

BẢN TIN KHOA HỌC



SỐ 20 - THÁNG 4/2020

CƠ KHÍ

ISSN: 2354 - 1164

NĂNG LƯỢNG - MỎ

MECHANICAL ENGINEERING BULLETIN FOR MINING AND ENERGY INDUSTRIES

VIỆN CƠ KHÍ NĂNG LƯỢNG VÀ MỎ - VINACOMIN

*Chào mừng 65 năm ngày Giải phóng Vùng mỏ
(25/4/1955 - 25/4/2020)*



Kính biểu!



CƠ KHÍ

ISSN: 2354 - 1164

NĂNG LƯỢNG - MỎ

MECHANICAL ENGINEERING BULLETIN FOR MINING AND ENERGY INDUSTRIES

VIỆN CƠ KHÍ NĂNG LƯỢNG VÀ MỎ - VINACOMIN

*Chào mừng 65 năm ngày Giải phóng Vùng mỏ
(25/4/1955 - 25/4/2020)*



Kính biểu!

CHỊU TRÁCH NHIỆM NỘI DUNG

Trưởng Ban biên tập:

ThS. Lê Thái Hà

BAN BIÊN TẬP:

TS. Đỗ Trung Hiếu – Phó Trưởng ban
ThS. Hứa Ngọc Sơn – Phó Trưởng ban
TS. Lê Thùy Dương – Ủy viên Thường trực
ThS. Nguyễn Chân Phương – Thư ký
TS. Phùng Khắc Sỹ – Ủy viên
TS. Nguyễn Trọng Tài – Ủy viên
TS. Trần Ngọc Minh – Ủy viên
TS. Trịnh Tiến Khỏe – Ủy viên
ThS. Trần Đức Thọ – Ủy viên
ThS. Nguyễn Thu Hiền – Ủy viên
ThS. Lê Thanh Bình – Ủy viên

TÒA SOẠN:

Địa chỉ: Số 565 Nguyễn Trãi, P. Thanh
Xuân Nam, Q. Thanh Xuân, Hà Nội
ĐT: (024) 3552 5553
Fax: (024) 3854 3154
Email: bantiniemm@gmail.com
Giấy phép xuất bản số 23/GP-XBBT
ngày 15/4/2015 của Cục Báo chí

MỤC LỤC

Số 20 - Tháng 4/2020

TIN TỨC

- 1 - Quý I/2020: TKV thực hiện thành công mục tiêu kép
- 4 - Ứng dụng công nghệ hiện đại trong khai thác than

ĐIỆN - TỰ ĐỘNG HÓA

- 8 - Nghiên cứu điều khiển chỉnh lưu tích cực kết hợp điều khiển trực tiếp mô men động cơ ở biên tần 4Q

CƠ KHÍ

- 15 - Phân tích tốc độ cắt, mức độ tiêu hao răng cắt khi sử dụng máy đào từng phần gương trong công trình ngầm và mỏ
- 19 - Giải pháp nâng cao độ an toàn cho vận tải chở người bằng toa xe XRB sử dụng tời kéo JK
- 23 - Nghiên cứu độ bền và tuổi thọ của các kết cấu kim loại của máy xúc sau khi hết thời gian sử dụng định mức
- 27 - Nghiên cứu cơ chế xâm nhập của búa thủy lực trong quá trình phá hủy đất đá

CÔNG NGHỆ

- 31 - Phương pháp tính dịch chuyển của khối đất đá xung quanh đường lò có tính đến sự bờ rời của đất đá
- 35 - Ứng dụng thiết bị bay không người lái VTOL thành lập bản đồ địa hình tỷ lệ lớn công tác khảo sát mỏ

CÔNG NGHỆ VẬT LIỆU

- 38 - Quan điểm mới về cơ chế hóa bền của thép mangan cao

SẢN PHẨM KH&CN

- 41 - Nghiên cứu thiết kế, chế tạo, lắp đặt hệ thống thử nghiệm, xây dựng quy trình và áp dụng thử nghiệm an toàn điện, từ trường cho các thiết bị điện công nghiệp và dân dụng

LỊCH SỬ - VĂN HÓA

- 47 - Giải phóng vùng mỏ - ký ức sống mãi

QUÝ I/2020: TKV THỰC HIỆN THÀNH CÔNG MỤC TIÊU KÉP

Chiều ngày 16/4, Bí thư Đảng ủy - Chủ tịch HĐQT Lê Minh Chuẩn và Tổng Giám đốc Tập đoàn Đặng Thanh Hải đồng chủ trì Hội nghị sơ kết SXKD của TKV quý I và triển khai nhiệm vụ quý II/2020 được tổ chức trực tuyến tại 60 điểm cầu và 3 phòng họp ở trụ sở Tập đoàn và Trung tâm điều hành sản xuất than tại Quảng Ninh qua hệ thống phần mềm MS.Teams.



Nhấn mạnh trong báo cáo đánh giá tình hình thực hiện sản xuất kinh doanh quý I và triển khai nhiệm vụ quý II/2020 của TKV, Phó Tổng Giám đốc Tập đoàn Nguyễn Hoàng Trung cho biết, 3 tháng đầu năm 2020, cán bộ công nhân viên và người lao động toàn Tập đoàn đã thực hiện tốt công tác phòng chống dịch bệnh Covid - 19; hoàn thành tốt nhiệm vụ được giao; đã tổ chức thành công đại hội Đảng cấp cơ sở một số đơn vị theo kế hoạch.

Cụ thể, bước đầu TKV đã thực hiện thành công chỉ đạo của Thủ tướng Chính

Phủ là vừa chống dịch đi đôi với phát triển kinh tế. Đến thời điểm hiện nay, Tập đoàn chưa phát hiện cán bộ công nhân viên và người lao động nào mắc Covid - 19; sản xuất, việc làm và thu nhập của người lao động vẫn được giữ ổn định. Tính chung hết quý I, các chỉ tiêu chính của Tập đoàn hoàn thành từ 22 - 25% kế hoạch năm. Toàn Tập đoàn đã chi khoảng 16 tỷ đồng để phòng chống dịch và hỗ trợ 15 tỷ đồng cho Bộ Y tế và các địa phương chống dịch. Cùng với đó, công tác pha trộn than cung cấp cho các nhà máy nhiệt điện được

TKV thực hiện tương đối tốt ở cả đầu nguồn, cuối nguồn; trong quý I đã pha trộn được 6,25 triệu tấn than pha trộn nhập khẩu cho các nhà máy nhiệt điện, đạt 25% kế hoạch năm, tăng 1,1 triệu tấn so với cùng kỳ. Các sản phẩm khoáng sản, hoá chất đạt và vượt kế hoạch giao. Đồng thời, Tập đoàn cũng quyết liệt triển khai thực hiện Đề án tái cơ cấu TKV giai đoạn 2017 - 2020.

Trong quý II/2020, dự báo tình hình dịch Covid - 19 ngày càng diễn biến phức tạp, khó lường, tác động lớn đến sự phát triển kinh tế - xã hội nói chung. Với TKV, sẽ tác động trực tiếp đến thị trường tiêu thụ than, khoáng sản; giá một số sản phẩm khoáng sản giảm mạnh; một số loại vật tư nhập khẩu để phục vụ sản xuất, đặc biệt vật tư cho sản xuất than hầm lò bị ảnh hưởng... Do đó, trong quý II, TKV triển khai các hoạt động sản xuất kinh doanh bám sát vào phương châm xuyên suốt “Vừa phòng chống dịch - vừa đảm bảo sản xuất kinh doanh”.

Các ý kiến phát biểu tại Hội nghị của các Công ty Nhôm Lâm Đồng, Nhôm Đắk Nông, Than Khe Chàm, Than Mạo Khê, Tổng công ty Khoáng sản... chủ yếu tập trung nêu bật kết quả sản xuất kinh doanh của đơn vị trong quý I/2020, tinh thần chủ động, quyết liệt phòng chống dịch Covid - 19 và những khó khăn, vướng mắc cần Tập đoàn tháo gỡ.

Phát biểu chỉ đạo tại Hội nghị, Bí thư Đảng uỷ - Chủ tịch HĐQT Lê Minh Chuẩn ghi nhận và biểu dương những nỗ lực từ ban lãnh đạo điều hành Tập đoàn đến các đơn vị; sự vào cuộc của cả hệ thống chính trị, phát huy truyền thống “Kỷ

luật và Đồng tâm” của thợ mỏ, nhờ vậy trong quý I/2020, TKV đã thực hiện thành công “mục tiêu kép” là vừa phòng chống dịch tốt - vừa đảm bảo sản xuất kinh doanh tốt. Trong quý II, tình hình dịch bệnh tiếp tục có những diễn biến khó lường, do đó đồng chí Lê Minh Chuẩn chỉ đạo các giải pháp trọng tâm TKV cần tập trung triển khai. Đó là, phải tiếp tục song hành hai nhiệm vụ: “phòng chống dịch triệt để và khôi phục sản xuất”, không coi nhẹ nhiệm vụ nào, không chủ quan trong phòng chống dịch cũng như tận dụng mọi thời cơ thuận lợi để đưa SXKD trở lại, đảm bảo các chỉ tiêu theo kế hoạch. Theo đó, cán bộ công nhân viên và người lao động toàn Tập đoàn cần tiếp tục thực hiện nghiêm túc Chỉ thị 16 của Thủ tướng Chính Phủ về các biện pháp cấp bách phòng chống dịch Covid - 19, nhất là ở các địa phương nơi có các đơn vị của TKV đứng chân thuộc nhóm có nguy cơ cao; kiên quyết không để cán bộ công nhân viên và người lao động nào nhiễm bệnh. Đồng thời cần có các phương án sản xuất từng phần và toàn phần khi dịch bệnh được kiểm soát tốt hơn để nhanh chóng bắt nhịp sản xuất. Chuyên môn và tổ chức Công đoàn cần vào cuộc tích cực, nắm bắt sát tư tưởng cán bộ công nhân viên và người lao động toàn Tập đoàn từ đó có những quan tâm thiết thực, nhất là đối với các đơn vị, gia đình thợ mỏ chịu ảnh hưởng nặng nề của dịch Covid -19. Tăng cường công tác quản trị doanh nghiệp, đặc biệt là tiết giảm chi phí trong bối cảnh dịch bệnh đang có những tác động lớn đến hiệu quả SXKD của TKV...

Tổng Giám đốc Tập đoàn Đặng Thanh Hải phát biểu tại Hội nghị nhấn mạnh sự cố gắng với tinh thần quyết tâm cao của các đơn vị đã cùng chung sức, đồng lòng để TKV chống dịch hiệu quả và đảm bảo SXKD với các chỉ tiêu quý I cơ bản hoàn thành theo kế hoạch, nhiều chỉ tiêu vượt so với cùng kỳ. Bám sát những chỉ đạo của Đảng uỷ, HĐQT, trong quý II/2020, Tổng Giám đốc đề nghị, toàn Tập đoàn sẽ thực hiện “3 tốt”: “Phòng chống dịch tốt - Sản xuất kinh doanh đạt kết quả tốt - Tổ chức tốt Đại hội của Đảng bộ Tập đoàn và Đảng bộ Than Quảng Ninh”. Theo đó, Tập đoàn sẽ bám sát và nhìn nhận, phân tích kỹ mức độ tác động của dịch Covid -19 ở từng thời điểm để có những chỉ đạo, giải pháp ứng phó phù hợp với tình hình và diễn biến của dịch. Sản lượng tiêu thụ than ở mức cao

nhất; sản xuất tăng tối đa sản lượng bóc đất đá, than nguyên khai, các sản phẩm khoáng sản, hoá chất, điện thương phẩm để ổn định việc làm trong thời điểm giá dầu, giá điện và chi phí vốn đang ở mức thấp. Phần đầu 6 tháng đầu năm 2020 hoàn thành 50% kế hoạch năm về mặt sản lượng. Tiếp tục hỗ trợ các địa phương nơi có các đơn vị của TKV đứng chân trong công tác phòng chống dịch. Công đoàn và Đoàn thanh niên cần có các hoạt động, chương trình thiết thực; tích cực hưởng ứng cuộc vận động hiến máu tình nguyện; lên kế hoạch và có những chuẩn bị để tiếp tục tổ chức Đại hội đảng các cấp của hai Đảng bộ khi tình hình dịch Covid - 19 được kiểm soát tốt hơn...

Nguồn: **vinacomin.vn**

ỨNG DỤNG CÔNG NGHỆ HIỆN ĐẠI TRONG KHAI THÁC THAN

Những năm qua, Tập đoàn Công nghiệp Than - Khoáng sản Việt Nam đã đẩy mạnh đầu tư, ứng dụng khoa học - công nghệ hiện đại vào sản xuất than, coi đây là chiến lược phát triển bền vững để tăng năng suất, sản lượng khai thác và nhất là tiết kiệm tài nguyên khoáng sản cho đất nước. Tại các mỏ hầm lò, TKV áp dụng hệ thống cơ giới hóa, tự động hóa đồng bộ trong khai thác than, cải thiện điều kiện làm việc cho thợ lò, hạn chế tác động đến môi trường, hướng tới mục tiêu xây dựng thành công mô hình Mỏ xanh, sạch, hiện đại, ít người.



Công tác kiểm tra các thông số tại Trạm quạt gió chính VO-22 khu Lộ Trí, Công ty than Thống Nhất

Những giải pháp đột phá

Công ty Cổ phần Than Hà Lâm-Vinacomin là một trong những đơn vị tiên phong trong đầu tư công nghệ hiện đại, cơ giới hóa vào khai thác than hầm lò của ngành than. Đến nay, công ty đã đầu tư, đưa vào sử dụng hai lò chợ cơ giới hóa đồng bộ có cơ cấu hạ trần thu hồi than nóc, gồm một lò chợ công suất 600.000 tấn/năm, một lò chợ công suất 1,2 triệu tấn/năm. Qua đó, sản lượng khai

thác than của công ty đã tăng từ ba đến năm lần so với lò chợ giá thủy lực liên kết xích trước kia. Đây cũng là hai lò chợ được đầu tư hiện đại, đồng bộ nhất và có công suất lớn nhất trong toàn tập đoàn đến thời điểm này. Bên cạnh áp dụng cơ giới hóa đồng bộ, công ty chú trọng đến nghiên cứu, ứng dụng tin học hóa, tự động hóa trong hoạt động sản xuất. Công ty đã đưa vào vận hành Trung tâm Điều hành sản xuất tập trung, tích hợp thông tin trong và

ngoài lò qua hệ thống cáp quang lên 24 màn hình lớn, phục vụ dự án khai thác hầm lò phần dưới mức âm 50 m. Giám đốc Công ty Cổ phần Than Hà Lâm-Vinacomin Trần Mạnh Cường cho biết: “Thực hiện chiến lược của tập đoàn, xây dựng thành công mô hình mỏ xanh, sạch, hiện đại, ít người”, từ năm 2014 đến nay, công ty đã áp dụng công nghệ mới và cơ giới hóa trong khai thác than hầm lò. Tiêu biểu như việc đầu tư hai lò chợ cơ giới hóa, áp dụng máy đào lò com-bai, máy xúc, chống lò bằng vì neo..., qua đó, tăng năng suất lao động, đẩy nhanh tiến độ thi công. Năm 2019, sản lượng than nguyên khai của công ty đạt gần 3,3 triệu tấn, doanh thu từ than đạt hơn 3.000 tỷ đồng, thu nhập bình quân người lao động hơn 14 triệu đồng/tháng.

Nếu xếp hạng các đơn vị khai thác than hầm lò thuộc TKV, Mạo Khê lại được coi là mỏ có điều kiện khó khăn bậc nhất: Hàm lượng khí mê-tan ở mức siêu hạng (căn cứ theo độ xuất khí mê-tan tương đối), điều kiện địa chất phức tạp, luôn tiềm ẩn nguy cơ mất an toàn như bụi nước, nổ khí... Đặc thù vỉa than của Mạo Khê mỏng, dốc, áp lực lớn, phay phá nhiều, chi phí sản xuất cho một tấn than lớn, thời gian gần đây, mỏ bắt đầu xảy ra tình trạng cháy nội sinh... Do vậy, từ lâu Công ty Than Mạo Khê- TKV đã mạnh dạn đổi mới, áp dụng công nghệ tiên tiến, hiện đại vào sản xuất, đẩy mạnh cơ giới hóa, tự động hóa trong đào lò, khai thác, vận tải, nhằm tăng năng suất, giảm giá thành, cải thiện điều kiện làm việc của công nhân. Ngay từ năm 2007, công ty đã chủ động đầu tư thử nghiệm một lò chợ cơ

giới hóa toàn bộ bằng tổ hợp giàn chống 2ANSH. Thời điểm đó, đây là công nghệ khai thác tiên tiến, áp dụng khẩu toàn bộ chiều dày của vỉa theo hướng vỉa dốc, cần ít lao động, công suất lò chợ cao, an toàn trong quá trình sản xuất.

Ngoài ra, Mạo Khê áp dụng rộng rãi các vì chống cơ khí hóa như giá khung ZHF, giá thủy lực XDY và loại bỏ toàn bộ các cột chống gỗ, cột chống thủy lực đơn trong lò chợ để bảo đảm an toàn. Mục tiêu của công ty là khi dự án khai thác dưới mức âm 150 m đi vào hoạt động, sẽ đầu tư từ hai đến ba lò chợ cơ giới hóa đồng bộ, và một đến hai lò chợ khai thác bằng tổ hợp giàn chống 2ANSH nhằm nâng cao sản lượng, năng suất khai thác than. Công ty cũng triển khai hệ thống tự động hóa tuyến băng tải vận chuyển chính, tuyến băng tải vận chuyển trong hầm lò hiện đại nhất hiện nay của ngành than, kết nối với trung tâm điều khiển trên mặt đất qua các ca-mê-ra giám sát, giúp giảm nhiều chi phí nhân công. Đây là giải pháp mang tính đột phá, lần đầu được áp dụng trong các đơn vị sản xuất than hầm lò của TKV. Phó Giám đốc Công ty Than Mạo Khê- TKV Ưông Hồng Hải cho biết: Do đặc thù là mỏ siêu hạng về khí nổ, công ty đã lắp đặt vận hành hệ thống quan trắc giám sát tập trung hiện đại nhằm giám sát và quản lý khí mỏ trong cả 24 giờ, phục vụ sản xuất hầm lò an toàn. Trong quá trình làm việc, tại bất kỳ gương lò nào khi hàm lượng khí mê-tan vượt mức cho phép, hệ thống sẽ tự động cắt điện các thiết bị và gửi cảnh báo đến trung tâm điều hành sản xuất để có giải pháp xử lý tuyệt đối an toàn.

Cải thiện điều kiện làm việc, nâng cao thu nhập

Hiện nay, TKV đã chủ động ứng dụng tự động hóa, tin học hóa vào quá trình sản xuất, kinh doanh và quản lý điều hành. Từ tập đoàn đến các đơn vị thành viên đều đầu tư mạng hạ tầng truyền thông số tốc độ cao, kết hợp xây dựng các trung tâm điều khiển - giám sát tập trung hiện đại có khả năng bao quát toàn mỏ. Đồng thời, tiếp tục triển khai các phần mềm ứng dụng phục vụ điều hành sản xuất như phần mềm hóa đơn điện tử; quản lý, dự báo an toàn, sức khỏe cho thợ mỏ; hệ thống giám sát lưu chuyển than... Không chỉ tại trụ sở chính của TKV, các đơn vị thành viên cũng mạnh dạn đầu tư tin học hóa, tự động hóa vào các công đoạn sản xuất, kinh doanh. Những quyết định đầu tư này bên cạnh việc tiết giảm nhân công lao động trực tiếp, tăng năng suất lao động còn giúp gia tăng mức độ an toàn, tối ưu hóa quá trình hoạt động của thiết bị sản xuất.

Công ty Than Thống Nhất- TKV là đơn vị khai thác than hầm lò có sản lượng khoảng 2 triệu tấn/năm. Do khai thác ngày càng xuống sâu, áp lực mỏ lớn, đá vách lở ròi, vỉa dày cho nên từ năm 2007, công ty đã áp dụng công nghệ giá chống thủy lực ZH 1800/2500 và ZH 1600/2400 có thu hồi than nóc. Quá trình thực hiện đã mang lại hiệu quả trong sản xuất do công nghệ phù hợp điều kiện địa chất vỉa dày từ 5 đến 8 m, cho năng suất cao và an toàn. Có những thời điểm lò chợ áp dụng công nghệ này đạt công suất 250.000 tấn/năm. Năm 2019, Công ty Than Thống Nhất đã đầu tư và đưa vào hoạt động công trình “Trạm quạt gió chính VO-22 khu Lộ Trĩ”

do Hãng Ventprom (Nga) thiết kế và chế tạo, gồm hai quạt, công suất thiết kế mỗi quạt 800 kW, tốc độ vòng quay 1.000 vòng/phút; lưu lượng gió 40 đến 200 m³/giây. Hệ thống được điều khiển qua tủ phân đoạn vào hai tủ biến tần, kết nối với phòng điều khiển giám sát tập trung để quản lý, vận hành. Đầu năm 2020, công ty tiếp tục đầu tư “Hệ thống giám sát và điều khiển tập trung” trị giá 35 tỷ đồng. Hệ thống có nhiệm vụ giám sát và điều khiển bằng tải tự động trong và ngoài hầm lò, điều khiển trạm điện, trạm khí nén, trạm quạt... Qua đó, đã giám sát, điều khiển các thiết bị, phát hiện và xử lý kịp thời sự cố, không để gây ách tắc trong sản xuất và giảm hơn 100 lao động vận hành thiết bị so với trước đây. Việc ứng dụng tự động hóa vào sản xuất là bước ngoặt có ý nghĩa quan trọng thực hiện mục tiêu nâng cao năng suất lao động, cải thiện điều kiện làm việc, bảo đảm sức khỏe và tăng thu nhập cho người lao động trong hầm lò. Không chỉ dừng lại ở việc cơ giới hóa, tự động hóa trong sản xuất, hằng năm, TKV đã dành nguồn kinh phí gần 1.000 tỷ đồng cho công tác bảo vệ môi trường. Thời gian qua, TKV đã trồng cây phủ xanh hơn 1.000 ha bãi thải, lắp đặt 38 hệ thống quan trắc môi trường tự động theo dõi lượng bụi, khí phát thải; đầu tư xây dựng và vận hành 45 trạm xử lý nước thải mỏ, công suất hơn 120 triệu m³/năm, bảo đảm toàn bộ nước thải hầm lò được xử lý theo tiêu chuẩn môi trường. Cùng với sự tăng trưởng về hiệu quả sản xuất, kinh doanh, đời sống người lao động trong ngành than cũng không ngừng được cải thiện và nâng cao. Tiền lương bình quân

hàng tháng của người lao động toàn tập đoàn hiện đạt gần 12 triệu đồng/người, tăng gần 18 lần so với khi thành lập (năm 1995). Trong đó, tiền lương của thợ mỏ hầm lò năm 2018 đạt bình quân 18 triệu đồng/tháng, số thợ mỏ của TKV có mức thu nhập hơn 300 triệu đồng/năm ngày càng tăng và nhiều thợ mỏ có mức thu nhập hơn 400 triệu đồng/năm.

Tập đoàn hiện có 25 công ty thành viên đầu tư xây nhà ở tập thể cao tầng cho công nhân với gần 4.000 phòng. Tất cả các phòng đều được trang bị điều hòa, máy giặt, khu rèn luyện thể chất, nhà sinh hoạt văn hóa phục vụ đời sống tinh thần thợ mỏ. Ngoài các chính sách đối với người lao động theo quy định chung của Nhà nước, TKV còn có các chế độ phúc lợi đặc thù cho thợ hầm lò như miễn chi phí đào tạo nghề, điều trị rửa phổi, bố trí xe ô-tô đưa đón đi làm, suất ăn định lượng, tắm nước nóng và giặt quần áo bảo hộ lao động sau ca làm việc, hàng năm đi tham quan, du lịch trong nước và nước ngoài. Dự kiến trong năm nay, 10 đơn vị khai thác than hầm lò của tập đoàn đều đồng loạt đầu tư, đưa hệ thống tự động hóa trạm khí nén vào hoạt động. Hiện TKV đã có 10 trong số 13 đơn vị đầu tư hệ thống tự động hóa tuyến băng tải chính trong hầm lò ra ngoài mặt bằng. Nhờ áp dụng tự động hóa, tin học hóa trong sản xuất và chế biến than,

TKV đã tiết giảm được hơn 900 lao động; năng suất lao động bình quân đạt 714 tấn than/người trong năm 2019, tăng 12% so năm 2018. Lợi nhuận kinh tế từ việc áp dụng tự động hóa, tin học hóa toàn tập đoàn ước đạt 260 tỷ đồng/năm.

Chủ tịch Hội đồng thành viên TKV Lê Minh Chuẩn khẳng định: Ứng dụng công nghệ hiện đại trong khai thác than và đào lò là nhiệm vụ quan trọng, cấp bách của tập đoàn nhằm tăng năng suất, sản lượng than khai thác, cải thiện điều kiện làm việc của người lao động, nâng cao mức độ an toàn và hiệu quả sản xuất, kinh doanh. Thời gian qua, mặc dù có nhiều cố gắng trong đầu tư cơ giới hóa, nhưng kết quả vẫn chưa đạt yêu cầu so với kỳ vọng của tập thể lãnh đạo TKV. Thời gian tới, lãnh đạo tập đoàn yêu cầu giám đốc các công ty thành viên cần mạnh dạn, sáng tạo và quyết liệt hơn nữa trong chỉ đạo, áp dụng mạnh mẽ cơ giới hóa, tự động hóa vào sản xuất. Đồng thời, đánh giá lại địa chất mỏ để có giải pháp đầu tư hiệu quả, phù hợp điều kiện từng mỏ; xây dựng mô hình điểm, các đơn vị mũi nhọn, đầu tàu thực hiện cơ giới hóa để đánh giá, tổng kết rút kinh nghiệm, từ đó nhân rộng trong toàn tập đoàn.

Nguồn: **nhandan.com.vn**

NGHIÊN CỨU ĐIỀU KHIỂN CHỈNH LƯU TÍCH CỰC KẾT HỢP ĐIỀU KHIỂN TRỰC TIẾP MÔ MEN ĐỘNG CƠ Ở BIẾN TẦN 4Q

*ThS. Lê Văn Tùng, TS. Bùi Trung Kiên, ThS. Phạm Hữu Chiến
Trường Đại học Công nghiệp Quảng Ninh*

Tóm tắt: Nghiên cứu các bộ biến tần sử dụng chỉnh lưu điều khiển hoàn toàn hay còn gọi là chỉnh lưu tích cực có nhiều ưu điểm so với chỉnh lưu không điều khiển (cầu diode). Bộ chỉnh lưu với kỹ thuật điều chế độ rộng xung bằng phương pháp điều khiển tựa điện áp đảm bảo dòng điện đầu vào hình sine, hệ số công suất bằng 1, điện áp một chiều DC ở đầu ra ổn định, năng lượng trao đổi theo hai chiều giữa tải và lưới điện. Điều khiển tựa điện áp sẽ ước lượng điện áp lưới sau đó tiến hành điều khiển dòng điện hoặc theo công suất. Bài báo phân tích ưu điểm của phương pháp điều khiển dòng điện ở mạch chỉnh lưu khi làm việc với tải là động cơ 3 pha. Phương pháp điều khiển trực tiếp mô men động cơ được nâng cao bằng cách lựa chọn bảng sector chuyển mạch mới. Kết hợp nguồn – mạch chỉnh lưu tích cực – nghịch lưu – động cơ – tải, tạo thành một hệ thống truyền động điện hoàn chỉnh với hiệu quả làm việc được cải thiện. Kết quả nghiên cứu được kiểm chứng bằng phần mềm Matlab & Simulink.

Từ khóa: Chỉnh lưu tích cực 3 pha; điều khiển dòng điện; điều khiển mô men; nghịch lưu 3 pha; Matlab & Simulink.

