 – Thép V8; 3 – Thép X12M

Những kết quả thu được cho thấy, xử lý lạnh các mẫu thép, cùng với việc cải thiện độ cứng HV, còn làm tăng khả năng chịu mài mòn W_R của chúng. Ảnh hưởng này đặc biệt hiệu quả trên thép X12M sau khi xử lý lạnh âm sâu ở $-196\text{ }^\circ\text{C}$: W_R tăng 98,9%; HV tăng 8,2%. Độ dai va đập của các mẫu thép có giảm nhẹ khi xử lý lạnh ở $-75\text{ }^\circ\text{C}$, tuy nhiên nếu nhiệt độ xử lý được hạ

xuống -196 °C, độ dai va đập được hồi phục trở lại, thậm chí bằng hoặc vượt giá trị khi xử lý nhiệt thông thường với thép Y8 và X12M. Đây là đặc điểm mang ý nghĩa rất quan trọng và có

thể được giải thích bởi kết quả nghiên cứu vi cấu trúc của các mẫu thép, được trình bày trong bảng 2.

Bảng 1 – Kết quả thử nghiệm các tính chất cơ lý và khả năng chịu mài mòn của các mẫu thép ở các chế độ xử lý nhiệt khác nhau

Mác thép	Phương pháp xử lý nhiệt	Giá trị đo		
		KCV, J/cm ²	HV	I, mg/m (W _R , m/mg)
38XM	CHT	40,6	529	0,040 (25,2)
	Tôi + SCT + ram	33,0	536	0,032 (31,1)
	Tôi + DCT + ram	35,0	539	0,030 (33,9)
Y8	CHT	5,1	707	0,031 (31,9)
	Tôi + SCT + ram	3,9	717	0,029 (34,8)
	Tôi + DCT + ram	5,1	730	0,026 (38,6)
X12M	CHT	3,1	694	0,018 (57,1)
	Tôi + SCT + ram	2,5	708	0,013 (75,2)
	Tôi + DCT + ram	4,1	750	0,009 (113,6)

Bảng 2– Hàm lượng austenit dư và cacbit trong các mẫu thép phụ thuộc chế độ xử lý lạnh

Mác thép	% austenit dư			% cacbit		
	CHT	SCT	DCT	CHT	SCT	DCT
38XM	≤0,10	≤0,10	≤0,10	0,17	0,33	0,58
Y8	2,21	1,24	0,84	≤0,10	≤0,10	≤0,10
X12M	15,65	2,78	0,50	5,41	6,80	10,84

Các dữ liệu của bảng 2 cho thấy, việc xử lý lạnh các mẫu thép carbon cao Y8 (~0,8%C) và X12M (~1,6%C) dẫn đến sự giảm đáng kể hàm lượng austenit dư mềm, tức là làm tăng hàm lượng mactenxit cứng trong cấu trúc. Nó cũng giúp tăng số lượng cacbit của các mẫu thép chứa thành phần hợp kim 38XM (~2%) và X12M (~14%). Hơn nữa, nhiệt độ xử lý lạnh càng thấp, các hiệu quả trên càng cao. Có thể kết luận rằng, khả năng chịu mài mòn của thép không chỉ phụ thuộc vào độ cứng của nó mà còn phụ thuộc vào loại, số lượng, hình dạng và phân bố của cacbit trong cấu trúc. Mẫu thép X12M sau DCT có lượng cacbit trong cấu trúc lên tới 10,8%, vì nó chứa hàm lượng carbon (~1,6%) và các nguyên

tố hợp kim (~14%) cao nhất, cho thấy khả năng chịu mài mòn tốt nhất. Độ dai va đập của các mẫu thép sau DCT được cải thiện có thể giải thích do sự phân bố đồng đều của cacbit đồng nhất và nhỏ mịn trong cấu trúc [2-4]. Ngoài ra, có thể một phần từ nguyên nhân cacbit được tiết ra làm giảm một lượng nhất định carbon trong tinh thể mactenxit dẫn đến giảm độ giòn.

4 Kết luận

Từ các kết quả đã trình bày, có thể đưa ra những kết luận như sau:

1) Xử lý lạnh có thể được coi là một hoạt động bổ sung đầy hứa hẹn trong quá trình xử lý nhiệt các mũi búa thủy lực để tăng khả năng chống mài mòn của chúng. Nhiệt độ xử lý ưu

tiên nên là $-196\text{ }^{\circ}\text{C}$, trong đó, cùng với sự gia tăng độ cứng và khả năng chống mài mòn tốt hơn, độ dai va đập của thép được cải thiện, do sự phân bố đồng đều của cacbit đồng nhất và nhỏ mịn trong cấu trúc và cacbit được tiết ra làm giảm một lượng nhất định cacbon quá bão hòa trong tinh thể mactenxit.

2) Ảnh hưởng của xử lý lạnh âm sâu lên khả năng chịu mài mòn của thép X12M trong số 3

loại vật liệu được nghiên cứu là mạnh nhất vì nó có hàm lượng cacbon và các nguyên tố hợp kim cao nhất.

3) Khả năng chịu mài mòn của thép ngoài phụ thuộc vào độ cứng của nó, mà còn phụ thuộc rất mạnh vào loại, số lượng, hình dạng và phân bố của cacbit trong cấu trúc.

TÀI LIỆU THAM KHẢO

1. **Бритарев В.А., Замышляев В.Ф.** Горные машины и комплексы. М.: Недра. 1984. 288 с.
2. **Bensely A., Venkateswaran S., Subisak A.D., Lal D.M., Rajadurai A., Lenkey G.B., Paulin P.** Influence of Deep Cryogenic Treatment on Alloy Carbide Precipitations and Mechanical Properties of AISI M2 High Speed Tool Steel. *Cold Facts*. 2012. 28(2). PP. 4-9.
3. **Das D., Sarkar R., Dutta A.K., Ray K.K.** Influence of Sub-zero Treatments on Fracture Toughness of AISI D2 Steel. *Materials Science and Engineering A*. 2010. Vol. 528. PP. 589-603.
4. **Sonara T., Lomtea S.V., Gogteb C.L.** Cryogenic Treatment of Metal – A Review. *Materials Today: Proceedings*. 2018. Vol. 5(11). PP. 25219-25228.

HIỆN TRẠNG VÀ GIẢI PHÁP XÂY DỰNG CƠ SỞ NHẪM TỐI ƯU HÓA CHẾ ĐỘ LÀM VIỆC CỦA QUẠT GIÓ CHÍNH MỎ THAN MẠO KHÊ

KS. Nguyễn Bá Ngọc – Công ty Than Mạo Khê - TKV

GS.TS. Sun Chen Liang – Đại học Kỹ thuật Công trình Liêu Ninh Trung Quốc

Tóm tắt: Chế độ làm việc của quạt gió chính liên quan trực tiếp đến hiệu quả sử dụng điện năng. Xác định một chế độ làm việc tối ưu, vừa thỏa mãn cung cấp đủ lượng gió cần thiết theo kế hoạch sản xuất của mỏ, vừa giảm tối đa lãng phí điện năng tiêu thụ là nhu cầu thực tế, nhất là trong bối cảnh mỏ than Mạo Khê ngày càng đóng vai trò lớn trong việc đáp ứng nhu cầu sản lượng theo quy hoạch phát triển của TKV. Nội dung bài báo nhằm giới thiệu tóm tắt về hiện trạng thông gió và xây dựng cơ sở lý thuyết để chọn lựa tối ưu hóa chế độ làm việc của quạt gió chính tại Công ty Than Mạo Khê và mối liên quan giữa chế độ làm việc của quạt gió chính và kế hoạch tổ chức sản xuất của mỏ.

Từ khóa: Quạt gió, than, thông gió mỏ, tối ưu hóa.

1 Đặt vấn đề

Chế độ làm việc của các quạt gió chính được xác định trên cơ sở tạo ra lưu lượng gió cần thiết đưa vào mỏ. Chi phí điện năng để duy trì chế độ làm việc của các quạt gió chính là rất lớn, theo đánh giá chiếm khoảng 25% tổng chi phí điện năng cho toàn bộ các khâu trong dây chuyền công nghệ mỏ. Một thực tế là nhu cầu gió khác nhau giữa ngày sản xuất với các ngày dừng các hoạt động sản xuất, và khác nhau ngay trong một ca sản xuất ở từng khâu công nghệ khác nhau. Tuy nhiên, ở các mỏ than hầm lò vùng Quảng Ninh nói chung và tại Công ty Than Mạo Khê nói riêng, các quạt gió chính đều hoạt động theo một chế độ làm việc cố định, tức là luôn cung cấp vào mỏ một lượng gió cố định trong suốt thời gian các ngày trong năm, dẫn đến dư thừa một lượng gió lớn không cần thiết ở những ngày mỏ dừng các hoạt động sản xuất và ở những khoảng thời gian không đòi hỏi nhu cầu lượng gió như tính toán hiện nay, gây lãng phí lớn điện năng tiêu thụ. Xây dựng cơ sở lý thuyết để hướng đến mục tiêu xác định chế độ làm việc tối ưu của các quạt gió chính trong những ngày mỏ làm việc bình thường, cũng như khi mỏ nghỉ làm việc, nhằm đảm bảo an toàn môi trường và tiết kiệm chi phí điện năng, phù hợp với thực tế sản xuất tại Công ty Than Mạo Khê.

