

BẢN TIN KHOA HỌC



CƠ KHÍ

ISSN: 2354 - 1164

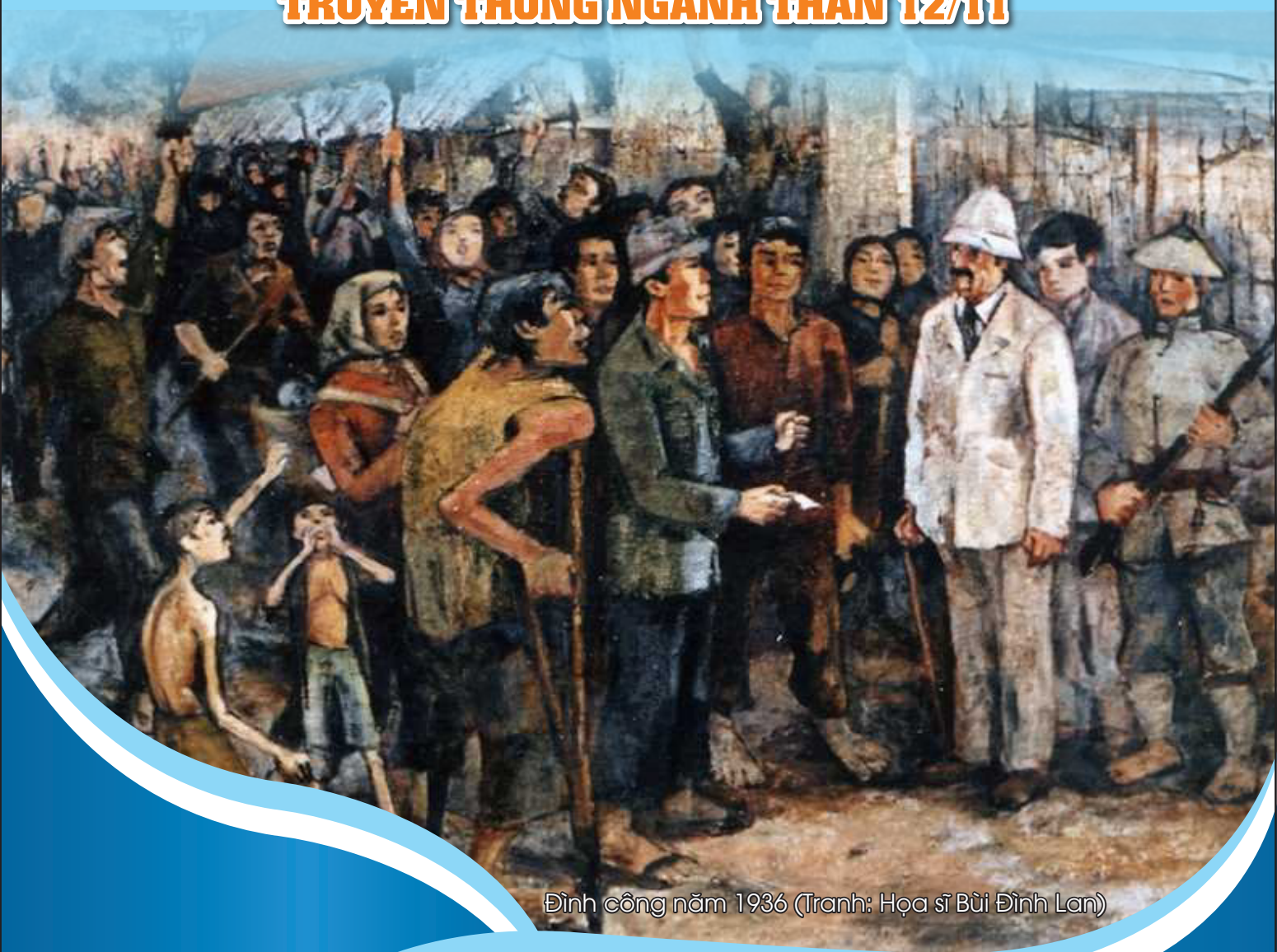
NĂNG LƯỢNG - MỎ

SỐ 34 - THÁNG 11 / 2022

MECHANICAL ENGINEERING BULLETIN FOR MINING AND ENERGY INDUSTRIES

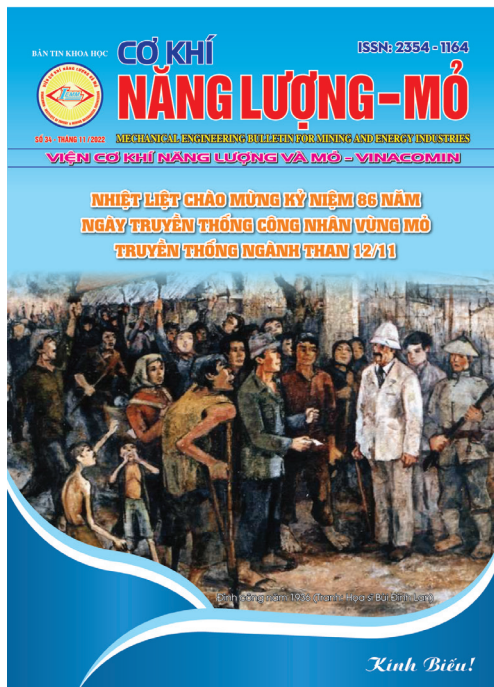
VIỆN CƠ KHÍ NĂNG LƯỢNG VÀ MỎ - VINACOMIN

**NHIỆT LIỆT CHÀO MỪNG KỶ NIỆM 86 NĂM
NGÀY TRUYỀN THỐNG CÔNG NHÂN VÙNG MỎ
TRUYỀN THỐNG NGÀNH THAN 12/11**



Đình công năm 1936 (Tranh: Họa sĩ Bùi Đình Lan)

Kinh 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

ThS. Nguyễn Chân Phương – Thư ký

TS. Lê Thùy Dương – Ủy viên Thường trực

TS. Lê Thanh Bình – Ủy viên

TS. Phùng Khắc Sỹ – Ủy viên

TS. Nguyễn Trọng Tài – Ủy viên

TS. Nguyễn Thu Hiền – Ủy viên

TS. Trần Ngọc Minh – Ủy viên

ThS. Trần Đức Thọ – Ủy viên

TÒA SOẠN:

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

ĐT: (024) 3552 5553

Fax: (024) 3854 3154

Email: bantiniemm@gmail.com

Giấy phép xuất bản số 41/GP-XBBT

ngày 08/7/2022 của Cục Báo chí.

MỤC LỤC

Số 34 - Tháng 11/2022

TIN TỨC

- 1- PHÁT HUY GIÁ TRỊ TRUYỀN THỐNG “KỶ LUẬT VÀ ĐỒNG TÂM”, TKV VƯỢT KHÓ THÀNH CÔNG
- 4- NGÀNH THAN CÓ VAI TRÒ QUAN TRỌNG ĐỐI VỚI SỰ PHÁT TRIỂN KINH TẾ - XÃ HỘI CỦA QUẢNG NINH
- 7- ĐOÀN THANH NIÊN TKV TUYÊN DƯƠNG 32 MÔ HÌNH THANH NIÊN TIÊU BIỂU NĂM 2022
- 10- GIAO HỮU BÓNG ĐÁ CHÀO MỪNG KỶ NIỆM 86 NĂM NGÀY TRUYỀN THỐNG CÔNG NHÂN VÙNG MỎ NGÀY TRUYỀN THỐNG NGÀNH THAN 12/11 (1936 - 2022)

CƠ KHÍ

- 11 - TỐI ƯU HÓA THIẾT KẾ VÀ PHÂN TÍCH TÍNH NĂNG DẠNG KẾT CẤU VI MÔ ĐẶC BIỆT CỦA BẾ MẶT CẤP MA SÁT LÓT XY LẠNH-XÉC MÀNG ĐỘNG CƠ
- 22- TÍNH TOÁN HỆ SỐ TỎA NHIỆT TRUNG BÌNH CỦA BỂ DẦU THỦY LỰC TRONG HỆ THỐNG THỦY LỰC MÁY XÚC MỎ LỘ THIÊN
- 28- NGHIÊN CỨU TÍNH TOÁN MỘT SỐ THÔNG SỐ CƠ BẢN CỦA BĂNG TẢI ÉP CÓ GÓC ĐỐC LỚN

ĐIỆN - TỰ ĐỘNG HÓA

- 33- SO SÁNH HIỆU QUẢ PHƯƠNG PHÁP ĐIỀU KHIỂN TỰA ĐIỆN ÁP VÀ ĐIỀU KHIỂN TRỰC TIẾP CÔNG SUẤT CHO CHỈNH LƯU TÍCH CỰC Ở HỆ TRUYỀN ĐỘNG ĐIỆN BIẾN TẦN GỒM NHIỀU NGHỊCH LƯU

KHOA HỌC ỨNG DỤNG

- 39- CHUYỂN ĐỔI SỐ TRONG DOANH NGHIỆP KHAI THÁC THAN VIỆT NAM: YÊU CẦU TẤT YẾU CỦA THỜI ĐẠI “CÔNG NGHIỆP 4.0”

PHÁT HUY GIÁ TRỊ TRUYỀN THỐNG “KỶ LUẬT VÀ ĐỒNG TÂM”, TKV VƯỢT KHÓ THÀNH CÔNG

Cuộc Tổng bãi công ngày 12/11/1936 của hơn 3 vạn thợ mỏ với tinh thần đoàn kết, “Kỷ luật và Đồng tâm”, dưới sự lãnh đạo của Đảng chống lại chế độ áp bức của thực dân Pháp và tay sai đã giành thắng lợi vang dội. Ngày 12/11/1936 đã viết lên trang sử chói ngời về chủ nghĩa anh hùng cách mạng của thợ mỏ Việt Nam, đã đi vào lịch sử và trở thành ngày Truyền thống của công nhân Mỏ, truyền thống ngành Than.

Sáng mãi truyền thống “Kỷ luật và Đồng tâm”

Sau khi đánh chiếm Việt Nam, thực dân Pháp liền bắt tay tiến hành khai thác thuộc địa lần thứ nhất với quy mô mở rộng ra cả nước. Năm 1883, thực dân Pháp đã chiếm đoạt khu mỏ và thực hiện khai thác than trên quy mô lớn, ráo riết và quyết liệt. Ngày 28/4/1888, Công ty Mỏ than Bắc Kỳ (SFCT) chính thức được thành lập, trụ sở đặt tại Hòn Gai, tập trung khai thác than vùng Hòn Gai, Cẩm Phả, Kế Bào. Từ đây, ngành khai thác than cùng với đường sắt, cao su, dệt may, cà phê, rượu bia... lần lượt ra đời và cùng với đó đội ngũ những người công nhân Việt Nam đầu tiên được hình thành.

Sau thời gian khủng hoảng kinh tế, năm 1935 sản lượng than đã tăng, nhưng tiền lương và đời sống của công nhân mỏ vẫn thấp, ngoài ra công nhân còn bị chủ mỏ đánh đập, đối xử tàn nhẫn, do đó dẫn đến cuộc Tổng bãi công năm 1936 của hơn 3 vạn thợ mỏ, kéo dài 17 ngày và đã giành thắng lợi hoàn toàn vào ngày 12/11/1936.

Trước khí thế cách mạng của cả nước, đồng bào, chiến sĩ, nhân dân Vùng mỏ sục sôi, vùng lên đấu tranh giành chính quyền, đưa Quảng Ninh trở thành địa phương giành chính quyền sớm nhất cả nước. Cuộc đấu tranh của quần dân Vùng mỏ đã góp phần quan trọng vào thắng lợi của cả dân tộc trong cuộc Tổng khởi nghĩa mùa Thu tháng Tám năm 1945.

Ngày 25/4/1955, khu Mỏ hoàn toàn giải phóng, Vùng mỏ Quảng Ninh với truyền thống “Kỷ luật và Đồng tâm” lại một lần nữa những người thợ mỏ đã cùng quân, dân cả nước đấu tranh chống lại cuộc chiến tranh phá hoại miền Bắc của đế quốc Mỹ. Tại Vùng mỏ, những người công nhân hăng hái vừa lao động sản xuất, vừa sẵn sàng chiến đấu, chi viện cho miền Nam ruột thịt. Ngày 30/7/1967, thực hiện lời kêu gọi của Chủ tịch Hồ Chí Minh: “Dù có phải đốt cháy cả dãy Trường Sơn chúng ta quyết giành cho được tự do và độc lập, đến ngày thống nhất chúng ta sẽ xây dựng lại đất nước ta đàng hoàng hơn, to đẹp

hơn”, hơn 2 nghìn người con vùng Mỏ đã buông tay cuốc, gác tay chèo, tình nguyện gia nhập Bình đoàn Than, lên đường vào Nam chiến đấu bảo vệ Tổ quốc, góp phần to lớn vào sự nghiệp giải phóng Miền Nam, thống nhất đất nước.

Đất nước hoàn toàn thống nhất, giai cấp công nhân Vùng mỏ tiếp tục phát huy truyền thống “Kỷ luật và Đồng tâm”, đoàn kết, sáng tạo, cần cù chịu khó, phục hồi sản xuất, thực hiện lời dạy của Bác “Sản xuất thật nhiều than cho Tổ quốc”. Ngày nay, ngành Than đã trở thành Tập đoàn kinh tế mạnh của Đất nước với vai trò là một trong ba trụ cột đảm bảo an ninh năng lượng Quốc gia.

Phát huy truyền thống, vượt khó thành công

Trải qua 86 năm kể từ cuộc Tổng bãi công của hơn 3 vạn thợ mỏ mà đỉnh điểm là ngày 12/11/1936 giành thắng lợi, truyền thống “Kỷ luật và Đồng tâm” mãi mãi là tài sản tinh thần vô giá của các thế hệ thợ mỏ và ngày càng được các thế hệ cán bộ, công nhân, người lao động (CB, CN, NLĐ) phát huy, trở thành sức mạnh nội lực, giúp Tập đoàn Công nghiệp Than - Khoáng sản Việt Nam (TKV) luôn vượt qua những khó khăn thách thức, đạt được những thành công trong quá trình xây dựng và phát triển Tập đoàn, đóng góp vào sự nghiệp công nghiệp hóa, hiện đại hóa và sự phát triển của Đất nước.

Trong những năm vừa qua, đặc biệt là năm 2021, 2022, TKV phải đối mặt với nhiều khó khăn, thử thách, trong đó đại dịch Covid-19 đã ảnh hưởng trực tiếp, toàn diện đến hoạt động SXKD và đời sống của thợ mỏ. Dưới sự lãnh đạo, chỉ đạo của Đảng ủy, HĐQT, Ban lãnh đạo điều hành Tập đoàn, của Đảng ủy TQN, sự phối hợp của Công đoàn TKV và các tổ chức quần chúng, CB, CN, NLĐ toàn Tập đoàn đã phát huy truyền thống “Kỷ luật và Đồng tâm”, thực hiện thành công “mục tiêu kép” vừa phòng chống dịch Covid-19 hiệu quả, vừa đảm bảo SXKD.

TKV đã bám sát chỉ đạo của Ban Chấp hành Trung ương Đảng, Lời kêu gọi của Tổng Bí thư

Nguyễn Phú Trọng, Nghị quyết của Quốc hội, chỉ đạo của Chính phủ, Thủ tướng Chính phủ trong thực hiện phòng chống dịch và phát triển SXKD, thực hiện nghị quyết 01/NQ-CP về nhiệm vụ, giải pháp chủ yếu thực hiện Kế hoạch phát triển kinh tế - xã hội và Dự toán ngân sách nhà nước năm 2021.

Tập đoàn đã phát huy nội lực giá trị truyền thống “Kỷ luật và Đồng tâm”, thực hiện thành công nhiệm vụ “Phòng chống dịch và SXKD hiệu quả trong tình hình mới”, hoàn thành toàn diện và vượt mức các chỉ tiêu kế hoạch SXKD, đảm bảo tăng trưởng, bảo toàn và phát triển vốn, thực hiện nghĩa vụ với ngân sách Nhà nước, đảm bảo việc làm, thu nhập và đời sống của người lao động. Có thể đánh giá năm 2021, Tập đoàn đã hoàn thành xuất sắc nhiệm vụ với doanh thu toàn Tập đoàn đạt hơn 128,6 ngàn tỷ đồng, đạt 104% KHN; nộp ngân sách Nhà nước 19 ngàn tỷ đồng, bằng 106 % KH, trong đó tại Quảng Ninh 14,5 ngàn tỷ đồng; lợi nhuận đạt 3,5 ngàn tỷ đồng, đạt 116% KHN, tăng 13% so với năm 2020. Ngoài ra, Tập đoàn còn khẳng định vai trò của doanh nghiệp Nhà nước trong việc chia sẻ trách nhiệm với bạn hàng và với cộng đồng như việc giữ ổn định giá than, ủng hộ Chính phủ và các địa phương trong công tác chống dịch và công tác xã hội hàng trăm tỷ đồng.

Đến thăm và làm việc với TKV ngày 26/1/2022, Thủ tướng Phạm Minh Chính đã đánh giá cao sự nỗ lực và những đóng góp của TKV, của giai cấp công nhân mỏ trong khó khăn, đã phát huy truyền thống “Kỷ luật và Đồng tâm”, phòng chống dịch hiệu quả và giữ vững nhịp độ sản xuất, đảm bảo cung cấp than cho nền kinh tế. Ngoài việc thực hiện tốt nhiệm vụ chính trị, hoàn thành xuất sắc nhiệm vụ sản xuất, kinh doanh, TKV đã thực hiện tốt công tác chăm lo đời sống cho người lao động, đảm bảo an sinh xã hội, an ninh trật tự, đóng góp quan trọng cho phát triển kinh tế - xã hội của các địa phương và Đất nước.

Thực hiện Nghị quyết số 128/NQ-CP ngày 10/11/2021 của Chính phủ quy định tạm thời “*Thích ứng an toàn, linh hoạt, kiểm soát hiệu quả dịch Covid-19*”, năm 2022 TKV tiếp tục các giải pháp trong công tác phòng chống dịch, đặc biệt trước nhu cầu than tăng cao, TKV đã đẩy mạnh sản xuất, tăng sản lượng, đáp ứng than cho nền kinh tế phục hồi sau khi dịch Covid-19 được kiểm soát, đặc biệt là than cho sản xuất điện.

Năm 2022, trước những khó khăn do tiếp tục bị

ảnh hưởng của dịch Covid-19, xung đột vũ trang giữa Nga và Ucraina, giá nhiên liệu tăng, thời tiết biến đổi, trong khi đó nhu cầu than tăng cao, lượng than dự trữ không nhiều, những thách thức do chi phí đầu vào sản xuất tăng, các dự án đầu tư khó khăn, thiếu nhân lực sản xuất hầm lò..., song những người thợ mỏ đã vượt qua khó khăn, tiếp tục viết lên những trang sử hào hùng của TKV.