1 Giới thiệu

Trong thực tế hiện nay, chỉnh lưu Diode và chỉnh lưu Thyristor được dùng phổ biến. Các bộ chỉnh lưu này có ưu điểm như vốn đầu tư ban đầu, vận hành, bảo dưỡng và sửa chữa rất thấp, làm việc ổn định ở môi trường khắc nghiệt. Đồng thời, với khả năng chịu dòng, áp lớn của các van Diode và Thyristor nên được sử dụng rất nhiều trong các ứng dụng đòi hỏi công suất rất lớn. Tuy nhiên, nhược điểm chính của các bộ chỉnh lưu này

thể hiện ở đặc tính làm việc phi tuyến và phát các thành phần sóng hài lên lưới. Kết quả tương ứng là hệ số công suất thấp đang gây ra các vấn đề không nhỏ đối với hệ thống điện như nhiễu điện áp và điện từ (Electro Magnetic Interface – EMI), làm tăng chỉ số công suất định mức đối với các trang bị điện trên hệ thống lưới (máy phát, máy biến áp, hệ thống đường dây truyền tải). Trong các bộ biến tần dùng chỉnh lưu Diode, năng lượng chỉ truyền theo một chiều. Khi hệ thống làm việc mà động cơ chuyển thành máy phát thì năng lượng không được trả về lưới mà tiêu tán trên điện trở xả, gây lãng phí. Khi sử dụng Thyristor, đã có nhiều sơ đồ mạch đưa ra để đảm bảo truyền năng lượng theo hai chiều nhưng sơ đồ công kênh, hiệu suất thấp, điều khiển khó khăn [2].

Hiện nay, các bộ chỉnh lưu tích cực sử dụng các van điều khiển hoàn toàn, có tần số đóng cắt nhanh (IGBT) đang được phát triển và ứng dụng trong thiết bị điện tử công suất nói chung và các bộ biến đổi tần số nói riêng. Các bộ chỉnh lưu này điều khiển dòng nạp cho tụ cả về biên độ và góc pha so với điện áp lưới. Đảm bảo hệ số $\cos\varphi = 1$ ở đầu vào, trao đổi năng lượng giữa tải và lưới theo 2 chiều, thành phần sóng hài thấp. Đây chính là ưu điểm của chỉnh lưu tích cực [3, 5].

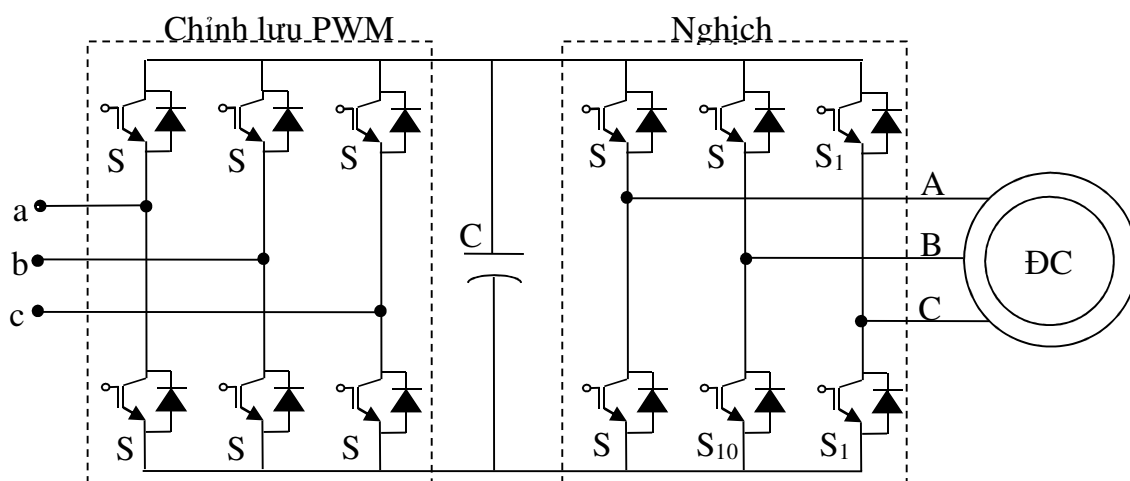
Phương pháp điều khiển chỉnh lưu tích cực tựa điện áp sẽ ước lượng điện áp lưới, sau đó điều khiển bằng dòng điện (VOC – Voltage Orientend Control) có ưu điểm tần số đóng cắt cố định, thiết kế khối lọc đầu vào đơn giản, tận dụng ưu điểm của phương pháp điều chế PWM, giá thành rẻ [3].

Sự kết hợp giữa chỉnh lưu tích cực với mạch nghịch lưu trong điều khiển tốc độ động cơ xoay chiều 3 pha sẽ đảm bảo hệ thống trao đổi năng lượng theo hai chiều giữa lưới và tải. Trong quá trình hoạt động, động cơ có thể làm việc ở cả 4 góc phần tư hệ tọa độ. Biến tần kiểu này thường được gọi là biến tần 4 góc phần tư hay biến tần 4Q. Điều khiển động cơ theo phương pháp điều khiển trực tiếp mô men (DTC – Direct Torque Control) có nhiều ưu điểm khi làm việc ở vùng tốc độ thấp, mô men tải thay đổi đột ngột vì đáp ứng mô men nhanh, độ gọn

mô men thấp, tần số chuyển mạch ổn định [1, 4].

Kết hợp phương pháp điều khiển chỉnh lưu tích cực với mạch nghịch lưu điều khiển trực tiếp mô men động cơ sẽ nâng cao chất lượng hệ truyền động điện trong thực tế.

Sơ đồ mạch lực của biến tần có chỉnh lưu tích cực giống sơ đồ biến tần trực tiếp kiểu ma trận (hình 1). Tuy nhiên, ở biến tần 4Q vẫn có thành phần trung gian một chiều là tụ điện C, vì vậy, nguyên lý hoạt động có tính chất của biến tần gián tiếp.



Hình 1. Bộ biến tần 4 góc phần tư

2 Phương pháp điều khiển chỉnh lưu

Cấu trúc điều khiển VOC sử dụng mạch vòng điều khiển dòng điện là cấu trúc đã được phát triển. Cấu trúc này dựa trên việc chuyển đổi giữa hệ trục tọa độ cố định ($\alpha - \beta$) và hệ trục tọa độ quay ($d - q$). Các giá trị đo được trong hệ trục tọa độ tự nhiên (abc) đầu tiên được biến đổi sang hệ trục tọa độ tĩnh ($\alpha - \beta$), sau đó được biến đổi sang hệ trục tọa độ quay ($d - q$) như trên hình 2. Phương pháp này đảm bảo đáp ứng tức thời nhanh và hiệu suất tĩnh cao thông qua các mạch vòng điều khiển dòng điện bên trong.

Ở hình 2, tải là mạch nghịch lưu và động cơ xoay chiều 3 pha; PI – bộ điều chỉnh dòng điện theo trục ($d - q$) và bộ điều chỉnh điện áp một chiều DC; PWM – khối tạo xung điều

khiển IGBT, L – cuộn kháng, có chức năng không cho ngắn mạch đầu vào và là khối tăng cường.

Trong hệ tọa độ $d - q$, điện áp lưới được tính như sau:

$$u_{Ld} = Ri_{Ld} + L \frac{di_{Ld}}{dt} + u_{sd} - \omega Li_{Lq} \quad (1)$$

$$u_{Lq} = Ri_{Lq} + L \frac{di_{Lq}}{dt} + u_{sq} + \omega Li_{Ld} \quad (2)$$

Giả sử điện trở đầu vào vô cùng bé so với điện cảm đầu vào thì công thức tối giản:

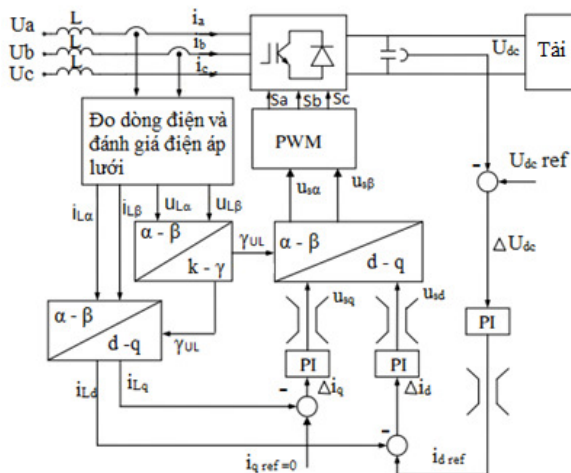
$$u_{Ld} = L \frac{di_{Ld}}{dt} + u_{sd} - \omega Li_{Lq} \quad (3)$$

$$u_{Lq} = L \frac{di_{Lq}}{dt} + u_{sq} + \omega Li_{Ld} \quad (4)$$

Dòng điện i_{qref} được đặt bằng 0 để luôn đảm bảo hệ số công suất đầu vào luôn bằng 1 và dẫn đến công thức:

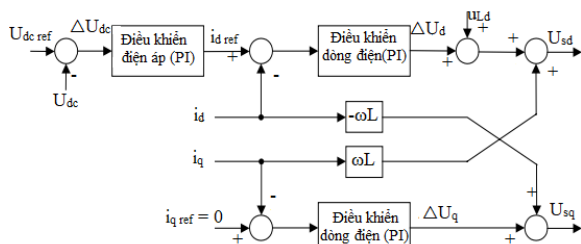
$$u_{Ld} = L \frac{di_{Ld}}{dt} + u_{sd} \quad (5)$$

$$0 = u_{sq} + \omega L i_{Ld} \quad (6)$$



Hình 2. Cấu trúc chỉnh lưu PWM theo VOC

Dòng điện i_{dref} lấy ở đầu ra bộ điều chỉnh (PI) điện áp một chiều rồi so sánh với giá trị dòng điện quy đổi bằng khâu biến đổi tọa độ (abc) sang (α - β) và (d - q). Sai lệch của phép so sánh là độ trễ của bộ điều khiển. Trong cấu trúc điều khiển, giá trị dòng điện i_{qref} là hằng số, mục đích là điều khiển bám thì cần một khâu tích phân để triệt tiêu sai lệch tĩnh. Như vậy, lựa chọn bộ điều chỉnh dòng điện có cấu trúc PI để khử nhiễu và triệt tiêu sai lệch tĩnh. Thêm vào đó, khi phân tách dòng điện theo hai trục (d - q) thì sẽ có điện áp hỗ cảm giữa các trục. Để khử các thành phần chéo này, ta sử dụng bộ tách kênh như hình 3.

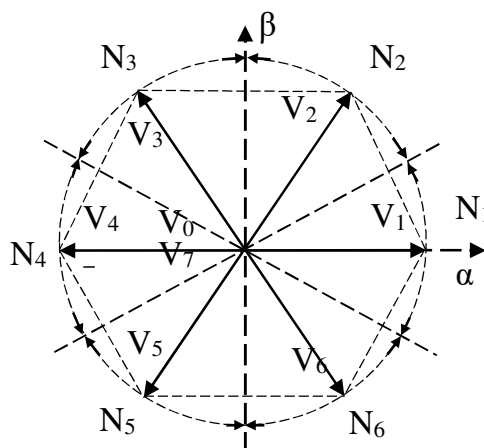


Hình 3. Cấu trúc bộ điều khiển tách dòng điện đầu vào bộ chỉnh lưu

Bộ điều chỉnh PI ở mạch vòng điện áp có tác dụng giữ cho điện áp U_{dc} không đổi trên tụ C theo giá trị đặt trước mong muốn, nghĩa là điều khiển dòng công suất tác dụng chảy đến phía tụ C. Luôn đảm bảo điện áp đầu ra của chỉnh lưu bằng giá trị $U_{dc ref}$ đặt khi tải thay đổi.

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

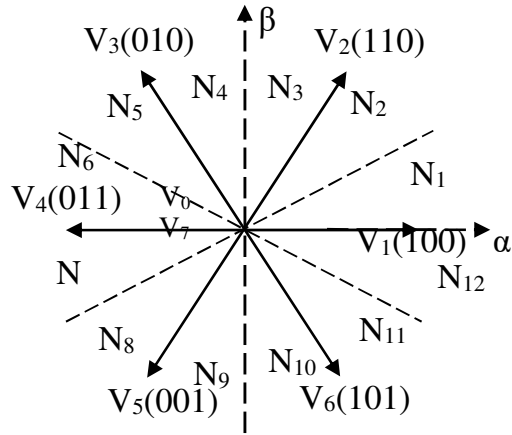
Trong các phương pháp điều khiển véc tơ thì phương pháp điều khiển trực tiếp mô men DTC đang được ứng dụng rộng rãi trong công nghiệp. Với ưu điểm như thời gian đáp ứng mô men rất nhỏ, không phải chuyển hệ tọa độ, độ tin cậy cao, có thể sử dụng các công thức để ước lượng tốc độ rô to mà không cần dùng cảm biến tốc độ. Điều khiển mô men là điều khiển đảm bảo biên độ của vector từ thông stator và mô men được giữ trong phạm vi cho phép. Sai lệch giữa hai bước tính phụ thuộc vào tần số cắt mẫu. Phương pháp điều khiển DTC cơ bản sử dụng bảng chuyển mạch 6 sector điện áp (hình 4) chỉ tạo ra hai vùng điều khiển là tăng và giảm mô men nên phản ứng của bộ điều khiển sẽ chậm khi mô men động cơ thay đổi liên tục [4].



Hình 4. Vị trí 6 sector điện áp stator

Việc đề xuất bảng chuyển mạch mới với 12 sector điện áp (hình 5) sẽ tạo ra 4 vùng điều khiển tương ứng là giảm mạnh (MD),

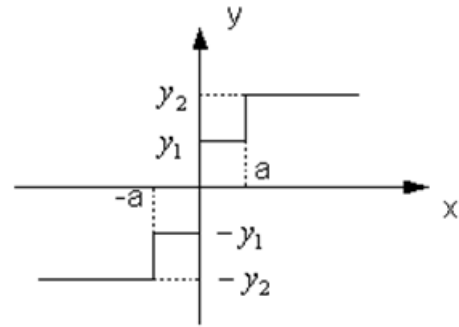
giảm nhỏ (MsD), tăng nhỏ (MsI), tăng mạnh mô men (MI). Như vậy, bộ điều khiển sẽ phản ứng nhanh hơn khi có sự dao động của mô men và biên độ được giữ ở mức theo yêu cầu, quá trình điều khiển sẽ chính xác hơn.



Hình 5. Vị trí 12 sector điện áp stator

Phương pháp điều khiển DTC với 12 sector sẽ nhanh chóng đưa giá trị mô men và từ thông động cơ luôn nằm trong vùng ổn định. Việc phân tách thành 4 vùng điều khiển

thì bộ điều khiển mô men trên hình 4 là khâu trễ 4 vị trí, đầu ra với 4 giá trị $-y_2, -y_1, y_1, y_2$ tương ứng là giảm mạnh mô men, giảm nhỏ mô men, tăng nhỏ mô men, tăng mạnh mô men. Như thế, biên độ dao động của mô men sẽ được giữ ở mức theo yêu cầu và quá trình điều khiển sẽ chính xác hơn (hình 6).



Hình 6. Đặc tính làm việc của bộ điều khiển trễ 4 vị trí (lựa chọn $a = 1$)

Lập luận theo chuyển động quay của từ thông stator sẽ thu được bảng lựa chọn vector điện áp điều khiển IGBT (bảng 1) [3].

Bảng 1. Bảng chuyển mạch với 12 sector điện áp

dΨ	dM	N ₁	N ₂	N ₃	N ₄	N ₅	N ₆	N ₇	N ₈	N ₉	N ₁₀	N ₁₁	N ₁₂
FI	MI = 2	V ₂	V ₃	V ₃	V ₄	V ₄	V ₅	V ₅	V ₆	V ₆	V ₁	V ₁	V ₂
	MSI = 1	V ₂	V ₂	V ₃	V ₃	V ₄	V ₄	V ₅	V ₅	V ₆	V ₆	V ₁	V ₁
	MSD = -1	V ₁	V ₁	V ₂	V ₂	V ₃	V ₃	V ₄	V ₄	V ₅	V ₅	V ₆	V ₆
	MD = -2	V ₆	V ₁	V ₁	V ₂	V ₂	V ₃	V ₃	V ₄	V ₄	V ₅	V ₅	V ₆
FD	MI = 2	V ₃	V ₄	V ₄	V ₅	V ₅	V ₆	V ₆	V ₁	V ₁	V ₂	V ₂	V ₃
	MSI = 1	V ₄	V ₄	V ₅	V ₅	V ₆	V ₆	V ₁	V ₁	V ₂	V ₂	V ₃	V ₃
	MSD = -1	V ₇	V ₅	V ₀	V ₆	V ₇	V ₁	V ₀	V ₂	V ₇	V ₃	V ₀	V ₄
	MD = -2	V ₅	V ₆	V ₆	V ₁	V ₁	V ₂	V ₂	V ₃	V ₃	V ₄	V ₄	V ₅

Mô tả toán học động cơ không đồng bộ xoay chiều 3 pha biểu diễn trên hệ trục $(\alpha - \beta)$ để tính toán các giá trị tức thời là từ thông, mô men điện từ, dòng điện và điện áp stator được biểu diễn qua các phương trình sau:

$$\Psi_{s\alpha} = \int (U_{s\alpha} - i_{s\alpha} \cdot R_s) dt \quad (7)$$

$$\Psi_{s\beta} = \int (U_{s\beta} - i_{s\beta} \cdot R_s) dt \quad (8)$$

$$\Psi_{sm} = \sqrt{\Psi_{s\alpha}^2 + \Psi_{s\beta}^2} \quad (9)$$

$$M_d = \frac{3}{2} \cdot p \cdot (\Psi_{s\alpha} \cdot i_{s\beta} - \Psi_{s\beta} \cdot i_{s\alpha}) \quad (10)$$

$$\omega_r = \frac{1}{p \cdot J_\Sigma} \cdot (M_d - M_c) \quad (11)$$

Ở đây: p – số đôi cực động cơ; R_s – điện trở stator động cơ, Ω .

Bảng 2. Thông số động cơ không đồng bộ

Thông số	Giá trị
Công suất P (kW)	2,2
Điện áp (V)	220/380
Tần số (Hz)	50
Tốc độ rô to (v/ph)	1436
Điện trở stator R_s (Ω)	6,367
Điện trở rô to R_r (Ω)	0,6258
Điện cảm tản stator L_{ls} (Ω)	0,002981
Điện cảm tản rô to L_{lr} (Ω)	0,002973
Điện cảm từ hóa L_m (H)	0,209
Mô men quán tính J (kg.m^2)	0,05

Bảng 3. Thông số mạch chỉnh lưu

Thông số	Giá trị
Điện áp nguồn cấp U_m (V)	220
Tần số ngõ vào (Hz)	50
Dòng điện I_{dc} (A)	15
Tụ điện C lọc điện áp DC (μF)	3900
Điện cảm đầu vào L (H)	0,005
Điện áp một chiều đầu ra U_{dc} (V)	690

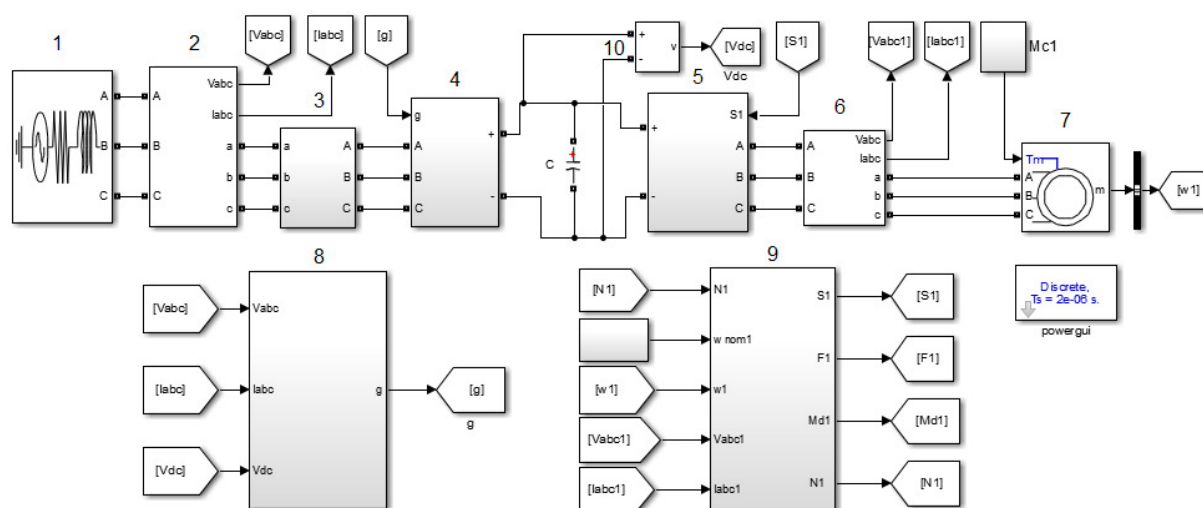
Dựa vào thông số động cơ (bảng 2), ta tính toán được các tham số cho mạch chỉnh lưu tích cực IGBT như bảng 3 [3].

4 Kết quả mô phỏng

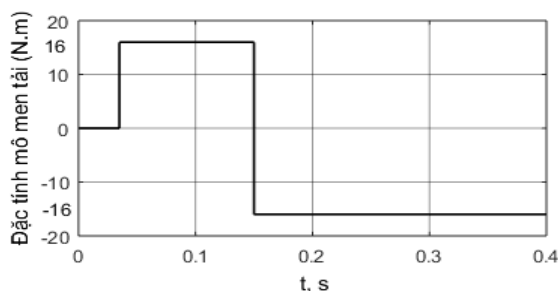
Sử dụng phần mềm Matlab & Simulink để xây dựng hệ truyền động điện như hình 7, trong đó:

- 1 – Nguồn 3 pha;
 - 2, 6 – Cảm biến dòng điện và điện áp AC;
 - 3 – Cuộn kháng;
 - 4 – Mạch lực chỉnh lưu tích cực (IGBT);
 - 5 – Mạch lực nghịch lưu điện áp (IGBT);
 - 7 – Động cơ không đồng bộ;
 - 8 – Khối tổng hợp phương pháp điều khiển chỉnh lưu tích cực theo phương pháp VOC;
 - 9 – Khối tổng hợp phương pháp điều khiển trực tiếp mô men động cơ;
 - 10 – Cảm biến đo điện áp 1 chiều DC;
- M_c – Mô men tải.

Để đánh giá chất lượng làm việc biến tần 4Q, đặt tốc độ động cơ và mô men tải M_c ban đầu là hằng số ($M_c = M_{c\max} > 0$). Khi hệ thống đang làm việc ổn định thì mô men tải đột ngột đảo chiều ($M_c = -M_{c\max} < 0$), sau đó đặt động cơ làm việc ở tốc độ quay ngược chiều ban đầu. Đây là hai thay đổi mang đặc tính nặng nhất khi động cơ không đồng bộ làm việc, thể hiện trên hình 8.

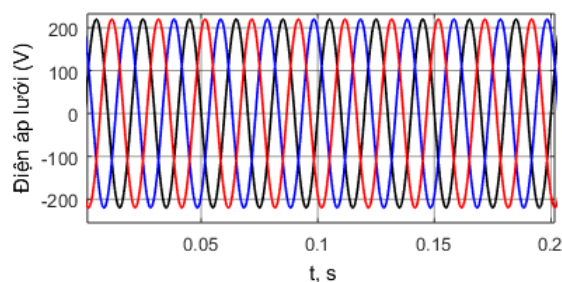


Hình 7. Sơ đồ điều khiển DTC với chỉnh lưu tích cực

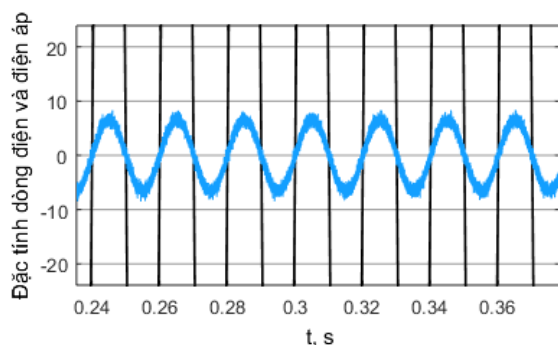


Hình 8. Đặc tính mô men tải M_c

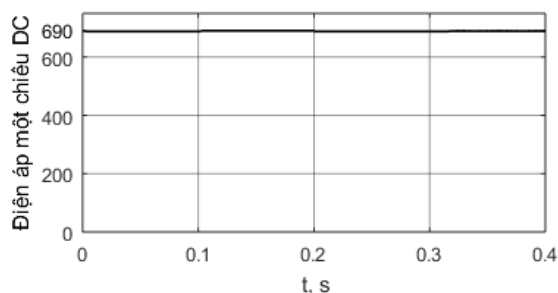
Kết quả mô phỏng như sau (hình 9 - 17):



Hình 9. Đặc tính điện áp nguồn xoay chiều

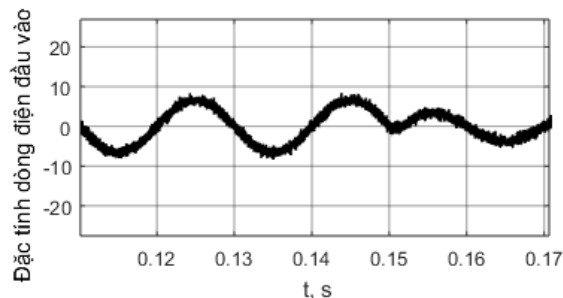


Hình 10. Đặc tính dòng điện ở đầu vào (cùng pha với điện áp)

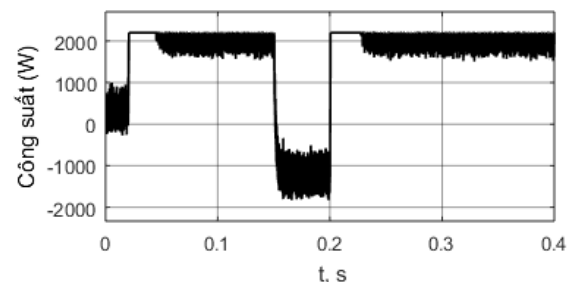


Hình 11. Đặc tính điện áp 1 chiều đầu ra

Tại thời điểm $t = 0,15$ s xuất hiện mô men phản kháng $M_c = -16$ N.m, động cơ không đồng bộ làm việc ở chế độ máy phát (hình 12). Công suất tác dụng $P < 0$ được trả về lưới thông qua nghịch lưu và mạch chỉnh lưu (hình 13).

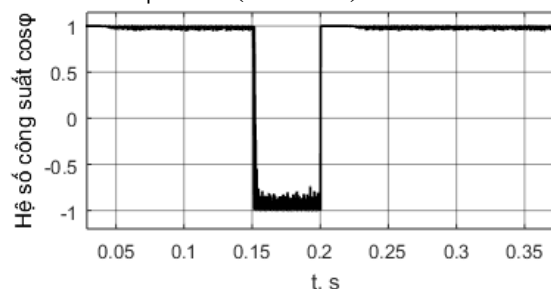


Hình 12. Đặc tính dòng điện khi có mô men phản kháng tại $t = 0,15$ s ($M_c = -16$ N.m)



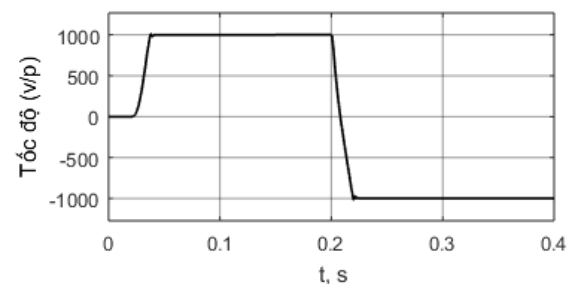
Hình 13. Đặc tính công suất tác dụng đầu vào chỉnh lưu

Khi hệ thống làm việc thì hệ số $\cos\varphi = 1$, đảm bảo hiệu suất làm việc của bộ chỉnh lưu tích cực. Khi xảy ra hãm, năng lượng trả về lưới thì $\cos\varphi = -1$ (hình 14).



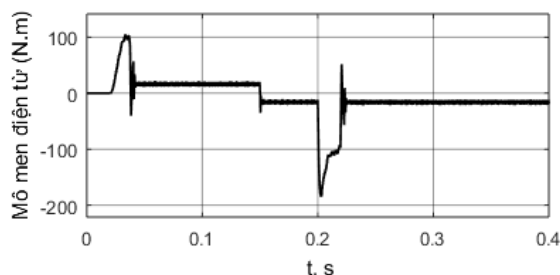
Hình 14. Đặc tính hệ số công suất $\cos\varphi$

Tốc độ thực tế của động cơ luôn bám theo giá trị tốc độ đặt trước ($n = \pm 1000$ v/ph) (hình 15). Điều này chứng tỏ hệ thống điều khiển đã thiết kế đảm bảo yêu cầu của hệ truyền động.