2 Hiện trạng thông gió mỏ than Mạo Khê

2.1 Hiện trạng thông gió

Công ty Than Mạo Khê mở vỉa bằng giếng nghiêng từ mức +30 xuống mức -25 và giếng nghiêng từ mức +17 xuống mức -80, -150, chia thành ba tầng: tầng -150/-80; tầng -80/-25; và đang đào lò XDCB mức -230. Một số khu vực được mở vỉa bằng hệ thống lò ngầm, thượng thông lên lộ vỉa tạo thành tầng khai thác từ -80/LV, -25/LV. Sơ đồ mở vỉa các mức được thực hiện như sau:

- Từ lò xuyên vỉa các mức mở hệ thống lò dọc vỉa trong đá, sau đó đào các xuyên vỉa cúp để tiếp cận các vỉa than. Khi gặp vỉa than tiến hành đào các lò dọc vỉa trong than và đào lò thượng khai thác nối thông hai mức để tạo lò chợ và tiến hành khai thác than. Hoặc, từ lò dọc vỉa trong đá đào thượng đá nổi hai mức, từ thượng đá đào các lò cúp nghiêng tiếp cận vỉa than, sau đó đào lò dọc vỉa phân tầng và mở lò chợ tiến hành khai thác.

- Quá trình khai thác than áp dụng hệ thống khai thác cột dài theo phương lò chợ tầng khâu đuôi theo phương, giữa hai cúp tiến hành đào thông lò dọc vỉa than để khâu càn (khâu giật cục bộ) tận thu tài nguyên; hệ thống khai thác lò chợ ngang nghiêng. Điều khiển đá vách bằng phá hoá toàn phần, khâu than bằng khoan nổ mìn kết

hợp với công cuộc thủ công, cơ giới hoá. Vận tải than trong lò chợ bằng máng trượt, sau đó dùng máng cào vận tải than theo lò dọc vỉa than ra các xuyên via cúp mức -150, -80, -25 đổ vào xe goòng ở lò dọc vỉa đá. Lò dọc vỉa đá và xuyên via ở các mức -150, -80, -25 dùng tàu điện ắc quy vận chuyển than ra quang lật, qua hệ thống băng tải chuyển than lên mặt bằng.

Công ty sử dụng phương pháp thông gió của Công ty [8]:

- Thông gió chính sử dụng phương pháp thông gió hút với 04 trạm quạt chính: trạm quạt 2K56-№24 mức +69, trạm quạt FBCDZ-№35 mức +120, trạm quạt FBCDZ-№17 mức +25, trạm quạt FBCDZ-№27 mức +45. Tổng lưu lượng gió các trạm quạt tạo ra là $Q = 387 \text{ m}^3/\text{s}$. Chế độ hoạt động của các trạm quạt như sau:

+ Trạm quạt FBCDZ-№35 mức +120: 01 quạt hoạt động ở góc lắp cánh -5° và 01 quạt dự phòng (lưu lượng gió $Q_{+120} \approx 157,6 \text{ m}^3/\text{s}$);

+ Trạm quạt 2K56-№24 mức +69: 01 quạt hoạt động ở góc lắp cánh 30° và 01 quạt dự phòng (lưu lượng gió $Q_{+69} \approx 96,6 \text{ m}^3/\text{s}$);

+ Trạm quạt FBCDZ-№17 mức +25: 01 quạt hoạt động ở góc lắp cánh -5° và 01 quạt dự phòng (lưu lượng gió $Q_{+25} \approx 49,5 \text{ m}^3/\text{s}$);

+ Trạm quạt FBCDZ-№27 mức +45: 01 quạt hoạt động ở góc lắp cánh $-2,5^\circ$ và 01 quạt dự phòng (lưu lượng gió $Q_{+45} \approx 91,5 \text{ m}^3/\text{s}$).

- Thông gió cục bộ: sử dụng phương pháp thông gió đẩy kết hợp ống gió vải mềm.

2.2 Tính toán mạng gió

Lưu lượng gió cần thiết chung cho toàn mỏ là tổng lưu lượng cần thiết cho các hệ tiêu thụ gió, lưu lượng gió rò, và được tính theo [1-3]:

$$Q_{m0} = Q_{m(\min)} \div Q_{m(\max)}, \text{ m}^3/\text{s}$$

$$Q_{m(\min)} = 1,1(K_p \sum Q_{lc(\min)} + \sum Q_{cb(\min)} + \sum Q_{ht} + \sum Q_{rm})$$

$$Q_{m(\max)} = 1,1(K_p \sum Q_{lc(\max)} + \sum Q_{cb(\max)} + \sum Q_{ht} + \sum Q_{rm})$$

Với: 1,1 – hệ số kể đến sự phân phối gió không đồng đều; K_p – hệ số dự trữ tính đến khả năng

tăng sản lượng lò chợ, $K_p = 1,05 - 1,15$, chọn $K_p = 1,05$; $\sum Q_{lc(\min)} = 148 \text{ m}^3/\text{s}$ – tổng lưu lượng gió cần thiết nhỏ nhất cho các lò chợ; $\sum Q_{lc(\max)} = 212 \text{ m}^3/\text{s}$ – tổng lưu lượng gió cần thiết lớn nhất cho các lò chợ; $\sum Q_{cb(\max)} = 45,9 \text{ m}^3/\text{s}$ – tổng lưu lượng gió cần thiết lớn nhất cho gương lò chuẩn bị; $\sum Q_{cb(\min)} = 21,7 \text{ m}^3/\text{s}$ – tổng lưu lượng gió cần thiết nhỏ nhất cho gương lò chuẩn bị; $\sum Q_{ht} = 41,6 \text{ m}^3/\text{s}$ – tổng lưu lượng gió cần thiết cho các hầm trạm; $\sum Q_{rm} = 32 \text{ m}^3/\text{s}$ – tổng lưu lượng gió rò trong mỏ.

Thay số vào công thức trên ta được tổng lưu lượng gió cần thiết chung cho toàn mỏ Quý IV năm 2020 là [8]:

$$Q_{m(\max)} = 1,1(1,05 \times 212 + 45,9 + 41,6 + 32) = 376 \text{ m}^3/\text{s}$$

$$Q_{m(\min)} = 1,1(1,05 \times 148 + 21,7 + 41,6 + 32) = 276 \text{ m}^3/\text{s}$$

2.3 Tính hạ áp

Hạ áp mỏ xác định theo [1-3], nằm trong khoảng:

$$H_m = H_{m(\min)} \div H_{m(\max)}$$

Trong đó: $+ H_{m(\max)} = R_{ms} Q_{\max}^2$, mmH₂O;

$$+ H_{m(\min)} = R_{ms} Q_{\min}^2$$
, mmH₂O

Với: H_m – hạ áp đường lò, mmH₂O; R_{ms} – Sức cản ma sát đường lò, k_p.

Kết quả tính toán hạ áp do các trạm quạt chính phụ trách tại các đường lò được tổng hợp trong bảng dưới đây [8]:

Bảng 1. Hạ áp tại các trạm quạt

TT	Trạm quạt / Khu vực đặt	Lưu lượng yêu cầu (m ³ /s)		Hạ áp (mmH ₂ O)	
		min	max	min	max
1	FBCDZ-№17 mức +25	893,5	1.100,1	344,8	533,1
2	FBCDZ-№27 mức +45	1.791,3	1.866,1	809,6	855,5
3	2K56-№24 mức +69	3.133,3	4.464,6	743,4	988,0
4	FBCDZ-№35 mức +120	5.049,6	5.990,1	1.055,6	1.390,8

2.4 Kết quả thông gió và kiểm soát khí mỏ

Công ty Than Mạo Khê xây dựng kế hoạch thông gió năm 2020 cho 11 phân xưởng khai thác, 03 phân xưởng đào lò, 01 đơn vị thuê ngoài (Công ty Xây lắp mỏ). Ngay từ đầu Quý III, Công ty đã triển khai cho các đơn vị thi công các công trình cửa điều tiết gió đảm bảo lưu lượng gió ổn định, đủ phục vụ các đơn vị sản xuất. Đồng thời triển khai lắp đặt hệ thống quan trắc kiểm soát khí mỏ đến từng vị trí sản xuất theo kế hoạch đã lập, trang bị đầy đủ các loại máy đo khí cầm tay cho đội ngũ cán bộ chỉ huy sản xuất, đội ngũ công nhân đo khí thường xuyên bám sát hiện trường đo kiểm soát khí mỏ đảm bảo an toàn trong sản xuất. Công ty đã tổ chức thi công kịp thời các tường ngăn khí mỏ tại các lò chợ khi kết thúc khai thác, các cúp, các lò cụt và các đường lò khai thác khi huỷ bỏ. Kết quả đánh giá thực hiện thông gió, quản lý khí mỏ phục vụ sản xuất Quý III, IV năm 2020 của Công ty đảm bảo các tiêu chuẩn an toàn.