Theo Tổng Giám đốc Tập đoàn Đặng Thanh Hải, trong điều kiện nhiều khó khăn, song kết quả SXKD 10 tháng đầu năm 2022 của Tập đoàn đạt kết quả tốt, đặc biệt doanh thu đạt gần 100% KHN và tăng 22,3% so với cùng kỳ, dự kiến cả năm 2022 đạt 168.000 tỷ đồng, là mức kỷ lục từ trước đến nay và là năm TKV thành công nhất trong 10 năm gần đây. Các chỉ tiêu than sản xuất, tiêu thụ; sản lượng Alumin; đồng tâm; sản xuất cơ khí... cũng đạt mức cao. Đồng thời, lợi nhuận, nộp ngân sách tăng cao, thu nhập, tiền lương của người lao động tăng, đời sống vật chất và tinh thần của người lao động được quan tâm chăm lo chu đáo... Có được những kết quả đó, Tổng Giám đốc Tập đoàn Đặng Thanh Hải cho rằng là do CB, CN, NLD toàn Tập đoàn có bản lĩnh vững vàng, đã phát huy giá trị truyền thống “Kỷ luật và Đồng tâm”, phát huy nội lực, đoàn kết, vượt qua khó khăn trên cơ sở nền tảng tư tưởng, cơ sở vật chất, hạ tầng vững chắc của TKV và các đơn vị thành viên.

Thi đua lao động sản xuất, xây dựng TKV phát triển vững mạnh

Trong những ngày này, tại khắp các công trường, phân xưởng, từ sản xuất than lộ thiên đến hầm lò, các nhà máy, cảng than..., CB, CN, NLD toàn Tập đoàn đang ra sức thực hiện phong trào thi đua lao động sản xuất 90 ngày đêm quý IV/2022, hưởng ứng phong trào thi đua chào mừng kỷ niệm 60 năm ngày thành lập tỉnh Quảng Ninh 30/10 (1963-2023) do Tổng giám đốc Tập đoàn và Công đoàn TKV phát động với chủ đề “Phát huy tinh thần đoàn kết, truyền thống “Kỷ luật và Đồng tâm” của thợ mỏ, đẩy mạnh sản xuất để xây dựng tỉnh Quảng Ninh giàu đẹp và ngành Than phát triển bền vững”.

Các đơn vị đã đồng loạt phát động phong trào thi đua LĐSX 90 ngày đêm với những mục tiêu, nhiệm vụ cụ thể nhằm tăng sản lượng, đáp ứng than cho nền kinh tế, thực hiện mục tiêu “An toàn - Phát triển - Hiệu quả”, hoàn thành toàn diện kế hoạch, nhiệm vụ SXKD quý IV và cả năm 2022, tạo tiền đề, động lực để triển khai kế hoạch SXKD năm 2023.

Công ty Than Uông Bí đã phát động đợt thi đua cao điểm sản xuất than 120 ngày đêm (từ 01/9/2022-31/12/2022) với mục tiêu sản xuất 809.000 tấn than nguyên khai. Phó Giám đốc Công ty Vũ Văn Hưng cho biết: “Là đơn vị sản xuất than hầm lò có sản lượng than sản xuất quý IV lớn nhất trong TKV, Than Uông Bí đã chủ động và là đơn vị đầu tiên phát động đợt thi đua cao điểm sản xuất than 120 ngày đêm. Công ty giao mục tiêu thi đua đến từng đơn vị khai thác, đào lò, phục vụ, phụ trợ... và huy động CBCN làm việc cả ngày chủ nhật, tập trung vào các công trình trọng tâm, trọng điểm. Đồng thời, đẩy mạnh cơ giới hoá đào lò, khai thác để tăng năng suất bằng dây chuyền máy đào lò EBH, lò chợ CGH đồng bộ hạng nhẹ công suất 250.000 tấn/năm mới đưa vào hoạt động. Công ty cũng khuyến khích tiền lương cho người lao động và khen thưởng hoàn thành kế hoạch sản lượng, thường vượt sản lượng, thưởng mục tiêu công trình; vận động công nhân đi làm với tỷ lệ cao nhất để đáp ứng cho sản xuất, phấn đấu hoàn thành kế hoạch sản xuất 2,650 triệu tấn than năm 2022, tăng 50.000 tấn, góp phần hoàn thành kế hoạch chung của TKV”.

Kiểm tra và chỉ đạo sản xuất vùng Cẩm Phả mới đây, Phó Tổng Giám đốc Tập đoàn Phan Xuân Thủy yêu cầu các đơn vị tập trung cao độ cho sản xuất, thực hiện hoàn thành các chỉ tiêu kỹ thuật công nghệ, tranh thủ thời tiết thuận lợi trong quý IV để khai thác đạt sản lượng tối đa, phấn đấu hoàn thành toàn diện các chỉ tiêu kế hoạch thi đua quý IV/2022.

Là đơn vị khai thác than lộ thiên lớn nhất của TKV, quý IV/2022, Công ty Than Cao Sơn được giao sản xuất 1,137 triệu tấn than, riêng tháng 10 là 300.000 tấn, trong đó than chất lượng cao là 18.000 tấn. Giám đốc Công ty Phạm Quốc Việt phấn khởi cho biết, tháng 10/2022 Công ty đã hoàn thành vượt mức kế hoạch, đặc biệt là than chất lượng cao vượt trên 10.000 tấn. “Công ty đang tập trung bơm nước tại moong Cao Sơn và moong Khe Chàm, xử lý bùn nước đáy moong, bóc xúc đất đá để ra than, phấn đấu hoàn thành vượt mức các chỉ tiêu kế hoạch quý IV/2022” – Giám đốc Công ty Phạm Quốc Việt nói.

Trong quý IV/2022, Công ty Tuyển than Cửa

Ông đề ra mục tiêu: Than mua mỏ đạt 3,152 triệu tấn; than tiêu thụ đạt 2.893 triệu tấn; doanh thu tổng số đạt 4.047 tỷ đồng. Công ty tăng cường bám sát các chỉ tiêu sản xuất đề ra trong từng kỳ tác nghiệp và sự chỉ đạo điều hành của Tập đoàn, nhất là kế hoạch tiêu thụ. Công ty đã duy trì hiệu quả sự phối hợp giữa các bộ phận, các khâu trong dây chuyền sản xuất và phối hợp chặt chẽ với các mỏ vùng Cẩm Phả, điều hành chỉ đạo kiên quyết, linh hoạt, phấn đấu hoàn thành vượt mức các chỉ tiêu SXKD quý IV/2022.

Tại Phân xưởng Tuyển than 2 với 02 dây chuyền sàng tuyển than hiện đại, đây là một mắt xích quan trọng trong dây chuyền sản xuất, tiêu thụ than của vùng Cẩm Phả. Quản đốc Phân xưởng Phạm Thanh Tùng cho biết: “Với tổng số 360 CB, CN, phân xưởng bố trí sản xuất 3 ca liên tục. Từ đây, đã cho ra các chủng loại than đáp ứng cho nhu cầu tiêu thụ than trong nước cũng như than chất lượng cao cho xuất khẩu. Phân xưởng phấn đấu hoàn thành vượt mức kế hoạch quý IV và cả năm 2022 với chỉ tiêu: than vào sàng 5,3 triệu tấn, than sạch hơn 3,67 triệu tấn.

Thời gian tới, thực hiện mục tiêu phát triển bền vững, TKV tiếp tục chủ động trong công tác phòng chống dịch, tăng cường cơ giới hoá, tự động hoá, thực hiện chuyển đổi số trong quản lý và sản xuất để tăng năng suất lao động, nâng cao mức độ an toàn, cải thiện điều kiện làm việc, chăm lo tốt đời sống vật chất, tinh thần của lao động. Đặc biệt, đẩy mạnh sản xuất, tăng sản lượng để đáp ứng than cho các khách hàng, nhất là than cho điện. Tập đoàn sẽ tập trung phát triển các mỏ hầm lò sản lượng lớn theo tiêu chí “Mỏ xanh, mỏ hiện đại, mỏ sản lượng cao”. Đồng thời, liên thông các mỏ lộ thiên, hầm lò thành các mỏ có công suất lớn (mỏ lộ thiên công suất trên 3,0 triệu tấn/năm, hầm lò trên 2,0 triệu tấn/năm); tiếp tục đầu tư các mỏ than theo quy hoạch, đáp ứng nhu cầu than cao nhất cho nền kinh tế, hoàn thành tốt nhiệm vụ được Đảng và Nhà nước giao, giữ vững vai trò là một trong 3 trụ cột đảm bảo an ninh năng lượng Quốc gia.

Theo <http://www.vinacomin.vn>

NGÀNH THAN CÓ VAI TRÒ QUAN TRỌNG ĐỐI VỚI SỰ PHÁT TRIỂN KINH TẾ - XÃ HỘI CỦA QUẢNG NINH

Nhân kỷ niệm 86 năm ngày Truyền thống công nhân vùng mỏ - Truyền thống ngành Than 12/11 (1936 - 2022), sáng 5/11, đồng chí Nguyễn Xuân Ký, Ủy viên Trung ương Đảng, Bí thư Tỉnh ủy, Chủ tịch HĐND tỉnh Quảng Ninh đã trực tiếp xuống Lò chợ cơ giới hóa đồng bộ công suất 1,2 triệu tấn/năm gặp gỡ, động viên và tặng quà thợ mỏ Công ty Cổ phần Than Hà Lâm - Vinacomin. Cùng đi có lãnh đạo Thành phố Hạ Long và các sở, ngành liên quan. Về phía Tập đoàn Công nghiệp Than - Khoáng sản Việt Nam có Phó Tổng Giám đốc Tập đoàn Phan Xuân Thủy; Phó Bí thư Thường trực Đảng ủy Than Quảng Ninh Nguyễn Mạnh Tường.



Bí thư Tỉnh ủy, Chủ tịch HĐND tỉnh Nguyễn Xuân Ký ghi nhận, đánh giá cao kết quả SXKD của TKV và Than Hà Lâm

Đồng chí Nguyễn Xuân Ký, Ủy viên Trung ương Đảng, Bí thư Tỉnh ủy, Chủ tịch HĐND tỉnh Quảng Ninh đã bày tỏ sự vui mừng, phấn khởi khi được Phó TGD Tập đoàn Phan Xuân Thủy báo cáo về kết quả SXKD, những thành tích đạt được của TKV trong 10 tháng năm 2022. Theo đó, doanh thu toàn Tập đoàn ước đạt 133,2 ngàn tỷ đồng, đạt 101% KHN và tăng 20% so với cùng kỳ 2021. Trong đó, doanh thu than đạt 80,3 ngàn tỷ đồng, đạt 107% KHN, tăng 22% so với

cùng kỳ. Nộp ngân sách Nhà nước ước đạt 17,5 ngàn tỷ đồng, bằng 97% so với KHN và tăng 13% so với cùng kỳ; tại Quảng Ninh thực hiện nộp 13,7 ngàn tỷ đồng, bằng 96% KHN và tăng 11% cùng kỳ 2021. Tiền lương bình quân đạt 14,16 triệu đồng/người-tháng, trong đó sản xuất than 14,75 triệu đồng/người-tháng. Về sản xuất: than nguyên khai đạt 33,53 triệu tấn, đạt 85,8% KHN, bằng 102% so với cùng kỳ; trong đó tại Quảng Ninh thực hiện 32,33 triệu tấn, đạt 86%

KHN và bằng 102,3% cùng kỳ năm 2021; than tiêu thụ 38,7 triệu tấn, đạt 90% KHN và bằng 106,4% so với cùng kỳ năm 2021. Phó TGD Tập đoàn Phan Xuân Thủy cũng cho biết, chào mừng kỷ niệm 86 năm ngày Truyền thống 12/11, hưởng ứng phong trào thi đua chào mừng 60 năm ngày thành lập tỉnh Quảng Ninh 30/10 (1963-2023), TKV đã phát động đợt thi đua 90 ngày đêm sản xuất quý IV/2022, phấn đấu hoàn thành toàn diện kế hoạch SXKD năm 2022 và chuẩn bị tốt các điều kiện cho SXKD năm 2023.



Bí thư Tỉnh ủy, Chủ tịch HĐND tỉnh Nguyễn Xuân Ký chúc mừng CNLĐ Than Hà Lâm và TKV nhân dịp kỷ niệm 86 năm ngày Truyền thống công nhân vùng Mỏ - Truyền thống ngành Than 12/11

Cũng theo báo cáo của Công ty Cổ phần Than Hà Lâm - Vinacomin, với 62 năm xây dựng, phát triển và đổi mới, phát huy truyền thống “Kỷ luật và Đồng tâm”, Công ty đã luôn hoàn thành kế hoạch, nhiệm vụ được giao, đảm bảo việc làm, đời sống, thu nhập của CNLĐ. Trong 62 năm qua, Công ty đã khai thác và tiêu thụ khoảng 40 triệu tấn than. Đặc biệt, 10 tháng năm 2022, sản lượng than nguyên khai đạt trên 2 triệu tấn, đạt 83,4% KHN. Với định hướng phát triển bền vững theo tiêu chí “mỏ hiện đại, mỏ xanh, sạch, an toàn, ít người, năng suất cao” gắn với bảo vệ môi trường, Công ty đã tích cực đầu tư cơ giới hoá, tự động hóa, tin học hoá vào sản xuất và quản lý, nâng cao năng suất lao động, bảo vệ môi trường. Hiện, Công ty có hai

lò chợ cơ giới hóa đồng bộ công suất 1,2 triệu tấn/năm và 600.000 tấn/năm, lớn nhất TKV...



Đoàn công tác Tỉnh ủy tại đường lò mức -300

Bí thư Tỉnh ủy, Chủ tịch HĐND tỉnh Nguyễn Xuân Ký ghi nhận, đánh giá cao kết quả SXKD của TKV nói chung và Than Hà Lâm nói riêng. Đặc biệt, mặc dù ảnh hưởng của dịch Covid-19, song TKV đã đồng hành cùng Quảng Ninh thực hiện tốt nhiệm vụ phòng chống dịch và SXKD, đóng góp lớn ngân sách cho tỉnh, góp phần quan trọng vào sự phát triển kinh tế - xã hội của tỉnh, đảm bảo mức tăng trưởng GRDP hai con số trong bảy năm liên tiếp. Nhân dịp kỷ niệm 86 năm ngày Truyền thống công nhân vùng Mỏ, Truyền thống ngành Than 12/11 (1936 - 2022), Bí thư Tỉnh ủy, Chủ tịch HĐND tỉnh Nguyễn Xuân Ký đã gửi lời chúc mừng tới cán bộ, công nhân Than Hà Lâm cũng như toàn Tập đoàn sức khỏe, sản xuất an toàn, hiệu quả, hoàn thành xuất sắc kế hoạch SXKD.



Bí thư Tỉnh ủy Nguyễn Xuân Ký và Đoàn công tác tại sân ga mức -300



Bí thư Tỉnh ủy gặp gỡ, trò chuyện với thợ mỏ làm việc tại lò chợ mức -300



Bí thư Tỉnh ủy, Chủ tịch HĐND tỉnh Nguyễn Xuân Ký tặng quà cho CNLD đang làm việc tại Lò chợ CGH đồng bộ công suất 1,2 triệu tấn/năm



Nâng niu hòn than trên tay, đồng chí Bí thư Tỉnh ủy đánh giá cao vai trò của TKV đối với sự phát triển kinh tế - xã hội của tỉnh và bảo đảm an ninh năng lượng quốc gia



Bí thư Tỉnh ủy, Chủ tịch HĐND tỉnh Nguyễn Xuân Ký chúc thợ mỏ TKV sức khỏe, sản xuất an toàn, hiệu quả, hoàn thành xuất sắc kế hoạch SXKD

Trực tiếp xuống thăm, gặp gỡ, động viên và tặng quà thợ mỏ Công trường Cơ giới hóa KT1 sản xuất ở mức -300, là đơn vị quản lý, vận hành Lò chợ CGH đồng bộ công suất 1,2 triệu tấn/năm có năng suất cao, sản lượng cao, có nhiều thợ mỏ đạt mức thu nhập trên 350 triệu đồng/năm, đồng chí Bí thư Tỉnh ủy chia sẻ với những khó khăn, vất vả của thợ lò làm việc dưới lò sâu, bày tỏ niềm vui, tự hào với Than Hà Lâm lò mỏ hầm lò hiện đại nhất hiện nay cũng như khí thế lao động sản xuất của thợ mỏ trong những ngày tháng 11 có ngày Truyền thống 12/11 lịch sử. Đồng thời đề nghị, Than Hà Lâm và TKV tiếp tục chăm lo xây dựng đội ngũ công

nhân, đầu tư thích đáng cho người lao động, nhất là vấn đề nhà ở để họ và gia đình an tâm gắn bó với Quảng Ninh; tiếp tục phát huy truyền thống “Kỷ luật và Đồng tâm”, xây dựng TKV phát triển bền vững và tỉnh Quảng Ninh giàu đẹp, văn minh. Đồng chí cũng giao cho các sở, ngành chức năng của tỉnh tập trung triển khai ngay các biện pháp tháo gỡ những khó khăn, vướng mắc cho Tập đoàn và các đơn vị thành viên nhằm phát huy tối đa vai trò quan trọng của ngành Than trong phát triển kinh tế - xã hội của tỉnh và bảo đảm an ninh năng lượng quốc gia.

Theo <http://www.vinacomin.vn>

ĐOÀN THANH NIÊN TKV TUYÊN DƯƠNG 32 MÔ HÌNH THANH NIÊN TIÊU BIỂU NĂM 2022

Ngày 10/11/2022, tại Hạ Long, Đoàn Thanh niên Tập đoàn Công nghiệp Than - Khoáng sản Việt Nam tổ chức tuyên dương mô hình thanh niên tiêu biểu năm 2022. Đây là chương trình nằm trong chuỗi các hoạt động chào mừng kỷ niệm 86 năm Ngày Truyền thống công nhân Vùng mỏ - Truyền thống ngành Than 12/11 (1936 - 2022) của Đoàn Thanh niên TKV.



Toàn cảnh Hội nghị

Dự và chỉ đạo Hội nghị có đồng chí Hoàng Thị Minh Thu – Ủy viên BTV Trung ương Đoàn, Ủy viên BCH Đảng bộ Khối doanh nghiệp Trung ương, Bí thư Đoàn Khối doanh nghiệp Trung ương; đồng chí Khuất Mạnh Thắng – Phó Bí thư thường trực Đảng ủy Tập đoàn; đồng chí Nguyễn Thị Minh – Ủy viên BCH Đảng ủy Tập đoàn, Phó Chủ tịch Công đoàn TKV.