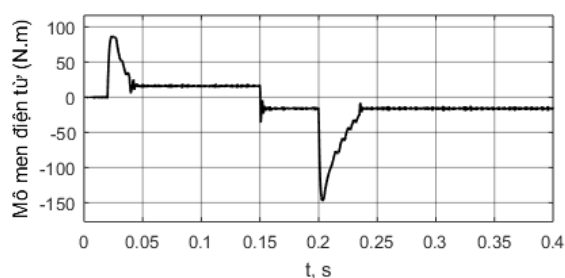


Hình 15. Đặc tính tốc độ làm việc của động cơ

Mô men điện từ của động cơ phản ứng nhanh khi có sự thay đổi của mô men tải và luôn bám sát để đảm bảo $M_c = M_d$ (hình 16, 17)



Hình 16. Đặc tính mô men điện từ của động cơ với bảng chuyển mạch 6 sector



Hình 17. Đặc tính mô men điện từ của động cơ với bảng chuyển mạch 12 sector

5 Kết luận

Qua phân tích lý thuyết và các kết quả thu được từ mô phỏng cho thấy, biến tần có bộ chỉnh lưu tích cực là bộ biến đổi có nhiều ưu điểm hơn so với biến tần có chỉnh lưu Diode trong thực tế. Năng lượng trao đổi theo hai chiều nên phù hợp làm việc với tải có hãm tái sinh, hệ số công suất cao, dòng điện lưới hình sine. Phương pháp điều khiển trực tiếp mô men động cơ ở mạch nghịch lưu đảm bảo chất lượng hệ thống truyền động điện trong thực tế như tốc độ luôn bám theo giá trị đặt, mô men điện từ phản ứng nhanh với sự thay đổi của mô men tải, quá trình khởi động và dừng êm. Bài báo đưa ra phương pháp điều khiển DTC ở biến tần 4Q bằng cách nghiên cứu bảng chuyển mạch điện áp điều khiển để tăng tốc độ đáp ứng của mô men điện từ so với thay đổi của tải.

TÀI LIỆU THAM KHẢO

1. **Hableter T.G.** Direct Torque Control of Induction Machines Using Space Vector Modulation / T.G. Hableter, F. Profumo, M. Pastorelli, L.M. Tolbert // IEEE Trans. Ind. Applicat. - 1992. - Vol. 28. - PP. 1045 - 1053.
2. **Ahmed Riyaz1.** Comparative Performance Analysis of Thyristor and IGBT Based Induction Motor Soft Starters. / Riyaz1 Ahmed, Iqbal Atif // International Journal of Engineering, Science and Technology. - 2009. - Vol. 1(1). - PP. 90 - 105.
3. **Min B.D.** SVM-based Hysteresis Current Controller for Three-phase PWM Rectifier/ B.D. Min // IEE Elect. Power Applicat. - 1999. - Vol. 146. - PP. 225 - 230.
4. **Bogdan Y.** Research on the Switching Algorithm of Voltage Vectors in the Direct Torque Control System / Y. Bogdan, Van Tung Le // IEEE Trans. Rus, ISBN. 9781538649381. - 2018. - PP. 80 - 87.
5. **Malinowski M.** Sensorless Control Strategies for Three-Phase PWM Rectifiers / M. Malinowski // Warsaw University of Technology. - 2001. - 128 p.

PHÂN TÍCH TỐC ĐỘ CẮT, MỨC ĐỘ TIÊU HAO RĂNG CẮT KHI SỬ DỤNG MÁY ĐÀO TỪNG PHẦN GƯƠNG TRONG CÔNG TRÌNH NGẦM VÀ MỎ

TS. Đỗ Trung Hiếu – Viện Cơ khí Năng Lượng và Mỏ- Vinacomin;

TS. Trịnh Đăng Hưng – Viện Khoa học Công nghệ Mỏ- Vinacomin;

ThS. Phạm Tiến Vũ – Ban Quản lý Đường sắt đô thị Hà Nội

1 Đặt vấn đề

Việc sử dụng rộng rãi các hệ thống khai đào cơ giới là động lực trong xây dựng công trình ngầm và mỏ, nhằm thay thế dần dần công nghệ khoan - nổ mìn truyền thống, làm tăng sản lượng và giảm chi phí sản xuất. Lợi ích hơn nữa của khai đào cơ giới còn là làm tăng tính an toàn một cách rõ rệt, giảm bớt khối lượng công tác chống lò và chi phí nhân lực. Các thành tựu này đi đôi với việc tăng năng suất và độ tin cậy của máy trong các mỏ đã được cơ giới, nơi mà thị trường áp dụng cơ giới đang còn rất rộng rãi.

Các loại máy đào lò đã được sử dụng khá rộng rãi trong thi công công trình ngầm, trong đó loại máy đào từng phần gương Road Header (RH) được áp dụng khá phổ biến trong khai thác mỏ, để đào các đường lò vận tải, các lò bằng v.v..., đặc biệt trong than, quặng và đất đá mềm đến đá cứng trung bình (đá trầm tích, evaporatic), còn trong đất đá quá cứng hoặc đá có hàm lượng quartz lớn thì việc áp dụng RH gặp nhiều khó khăn vì chi phí răng khâu lớn, trong khi trong nước chưa sản xuất được.

Máy đào RH đem lại khả năng và tính linh động độc nhất cho khai đào trong đá mềm và cứng trung bình. Một vấn đề đang được tranh cãi là việc ứng dụng một cách thích hợp khả năng của máy đào RH và chi phí tiêu hao răng cắt của nó trong khai đào các công trình ngầm. Bài viết này giới thiệu và thảo luận những nghiên cứu đã được thực hiện bởi Viện Cơ học trái đất, trực thuộc Đại học Mỏ Colorado và của trường Đại học Kỹ thuật Istanbul trong việc sử dụng các dữ liệu

thực tế về một mô hình dự báo hiệu suất. Mô hình được thành lập dựa trên trường dữ liệu mở rộng được thu thập từ sự hoạt động của các máy RH khác nhau trong các điều kiện địa chất khác nhau. Khảo sát mối tương quan của tốc độ cắt tức thời (ICR – Instantaneous Cutting Rate) và tốc độ tiêu thụ răng cắt (BCR – Bit Consumption Rate) với các dữ liệu đầu vào (gồm các thông số phân loại chủ yếu và thông số tiêu chuẩn hoá):

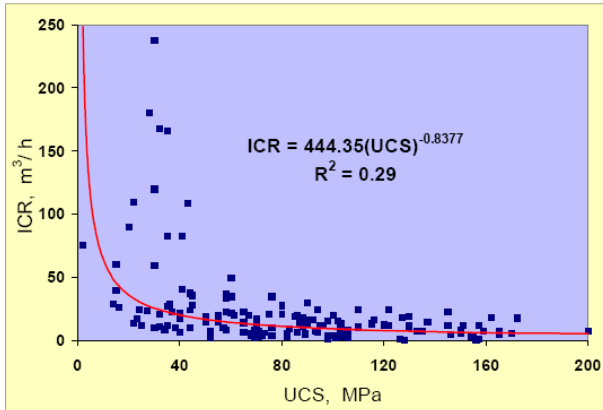
- Loại máy RH và các kiểu đầu cắt; nguồn gốc khối đá và loại đá được sử dụng như là các thông số phân loại chủ yếu;

- Cường độ kháng nén đơn trục (UCS – Uniaxial Compressive Strength); công suất đầu cắt (P – Power); khối lượng của RH (W – Weight) và đường kính đầu cắt (CHD – Cutter Head Diameter) được sử dụng như là các thông số tiêu chuẩn hoá.

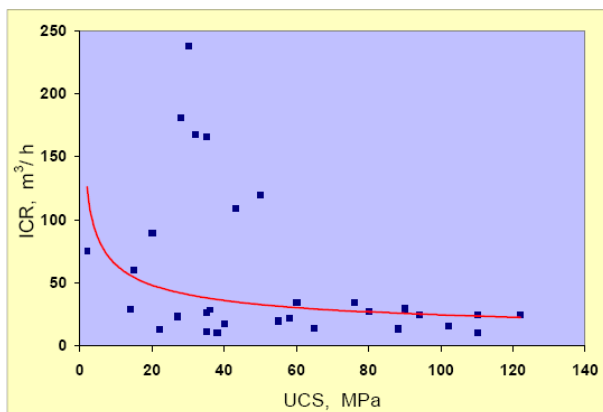
2 Mối tương quan giữa ICR và BCR với các dữ liệu đầu vào

Viện Cơ học Trái đất, thuộc Đại học Mỏ Colorado, đã tổng hợp dựa trên dữ liệu thực tế sự biến thiên của ICR với UCS trong các điều kiện địa chất gặp phải cho tất cả các loại RH, được thể hiện trong hình 1. Dữ liệu chỉ ra sự phân tán đáng kể với hệ số tương quan thấp giữa UCS và ICR. Sau khi dàn xếp dữ liệu cho RH đầu cắt ngang trục trong đất đá trầm tích, sự phân tán trở nên nhỏ hơn, như thể hiện trong hình 2, hệ số tương quan vẫn còn thấp. Một biểu thức chính xác của bất kỳ mối liên hệ giữa hai biến với ICR tỉ lệ thuận với P, W và tỉ lệ nghịch với UCS, sau khi tiêu chuẩn hóa bằng (P/UCS), (W/UCS) và (P×W/UCS), được thiết lập, sự tương quan

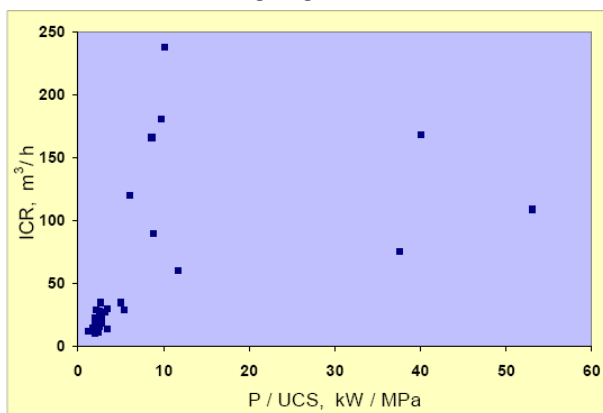
được cải thiện đáng kể, được thể hiện trong hình 3, 4 và 5. Như trong hình, sự phân loại và sự tiêu chuẩn hóa về sau đã được đưa thêm các thông số chi tiết hơn, nhưng cũng chỉ là tương đối chứ chưa đạt độ chính xác cao.



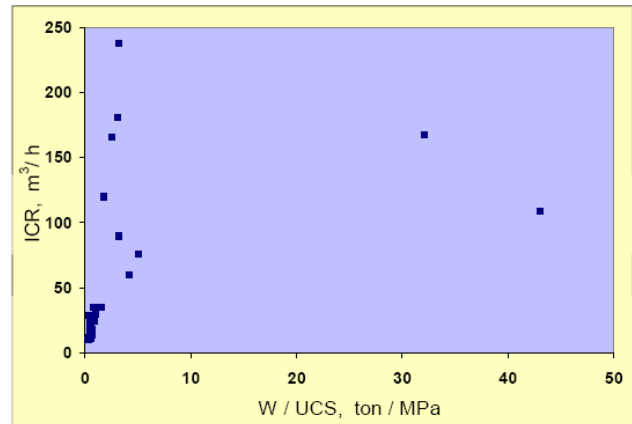
Hình 1. Biểu đồ tương quan giữa ICR và UCS cho tất cả các điều kiện đất đá và tất cả các loại RH



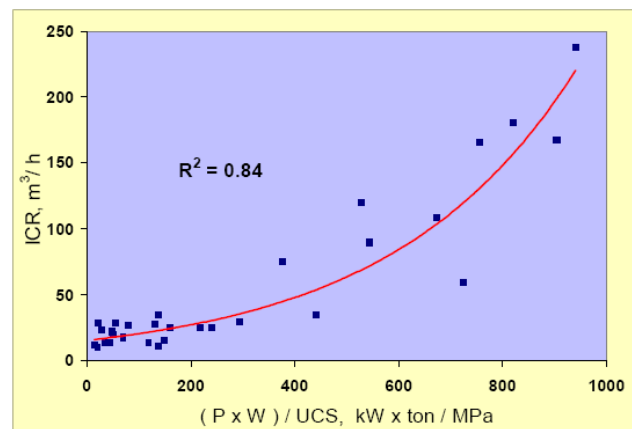
Hình 2. Biểu đồ tương quan giữa ICR và UCS trong đá trầm tích với các RH kiểu đầu khâu ngang trực



Hình 3. Biểu đồ tương quan giữa ICR và P/UCS trong đất đá trầm tích với các RH kiểu đầu khâu ngang trực

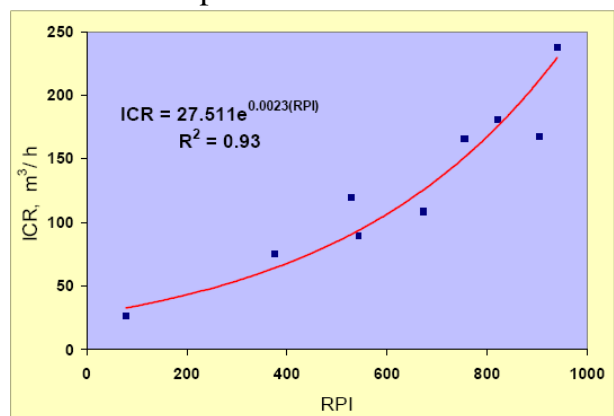


Hình 4. Biểu đồ tương quan giữa ICR và W/UCS trong đất đá trầm tích với RH kiểu đầu khâu ngang trực



Hình 5. Biểu đồ tương quan giữa ICR và (P×W/UCS) cho đất đá trầm tích với các RH kiểu đầu khâu ngang trực

Một bước khác của quá trình phân loại là áp đặt lên dữ liệu trong các điều kiện của nhóm đá. Nó phân bố sự cải thiện xa hơn trong mối liên hệ, như thể hiện trong hình 6, cho đất đá evaporitic...



Hình 6. Biểu đồ tương quan giữa ICR và RPI cho đất đá evaporitic và các RH kiểu đầu khâu ngang trực

Trong trường hợp này, công thức dự báo được biểu thị như sau:

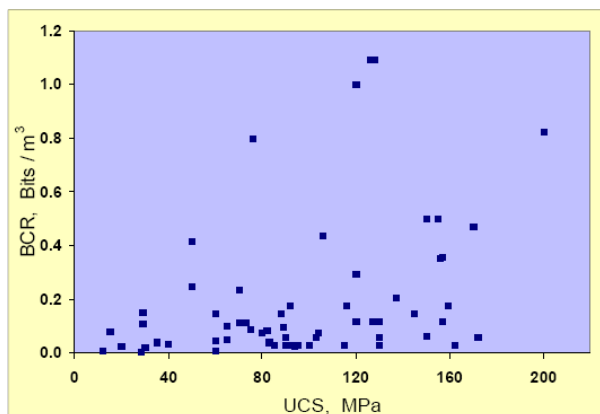
$$ICR = 27,511 \cdot e^{0,0023 \cdot RPI}$$

$$RPI = P \cdot W / UCS$$

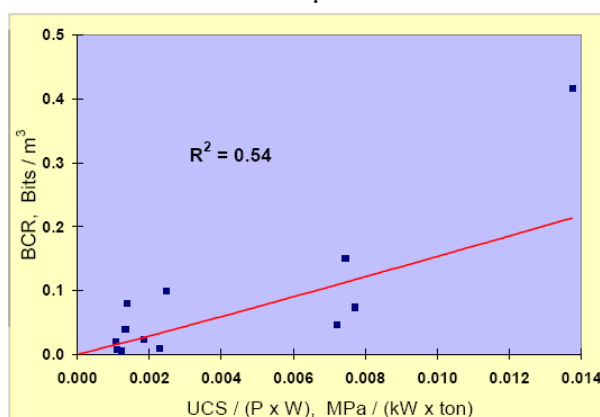
Trong đó: RPI – chỉ số xuyên cắt của RH (Roadheader Penetration Index); e – cơ số hàm logarit tự nhiên.

Công thức này có thể được sử dụng để dự báo ICR cho khai đào trong đá evaporitic với các RH đầu khẩu ngang trục. Nó cũng có thể được sử dụng để chọn các RH khai đào trong đá evaporitic để đạt được năng suất theo mong muốn. Cần thiết phải mở rộng cơ sở dữ liệu và bổ sung các thông số tiêu chuẩn hóa khác để có thể làm tăng hơn nữa độ chính xác của mối tương quan này. Nên nhớ rằng, đất đá evaporitic thông thường là dạng khối mà không có sự xuất hiện của các vết nứt, khe nứt và một thông số nào đó, chẳng hạn như RQD được đề cập tới trong quá trình tiêu chuẩn hóa. Tất nhiên, trong cấu trúc đất đá luôn có lượng lớn các vết nứt. Chỉ số RQD được cho là đóng một vai trò chính yếu trong hiệu suất của máy, cùng với các chỉ số khác đã được các nhà khoa học trên thế giới đề cập nhiều trước đây (như các chỉ số UCS, RQD, RMCR, RMCI, CAI...).

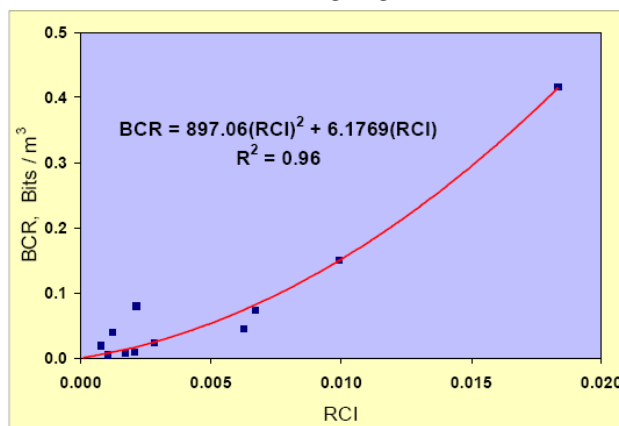
Phương pháp tương tự cũng được áp đặt lên dự báo tốc độ tiêu thụ răng cắt (BCR). Sự biến thiên giữa BCR và UCS được thể hiện trong hình 7. Sau khi phân mục dữ liệu của RH đầu khẩu ngang trục trong đất đá trầm tích và tiêu chuẩn hóa bằng UCS, khối lượng máy và công suất động cơ đầu khẩu, mối liên hệ được thể hiện sự cải thiện đáng kể như trong hình 8. Từ đó, các đường kính của đầu khẩu lớn hơn được sử dụng cho đá mềm hơn và độ mài mòn nhỏ hơn. Đường kính của đầu khẩu cũng được dùng như là một thông số tiêu chuẩn hóa. Nếu tiêu chuẩn hóa với thông số đường kính, một mối liên hệ tốt hơn sẽ được thể hiện như trong hình 9.



Hình 7. Biểu đồ tương quan giữa BCR và UCS trong tất cả các điều kiện địa chất cho tất cả các loại RH



Hình 8. Biểu đồ tương quan giữa BCR và UCS/(P×W) cho đất đá trầm tích với các RH đầu khẩu ngang trục



Hình 9. Biểu đồ tương quan giữa BCR và RCI với đất đá trầm tích cho các RH đầu khẩu ngang trục

Trong trường hợp này, công thức dự báo như sau:

$$BCR = 897,06 \cdot RCI^2 + 6,1769 \cdot RCI$$

$$RCI = UCS / (P \cdot W \cdot CHD)$$

Trong đó: RCI – chỉ số tiêu thụ răng cắt của RH (Roadheader Cutter Consumption Index); CHD – đường kính đầu khâu, m.

Độ chính xác của công thức dự báo có thể được tăng lên nếu có một vài thông số, chẳng hạn như: Hàm lượng quartz trong đất đá; cỡ hạt được phân loại; và tiêu chuẩn hóa dữ liệu.

Các kết quả cho đến nay đã chỉ ra rằng, phương pháp áp dụng phân loại và tiêu chuẩn hóa cơ sở này phù hợp để đưa ra các công thức dự tính với độ chính xác lớn hơn. Hiện nay các nhà khoa học trên thế giới đang nghiên cứu để phối hợp các thông số bổ sung (như hàm lượng quartz) vào công thức đã phát triển để cải thiện độ chính xác và phạm vi khả năng áp dụng.

3 Kết luận

Việc phân tích và ước lượng dữ liệu dựa trên cơ sở trường dữ liệu hiệu suất thực địa cho các máy RH đã mang lại những thành công về tập hợp các công thức được sử dụng

để dự báo khả năng cắt tức thời (ICR) và tốc độ tiêu hao răng cắt (BCR). Một mối liên hệ mật thiết được tìm ra giữa hai thông số với công suất động cơ đầu khâu (P), khối lượng của RH (W) cũng như cường độ kháng nén đơn trục của đất đá (UCS). Các công thức này được tìm ra chủ yếu áp dụng cho đất đá mềm nguồn gốc evaporitic. Sự phân tích hiện nay đang được mở rộng sang đất đá rắn cứng có hoặc không có vết nứt sẽ làm cho các công thức trở lên đa dạng và phổ biến hơn. Trong đất đá nứt nẻ, giá trị RQD sẽ được sử dụng như là một đơn vị đo lường về phân loại khối đá trên quan điểm khả năng cắt của RH. Với các nỗ lực hiện nay, chắc chắn việc thiết lập công thức về các mô hình dự báo hiệu suất của RH trở nên ngày càng chính xác hơn, sẽ phải kết hợp nhiều yếu tố hơn nữa, phục vụ tính toán trong các loại đất đá khác nhau, tại những nơi mà RH có thể hoạt động đem lại hiệu quả kinh tế.

TÀI LIỆU THAM KHẢO

1. **Bilgin N., Yazici S., Eskikaya S.** A Model to Predict the Performance of Roadheaders and Impact Hammers in Tunnel Drivages. – Torino: Int. Eurock '96 Symp. - 2-5 Sep. 1996.
2. **Copur H., Rostami J., Ozdemir L., Bilgin, N.** Studies of Performance Prediction of Roadheaders Based on Field Data in Mining and Tunneling Projects. - Brisbane, Australia: Int. 4th Mine Mechanization and Automation Symp. – 1997. - PP. 4.A1-4A7.
3. **Neil D.M., Rostami J., Ozdemir L., Gertsch R.** Construction and Estimate Techniques for Underground Development and Production Using Roadheaders. - Phoenix, Arizona: SME Annual Meeting. – 1994.
4. **Ozdemir L., Rostami J., Neil D.M.** Roadheaders Development for Hard Rock Mining. - Denver, Colorado: SME Annual Meeting. - 6-9 March 1995.

GIẢI PHÁP NÂNG CAO ĐỘ AN TOÀN CHO VẬN TẢI CHỖ NGƯỜI BẰNG TOA XE XRB SỬ DỤNG TÒI KÉO JK

*KS. Hoàng Duy Hùng; KS. Trần Minh Tâm – Công ty Than Quang Hanh- TKV;
ThS. Trần Đức Thọ; ThS. Bùi Tiến Sỹ – Viện Cơ khí Năng Lượng và Mỏ- Vinacomin*

1 Đặt vấn đề

Hệ thống vận tải người và vật liệu bằng đường sắt tại các mỏ hầm lò hiện nay rất phổ biến trên thế giới và trong TKV, trong đó vận tải giếng nghiêng chiếm một vị trí quan trọng, là đường liên kết giữa khu khai thác với nhau và liên kết với mặt bằng. Ngoại trừ các đơn vị sử dụng công nghệ giếng đứng, trong TKV, việc vận chuyển công nhân vào lò sử dụng các thiết bị như: Tời cáp treo, mô nô ray hoặc toa xe vận chuyển người. Trong các thiết bị đó, toa xe chở người đang được ứng dụng rộng rãi. Các thiết bị này chủ yếu nhập về từ Trung Quốc hoặc châu Âu. Để đảm bảo an toàn trong vận tải người bằng toa xe trên đường sắt, hiện nay yêu cầu toa xe cần có tích hợp bộ phanh hãm êm, bộ kiểm soát tốc độ tự động và cơ cấu chống xô giạt toa xe. Các thiết bị này có ưu điểm là phòng khi mất sự gắn kết giữa toa xe chở người và thiết bị dẫn động, hoặc khi có sự tăng tốc độ ngoài ý muốn, toa xe tự động tác động phanh và phanh hãm toa xe trên ray dẫn hướng khi tốc độ vượt qua tốc độ định mức. Bài báo này mô tả một số khác biệt trong các dạng toa xe đang sử dụng trong TKV, giới thiệu một số tiêu chí an toàn quy định, mô tả nguyên lý hệ thống an toàn, đồng thời nêu các giải pháp nâng cao độ an toàn cho loại toa xe hiện có.

2 Một số đặc điểm của toa xe chở người lò dốc

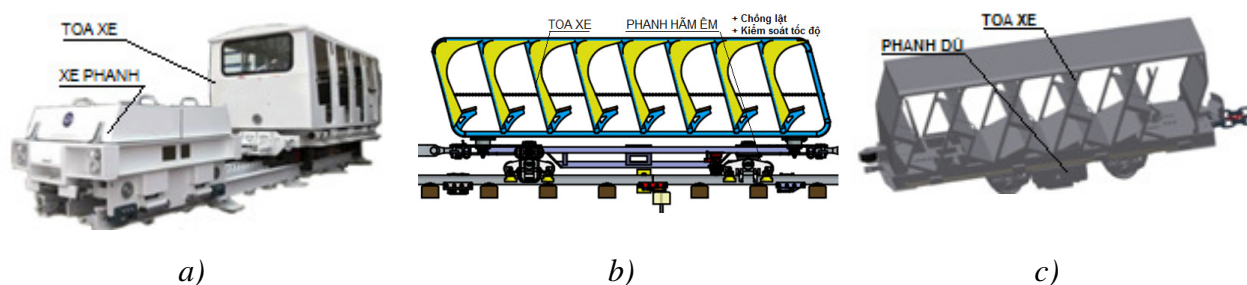
Theo quy chuẩn kỹ thuật Quốc gia QCVN 02:2016/BCT quy định: Đoàn toa xe vận chuyển người phải có người phụ trách ngồi ở toa đầu tiên theo hướng chuyển động, tại vị trí đó phải được trang bị cơ cấu tác động phanh hãm truyền động bằng tay, các toa xe

còn lại phải được trang bị phanh hãm tin cậy tác động tự động ở từng toa và tác động bằng tay dùng được đoàn toa xe không xô, giạt mạnh khi: Tốc độ vận chuyển vượt quá quy định 25% do đứt, tuột cáp hoặc tuột cơ cấu móc nối. Tuy nhiên, các hệ thống vận tải bằng toa xe giữa châu Âu và Trung Quốc rất đa dạng và có những vấn đề kỹ thuật an toàn khác nhau cần được nghiên cứu xem xét.

Trong TKV có gần hai mươi hệ thống thiết bị nhập khẩu từ các nước khác nhau. Tùy thuộc vào góc dốc, đặc thù đường vận tải mà bố trí các dạng hình hợp lý như: Tời kéo toa xe một đầu cáp trên nền lò; tời vô cực trên nền / nóc lò; mô nô ray treo trên nóc lò... Các thiết bị gần đây xuất xứ từ châu Âu đều được lắp các cơ cấu: i) phát hiện tốc độ; ii) phanh hãm để đảm bảo an toàn; và iii) bộ chống xô lệch toa xe. Tuy nhiên, đối với các trục tải dạng JK kéo cáp một đầu mút trên nền lò dẫn động cho toa xe kiểu XRB nhập về Việt Nam có xuất xứ từ Trung Quốc có sự khác biệt so với các thiết bị có xuất xứ từ châu Âu. Đây là loại toa xe được ra đời rất sớm ở Trung Quốc nên sản xuất trên các tiêu chí không tích hợp các cơ cấu an toàn nói trên ngoại trừ phanh điều khiển bằng tay. Sự khác nhau của các hệ thống vận tải bằng toa xe đường sắt lò dốc được mô tả qua các đặc điểm như sau:

a) Đối với toa xe xuất xứ từ các nước châu Âu như kiểu DKNU (Tời vô cực vận tải trong mỏ hầm lò của Ucraina); SKS, KS (Tời vô cực vận tải trong mỏ hầm lò của Ba Lan) được bố trí các cơ cấu:

- Bộ kiểm soát tốc độ vận hành: Có hai bộ chỉ thị bằng cơ khí kết nối tự động với phanh;



Hình 1: Một số loại toa xe chở người đang sử dụng:

a) Toa xe chở người có toa xe phanh rời trên ray đặc biệt (Trung Quốc); b) Toa xe chở người tích hợp phanh hãm êm trên ray P (châu Âu); c) Toa xe XRB đang sử dụng, ray P (Trung Quốc)

- Hệ thống phanh hãm: Phanh hãm toa xe ở tốc độ thấp tại thời điểm 125% tốc độ định mức;

- Chống lật toa: Kẹp trên đường ray không cho toa xe bật ra ngoài đường ray khi vận hành hoặc khi có sự cố, làm cho toa xe bám chắc vào đường ray, cố định toa xe trên đường ray sau khi phanh.

b) Các hệ thống tời và toa xe của Trung Quốc kiểu JK - XRB:

- Báo vượt tốc khi quá tốc độ quy định: Không trang bị;

- Hệ thống phanh hãm động năng: Phanh hãm kẹp lên hai má đường ray;

+ Chống lật toa: Không trang bị.