3 Xác định các tham số tối ưu hóa chế độ làm việc của quạt gió chính

3.1 Cơ sở xây dựng bài toán tối ưu chế độ công tác của quạt gió chính

Quạt gió làm việc phải bảo đảm các nhu cầu thông gió là cung cấp đủ lưu lượng gió sạch cho các khu vực tiêu thụ gió để đảm bảo:

- Đảm bảo an toàn: về khí độc, khí nổ... phải nằm trong giới hạn cho phép theo TCCP;
- Đảm bảo tạo điều kiện vi khí hậu dễ chịu;
- Đảm bảo tốc độ gió phải nằm trong giới hạn cho phép: ở trong khoảng giới hạn tốc độ gió nhỏ nhất (min) đến tốc độ gió lớn nhất (max) trong các đường lò mỏ theo quy phạm [9];
- Quạt gió chính phải làm việc liên tục 24/24h giờ với chế độ làm việc phù hợp với nhu cầu thực tế của mỏ;
- Tiêu tổn điện năng là nhỏ nhất.

Vì vậy, chế độ làm việc của quạt gió được điều chỉnh hoạt động theo thời gian trong ngày (điều chỉnh theo từng thời điểm nhu cầu gió khác

nau: thời điểm nổ mìn khâu than, thời điểm nghỉ giao ca...), theo tuần, trong quý và trong năm (điều chỉnh theo ngày làm việc và ngày nghỉ có nhu cầu gió khác nhau: ngày chủ nhật, ngày lễ...) để tạo ra lưu lượng gió vừa đủ, đáp ứng được các yêu cầu về thông gió mỏ, tránh lãng phí do dư thừa gió làm tăng chi phí điện năng cũng như tăng giá thành thông gió mỏ.

3.2 Xác định các tham số tối ưu hóa chế độ làm việc của quạt gió chính

Để đặt một chế độ làm việc của một quạt gió chính nào đó, phải căn cứ vào các thông số kỹ thuật sau:

- Đối với quạt hướng trục: các thông số kỹ thuật cho chế độ làm việc của quạt gió là: tốc độ vòng quay của trục quạt; góc lắp cánh của bánh công tác;

- Đối với quạt ly tâm: thông số kỹ thuật của quạt gió tương ứng một chế độ làm việc là tốc độ vòng quay của trục quạt.

Để có được các thông số kỹ thuật của chế độ làm việc của một quạt gió thì ta phải xác định được các tham số hay các hàm phụ thuộc:

- Lưu lượng gió cho các lò chợ (ΣQ_{lc});
- Lưu lượng gió cho các lò chuẩn bị (ΣQ_{cb});
- Lưu lượng gió cho các hầm trạm (ΣQ_{ht});
- Lưu lượng gió rò của mỏ (ΣQ_{rm});
- Hệ số rò gió tại trạm quạt (k_{rq});
- Sức cản của mạng gió (R_m) – tham số liên quan gây ra tổn thất hạ áp;
- Hệ số kể đến lưu lượng gió rò do điểm công tác của quạt cao hơn điểm yêu cầu

$k_d = \frac{Q_q}{Q_{yc}}$, với Q_q là lưu lượng gió mà quạt phải tạo ra, m^3/s ; Q_{yc} là lưu lượng gió yêu cầu, m^3/s .

Như vậy, để đánh giá hiệu quả của công tác thông gió mỏ (khi tính toán thông gió mỏ), yếu tố đảm bảo kỹ thuật theo yêu cầu là hàng đầu, vì có đảm bảo về yếu tố kỹ thuật mới thỏa đáng về các mục tiêu yêu cầu đề ra về thông gió mỏ là tạo môi trường làm việc an toàn. Tuy nhiên, yếu

tổ xác định tính hiệu quả về kinh tế, nghĩa là chi phí (giá thành) cho thông gió mở là nhỏ nhất, tức là khi tính toán thông gió mở ta phải tối ưu hóa (tăng chi phí hữu ích, giảm chi phí vô ích). Để đánh giá các chỉ tiêu kinh tế kỹ thuật của một hệ thống thông gió mở là hiệu quả, ta đánh giá tối ưu hóa (ưu việt) dựa trên các đại lượng liên quan như mức độ an toàn, điều kiện làm việc, tốc độ gió, chế độ làm việc, điện năng tiêu thụ... Tuy nhiên, việc tối ưu hóa một vài tham số (đại lượng) có hiệu quả hay không, hoặc hiệu quả của việc tối ưu hóa đó đạt được ở mức độ nào lại phụ thuộc rất nhiều vào các điều kiện cụ thể (theo các hàm phụ thuộc). Ở đây xét hai trường hợp của hệ thống thông gió cơ bản: mở đang trong giai đoạn thiết kế chuẩn bị đưa vào hoạt động; và mở đang hoạt động khai thác:

- Trường hợp mở mới đang trong giai đoạn thiết kế: Tối ưu hóa chế độ làm việc của quạt gió chính của một mỏ mới ở giai đoạn dự án thiết kế, tạo hệ thống thông gió tối ưu nhất. Đối với trường hợp này, ta có thể tính toán tất cả các tham số để kết hợp với công tác thiết kế kỹ thuật khác nhằm tối ưu hóa các tham số liên quan đến hệ thống thông gió cũng như chế độ làm việc của quạt gió chính. Tóm lại, đối với trường hợp này, ta có thể đề cập việc tối ưu đến tất cả các tham số liên quan ở một mức độ cho phép;

- Trường hợp mở đang hoạt động khai thác: tối ưu hóa chế độ làm việc của quạt gió chính cho các mỏ ở dạng đang thực hiện khai thác với hệ thống thông gió chưa hợp lý. Trong trường hợp này, như đã trình bày, có thể xảy ra trường hợp có nhiều tham số với việc tối ưu hóa sẽ không cho kết quả như ta mong muốn. Như vậy, trong hai trường hợp thì trường hợp đối với một mỏ mới khi thiết kế ta có thể tối ưu được chế độ công tác của quạt gió có nhiều thuận lợi hơn, như: có phương án mở vỉa chuẩn bị hợp lý, xây dựng đường lò phù hợp để giảm tối đa sức cản mạng gió mở, lựa chọn công nghệ khai thác tiên tiến và lập sơ đồ kế hoạch khai thác khoa học

cũng như lựa chọn quạt gió phù hợp... để có được sơ đồ mạng gió đơn giản nhất. Còn đối tượng mở đang hoạt động khai thác, đặc biệt đã qua nhiều giai đoạn phát triển mở, thì việc tối ưu chế độ công tác của quạt gió sẽ bị hạn chế hơn, do phương án tối ưu một tham số nào đấy sẽ cho hiệu quả thấp, thậm chí không cho kết quả.

Để xác định tối ưu hóa chế độ làm việc của quạt gió chính của một mỏ nào đó, ta đánh giá trên các chỉ tiêu sau:

- Về chỉ tiêu kỹ thuật:
- + Góc lắp cánh của bánh công tác;
- + Tốc độ vòng quay của trục quạt;
- Về chỉ tiêu kinh tế:
- + Lưu lượng gió mà quạt làm việc tạo ra;
- + Xác định lượng điện tiêu thụ cho thông

gió mở của quạt gió chính.

Để xác định hai chỉ tiêu trên ta có các biểu thức tương ứng để tính toán như sau [1-3, 5-7]:

$$N_q = \frac{Q_q h_q}{102 \eta_q}, \text{ kW}$$

Trong đó: - N_q : Điện năng tiêu thụ, kW;

$$- Q_q = k_{rq} Q_m, \text{ m}^3/\text{s}, \text{ với}$$

$Q_m = 1,1(k_t \sum Q_{lc} + \sum Q_{cb} + \sum Q_{ht} + \sum Q_m)$ là lưu lượng gió của mỏ, m^3/s (ở đây $k_t = 1,1 \div 1,2$ là hệ số kể đến sự tăng sản lượng của lò chợ);

- h_q : Hạ áp mà quạt phải tạo ra, mmH₂O, $h_q = (k_g R_m + R_{tbq}) Q_q^2$

Với: $k_g = \frac{1}{k_{rq}^2}$ – hệ số phụ thuộc vào sự rò gió

tại trạm quạt; R_{tbq} – sức cản nội bộ thiết bị quạt;

- η_q : Hiệu suất quạt.

Thay vào công thức xác định điện năng tiêu thụ ta được:

$$N_q = \frac{Q_q^3 (k_g R_m + R_{tbq})}{102 \eta_q}, \text{ kW}$$

Công thức trên cho thấy sự phụ thuộc của các chỉ tiêu vào các hàm liên quan như sau:

- Điện năng tiêu thụ N_q : được xác định phụ

thuộc vào các chỉ số lưu lượng gió và hạ áp mà quạt cần tạo ra. Nếu các chỉ số này càng tăng thì điện năng tiêu thụ sẽ càng lớn và ngược lại, tức là chúng có mối quan hệ đồng biến;

- Lưu lượng gió mà quạt phải tạo ra (Q_q): Được xác định phụ thuộc vào các giá trị lưu lượng gió của mỏ (Q_m) và hệ số rò gió tại trạm quạt gió (k_{rg}), chúng có mối quan hệ đồng biến;

- Lưu lượng gió mỏ (Q_m): được xác định bởi các tham số: ΣQ_{lc} , ΣQ_{cb} , ΣQ_{ht} và ΣQ_{rm} , và chúng có mối quan hệ đồng biến;

- Hạ áp mà quạt phải tạo ra (h_q): cũng có mối quan hệ đồng biến với các hàm R_m và Q_q^2 .