Tại hội nghị, đồng chí Nguyễn Văn Thuấn, Bí thư Đoàn thanh niên TKV báo cáo: “Năm 2022, hưởng ứng phong trào thi đua chào mừng các ngày lễ kỷ niệm trọng đại của đất nước, của Khối Doanh nghiệp Trung ương và đặc biệt là

chào mừng thành công đại hội đoàn các cấp, hướng tới Đại hội Đoàn toàn quốc lần thứ XII, dưới sự quan tâm chỉ đạo và tạo điều kiện của Đoàn Khối Doanh nghiệp Trung ương, Ban Thường vụ Đảng ủy, Hội đồng Thành viên, cơ quan điều hành Tập đoàn, sự phối hợp giúp đỡ của Công đoàn Than - Khoáng sản Việt Nam, văn phòng và các ban chuyên môn của Tập đoàn, sự phối hợp của Đoàn Thanh niên Quảng Ninh, của cấp ủy, chuyên môn các đơn vị trực thuộc, các Đoàn bạn trong Khối doanh nghiệp Trung ương, cùng với tinh thần đoàn kết, sáng tạo trong các hoạt động phong trào, các cấp bộ Đoàn Thanh niên Tập đoàn đã có nhiều hoạt động thiết thực,

phù hợp với điều kiện thực tế, đáp ứng được nhu cầu nguyện vọng của đông đảo đoàn viên thanh niên, trong đó có phong trào đảm nhận các mô hình thanh niên trong lao động sản xuất và các mặt công tác của Đoàn, qua đó đóng góp tích cực vào kết quả thực hiện nhiệm vụ chính trị, nhiệm vụ sản xuất kinh doanh của Tập đoàn”.



Đ/c Nguyễn Văn Thuận – Ủy viên Ban Thường vụ Đoàn Khối Doanh nghiệp TW, Bí thư Đoàn thanh niên Tập đoàn TKV báo cáo tại Hội nghị

“Tính đến thời điểm hiện tại, toàn đoàn có 82 mô hình thanh niên đảm nhận ở nhiều lĩnh vực. Trong đó, có 46 mô hình thanh niên quản lý, tham gia quản lý các dây chuyền, khâu sản xuất chính; 12 mô hình Câu lạc bộ, Ban khoa học kỹ thuật trẻ, tổ hỗ trợ sáng kiến. 10 tháng đầu năm 2022, toàn đoàn đã phát huy hiệu quả 13 đề tài nghiên cứu khoa học, 155 sáng kiến cải tiến kỹ thuật được áp dụng với tổng giá trị làm lợi 12,78 tỷ đồng; 15 mô hình đội thanh niên tuyên truyền về công tác an toàn vệ sinh lao động, vệ sinh môi trường; 09 câu lạc bộ, tổ đội nhóm hỗ trợ học tập ngoại ngữ. Các mô hình do thanh niên đảm nhận đã mang lại hiệu quả đóng góp thiết thực vào hiệu quả SXKD chung của các đơn vị và Tập đoàn.

Đặc biệt, nhằm hiện thực hóa mục tiêu trở thành doanh nghiệp số của TKV, lực lượng tuổi trẻ TKV đang phát huy tốt vai trò của mình trong tiến trình chuyển đổi số của đơn vị mình. Trong thời gian tới, các cấp bộ Đoàn trực thuộc Đoàn thanh niên Tập đoàn sẽ tiếp tục lựa chọn những phần việc phù hợp để triển khai thực hiện, kiện

toàn và đẩy mạnh phong trào sáng tạo trong các mô hình hoạt động nói riêng và các phong trào chung của các cấp bộ đoàn nói chung”, đồng chí Thuận thông tin.



Đồng chí Khuất Mạnh Thắng – Phó Bí thư thường trực Đảng ủy Tập đoàn TKV biểu dương những kết quả mà Đoàn thanh niên Tập đoàn đạt được trong thời gian vừa qua

Phát biểu chúc mừng tuổi trẻ Đoàn thanh niên TKV, đồng chí Khuất Mạnh Thắng – Phó Bí thư thường trực Đảng ủy Tập đoàn nhấn mạnh: “Đoàn thanh niên Tập đoàn là tổ chức chính trị - xã hội trong Tập đoàn, mặc dù mới được nâng cấp, kiện toàn hơn 02 năm, nhưng các đồng chí đã có những bước phát triển nhanh chóng cả số lượng đoàn viên và chất lượng phong trào, với rất nhiều chương trình hành động thiết thực, hiệu quả như: Phong trào Tuổi trẻ sáng tạo, Phong trào Thanh niên tình nguyện, Phong trào Tuổi trẻ xung kích xây dựng và bảo vệ tổ quốc theo chỉ đạo của cấp trên được tổ chức Đoàn cụ thể hoá thành các phong trào thanh niên thi đua lao động sản xuất thông qua các công trình phần việc, mô hình thanh niên được đảm nhận, mà tại hội nghị ngày hôm nay chúng ta đánh giá tổng kết và tuyên dương những tập thể xuất sắc. Năm 2022, tuổi trẻ Đoàn thanh niên Tập đoàn TKV có 82 mô hình thanh niên, tăng 27 mô hình so với năm 2021. Kết quả này có được, là nhờ sự cố gắng, chủ động bám sát chỉ đạo, định hướng và nhiệm vụ được Ban Thường vụ Đoàn Khối Doanh nghiệp Trung ương và Ban Thường vụ Đảng ủy, lãnh đạo Tập đoàn giao

phó. Thay mặt cho Ban Thường vụ Đảng ủy Tập đoàn, Hội đồng Thành viên, lãnh đạo điều hành tôi xin ghi nhận, biểu dương và chúc mừng những thành quả trong phong trào đảm nhận Mô hình thanh niên năm 2022 mà Đoàn thanh niên Tập đoàn đã đạt được trong thời gian vừa qua”.

Cũng tại Hội nghị, đồng chí Phó Bí thư thường trực Đảng ủy Tập đoàn đề nghị trong thời gian tới, các cấp bộ Đoàn trực thuộc Đoàn thanh niên Tập đoàn cần khắc phục ngay các tồn tại hạn chế trong thực hiện phong trào đảm nhận mô hình thanh niên; chủ động bám sát vào định hướng chỉ đạo của Ban Thường vụ Đoàn Khối Doanh nghiệp Trung ương, của Đảng ủy, lãnh đạo Tập đoàn để cụ thể hoá thành các phong trào thanh niên; định hướng cụ thể, hướng dẫn các cơ sở Đoàn cách làm, tổ chức các chương trình thăm quan, học tập, chia sẻ kinh nghiệm giữa các tổ chức cơ sở Đoàn trong Tập đoàn; phát huy hiệu quả phong trào “Tuổi trẻ sáng tạo”; giữ mối quan hệ công tác tốt với chuyên môn, công đoàn, và hệ thống chính trị trong và ngoài Tập đoàn để có sự phối hợp giúp đỡ, triển khai các hoạt động, các phong trào thi đua.

Trong khuôn khổ chương trình của Hội nghị, các đại biểu cũng được lắng nghe một số các tham luận tiêu biểu về các mô hình thanh niên đảm nhận được đánh giá cao và đạt được hiệu quả tốt trong thực tiễn.



Đồng chí Hoàng Thị Minh Thu, đồng chí Khuất Mạnh Thắng tặng Giấy khen biểu dương các mô hình tiêu biểu



Tại Hội nghị, Đoàn thanh niên Tập đoàn TKV khen thưởng 32 mô hình thanh niên tiêu biểu năm 2022 nhằm động viên khích lệ các tập thể có thành tích xuất sắc đảm nhận mô hình thanh niên trong lao động sản xuất, đồng thời góp phần chia sẻ, lan toả những cách làm hay, hiệu quả trong phong trào thanh niên đến các cơ sở Đoàn trong Tập đoàn.



Đồng chí Nguyễn Thị Minh, đồng chí Nguyễn Văn Thuận tặng Giấy khen biểu dương các mô hình tiêu biểu



Bế mạc Hội nghị

Truyền thông TKV

GIAO HỮU BÓNG ĐÁ CHÀO MỪNG KỶ NIỆM 86 NĂM NGÀY TRUYỀN THỐNG CÔNG NHÂN VÙNG MỎ NGÀY TRUYỀN THỐNG NGÀNH THAN 12/11 (1936 - 2022)

Nhân dịp kỷ niệm 86 năm Ngày Truyền thống công nhân vùng Mỏ - Truyền thống ngành Than 12/11 (1936 - 2022), chiều ngày 10/11, tại Hà Nội, Công đoàn, Đoàn thanh niên Viện Cơ khí Năng lượng và Mỏ - Vinacomin phối hợp cùng với Công đoàn, Đoàn Thanh niên Công ty Cổ phần Tư vấn Đầu tư Mỏ và Công nghiệp - Vinacomin tổ chức trận giao hữu bóng đá giữa hai đơn vị đơn vị.



Đến tham dự và cổ vũ trận đấu có Đảng ủy, Ban lãnh đạo, Công đoàn và Đoàn thanh niên, cùng đông đảo các cán bộ, công nhân viên của hai đơn vị. Đây là hoạt động diễn ra hằng năm nhằm khơi dậy phong trào thể dục, thể thao trong cán bộ, công nhân viên, người lao động, qua đó thúc đẩy phong trào rèn luyện thể chất, nâng cao sức khỏe, tạo không khí thi đua sôi nổi, tinh thần giao lưu học hỏi, hiểu biết lẫn nhau, nâng cao tinh thần đoàn kết, gắn bó giữa các đơn vị, thiết thực chào mừng kỷ niệm 86 năm Ngày Truyền

thống Công nhân vùng Mỏ - Truyền thống ngành Than 12-11 (1936-2022).

Được sự cổ vũ nồng nhiệt của khán giả, các cầu thủ đã thi đấu sôi nổi với tinh thần thể thao trung thực, cao thượng, đoàn kết, vui, khỏe và đã cống hiến cho khán giả những pha bóng gay cấn, những bàn thắng đẹp mắt. Kết quả, phần thắng 2-1 nghiêng về phía đội Viện Cơ khí Năng lượng và Mỏ - Vinacomin. Buổi giao lưu kết thúc thành công, để lại những khoảnh khắc tốt đẹp trong lòng mỗi cán bộ, công nhân viên.

TỐI ƯU HÓA THIẾT KẾ VÀ PHÂN TÍCH TÍNH NĂNG DẠNG KẾT CẤU VI MÔ ĐẶC BIỆT CỦA BỀ MẶT CẶP MA SÁT LỚT XY LẠNH-XÉC MĂNG ĐỘNG CƠ

*NCS. Lê Văn Lợi, NCS. Zhu Hua Jie, GS.TS. Xu Ping, GS.TS. Yu Ying Hua
Đại học Kỹ thuật công trình Liêu Ninh Trung Quốc*

Tóm tắt: Đề phân tích các loại kết cấu vi mô có lợi hơn cho việc nâng cao hiệu suất cặp ma sát động cơ ô tô, lựa chọn cặp ma sát lót xy lanh-xéc măng làm đối tượng nghiên cứu. Sử dụng thiết kế thử nghiệm toàn diện CCD, lý thuyết tối ưu hóa thiết kế bề mặt và phương pháp CFD để nghiên cứu quy luật ảnh hưởng của các tham số kết cấu vi mô dạng parabol của mở hình elip đến hệ số ma sát và khả năng chịu tải của cặp ma sát lót xy lanh-xéc măng, thiết lập mô hình toán học tương ứng và sử dụng thuật toán tối ưu hóa cá voi để thực hiện thiết kế tối ưu hóa đa mục tiêu các tham số kết cấu vi mô và thu được giá trị tối ưu: Bán kính dài 390 μm ; bán kính ngắn 108 μm ; lượng di chuyển 139 μ ; độ sâu 42 μm và mật độ 0,69. Tiến hành từng bước phân tích mô phỏng, kết quả thu được so với cặp ma sát nguyên mẫu không có kết cấu vi mô, hệ số ma sát giảm 32,1 khả năng chịu tải tăng 2,67%.

Từ khóa: Hệ số ma sát, kết cấu vi mô, lót xy lanh-xéc măng, tải trọng, thuật toán tối ưu hóa cá voi.

1 Đặt vấn đề

Sự xuất hiện của động cơ đốt trong đã mang lại nguồn động lực vô cùng mạnh mẽ cho sự tiến bộ của xã hội loài người. Tuy nhiên, do đặc điểm công tác thực tế của động cơ đốt trong và các cặp ma sát trong quá trình làm việc phát sinh nhiệt ma sát cao, dẫn đến tổn hao năng lượng của nó rất lớn. Trong số các cặp ma sát này, sự phát nhiệt của cặp ma sát lót xy lanh-xéc măng chiếm tỷ trọng tương đối lớn trên tổng lượng tổn thất của động cơ [5-6]. Các nghiên cứu chỉ ra rằng, cứ giảm 10% tổn thất năng lượng của động cơ do ma sát thì có thể tiết kiệm được khoảng 1,5% mức tiêu hao nhiên liệu [7]. Vì vậy, công nghệ giảm mài mòn cho cặp ma sát lót xy lanh-xéc măng luôn là kỹ thuật bên trong động cơ đốt trong được quan tâm nhiều hơn cả.

Công nghệ bề mặt hay kỹ thuật vi mô bề mặt được coi là một phương tiện hữu hiệu để cải thiện hiệu suất, giảm mài mòn các cặp ma sát [8-10] và ứng dụng của nó đối với các cặp ma sát lót xy lanh-xéc măng có thể nâng cao hiệu quả tính năng liên quan [11-15]. Tian Chi Qin và cộng sự [11] đã tiến hành nghiên cứu thông qua phương pháp thực nghiệm để nghiên cứu quy

luật ảnh hưởng của 3 loại rãnh lõm vi mô khác nhau đến hệ số ma sát của cặp ma sát lót xy lanh-xéc măng, thu được hiệu quả giảm ma sát tối ưu khi góc hợp bởi giữa rãnh lõm vi mô và hướng trượt là 90°. Ezhilmaran và các cộng sự [12] đã sử dụng công nghệ cắt laser để gia công các kết cấu vi mô dạng hình tròn với các kích thước, tỷ lệ sâu-rộng và tỷ lệ diện tích phân bố khác nhau trên bề mặt của xéc măng và tiến hành nghiên cứu thử nghiệm trên chúng. Kết quả chứng minh quy luật ảnh hưởng của độ sâu và tỷ lệ diện tích kết cấu vi mô đến hệ số ma sát của nó. Venkateswara và các cộng sự [13] đã gia công kết cấu hình vuông mở trên bề mặt xéc măng thông qua phương pháp phản ứng hóa học và thử nghiệm nó trên thiết bị thử nghiệm ma sát học. Kết quả cho thấy, so với bề mặt không gia công kết cấu vi mô, lực ma sát lớn nhất của cặp ma sát lót xy lanh-xéc măng giảm 67,6% và độ bền mòn tăng 81,6%. Tong De Hui và cộng sự [14] đã tiến hành nghiên cứu ảnh hưởng tỷ lệ diện tích các vùng phân bố kết cấu vi mô khác nhau của bề mặt xy lanh động cơ đến khả năng làm việc của cặp ma sát lót xy lanh-xéc măng thông qua phương pháp tính toán và thực nghiệm mô

phòng số. Kết quả chứng minh với tỷ lệ diện tích 10% ở khu vực điểm chết trên của xy lanh và tỷ lệ diện tích 5% ở khu vực giữa có thể làm giảm tổn thất ma sát của toàn bộ máy, có hiệu quả bôi trơn và giảm ma sát. Xu Yang Yang và cộng sự [15] đã sử dụng phương pháp nghiên cứu thực nghiệm để nghiên cứu quy luật ảnh hưởng của tỷ lệ diện tích kết cấu vi mô có cửa mở dạng hình tròn đối với tính năng mài mòn của cặp ma sát lót xy lanh-xéc măng. Kết quả cho thấy so với cặp ma sát lót xy lanh-xéc măng không có kết cấu vi mô, hệ số ma sát của cặp ma sát có kết cấu vi mô giảm 1,58-10,07% và lượng mòn giảm 10,12-50,19%.

Cho đến nay, các nghiên cứu trên thế giới được thực hiện về ứng dụng kết cấu vi mô bề mặt trong cặp ma sát lót xy lanh-xéc măng đã thu được những thành quả to lớn, nhưng hình dạng kết cấu vi mô vẫn còn đơn giản, không thuận tiện để tối ưu hóa và việc chọn lựa lý thuyết thiết kế tối ưu hóa đối với các tham số đặc trưng của kết cấu vi mô để tiến hành thiết kế tối ưu hóa đa mục tiêu vẫn ít được đề cập đến. Trong bài báo này, kết cấu vi mô dạng parabol không đối xứng có cửa mở hình elip được lựa chọn làm đối tượng nghiên cứu ảnh hưởng của các tham số đặc trưng kết cấu vi mô đến hệ số ma sát, mài mòn và chịu tải của cặp ma sát lót xy lanh-xéc măng. Mô hình toán học tương ứng được thiết lập và lý thuyết thiết kế tối ưu hóa đa mục tiêu được lựa chọn để khai thác triệt để tiềm năng của kết cấu vi mô bề mặt nhằm nâng cao hiệu suất toàn diện cặp ma sát này.

Ưu điểm chung của các phương pháp tối ưu hoá là khả năng áp dụng rộng cho đa dạng các bài toán, thỏa mãn các điều kiện ràng buộc phức tạp, nhưng kết quả có thể chưa phải là giá trị tốt nhất. Bên cạnh đó tại Việt Nam, các học giả có rất ít nghiên cứu ứng dụng các kỹ thuật này để tính toán tối ưu cho bài toán ma sát thực tế, nhất

là đối với các bài toán về công nghệ bề mặt nhằm giảm ma sát và bôi trơn các cặp ma sát.

Các thuật toán tối ưu dựa trên giá trị ngẫu nhiên vẫn được cải tiến và phát triển không ngừng bởi các nhà khoa học trên thế giới. Những kỹ thuật tính toán mới hơn hứa hẹn khả năng tìm lời giải toàn cục tốt hơn so với những phương pháp trước đây. Năm 2016, Mirjalili và Lewis giới thiệu thuật toán tối ưu cá voi Whale Optimization Algorithm (WOA) [18]. Thuật toán được so sánh với các phương pháp tối ưu hiện nay qua 29 hàm tối ưu mẫu và một số bài toán thiết kế cơ khí. Thuật toán tối ưu cá voi cho kết quả tính toán tối ưu toàn cục tốt hơn trong đa số các bài toán.