Thông qua đặc tính khảo sát, các hệ thống tời trục của châu Âu đã nhập về Việt Nam được trang bị nhiều cơ cấu an toàn hơn so với của Trung Quốc, cụ thể là bộ báo vượt tốc khi quá tốc độ quy định và bộ chống lật toa. Như vậy, các toa xe nhập từ châu Âu có độ tin cậy và khả năng đảm bảo an toàn cao trong vận hành theo quy định.

3 Một số vấn đề an toàn trong toa xe chở người XRB

Theo nhà sản xuất Trung Quốc, toa xe XRB được thiết kế trên quan điểm khác, hoặc ở đó việc kiểm soát an toàn tồn tại trong khoảng thời gian ngắn. Trên xe chỉ có phanh khẩn cấp kẹp vào đường ray và hoạt động theo nguyên lý tác động tự động khi đứt cáp hoặc tác động bằng tay, quãng đường hãm cho phép tối đa là 1,4 m. Như vậy, toa xe

không tích hợp bộ chống xô giạt và không kiểm soát được tốc độ. Điều này có nghĩa là việc tác động phanh có thể thực hiện ở tốc độ cao nhưng quãng đường phanh lại không thể điều chỉnh ($< 1,4$ m). Khi hoạt động, động năng hệ thống được quyết định bởi vận tốc của nó. Vận tốc càng cao thì động năng càng lớn, khi phanh hãm với lực hãm cố định thì quãng đường phanh phải càng lớn. Toa xe XRB có thể hoạt động trong điều kiện địa chất yếu, chất lượng đường ray kém, tuy nhiên điều đó cũng tạo ra các nguy cơ mất kiểm soát không lường trước. Vì vậy, về mặt an toàn, toa xe này còn những vấn đề cần hoàn thiện hoặc thay đổi mới để đảm bảo yêu cầu an toàn cao hơn.

4 Giải pháp từng bước nâng cao tính năng an toàn cho toa xe XRB

Để đảm bảo an toàn cho toa xe chở người dạng XRB và tời JK cần phải có những nghiên cứu cải tạo hoặc thay thế hoàn toàn thiết bị nói trên. Tuy nhiên, giải pháp thay thế hệ thống rất phức tạp và tốn kém. Thông thường, để đầu tư mới các hệ thống này từ châu Âu hoặc chế tạo trong nước cần có nguồn kinh phí khá lớn từ 30 - 40 tỷ đồng. Mặt khác, việc thay đổi thiết bị đồng nghĩa với thay đổi công nghệ, cần phải mất hàng tháng để thay thế. Hiện nay, một số đơn vị đã chọn giải pháp sử dụng tời cáp treo chở người để chuyên biệt hóa khâu vận tải. Tuy nhiên, do điều kiện công nghệ và thực trạng đường lò, một số đường lò không thể sử dụng tời cáp

treo chở người để thay thế, mà vẫn phải vận tải bằng loại hình tời JK và toa xe XRB. Do vậy, để đáp ứng được các tiêu chí an toàn cho hệ thống, ngoài việc nâng cấp hệ thống động lực tời đúng theo quy chuẩn kỹ thuật Quốc gia thì việc cải tạo hệ thống toa xe cũng cần phải có các nghiên cứu cải tiến trên cơ sở thiết bị hiện tại. Việc nghiên cứu thiết kế có thể hình thành các phương án:

i) Chế tạo thiết bị kiểm soát tốc độ và chống lật tích hợp trên hệ thống toa xe chở người XRB hiện có;

ii) Chế tạo một loại toa xe mới thay thế toa xe XRB hiện tại với đầy đủ các tính năng như toa xe của châu Âu;

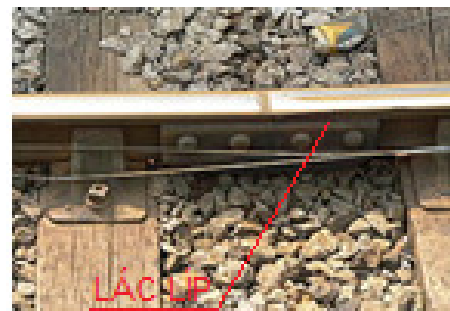
iii) Chế tạo toa xe phanh đi cùng các toa xe XRB, bổ sung thêm cơ cấu chống lật cho toa xe XRB.

Thông thường, các hệ thống đường ray mở hàm lò đều có khổ 900 mm, được thiết kế theo quy định. Tuy nhiên, trong thực tiễn với tần suất hoạt động cao, địa chất kém nên các thông số đường ray không đảm bảo, bán kính cong không ổn định, cương cụ thay đổi, cong võng lớn.

Do đó, với tất cả các giải pháp nêu trên, muốn áp dụng cần cải tạo hệ thống đường sắt. Để đảm bảo các yếu tố công nghệ cần thực hiện khối lượng lớn công việc, bao gồm: Nắn ray đảm bảo thông số hình học theo quy chuẩn kỹ thuật Quốc gia về đường sắt; thay bộ nối ray (lắc líp) bằng cơ cấu kẹp nối ray và định kích thước để bộ phận chống lật toa xe hoạt động hoặc để xe phanh di chuyển, đồng thời con lăn đảm bảo tính tự lựa cấp; lắp các bộ neo trên cơ cấu kẹp nối ray để đảm bảo an toàn khi phanh.

Cơ khí TKV hiện đã có giải pháp cho việc nâng cấp hệ thống vận tải người bằng toa xe XRB. Đó là: Cải tạo toa xe XRB hiện có và lắp đặt bổ sung toa xe phanh. Giải pháp này đáp ứng được hoàn toàn quy chuẩn kỹ

thuật. Tuy nhiên, hệ thống công kênh hơn do phải lắp bổ sung lên toa xe hệ thống phanh tự động và vận hành cũng phức tạp hơn. Hiện nay, giải pháp này đang được nghiên cứu thử nghiệm.



a)



b)

Hình 2: Mô hình thay thế cho bộ nối ray:
a) Nối ray kiểu cũ; b) Nối ray kiểu mới (Áp dụng tại Công ty than Quang Hanh- TKV)

5 Thực hiện từng bước cải tạo nâng cấp

Công ty than than Quang Hanh- TKV hiện có hai đường lò vận tải lò dốc 18 - 23 độ, đó là mức +17 đến -175 và mức +30 đến -175. Trong đó, tuyến lò dốc mức +17 đến -175 đang dùng để chở công nhân đầu ca và cuối ca, mức +30 đến -175 sử dụng chở người khi cần thiết. Trên cơ sở năng lực trong nước, do chưa thể giải quyết triệt để tất cả các vấn đề, lãnh đạo công ty đã quyết định nâng cấp cải tạo hệ thống đường sắt có bộ nối ray và con lăn tự đỡ cấp tự lựa; lắp bổ sung hệ chống lật cho toa xe chở người XRB; lắp đặt ghi tự động tại các đường lò, trong đó, giải pháp kỹ thuật cơ bản đưa ra là lắp hệ thống chống lật cho toa xe XRB. Muốn vậy, cần phải cải tạo hệ thống đường ray đảm bảo cho xe di chuyển thuận lợi, đảm bảo được khoảng cách giữa hai ray 900 mm với dung sai cho phép. Mặt

khác, đường ray có khả năng chống lún nén và đảm bảo khi xe phanh hãm cố định được trên đường ray.

Công trình do Viện Cơ khí Năng lượng và Mỏ- Vinacomin đảm nhận bao gồm thiết kế, chế tạo toa xe phanh, bộ kẹp nối ray và ghi chuyển hướng, trong đó bộ kẹp nối ray và ghi chuyển hướng đã được đưa vào ứng dụng. Trong thời gian tới, sau khi hoàn thiện thử nghiệm bước một, với điều kiện kỹ thuật trong nước tốt hơn, sẽ lựa chọn việc áp dụng xe phanh đi cùng toa xe XRB. Đây là công trình đầu tiên trong TKV nhằm từng bước nâng cao khả năng đảm bảo an toàn trong vận tải bằng toa xe XRB.

6 Kết luận

Công tác đảm bảo an toàn cho người và thiết bị trong vận tải người tại các mỏ than hầm lò là hết sức cần thiết và cần triển khai

thực hiện những nghiên cứu đánh giá sâu để các hệ thống vận tải toa xe phù hợp với quy chuẩn kỹ thuật hiện hành. Việc tính toán xác định các thông số nâng cấp cải tạo khá phức tạp và phụ thuộc rất nhiều vào điều kiện cụ thể tại các đường lò đang áp dụng.

Để nâng cấp hệ thống toa xe chở người có thể chia công việc thành hai giai đoạn: Giai đoạn 1 cải tạo đường ray và sân ga, thông qua giai đoạn này cũng hạn chế được nhiều rủi ro trong vận hành; giai đoạn 2 bổ sung áp dụng hệ thống an toàn cho toa xe theo đúng quy chuẩn kỹ thuật Quốc gia.

Với tính mới, độ phức tạp trong kỹ thuật, tính phổ biến trong áp dụng, cần có những tính toán hoàn thiện và theo dõi thử nghiệm thực tế để đánh giá kết quả, khi đủ điều kiện nhân rộng kết quả áp dụng cho các đơn vị khác trong TKV.

TÀI LIỆU THAM KHẢO

1. **Bộ Công Thương.** Quy chuẩn kỹ thuật Quốc gia về an toàn tời trục mỏ QCVN 02:2016/BCT. - 2011.
2. Tài liệu kỹ thuật vận hành tời KS - 650/900/63/100. - Becker.
3. **Trần Đức Thọ và cộng sự.** Thiết kế chế tạo toa xe phanh hãm sử dụng trong đường lò dốc đến 23 độ tại mỏ than hầm lò. - 2014.

NGHIÊN CỨU ĐỘ BỀN VÀ TUỔI THỌ CỦA CÁC KẾT CẤU KIM LOẠI CỦA MÁY XÚC SAU KHI HẾT THỜI GIAN SỬ DỤNG ĐỊNH MỨC

NCS. **Đỗ Đức Trọng**; GS. TSKH. **Nasonov M.Yu.**

Trường Đại học Mỏ Saint Petersburg- CHLB Nga

ThS. Lê Thanh Bình – *Viện Cơ khí Năng Lượng và Mỏ- Vinacomin;*

Tóm tắt: Hiện nay, có hai phương pháp tiếp cận được sử dụng để trả lời câu hỏi về sự cần thiết phải cho ngừng hoạt động một máy xúc, đó là: i) Thời gian làm việc kể từ thời điểm đưa vào sử dụng; ii) Khối lượng đất đá đã xử lý. Bài báo này đề cập đến cơ chế tích lũy hư hỏng trong mỗi hàn và phương pháp đánh giá tuổi thọ còn lại của các cấu trúc kim loại của máy xúc sau khi hết thời gian vận hành tiêu chuẩn và kéo dài thời gian hoạt động an toàn của chúng.

Từ khóa: Kết cấu kim loại, khả năng chống nứt, máy xúc, mỏi, ứng suất, vết nứt.

1 Giới thiệu

Quy trình chế tạo các cấu trúc kim loại của máy xúc sử dụng phương pháp hàn tự động và quá trình sửa chữa loại bỏ các vết nứt bằng cách hàn thủ công. Về cơ bản, hầu hết các phá hủy cấu trúc kim loại của máy xúc có liên quan đến sự phát triển các vết nứt hình thành từ các khuyết tật hàn (không ngấu, không thấu, ngậm xỉ, rỗ khí...) và ảnh hưởng của tải trọng theo chu kỳ. Bên cạnh đó, còn có các vết nứt hình thành dọc theo mối hàn sửa chữa, là kết quả của việc không xử lý nhiệt để khử ứng suất dư. Các đặc điểm này dẫn đến giảm đáng kể độ bền của kết cấu kim loại do phá hủy giòn và làm tăng nhanh quá trình hình thành và phát triển các vết nứt trong khu vực tiếp giáp mối hàn. Trong một số trường hợp, để thay thế các vùng bị hư hỏng, việc chèn các kim loại khác cũng làm giảm khả năng chống nứt của cấu trúc kim loại. Ngoài ra, lớp lót kim loại được sử dụng cho mục đích hàn sửa chữa, dẫn đến các

đường hàn không thể kiểm tra được bằng siêu âm, làm mất khả năng loại bỏ các khuyết tật trong quá trình sửa chữa theo lịch trình. Các nghiên cứu cho thấy, trong trường hợp hàn sửa chữa thủ công, số lượng khuyết tật mới tăng cao gấp 20 lần so với hàn tự động khi chế tạo.

2 Thực hiện nghiên cứu

Do tính cấp thiết của vấn đề nâng cao tuổi thọ của máy xúc, các nghiên cứu bổ sung đã được thực hiện. Các quan sát được thực hiện ở gương khai thác có đường kính đất đá trung bình $d_{tb} = 0,2 \div 0,6$ m đối với các mối hàn ở tay nâng cần của máy xúc gầu dây, ở đế, mặt bích của dầm và dầm chữ nhật của phần trên tay nâng gầu.

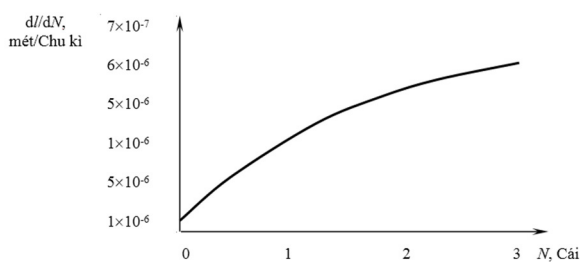
Để áp dụng phương pháp đánh giá tuổi thọ còn lại cần xác định số lượng khuyết tật trên một đơn vị chiều dài của mối hàn, kích thước và khoảng cách giữa chúng, cũng như các đặc tính của kim loại vùng hàn. Số lượng và kích thước khuyết tật được xác định bằng máy siêu âm; độ bền của kim loại vùng hàn được xác định gián tiếp thông qua độ cứng được đo bằng máy đo độ cứng di động; trạng thái ứng suất - biến dạng trong vùng hàn và ứng suất dư trong mối hàn được thực hiện bằng cách sử dụng mạch đo biến dạng tần số thấp, đồng thời tiến hành gắn các cảm biến lên các khu vực tự do trên tay nâng gầu.

Các nghiên cứu đã chỉ ra rằng, quá trình tích lũy hư hỏng xảy ra tùy thuộc vào điều kiện làm việc của máy xúc và kích cỡ đất đá sau nổ mìn. Trong trường hợp điều kiện khai thác kém, tỷ lệ tích lũy hư hỏng cao hơn

hiều. Cũng theo nghiên cứu, người ta thấy rằng, trung bình trong một năm xảy ra 6 lần hư hỏng tại mỗi hàn, còn khi số giờ làm việc tăng lên thì con số này tăng lên 9. Do đó, tổng độ dài mỗi hàn bị biến cứng tăng thêm tới 20 m và số lượng khuyết tật tăng lên từ 5-20.

Trên thực tế trong quá trình sửa chữa hư hỏng, các đường hàn thủ công được thực hiện lặp lại liên tục. Tuy nhiên, chúng không được xử lý nhiệt để loại bỏ ứng suất dư do việc sửa chữa được thực hiện thủ công ngay tại hiện trường. Do đó, làm thay đổi vùng ứng suất và làm tăng ứng suất tập trung. Mỗi đường hàn thủ công được thực hiện thêm 1 - 2 lần một năm và số lượng đường hàn lặp lại tăng theo khối lượng đất đá được xử lý. Điều này dẫn đến sự gia tăng số lượng vết nứt hình thành trong mỗi hàn và vùng ảnh hưởng nhiệt do sự xuất hiện của cường độ ứng suất dư vượt quá giới hạn bền tức thời của kim loại. Trung bình cứ 50 cm của mỗi hàn bị biến cứng chịu ứng suất thấp hơn 20% so với giới hạn chịu đựng của kim loại ở trạng thái thông thường và tạo ra trung bình một vết nứt.

Theo kết quả của các nghiên cứu, sự thay đổi tốc độ phát triển vết nứt phụ thuộc vào sự tích lũy số lượng khuyết tật trong các mối hàn được trình bày trong hình 1.

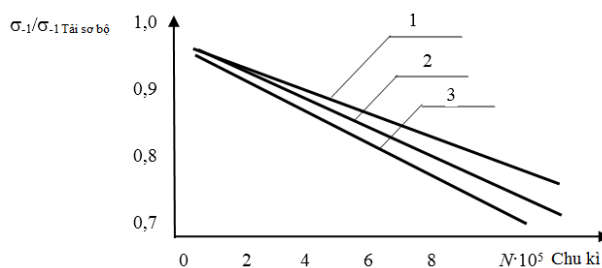


Hình 1. Sự phụ thuộc của tốc độ phát triển vết nứt có kích thước 2 mm trong khu vực kết nối mặt bích của máy xúc ЭИИ - 13/50 vào số lượng khuyết tật hàn

Khi tính toán độ bền mỏi nhiều chu kỳ của các mối hàn kết cấu kim loại máy xúc, giới hạn độ bền đạt được trong quá trình kiểm tra kim loại mối hàn trong trường hợp không

có các khuyết tật hàn lớn được sử dụng. Do đó, sự hiện diện của các khuyết tật nhỏ và tính chất không đồng nhất của kim loại mối hàn sẽ được tính đến trong quy trình tính toán, các khuyết tật lớn được xem xét trong cơ học phá hủy. Đồng thời, các phương pháp hiện tại để đánh giá tuổi thọ còn lại của các cấu trúc, lịch sử sơ bộ tải trọng của kim loại không được tính đến một cách chính xác, mà chủ yếu với sự trợ giúp của các tính toán và giả định lý thuyết. Do đó, tuổi thọ còn lại ước tính của kết cấu có thể rất khác biệt so với thực tế.

Để tăng độ chính xác của việc ước tính tuổi thọ còn lại của các cấu trúc đã hoạt động trong một thời gian đáng kể, cần phải thực hiện các thí nghiệm bổ sung để xác định giới hạn độ bền. Các mẫu thử có dạng hình trụ với đường kính 10 mm được sử dụng. Thiết bị thực hiện thử nghiệm là một máy tiện trong đó mẫu thử được gá cố định và đặt vào nó tải trọng uốn theo chu kỳ với hệ số không đối xứng $R = -1$. Kết quả thử nghiệm thu được “biểu đồ Weller” với các mức độ hư hỏng ban đầu khác nhau đối với mỗi kim loại. Từ biểu đồ này xác định độ bền mỏi của thép sau khi chịu tải sơ bộ theo chu kỳ (σ_{-1} Tải sơ bộ) với ứng suất lớn hơn giới hạn chảy của thép (σ_{-1}). Dưới tải trọng như vậy dẫn đến hư hỏng tích lũy trong kim loại, đồng thời độ bền mỏi giảm (hình 2).



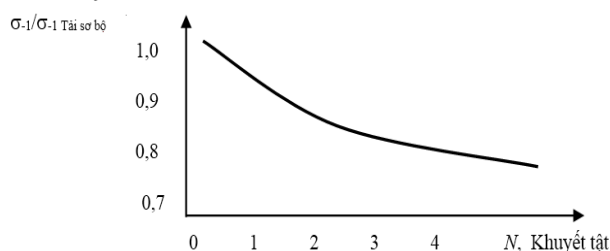
Hình 2. Sự thay đổi giới hạn mỏi tương đối của thép BCT38 tùy thuộc vào số lượng và biên độ của chu kỳ tải trọng: 1 – σ_{-1} Tải sơ bộ/ $\sigma_{-1} = 1,2$; 2 – σ_{-1} Tải sơ bộ/ $\sigma_{-1} = 1,4$; 3 – σ_{-1} tải sơ bộ/ $\sigma_{-1} = 1,6$

Để xác định tình trạng tay nâng cần của máy xúc đã hoạt động được 19 năm và đã

ngừng hoạt động do hết tuổi thọ hoạt động định mức, các nghiên cứu đã được thực hiện để đánh giá giới hạn độ bền mỏi của kim loại. Những nghiên cứu này được thực hiện trên cơ sở mẫu được cắt từ cấu trúc kim loại từ các khu vực khác nhau với mức tải trọng khác nhau. Nó cho thấy độ bền mỏi giảm tỷ lệ thuận với mức độ tải trọng làm việc trong phạm vi 30 - 50%. Điều này cho phép xác định bằng thực nghiệm mức độ tích lũy thiệt hại trong các cấu trúc kim loại của máy xúc và thời điểm cấu trúc được loại bỏ.

Các nghiên cứu đã chỉ ra rằng, với việc duy trì tải đối với các mẫu $10^4 - 10^6$ chu kỳ tại các ứng suất $\sigma_{-1 \text{ Tải sơ bộ}}/\sigma_{-1} = 1,2 - 1,6$, giới hạn bền mỏi giảm 1,1 - 1,4 lần.

Sự phá hủy do mỗi chu kỳ thấp và biến dạng dẻo tuần hoàn trong các cấu trúc kim loại ngoài mỗi hàn của máy xúc chỉ có thể xảy ra trong các điều kiện đặc biệt như bị hư hỏng do ăn mòn hoặc có sự xuất hiện của vết lõm do tác động của ngoại lực. Nó giữ vai trò không đáng kể trong các nguyên nhân làm giảm tuổi thọ còn lại của máy xúc và có thể không được tính đến khi đánh giá độ tin cậy của kết cấu cũng như khi xem xét vấn đề loại bỏ máy xúc.

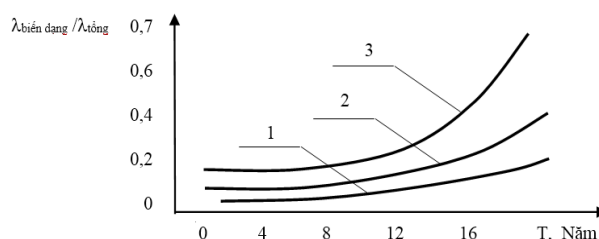


Hình 3. Sự phụ thuộc của độ bền mỏi ($\sigma_{-1 \text{ Tải sơ bộ}}/\sigma_{-1}$) của thép tại phần dưới tay nâng gầu máy xúc ES - 10/70 vào số lượng khuyết tật được phát hiện bằng phương pháp siêu âm

Để xác định hư hỏng thực tế đối với cấu trúc làm việc của máy xúc mà không làm mất đi tính nguyên vẹn của nó, phương pháp siêu âm đã được sử dụng. Ưu điểm của phương pháp nằm ở khả năng xác định đồng thời số

lượng khuyết tật ngày càng tăng trong toàn bộ cấu trúc kim loại của máy xúc. Theo kết quả của các nghiên cứu trên 8 máy xúc với thời gian hoạt động khác nhau cho thấy mối tương quan giữa số lượng khuyết tật tăng lên và giảm độ bền mỏi khi tăng tải trọng đột ngột (hình 3). Khảo sát trên máy xúc làm việc được thực hiện trong 4 năm với tần suất 1 năm một lần.

Ảnh hưởng của mỗi chu kỳ thấp trong việc đánh giá tốc độ và tần suất hình thành khuyết tật trong mỗi hàn và trong vùng ảnh hưởng nhiệt là rất lớn, do ứng suất hàn dư cũng tập trung ở những nơi này và sự tập trung ứng suất có thể xảy ra do sự dịch chuyển của mỗi hàn, mỗi hàn bị cháy chân hoặc mấp mô không đều phát sinh trong quá trình sửa chữa. Kích thước và số lượng vùng ở trạng thái tải chu kỳ thấp trong cấu trúc kim loại tăng theo thời gian hoạt động của máy xúc. Các kích thước và số lượng vùng này được ước tính bằng cách sử dụng thiết bị siêu âm. Thể tích của các vùng ở giai đoạn tải dẻo đàn hồi có thể được ước tính bằng tham số tương đối $\lambda_{\text{biến dạng}}/\lambda_{\text{tổng}}$, cho thấy tỷ lệ chiều dài mỗi hàn của phần tử kết cấu chịu biến dạng với tổng chiều dài các mối hàn của phần tử (hình 4).



Hình 4. Sự phụ thuộc của chiều dài tương đối các mối hàn trong điều kiện tải chu kỳ thấp vào thời gian và điều kiện vận hành: 1 - đá khối nhỏ; 2 - đá khối trung bình; 3 - đá khối lớn

3 Kết luận

Thực tế đã cho thấy, về cơ bản, tất cả các phá hủy cấu trúc kim loại của máy xúc có liên quan đến sự phát triển các vết nứt hình thành

từ các khuyết tật trong mối hàn (không ngấu, không thấu, ngậm xỉ, rỗ khí...). Các khuyết tật như vậy được xác định bằng các thiết bị chẩn đoán, thậm chí có thể được phát hiện ngay cả bằng mắt. Về vấn đề này, sự phá hủy do sự phát triển đột ngột của các vết nứt chỉ

có thể xảy ra khi không sửa chữa phòng ngừa, kiểm tra định kỳ và đánh giá tuổi thọ còn lại.

Các đặc tính phụ thuộc thu được cho phép xác định tuổi thọ còn lại của các cấu trúc kim loại của máy xúc sau khi hết thời gian vận hành tiêu chuẩn và kéo dài thời gian hoạt động an toàn của chúng.

TÀI LIỆU THAM KHẢO

1. **Khlybov A.A.** Đánh giá tích lũy hư hỏng trong vật liệu kim loại kết cấu bằng phương pháp siêu âm để đảm bảo hoạt động an toàn của các đối tượng kỹ thuật: Tóm tắt luận án tiến sĩ khoa học / A.A. Khlybov. - Nizhny Novgorod. - 2011. - 33 trang.
3. **Bogdanov A.P.** Khuyết tật của kết cấu kim loại máy xúc khai thác mỏ/ A.P. Bogdanov, A.A. Gainullin, A.A. Efimov và cộng sự // Tạp chí Đại học khoa học kỹ thuật, số 11. - 2015. - Trang 1-25.
4. **Seroshtan V.I.** Quá trình hình thành vết nứt trong các cấu trúc kim loại của cần cẩu tháp / V.I. Seroshtan, T.V. Gaah / Bản tin Đại học Tula, chủ đề 5. - 2016. - Trang 213 - 220.
5. **Pelipenko M.P.** Ảnh hưởng của quá tải đến tuổi thọ của các thành phần cấu trúc kim loại: Luận án tiến sĩ khoa học / M.P. Pelipenko. - 2017. 205 trang.
7. **Semenov V.V.** Nghiên cứu các thành phần và kết cấu thép có vết nứt, khả năng chống chịu của các kết cấu kỹ thuật có vết nứt / V.V. Semenov // Tạp chí Đại học kỹ thuật quốc gia Irkutsk. - 2014. - Trang 3 - 4.
8. **Makarov A.P.** Xác định chiều dài vết nứt tới hạn trong các cấu trúc kim loại của máy xúc khai thác mỏ / A.P. Makarov, A.N. Shevchenko, A.M. Pavlov // Tạp chí Đại học kỹ thuật quốc gia Irkutsk, số 12. - 2015. - Trang 57 - 63.
9. **Nikitin I.S.** Xác định mặt phẳng tới hạn và đánh giá tuổi thọ mỏi với các chế độ khác nhau của tải theo chu kỳ / I.S. Nikitin, N.G. Burago, A.D. Nikitin, V.L. Yakushev // Bản tin cơ khí, số 4. - 2017. - Trang 238 - 252.
10. **Sosnovtsev A.P.** Mỏi chu kỳ thấp của các mối hàn PVS / A.P. Sosnovtsev, M.V. Petrovskaya // Cyber Leninka. - 2019. - Trang 9 - 11.
16. **Voichenko K.Yu.** Nghiên cứu khả năng đánh giá chất lượng của các cấu trúc kim loại bằng phương pháp thử nghiệm không phá hủy (siêu âm)/ K.Yu. Voichenko, E.Yu. Remshev, M.Yu. Silaev, A.N. Glushko // Tạp chí gia công kim loại, số 3. - 2014. - Trang 10 - 15.
17. **Lakhova E.N.** Phương pháp dự đoán khả năng làm việc của các đối tượng chịu tải trọng trong ngành chế tạo máy: Tóm tắt luận án tiến sĩ khoa học / E.N. Lakhova. - Saint Peterburg. - 2012. 18 trang.
18. **Antonova Yu.V.** Phương pháp đánh giá khả năng chịu lực và tuổi thọ còn lại của các thành phần kết cấu / Yu.V. Antonova, V.V. Gudovich, A.V. Raenko và cộng sự / Tạp chí khoa học - 2016, số 2, trang 28-36.