Trong giới hạn của bài báo, tác giả chỉ nghiên cứu giải pháp tối ưu chế độ làm việc của quạt gió chính ở các mỏ than hầm lò vùng Quảng Ninh nói chung và tại Công ty Mạo Khê nói riêng đang hoạt động khai thác. Việc nghiên cứu tối ưu hóa chế độ làm việc của quạt gió chính ở mỏ than hầm lò như sau:

a) Các giải pháp nâng cao hiệu quả thông gió

Trên thực tế ở các mỏ than hầm lò hiện nay, hằng năm hoặc định kỳ vài năm đều thực hiện nghiên cứu đánh giá hiện trạng hệ thống thông gió của mỏ một cách tổng thể, từ đó áp dụng các giải pháp hoàn thiện hệ thống thông gió mỏ phù hợp để nâng cao hiệu quả và giảm chi phí cho công tác thông gió mỏ. Về nguyên lý, khi thực hiện các giải pháp hoàn thiện hệ thống thông gió là gián tiếp hay trực tiếp tối ưu hóa chế độ làm việc của quạt gió chính. Các giải pháp thường được áp dụng ở các mỏ than hầm lò hiện nay là:

- Xây dựng và sửa chữa các công trình thông gió mỏ như: công trình trạm quạt, cửa chắn gió, cửa điều chỉnh gió... vận hành đúng tiêu chuẩn, nâng cao chất lượng hệ thống các cửa chắn gió đảm bảo kỹ thuật để giảm gió rò trong mỏ. Tuy nhiên, chất lượng các cửa chắn gió hiện nay ở các mỏ còn thấp (một phần do chi phí đầu tư xây dựng lớn, hai là công tác vận hành bảo dưỡng không được đảm bảo, nên chất lượng công trình xuống cấp nhanh);

- Thường xuyên sửa chữa bảo dưỡng thiết bị thông gió: quạt gió, động cơ và hệ thống cung cấp điện;

- Xây dựng kế hoạch khai thác một cách khoa học nhất, để đơn giản sơ đồ thông gió mỏ giúp cho việc quản lý điều chỉnh hệ thống thông gió mỏ đơn giản hơn và gián tiếp giảm hạ áp mỏ;

- Cải tạo mạng gió mỏ: tạo mạng sơ đồ thông gió đơn giản, đảm bảo hạ áp mỏ không lớn, tạo cho mỏ có được điều kiện thông gió dễ. Sử dụng các giải pháp như xén lại các đường lò có diện tích nhỏ không đảm bảo, hoặc xây dựng mới lại các đường lò... Tuy nhiên, biện pháp này ít được sử dụng do chi phí quá lớn, nên chỉ được áp dụng mang tính chất cục bộ và kết hợp với các mục đích khác ngoài công tác thông gió mỏ như vận tải, an toàn...;

- Thay thế các quạt cũ bằng các loại quạt đời mới có tính năng kỹ thuật ưu việt sẽ cho hiệu suất làm việc tốt hơn và chi phí điện năng giảm.

b) Các tham số có thể tối ưu hóa chế độ làm việc của quạt gió

Qua nghiên cứu hiện trạng đặc điểm của các mỏ than hầm lò vùng Quảng Ninh nói chung và tại Công ty Than Mạo Khê nói riêng, tác giả nhận thấy tham số có thể tối ưu được bao gồm:

- Sức cản các đường lò mỏ;

- Rò gió trong mỏ (rò gió ở trạm quạt và tại các cửa gió);

- Độ chênh giữa điểm làm việc với điểm yêu cầu của quạt;

- Lưu lượng gió không cần thiết trong ngày nghỉ và giờ thấp điểm.

Nghiên cứu và phân tích đặc điểm cơ bản của các tham số trên, ta thấy:

- **Sức cản các đường lò mỏ:** Việc giảm sức cản các đường lò mỏ sẽ trực tiếp giảm hạ áp mỏ, giúp cho quạt gió có thể làm việc ở chế độ có hạ áp thấp và gián tiếp tối ưu hóa được chế độ làm việc của quạt gió. Tuy nhiên, về thực tế giải pháp này không cho hiệu quả do chi phí kinh tế quá lớn. Vì vậy, giải pháp giảm sức cản các đường

lò như: chống xén để tăng diện tích đường lò, đào thêm đường lò mới; thay đổi vật liệu chống để giảm hệ số sức cản ma sát... thường chỉ được thực hiện áp dụng khi giải pháp này còn kết hợp với các mục đích chính khác;

- **Rò gió trong mỏ:** Lượng gió rò tại các trạm quạt phụ thuộc vào đặc điểm của công trình thông gió trên bề mặt như nhà trạm và chủng loại quạt gió chính. Đối với các loại quạt cố định, thường công trình nhà trạm quạt là được xây dựng kiên cố, hệ số rò gió tại trạm quạt khoảng từ 5 - 20%. Còn đối với các loại quạt bán cố định, công trình nhà trạm quạt là bán kiên cố, hệ số rò gió có thể tới 30%. Tuy nhiên, giải pháp giảm sự rò gió tại các trạm quạt lại phụ thuộc vào việc đầu tư loại quạt đã có. Vì vậy, chi phí cho giải pháp này hoàn toàn mang nặng yếu tố kỹ thuật.

Lưu lượng gió rò qua các cửa gió và thành chắn phụ thuộc chủ yếu vào chất lượng các cửa chắn gió và thành chắn gió. Thực tế có những cửa chắn gió nếu không đảm bảo tiêu chuẩn kỹ thuật, hoặc không quản lý tốt có thể gây tổn thất do rò gió rất lớn, có thể tổn thất tới vài chục phần trăm. Chất lượng cửa chắn và thành chắn gió được đánh giá về mặt kỹ thuật thông qua lượng gió rò qua cửa chắn gió, đánh giá về mặt kinh tế là chi phí kinh tế để xây dựng cửa chắn hoặc thành chắn gió. Việc xử lý giảm sự rò gió qua cửa gió và thành chắn là vấn đề được các mỏ rất quan tâm. Song, ở một mức độ nào đó hiện nay, nhiều mỏ chưa thực hiện tốt, vẫn để hiện tượng rò gió làm tổn thất gió rất lớn. Đây là giải pháp khả thi, ngoài việc nâng cao hiệu quả thông gió mỏ còn có một ý nghĩa về đảm bảo công tác an toàn cho mỏ;

- **Độ chênh giữa điểm làm việc với điểm yêu cầu của quạt:** Khi tính toán chọn điểm làm việc của quạt (chế độ công tác) luôn phải đảm bảo một nguyên tắc là lưu lượng gió quạt làm việc phải thỏa mãn lưu lượng gió yêu cầu: $Q_{ct} \geq Q_{yc}$. Do các quạt gió chính ở các mỏ than

hầm lò nước ta hiện nay đang sử dụng đều là các loại quạt có chế độ làm việc với các góc lắp cánh đã định vị theo thiết kế chế tạo, vì vậy, thông thường chế độ làm việc của các quạt gió chính thường có $Q_{ct} > Q_{yc}$. Mục tiêu của giải pháp giảm lượng gió chênh do độ chênh giữa điểm công tác với điểm yêu cầu là đưa chế độ công tác của quạt đạt ở trạng thái có $Q_{ct} = Q_{yc}$. Giải pháp này sẽ giúp giảm chi phí không cần thiết do độ chênh của điểm làm việc so với điểm yêu cầu;

- **Lưu lượng gió không cần thiết trong ngày nghỉ và giờ không cao điểm:** Giảm lưu lượng gió không cần thiết vào mỏ do nhu cầu mỏ không hoạt động sản xuất cao điểm là: trong những ngày mỏ nghỉ sản xuất (ngày chủ nhật, ngày lễ tết...); và những thời gian mỏ không hoạt động sản xuất cao điểm trong các ngày làm việc (thời gian giao ca, củng cố lò chợ và lò chuẩn bị...). Đây là một yếu tố ảnh hưởng rất lớn đến chi phí cho thông gió mỏ. Ở hầu hết các mỏ hiện nay không thực hiện việc áp dụng giải pháp để giảm lượng gió không cần thiết vào mỏ do nhu cầu mỏ không hoạt động sản xuất cao điểm do chưa áp dụng công nghệ khoa học kỹ thuật tiên tiến vào trong công tác thông gió mỏ, hoặc có đầu tư nhưng chưa sử dụng hết công dụng của thiết bị công nghệ do nhiều yếu tố, đặc biệt là còn mắc do quy phạm an toàn mỏ.

4 Cơ sở lựa chọn tham số để tối ưu hóa chế độ làm việc của quạt gió

Trên cơ sở phân tích các tham số về chỉ tiêu kinh tế và kỹ thuật có thể để tối ưu hóa chế độ làm việc của quạt gió, tác giả đã lựa chọn 2 tham số để thực hiện tối ưu hóa chế độ làm việc của quạt gió chính ở mỏ than Mạo Khê như sau:

4.1 Độ chênh giữa điểm làm việc với điểm yêu cầu của quạt

Tối ưu hóa độ chênh của điểm làm việc của quạt so với điểm yêu cầu, hay là hệ số dư gió do điểm công tác của quạt so với điểm yêu cầu. Mục đích của việc tối ưu theo [4] là:

- Giảm hiệu số $Q_{ct} - Q_{yc} \rightarrow 0$ hay giảm hệ số giữa lưu lượng gió công tác của quạt với lưu lượng gió của điểm yêu cầu $k_{dc} = \frac{Q_{ct}}{Q_{yc}} \rightarrow 1$.