Bài báo này trình bày ứng dụng thuật toán WOA kết hợp phần mềm tối ưu hóa thiết kế Design-Expert và chương trình CFD trong việc nghiên cứu khảo sát, tối ưu hóa bài toán ảnh hưởng của các tham số hình dạng kết cấu vi mô khác nhau đến tính năng của cặp ma sát lót xy lanh-xéc măng của động cơ ô tô.

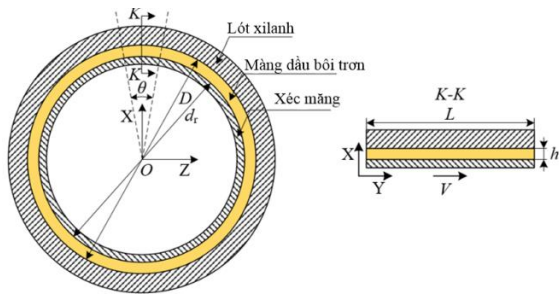
2 Lựa chọn, phân tích tính năng cặp ma sát lót xy lanh-xéc măng nguyên mẫu

2.1 Lựa chọn cặp ma sát

Tác giả lựa chọn cặp ma sát lót xy lanh-xéc măng của một loại động cơ ô tô làm nguyên mẫu nghiên cứu. Các thông số chủ yếu được thể hiện trong bảng 1, sơ đồ cấu trúc đơn giản được thể hiện trong hình 1.

Bảng 1: Thông số chủ yếu lót xy lanh-xéc măng và dầu bôi trơn

TT	Tên gọi	Đơn vị	Giá trị
1	Đường kính trong lót xy lanh (D)	mm	102
2	Đường kính ngoài xéc măng (d _r)	mm	101,98
3	Độ dày màng dầu (h)	µm	10
4	Mật độ dầu bôi trơn	kg/m ³	890
5	Độ nhớt dầu bôi trơn	kg/(m.s)	0,009
6	Chiều dày xéc măng (L)	mm	1,8



Hình 1: Mô phỏng cặp ma sát lót xy lanh-xéc măng

Để nâng cao hiệu quả tính toán và đảm bảo độ chính xác của kết quả mô phỏng, cặp ma sát lót xy lanh-xéc măng được tiến hành chia nhỏ và lựa chọn một bộ phận cung tròn tương ứng với góc (hình 1) để tiến hành phân tích và thiết lập điều kiện biên tuần hoàn tại bề mặt phân chia.

2.2 Lý thuyết bôi trơn chất lỏng cặp ma sát lót xy lanh-xéc măng

Phương trình N-S đối với chất lỏng không nén ép theo [1-4]:

$$\nabla(\rho u \bar{V}) = -\frac{\partial p}{\partial x} + \mu \left[\frac{4}{3} \frac{\partial^2 u}{\partial x^2} + \frac{\partial^2 u}{\partial y^2} + \frac{\partial^2 u}{\partial z^2} \right] + \frac{1}{3} \left(\frac{\partial^2 v}{\partial x \partial y} + \frac{\partial^2 w}{\partial x \partial z} \right) \quad (1)$$

$$\nabla(\rho v \bar{V}) = -\frac{\partial p}{\partial y} + \mu \left[\frac{\partial^2 v}{\partial x^2} + \frac{4}{3} \frac{\partial^2 v}{\partial y^2} + \frac{\partial^2 v}{\partial z^2} \right] + \frac{1}{3} \left(\frac{\partial^2 u}{\partial x \partial y} + \frac{\partial^2 v}{\partial y \partial z} \right) \quad (2)$$

$$\nabla(\rho w \bar{V}) = -\frac{\partial p}{\partial z} + \mu \left[\frac{\partial^2 w}{\partial x^2} + \frac{\partial^2 w}{\partial y^2} + \frac{4}{3} \frac{\partial^2 w}{\partial z^2} \right] + \frac{1}{3} \left(\frac{\partial^2 u}{\partial z \partial x} + \frac{\partial^2 v}{\partial z \partial y} \right) \quad (3)$$

Trong đó: u, v, w – vector vận tốc theo ba hướng x, y, z; ρ – mật độ dầu bôi trơn, kg/m³; μ – độ nhớt dầu bôi trơn, kg/(m.s); p – áp suất tại mọi điểm trường chất lỏng, Pa.

Thông qua giải các phương trình (1)-(3) ở trên, có thể thu được tải trọng, lực cắt, lực ma sát của màng dầu bôi trơn theo [1-4]:

- Tải trọng của màng dầu bôi trơn:

$$W = \iint p dx dy \quad (4)$$

- Ứng suất cắt giữa màng dầu bôi trơn và bề mặt rắn tiếp xúc:

$$F_f = \iint \eta \frac{\partial u}{\partial z} dx dy \quad (5)$$

Trong đó: p – áp suất màng dầu bôi trơn khu vực tính toán, Pa; η – độ nhớt động học của chất

lỏng, kg/(m.s).

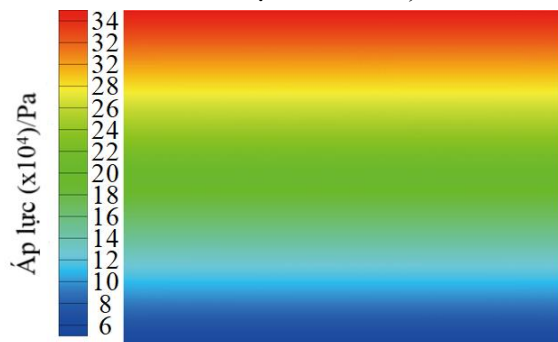
Sau khi thu được tải trọng, ứng suất cắt, bước tiếp theo xác định hệ số ma sát:

$$\mu_t = \frac{W}{F_f} \quad (6)$$

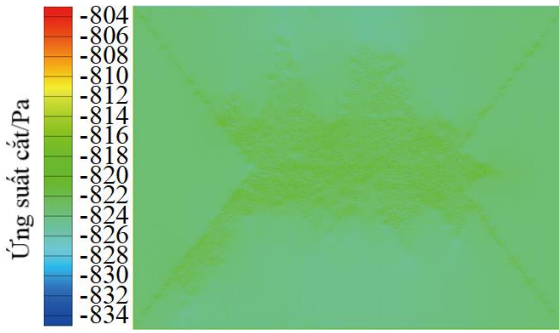
2.3 Tính toán hệ số ma sát và phân tích tải trọng tác dụng cặp ma sát lót xy lanh-xéc măng

Căn cứ vào đặc điểm làm việc của động cơ, ma sát mài mòn của cặp ma sát lót xy lanh-xéc măng tương đối nghiêm trọng trong điều kiện tốc độ thấp và áp suất thấp. Do vậy, lựa chọn tốc độ thấp và áp suất thấp (áp suất dầu vào là 0,4 MPa; áp suất dầu ra 0,1 MPa; tốc độ chuyển động của xéc măng 3,4 m/s) làm điều kiện biên mô phỏng thực tế làm việc [16]. Đối với phân tích mô hình nguyên mẫu, lựa chọn góc cắt 3,6°. Do kích thước tương đối của kết cấu vi mô rất nhỏ so với bán kính quay tương đối của lót xy lanh-xéc măng, phân tích mô phỏng thực tế tiếp sau đó sử dụng mô hình phẳng thay thế mô hình mặt cong. Sử dụng Fluent Meshing trong Fluent để tiến hành chia lưới đa diện phân chia mô hình, kích thước lưới nhỏ nhất 2 μm, lớn nhất 5 μm. Nhập các thông số phân tích trong bảng 1 vào Fluent để tiến hành phân tích, sau cùng thu được biểu đồ đám mây mô phỏng áp suất và ứng suất cắt của cặp ma sát lót xy lanh-xéc măng nguyên mẫu như trong các hình 2 và 3.

Theo các công thức (4)-(6) và biểu đồ đám mây tại các hình 2 và 3 thu được khả năng chịu tải của màng dầu bôi trơn cặp ma sát nguyên mẫu 249.000 Pa và hệ số ma sát 0,0081.



Hình 2: Biểu đồ phân bố áp suất xéc măng

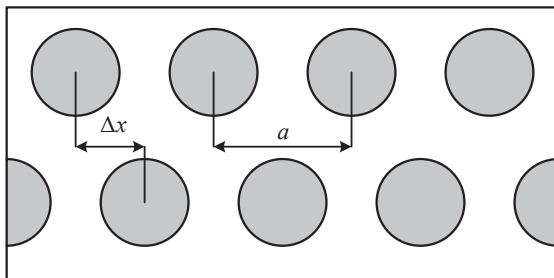


Hình 3: Biểu đồ phân bố ứng suất cắt xéc măng

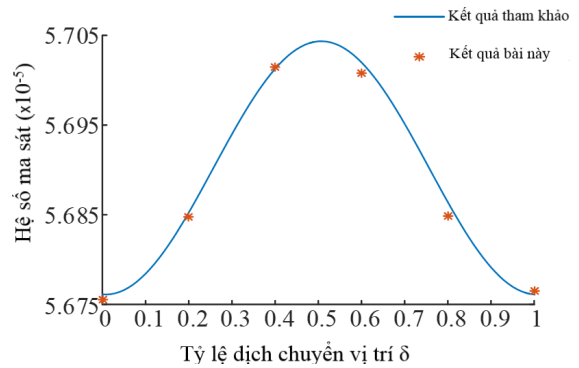
3 Xây dựng và tối ưu hóa thông số đơn nguyên kết cấu vi mô

3.1 Kiểm tra mô hình

Để kiểm soát tốt hơn ảnh hưởng của chất lượng và kích thước lưới đến kết quả tính toán trong quá trình phân tích mô phỏng, tác giả dự định kiểm soát kích thước mắt lưới tối đa và tối thiểu toàn bộ đến 1/2 và 1/5 độ dày màng dầu. Phương pháp nghiên cứu được chọn sử dụng để tính toán kết cấu ba chiều theo [17] và kết quả tính toán được so sánh với tài liệu tham khảo, trong đó, tỷ lệ dịch chuyển vị trí $\delta = \Delta x/a$ như hình 4. Quy luật biến thiên của hệ số ma sát với tỷ lệ dịch chuyển vị trí kết cấu vi mô khi tỷ lệ được chọn là 0; 0,2; 0,4; 0,6; 0,8 và 1 được so sánh với tài liệu tham khảo, như thể hiện trong hình 5. Các kết quả thu được về cơ bản phù hợp với định luật biến thiên của hệ số ma sát với tốc độ dịch chuyển vị trí theo [17], sai số tối đa trong nghiên cứu này là 1,4% khi tốc độ dịch chuyển kết cấu vi mô cố định 0,6. Có thể thấy, phương pháp tính toán mô phỏng kết cấu cặp ma sát xéc măng- lót xy lanh là chính xác.



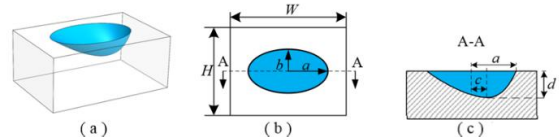
Hình 4: Phân bố kết cấu vi mô trên bề mặt



Hình 5: So sánh kết quả với tài liệu tham khảo

3.2 Xây dựng và tối ưu hóa thông số đơn nguyên kết cấu vi mô

Đơn nguyên kết cấu vi mô được xây dựng trong nghiên cứu là dạng parabol không đối xứng có cửa mở hình elip (hình 6) và có các thông số hình học chủ yếu bao gồm: a, b – lần lượt là bán kính dài, bán kính ngắn của hình elip; c – lượng di chuyển (lượng nghiêng hay khoảng cách từ đường thẳng nối điểm thấp nhất của parabol tương ứng với độ sâu mặt cắt đường thẳng nối điểm tâm của hình elip), d – độ sâu cắt lớn nhất. Vì bản thân hình elip có các đặc điểm dị hướng nên nó có thể biến đổi thành hình tròn và trong những trường hợp đặc biệt parabol không đối xứng của hình mặt cắt có thể biến đổi thành parabol đối xứng, hình tam giác hoặc hình bán nguyệt, có thể tăng không gian tối ưu hóa cho các thông số kết cấu vi mô và sau đó thu được các thông số kết cấu vi mô tối ưu liên quan đến hiệu suất cặp ma sát lót xy lanh-xéc măng.



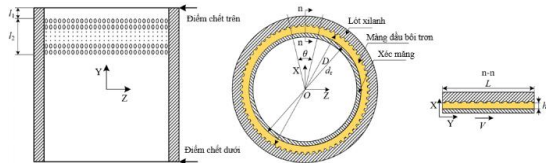
Hình 6: Hình dạng đơn nguyên kết cấu vi mô dạng parabol không đối xứng

a) Hình 3D; b) Hình chiếu bằng; c) Mặt cắt

Để mô tả đặc tính phân bố của kết cấu vi mô, chọn sử dụng thông số e biểu thị đặc trưng cho mật độ của kết cấu vi mô bề mặt phân tích.

$$e = \frac{\pi \cdot a \cdot b}{W \cdot H} \quad (7)$$

Sơ đồ kết cấu cặp ma sát lót xy lanh-xéc măng thể hiện trên hình 7. Kết cấu vi mô bề mặt lót xy lanh: Khoảng cách vùng kết cấu đến điểm chết trên $l_1 = 5$ mm; chiều cao của khu vực kết cấu $l_2 = 10$ mm.



Hình 7: Kết cấu vi mô bề mặt cặp ma sát lót xy lanh-xéc măng

Do việc thiết lập các điều kiện biên tuần hoàn cần đảm bảo rằng hai bề mặt biên tuần hoàn tương ứng, do vậy, các giá trị khác nhau được sử dụng cho góc cắt của các mô hình khác nhau để đảm bảo rằng mặt phẳng cắt nằm giữa vị trí của hai kết cấu liền nhau.

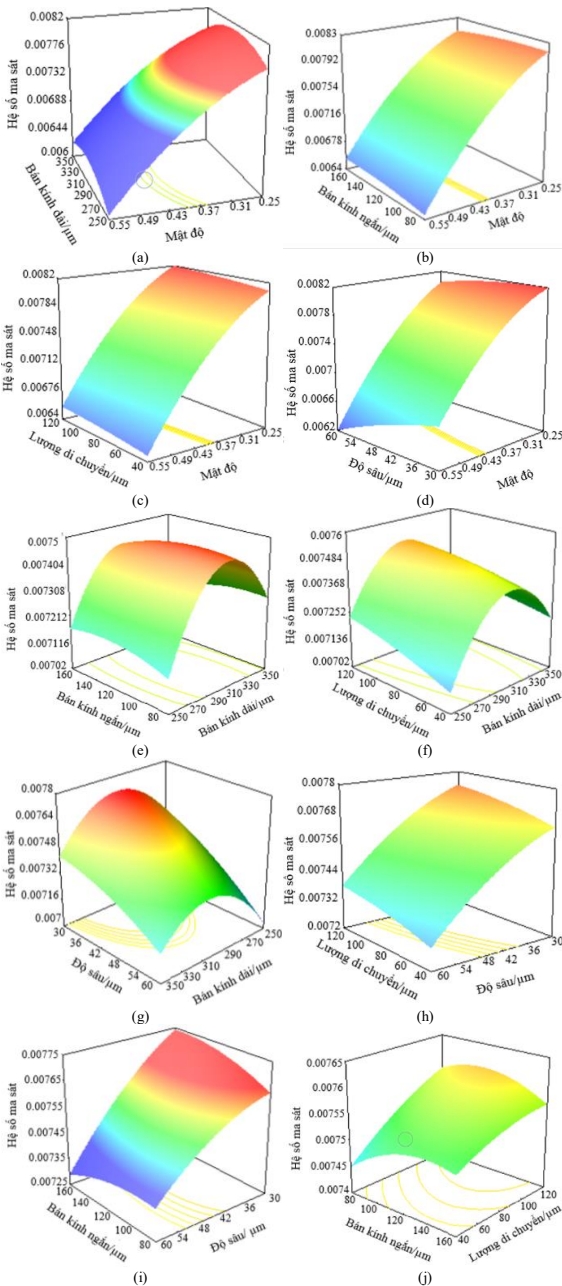
Thông qua nghiên cứu quy luật ảnh hưởng của các thông số kết cấu vi mô đối với tính năng cặp ma sát lót xy lanh-xéc măng, tối ưu hóa thông số bằng lý thuyết bề mặt và phần mềm thiết kế tối ưu hóa Design-Expert. Sử dụng phương pháp thiết kế hỗn hợp trung tâm CCD trong phần mềm Design-Expert, xây dựng 32 nhóm tổ hợp thử nghiệm với 05 tham số và 05 mức giá trị kết cấu vi mô. Tiến hành phân tích mô phỏng hệ số ma sát và tải trọng tác dụng, kết quả được trình bày trong bảng 2.

Đồ thị mặt cong xác định quy luật ảnh hưởng của các thông số đặc trưng kết cấu vi mô bề mặt đối với hệ số ma sát và khả năng chịu tải được cho trong hình 8. Từ các hình 8a-8d, có thể nhận thấy biên độ (mức độ) biến thiên của hệ số ma sát bề mặt xéc măng theo mật độ là lớn nhất, tức là mật độ có ảnh hưởng rõ rệt đến hệ số ma sát so với bán kính dài, bán kính ngắn, lượng di chuyển và độ sâu. Các hình còn lại cho thấy ảnh hưởng của bán kính dài rõ rệt hơn so với bán kính ngắn, lượng di chuyển và độ sâu; độ sâu có ảnh hưởng lớn hơn so với lượng di chuyển và

bán kính ngắn; lượng di chuyển có ảnh hưởng lớn hơn so với bán kính ngắn. Do đó, thứ tự ảnh hưởng của 5 thông số đến hệ số ma sát là: mật độ > bán kính dài > độ sâu > lượng di chuyển > bán kính ngắn. Tương tự, thứ tự ảnh hưởng của 5 thông số đến khả năng chịu tải có thể nhận được: mật độ > độ sâu > lượng nghiêng > bán kính dài > bán kính ngắn.