NGHIÊN CỨU CƠ CHẾ XÂM NHẬP CỦA BÚA THỦY LỰC TRONG QUÁ TRÌNH PHÁ HỦY ĐẤT ĐÁ

ThS. Lê Thanh Bình – Viện Cơ khí Năng lượng và Môi trường – Vincaomin
GS.TS. Bolobov V.I. – Trường Đại học Mỏ Xanh Petecbua – CHLB Nga

Tóm tắt: Búa thủy lực được sử dụng rất rộng rãi trong quá trình khai thác khoáng sản, phá hủy đất đá, bê tông trong ngành xây dựng, giao thông. Bài báo đề cập đến cơ chế xâm nhập của búa thủy lực trong quá trình phá hủy đất đá; đưa ra các đường đặc tính tải của một lần đập và của một chu kỳ đập lặp lại nhiều lần vào một vị trí; xây dựng phương pháp tính toán các tham số của quá trình xâm nhập cũng như thực hiện tính toán cụ thể thông qua ví dụ về búa thủy lực JCB HM380.

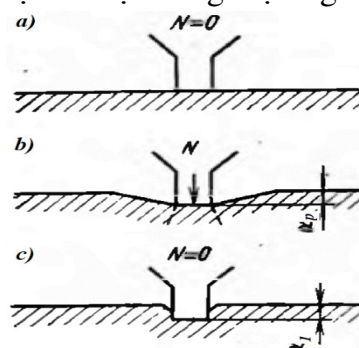
Từ khóa: Độ biến dạng; độ sâu xâm nhập; đường đặc tính tải; lực phản kháng; mũi đập.

1 Cơ chế xâm nhập của búa thủy lực trong quá trình phá hủy đất đá

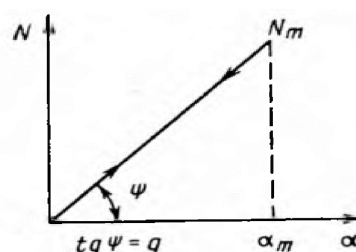
Quá trình xâm nhập khi phá hủy tiếp xúc đất đá (ở đây chỉ xét vật liệu giòn) bằng búa thủy lực được đặc trưng bởi các giai đoạn: Biến dạng đàn hồi; phá hủy - xâm nhập; dỡ tải [1, 2]. Đầu tiên, đất đá bị nén đàn hồi dưới tác động của mũi đập (hình 1, b). Khi ứng suất tiếp xúc đạt đến giá trị tới hạn σ_{kp} (giá trị phụ thuộc từng loại đất đá), bề mặt đá vỡ dọc theo đường viền của mũi đập (hình 1, c), mũi đập xâm nhập qua vật liệu đã phá hủy vào bên trong. Sau đó, khi dỡ tải, độ sâu xâm nhập đạt được có thể được bảo toàn hoặc giảm đi một phần do biến dạng đàn hồi còn lại bị loại bỏ. Tất cả các giai đoạn có thể được lặp đi lặp lại nếu thời gian đập đủ dài và mũi đập có thể chạm đến đáy của khu vực bị phá hủy và tạo ra các hành động phá hủy lặp đi lặp lại.

Theo [3], các đặc tính tải trong quá trình phá hủy đất đá bằng búa thủy lực là sự phụ thuộc của lực phản kháng N của đất đá vào độ biến dạng α của nó, được xác định bởi điều kiện biến dạng và các thông số của đất đá và

mũi đập. Nếu chỉ có giai đoạn đàn hồi, đặc tính tải là một đường, hàm của lực gia tải và dỡ tải trùng khớp nhau (hình 2), trong đó: N_m và α_m – lực phản kháng và biến dạng tối đa; g – độ rắn của hệ tác động, phụ thuộc vào bản chất của đất đá, vật liệu, hình dạng và kích thước của mũi đập, có thể được tra trong các tài liệu hoặc đo đạc bằng thực nghiệm.

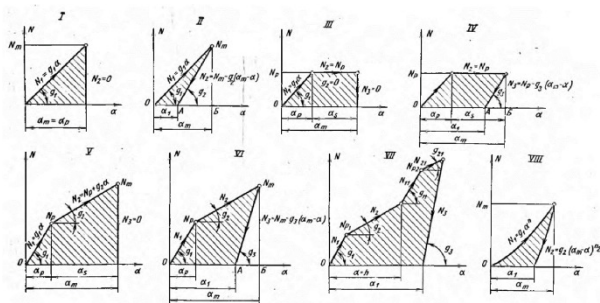


Hình 1. Quá trình xâm nhập của mũi búa thủy lực vào đất đá



Hình 2. Đường đặc tính tải trong quá trình biến dạng đàn hồi của đất đá

Khi chuyển sang giai đoạn phá hủy, các đặc tính tải có thể gồm hai, ba hoặc nhiều hàm của lực gia tải, phá hủy và dỡ tải không trùng khớp nhau, được hiển thị trong hình 3, trong đó: I, II, VIII – hai bậc; III - VI – ba bậc; VII – nhiều bậc; VIII – hai bậc phi tuyến (α_p – biến dạng đàn hồi tối đa, α_s – biến dạng phá hủy tối đa, α_1 – độ sâu xâm nhập; N_p – lực kháng đàn hồi tối đa; N_1, N_2, N_3 và g_1, g_2, g_3 – lực phản kháng và độ rắn của hệ tác động ở các giai đoạn đàn hồi, phá hủy và xâm nhập).



Hình 3. Các dạng đường đặc tính tải

Khả năng chống lại xâm nhập của mũi đập tỷ lệ thuận với diện tích tiếp xúc f_k và ứng suất tiếp xúc tới hạn σ_{kp} của đất đá:

$$N = f_k \sigma_{kp} \quad (1)$$

Nói chung, hàm của lực phản kháng của giai đoạn đàn hồi được biểu thị bằng công thức:

$$N_1 = g_1 \alpha_1^n \quad (2)$$

Trong đó: $1 \leq n \leq 2$ – chỉ số phụ thuộc hình dạng của mũi đập. Với mũi đập có bề mặt tiếp xúc hình cầu bán kính $R_{c\phi}$, $n = 3/2$:

$$g_1 = \frac{4\sqrt{R_{c\phi}}}{3 \left(\frac{1-\mu_{mc}^2}{E_{mc}} + \frac{1-\mu_{\pi}^2}{E_{\pi}} \right)} \quad (3)$$

$$N_1 = \frac{4\sqrt{R_{c\phi}}}{3 \left(\frac{1-\mu_{mc}^2}{E_{mc}} + \frac{1-\mu_{\pi}^2}{E_{\pi}} \right)} \alpha^{3/2} \quad (4)$$

Ở đây: E_{π} , μ_{π} – mô đun đàn hồi và hệ số Poisson của đất đá; E_{mc} , μ_{mc} – mô đun đàn hồi và hệ số Poisson của mũi đập.



Hình 4. Hình dạng mũi búa thủy lực sau một thời gian làm việc

Dựa trên quan sát nhiều loại mũi búa thủy lực khác nhau, có thể thấy rằng trong quá trình vận hành, các mũi đập bị mòn với đỉnh

có dạng hình cầu với bán kính cầu tăng dần theo thời gian làm việc.

Từ các phân tích ở trên, kết luận rằng, quá trình xâm nhập của mũi búa thủy lực trong quá trình phá hủy đất đá được đặc trưng bởi 3 giai đoạn chính:

1. Đất đá bị biến dạng đàn hồi cho đến khi đạt tới ứng suất tiếp xúc tới hạn σ_{kp} ;

2. Xảy ra sự phá hủy nổ của đất đá ngay dưới vùng tiếp xúc, mũi đập xâm nhập qua các sản phẩm phá hủy của đất đá, đồng thời nén các sản phẩm còn lại mà không chạm tới đáy của khu vực phá hủy, trong khi đó một số sản phẩm phá hủy khác bay ra khỏi lỗ.

3. Lực tác động đàn hồi loại bỏ bằng lực kháng đàn hồi còn lại của sản phẩm phá hủy.

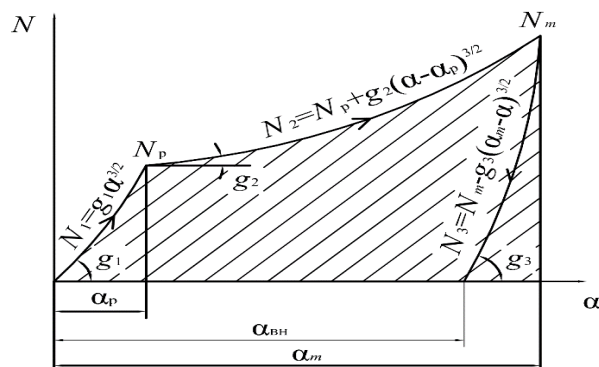
Sự phụ thuộc của lực phản kháng của đất đá N vào độ biến dạng (độ sâu xâm nhập) trong trường hợp này tương ứng với đặc tính tải của loại VIII (hình 3) và bao gồm ba hàm lực có đặc tính phi tuyến $N = g\alpha^{3/2}$ (hình 5), tương ứng:

- Lực N_1 khi đất đá bị biến dạng đàn hồi dưới bề mặt tiếp xúc;

- Lực N_2 khi mũi đập xâm nhập vào các sản phẩm phá hủy;

- Lực đỡ tải N_3 .

Mỗi hàm được đặc trưng bởi độ rắn của hệ tác động (g_1, g_2, g_3). Vùng gạch chéo của hình 5 là công A_H làm biến dạng đàn hồi và phá hủy đất đá.



Hình 5. Đường đặc tính tải của quá trình xâm nhập vào đất đá của mũi búa thủy lực

2 Tính toán các tham số của một lần đập khi phá hủy đất đá bằng búa thủy lực

Các giá trị lực phản kháng và độ xâm nhập được xác định như sau:

- Lực kháng đàn hồi tối đa N_p và biến dạng đàn hồi tối đa α_p : Từ (1) và (2) ta có:

$$N_p = f_{kp} \sigma_{kp} = g_1 \alpha_p^{3/2}$$

Trong đó: f_{kp} – diện tích tiếp xúc tối đa trong quá trình biến dạng đàn hồi:

$$f_{kp} = 2\pi R_{c\phi} \alpha_p \quad (5)$$

Thay f_{kp} và g_1 ở (3) vào ta được:

$$\Leftrightarrow \alpha_p = \frac{9\pi^2 R_{c\phi}^2 \sigma_{kp}^2 \left(\frac{1-\mu_{me}^2}{E_{me}} + \frac{1-\mu_{\pi}^2}{E_{\pi}} \right)^2}{4} \quad (6)$$

$$\Rightarrow N_p = \frac{9}{2} \pi^3 R_{c\phi}^2 \sigma_{kp}^3 \left(\frac{1-\mu_{me}^2}{E_{me}} + \frac{1-\mu_{\pi}^2}{E_{\pi}} \right)^2 \quad (7)$$

- Lực phản kháng tối đa N_m và biến dạng tối đa α_m :

$$N_m = N_p + g_2 (\alpha_m - \alpha_p)^{3/2} \quad (8)$$

Trong đó α_m được xác định thông qua công biến dạng đàn hồi và phá hủy đất đá A_H , là diện tích vùng gạch chéo trên hình 5, được tính bằng cách giải phương trình (tính gần đúng bằng phần mềm Microsoft Excel).

$$A_H = \frac{2}{5} g_1 \alpha_p^{5/2} + N_p (\alpha_m - \alpha_p) + \frac{2}{5} g_2 (\alpha_m - \alpha_p)^{5/2} \quad (9)$$

Ở đây, chỉ khoảng một nửa (58,9%) công đập của búa thủy lực được dành cho biến dạng đàn hồi và phá hủy đất đá, phần còn lại hao phí cho việc sinh nhiệt do ma sát, biến dạng đàn hồi và mài mòn mũi đập... [3]; g_2 và g_3 có thể được lấy gần đúng từ các kết quả phân tích thực nghiệm phá hủy đất đá.

- Độ sâu xâm nhập α_{BH} :

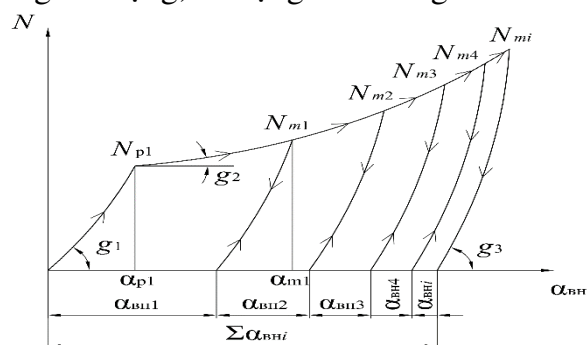
$$\alpha_{BH} = \alpha_m - \left(\frac{N_m}{g_3} \right)^{2/3} \quad (10)$$

3 Tính toán các tham số trong chu kỳ đập lặp lại nhiều lần

Theo quan sát về hoạt động của búa thủy lực, trong chu kỳ lặp lại nhiều lần đập vào cùng một vị trí, mũi đập tiếp tục xâm nhập vào đất đá, tuy nhiên độ sâu trên mỗi lần sẽ giảm. Đặc điểm đáng chú ý này đã được tính đến trong nhiều mô hình toán học phát triển. Người ta tin rằng, do sự gia tăng lực ma sát, lực phản kháng tối đa N_{mi} của đất đá tăng tỷ lệ thuận với độ sâu thâm nhập α_{BH_i} . Trong khi đó, các giá trị độ rắn g_{1i} , g_{2i} , g_{3i} của hệ tác động ở mỗi lần đập trong các giai đoạn không thay đổi. Do đó, với mỗi lần đập tiếp theo:

$$N_{mi} = N_{pi+1} \quad (11)$$

Đặc tính tải tổng hợp của một quá trình như vậy, bao gồm tổng các đặc tính tải của từng tác động, có dạng như trong hình 6.



Hình 6. Đặc tính tải tổng hợp của quá trình xâm nhập vào đất đá của mũi búa thủy lực trong chu kỳ đập lặp lại nhiều lần

4 Ví dụ tính toán cụ thể cho búa thủy lực JCB HM380

Trong bài báo này, tác giả thực hiện nghiên cứu trên đối tượng búa thủy lực JCB HM380 và bê tông với các tham số được cho trong bảng 1.

Các kết quả tính toán cụ thể như sau:

- Độ rắn của hệ tác động ở các giai đoạn đàn hồi g_1 : Thay các tham số vào (3) ta có:

$$g_1 = \frac{4\sqrt{16}}{3 \left(\frac{1-0,3^2}{200.000} + \frac{1-0,2^2}{50.000} \right)} = 2,25 \cdot 10^5 \text{ N/mm}^{3/2}$$

TT	Tham số	Ký hiệu	Giá trị
1	Công đập của búa thủy lực	A_0	981 J
2	Bán kính bề mặt tiếp xúc hình cầu của mũi đập	$R_{c\phi}$	16 mm
3	Mô đun đàn hồi mũi đập	E_{me}	0,3
4	Độ bền nén của bê tông	$\sigma_{c\kappa}$	50 MPa
5	Ứng suất tiếp xúc tới hạn của bê tông	σ_{kp}	300 MPa
6	Hệ số Poisson của mũi đập	μ_{me}	$2 \cdot 10^5$ MPa
7	Mô đun đàn hồi của đất đá	E_{Π}	0,2
8	Hệ số Poisson của đất đá	μ_{Π}	$5 \cdot 10^4$ MPa
9	Ứng suất tiếp xúc tới hạn	σ_{kp}	300 MPa

- Biến dạng đàn hồi tối đa α_p và lực kháng đàn hồi tối đa N_p : Thay các tham số vào (6) và (7) ta có:

$$\alpha_p = \frac{9\pi^2 \times 16 \times 300^2 \left(\frac{1-0,3^2}{200.000} + \frac{1-0,2^2}{50.000} \right)^2}{4} = 0,6 \text{ mm}$$

$$N_p = \frac{9}{2} \pi^3 \times 16^2 \times 300^3 \left(\frac{1-0,3^2}{200.000} + \frac{1-0,2^2}{50.000} \right)^2 = 138.869 \text{ N}$$

- Lực phản kháng tối đa N_m và biến dạng tối đa α_m : Thay các tham số vào (8) và (9). Các tham số $A_H = 0,589 A_0$, $g_2 = 15g_1$ và $g_3 = g_1$ (theo [3]), tính gần đúng bằng phần mềm Microsoft Excel ta được:

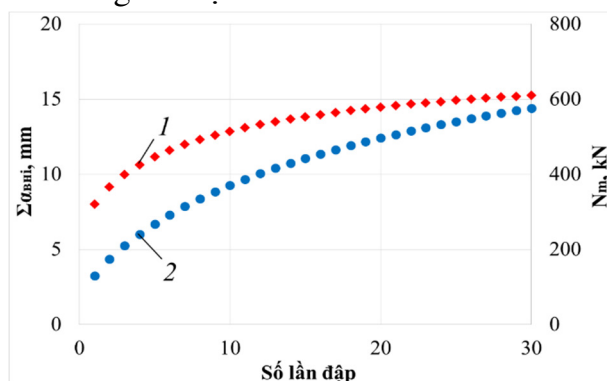
$$\alpha_m = 4,5 \text{ mm}$$

$$N_m = 138.869 + 0,15 \times 2,25 \cdot 10^5 (4,5 - 0,6)^{3/2} = 320.949 \text{ N}$$

- Độ sâu xâm nhập α_{bh} : Thay các tham số vào (10) ta có:

$$\alpha_{bh} = 4,5 - \left(\frac{320.949}{2,25 \cdot 10^5} \right)^{2/3} = 3,2 \text{ mm}$$

Kết quả tính toán lực phản kháng tối đa N_{mi} và tổng độ sâu xâm nhập $\Sigma \alpha_{bhi}$ chu kỳ 30 lần đập của búa thủy lực vào bê tông được cho trong đồ thị hình 7.



Hình 7. Lực phản kháng tối đa N_{mi} (1) và tổng độ sâu xâm nhập $\Sigma \alpha_{bhi}$ (2) chu kỳ 30 lần đập của búa thủy lực vào bê tông

Các kết quả tính toán trên hoàn toàn phù hợp với thực tế quan sát và đo đạc quá trình hoạt động của búa thủy lực JCB HM380 khi phá hủy bê tông có độ bền nén $\sigma_{c\kappa} = 50$ MPa.

5 Kết luận

1. Quá trình phá hủy đất đá bằng búa thủy lực được đặc trưng bởi 3 giai đoạn chính: Biến dạng đàn hồi; phá hủy - xâm nhập; dỡ tải.

2. Đường đặc tính tải của quá trình xâm nhập vào đất đá của mũi búa thủy lực bằng một lần đập bao gồm ba hàm lực có đặc tính phi tuyến $N = g\alpha^{3/2}$.

3. Trong chu kỳ lặp lại nhiều lần đập vào cùng một vị trí, độ sâu xâm nhập mũi đập vào đất đá của từng lần đập giảm dần; lực phản kháng của đất đá tăng tỷ lệ thuận với độ sâu thâm nhập; độ rắn của hệ tác động ở mỗi lần đập trong các giai đoạn không thay đổi.

TÀI LIỆU THAM KHẢO

1. Зегжда, С.А. Продольное соударение двух систем стержней / С.А. Зегжда // Изв. АН СССР. Механика твердого тела. - 1969. - №4. - С. 62-70.
2. Черепанов, Г.П. О разрушении хрупких тел при соударении. В кн.: Контактные задачи и их инженерные приложения (Докл. конф.) / Г.П. Черепанов, В.Б. Соколинский // М.: НИИМаш. - 1969. - С. 168-177.
3. Соколинский, В.Б. Машины ударного разрушения / В.Б. Соколинский // М.: Машиностроение. - 1982. - 185 с.

PHƯƠNG PHÁP TÍNH DỊCH CHUYỂN CỦA KHỐI ĐẤT ĐÁ XUNG QUANH ĐƯỜNG LÒ CÓ TÍNH ĐẾN SỰ BỎ RỜI CỦA ĐẤT ĐÁ

TS. Nguyễn Văn Quang, ThS. Kiều Văn Cẩn, ThS. Hoàng Văn Chung
Trường ĐH Công Nghệ GTVT

Tóm tắt

Với sự gia tăng độ sâu khai thác của các mỏ than thì ứng suất lên khối đất đá cũng tăng theo, theo đó mà có thể làm thay đổi quá trình biến dạng của đất đá. Qua phân tích kết quả thực nghiệm cho thấy rằng, với việc tăng chiều sâu khai thác sẽ xuất hiện những khu vực bị phá hủy trong đất đá và từ đó sẽ làm thay đổi tính chất của đất đá, tạo ra sự bỏ rời của đất đá. Dịch chuyển của khối đất đá quanh các đường lò đang được xây dựng lúc này có thể đạt giá trị rất lớn (hàng chục centimet). Chính vì vậy, khi tính toán dịch chuyển của khối đá xung quanh đường lò để lựa chọn kết cấu chống hợp lý cho đường lò, đòi hỏi phải xem xét sự ảnh hưởng của tính chất bỏ rời của khối đá

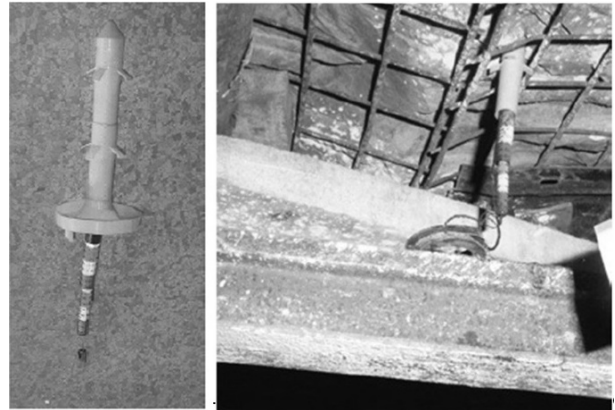
1 Cơ sở tính toán

Trong tài liệu [3], các tác giả đã đưa ra phương pháp tính hệ số bỏ rời K_p của khối đá xung quanh đường lò trên cơ sở của kết quả thí nghiệm, quan sát thực tế sự dịch chuyển của khối đá. Phân tích kết quả thực nghiệm cho thấy, hệ số bỏ rời là một đại lượng không cố định, đạt giá trị lớn nhất khi ở biên đường lò và giảm khi vào sâu trong khối đá. Quanh đường lò sẽ tạo ra một vùng với độ rộng khoảng từ 1,5 - 2,0 m có độ bỏ rời lớn nhất.

Dựa theo phương pháp này, tác giả xác định hệ số bỏ rời từ kết quả thực nghiệm đo độ dịch chuyển của biên đường lò ở một số mỏ của vùng than Quảng Ninh do Viện Khoa học Công nghệ Mỏ- Vinacomin thực hiện.

Để đo độ dịch chuyển của khối đá quanh đường lò sử dụng phương pháp lắp đặt các trạm đo chỉ thị màu. Các trạm đo chỉ thị màu

có hình dạng các neo sâu được nắp đặt trong các lỗ khoan, được khoan trên nóc đường lò, có độ dài 3,5 m, đường kính 32 mm.



Hình 1. Lắp đặt trạm đo chỉ thị màu dạng neo

2 Nội dung của phương pháp

Để nghiên cứu quy luật dịch chuyển của khối đá quanh đường lò, cũng như tính toán hệ số bỏ rời K_p , chúng ta xem xét kết quả đo thực nghiệm ở ba mỏ than tại khu vực Quảng Ninh: Dương Huy, Đông Bắc, Khe Trầm với 9 trạm đo chỉ thị màu. Bốn trạm đầu được lắp đặt ở mỏ than Dương Huy ở độ sâu 270 m, tại mỏ Đông Bắc lắp đặt 2 trạm tại độ sâu 250 m và mỏ Khe Trầm lắp đặt tại độ sâu 280 m. Sơ đồ lắp đặt trạm đo chỉ thị màu được cho trong hình 2, kết quả quan sát thực tế được thể hiện trong bảng 1 [2].

Hệ số bỏ rời được tính theo công thức:

- Trên đoạn “1-2”:

$$K_{b1} = \frac{r_1 + \Delta r_1}{r_1}; \quad (1)$$

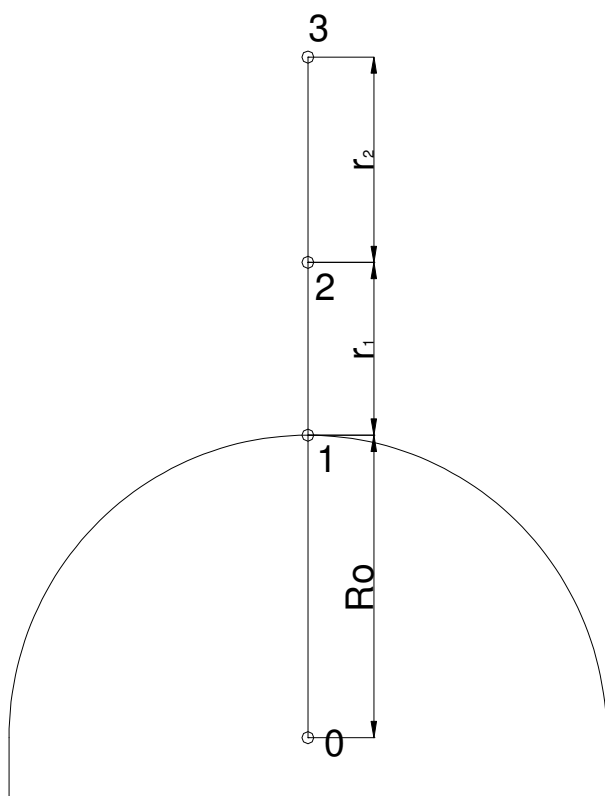
- Trên đoạn “2-3”:

$$K_{b2} = \frac{r_2 + \Delta r_2}{r_2} \quad (2)$$

Trong đó: $\Delta r_1, \Delta r_2$ – Sự thay đổi khoảng cách giữa các mốc khi khối đá bị biến dạng.

Bảng 1. Kết quả sự dịch chuyển của biên đường lò ở ba mỏ than tại Quảng Ninh [2]

Tên trạm	1	2	3	4	5	6	7	8	9
	Giá trị dịch chuyển u (m)								
Móc N1-N3	0,23	0,068	0,332	0,078	0,26	0,136	0,169	0,122	0,083
Móc N1-N2	0,186	0,05	0,272	0,04	0,152	0,104	0,129	0,093	0,071
Móc N2-N3	0,044	0,018	0,060	0,038	0,108	0,032	0,040	0,029	0,012



Hình 2. Sơ đồ lắp đặt trạm đo chỉ thị màu: 1, 2, 3 – các điểm lắp đặt các mốc; r_1, r_2 – khoảng cách ban đầu giữa các mốc; R_0 – bán kính quy đổi của đường lò theo định luật Green [1]

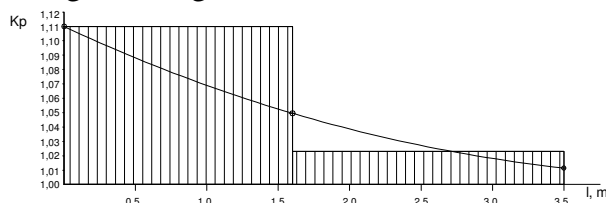
Sự thay đổi của hệ số nở rỗng trong vùng biến dạng của khối đá quanh đường lò được thể hiện ở hình 3.