4.2 Lưu lượng gió không cần thiết trong ngày nghỉ và giờ không cao điểm

Tối ưu hóa lưu lượng gió không cần thiết vào mỏ ở thời điểm mỏ không hoạt động sản xuất (ngày nghỉ làm việc) – thời gian thấp điểm và các thời gian mỏ có nhu cầu gió không lớn như tính toán thiết kế – thời gian trung điểm. Như vậy, ta có hệ số kể đến sự giảm lưu lượng gió của quạt trong các thời gian không cao điểm (thời gian cao điểm là thời gian mỏ có nhu cầu gió bằng lưu lượng gió tối đa như tính toán):

$$k_{tu} = \frac{\sum Q_{cd} + \sum Q_{trd} + \sum Q_{thd}}{\sum Q_{yc}}$$

Trong đó: k_{tu} – hệ số giảm lưu lượng gió của quạt khi tối ưu so với lưu lượng gió của quạt khi không tối ưu; $\sum Q_{cd}$ – tổng lưu lượng gió cung cấp cho các khung giờ cao điểm (thời gian cao điểm của các ngày làm việc) trong một năm, m^3/s ; $\sum Q_{trd}$ – tổng lưu lượng gió cung cấp cho

các khung giờ trung điểm (thời gian trong các ngày làm việc không cần lưu lượng gió như thời gian cao điểm) trong một năm, m^3/s ; $\sum Q_{thd}$ – tổng lưu lượng gió cung cấp cho các khung giờ thấp điểm (thời gian trong các ngày mỏ nghỉ làm việc không cần lưu lượng gió như thời gian cao điểm) trong một năm, m^3/s ; $\sum Q_{yc}$ – tổng lưu lượng gió cung cấp cho mỏ khi chưa tối ưu trong một năm, m^3/s .

5 Kết luận

Đối với các mỏ than hầm lò vùng Quang Ninh nói chung và tại công ty than Mạo Khê nói riêng, có nhiều nguyên nhân làm cho chế độ làm việc của quạt gió bị tăng lên. Tuy nhiên có hai nguyên nhân mà hiện nay chưa được quan tâm nhiều là độ chênh của điểm làm việc với điểm yêu cầu ($Q_{lv} \geq Q_{ct}$) và lưu lượng gió không cần thiết trong các khung giờ không cao điểm (các thời điểm không nổ mìn khâu tách than và đất đá, đặc biệt là những ngày mỏ nghỉ làm việc).

Bài báo là cơ sở lý thuyết để xây dựng tối ưu hóa chế độ làm việc của quạt gió chính đảm bảo hiệu quả sử dụng điện trong điều kiện mỏ than Mạo Khê.

TÀI LIỆU THAM KHẢO

1. **Trần Xuân Hà và nnk.** Giáo trình thông gió mỏ. *NXB Khoa học và Kỹ thuật Hà Nội*. 2014.
2. **Trần Xuân Hà.** Nâng cao hiệu quả thông gió mỏ. Bài giảng dành cho lớp Cao học khai thác mỏ. *Hà Nội*. 2009;
3. **Đình Hùng.** Kỹ thuật thông gió mỏ, tập I, II, III. *Trường Đại học Mỏ - Địa chất*. 1974.
4. **Nguyễn Cao Khải.** Luận án tiến sĩ Tối ưu hóa chế độ làm việc của quạt gió chính ở mỏ than hầm lò vùng Quảng Ninh. *Hà Nội*. 2018.
5. **Джиенбеков Р.С.** Автоматизация шахтных осевых вентиляторных установок. *Алма-Ата: Казахстан*. 1981. С. 122-131.
6. **Дошнский Е.А., Кирип С.** О расчетном определении коэффициентов аэродинамического сопротивления горных выработок. *Изв. Вузов. Горн. журн, № 6*. 1990. С. 53-57.
7. **Жуков Ю.П., Боронин В.Ф., Бабырь В.И., Миронов В.Н.** Вентиляторы главного проветривания и общешахтная вентиляция: контроль и управление. *Уголь Украины, № 12*. 2011. С. 23-27.
8. **Công ty Than Mạo Khê-TKV.** Hiện trạng và kết quả thông gió Quý III, giải trình kế hoạch thông gió Quý IV năm 2020.
9. Quy chuẩn kỹ thuật Quốc gia về an toàn trong khai thác hầm lò QCVN 01:2011/BCT.

ĐÁNH GIÁ KHẢ NĂNG SỬ DỤNG DỮ LIỆU ẢNH VỆ TINH QUANG HỌC SENTINEL-2 MSI TRONG PHÁT HIỆN DẤU HIỆU CHỨA KHOÁNG SẢN SÉT

ThS. Kiều Văn Cần – Đại học Công nghệ giao thông vận tải Hà Nội

Tóm tắt: Dữ liệu ảnh vệ tinh quang học đã được sử dụng hiệu quả trong phát hiện các khu vực có dấu hiệu chứa khoáng sản, phục vụ công tác điều tra, thăm dò các mỏ khoáng sản mới. Phần lớn các nghiên cứu cho đến nay đều sử dụng ảnh vệ tinh có độ phân giải trung bình như Landsat và Aster trong phát hiện khoáng sản. Do độ phân giải không gian không cao, việc áp dụng các loại dữ liệu này thường gặp rất nhiều khó khăn trong thực tế. Bắt đầu từ năm 2015, các vệ tinh Sentinel-2, bao gồm hai vệ tinh Sentinel-2A và Sentinel-2B đã được đưa thành công lên quỹ đạo, cung cấp nguồn dữ liệu miễn phí với chất lượng tốt. Bài báo này trình bày kết quả đánh giá khả năng sử dụng ảnh vệ tinh Sentinel-2 MSI trong phát hiện dấu hiệu chứa khoáng sản sét ở khu vực tỉnh Vĩnh Phúc. Kết quả nhận được trong bài báo cung cấp nguồn thông tin có giá trị, giúp các nhà quản lý trong nâng cao hiệu quả áp dụng công nghệ hiện đại phục vụ công tác điều tra, thăm dò khoáng sản.

Từ khóa: Ảnh vệ tinh Sentinel-2 MSI, khoáng sản, khoáng vật sét, viễn thám.

1 Mở đầu

Việt Nam là một quốc gia có nguồn tài nguyên khoáng sản đa dạng, tuy nhiên trữ lượng không nhiều. Những năm gần đây, để phục vụ quá trình công nghiệp hóa-hiện đại hóa đất nước, tài nguyên khoáng sản được khai thác một cách mạnh mẽ, dẫn đến nhiều loại có nguy cơ cạn kiệt. Việc điều tra, thăm dò, phát hiện mới các mỏ khoáng sản là một yêu cầu cấp bách hiện nay. Trong khi các phương pháp điều tra truyền thống dựa trên số liệu thực địa thường gặp rất nhiều khó khăn, nhất là với những khu vực khó tiếp cận, công nghệ viễn thám với những ưu điểm nổi bật như diện tích phủ trùm rộng, thời gian cập nhật ngắn, giá thành thấp đã được sử dụng hiệu quả trên thế giới phục vụ công tác điều tra, phát hiện các khu vực chứa khoáng sản.

Cho đến nay, đã có nhiều nghiên cứu ở ngoài nước sử dụng ảnh vệ tinh quang học trong phát hiện và phân loại các khu vực chứa khoáng sản, có thể kể đến các nghiên cứu của Kaufman (1988), Loughlin (1991), Mia và Fujimitsu (2012) đã sử dụng ảnh vệ tinh Landsat và Aster nhằm nâng cao khả năng phát hiện các khoáng sản sắt, sét, kim loại màu trên cơ sở áp dụng các phương pháp như tỉ lệ ảnh (Band

Ratio), phân tích thành phần chính (Principal Component Analysis – PCA). Ở Việt Nam, đáng chú ý có các nghiên cứu của Trịnh Lê Hùng (2014, 2020) đã sử dụng ảnh vệ tinh quang học Landsat các thế hệ nhằm phát hiện các khu vực chứa sắt, sét ở Thái Nguyên. Kết quả nhận được từ các nghiên cứu này cho thấy, dữ liệu viễn thám có thể cung cấp thông tin đầu vào quan trọng, giúp tiết kiệm thời gian và công sức trong công tác điều tra, thăm dò khoáng sản.