Bảng 2: Thông số kết cấu vi mô và kết quả phân tích mô phỏng

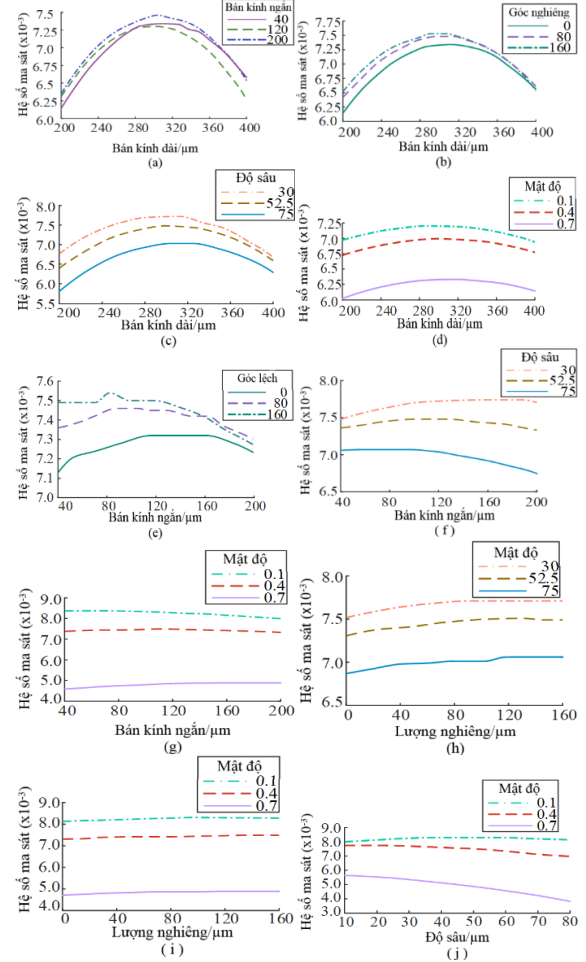
TT	Thông số kỹ thuật					Hệ số ma sát	Tải trọng tác dụng (Pa)
	a	b	c	d	e		
1	300	120	85	45	0,40	0,0077	249.529
2	300	40	80	45	0,40	0,0072	250.405
3	350	80	120	60	0,25	0,0079	249.352
4	300	120	160	45	0,40	0,0074	250.882
5	300	120	80	75	0,40	0,0068	248.449
6	250	80	120	30	0,25	0,0081	251.068
7	350	160	120	60	0,55	0,0061	249.769
8	300	120	80	45	0,40	0,0077	249.529
9	300	120	80	15	0,40	0,0075	252.971
10	200	120	80	45	0,40	0,0061	251.594
11	350	160	40	60	0,25	0,0076	249.412
12	350	80	40	30	0,25	0,0077	250.862
13	300	120	80	45	0,40	0,0077	249.529
14	300	120	80	45	0,40	0,0077	249.529
15	250	160	120	60	0,25	0,0078	248.401
16	300	120	80	45	0,40	0,0072	249.529
17	350	80	120	30	0,55	0,0066	255.009
18	350	80	40	60	0,55	0,0061	249.630
19	300	120	80	45	0,40	0,0077	249.529
20	250	160	40	30	0,25	0,0081	249.430
21	250	80	120	60	0,55	0,0061	250.506
22	250	160	120	30	0,55	0,0069	253.963
23	350	160	40	30	0,55	0,0067	250.955
24	250	160	40	60	0,55	0,0061	249.052
25	400	160	80	45	0,40	0,0067	252.916
26	300	120	80	45	0,70	0,0062	251.186
27	250	80	40	60	0,25	0,0078	248.768
28	300	120	0	45	0,40	0,0072	249.022
29	300	200	80	45	0,40	0,0072	249.325
30	300	120	80	45	0,10	0,0085	249.352
31	350	160	120	30	0,25	0,0078	252.867
32	250	80	40	30	0,55	0,0065	251.615



Hình 8: Phân tích mặt ảnh hưởng của các yếu tố khác nhau đến hệ số ma sát

Để phân tích ảnh hưởng tương tác giữa các yếu tố khác nhau đến hệ số ma sát, tác giả tiến hành dựng biểu đồ như hình 9. Có thể nhận thấy, sự biến đổi đường cong hệ số ma sát theo các yếu tố có xu hướng nhất quán, không xuất hiện giao thoa, tức là sự tương tác giữa các yếu tố tương đối yếu. Tương tự, sự tương tác giữa các yếu tố đối với khả năng chịu tải đơn vị cũng

tương đối yếu. Để thuận tiện cho hướng tối ưu hóa tiếp theo, các yếu tố tương tác yếu sẽ không còn được xem xét khi tiến hành xây dựng mô hình ảnh hưởng phản hồi.



Hình 9: Biểu đồ tương tác giữa các yếu tố đến hệ số ma sát

Thông qua phân tích tương tác của các yếu tố trên, có thể thu được các biểu thức của hệ số ma sát và khả năng chịu tải sau khi loại bỏ các yếu tố có sự tương tác yếu:

- Biểu thức của hệ số ma sát:

$$\begin{aligned}
 F_f = & -2,2581 \cdot 10^{-3} + 5,7979 \cdot 10^{-5} a + 1,34158 \cdot 10^{-5} b \\
 & + 7,20764 \cdot 10^{-6} c + 1,50005 \cdot 10^{-5} d + 4,69605 \times 10^{-3} e \\
 & - 1,38203 \cdot 10^{-8} a \cdot b - 1,10265 \cdot 10^{-8} a \cdot c \\
 & + 6,51222 \cdot 10^{-8} a \cdot d - 1,23906 \cdot 10^{-8} b \cdot c \\
 & - 7,85385 \cdot 10^{-8} b \cdot d - 4,57251 \cdot 10^{-5} d \cdot e \\
 & - 9,66139 \cdot 10^{-8} a^2 - 1,86249 \cdot 10^{-8} b^2 - 7,874 \cdot 10^{-9} c^2 \\
 & - 2,08881 \cdot 10^{-7} d^2 - 0,010098 e^2
 \end{aligned}
 \tag{8}$$

- Biểu thức khả năng chịu tải đơn vị:

$$F_N = 2,63953.10^5 - 86,19629a + 29,87213b + 41,11381c + 38,48307d - 34631,82789e - 0,023127a.b + 0,033276a.c + 0,04264b.c - 0,92507c.d + 49,76516c.e - 119,19748d.e + 0,15454a^2 - 0,132b^2 - 0,11836c^2 + 9,24237.10^{-4}d^2 + 57707,88626e^2 \quad (9)$$

4 Tối ưu hóa thông số dựa trên thuật toán tối ưu hóa cá voi (WOA)

4.1 Nguyên lý thuật toán WOA

Thuật toán WOA là phương pháp tìm kiếm thông minh do Mirjalili và Lewis phát triển năm 2016 dựa trên hành vi xã hội và tập tính săn mồi của loài cá voi lưng gù [18].

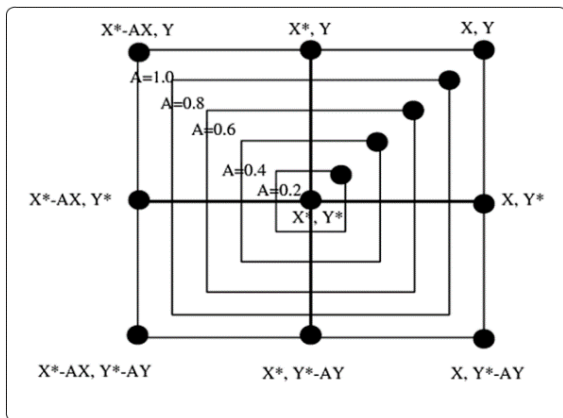
4.1.1 Bao vây con mồi

Cá voi lưng gù có thể nhận ra con mồi và bao vây chúng. Vì vị trí tối ưu trong không gian tìm kiếm là không biết được, nên giả định rằng, lời giải tốt nhất hiện thời là vị trí gần nhất xung quanh con mồi. Sau khi xác định được cá thể tìm kiếm tốt nhất, các cá thể khác sẽ cập nhật vị trí của mình theo cá thể tìm kiếm tốt nhất đó. Hành vi này được thể hiện bởi các biểu thức:

$$\vec{D} = |\vec{C} \cdot \vec{X}^*(t) - \vec{X}(t)| \quad (10)$$

$$\vec{X}^*(t+1) = \vec{X}^*(t) - \vec{A} \cdot \vec{D} \quad (11)$$

Trong đó: t – vòng lặp hiện tại; \vec{A} , \vec{C} – các vector hệ số; $\vec{X}(t)$, $\vec{X}^*(t)$ – vector vị trí và vector vị trí tốt nhất đạt được, \vec{X}^* cần được cập nhật trong mỗi $(t+1)$ lần lặp nếu có kết quả tối ưu hơn.



Hình 10: Vị trí tối ưu trong không gian 2D

Vec tơ \vec{A} và \vec{C} được tính như sau:

$$\vec{A} = 2a \cdot \vec{r} - \vec{a} \quad (12)$$

$$\vec{C} = 2\vec{r} \quad (13)$$

Ở đây: \vec{r} – một vector ngẫu nhiên trong khoảng $[0, 1]$; \vec{a} – hệ số chỉ định có độ dài mô đun giảm tuyến tính từ 2 về 0 trong quá trình tính toán.

4.1.2 Giai đoạn săn mồi

Quá trình săn mồi của cá voi lưng gù được thể hiện bằng 2 cơ chế chính:

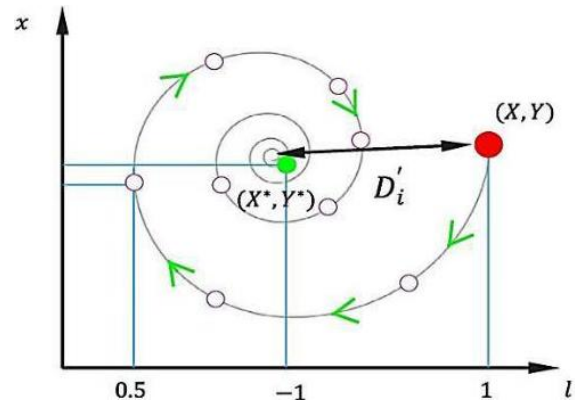
- *Cơ chế thu hẹp vòng vây*: Hành vi này có thể đạt được bằng cách giảm giá trị của a trong phương trình (12). Giá trị của a giảm từ 2 xuống 0 trong quá trình lặp, do đó A sẽ nhận giá trị trong khoảng $[-a, a]$. Chính vì vậy, vị trí mới có thể được định nghĩa bất cứ nơi nào giữa vị trí ban đầu và các vị trí tốt nhất hiện tại.

- *Cơ chế cập nhật vị trí theo hình xoắn ốc*: Ngoài việc cập nhật vị trí so với con mồi theo quỹ đạo hình tròn, cá voi lưng gù còn tiếp cận con mồi theo quỹ đạo hình xoắn ốc. Phương trình hình xoắn ốc như sau:

$$\vec{X}(t+1) = D_i \cdot e^{bl} \cdot \cos(2\pi l) + \vec{X}^*(t) \quad (14)$$

$$D_i = |\vec{X}^*(t) - \vec{X}(t)| \quad (15)$$

Trong đó: D_i – khoảng cách của con cá voi thứ i tới con mồi; b – hằng số xác định hình dạng của đường xoắn ốc lô-ga-rít; l – một số ngẫu nhiên nằm trong đoạn $[-1; 1]$.



Hình 11: Cập nhật vị trí theo hình xoắn ốc

Giả định rằng có xác suất 50% cá voi lưng

gù sẽ lựa chọn một trong hai cơ chế chuyển động trình bày ở các biểu thức (10), (11), (14) và (15), ta có được:

Phương trình cập nhật vị trí của cá voi:

$$\bar{X}(t+1) = \begin{cases} \bar{X}^*(t) - \bar{A}.D & p \leq 0,5 \\ D_i \cdot e^{bl} \cdot \cos(2\pi l) + \bar{X}^*(t) & p > 0,5 \end{cases} \quad (16)$$

Với: p – số ngẫu nhiên nằm trong khoảng $[0; 1]$

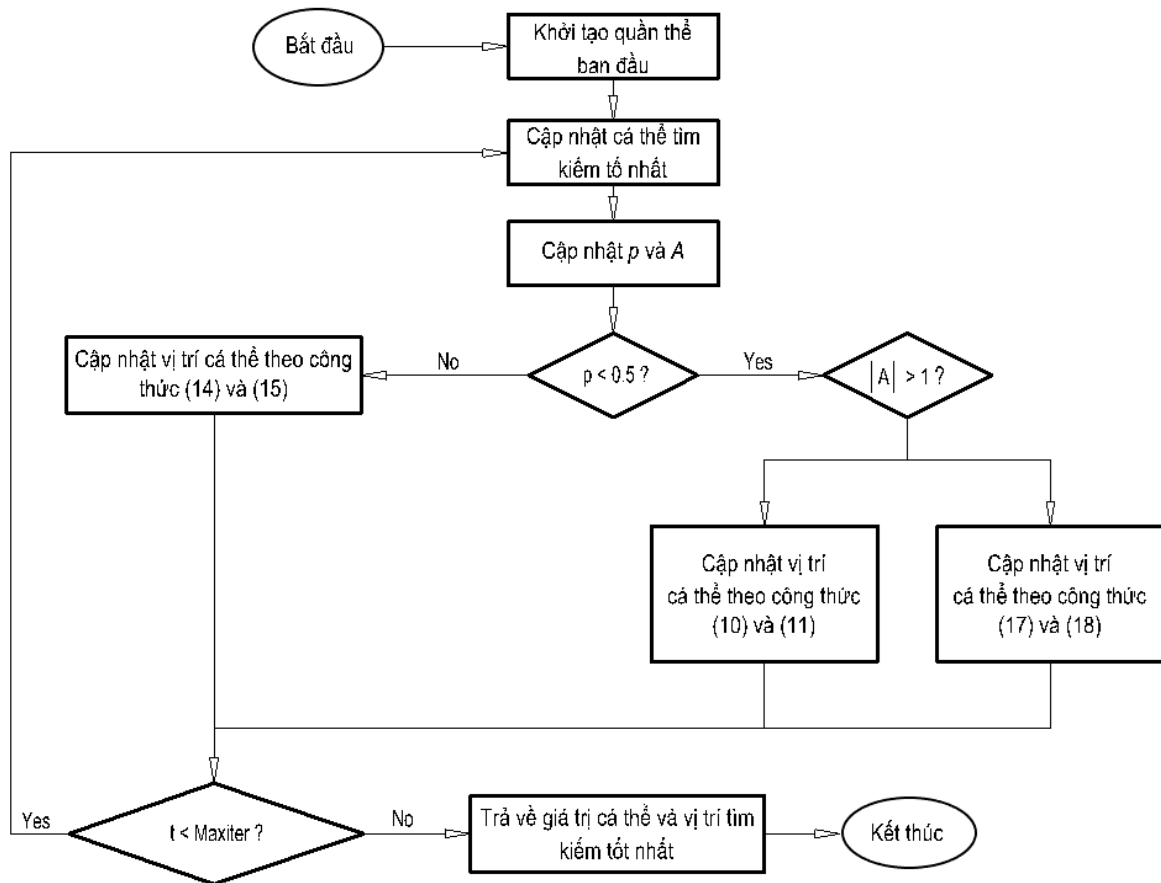
4.1.3 Tấn công con mồi

Khi tấn công con mồi, mô hình toán học được thể hiện như sau:

$$\bar{E} = |\bar{C} \cdot \bar{X}_{rand} - \bar{X}| \quad (17)$$

$$\bar{X}(t+1) = \bar{X}_{rand} - \bar{A} \cdot \bar{D} \quad (18)$$

Trong đó: \bar{X}_{rand} – một vector ngẫu nhiên (cá voi ngẫu nhiên) trong quần thể.



Hình 12: Lưu đồ giải thuật của thuật toán tối ưu WOA

4.2 Thiết lập mô hình thông số tối ưu hóa

Để tìm kiếm các thông số của kết cấu vi mô nhằm giảm thiểu hệ số ma sát cặp ma sát lót xy lanh-xéc măng và tối đa hóa khả năng chịu tải, các hệ số trên được lấy làm hàm mục tiêu và khả năng chịu tải của mẫu có kết cấu vi mô lớn hơn khả năng chịu tải của mẫu không có kết cấu vi mô, hệ số ma sát của mẫu có kết cấu vi mô nhỏ hơn hệ số ma sát của mẫu không có kết cấu vi mô là điều kiện ràng buộc. Mô hình toán học tối ưu hóa cuối cùng được thiết lập như sau:

$$\max F(P) = 0,5f_1(P) + 0,5f_2(P)$$

$$\text{s.t.} \begin{cases} f_1(P) > 1 \\ f_2(P) > 1 \\ P = [P_1, P_2, P_3, P_4, P_5]^T \\ 200 \leq P_1 \leq 400 \\ 40 \leq P_2 \leq 200 \\ 0 \leq P_3 \leq 160 \\ 30 \leq P_4 \leq 75 \\ 0,1 \leq P_5 \leq 0,7 \end{cases} \quad (19)$$

Trong đó: $f_1(P)$ – tỷ số giữa hệ số ma sát của cặp ma sát nguyên mẫu với hệ số ma sát của cặp ma sát kết cấu vi mô; $f_2(P)$ – tỷ số giữa khả năng chịu tải của cặp ma sát kết cấu vi mô với khả năng chịu tải của cặp ma sát nguyên mẫu; P_1, P_2, P_3, P_4, P_5 – tương ứng là các tham số kết cấu vi mô a, b, c, d, e trong bảng 2.

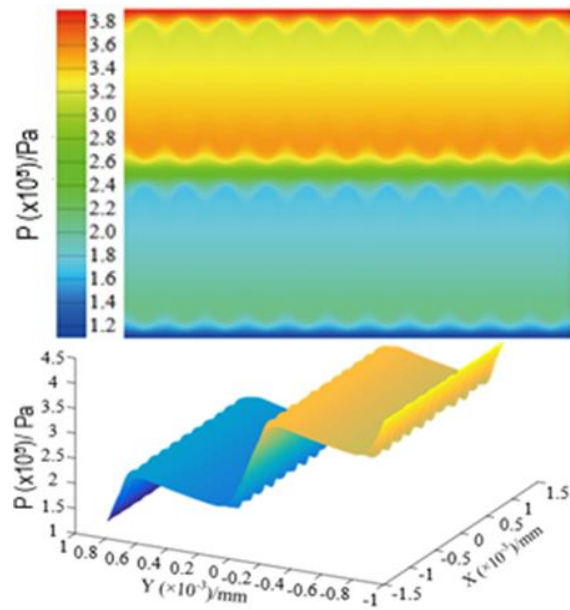
4.3 Tối ưu hóa hệ số ma sát và tải trọng

Mô hình tối ưu hóa toán học được đưa vào thuật toán tối ưu hóa cá voi WOA, thông qua mô phỏng Malab tiến hành phân tích. Đối với thuật toán tối ưu hóa cần lặp lại nhiều lần để thu được kết quả tối ưu. Giá trị kết cấu vi mô tối ưu hóa sau cùng đạt được (làm tròn): Bán kính dài 390 μm ; bán kính ngắn 108 μm ; lượng di chuyển 139 μm ; độ sâu 42 μm ; mật độ 0,69; hệ số ma sát 0,0053; tải trọng 256.556 Pa.