Tính toán độ dịch chuyển của khối đá quanh đường lò dạng hình tròn dựa theo điều kiện biến dạng phẳng với trạng thái ứng suất ban đầu của khối đá. Trong trường hợp này, sự thay đổi thể tích của vùng biến dạng dẻo quanh đường lò được mô tả theo dạng [4-5]:

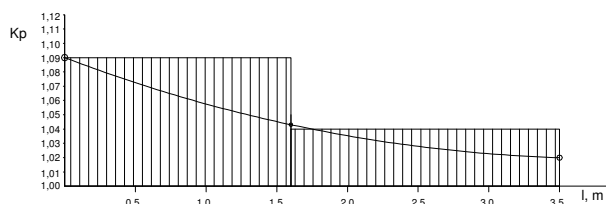
$$\varepsilon_z + \varepsilon_\phi + \varepsilon_r = \sum_{i=0}^N \frac{k_i}{r_i} \quad (3)$$

Trong đó: $\theta = \sum_{i=0}^N \frac{k_i}{r_i}$ – kết quả thực nghiệm

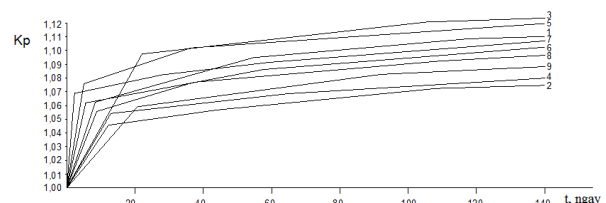
về sự phụ thuộc của hệ số nở rỗng xung quanh đường lò vào tọa độ cực r ; k_i – hệ số được xác định trên cơ sở thực nghiệm; $(N+1)$ – số lượng các tổng.



a)



b)



c)

Hình 3. Sự thay đổi của hệ số nở rỗng trong vùng biến dạng của khối đá quanh đường lò: a – trạm đo số 1 tại mỏ Dương Huy – lò xuyên vỉa vận chuyển tại độ sâu 270 m; b – trạm đo số 5 tại mỏ Khe Chàm – lò xuyên vỉa vận chuyển tại độ sâu 300 m; c – sự thay đổi hệ số nở rỗng theo thời gian của 9 trạm đo [2]

Trong trường hợp biến dạng phẳng $\varepsilon_z = 0$, còn $\varepsilon_\phi, \varepsilon_r$ được thể hiện qua biên độ dịch chuyển hướng tâm u

$$\varepsilon_r = \frac{du}{dr}; \varepsilon_\phi = \frac{u}{r} \quad (4)$$

Thay phương trình (3) vào phương trình (4), ta thu được phương trình (5) xác định độ dịch chuyển của biên đường lò:

$$\frac{du}{dr} + \frac{u}{r} = \sum_{i=0}^N \frac{k_i}{r_i} \quad (5)$$

Trong trường hợp tính toán gần đúng, về phải của phương trình (5) có thể chỉ tính cho 2 tổng. Khi đó, kết quả thí nghiệm được thể hiện xấp xỉ bởi quan hệ chứa 3 biến số

$$\theta = \sum_{i=0}^N \frac{k_i}{r_i} = k_0 + \frac{k_m}{r^m} \quad (6)$$

Các giá trị của 3 biến số k_0 , k_m , m sẽ được lấy xấp xỉ từ kết quả thực nghiệm. Các hệ số này thể hiện sự phụ thuộc của hệ số bỏ rời K_p vào tọa độ cực r với góc tọa độ trùng với tâm của đường lò. Quan sát hình 3, a) ta thấy, có thể biểu diễn sự phụ thuộc này dưới dạng $K_p = a/r^2$. Chọn hệ số a xấp xỉ sao cho tại biên đường lò (có tọa độ cực $r = R_0$ – bán kính đường lò) và các điểm mốc với hệ số bỏ rời tương ứng biết trước là $k_{pb} = 0,11$, $k_{pm1} = 0,04$, $k_{pm2} = 0,015$, chọn $a = 0,48$ thỏa mãn điều kiện trên. Như vậy, đối với trường hợp này ta thu được các giá trị $k_0 = 0$, $k_m = -0,48$, $m = 2$ ($k_m = -a$ thể hiện sự dịch chuyển hướng vào tâm đường lò, ngược chiều trục tọa độ cực r). Như vậy, phương trình (5) được viết thành:

$$\frac{du}{dr} + \frac{u}{r} = \frac{-0,48}{r^2} \quad (7)$$

Nghiệm tổng quát của phương trình vi phân này là:

$$u = \frac{-0,48 \ln r}{r} + \frac{C}{r} \quad (8)$$

Trong đó, hằng số bất định C được tìm dựa vào điều kiện dịch chuyển liên tục trên biên của vùng trạng thái dẻo $r = R_L$ [2]:

$$C = R_L u^e - u_R \quad (9)$$

Ở đây: $u_R = -0,48 \ln R_L$.

Giá trị u^e của độ dịch chuyển u trên biên của vùng trạng thái dẻo $u_L = R_L$, được tính theo công thức [4]:

$$u^e = \frac{3}{2} \frac{R_L R_0^2}{E(1 - \sin \rho)} Q R_L^\alpha \sin \rho \quad (10)$$

Trong đó:

$$a = \frac{2 \sin \rho}{1 - \sin \rho}; Q = p + \frac{2 \cos \rho}{1 - \sin \rho} \cdot \frac{K}{\alpha} \quad (11)$$

Với: K – lực kết dính của đá xung quanh đường lò; ρ – góc nội ma sát của đá; E – modul đàn hồi của đá; p – phản lực của kết cấu chống; R_0 – đường kính quy đổi của đường lò.

Giá trị bán kính của vùng trạng thái dẻo R_L được xác định theo công thức [4, 6]:

$$\left(\frac{R_L}{R_0} \right)^a = \frac{(1 - \sin \rho)(\gamma H + K \operatorname{ctg} \rho)}{p + K \operatorname{ctg} \rho} \quad (12)$$

Ở đây: γ – trọng lượng riêng của đá; H – độ sâu của đường lò.

Khi đó, độ dịch chuyển biên đường lò được tính theo công thức:

$$u = \frac{3}{2} \frac{R_L^2 R_0}{E(1 - \sin \rho)} Q R_L^\alpha \sin \rho \quad (13)$$

3 Tính toán sự chuyển dịch biên của đường lò có xét đến ảnh hưởng của hệ số bỏ rời đất đá

a) Trường hợp 1: Thực hiện tính toán độ dịch chuyển biên đường lò cho đường lò thực nghiệm (trường hợp a, hình 3), đường lò có dạng hình vòm, diện tích $S = 15,4 \text{ m}^2$. Kích thước lớn nhất vùng biến dạng dẻo trong trường hợp này bằng $2,2R_0$, góc nội ma sát $\rho = 25^\circ$, modul đàn hồi $E = 1,5 \cdot 10^3 \text{ MPa}$, lực kết dính $k = 0,46 \text{ MPa}$, kháng lực của kết cấu chống $\rho = 0^\circ$.

Bán kính quy đổi của đường lò dạng hình vòm có thể tính qua một đường lò hình tròn có diện tích tương đương.

$$R_0 = \sqrt{\frac{S}{\pi}} \quad (14)$$

Tính toán theo công thức (13) ta được độ dịch chuyển của biên đường lò là $u = 0,22$ m. Phân tích kết quả tính toán cho thấy, độ dịch chuyển của biên đường lò là tương đồng với giá trị dịch chuyển nhận được từ thực nghiệm $u = 0,23$ m.

b) *Trường hợp 2:* Đối với đường lò thực nghiệm ở trường hợp b, hình 3, giá trị của các hệ số là $k_0 = 0$, $k_m = -0,19$, $m = 1$. Khi đó phương trình 2 có dạng:

$$\frac{du}{dr} + \frac{u}{r} = \frac{-0,19}{r} \quad (15)$$

Nghiệm tổng quát của phương trình:

$$u = \frac{C}{r} - 0,19 \quad (16)$$

$$C = R_L u^e + 0,19.(R_L - 1) \quad (17)$$

Trong đó: $u_R = -0,19(R_L - 1)$.

Độ dịch chuyển của biên đường lò sẽ được tính theo công thức:

$$u = \frac{3}{2} \frac{R_L^2 R_0}{E(1 - \sin \rho)} Q R_L^a \sin \rho + \frac{0,19(R_L - 1)}{R_0} - 0,19 \quad (18)$$

Diện tích đường lò $S = 15,4$ m². Kích thước lớn nhất của vùng biến dạng quanh đường lò trong trường hợp này là $1,8R_0$, góc

nội ma sát $\rho = 28^\circ$; modul đàn hồi $E = 6,7.10^3$ MPa; lực kết dính $K = 0,85$ MPa; kháng lực của kết cấu chống $\rho = 0^\circ$. Kết quả tính toán thu được độ dịch chuyển của biên đường lò $0,25$ m phù hợp với giá trị độ dịch chuyển nhận được từ thực nghiệm $0,26$ m.

4 Kết luận và kiến nghị

Phân tích kết quả tính toán và thực nghiệm cho thấy, độ dịch chuyển của biên đường lò chịu ảnh hưởng của tính chất bờ rời của khối đá xung quanh đường lò. Kết quả tính toán theo phương pháp nêu trên có giá trị phù hợp với độ dịch chuyển của biên đường lò thu được từ thực nghiệm. Theo lý thuyết tính toán trên, tại những khu vực có điều kiện địa chất yếu, hoặc tại những đường lò có vị trí độ sâu lớn sẽ xảy ra hiện tượng bờ rời của khối đá xung quanh đường lò. Hiện tượng này ảnh hưởng lớn đến sự dịch chuyển của biên đường lò. Quá trình dịch chuyển này sẽ xảy ra trong suốt quá trình sử dụng của đường lò và giảm dần theo thời gian. Việc xác định và tính toán chính xác giá trị dịch chuyển của biên đường lò trong thời gian xây dựng và sử dụng sẽ giúp ích rất nhiều trong việc thiết kế, lựa chọn chủng loại kết cấu chống phù hợp với đường lò.

TÀI LIỆU THAM KHẢO

1. **Wrede R.** Advanced Calculus (3rd edition) / R. Wrede, M.R. Spiegel // Schum's Outline Series, ISBN 978-0-07-162366-7. - 2010.
2. Báo cáo dự án đo dịch động của một số mỏ than ở Quảng Ninh // Viện Khoa học Công nghệ Mỏ- Vinacomin. - 2011.
3. **Дружко Е.Б.** Устойчивость основных горных выработок / Е.Б. Дружко, Ю.З. Заславский, Ф.И. Перепичка. - Донецк: Издательство «Донбасс». - 1975. - 142 p.
4. **Ставрогин А.Н.** Пластичность горных пород / А.Н. Ставрогин, А.Г. Протосеня. - М: Недра. - 1979. - 305 p.
5. **Ставрогин А.Н.** Механика деформирования и разрушения горных пород / А.Н. Ставрогин, А.Г. Протосеня. - М: Недра. - 1992. - 224 p.
6. **Фисенко Г.Л.** Предельные состояния горных пород вокруг выработок / Г.Л. Фисенко. - М: Недра. - 1976. - 272 p.

ỨNG DỤNG THIẾT BỊ BAY KHÔNG NGƯỜI LÁI VTOL THÀNH LẬP BẢN ĐỒ ĐỊA HÌNH TỶ LỆ LỚN CÔNG TÁC KHẢO SÁT MỎ

ThS. Vũ Thị Thu Hiền

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

1 Giới thiệu

Ứng dụng thiết bị bay không người lái (UAV – Unmanned Aerial Vehicle) trong công tác trắc địa đang đang trở nên phổ biến và là xu thế phát triển chung của các nước trên thế giới. Hiện nay, ở các mỏ lộ thiên tại Việt Nam, việc ứng dụng công nghệ UAV trong trắc địa vẫn còn ở mức hạn chế và ở mức độ thử nghiệm. Các nghiên cứu của các tác giả nước ngoài [1 - 4] và trong nước [5] đang từng bước đưa công nghệ này vào Việt Nam một cách rộng rãi. Phương pháp ứng dụng UAV được áp dụng thì công tác đo đạc trắc địa ở các mỏ lộ thiên trở nên đơn giản hơn, hiệu quả công việc được nâng cao. Bài báo chỉ ra khả năng ứng dụng thiết bị UAV để thành lập bản đồ mỏ lộ thiên tại Việt Nam.

2 Thiết bị và phương pháp thực hiện

Với sự phát triển mạnh mẽ của thiết bị bay không người lái trong những năm gần đây, việc ứng dụng trong lĩnh vực khảo sát thành lập bản đồ địa hình đã được mở ra. Đã có nhiều công trình sử dụng thiết bị bay không người lái phục vụ cho mục đích khảo sát - thiết kế, đặc biệt với các mỏ lộ thiên khi điều kiện cho phép khảo sát trực tiếp gặp nhiều hạn chế.

Máy bay không người lái VTOL của WingtraOne có khả năng thực hiện nhanh trên các khu vực khó tiếp cận và tạo ra các sản phẩm tin cậy với độ chính xác cao. Đặc biệt, đây là một UAV lai chỉ gồm bốn bộ phận chuyển động: Hai cánh quạt để đẩy và hai cánh để điều khiển. Thiết kế đơn giản và đẹp mắt này là kết quả của hơn bảy năm nghiên cứu và phát triển nhằm tạo ra một cách hiệu quả và thuận tiện hơn cho máy bay

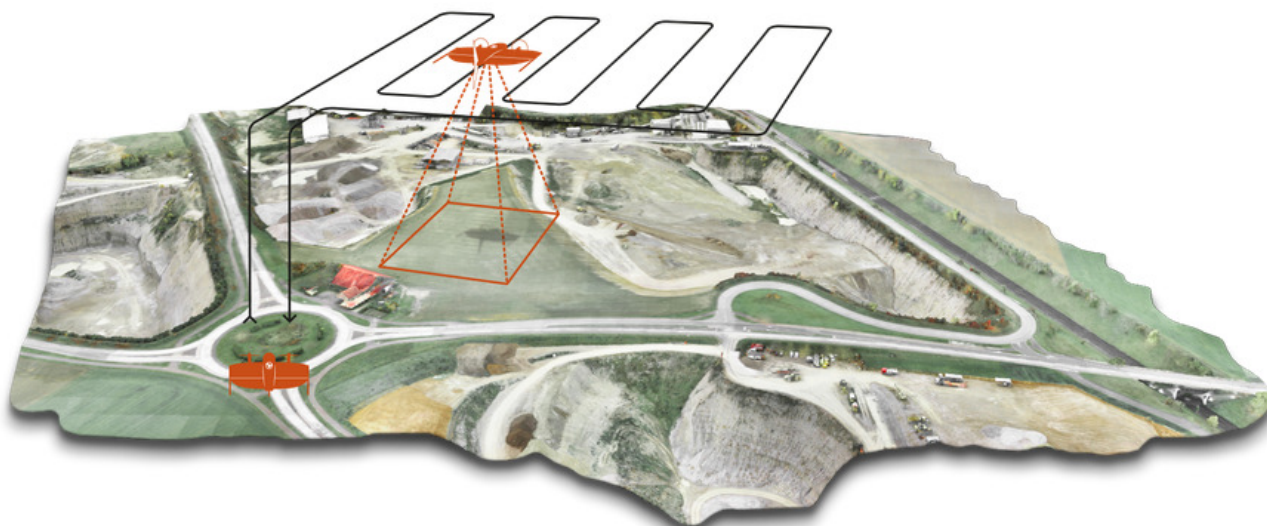
không người lái cánh cố định, cất cánh và hạ cánh trong khi mang theo máy ảnh.

Trong khảo sát phục vụ thiết kế xây dựng, ứng dụng thiết bị bay không người lái VTOL có thể được sử dụng cho các mục đích đo khối lượng, xây dựng mô hình địa hình, bản đồ địa hình hay theo dõi tiến độ thi công. Ví dụ điển hình ứng dụng thiết bị VTOL là dự án EuroTube – dự án giao thông siêu nhanh đầu tiên ở Châu Âu. Dự án được phát triển đầu tiên tại Thụy Sĩ, một đất nước nổi tiếng với những ngọn núi. Đơn vị đầu tư cần phải tìm một dải đất bằng phẳng, dài 3 km và rộng 3 m để xây dựng EuroTube – một ống chân không dài 3 km, là nơi thử nghiệm công nghệ vận chuyển tốc độ cao, cung cấp môi trường không có sức cản không khí để thử nghiệm thiết bị vận chuyển hoặc ô tô, có thể được tăng tốc lên tốc độ cao như chiếc Boeing 747 đang bay.

Họ đã tìm thấy một vị trí ở bang Valais, nằm bên cạnh đường ray xe lửa. Tuy nhiên, một thử thách lại xuất hiện: Làm thế nào để khảo sát một địa điểm phức tạp, được bao quanh bởi những ngọn núi và rừng cây. Và công ty WingtraOne đã tìm ra một giải pháp: Máy bay không người lái cánh cố định VTOL có khả năng cất cánh và hạ cánh thẳng đứng (hình 1).



Hình 1. Máy bay không người lái VTOL của WingtraOne



Hình 2. Mô hình bay chụp bằng VTOL

3 Phần mềm xử lý ảnh chụp UAV

Sona, Pinto, Pagliari, Passoni và Gini [6] đã chỉ ra rằng, độ chính xác của sản phẩm bản đồ thành lập từ công nghệ UAV phụ thuộc vào phần mềm và thuật toán SfM (Structure-fromMotion) xử lý ảnh được sử dụng. Đặc điểm của các phần mềm tích hợp các thuật toán SfM là quá trình xử lý ảnh thành lập các sản phẩm bản đồ được tự động ở mức cao. Cơ chế hoạt động của các thuật toán SfM cơ bản gồm các bước chính như sau [7]:

- Bước 1, các điểm “khóa” (Key Point Features, còn gọi là Tie Point) trên các ảnh được tự động phát hiện và chiết xuất, sau đó, bộ cơ sở dữ liệu (3D Point Cloud) được xây dựng;

- Bước 2, quá trình khớp ảnh tự động được thực hiện giữa các cặp ảnh, dựa vào các điểm “khóa” nằm trên phần phủ dọc và phủ ngang;

- Bước 3, quá trình bình sai khối tam giác ảnh không gian được tiến hành để xác định các tham số định hướng trong, định hướng ngoài và nội suy tọa độ 3D cho các điểm trên ảnh.

Một số phần mềm được cung cấp miễn phí cho người sử dụng như: Bundler

Photogrammetry Package, SFMToolkit, Python Photogrammetry Toolbox, VisualSFM...

4 Đánh giá độ chính xác

Đánh giá độ chính xác của sản phẩm bản đồ là khâu rất quan trọng, thiếu công tác này, sản phẩm bản đồ không có ý nghĩa sử dụng, kết quả nghiên cứu sẽ không có ý nghĩa khoa học. Độ chính xác của bản đồ có thể được đánh giá trên cơ sở sử dụng công thức sau [5]:

$$RMSE = \sqrt{E^2 / n}$$

$$E^2 = \sum_{i=1}^n e_i^2$$

$$e = v_{\text{map}} - v_{\text{test}}$$

Trong đó: RMSE – sai số trung phương; v_{map} – tọa độ x, hoặc tọa độ y, hoặc tọa độ z trên bản đồ; v_{test} – tọa độ x, hoặc tọa độ y, hoặc tọa độ z tại các điểm khống chế; n – tổng số điểm kiểm tra.

5 Thực nghiệm

Tác giả đã khảo sát địa hình một cách nhanh chóng với độ chính xác cao bằng một chiếc WingtraOne VTOL trang bị máy ảnh RX1RII và PPK (động học sau xử lý). Các chuyến bay thực hiện trên một mảnh đất bằng phẳng, kế hoạch bay đã được thực hiện tại chỗ và chỉ mất chưa đầy 5 phút để thiết

lập. Sau khi lập kế hoạch bay và tiến hành chạy một loạt các kiểm tra trước khi bay tự động, máy bay không người lái bắt đầu chuyến bay của mình để thu thập hình ảnh trên không với khoảng cách lấy mẫu mặt đất (GSD) là 3 cm/px. Chỉ chưa đầy 1 giờ, máy bay không người lái đã thu thập được hơn 800 hình ảnh riêng lẻ.

Các hình ảnh với thông tin định vị địa lý chính xác của chúng sau đó đã được tải lên Pix4Dmapper để tạo ra một đám mây điểm. Đám mây điểm được tạo có độ chính xác dọc là 10 cm và độ chính xác ngang là 3 cm. Độ chính xác này hoàn toàn đáp ứng cho công tác thành lập bản đồ địa hình 1/1.000 cho các mỏ lộ thiên.

6 Một vài đánh giá

Trong phạm vi bài báo chưa đưa ra quy trình xử lý cụ thể và đánh giá độ chính xác cho các điểm không chế ảnh và sơ đồ bay chụp. Tuy nhiên, về tổng quan có thể thấy mức độ ưu việt của phương pháp sử dụng UAV, cụ thể là với WingtraOne VTOL. Trong điều kiện và phạm vi khi thành lập bản đồ khai thác mỏ như hiện nay của Việt Nam, đây không chỉ là phương pháp tiết kiệm nhân lực và thời gian, mà còn mở ra một hướng phát triển trong tương lai, khi thiết bị bay chụp và công nghệ xử lý được hoàn thiện. Trong thời gian không xa, công nghệ này sẽ trở nên phổ biến và áp dụng rộng rãi cho công tác thành lập bản đồ, khảo sát địa hình của các mỏ lộ thiên của Việt Nam và trong các lĩnh vực khác.

TÀI LIỆU THAM KHẢO

1. **Johnson A.** Plane and Geodetic Surveying / A. Johnson // 2nd ed. CRC Press. - 2014. - PP. 79 - 99.
2. **Kummel E.** Parc Agricole - Landschaftsraum Kronsberg am Stadtrand von Hannover / E. Kummel // Anthos. 4. - 2000. - PP. 56 - 59.
3. **Landis J.R.** The Measurement of Observer Agreement for Categorical Data / J.R. Landis, G.G. Koch // Biometrics. 33. - 1977. - PP. 159 - 174.
4. **Содем Я.Э.** Программирование компьютерного зрения на языке Python / Пер. с англ. А.А. Слинкина. - М.: ДМК Пресс. - 2016. - 312 с.
5. **B.T. Diệu.** Xây dựng mô hình số bề mặt và bản đồ trực ảnh ứng dụng công nghệ UAV và máy ảnh phổ thông / Diệu B.T.; Vân N.C.; Hùng H.M.; Phương Đ.B.; Hà N.V.; Anh T.T.; Minh N.Q. // Hội nghị Khoa học: Đo đạc bản đồ với ứng phó biến đổi khí hậu. 7. - 2016. - 16 trang.
6. **Sona G.** Experimental Analysis of Different Software Packages for Orientation and Digital Surface Modelling from UAV Images / G. Sona; L. Pinto; D. Pagliari; D. Passoni; R. Gini // Earth Science Informatics, 7. - 2014. - PP. 97 - 107.
7. **Snavely N.** Modeling the World from Internet Photo Collections / N. Snavely; S.M. Seitz; R. Szeliski // International Journal of Computer Vision, 80. - 2008. - PP. 189 - 210.

QUAN ĐIỂM MỚI VỀ CƠ CHẾ HÓA BỀN CỦA THÉP MANGAN CAO

ThS. Lê Thanh Bình – Viện Cơ khí Năng lượng và Mỏ- Vincaomin

Tóm tắt: Cơ chế hóa bền của thép mangan cao trước đây được cho rằng do sự chuyển biến từ austenite sang mactenxit dưới tác dụng của tải trọng va đập. Tuy nhiên, trong những năm gần đây, bằng những biện pháp kỹ thuật hiện đại (TEM, SEM...) đã chứng minh được rằng, cơ chế hóa bền của loại thép này không chỉ là chuyển biến mactenxit mà còn có thể bằng song tinh, xô lệch mạng, cacbit phân tán và sự xuất hiện của lớp nano austenit trên bề mặt chi tiết. Bài báo này giới thiệu một số kết quả nghiên cứu và những quan điểm mới về cơ chế hóa bền của thép mangan cao.

Từ khóa: Austenite, biến dạng, chuyển biến, mactenxit, song tinh.

1 Mở đầu

Thép mangan cao là thép có tổ chức một pha austenite (do chứa nhiều Mn là nguyên tố mở rộng vùng γ). Austenite có kiểu mạng lập phương tâm mặt, có độ dẻo dai cao, độ cứng thấp, dễ biến dạng. Theo quan điểm cổ

điển [1], khi làm việc trong điều kiện áp lực cao, ma sát và chịu va đập lớn, lớp bề mặt của chi tiết bị biến dạng dẻo mạnh, xảy ra hai quá trình: Các hạt austenite bị chia nhỏ thành tổ chức siêu hạt và trở nên nhỏ mịn; đồng thời dưới tác dụng của áp suất cao, phần austenite này bị chuyển biến thành mactenxit và được gọi là mactenxit biến dạng với độ cứng cao do hàm lượng cacbon trong thép cao (0,7 - 1,4%), có kiểu mạng chính phương tâm khối (cacbon quá bão hòa trong Fe_α), do vậy bề mặt chi tiết có độ cứng cao và chống mài mòn. Trong khi đó, lõi austenite vẫn giữ nguyên cấu trúc ban đầu nên dẻo dai, chịu va đập. Trong quá trình làm việc, lớp bề mặt có cấu trúc mactenxit bị mòn đi, lớp austenite bên trong lộ ra ngoài, dưới áp lực cao, ma sát và va đập, lớp austenite này lại chuyển biến thành mactenxit. Hiện tượng này gọi là tự biến cứng. Thành phần hóa học các mác thép mangan cao theo tiêu chuẩn GOST của Nga và ASTM của Mỹ được cho trong bảng 1.

Bảng 1. Thành phần hóa học các mác thép mangan cao theo tiêu chuẩn GOST và ASTM

Mác thép	% theo khối lượng						
	C	Si	Mn	P	Cr	Ni	Mo
GOST 21357							
110Г13Л	0,90-1,20	0,4-0,9	11,5-14,5	-	$\leq 0,3$	$\leq 0,3$	-
110Г13ХБРЛ	0,90-1,30	0,3-0,9	11,5-14,5	-	0,8-1,5	$\leq 0,3$	-
ASTM A 128							
A	1,05-1,35		$\geq 11,0$	$\leq 1,0$	-	-	-
B-1	0,90-1,05		11,5-14,0	$\leq 1,0$	-	-	-
B-2	1,05-1,20		11,5-14,0	$\leq 1,0$	-	-	-
B-3	1,12-1,28		11,5-14,0	$\leq 1,0$	-	-	-
B-4	1,20-1,35		11,5-14,0	$\leq 1,0$	-	-	-
C	1,05-1,35		11,5-14,0	$\leq 1,0$	1,5-2,5	-	-
D	0,70-1,30		11,5-14,0	$\leq 1,0$	-	3,0-4,0	-
E-1	0,70-1,30		11,5-14,0	$\leq 1,0$	-	-	0,9-1,2
E-2	1,05-1,45		11,5-14,0	$\leq 1,0$	-	-	1,8-2,1
F	1,05-1,35		6,0-8,0	$\leq 1,0$	-	-	0,9-1,2

2 Quan điểm mới về cơ chế hóa bền của thép mangan cao

Theo một số nghiên cứu gần đây cho thấy, khi chịu tải trọng va đập, mạng tinh thể của austenit bị xô lệch, xuất hiện khuyết tật xếp (sự vi phạm trật tự sắp xếp các lớp nguyên tử). Khuyết tật xếp có thể sinh ra khi có một lệch song tinh chuyển động. Vì vậy, khuyết tật xếp và song tinh luôn có quan hệ với nhau. Khuyết tật xếp đặc trưng bởi năng lượng khuyết tật xếp (Stacking Fault Energy – SFE). Giá trị của năng lượng khuyết tật xếp phụ thuộc vào nhiều yếu tố nhưng chủ yếu là yếu tố nội tại, tức là thành phần của thép [2].

Năng lượng khuyết tật xếp được tính theo biểu thức [3]:

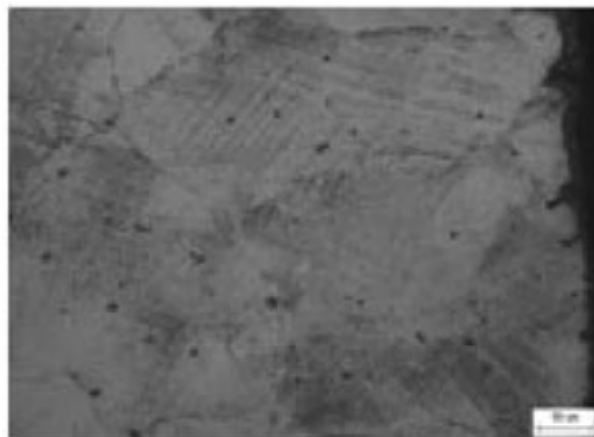
$$\gamma_{\text{SFE}} = 2\rho\Delta G^{\gamma-\varepsilon} + 2\sigma^{\gamma-\varepsilon}$$

Trong đó: ρ – mật độ nguyên tử trên mặt (111); $\Delta G^{\gamma-\varepsilon}$ – sự chênh lệch về năng lượng tự do Gibbs giữa pha austenit γ và pha mactenxit ε ; $\sigma^{\gamma-\varepsilon}$ – năng lượng bề mặt giữa γ và ε .