Ảnh Sentinel-2 được sử dụng lần đầu trong lĩnh vực địa chất-khoáng sản trong nghiên cứu của Van de Meer và cộng sự (2014). Một số nghiên cứu khác của Mielke và cộng sự (2014), Pour và cộng sự (2018), Lobo và cộng sự (2018), Hu và cộng sự (2018) cũng đã thử nghiệm sử dụng ảnh Sentinel-2 trong phân loại các khu vực chứa khoáng sản. Do độ phân giải không gian cao hơn so với ảnh Landsat và Aster, ảnh Sentinel-2 MSI có tiềm năng trở thành nguồn dữ liệu hiệu quả phục vụ công tác điều tra, thăm dò khoáng sản. Bài báo này trình bày kết quả thử nghiệm đánh giá khả năng ứng dụng dữ liệu ảnh vệ tinh Sentinel-2 MSI trong phát hiện các khu vực có dấu hiệu chứa khoáng sản sét trên địa bàn tỉnh Vĩnh Phúc.

2 So sánh đặc điểm ảnh vệ tinh Sentinel-2 MSI và Landsat

2.1 Ảnh vệ tinh Sentinel-2 MSI

Sentinel-2 bao gồm hai vệ tinh có đặc điểm hoàn toàn giống nhau (Sentinel-2A và Sentinel-2B), cung cấp ảnh ở 13 kênh phổ trong dải sóng nhìn thấy và hồng ngoại. Vệ tinh Sentinel-2A được đưa lên quỹ đạo ngày 23/6/2015, trong khi vệ tinh Sentinel-2B bắt đầu hoạt động từ 07/3/2017, sử dụng bộ cảm biến đa phổ MSI (Multi-spectral Instrument). Ảnh Sentinel-2 MSI có độ phân giải không gian từ 10 - 60 m, chu kỳ cập nhật đối với mỗi vệ tinh là 10 ngày. Do hoạt động song song, việc sử dụng hai vệ tinh Sentinel-2 đã giúp rút ngắn thời gian chụp lặp lại một điểm trên bề mặt trái đất còn 5 ngày. Các kênh ở dải sóng nhìn thấy (kênh 2, 3, 4) và cận hồng ngoại (kênh 8) có độ phân giải không gian lên đến 10 m, cho phép nhận biết và phân loại các đối tượng chi tiết trên bề mặt trái đất.

Bảng 1 – Đặc điểm ảnh vệ tinh Sentinel-2 MSI

Kênh	Bước sóng (μm)	Độ phân giải không gian (m)
1	0,421 - 0,457	60
2	0,439 - 0,535	10
3	0,537 - 0,582	10
4	0,646 - 0,685	10
5	0,694 - 0,714	20
6	0,731 - 0,749	20
7	0,768 - 0,796	20
8	0,767 - 0,908	10
8a	0,848 - 0,881	20
9	0,931 - 0,958	60
10	1,338 - 1,414	60
11	1,539 - 1,681	20
12	2,072 - 2,312	20

2.2 Ảnh vệ tinh Landsat

Vệ tinh Landsat là tên chung cho hệ thống các vệ tinh chuyên dùng vào mục đích thăm dò tài nguyên trái đất. Landsat-1 được phóng thành

công lên quỹ đạo từ năm 1972. Cho đến nay đã có 8 thế hệ vệ tinh Landsat được phóng lên quỹ đạo. Trong số các vệ tinh thuộc chương trình Landsat, vệ tinh Landsat-6 đã dừng hoạt động ngay sau khi phóng.

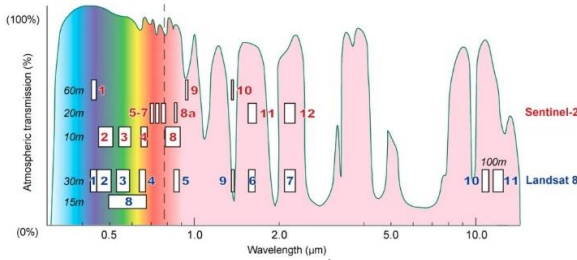
Landsat-8 là thế hệ vệ tinh thứ 8, sử dụng hai bộ cảm biến: Bộ cảm quang học OLI (Operational Land Imager) và bộ cảm hồng ngoại nhiệt TIRS (Thermal InfraRed Sensor). Landsat-8 được phóng lên quỹ đạo vào 11/02/2013. Landsat-8 cung cấp ảnh ở 11 dải phổ, trong đó có 9 kênh đa phổ với độ phân giải không gian 30 m, 1 kênh toàn sắc với độ phân giải 15 m và 2 kênh hồng ngoại nhiệt ở độ phân giải 100 m (bảng 2).

Bảng 2 – Đặc điểm các kênh phổ ảnh Landsat-8

Kênh	Bước sóng (μm)	Độ phân giải không gian (m)
1	0,433 - 0,453	30
2	0,450 - 0,515	30
3	0,525 - 0,600	30
4	0,630 - 0,680	30
5	0,845 - 0,885	30
6	1,560 - 1,660	30
7	2,100 - 2,300	30
8	0,500 - 0,680	15
9	1,360 - 1,390	30
10	10,30 - 11,30	100
11	11,50 - 12,50	100

So sánh đặc điểm các kênh ảnh vệ tinh Sentinel-2 MSI và Landsat-8 được trình bày trên hình 1. Có thể nhận thấy, các kênh đa phổ ảnh Landsat-8 và Sentinel-2 MSI có sự tương đồng cao với nhau, chẳng hạn kênh 5 (cận hồng ngoại) ảnh Landsat-8 (0,845 - 0,885 μm) và kênh 8a ảnh Sentinel-2 MSI (0,848 - 0,881 μm) có bước sóng gần giống nhau. Điều này cũng tương tự như với kênh 6 ảnh Landsat-8 (1,560 - 1,660 μm) và kênh 11 ảnh Sentinel-2 MSI (1,539 - 1,681 μm). Như vậy, hoàn toàn có thể

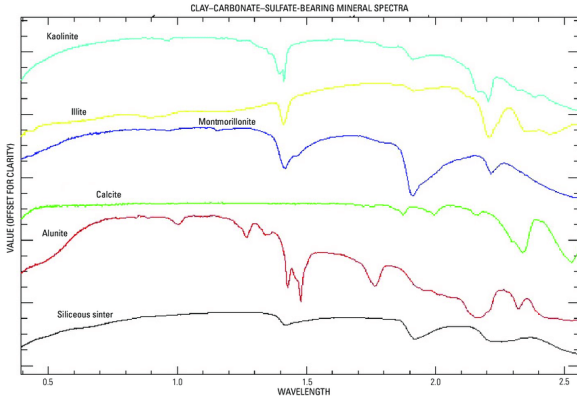
sử dụng ảnh Sentinel-2 MSI trong phát hiện và phân loại các khu vực có dấu hiệu chứa khoáng sản như với các nghiên cứu đã sử dụng ảnh Landsat-8.



Hình 1 – So sánh đặc điểm các kênh ảnh vệ tinh Sentinel-2 và Landsat-8

3 Phương pháp nghiên cứu

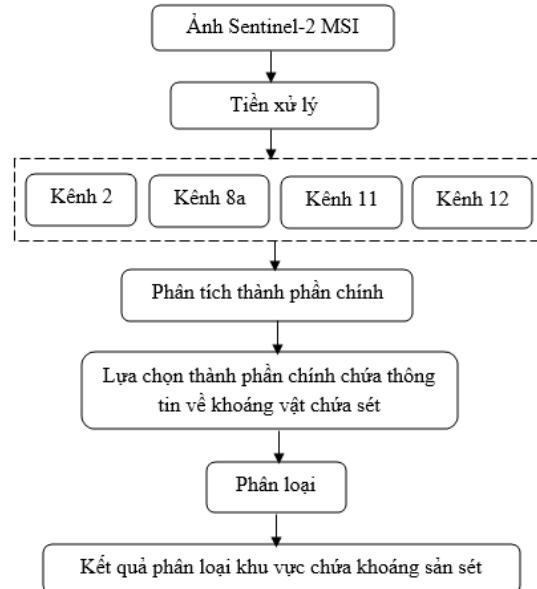
Để lựa chọn các kênh ảnh vệ tinh Sentinel-2 MSI phù hợp trong phát hiện khoáng sản sét, trong nghiên cứu này sử dụng thư viện phổ phản xạ của các khoáng vật chứa sét, được cung cấp bởi Cục Khảo sát Địa chất Hoa Kỳ (USGS).



Hình 2 – Đồ thị phản xạ phổ của một số khoáng vật sét (theo USGS)

Khoáng chất sét bị hấp thụ mạnh nhất ở dải sóng hồng ngoại sóng ngắn (SWIR) và giữa hồng ngoại (MIR) do chứa ion hydroxyl, AL-OH, Mg-OH và silicate. Trong khi đó, ở dải sóng nhìn thấy và cận hồng ngoại, khả năng phản xạ phổ của các khoáng vật chứa sét thường đạt cao hơn (hình 2). Do vậy, để phân loại các khu vực chứa khoáng sản sét, trong nghiên cứu này lựa chọn 4 kênh ảnh vệ tinh Sentinel-2 MSI, bao gồm: Kênh 2 (xanh lam), kênh 8a (cận hồng ngoại) và kênh 11 và 12 (hồng ngoại sóng ngắn).

Phương pháp PCA được áp dụng để tính các thành phần chính, sau đó lựa chọn thành phần chính chứa nhiều thông tin về khoáng vật chứa sét trên cơ sở so sánh giá trị vector riêng. Quy trình phương pháp phân loại các khu vực chứa khoáng sản từ ảnh vệ tinh Sentinel-2 MSI được trình bày trong hình 3.