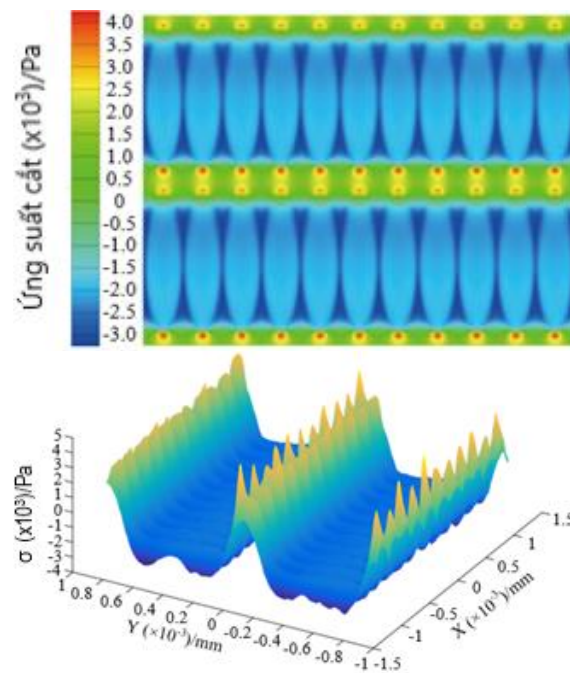
Các tham số được chỉnh sửa làm mới sau khi tối ưu hóa, tiến hành xây dựng và thiết lập để phân tích mô phỏng, thu được các biểu đồ đám mây phân bố áp suất và phân bố ứng suất cắt xéc măng của mô hình tối ưu (hình 13, 14).

Căn cứ vào phương trình (4) và (6) ta có hệ số ma sát của mô hình tối ưu nhất là 0,0055, tải trọng 255.645 Pa. So sánh với các giá trị dự đoán thu được trong các mô hình dự đoán trước trong các biểu thức (8) và (9), sai số hệ số ma sát là 3,77%, sai số tải trọng 0,3564%, chứng tỏ tính đúng đắn của mô hình để dự đoán hệ số ma sát và khả năng chịu tải của các tham số hình dạng kết cấu vi mô được thiết lập trước đó.

Do hình elip có thể chuyển đổi thành hình tròn khi bán kính dài và bán kính ngắn bằng nhau, để so sánh ảnh hưởng của kết cấu vi mô cửa mở dạng elip và dạng hình tròn đến tính năng cặp ma sát lót xy lanh-xéc măng, ta lấy bán kính dài tối ưu nhất của parabol có cửa mở dạng elip làm bán kính của kết cấu vi mô cửa mở dạng hình tròn, khi đó lượng di chuyển kết cấu vi mô cửa mở dạng hình tròn lúc này bằng 0; độ sâu, mật độ và các tham số của mô hình parabol có cửa mở dạng elip tối ưu nhất quán.



Hình 13: Đồ thị phân bố áp suất xéc măng



Hình 14: Đồ thị phân bố ứng suất cắt xéc măng

So sánh hệ số ma sát, tải trọng của kết cấu vi mô dạng parabol có cửa mở hình elip, kết cấu vi mô dạng bán nguyệt cửa mở hình tròn và không có kết cấu vi mô (bảng 3), có thể thấy, so với cặp ma sát nguyên mẫu, hệ số ma sát và tải trọng của cặp ma sát có kết cấu vi mô dạng parabol cửa mở hình elip và cặp ma sát có kết cấu vi mô dạng bán nguyệt cửa mở hình tròn đều

được cải thiện rõ rệt, nhưng hiệu suất cải thiện của cặp ma sát có kết cấu vi mô dạng parabol cửa mở hình elip tốt hơn, điều này chứng tỏ tính ưu việt của kết cấu vi mô dạng này.

Bảng 3. So sánh hiệu suất cặp ma sát nguyên mẫu và có các kết cấu vi mô khác nhau

TT	Hình dạng bề mặt cặp ma sát	Hệ số ma sát	Tỷ lệ thay đổi	Tải trọng	Tỷ lệ thay đổi
1	Nguyên mẫu	0,0081		249.000	
2	Kết cấu vi mô dạng parabol cửa mở hình elip	0,0055	-32,1%	255.645	+2,67%
3	Kết cấu vi mô dạng bán nguyệt cửa mở hình tròn	0,0063	-22,2%	250.187	+0,47%

5 Kết luận

Khi kết cấu vi mô dạng parabol có cửa mở hình elip được bố trí trên bề mặt lót xy lanh, mức độ ảnh hưởng của các tham số kết cấu vi mô đối với hệ số ma sát (1) và tải trọng (2) của cặp ma sát lót xy lanh-xéc măng lần lượt như sau: (1) mật độ > bán kính dài > độ sâu > lượng di chuyển > bán kính ngắn và (2) mật độ > độ sâu

> lượng di chuyển > bán kính dài > bán kính ngắn.

Thông qua phân tích ảnh hưởng bề mặt, thu được mô hình dự đoán về khả năng ảnh hưởng của các tham số đặc trưng kết cấu vi mô dạng parabol có cửa mở hình elip đối với hệ số ma sát và tải trọng của cặp ma sát lót xy lanh-xéc măng với độ chính xác tương đối cao.

Các tham số hình dạng kết cấu vi mô tối ưu thu được bằng cách tối ưu hóa mục tiêu để có hệ số ma sát nhỏ nhất, tải trọng lớn nhất: Bán kính dài elip 390 μm; bán kính ngắn elip 108 μm, lượng di chuyển 139 μm, độ sâu 42 μm, mật độ 0,69. Lúc này, hệ số ma sát và khả năng chịu tải của cặp ma sát lót xy lanh-xéc măng lần lượt là 0,0055 và 255.645 Pa. So với cặp ma sát nguyên mẫu không kết cấu vi mô: Hệ số ma sát giảm 32,1%; khả năng chịu tải tăng 2,67%.

So với kết cấu vi mô dạng bán nguyệt cửa mở hình tròn, kết cấu vi mô dạng parabol cửa mở hình elip có hiệu suất tốt hơn về độ chịu mài mòn, giảm ma sát và tăng khả năng chịu tải của cặp ma sát.

TÀI LIỆU THAM KHẢO

1. Nguyễn Đăng Bình, Phan Quang Thế. Ma sát, mòn và bôi trơn trong kỹ thuật. Tập 1, 2. Hà Nội: NXB Khoa học kỹ thuật, 2006.
2. Đinh Văn Chiển. Giáo trình ma sát, mòn, bôi trơn máy và thiết bị mô, dầu khí. Tập 1, 2. Hà Nội: NXB Khoa học kỹ thuật, 2008.
3. Nguyễn Anh Tuấn, Bùi Văn Gòn. Lý thuyết bôi trơn ướt. Hà Nội: NXB Xây dựng, 2006.
4. 温诗铸, 黄平. 摩擦学原理[D].北京, 清华大学出版社, 2008.
5. Murat K., Mesut D., Ferit F. Friction and Wear Studies between Cylinder Liner and Piston Ring Air Using Taguchi Design Method[J]. *Advances in Engineering Software*, Vol. 42(3), 2011, PP. 595-603.
6. Tang Ling, He Pengfei, Ma Guozheng, et al. Research Progress on Surface Performance Enhancement of Cylinder Liner-Piston Ring Friction Pair[J]. *Surface Technology*, Vol. 48(08), 2019, PP. 185-198.
7. Ye Nianye, Mu Jianhua, Huang Zhongwen. Comparative Experimental Study on Friction Power of Naturally Aspirated Gasoline Engine[J]. *Vehicle Engine*, 2013 (2), PP. 10-13.
8. 于英华, 杨帅彬, 曹茂林, 沈佳兴, 阮文新. 滑动轴承表面椭圆偏置类抛物线微织构研究[J/OL]. *表面技术*:1-10[2022-01-26].

9. **Fiaschi G., Di Lauro M., Ballestrazzi A., et al.** Tribological Response of Laser-Textured Steel Pins with Low-Dimensional Micrometric Patterns[J]. *Tribology International*, Vol. 149(5), 2019.
10. **童文俊,王明环,邱国志等.** 摩擦副表面气膜屏蔽微细电解加工微织构及摩擦性能分析[J]. *中国机械工程*, 31(11), 2020, 1331-1336.
11. **Tianchi Qin, Chiharu Tadokoro, Shinya Sasaki.** The Effects of Surface Texturing on Friction Performance under Reciprocating Sliding Condition[J]. *Key Engineering Materials*, Vol. 739, 2017, PP. 36-41.
12. **Ezhilmaran V., Vasa N.J., Vijayaraghavan L.** Investigation on Generation of Laser Assisted Dimples on Piston Ring Surface and Influence of Dimple Parameters On Friction[J]. *Surface and coatings technology*, 2018, 335:314-326.
13. Venkateswara Babu P, Ismail Syed, Satish Ben Beera. Influence of positive texturing on friction and wear properties of piston ring-cylinder liner tribo pair under lubricated conditions [J]. *Industrial Lubrication and Tribology*, 2019,71(04):515-524.
14. 佟德辉,尹必峰,徐波等. 缸套表面分区差异织构的润滑摩擦性能研究[J]. *内燃机学报*, 2021, 39(05):451-458.
15. 徐阳阳,韩晓光,徐久军等. 激光表面织构微坑形貌及面积占有率对氮化气缸套摩擦学性能的影响[J]. *中国表面工程*, 2021,34(04):149-157.
16. 李岩霖,吉华,王天豪,李倩,冯东林. 基于 CFD 的均布圆形微孔活塞环数值分析[J]. *机械*, 2019,46(06):18-22.
17. 王洪涛,朱华. 圆柱形微凹坑排布形式对织构表面摩擦性能的影响[J]. *摩擦学学报*, 2014,34(04):414-419.
18. Mirjalili S, Lewis A. The whale optimization algorithm [J]. *Advances in Engineering Software*, 2016, 95(5):51-67.

TÍNH TOÁN HỆ SỐ TỎA NHIỆT TRUNG BÌNH CỦA BỂ DẦU THỦY LỰC TRONG HỆ THỐNG THỦY LỰC MÁY XÚC MỎ LỘ THIÊN

*TS. Giang Quốc Khánh, ThS. Đặng Đình Huy, TS. Lê Quý Chiến, ThS. Hoàng Thanh Vân
Đại học Công nghiệp Quảng Ninh*

Tóm tắt: Bể dầu thủy lực trong các hệ thống thủy lực tuần hoàn hở đóng vai trò rất quan trọng – nơi lưu chứa dầu, lắng tách các hạt kim loại, giải phóng khí, nước lẫn trong dầu... Đặc biệt, nó còn là một phần tử tỏa nhiệt quan trọng của hệ thống thủy lực. Để tính toán chính xác sự tỏa nhiệt của bể chứa dầu thủy lực nói riêng và của hệ thống thủy lực nói chung, cần phải xác định được giá trị đúng của hệ số tỏa nhiệt trung bình. Tuy nhiên, hiện nay tồn tại rất nhiều khuyến nghị khác nhau về việc lựa chọn giá trị cho hệ số tỏa nhiệt trung bình của bể dầu, điều này đã tạo ra rất nhiều khó khăn cho các nhà nghiên cứu trong việc lựa chọn giá trị đúng khi tính toán tỏa nhiệt và đây có thể là nguyên nhân sinh ra các sai số tính toán của các nghiên cứu. Trong bài báo này, nhóm tác giả trình bày việc xây dựng phương pháp, các kết quả ứng dụng tính toán hệ số tỏa nhiệt trung bình của bể chứa dầu thủy lực máy xúc thủy lực mỏ lộ thiên; ảnh hưởng của nhiệt độ môi trường khác nhau đến sự thay đổi giá trị của nó, nhằm cung cấp một phương pháp tính toán và lựa chọn hệ số tỏa nhiệt trung bình của bể dầu với độ tin cậy cao, có tính đến ảnh hưởng của nhiệt độ môi trường làm việc.

Từ khóa: Bể dầu thủy lực, đối lưu tự do, hệ thống thủy lực, máy xúc thủy lực mỏ lộ thiên, nhiệt độ dầu thủy lực, nhiệt độ môi trường không khí, tỏa nhiệt, truyền nhiệt qua thành phẳng.

1 Đặt vấn đề

Các loại tổn thất năng lượng của hệ thống thủy lực máy xúc thủy lực mỏ lộ thiên được sinh ra trong quá trình làm việc và chúng đều bị biến thành nhiệt năng làm cho nhiệt độ dầu thủy lực tăng nhanh. Song song với đó là hiện tượng tỏa nhiệt từ dầu nóng ở bên trong hệ thống ra môi trường không khí xung quanh thông qua vỏ bọc của tất cả các yếu tố thủy lực của hệ thống. Theo thời gian làm việc của máy xúc, hai quá trình sinh nhiệt và tỏa nhiệt đều gia tăng cho đến khi hệ thống thủy lực đạt được trạng thái cân bằng nhiệt, nhiệt độ của dầu sẽ không tăng thêm mà được duy trì ở một giá trị ổn định, được gọi là nhiệt độ làm việc ổn định lâu dài.

Việc tính toán chính xác thông lượng nhiệt tỏa ra từ hệ thống thủy lực sẽ quyết định đến thiết kế các phần tử tỏa nhiệt có công suất tỏa nhiệt phù hợp, nhờ đó duy trì được nhiệt độ làm việc ổn định lâu dài của dầu trong khoảng tối ưu. Ngược lại, nếu tính toán tỏa nhiệt không chính xác có thể là nguyên nhân dẫn đến nhiệt độ dầu thủy lực tăng quá cao, thậm chí vượt qua giá trị

tối ưu, dẫn đến làm giảm khả năng bôi trơn, tuổi thọ của dầu và các thiết bị thủy lực, gia tăng cường độ mài mòn các chi tiết chuyển động, tần suất xuất hiện các hư hỏng, thời gian dừng máy, các chi phí sửa chữa và bảo dưỡng... Do đó, việc tính toán chính xác thông lượng nhiệt tỏa ra từ hệ thống thủy lực là rất quan trọng, góp phần nâng cao hiệu quả kinh tế - kỹ thuật của máy xúc thủy lực mỏ lộ thiên nói riêng và các máy khai thác thủy lực nói chung.

Trong các công trình nghiên cứu trước đây về sự tỏa nhiệt của bể dầu thủy lực, các tác giả đều coi trị số hệ số tỏa nhiệt trung bình của bể dầu α_0 là không thay đổi và bằng nhau trên tất cả các bề mặt tỏa nhiệt khác nhau của bể dầu (nắp, thành đứng và đáy bể). Có thể liệt kê một số khuyến nghị tiêu biểu như:

- Theo Аврутин [10]: Tùy thuộc vào điều kiện lưu thông không khí giá trị hệ số tỏa nhiệt trung bình là khác nhau, cụ thể: $\alpha_0 = 12 \text{ W}/(\text{m}^2 \cdot ^\circ\text{C})$ đối với bể chứa bên trong máy hoặc trong điều kiện lưu thông không khí kém; $\alpha_0 = (60 \div 70) \text{ W}/(\text{m}^2 \cdot ^\circ\text{C})$ đối với bể trong

điều kiện lưu thông không khí tốt (không làm mát cưỡng bức). Đối với các tính toán thực tế, có thể lấy giá trị $\alpha_0 = 17,5 \text{ W}/(\text{m}^2 \cdot ^\circ\text{C})$;

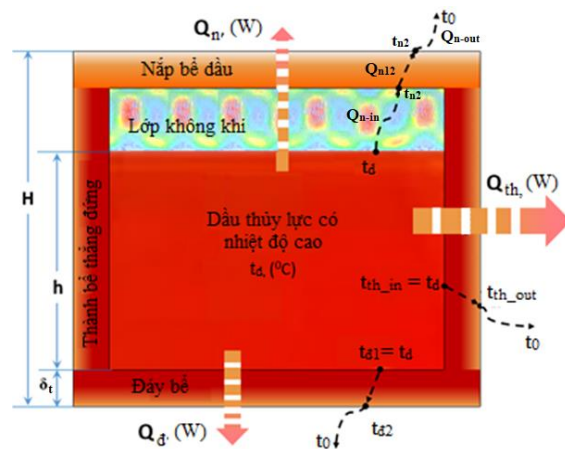
- Theo ТЫ [12]: $\alpha_0 = (5 \div 45) \text{ W}/(\text{m}^2 \cdot ^\circ\text{C})$ khi đối lưu tự do trong không khí, $\alpha_0 = (10 \div 200) \text{ W}/(\text{m}^2 \cdot ^\circ\text{C})$ khi thực hiện đối lưu cưỡng bức trong không khí;

- Theo Брон và Тартаковский [11]: Trong trường hợp không có lưu thông khí cục bộ mạnh, hệ số truyền nhiệt trung bình của bể thủy lực là $\alpha_0 = 17,5 \text{ W}/(\text{m}^2 \cdot ^\circ\text{C})$.

Qua các nghiên cứu lý thuyết và thực nghiệm, chúng tôi đã nhận thấy rằng: Hệ số tỏa nhiệt trung bình của một bể dầu thủy lực không phải là hằng số. Giá trị của nó thay đổi phụ thuộc vào nhiều yếu tố, trong đó tỷ lệ thuận với nhiệt độ của dầu thủy lực t_d và tỷ lệ nghịch với nhiệt độ môi trường không khí xung quanh t_0 . Đặc biệt, giá trị trung bình của hệ số này khác xa so với các khuyến nghị trước đây. Trong bài báo này, nhóm tác giả trình bày việc xây dựng phương pháp, các kết quả ứng dụng tính toán hệ số tỏa nhiệt trung bình của bể chứa dầu thủy lực máy xúc thủy lực mỏ lộ thiên; ảnh hưởng của nhiệt độ môi trường khác nhau đến sự thay đổi giá trị của nó, nhằm cung cấp một phương pháp tính toán và lựa chọn hệ số tỏa nhiệt trung bình của bể dầu với độ tin cậy cao, có kể đến ảnh hưởng của nhiệt độ môi trường làm việc.