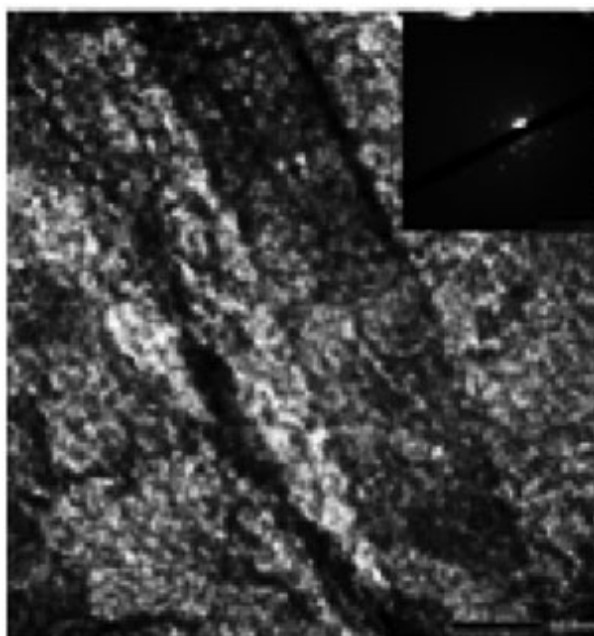
Theo [3-5], năng lượng khuyết tật xếp đóng vai trò quyết định trong việc hình thành tổ chức song tinh, mactenxit ε hoặc dải trượt. Tổ chức mactenxit ε chỉ có thể được tạo thành khi năng lượng khuyết tật xếp nhỏ hơn 18 mJ/m². Khi đó, việc chuyển mạng từ lập phương tâm mặt sang chính phương tâm khối thuận lợi, trong khi song tinh được tạo ra khi năng lượng khuyết tật xếp có giá trị từ 18 - 35 mJ/m², còn dải trượt hình thành với năng lượng khuyết tật xếp lớn hơn 35 mJ/m². Như vậy, các nguyên tố hạ thấp SFE làm giảm sự ổn định của austenit và tạo điều kiện chuyển pha từ γ sang ε .

Như đã nói ở trên, theo [2], thành phần thép có ảnh hưởng to lớn đến SFE. Cacbon tăng giá trị của SFE ít nhất 12 mJ/m² ứng với 1%, theo quy luật tuyến tính. Khi cacbon phân bố tại vùng gần khuyết tật, giá trị đó càng lớn hơn (~74 mJ/m²). Vì vậy, thường

chỉ quan sát thấy chuyển biến mactenxit trong các thép có hàm lượng cacbon nhỏ hơn 0,6%.



Hình 1. Ảnh hiển vi quang học mẫu thép 110Γ13Π sau khi xử lý nhiệt và va đập



Hình 2. Ảnh hiển vi điện tử truyền qua (TEM) mẫu thép 110Γ13Π sau khi xử lý nhiệt và va đập

Trong khi đó, ảnh hưởng của mangan đến SFE rất phức tạp. Từ 0 - 13%, mangan làm giảm SFE 5 mJ/m² với mỗi 1%. Giá trị cực tiểu đạt được tại 13% Mn và sau đó tăng chậm cho đến khi Mn khoảng 30%. Các nghiên cứu [3, 4] đã tính toán và vẽ đồ thị sự phụ thuộc dạng hàm parabol lõm của năng lượng khuyết tật xếp vào hàm lượng mangan với các giá trị cực tiểu tại 13, 15 và 22% Mn. Nghiên cứu [6] đã xây dựng đồ thị phụ thuộc giữa năng lượng khuyết tật xếp và cacbon cho thép có hàm lượng cacbon 0,6 và 0,85%.

Nghiên cứu [3] đã tính toán năng lượng khuyết tật, tính toán nhiệt động học của chuyển biến mactenxit biến dạng và kết luận, các thép có hàm lượng cacbon nhỏ hơn 1% mới có năng lượng khuyết tật xếp nhỏ hơn 18 mJ/m^2 và mới chuyển biến mactenxit ϵ . Những nghiên cứu này góp phần làm sáng tỏ việc chỉ một số thép magan cao có chuyển biến mactenxit, các mức còn lại không có hoặc nếu có chỉ có thể ở bề mặt do trùng hợp có sự thoát cacbon trong quá trình nhiệt luyện.

Theo kết quả nghiên cứu [5], các mẫu thép 110Г13Л sau khi được nhiệt luyện theo chế độ: Nâng nhiệt đến 650°C , giữ nhiệt trong 2 giờ, làm nguội ngoài không khí rồi nâng tiếp lên 1.100°C , giữ nhiệt trong 2 giờ và tôi nhanh trong nước; sau đó được thử va đập với tải trọng 100 N trong 3.000 lần, có ảnh chụp tổ chức tế vi đều không chứa tổ

chức mactenxit, mà chỉ thấy có song tinh xuất hiện ở trên bề mặt của mẫu (Hình 1). Trên ảnh hiển vi điện tử truyền qua (TEM) của các mẫu này cũng cho thấy, thay vì tổ chức mactenxit là các dải song tinh (Hình 2). Điều này phù hợp với kết quả của một số nghiên cứu về thép magan cao [7, 8].

3 Kết luận

Thông qua kết quả các công trình nghiên cứu gần đây về thép magan cao và bằng phân tích ở trên, có thể kết luận rằng:

- Cơ chế chuyển biến mactenxit trong các thép magan cao chỉ xảy ra khi thép có hàm lượng cacbon nhỏ hơn 0,6%;

- Với các thép magan cao có hàm lượng cacbon lớn hơn 0,6%, sau khi xử lý nhiệt và va đập không xảy ra chuyển biến mactenxit mà cơ chế hóa bền do hình thành tổ chức song tinh hoặc giải trượt.

TÀI LIỆU THAM KHẢO

1. **Nguyễn Khắc Xương** (chủ biên). Vật liệu kỹ thuật / Khắc Xương Nguyễn // NXB Đại học Bách Khoa Hà Nội. - 2016. - 716 tr.
2. **Lê Công Dưỡng** (chủ biên). Kim loại học / Công Dưỡng Lê // NXB Đại học Bách Khoa Hà Nội. - 1986.
3. **Argon A.S.** Strengthening Mechanisms in Crystal Plasticity / A.S. Argon // Oxford Series on Materials Modeling ISBN 978- 0-19-851600-2. - 2008.
4. **Hedström Peter.** Deformation Induced Martensitic Transformation of Metastable Stainless Steel AISI 301 / Peter Hedström // Licentiate Thesis 2005:79, Division of Engineering Materials, ISSN: 1402-1757. - 2005. - 90 p.
5. **Lê Thị Chiều.** Cơ chế hóa bền của thép austenit magan cao / Thị Chiều Lê; Mai Khánh Phạm // Khoa học Công nghệ kim loại. - 2016. - Số 65. - Tr. 43-47.
6. **Smith R.W.** Development of High-Manganese Steels for Heavy Duty Cast-to- Shape Applications / R.W. Smith; A. DeMonte; W.B.F. Mackay // Journal of Materials Processing Technology. - 2004. - 153-154. - PP. 589-595.
7. **Yan Weilin.** Effect of Surface Nanocrystallization on Abrasive Wear Properties in Hadfield Steel / Weilin Yan; LiangFang; Zhanguang Zheng; KunSun; YunhuaXu // Tribology International 42. - 2009. - PP. 634-641.
8. **Feng X.Y.** Wear Behavior of Nanocrystallised Hadfield Steel / X.Y. Feng; F.C. Zang; Z.N. Yang; M. Zang // Wear. - 2013. - Vol. 305, Issue 1-2. - PP. 299-304.

NGHIÊN CỨU THIẾT KẾ, CHẾ TẠO, LẮP ĐẶT HỆ THỐNG THỬ NGHIỆM, XÂY DỰNG QUY TRÌNH VÀ ÁP DỤNG THỬ NGHIỆM AN TOÀN ĐIỆN, TỪ TRƯỜNG CHO CÁC THIẾT BỊ ĐIỆN CÔNG NGHIỆP VÀ DÂN DỤNG

KS. Phạm Quang Vũ, ThS. Nguyễn Thu Hiền – Viện Cơ khí Năng lượng và Mỏ- Vinacomin

Tóm tắt

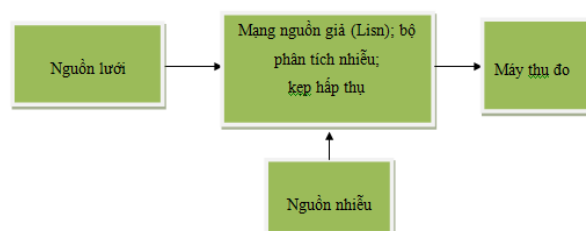
Năm 2018, Viện Cơ khí Năng lượng và Mỏ- Vinacomin được Tập đoàn Công nghiệp Than - Khoáng sản Việt Nam giao thực hiện đề tài KH&CN cấp Tập đoàn TKV “*Nghiên cứu thiết kế, chế tạo, lắp đặt hệ thống thử nghiệm, xây dựng quy trình và áp dụng thử nghiệm an toàn điện, từ trường cho các thiết bị công nghiệp và dân dụng*”. Bài báo đưa ra các kết quả của đề tài, đã thực hiện nghiên cứu thiết kế, chế tạo và lắp đặt các trang thiết bị đo kiểm sóng điện từ, kết hợp với việc sử dụng các phần mềm chuyên dụng RadiMation, Pmm Click Analysi nhằm phát hiện ra mức độ sóng điện từ gây ra bởi các thiết bị điện có vượt quá mức giới hạn theo tiêu chuẩn hay không, từ đó đưa ra kết luận cho các thiết bị điện được kiểm tra về sóng điện từ theo tiêu chuẩn hiện hành.

1 Đặt vấn đề

Chúng ta đang sống trong thời đại điện tử, bao quanh ta là những đường dây tải điện, điện thoại, wifi, tủ lạnh, vi tính, máy giặt, lò vi sóng và các thiết bị công nghiệp khác. Ngoài các tác động đến sức khỏe con người, sóng điện từ còn gây ảnh hưởng xấu đến các thiết bị điện, điện tử, hệ thống điều khiển. Chính vì vậy, việc kiểm soát sóng điện từ gây ra bởi các thiết bị điện, điện tử là rất quan trọng, giúp các nhà sản xuất, nhà thiết kế đưa ra được các sản phẩm có chất lượng và độ an toàn cao. Ngoài ra, việc nghiên cứu và phát triển thử nghiệm an toàn điện, từ trường còn nhằm kiểm soát các sản phẩm sử dụng trong ngành khai thác mỏ, năng lượng trước khi đưa vào sử dụng.

2 Nội dung nghiên cứu

Căn cứ theo tiêu chuẩn thử nghiệm tương thích điện từ TCVN 7492-1:2010, (Phần 1: Phát xạ), tác giả xây dựng mô hình đo lường chung cho các phép đo như hình 1.



Hình 1: Mô hình đo lường chung cho các phép đo

Các nguồn nhiễu đến từ các thiết bị cần thử nghiệm, ví dụ: Tủ lạnh, điều hòa, máy giặt, máy hút bụi... Các nhiễu sinh ra bởi các thiết bị này qua đường dây dẫn nguồn hoặc dây tín hiệu đưa đến hệ thống thu đo, gọi là nhiễu dẫn và được đo bằng điện áp hoặc công suất. Các đại lượng cần đo và thiết bị đo như sau:

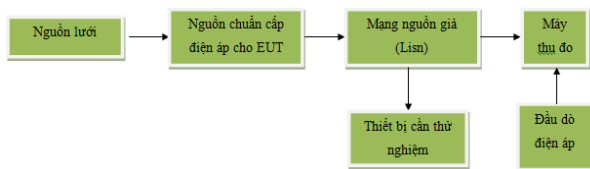
Bảng 1: Các đại lượng cần đo và thiết bị đo

Đại lượng cần đo	Thiết bị đo
Điện áp nhiễu đầu nối trong dải tần số 150 kHz - 30 MHz	- Mạng nguồn giả Lisn - Máy thu đo - Đầu dò điện áp - Tay giả
Nhiều không liên tục (Click) trong dải tần số 150 kHz - 30 MHz	- Mạng nguồn giả Lisn - Bộ phân tích nhiễu - Máy thu đo
Công suất nhiễu trong dải tần số 30 - 300 MHz	- Kẹp hấp thụ - Máy thu đo - Bàn trượt kẹp

2.1 Sơ đồ nguyên lý đo

a) Phép đo điện áp nhiều đầu nối nguồn lưới (150 kHz - 30MHz)

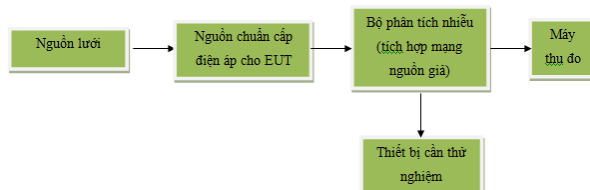
Sơ đồ đo điện áp nhiều đầu nối nguồn lưới được cho trong hình 2.



Hình 2: Sơ đồ đo điện áp nhiều đầu nối nguồn lưới

b) Phép đo nhiễu không liên tục (150 kHz - 30 MHz)

Sơ đồ đo điện áp nhiễu không liên tục được cho trong hình 3.

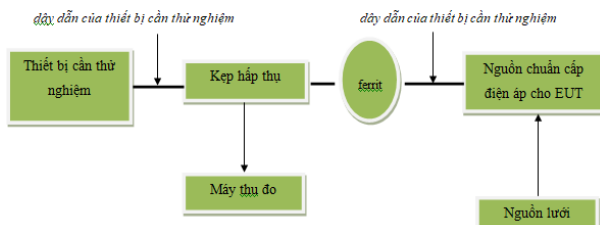


Hình 3: Sơ đồ đo nhiễu không liên tục

Nhiễu không liên tục là nhiễu có biên độ vượt quá giới hạn tụt đỉnh của nhiễu liên tục, khoảng thời gian nhiễu không quá 200 ms và cách nhiễu tiếp theo ít nhất 200 ms. Các khoảng thời gian được xác định từ tín hiệu vượt quá mức chuẩn tần số trung gian (i.f) của máy thu đo.

c) Phép đo công suất nhiễu (30 - 300 MHz)

Sơ đồ đo công suất nhiễu được cho trong hình 3.



Hình 4: Sơ đồ đo công suất nhiễu

Sơ đồ đo công suất nhiễu trong dải tần số từ 30 - 300 MHz. Đối với tần số trên 30 MHz năng lượng nhiễu được coi là truyền bằng bức xạ đến thiết bị bị nhiễu. Năng lượng nhiễu chủ yếu bức xạ bởi phần dây dẫn

nguồn và các dây dẫn khác gần thiết bị. Do đó, xác định khả năng gây nhiễu của thiết bị là công suất mà nó có thể cung cấp cho dây dẫn. Công suất này gần bằng với công suất mà thiết bị cung cấp cho cơ cấu kẹp hấp thụ thích hợp đặt xung quanh các dây dẫn này ở vị trí công suất hấp thụ đạt lớn nhất.

2.2 Lựa chọn và thiết kế thiết bị thử nghiệm phù hợp với tiêu chuẩn

a) Máy thu đo 9010F

Máy thu đo phải phù hợp với Điều 4 và Điều 6 của TCVN 6989-1-1:2008 với các thông số như sau:

Bảng 2: Bảng so sánh thông số máy thu đo 9010F với yêu cầu theo tiêu chuẩn

Yêu cầu theo TCVN 6988-1-1:2008	Máy thu đo 9010F
Dải tần số 9 kHz - 30 MHz	Dải tần số 10 Hz - 30 MHz
$Z_{in} = 50 \Omega$	$Z_{in} = 50 \Omega$
VSWR (hệ số điện áp sóng đứng) $\leq 2,0$ khi độ suy hao RF là 0 dB	VSWR (hệ số điện áp sóng đứng) $\leq 1,6$ khi độ suy hao RF là 0 dB
VSWR (hệ số điện áp sóng đứng) $\leq 1,2$ khi độ suy hao RF là ≥ 10 dB	VSWR (hệ số điện áp sóng đứng) $\leq 1,2$ khi độ suy hao RF là ≥ 10 dB
Độ rộng băng tần (9 - 150 kHz) là 0,2 kHz	Độ rộng băng tần (9 - 150 kHz) là 0,2 kHz
Độ rộng băng tần (0,15 - 30 MHz) là 9 kHz	Độ rộng băng tần (0,15 - 30 MHz) là 9 kHz
Độ chính xác điện áp sóng sin $< \pm 2$ dB	Độ chính xác điện áp sóng sin $< \pm 0,8$ dB
Bộ tách sóng: Tụt đỉnh và trung bình	Bộ tách sóng: Đỉnh, tụt đỉnh và trung bình

b) Máy thu đo mở rộng 9030

Máy thu đo phải phù hợp với Điều 4 và Điều 6 của TCVN 6989-1-1:2008 với các thông số như sau:

Bảng 3: Bảng so sánh thông số máy thu đo 9030 với yêu cầu theo tiêu chuẩn

Yêu cầu theo TCVN 6988-1-1:2008	Máy thu đo 9010F
Dải tần số 9 kHz - 1.000 MHz	Dải tần số 30 MHz - 3 GHz
VSWR (hệ số điện áp sóng đứng) $\leq 2,0$ khi độ suy hao RF là 0 dB	VSWR (hệ số điện áp sóng đứng) $\leq 2,0$ khi độ suy hao RF là 0 dB
VSWR (hệ số điện áp sóng đứng) $\leq 1,2$ khi độ suy hao RF là ≥ 10 dB	VSWR (hệ số điện áp sóng đứng) $\leq 1,2$ khi độ suy hao RF là ≥ 10 dB
Độ rộng băng tần (30 - 1.000 MHz) là 120 kHz	Độ rộng băng tần (30 - 1.000 MHz) là 120 kHz
Độ chính xác điện áp sóng sin $< \pm 2$ dB	Độ chính xác điện áp sóng sin ± 1 dB từ 30 MHz - 1 GHz; độ chính xác điện áp sóng sin $\pm 1,5$ dB từ 1 - 3 GHz
Bộ tách sóng: Tựa đỉnh và trung bình	Bộ tách sóng: Đỉnh, tựa đỉnh và trung bình

c) Bộ phân tích nhiễu CA0010 (tích hợp mạng nguồn giả Lisn)

Bộ phân tích nhiễu phải phù hợp với điều 10 của TCVN 6989-1-1:2008, mạng nguồn giả phải phù hợp với Điều 4 của TCVN 6989-1-2:2008 với các thông số như sau:

Bảng 4: Bảng so sánh thông số bộ phân tích nhiễu CA0010 với yêu cầu theo tiêu chuẩn

Yêu cầu theo TCVN 6988-1-1:2008	Bộ phân tích nhiễu CA0010
Đo nhiễu không liên tục tại các tần số 150 kHz, 500 kHz, 1,4 MHz, 30 MHz	Đo nhiễu không liên tục tại các tần số 150 kHz, 500 kHz, 1,4 MHz, 30 MHz
$Z_{in} = 50\Omega$	$Z_{in} = 50\Omega$
VSWR (hệ số điện áp sóng đứng) $\leq 1,2$ khi độ suy hao RF là ≥ 10 dB	VSWR (hệ số điện áp sóng đứng) $\leq 1,2$ khi độ suy hao RF là ≥ 10 dB

Yêu cầu theo TCVN 6988-1-2:2008	Mạng nguồn giả Lisn
Dải tần số từ 150 kHz - 30 MHz	Dải tần số từ 150 kHz - 30 MHz
$Z_{in} = 50\Omega$	$Z_{in} = 50\Omega$
VSWR (hệ số điện áp sóng đứng) $\leq 1,2$ khi độ suy hao RF là 10 dB	VSWR (hệ số điện áp sóng đứng) $\leq 1,2$ khi độ suy hao RF là 10 dB
Mạch tương đương 50 Ω // 50 μ H	Mạch tương đương 50 Ω // 50 μ H

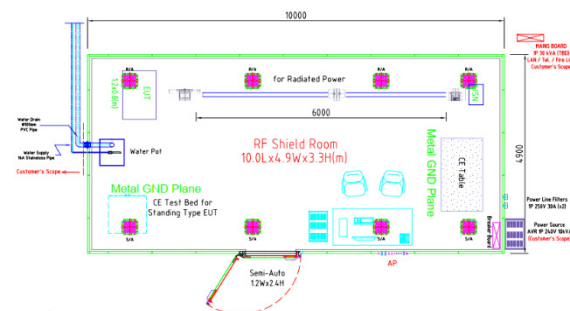
d) Các thiết bị khác

- Kẹp hấp thụ phù hợp với TCVN 6989-1-3:2008;
- Hệ thống di chuyển kẹp hấp thụ phù hợp với TCVN 6989-1-3:2008;
- Đầu dò điện áp phù hợp với TCVN 6989-1-2:2008.

2.3 Lựa chọn và thiết kế phòng che chắn sóng điện từ phù hợp với tiêu chuẩn

a) Sơ đồ bố trí và kích thước

Các thông số chính ảnh hưởng đến kích thước phòng che chắn là kích thước của mẫu cần thử nghiệm, kích thước của thiết bị thử nghiệm, kích thước của bàn đặt thiết bị cần thử nghiệm, kích thước của các bộ gá thiết bị cần thử nghiệm. Ngoài ra, theo tiêu chuẩn thử nghiệm TCVN 7492-1:2010, khoảng cách giữa thiết bị cần thử nghiệm và các thiết bị đo, thiết bị phụ trợ, khoảng cách từ mẫu cần thử nghiệm đến các vách của phòng chống nhiễu cũng được xét tới khi tính toán kích thước của phòng che chắn nhiễu. Sơ đồ bố trí và kích thước phòng che chắn sóng điện từ được cho trong hình 5.



Hình 5: Sơ đồ bố trí và kích thước phòng che chắn sóng điện từ

b) Hiệu quả che chắn

Phòng che chắn sóng điện từ phải đáp ứng được theo MIL-STD-285 và IEEE-299: ≥ 60 dB tại 10 kHz; ≥ 100 dB tại 200 kHz; ≥ 110 dB tại 10 MHz; ≥ 100 dB tại 30 MHz; ≥ 100 dB tại 400 MHz, 1 GHz.

c) Kết cấu thép

Phòng che chắn sóng điện từ sử dụng các tấm thép mạ kẽm nhúng nóng dày 2 mm, có lớp kẽm nhúng nóng dày 20 μ m ở mỗi mặt. Các tấm thép này được liên kết với nhau bằng bulong M10 có chiều dài 50 mm. Ở các mối liên kết giữa các tấm thép đó có chèn lưới dệt kim, có tác dụng ngăn cản nhiễu từ môi trường ngoài đi qua mối liên kết vào bên trong phòng.

d) Hệ thống cửa

Sử dụng loại cửa Semi-auto Pneumatic có kích thước (1,2 x 2,4 m). Việc đóng mở cửa được thực hiện bởi hệ thống khí nén có công suất tối thiểu 2,5 HP, áp suất không khí từ 6 - 8 Bar, lưu lượng khí từ 150 l/phút. Cánh cửa và khung cửa được sơn tĩnh điện và có độ bền cao, chống ăn mòn. Hiệu quả chống nhiễu của cánh cửa đáp ứng tiêu chuẩn IEEE-299.

e) Kết cấu sàn

Sàn có 3 phần chính:

- Phần 1: Bao gồm các tấm thép mạ kẽm nhúng nóng được liên kết với nhau bằng bulong và lưới dệt kim;

- Phần 2: Được thiết kế để tương thích với tải điểm và tổng tải của EUT. Thiết kế sàn chịu được tải 1.000 kg/m²;

- Phần 3: Các tấm thép mạ kẽm nhúng nóng dày 2 mm, được đính xuống sàn gỗ và được nối đất ở 4 góc của phòng.

g) Bộ lọc nguồn lưới

Bộ lọc nguồn lưới đáp ứng hoàn toàn theo tiêu chuẩn MIL-STD-220, cụ thể là: > 100 dB tại tần số 14 kHz - 18 GHz.

h) Bộ lọc đường báo khói, đường Internet và đường điện thoại

i) Đèn Led chiếu sáng không gây nhiễu

k) Bảng kết nối các chuẩn kết nối trong và ngoài phòng che chắn sóng điện từ

l) Lỗ thông gió Honeycombs đảm bảo hiệu quả chống nhiễu

m) Đường cấp và xả nước dùng cho thử nghiệm máy giặt

Hình ảnh thực tế phòng che chắn sóng điện từ sau khi hoàn thành lắp đặt được cho trong hình 6.



Hình 6: Hình ảnh thực tế phòng che chắn sóng điện từ sau khi hoàn thành lắp đặt

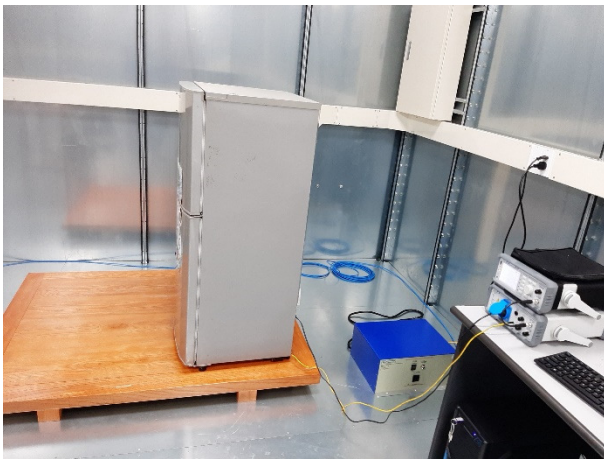
2.4 Phần mềm đo

- Sử dụng phần mềm RadiMation EMC Software version 2019.2.1 của nhà sản xuất Dare (Hà Lan) để tiến hành đo điện áp nhiễu đầu nối nguồn lưới (150 kHz - 30 MHz) và công suất nhiễu (30 - 300 MHz);

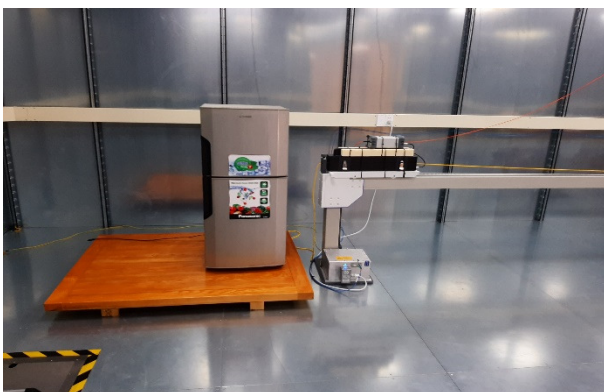
- Sử dụng phần mềm PMM Click Analysis của nhà sản xuất PMM để đo nhiễu không liên tục (150 kHz - 30 MHz).

2.5 Kết quả đo

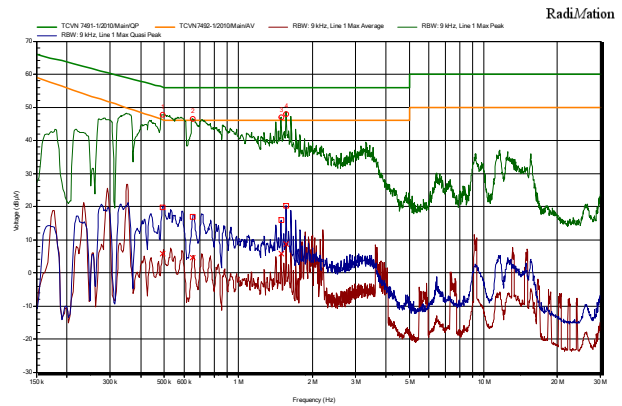
Thử nghiệm tương thích điện từ với sản phẩm: Mẫu tủ lạnh theo TCVN 7492-1:2010. Hình ảnh lắp đặt mẫu thử nghiệm được cho trong hình 7 và 8. Kết quả đo nhiễu liên tục tại đầu nối nguồn lưới đường dây pha L, nhiễu liên tục tại đầu nối nguồn lưới đường trung tính N, công suất nhiễu dây dẫn nguồn và nhiễu không liên tục được cho trong hình 9 - 11 và bảng 5 - 8.



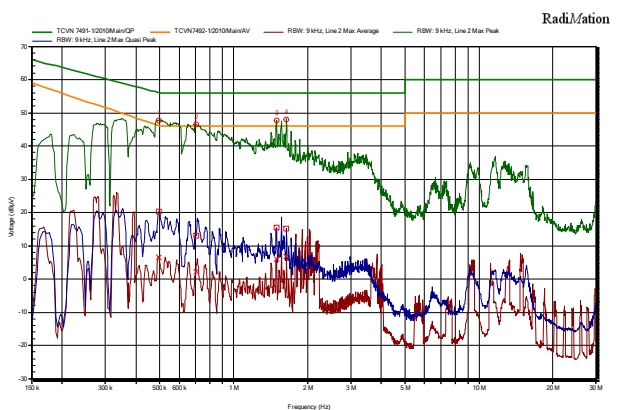
Hình 7: Lắp đặt mẫu thử nghiệm đo điện áp nhiễu đầu nối nguồn lưới và nhiễu không liên tục



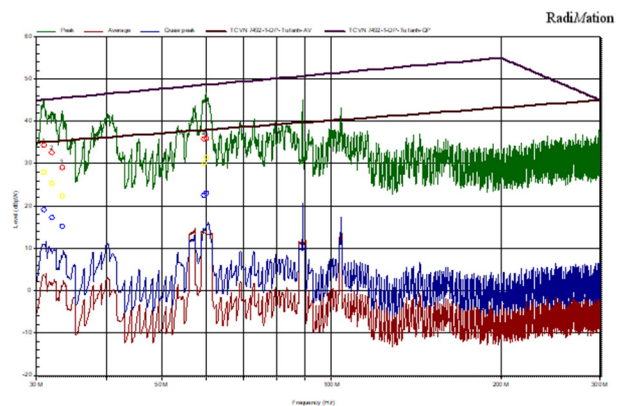
Hình 8: Lắp đặt mẫu thử nghiệm đo công suất nhiễu



Hình 9: Kết quả nhiễu liên tục tại đầu nối nguồn lưới đường dây pha L



Hình 10: Kết quả đo nhiễu liên tục tại đầu nối nguồn lưới đường trung tính N



Hình 11: Kết quả đo công suất nhiễu dây dẫn nguồn

Nhận xét: Mẫu tủ lạnh đạt yêu cầu theo tiêu chuẩn TCVN 7492-1:2010.