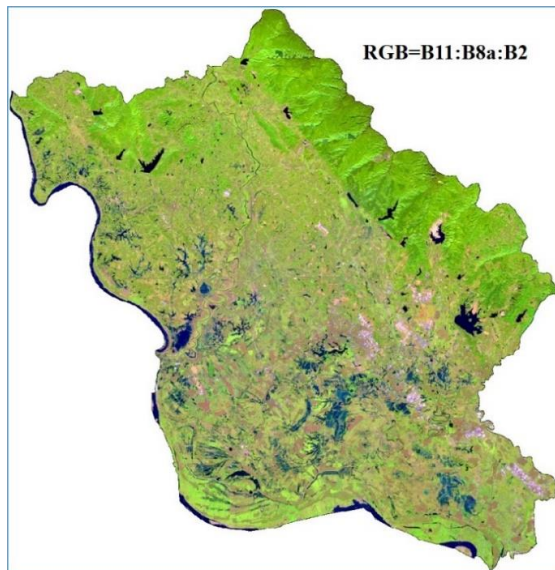
Hình 3 – Sơ đồ quy trình phân loại khu vực chứa khoáng sản sét từ ảnh vệ tinh Sentinel-2 MSI

4 Kết quả và thảo luận

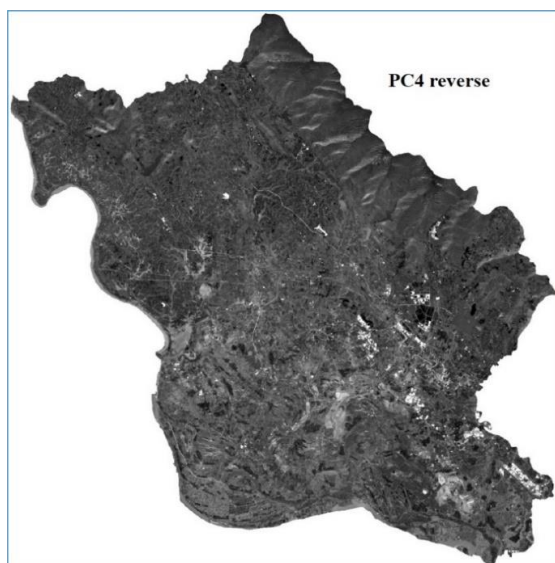
Dữ liệu viễn thám sử dụng trong nghiên cứu này là ảnh vệ tinh Sentinel-2B MSI chụp ngày 05/12/2019 khu vực tỉnh Vĩnh Phúc (hình 4). Ảnh được cung cấp ở mức độ xử lý L2A, trong đó giá trị số nguyên của ảnh đã được chuyển đổi về giá trị phản xạ phổ bề mặt. Sau khi thu thập, ảnh được tiền xử lý để đưa về hệ tọa độ địa phương, sau đó cắt theo khu vực nghiên cứu. Quá trình xử lý ảnh được thực hiện trên phần mềm ERDAS Imagine 2014.

Kết quả phân tích các thành phần chính đối với ảnh Sentinel-2B khu vực nghiên cứu cho thấy rằng, phần lớn thông tin tập trung ở 3 thành phần chính đầu tiên (PC1, PC2, PC3) với hơn 99% lượng thông tin trên toàn ảnh. Mặc dù vậy, thành phần chính thứ 4 (PC4) lại chứa thông tin

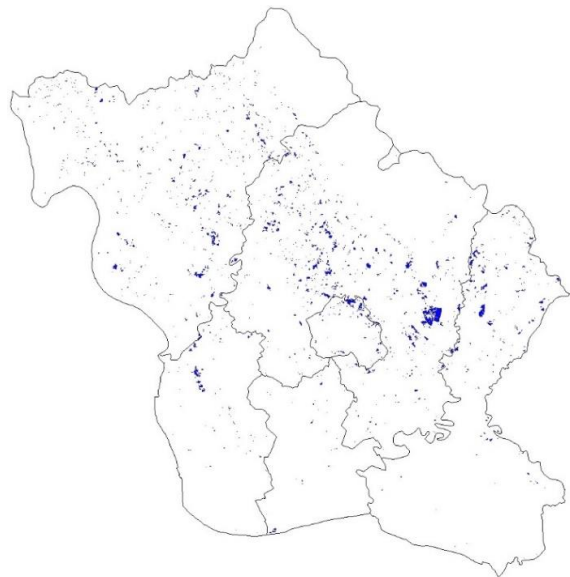
về khoáng vật chứa sét do sự khác biệt lớn về giá trị vector riêng ở các kênh hấp thụ và phản xạ. Trên thành phần chính này, sét có màu tối do giá trị âm của vector riêng tại kênh đỏ (kênh phản xạ). Để làm nổi bật các khu vực chứa quặng sét trên PC4, thành phần chính này được đảo ngược giá trị độ xám (reverse). Kết quả đảo ngược giá trị độ xám đối với PC4 được trình bày trên hình 5, trong đó các điểm ảnh màu trắng đại diện cho các khu vực chứa khoáng sản sét.



Hình 4 – Ảnh Sentinel-2B ngày 5/12/2019 khu vực tỉnh Vĩnh Phúc



Hình 5 – Khoáng sản sét (màu trắng) trên ảnh PC4



Hình 6 – Kết quả phân loại các khu vực chứa khoáng sản sét (màu đen) từ ảnh Sentinel-2B

Phương pháp phân ngưỡng (Threshold) được sử dụng để phân loại các khu vực chứa khoáng sản sét. Các điểm ảnh có giá trị lớn hơn ngưỡng thể hiện khu vực chứa quặng sét, trong khi các điểm ảnh có giá trị nhỏ hơn ngưỡng thể hiện các khu vực không có khoáng sản sét. Kết quả phân loại các khu vực chứa khoáng sản sét thuộc địa bàn tỉnh Vĩnh Phúc từ ảnh vệ tinh Sentinel-2B được thể hiện trên hình 6.

5 Kết luận

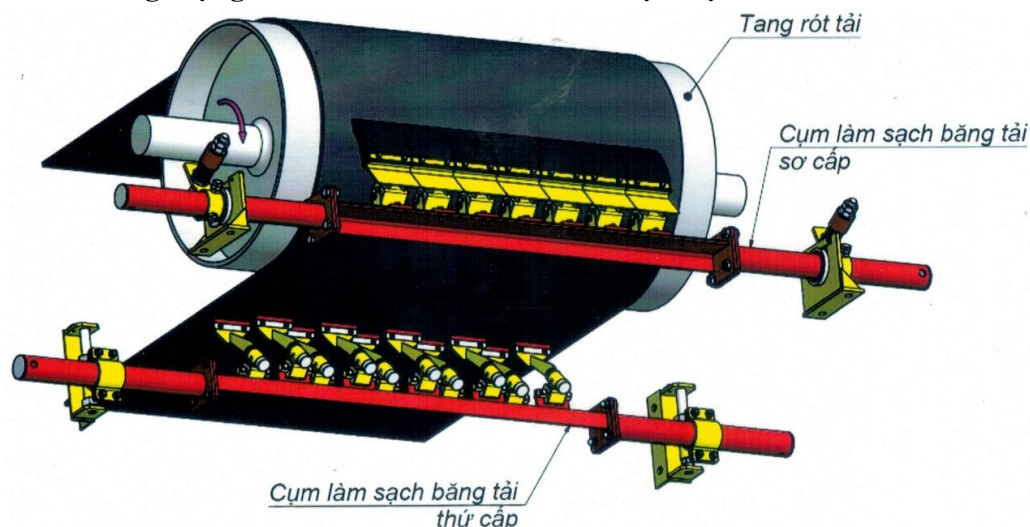
Từ kết quả nhận được trong nghiên cứu cho thấy, ảnh vệ tinh Sentinel-2 MSI có sự tương đồng rất lớn về kênh phổ, dải sóng so với ảnh Landsat. Với việc ảnh vệ tinh Landsat đã được sử dụng rộng rãi và chứng minh tính hiệu quả trong phát hiện các khu vực có dấu hiệu chứa khoáng sản, việc sử dụng ảnh vệ tinh Sentinel-2 MSI là hoàn toàn phù hợp. Với độ phân giải không gian tốt hơn, chu kỳ chụp lặp lại ngắn (5 ngày so với 16 ngày ở ảnh Landsat-8), ảnh vệ tinh Sentinel-2 MSI là một nguồn dữ liệu quý giá, cung cấp thông tin đầu vào có giá trị phục vụ công tác điều tra, thăm dò các mỏ khoáng sản, giúp tiết kiệm thời gian và chi phí so với các phương pháp nghiên cứu truyền thống.