2 Xây dựng mô hình toán của nghiên cứu

Mô hình, kích thước cơ bản của bể chứa dầu thủy lực và sơ đồ tính toán nhiệt trở của quá trình truyền nhiệt qua thành bể được trình bày trong hình 1. Các giả thiết: Nhiệt độ dầu thủy lực trong bể chứa bằng nhau ở tất cả các điểm và bằng nhiệt độ của bề mặt bên trong thành bể kim loại; bỏ qua hiện tượng truyền nhiệt bằng bức xạ nhiệt do nhiệt độ dầu luôn thấp hơn $200 \text{ }^\circ\text{C}$ [2, 5]; không khí ở môi trường xung quanh là không khí khô; tổn thất nhiệt lượng do tiếp xúc với giá đỡ bằng 0; thành bể được làm từ một lớp thép đồng nhất và độ dày không đổi.



Hình 1: Sơ đồ tính toán tỏa nhiệt của bể

Quá trình truyền nhiệt qua thành thẳng đứng và đáy nằm ngang của bể chứa dầu thủy lực được xác định theo công thức định luật của Fourier. Trị số nhiệt lượng truyền qua thành kim loại phẳng một lớp của bể thủy lực trong một đơn vị thời gian là [3, 5, 7]:

$$Q_{th-in} = F_1 \frac{\lambda_t}{\delta_t} (t_d - t_2) \quad (1)$$

Trong đó: λ_t – hệ số truyền nhiệt của vật liệu chế tạo thành bể, $\text{W}/(\text{m} \cdot ^\circ\text{C})$; δ_t – độ dày thành bể, m ; t_d – nhiệt độ của dầu thủy lực trong bể chứa, $^\circ\text{C}$; t_2 – nhiệt độ bề mặt ngoài của thành thành thẳng đứng và đáy bể, $^\circ\text{C}$; F_1 – diện tích thành thẳng đứng tiếp xúc trực tiếp với dầu thủy lực, m^2 .

Nhiệt lượng tỏa vào môi trường không khí xung quanh bằng đối lưu tự do từ bề mặt thẳng đứng bên ngoài thành bể trong mỗi đơn vị thời gian được tính thông qua công thức Newton-Richman [1, 5, 6]:

$$Q_{th-out} = \alpha_{0th} F_2 (t_2 - t_0) \quad (2)$$

Trong đó: t_0 – nhiệt độ của môi trường không khí, $^\circ\text{C}$; F_2 – diện tích bề mặt bên ngoài của thành thẳng đứng, m^2 ; α_{0th} – hệ số tỏa nhiệt đối lưu tự do từ bề mặt bên ngoài thành thẳng đứng vào môi trường không khí xung quanh, $\text{W}/(\text{m} \cdot ^\circ\text{C})$, được xác định thông qua công thức thực nghiệm của J. Holman [1, 7]:

- Nếu $10^4 < \text{Gr.Pr} < 10^9$ thì:

$$\alpha_{0th} = 1,42 \left(\frac{t_2 - t_0}{H} \right)^{1/4} \quad (3)$$

- Nếu $Gr.Pr > 10^9$ thì:

$$\alpha_{0th} = 1,31(t_2 - t_0)^{1/3} \quad (4)$$

- Nếu $10^{-1} < Gr.Pr < 10^4$ thì α_{0th} được tính toán thông qua công thức Dittus-Boelter và số Nusselt trung bình [1, 5, 7]:

$$\alpha_{0th} = \frac{\overline{Nu} \cdot \lambda_f}{H} \quad (5)$$

Ở đây: λ_f – hệ số truyền nhiệt của lớp không khí chuyển động sát bề mặt thành ngoài của thùng dầu, W/(m.°C); H – chiều cao thành bể, m; \overline{Nu} – số Nusselt trung bình, được tính toán phụ thuộc vào trị số của số Rayleigh ($Ra = Gr.Pr$).

Do giả thiết đặt ra là tổn thất nhiệt năng do quá trình truyền nhiệt tới các bộ phận tiếp xúc với thùng dầu bằng 0 nên nhiệt lượng dẫn qua thành bể chứa sẽ bằng nhiệt lượng tỏa ra môi trường thông qua đối lưu tự do:

$$Q_{th} = Q_{th-in} = Q_{th-out} \quad (6)$$

Đối với các tấm ngang có bề mặt nóng hướng lên trên, sau khi tính hệ số truyền nhiệt theo công thức (3) - (5) phải tăng thêm 30%, ngược lại, với các tấm có bề mặt nóng xuống dưới sẽ giảm bớt 30% [6, 9]. Do đó, chúng ta sẽ tính toán được nhiệt lượng truyền qua đáy bể theo biểu thức [1, 5, 6, 9]:

$$Q_d = 0,7 \cdot \alpha_{0th} F_d (t_2 - t_0) \quad (7)$$

Trong đó F_d – diện tích của đáy bể chứa, m².

Nhiệt lượng truyền từ bề mặt dầu trong thùng chứa vào bề mặt bên trong của nắp thùng bằng đối lưu tự do trong một không gian giới hạn được tính thông qua công thức [1]:

$$Q_{n-in} = \overline{Nu}_{in} \frac{\lambda_{kk-in}}{\delta_{kk-in}} F_n (t_d - t_{n1}) \quad (8)$$

Trong đó: \overline{Nu}_{in} – số Nusselt trung bình [1, 2]; λ_{kk-in} – hệ số truyền nhiệt của không khí trên mặt thoáng, W/(m.°C); δ_{kk-in} – độ dày của lớp không khí trên mặt thoáng, m; F_n, t_{n1} – lần lượt là diện

tích nắp và nhiệt độ bề mặt trong của nó.

Trị số nhiệt lượng truyền qua nắp bằng truyền nhiệt được xác định theo công thức định luật Fourier như sau [3, 5, 7]:

$$Q_{n12} = F_n \frac{\lambda_t}{\delta_t} (t_{n1} - t_{n2}) \quad (9)$$

Trong đó: T_{n2} – nhiệt độ của bề mặt ngoài của nắp bể chứa dầu, °C.

Nhiệt lượng tỏa ra từ bề mặt ngoài của nắp vào môi trường không khí xung quanh bằng đối lưu tự do tính thông qua công thức Newton-Richman [1, 5, 6]:

$$Q_{n-out} = \alpha_{0n} F_n (t_{n2} - t_0) \quad (10)$$

Trong đó: α_{0n} – hệ số tỏa nhiệt đối lưu tự do, W/(m².°C), được tính bằng công thức thực nghiệm của J. Holman cho trường hợp tấm phẳng nằm ngang như sau [1, 2]:

- Nếu $10^4 < Gr_n.Pr_n < 10^9$ thì:

$$\alpha_{0n} = 1,32 \left(\frac{t_{n2} - t_0}{L_0} \right)^{1/4} \quad (11)$$

- Nếu $Gr_n.Pr_n > 10^9$ thì:

$$\alpha_{0n} = 1,52(t_{n2} - t_0)^{1/3} \quad (12)$$

Trong đó: $L_0 = \min\{a, b\}$, với a, b – kích thước của bể chứa dầu thủy lực, m; Gr_n, Pr_n – lần lượt là số Grashof và Prandt của không khí bên ngoài nắp bể.

Bỏ qua sự truyền nhiệt do tiếp xúc với các bộ phận khác, chúng ta có phương trình sau:

$$Q_n = Q_{n-in} = Q_{n12} = Q_{n-out} \quad (13)$$

Do đó, tổng nhiệt lượng tỏa ra từ bề thủy lực Q_b trong thời gian τ sẽ bằng tổng lượng nhiệt được truyền ra môi trường bởi tường thẳng đứng Q_{th} , đáy Q_d và nắp bể Q_n :

$$Q_b = (Q_{th} + Q_d + Q_n) \tau \quad (14)$$

Hệ số tỏa nhiệt trung bình của bể dầu thủy lực α_0 được tính toán thông qua biểu thức:

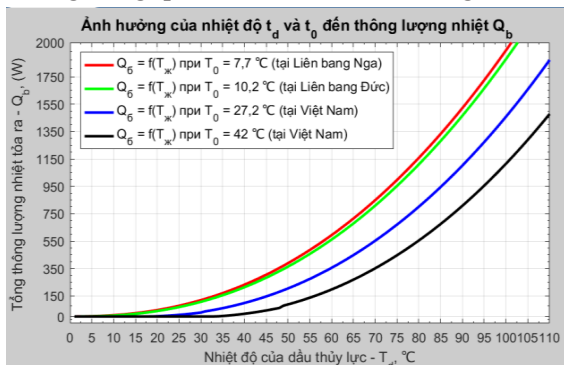
$$\alpha_0 = \frac{Q_b}{\sum S_b} \quad (15)$$

Trong đó: ΣS_b – tổng diện tích bề mặt trao đổi nhiệt của bể chứa dầu bằng tổng diện tích bề mặt nắp S_n , thành thẳng đứng S_{th} và đáy bể S_d :
 $\Sigma S_b = S_{th} + S_n + S_d, m^2$.

3 Kết quả tính toán và thảo luận

Các thông số chính của bể dầu thủy lực máy xúc thủy lực mô lộ thiên Komatsu PC750-7 [13] và dầu thủy lực Shell Tellus-SV2-46 [14] được ứng dụng tính toán trong nghiên cứu. Thông số của dầu ở điều kiện đo tiêu chuẩn $T_d = 40\text{ }^\circ\text{C}$: Khối lượng riêng $\rho = 858,4\text{ kg/m}^3$; độ nhớt động học $\nu = 46 \cdot 10^{-4}\text{ m}^2/\text{s}$; hệ số truyền nhiệt $\lambda_d = 0,1262\text{ W}/(\text{m} \cdot \text{ }^\circ\text{C})$; hệ số khuếch tán nhiệt $a = 7,332 \cdot 10^{-8}\text{ m}^2/\text{s}$; nhiệt dung riêng đẳng áp $c_p = 2005,24\text{ J}/(\text{kg} \cdot \text{ }^\circ\text{C})$; hệ số giãn nở vì nhiệt của dầu $\beta = 7,5 \cdot 10^{-4}\text{ }^\circ\text{C}^{-1}$; dung tích định mức của bể dầu 440 lít; hệ số dẫn nhiệt của vật liệu thùng (thép cacbon thấp, gia công bằng phương pháp hàn nóng chảy) $\lambda_t = 45,4\text{ W}/(\text{m} \cdot \text{ }^\circ\text{C})$; độ dày thành bể $\delta_t = 5\text{ mm}$, kích thước cơ bản của thùng (dài x rộng x cao) $a \times b \times H = 800 \times 700 \times 1005\text{ mm}$; nhiệt độ trung bình năm tại các nước [15]: Liên bang Nga là $7,7\text{ }^\circ\text{C}$, Liên bang Đức là $10,2\text{ }^\circ\text{C}$, tại Việt Nam là $27,2\text{ }^\circ\text{C}$ và nhiệt độ cao nhất vào mùa hè được ghi nhận là $42\text{ }^\circ\text{C}$...

Kết quả tính toán và mô phỏng bằng phần mềm Matlab-Simulink 7.04 sự thay đổi của thông lượng nhiệt tỏa ra từ thùng dầu Q_b phụ thuộc vào nhiệt độ dầu thủy lực và nhiệt độ môi trường xung quanh, được thể hiện trong hình 2.



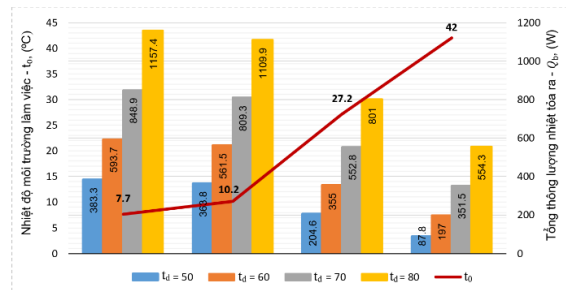
Hình 2: Thông lượng nhiệt tỏa ra từ bể dầu

Từ kết quả tính toán nhận thấy rằng:

- Khi nhiệt độ của chất lỏng làm việc t_d thấp hơn nhiệt độ môi trường t_0 , bể dầu thủy lực biến thành thiết bị thu nhiệt. Nghĩa là, sự trao đổi nhiệt diễn ra trong bể thủy lực lúc này ngược lại với quá trình tỏa nhiệt – quá trình thu nhiệt (nung nóng) được thể hiện bằng các phần của các đường cong dưới trục hoành;

- Khi nhiệt độ môi trường t_0 không thay đổi, thông lượng nhiệt tỏa ra từ bể dầu thủy lực Q_b là hàm tăng phi tuyến đối với nhiệt độ dầu t_d , cụ thể: Thông lượng nhiệt Q_b tăng 141,83 lần khi nhiệt độ dầu t_d tăng 10,78 lần (từ 10,2 lên $110\text{ }^\circ\text{C}$) tại nhiệt độ $t_0 = 7,7\text{ }^\circ\text{C}$; khi nhiệt độ dầu tăng từ 50 đến $110\text{ }^\circ\text{C}$ thì nhiệt lượng Q_b tăng 3,24 lần tại $t_0 = 7,7\text{ }^\circ\text{C}$; 3,4 lần tại $t_0 = 10,2\text{ }^\circ\text{C}$; 5,6 lần tại $t_0 = 27,2\text{ }^\circ\text{C}$ và 19,4 lần tại $t_0 = 42\text{ }^\circ\text{C}$...

Ảnh hưởng của nhiệt độ môi trường đến giá trị thông lượng nhiệt tỏa ra từ bể dầu được thể hiện trong hình 3.

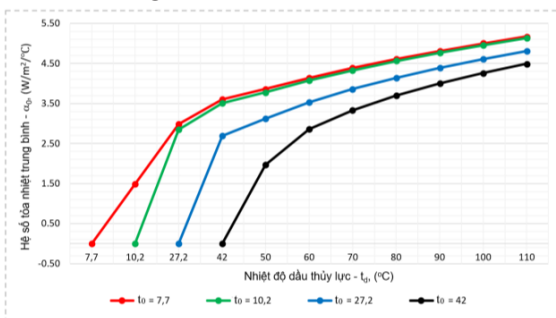


Hình 3: Ảnh hưởng của nhiệt độ môi trường đến thông lượng nhiệt tỏa ra từ bể dầu thủy lực

Từ kết quả nhận được trong hình 3, chúng ta có những nhận xét sau:

- Nếu nhiệt độ dầu là hằng số, khi nhiệt độ môi trường xung quanh càng cao thì khả năng tỏa nhiệt của bể dầu thủy lực càng giảm. Nghĩa là, khả năng truyền nhiệt của bể dầu là khác nhau khi máy xúc thủy lực được vận hành ở các nước có nhiệt độ môi trường khác nhau. Từ kết quả tính toán có thể thấy khi nhiệt độ dầu $t_d = 70\text{ }^\circ\text{C}$, thông lượng nhiệt tỏa ra từ bể dầu là 848,9 W ở Mátxcova (Nga); 809,3 W ở Đức và ở Việt Nam là 552,8 W. Đặc biệt, những ngày hè nóng nhất ở Việt Nam, công suất tỏa nhiệt chỉ đạt 351,5 W;

- Khi nhiệt độ dầu thủy lực tăng dần, ảnh hưởng của sự thay đổi nhiệt độ không khí xung quanh đến lượng nhiệt tỏa ra từ bể dầu sẽ giảm dần, cụ thể: Khi nhiệt độ môi trường tăng từ 7,7 đến 42 °C, thông lượng nhiệt Q_b sẽ giảm 10,36 lần tại $t_d = 50$ °C; 4,2 lần tại $t_d = 60$ °C; 2,93 lần tại $t_d = 70$ °C; 2,37 lần tại $t_d = 80$ °C; 2,06 lần tại $t_d = 90$ °C và 1,73 lần tại $t_d = 110$ °C. Sự thay đổi trị số hệ số tỏa nhiệt trung bình của bể dầu phụ thuộc vào nhiệt độ dầu và nhiệt độ môi trường thể hiện trong hình 4.



Hình 4: Sự phụ thuộc của hệ số tỏa nhiệt trung bình vào nhiệt độ t_d và t_0

Từ kết quả này, ta có những nhận xét sau:

- Nếu nhiệt độ môi trường không đổi, nhiệt độ của chất lỏng làm việc càng cao thì hệ số tỏa nhiệt trung bình của bể dầu thủy lực càng cao;
- Nếu nhiệt độ của dầu thủy lực không thay đổi, nhiệt độ môi trường càng thấp, thì hệ số tỏa nhiệt trung bình của bình thủy lực càng cao;
- Các giá trị của hệ số tỏa nhiệt trung bình nhỏ hơn nhiều lần so với các giá trị được khuyến

ngợi trong các nghiên cứu trước đây;

- Để các tính toán tỏa nhiệt của bể dầu nói riêng và của hệ thống thủy lực nói chung được chính xác, hệ số tỏa nhiệt trung bình của bể thủy lực nên được coi là một biến số.

4 Kết luận và kiến nghị

Các kết quả đạt được đã góp phần làm phong phú thêm kiến thức trong lĩnh vực nghiên cứu nhiệt động lực học hệ thống truyền động thủy lực của máy khai thác mỏ lộ thiên. Những nội dung đã trình bày của bài báo có thể được sử dụng như một tài liệu tham khảo cho các nghiên cứu trong các lĩnh vực kỹ thuật có liên quan.

Hệ số tỏa nhiệt trung bình của bể dầu thủy lực không phải là một hằng số cố định mà trị số của nó thay đổi phụ thuộc vào nhiều yếu tố, trong đó phải kể đến hai yếu tố quan trọng nhất là nhiệt độ của dầu thủy lực và nhiệt độ môi trường không khí xung quanh. Vì vậy, trong các nghiên cứu liên quan đến sự tỏa nhiệt của bể dầu cũng như của hệ thống thủy lực hở có yêu cầu độ chính xác cao, phải tính toán hệ số tỏa nhiệt trung bình, không nên chọn theo các khuyến nghị đã có trước đây.

Cần tiếp tục tiến hành thêm các nghiên cứu thực nghiệm nhằm góp phần nâng cao tính thuyết phục của các kết quả đã đạt được từ việc nghiên cứu tính toán lý thuyết, đồng thời loại bỏ những khuyến nghị không chính xác đã tồn tại trước đây.

TÀI LIỆU THAM KHẢO

1. **Holman J.P.** Heat Transfer. Publisher "McGraw-Hill Education", 1990, 758 p.
2. **Rohsenow W.M., Hartnett J.R., Young I. Cho.** Handbook of Heat Transfer Third Edition. Publisher "McGraw-Hill Education", 1998, 1501 p.
3. **Gregory Nellis, Sanford Klein.** Heat Transfer. Publisher "Cambridge university press", 2009, 1143 p.
4. **Ibrahim Subhi Al-Natour.** Study of an Open Circuit Hydraulic Power System with Compact Cooler-Reservoir Unit. *Scientific Studies and Research Centre Damascus – Syria*, December 1992, 326 p.
5. **Mikheev M.A., Mikheeva I.M.** Truyền nhiệt cơ bản. NXB "Năng lượng", 1977, 344 tr.