Bảng 5: Kết quả nhiễu liên tục tại đầu nối nguồn lưới đường dây pha L

Peak Number	Frequency	Peak	Average	Average Limit	Quasi-Peak	Quasi-Peak Limit	Status
1	491,461 kHz	47,8 dB μ V	5,8 dB μ V	46,2 dB μ V	19,8 dB μ V	56,1 dB μ V	Pass

Bảng 6: Kết quả đo nhiễu liên tục tại đầu nối nguồn lưới đường trung tính N

Peak Number	Frequency	Peak	Average	Average Limit	Quasi-Peak	Quasi-Peak Limit	Status
1	495,551 kHz	47,7 dB μ V	6,6 dB μ V	46,1 dB μ V	20,3 dB μ V	56,1 dB μ V	Pass

Bảng 7: Kết quả đo công suất nhiễu dây dẫn nguồn

Frequency (MHz)	PK Value (dBpW)	AVG Value (dBpW)	QP Value (dBpW)	AVG Limit (dBpW)	AVG above limit (dB)	QP Limit (dBpW)	QP above limit (dB)	AVG Result	QP Result	Result	Distance (m)
30,916	4,4	19,2	28,0	35,1	-16,0	45,2	-17,1	Pass	Pass	Pass	5,22

Bảng 8: Kết quả đo nhiễu không liên tục

Lq Calculation											
Frequency MHz	Limit dB μ V	<=10ms	<=20ms	<=0.2s	From Exception E4	Other than click ms	Total Clicks	Time min.	N rate	+Lq dB	
0.15	66.0	0	0	0	0	0	0	120.0	0.0	PASS	
0.50	56.0	0	0	0	0	0	0	120.0	0.0	PASS	

3 Kết luận

Việc sử dụng các thiết bị đo đồng bộ, phần mềm thử nghiệm được lập trình tự động đã cho ra kết quả đáp ứng theo TCVN 7492-1:2010. Khi tham gia vào quá trình thử nghiệm tương thích điện từ, các thiết bị điện và điện tử được thử nghiệm phải đạt được mức giới hạn cho phép theo tiêu chuẩn thì mới được lưu hành và sử dụng, sẽ giảm được

chi phí sản xuất và nâng cao hiệu quả sản xuất cho doanh nghiệp. Như vậy, hiệu quả của đề tài còn phục vụ nâng cao tính cạnh tranh của doanh nghiệp Việt Nam.

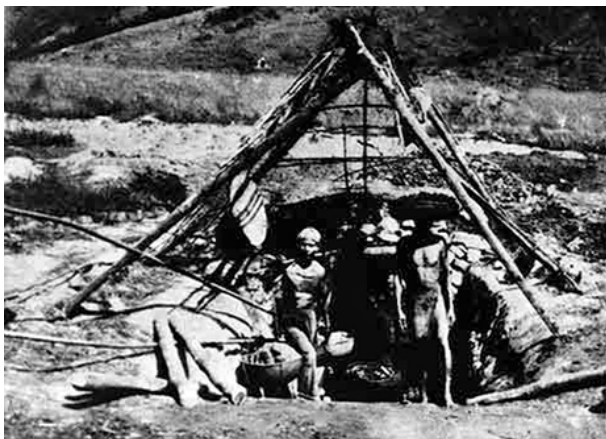
Bên cạnh đó, Viện Cơ khí Năng Lượng và Mỏ- Vinacomin có thêm năng lực thử nghiệm tương thích điện từ, từ đó có thể phục vụ tốt nhất cho khách hàng và tạo thêm việc làm cho cán bộ của Viện

GIẢI PHÓNG VÙNG MỎ - KÝ ỨC SỐNG MỎ

Những ngày này cách đây 65 năm, Vùng mỏ rực rỡ cờ hoa, muôn người chung một niềm hân hoan, vỡ òa hạnh phúc. Đó là ngày bộ đội ta tiến về tiếp quản Vùng than, chấm dứt hơn 70 năm thực dân Pháp cai trị. Thời gian đầu có đi qua, nhưng ký ức lịch sử về những ngày giải phóng vẫn vẹn nguyên giá trị, nhắc nhở mỗi người dân Đất mỏ về truyền thống đấu tranh bất khuất giành quyền làm chủ, xây dựng Vùng than ngày một giàu mạnh.

Từ trong cơ cực

Từ sau năm 1888, khi thực dân Pháp thành lập Công ty Than Bắc Kỳ và tiến hành thăm dò khai thác ở Cẩm Phả, công nhân mỏ và gia đình của họ trở thành dân cư chính tại đây. Bỏ quê hương về làm phu mỏ, nhưng cuộc sống của họ vô cùng cơ cực, phải sống trong cảnh nô lệ. Cái nghề “ăn cơm dương gian, làm việc âm phủ” đã khiến thợ mỏ bị vắt kiệt sức lực. Vậy mà chủ mỏ không chịu buông tha, chúng thường xuyên dùng đòn roi đánh đập dã man, cúp phạt lương. Phu mỏ bấy giờ, ai cũng sống trong cảnh làm than, đói khát.



Phu mỏ thời Pháp phải sống cuộc sống vô cùng cơ cực (Ảnh Tư liệu Bảo tàng Quảng Ninh)

Thế nhưng chính hoàn cảnh ấy đã khiến thợ mỏ và người dân Vùng than hơn ai hết luôn là những người kiên cường đấu tranh, đi theo tiếng gọi của Đảng. Ngày 12/11/1936 đã đi vào lịch sử, trở thành ngày truyền thống công nhân mỏ Việt Nam khi hơn 3 vạn thợ mỏ với tinh thần “Kỷ luật và Đồng tâm” đã tiến hành cuộc tổng bãi công buộc chủ mỏ

phải tăng lương, giảm giờ làm. Sự kiện này đánh dấu bước trưởng thành của thợ mỏ, đẩy lên phong trào đấu tranh lan tỏa trong nhân dân, góp phần làm nên thắng lợi Cách mạng Tháng Tám năm 1945 và kháng chiến chống Pháp năm 1954 sau này.

Đón ngày giải phóng

Sau Hiệp định Giơnevơ năm 1954, nhiều địa phương trên cả nước đã về tay nhân dân, nhưng Vùng mỏ vẫn nằm trong vùng 300 ngày tập kết của quân Pháp. Đó là khoảng thời gian vô cùng khó khăn để có thể đi đến ngày giải phóng.

Ông Nguyễn Ngọc Đàm, nguyên Chủ tịch Ủy ban Hành chính khu Hồng Quảng (giai đoạn 1952 - 1961), kể lại: “Với dã tâm của mình, ở Vùng mỏ, quân Pháp dùng mọi thủ đoạn vơ vét thật nhanh, thật nhiều sức người, sức của. Chúng ồ ạt khai thác than với dự tính sẽ bóc gần 80 vạn tấn than, bằng mức khai thác của cả 1 năm trước đó. Đồng thời, chủ mỏ Pháp cũng tìm cách di chuyển máy móc, thiết bị ra khỏi Vùng mỏ với ý định phải 20 đến 25 năm nữa người Việt Nam mới đào được than sau khi chúng đi”...

Thế nhưng, chúng ta không chịu bó tay nhìn chúng cướp đi tài nguyên, công sức của mình. Với sự chỉ đạo của Trung ương, Đặc khu ủy Hòn Gai đã cho các cơ sở của ta trong Vùng mỏ bí mật thành lập các tổ tự vệ công nhân để bảo vệ máy móc, thiết bị và các cơ sở công nghiệp. Với tinh thần đấu tranh bất khuất của thợ mỏ, những đội tự vệ công nhân Vùng mỏ đã kiên quyết không cho chủ mỏ

Pháp di chuyển máy móc, thiết bị khai thác than. Những thợ mỏ giỏi cũng kiên quyết không nghe theo lời xúi giục của quân Pháp vào Nam mà ở lại giữ máy.

Thợ mỏ làm tốt nhiệm vụ giữ máy móc, thiết bị, nhân dân sục sôi khí thế chuẩn bị đón chờ quân giải phóng. Trong ký ức của ông Vũ Hiền, người cả đời gắn bó với Vùng mỏ Cẩm Phả, những ngày tháng Tư lịch sử năm 1955 ấy thật đặc biệt. Dù vẫn bị quân Pháp thiết quân luật và ra sức tuyên truyền phản động về Việt Minh, nhưng lòng dân Vùng mỏ vẫn âm ỉ, náo nức mong chờ ngày giải phóng. Ông Hiền chia sẻ: “Nhà tôi bấy giờ là cơ sở cách mạng nên cán bộ thường xuyên bí mật về để tuyên truyền chuẩn bị cho ngày giải phóng. Không khí trong nhân dân sục sôi, người người, nhà nhà bàn tán về ngày chiến thắng. Từ trước đó nửa tháng, các gia đình như chúng tôi được tuyên truyền đều nô nức may cờ đỏ sao vàng. Mẹ tôi và nhiều cô bác thức thâu đêm để cắt, khâu lá cờ. Trẻ con thì được dạy cách gấp và cất ngôi sao 5 cánh sao thật đẹp, ai cũng háo hức lắm!”.

Vỡ òa hạnh phúc

Bao nhiêu công sức của thợ mỏ, bao nhiêu háo hức chuẩn bị của người dân cuối cùng cũng được đền đáp. Ở Cẩm Phả, ngày 22/4 đã trở thành ngày hội với muôn người. Ông Hiền bồi hồi nhớ lại: “Với tôi, thời gian có thể làm quên đi nhiều thứ, nhưng những ký ức về ngày giải phóng không thể phai mờ. Hôm ấy, tôi dắt em trai cùng với nhiều người ra tận khu vực nhà thờ để chờ xe giải phóng đến. Quân Pháp bàn giao, rút đến đâu, bộ đội ta tiến vào đến đó, các gia đình trên tay đều có cờ, hoa vẫy chào. Lúc ấy Cẩm Phả chưa đông dân cư như bây giờ, nhưng khung cảnh thật tưng bừng, đâu đâu cũng nghe thấy những tiếng người hô vang: “Hồ Chủ tịch muôn năm”, “Hoan hô giải phóng”...



Người dân Cẩm Phả tưng bừng đón bộ đội vào giải phóng (Ảnh tư liệu Bảo tàng Quảng Ninh)

8 giờ 30 phút ngày 25/4/1955, Ủy ban Quân chính Hồng Quảng ra mắt trước toàn thể nhân dân. Ông Nguyễn Ngọc Đàm, Chủ tịch Ủy ban Quân chính khu Hồng Quảng, đọc thư của Chủ tịch Hồ Chí Minh gửi đồng bào Hồng Quảng: “Những vùng quân đội Pháp chiếm đóng trước đây đã lần lượt được giải phóng, đồng bào Hòn Gai, Quảng Yên lại được sống tự do”.

Vùng mỏ được quân và dân ta tiếp quản, người dân được làm chủ cuộc đời và vùng đất quê hương. Niềm vui đến như vỡ òa, tiếp thêm sức mạnh để người dân Vùng mỏ băng qua những năm tháng cơ cực sau ngày giải phóng, bắt tay vào khôi phục sản xuất, làm nên kỳ tích khi nhanh chóng khôi phục hệ thống đường trục, sản xuất than. Rồi sau đó lại lao động “bằng năm, bằng mười” để xây dựng Vùng than, góp sức cùng cả miền Bắc chi viện cho miền Nam đánh Mỹ.

65 năm sau ngày giải phóng đã có rất nhiều đổi thay trên Đất mỏ Anh hùng. Ký ức về những năm tháng giải phóng ấy nhắc nhở mỗi người chúng ta hôm nay phát huy truyền thống, viết tiếp những “bản hùng ca” trên Vùng than thân yêu!

Nguồn: baoquangninh.com.vn



VIỆN CƠ KHÍ NĂNG LƯỢNG VÀ MỎ - VINACOMIN

TRUNG TÂM NGHIÊN CỨU, THIẾT KẾ CƠ KHÍ

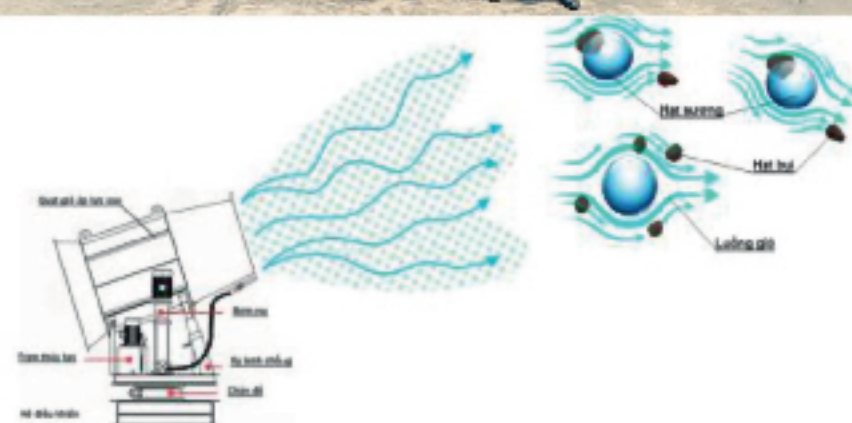
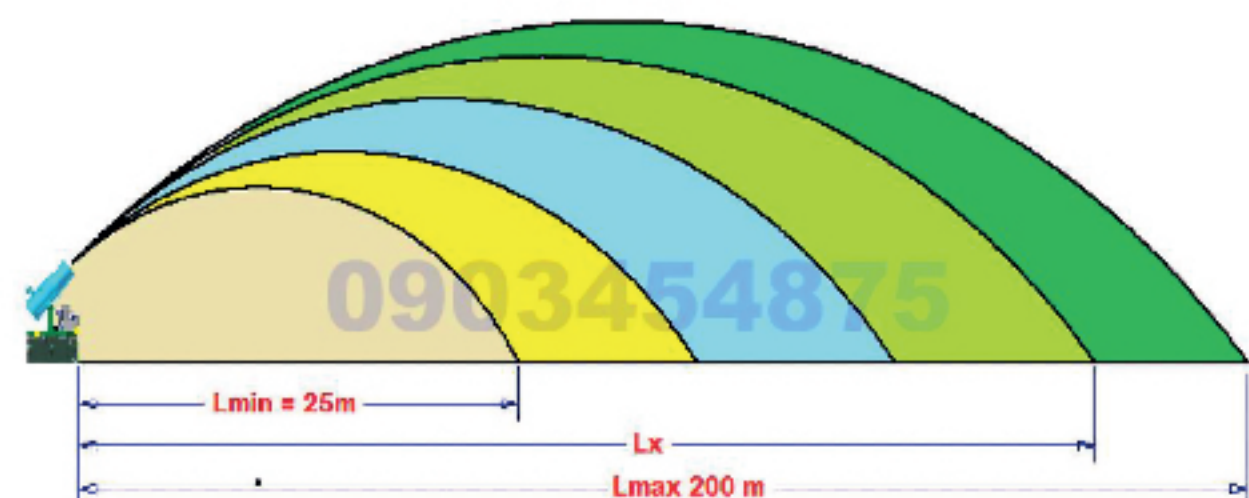
THIẾT BỊ PHUN SƯƠNG DẬP BỤI - T.PS-xx – (X)

Thông số kỹ thuật:

Thông số kỹ thuật	T.PS - 40	T.PS - 50	T.PS - 70	T.PS - 80	T.PS - 100	T.PS - 120	T.PS - 145	T.PS - 180	T.PS - 200
Tổng công suất (kW)	16,0	25,0	37,0	45,0	49,0	59,0	68,0	82,0	110,0
Công suất của bơm (kW)	2,2	2,2	4	5,5	7,5	7,5	11	11	15
Áp suất bơm (MPa)	1,0 ~ 2,0								
Hệ thống thủy lực	Xi lanh thủy lực hai tầng, một chiều								
Hệ thống quay	Bánh răng ăn khớp ngoài (bảo hành 5 năm)								
Phạm vi phun tối đa khi không gió (m)	40	50	70	80	100	120	145	180	200
Góc quay ngang	$\pm 340^\circ$ (Điều chỉnh được)								
Góc quay đứng	$-11 \sim 45^\circ$								
Vùng phủ tối đa (m ²)	4.200	7.000	13.700	17.900	27.900	40.200	58.700	90.400	111.600
Kích thước hạt sương (μm)	$\geq 20-150$								
Lưu lượng phun (L / phút)	9,5~42	11~80	12~110	12~150	14~150	35~200	66~200	66~200	130~260
Chế độ điều khiển	Điều khiển bằng tay / từ xa (tự động) với PLC								
Khoảng cách điều khiển từ xa (m)	≤ 125								

Ghi chú: Với các lựa chọn sử dụng trong mỏ hầm lò sẽ có bản thiết kế riêng theo yêu cầu với cấp độ kín động cơ IP54 và cấp phòng nổ Exd I; tín hiệu điều khiển Ex [ia]; cáp điện phòng chống cháy lan;

- Các thông số nêu trên có thể thay đổi theo yêu cầu đặc biệt của khách hàng.
- Cung cấp điều khiển từ xa qua điện thoại smast phone.



- T.PS - xx / XX**
- Tên gọi: Thiết bị phun sương.
 - Chiều dài hữu ích khi không gió, m
 - Loại (XK: xe kéo; CĐ: Cố định)

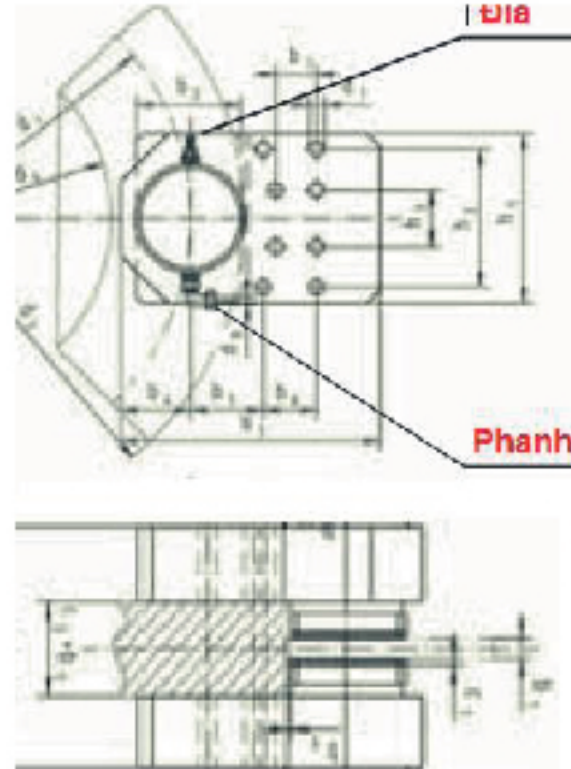
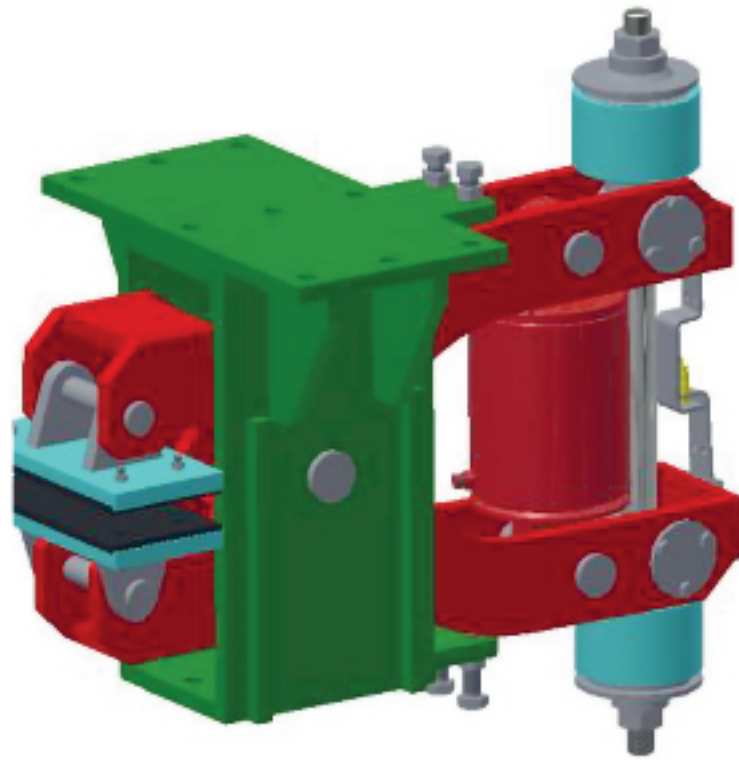


VIỆN CƠ KHÍ NĂNG LƯỢNG VÀ MỎ - VINACOMIN

TRUNG TÂM NGHIÊN CỨU, THIẾT KẾ CƠ KHÍ

PHANH ĐĨA DẠNG KÌM **T.SFN 5**

Disc Brake: **T.SFN 5** DUAL spring

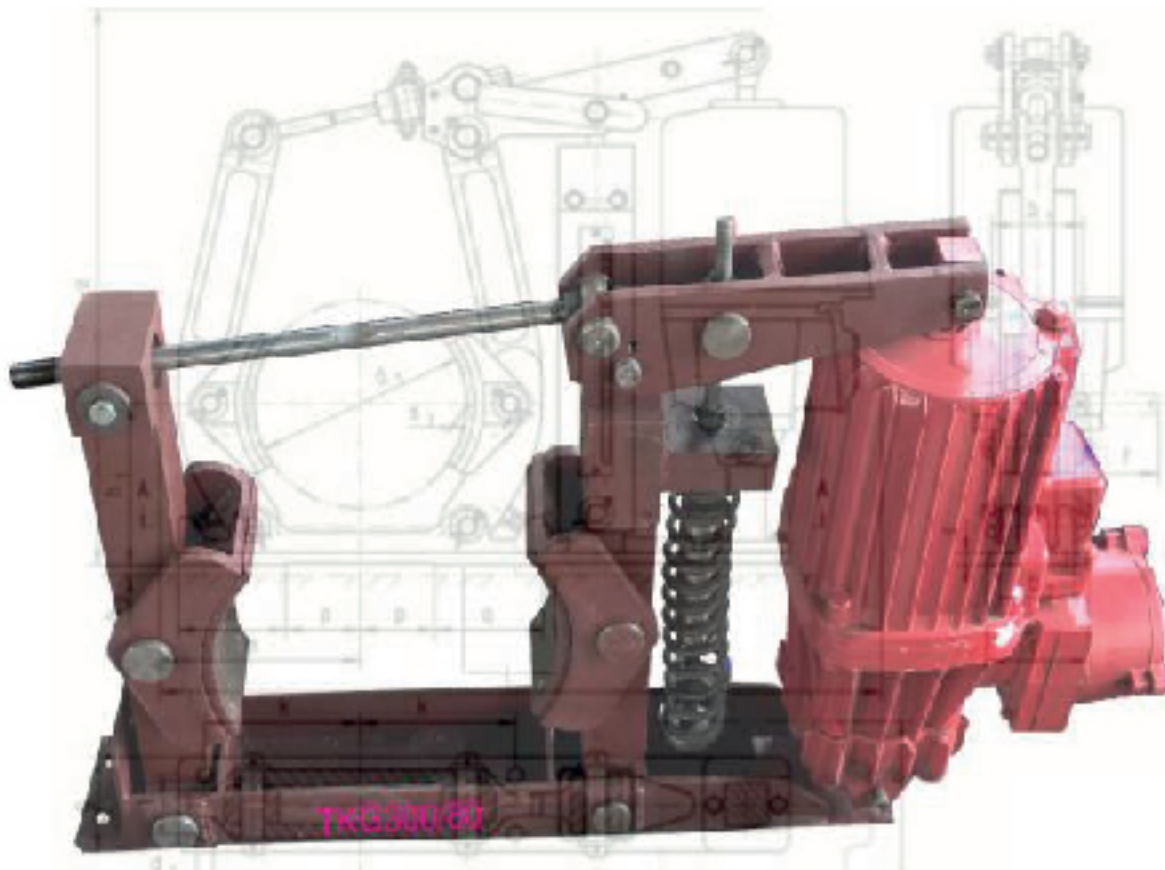


Phanh đĩa thủy lực kiểu kìm là loại phanh do Trung tâm Nghiên cứu thiết kế Cơ khí, nghiên cứu và phát triển, được thiết kế dùng cho các loại tời cáp treo chở người hoặc tời chậm. Có lực phanh từ 20.000 kN đến 80.000 kN.

KÝ HIỆU	LỰC KẸP, N		LỰC PHANH, N	ĐỘ THAY ĐỔI LỰC PHANH 1mm, %	ÁP LỰC DẦU, Mpa	ÁP LỰC MẶT, N/mm2
	MIN	MAX				
T.SFN.5	54000	58000	35.200	8	6	0,9

*Sản phẩm được bảo hộ về kiểu dáng.

PHANH TANG TRÓNG **T.s**

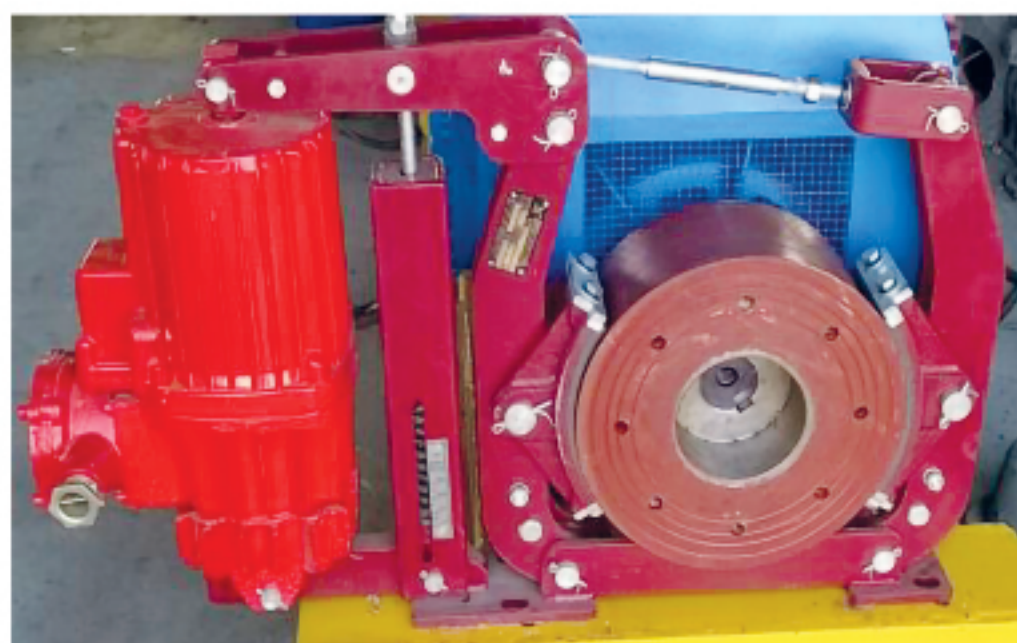


THÔNG SỐ KỸ THUẬT

- 1 - Mô men phanh: 250 N.m đến 12 kN.m
- 2 - Đường kính phanh: 200mm - 800 mm
- 3 - Kiểu dẫn động: Thủy lực / Điện thủy lực;
- 4 - Lực tác động: Lò xo / Đối trọng;
- 5 - Cấp phòng nổ: Exd I T1 Mb

T.s **XX** .**XXX**

T.sEB - Điện	+ Lò xo	
T.sPB - Khí nén	+ Lò xo	
T.sHB - Thủy lực	+ Lò xo	
T.sHW - Thủy lực	+ Đối trọng	
T.sPW - Khí nén	+ Đối trọng	



Phanh điện/ thủy lực



Phanh thủy lực



Phanh đối trọng