TÀI LIỆU THAM KHẢO

1. **Trịnh Lê Hùng.** Ứng dụng viễn thám trong phát hiện các hợp phần chứa sắt và khoáng vật sét trên cơ sở kỹ thuật Crosta. *Tạp chí Công nghiệp Mỏ, số 01.* 2014. Tr. 36-40.
2. **Trịnh Lê Hùng, Vương Trọng Kha.** Xác định dấu hiệu chứa quặng sắt từ dữ liệu ảnh vệ tinh Sentinel-2A MSI. *Tạp chí Công nghiệp Mỏ, số 2.* 2020. Tr. 86-90.
3. **Clark R.N., Swayze G.A., Wise R., Livo K.E., Hoefen T.M., Kokaly R.F., Sutley S.J.** USGS Digital Spectral library. *USGS Open file Rep.* 1989.
4. **Hu B., Xu Y., Wan B., Wu X., Yi G.** Hydrothermally Altered Mineral Mapping Using Synthetic Application of Sentinel-2A MSI, Aster and Hyperion Data in the Duolong Area, Tibetan Plateau, China. *Ore Geology Reviews, 101.* 2018. PP. 384-397.
5. **Kaufman H.** Mineral Exploration along the Agaba-Levant Structure by Use of TM-data Concepts. Processing and Results. *International Journal of Remote Sensing, 9.* 1988. PP. 1630-1658.
6. **Lobo F., Souza-Filho P., Novo E., Carlos F., Barbosa C.** Mapping Mining Areas in the Brazilian Amazon Using MSI/Sentinel-2 Imagery. *Remote Sensing, 10, 1178.* 2018. PP. 15.
7. **Loughlin W.P.** Principal Component Analysis for Alteration Mapping. *Photogrammetric Engineering and Remote Sensing, 57(g).* 1991. PP. 1163-1169
8. **Mahboob M., Genc B., Celik T., Ali S. Atif I.** Mapping Hydrothermal Minerals Using Remotely Sensed Reflectance Spectroscopy Data from Landsat. *Journal of the Southern African Institute of Mining and Metallurgy, vol. 119(3).* 2019. PP. 279-289.
9. **Mielke C., Bosche N., Rogass C., Segl K., Cauert C., Kaufmann H.** Potential Applications of the Sentinel-2 Multispectral Sensor and the Enmap Hyperspectral Sensor in Mineral Exploration, *EARSeL e Proceedings 13.* 2014. PP. 93-102.
10. **Pour A.B., Park T., Park Y., Hong J., Zoheir B., Pradhan B., Ayoobi I., Hashim M.** Application of Multi-Sensor Satellite Data for Exploration of Zn-Pb Sulfide Mineralization in the Franklinian Basin, North Greenland, *Remote Sensing, 10(8), 1186.* 2018.
11. **Van der Meer F.D., van der Werff H.M.A., van Ruitenbeek F.J.A.** Potential of ESA's Sentinel-2 for Geological Applications. *Remote Sensing of Environment, 148.* 2014. PP. 124-133.

BỘ LÀM SẠCH BĂNG TẢI (LOẠI A)

Bộ làm sạch băng tải dùng cho các loại băng tải sử dụng dây băng cao su trong các ngành công nghiệp khai khoáng, xây dựng, luyện kim, phân bón, cao su... vận tải các loại vật liệu khô và dính ướt. Đây là sản phẩm của các đề tài nghiên cứu KH&CN các cấp do Viện Cơ khí Năng lượng và Mỏ - Vinacomin chủ trì thực hiện.



Các thông số kỹ thuật chính của Bộ làm sạch băng tải

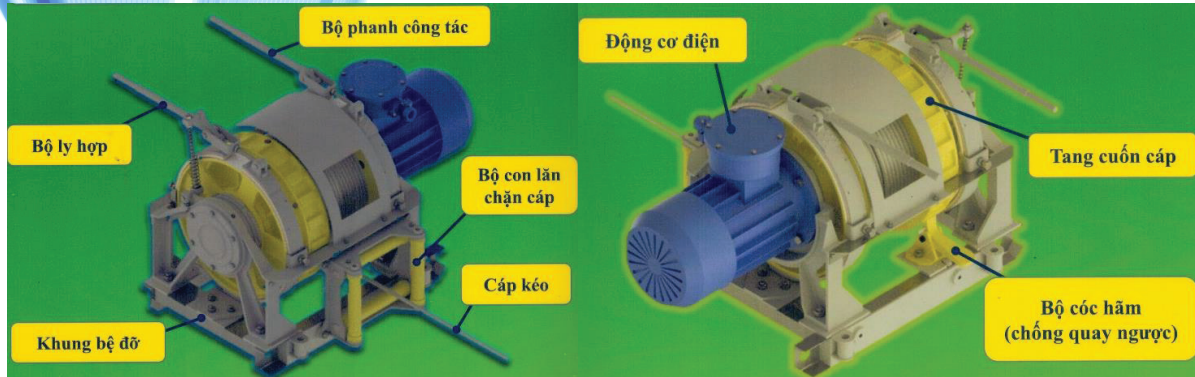
TT	Chiều rộng băng tải (mm)	CỤM SƠ CẤP			CỤM THỨ CẤP		
		Ký hiệu	Chiều dài phần gạt (mm)	Kích thước bao D x R x C (mm)	Ký hiệu	Chiều dài phần gạt (mm)	Kích thước bao D x R x C (mm)
1	500	SC-A-500	360	1.600x310x277	TC-A-500	370	1.600x206x277
2	650	SC-A-650	600	1.750x310x277	TC-A-650	550	1.750x206x277
3	800	SC-A-800	800	1.900x310x277	TC-A-800	730	1.900x206x277
4	1.000	SC-A-1000	1.000	2.100x310x277	TC-A-1000	910	2.100x206x277
5	1.200	SC-A-1200	1.200	2.300x310x277	TC-A-1200	1.090	2.300x206x277
6	1.400	SC-A-1400	1.400	2.500x310x277	TC-A-1400	1.270	2.500x206x277
7	1.600	SC-A-1600	1.600	2.700x310x277	TC-A-1600	1.540	2.700x206x277
8	1.800	SC-A-1800	1.800	2.900x310x277	TC-A-1800	1.720	2.900x206x277
9	2.000	SC-A-2000	2.000	3.100x310x277	TC-A-2000	1.900	3.100x206x277

Đặc điểm:

- Loại bỏ trên 96% vật liệu, bùn nước bám dính vào bề mặt băng tải sau khi rót tải, đảm bảo lực ma sát dẫn động, giảm thiểu sự mài mòn bề mặt tang dẫn động;
- Ngăn ngừa sự kẹt, hỏng con lăn và các tang băng trên nhánh không tải của băng, giảm chi phí bảo trì hệ thống;
- Giảm chi phí xúc dọn vệ sinh, tiết giảm đáng kể lao động cho công tác xúc dọn;
- Bảo vệ môi trường vệ sinh công nghiệp, sức khỏe người lao động;
- Giảm thất thoát tài nguyên trong quá trình vận tải bằng băng tải.

TỜI KÉO TSM PHÒNG NỔ DÙNG TRONG MỎ HẦM LÒ

Tời kéo TSM phòng nổ trong mỏ hầm lò được sử dụng để kéo, dồn dịch toa xe tại sân ga mỏ; kéo, vận chuyển giá thủy lực, các thiết bị nặng trong lò chợ; ma-nơ goòng trên lò bằng; kéo, vận chuyển vật tư, thiết bị bằng hệ thống vận tải thuyền trượt trên lò nghiêng, lò bằng. Đây là sản phẩm của các đề tài nghiên cứu KH&CN các cấp do Viện Cơ khí Năng lượng và Mỏ - Vinacomin chủ trì thực hiện.



Các thông số kỹ thuật chính của tời

TT	Thông số kỹ thuật	Mã tời			
		TSM-1.1	TSM-1.2	TSM-1.3	TSM-1.4
1	Lực kéo (kN)	17	12	17	12
2	Vận tốc cáp trung bình (m/s)	0,25	0,35	0,50	0,70
3	Dung tích cáp trong tang (m)	200	300	200	300
4	Đường kính cáp (mm)	15,5	12,5	15,5	12,5
5	Kích thước bao D x R x C (m)	1.280 x 890 x 890			
6	Khối lượng tời (kg)	680			
7	Công suất động cơ (kW)	5,5		13,0	
8	Tần số vòng quay (v/ph)	750		1.500	

Đặc điểm:

- Có kích thước nhỏ gọn, nhưng tạo ra lực kéo lớn (tới 17.000 N) và tốc độ thấp (0,25 - 0,7 m/s), là ưu điểm vượt trội mà các loại tời có kết cấu tương tự hiện đang sử dụng tại các mỏ hầm lò của Việt Nam chưa có được, đảm bảo vận chuyển vật tư, thiết bị trong các đường lò rất an toàn và hiệu quả;

- Có ly hợp ma sát chống quá tải, làm tăng mức độ an toàn khi sử dụng kéo, vận chuyển thiết bị trong lò chợ: Khi kéo thiết bị di chuyển trong lò chợ, nếu bị vướng, kẹt vào hệ thống chống giữ hoặc các thiết bị khác thì hệ thống chống quá tải sẽ loại trừ được các sự cố do công tác vận chuyển gây ra;

- Bộ con lăn chặn cáp giúp đường cáp kéo ổn định, tăng tuổi thọ cáp và tang cuốn cáp;

- Có bộ cóc hãm chống trôi ngược chiều kéo của tời.

Tời kéo TSM tránh được các lỗi kỹ thuật của các loại tời có kết cấu tương tự đang sử dụng tại các mỏ hầm lò của Việt Nam, giúp nó hoạt động ổn định và tăng tuổi thọ làm việc liên tục.