6. **Martynenko O.G., Mikhalevich A.A., Shikoz V.K.** Sổ tay tính toán trao đổi nhiệt, tập 1. NXB “*Năng lượng*”, 1972. 528 tr.
7. **Stepanov O.A.** Tính toán nhiệt và thủy lực bộ trao đổi nhiệt làm mát bằng không khí. *Tyumen*, 2009, 401 tr.
8. **Bukhmirov V.V., Rakutina D.V.** Tính toán hệ số tỏa nhiệt đối lưu. *Ivanovo*, 2007, 390 tr.
9. **Kutateladze S.S., Borishansky V.M.** Sổ tay tính toán trao đổi nhiệt. *Matxcova: NXB “Năng lượng Quốc gia”*, 1958, 418 tr.
10. **Аврутин Р.Д.** Справочник по гидроприводам металлорежущих станков. *Москва: «Машиностроение»*, 1965, 266 с.
11. **Брон Л.С., Тартаковский Ж.Э.** Гидравлический привод агрегатных станков и автоматических линий. *Москва: «Машиностроение»*, 1966, 356 с.
12. **Ты Н.Д.** Обоснование рациональных параметров гидропривода машин типа впр с учетом условий эксплуатации во вьетнаме. *Москва: Дис. канд. техн. наук*, 2010, 171 с.
13. Catalog Komatsu PC750LC-7; Komatsu PC750SE-7; Shop Manual Komatsu PC650-5, PC710-5; Инструкция по эксплуатации и техобслуживанию PC750-7, PC800-7.
14. Catalog Shell Tellus S2V46.
15. <https://www.worlddata.info/asia/vietnam/climate.php>.

NGHIÊN CỨU TÍNH TOÁN MỘT SỐ THÔNG SỐ CƠ BẢN CỦA BĂNG TẢI ÉP CÓ GÓC ĐỐC LỚN

*SV. Nguyễn Đức Vinh, SV. Nguyễn Tiến Mạnh, TS. Nguyễn Khắc Linh
Đại học Mở Địa chất Hà Nội*

Tóm tắt: Hiện nay, trong các mỏ lộ thiên của Việt Nam, để vận tải than, đất đá tại khai trường đến các nhà máy sàng tuyển, kho chứa, bãi thải... thường dùng ô tô. Vận tải bằng ô tô có nhiều ưu điểm như: Tính cơ động cao, hoạt động được trên nhiều địa hình... Tuy nhiên, loại hình vận tải này gây ô nhiễm môi trường do phát thải khí nhà kính, sinh bụi lớn, gây mất an toàn lao động do ô tô chạy trên các con đường dốc, trơn trượt... Ngoài ra, vận tải bằng ô tô đòi hỏi lượng nhân công lớn, lại chịu ảnh hưởng bởi các điều kiện thời tiết. Do đó, việc nghiên cứu phương pháp vận tải hiệu quả khác cho mỏ lộ thiên được xem là rất cần thiết. Trong nghiên cứu này, nhóm tác giả trình bày phương pháp tính toán các thông số chính của băng tải ép phục vụ trong vận tải ở các mỏ lộ thiên, từ đó làm thông số đầu vào để tính toán thiết kế các bộ phận khác của băng tải ép.

Từ khoá: Băng tải ép, đất đá, lực ép, mỏ lộ thiên, than.

1 Mở đầu

Sau một thời gian dài khai thác, các mỏ than lộ thiên và hầm lò đang ngày càng xuống sâu, dẫn đến việc vận tải ở các mỏ trở nên khó khăn. Đặc biệt tại các mỏ lộ thiên có góc nghiêng bờ mỏ từ 30-40°, ngoài việc phải đảm bảo chống trượt lở thì còn phải đảm bảo góc nghiêng để thiết kế đường cho ô tô di chuyển, dẫn đến khối lượng bóc tách đất đá lớn hơn và bờ mỏ chiếm nhiều diện tích hơn. Vì vậy, việc nghiên cứu áp dụng phương pháp vận tải hiệu quả khác thay cho ô tô là phương án cần thiết và cấp bách.

Theo tài liệu [3], có một phương pháp đầy tiềm năng để nâng khối lượng vận chuyển đất đá là chuyển đổi sang công nghệ vận tải liên tục vì hiệu quả vận tải tăng lên rõ rệt khi độ sâu của các mỏ lộ thiên tăng. Tuy nhiên, với vận tải bằng băng tải thông thường, góc dốc cho phép là 18-20°, nhỏ hơn góc dốc của bờ mỏ lộ thiên. Do đó, nếu sử dụng thì băng tải phải được đặt theo đường chéo dọc theo bờ mỏ.

Qua quá trình nghiên cứu, nhóm tác giả nhận thấy có thể áp dụng băng tải ép để vận tải than, đất đá ở các mỏ lộ thiên. Đây là loại băng tải đã được nhiều nước áp dụng như ở các mỏ than lộ thiên “Maidanpek” (Serbia), “Muruntau”

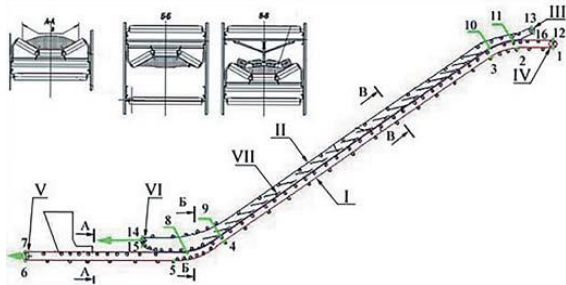
(Uzbekistan), các mỏ đá của nhà máy xử lý quặng trung tâm tại Olenegorsk (Nga)... Tuy nhiên, đến nay ở Việt Nam vẫn chưa có đơn vị nào áp dụng hay chế tạo thành công loại băng tải này. Băng tải ép nghiêng dốc là một biến thể của băng tải truyền thống và phần lớn chi tiết và cụm chi tiết của chúng được thống nhất với các loại băng tải thông thường như tấm băng, con lăn, tang băng tải... Do đó, các nhà máy sản xuất băng tải hoàn toàn có thể chế tạo loại băng tải này. Cơ sở lý thuyết lựa chọn các thông số của băng tải nghiêng dốc có đai kẹp đã được nghiên cứu thành công trong một số năm tại Viện khai thác mỏ NUST MISIS, Đại học mỏ St. Petersburg và một số đơn vị khác [3].



Hình 1: Một số hình ảnh băng tải ép tại các mỏ lộ thiên

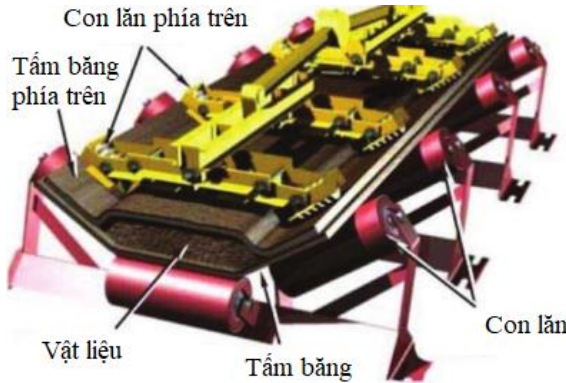
Từ những phân tích ở trên, có thể thấy băng tải ép có triển vọng để áp dụng cho các mỏ than lộ thiên của Việt Nam. Từ đó, nhóm tác giả đã

lựa chọn mỏ than lộ thiên của Công ty Than Thống Nhất - TKV để tính toán thiết kế.



Hình 2: Cấu tạo của băng tải ép

Băng tải ép có hai tập băng kẹp vật liệu vận tải ở giữa (Hình 2) bao gồm băng tải dưới I và băng tải trên (kẹp) II, các bộ phận truyền động độc lập III, IV và các thiết bị kéo căng V, VI. Các số từ 1 đến 16 cho biết ranh giới các phần đặc trưng của băng tải. Băng tải trên được trang bị các thiết bị kẹp VII tạo ra lực cần thiết để giữ tải trên đoạn băng nghiêng dốc. Có thể thấy trên hình 2, mặt cắt ngang của băng tải ép (A-A) tương tự như băng tải thông thường.



Hình 3: Các bộ phận chính băng tải

2 Tính toán lựa chọn các thông số kỹ thuật cần thiết

2.1 Tính chiều rộng của băng cao su

Chiều rộng tính toán của băng tải được tính theo công thức [1]:

$$B_{tt} = 1,5 \sqrt{\frac{Q_{yc}}{K \cdot v \cdot \gamma \cdot C_{\beta}}}, m \quad (1)$$

Trong đó: Q_{yc} – năng suất yêu cầu của băng tải, T/h; k – hệ số năng suất; v – tốc độ chuyển động

của tấm băng, m/s; γ – khối lượng vật liệu vận tải, t/m^3 ; C_{β} – hệ số điền đầy băng.

Để tạo thành vòng đóng kín, chiều rộng của băng tải:

$$B = B_{tt} + 2\Delta B, m$$

Trong đó: ΔB – bề rộng tiếp xúc của băng tải dưới và băng tải trên.

2.2 Xác định khối lượng vật liệu vận tải phân bố trên 1 mét chiều dài của băng

Khối lượng vật liệu vận tải phân bố trên 1 mét chiều dài của băng [1, 3]:

$$q = \frac{Q_{yc}}{3,6v}, kg/m$$

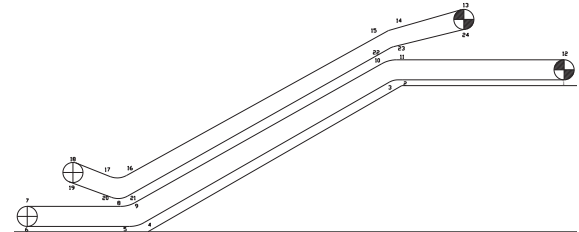
2.3 Khối lượng phần quay của các con lăn

Theo tài liệu [1], khối lượng phân bố của phần quay con lăn trên nhánh có tải, kg/m .

$$q'_{cl} = \frac{G'}{l}, kg/m \quad (2)$$

Trong đó: G' – khối lượng phần quay của con lăn trên nhánh có tải, kg ; l' – khoảng cách giữa hai hàng con lăn trên nhánh có tải, m .

2.4 Xác định sức cản chuyển động của băng tải



Hình 4: Sơ đồ tính sức cản của băng

Khối lượng phân bố của phần quay con lăn trên nhánh không tải:

$$q''_{cl} = \frac{G''}{l''}, kg/m \quad (3)$$

Trong đó: G'' – khối lượng phần quay của con lăn trên nhánh không tải, kg ; l'' – khoảng cách giữa hai hàng con lăn trên nhánh không tải, m .

Từ (2) và (3) được:

$$G' = q'_{cl} \cdot l', kg$$

$$G'' = q''_{cl} \cdot l'', kg$$

2.4.1 Xác định sức cản chuyển động của băng tải dưới

Bảng 1: Các phương trình tính toán băng tải phía dưới

TT	Sức căng băng tải	Sức cản chuyển động
1	$S_1 = S_r$	-
2	$S_2 = S_1 + W_{1-2} = S_r + W_{1-2}$	$W_{1-2} = \left[(q_b + q_{cl}') \omega'' \cos \beta_1 - q_b \sin \beta_1 \right] L_{1-2} G'$ q_b – khối lượng 1 m băng, kg/m; β_1 – góc dốc đặt băng của đoạn 1-2, độ; ω'' – hệ số sức cản chuyển động trên nhánh không tải
3	$S_3 = K_1 \cdot S_2 = K_1 \cdot S_r + K_1 \cdot W_{1-2}$	K_1 – hệ số sức cản khi băng tải đi vào đoạn của với bán kính R_1
4	$S_4 = S_3 + W_{3-4} = K_1 \cdot S_r + K_1 \cdot W_{1-2} + W_{3-4}$	$W_{3-4} = -L_{3-4} \cdot g \cdot q_b \sin \beta_2$ β_2 – góc dốc đặt băng của đoạn 3-4, độ; g – gia tốc trọng trường, m/s ²
5	$S_5 = K_2 \cdot S_4 = K_2 \cdot K_1 \cdot S_r + K_2 \cdot K_1 \cdot W_{1-2} + K_2 \cdot W_{3-4}$	K_2 – hệ số sức cản khi băng tải đi vào đoạn của với bán kính R_2
6	$S_6 = S_5 + W_{5-6} = K_2 \cdot K_1 \cdot S_r + K_2 \cdot K_1 \cdot W_{1-2} + K_2 \cdot W_{3-4} + W_{5-6}$	$W_{5-6} = \left[(q_b + q_{cl}') \omega'' \cos \beta_3 - q_b \sin \beta_3 \right] L_{5-6} \cdot g$
7	$S_7 = K_3 \cdot S_6 = K_3 \cdot K_2 \cdot K_1 \cdot S_r + K_3 \cdot K_2 \cdot K_1 \cdot W_{1-2} + K_3 \cdot K_2 \cdot W_{3-4} + K_3 \cdot W_{5-6}$	K_3 – hệ số sức cản khi băng tải đi vào đoạn của với bán kính R_3
8	$S_8 = S_7 + W_{7-8} + W_{dt} = K_3 \cdot K_2 \cdot K_1 \cdot S_r + K_3 \cdot K_2 \cdot K_1 \cdot W_{1-2} + K_3 \cdot K_2 \cdot W_{3-4} + K_3 \cdot W_{5-6} + W_{7-8} + W_{dt}$	$W_{7-8} = \left[(q + q_b + q_{cl}') \omega' \cos \beta_3 + (q + q_b) \sin \beta_3 \right] L_{7-8} \cdot g + W_{dt}$ Lực cản do quá trình chất tải: $W_{dt} = h^2 \cdot \gamma \cdot L_{ct} \cdot g$ h – chiều cao lớp vật liệu, $h = 0,148B$, m; B – chiều rộng băng tải, m; $\gamma = 1,2$ tấn/m ³ ; L_{ct} – chiều dài chất tải, m; ω' – hệ số sức cản chuyển động trên nhánh có tải
9	$S_9 = K_4 \cdot S_8 = K_4 \cdot K_3 \cdot K_2 \cdot K_1 \cdot S_r + K_4 \cdot K_3 \cdot K_2 \cdot K_1 \cdot W_{1-2} + K_4 \cdot K_3 \cdot K_2 \cdot W_{3-4} + K_4 \cdot K_3 \cdot W_{5-6} + K_4 \cdot W_{7-8} + K_4 \cdot W_{dt}$	K_4 – hệ số sức cản khi băng tải đi vào đoạn của với bán kính R_4
10	$S_{10} = S_9 + W_{9-10} = K_4 \cdot K_3 \cdot K_2 \cdot K_1 \cdot S_r + K_4 \cdot K_3 \cdot K_2 \cdot K_1 \cdot W_{1-2} + K_4 \cdot K_3 \cdot K_2 \cdot W_{3-4} + K_4 \cdot K_3 \cdot W_{5-6} + K_4 \cdot W_{7-8} + K_4 \cdot W_{dt} + W_{9-10}$	$W_{9-10} = \omega' \cdot p \cdot L_{9-10} + \left(\frac{q}{2} + q_b \right) \sin \beta_2 \cdot L_{9-10} \cdot g$ p – áp lực do hệ thống ép băng tải trên lên băng tải dưới, $p \geq q \cdot g \left(\frac{\sin \beta - f''}{f' + f''} - \frac{q_b}{q} \cos \beta \right)$, N/m
11	$S_{11} = K_5 \cdot S_{10} = K_5 \cdot K_4 \cdot K_3 \cdot K_2 \cdot K_1 \cdot S_r + K_5 \cdot K_4 \cdot K_3 \cdot K_2 \cdot K_1 \cdot W_{1-2} + K_5 \cdot K_4 \cdot K_3 \cdot K_2 \cdot W_{3-4} + K_5 \cdot K_4 \cdot K_3 \cdot W_{5-6} + K_5 \cdot K_4 \cdot W_{7-8} + K_5 \cdot K_4 \cdot W_{dt} + K_5 \cdot W_{9-10}$	K_5 – hệ số sức cản khi băng tải đi vào đoạn của với bán kính R_5
12	$S_{12} = S_t = S_r \cdot e^{f \alpha}$	-

Trong đó:

$$S_r = \left(\frac{K_5 \cdot K_4 \cdot K_3 \cdot K_2 \cdot K_1 \cdot W_{1-2} + K_5 \cdot K_4 \cdot K_3 \cdot K_2 \cdot W_{3-4}}{+K_5 \cdot K_4 \cdot K_3 \cdot W_{5-6} + K_5 \cdot K_4 \cdot W_{7-8} + K_5 \cdot W_{9-10}} \right) / (e^{f\alpha} - K_5 \cdot K_4 \cdot K_3 \cdot K_2 \cdot K_1), N;$$

$S_t = S_r \cdot e^{f\alpha}, N$, với $e^{f\alpha}$ – nhân tố kéo tang chủ động; f – hệ số ma sát; α – góc ôm băng trên tang, độ.

2.4.2 Xác định sức cản chuyển động của băng tải trên

Bảng 2: Các phương trình tính toán băng tải phía trên

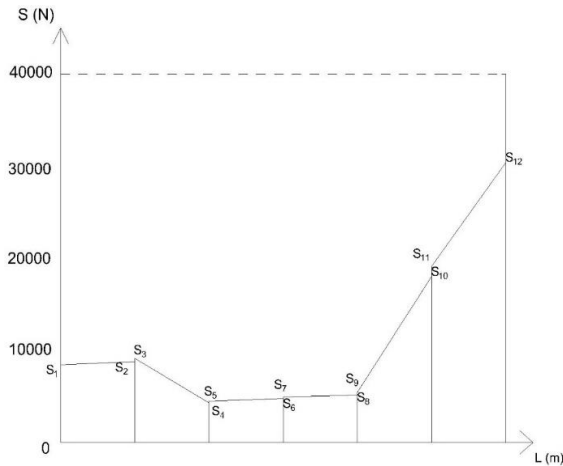
TT	Sức căng băng tải	Sức cản chuyển động
1	$S_{13} = S'_r$	-
2	$S_{14} = S_{13} + W_{13-14} = S'_r + W_{13-14}$	$W_{13-14} = [q_b \cdot \omega'' \cos \beta_4 - q_b \sin \beta_4] L_{13-14} \cdot g$
3	$S_{15} = K_6 \cdot S_{14} = K_6 \cdot S'_r + K_6 \cdot W_{13-14}$	K_6 – hệ số sức cản khi băng tải đi vào đoạn của với bán kính R_6
4	$S_{16} = S_{15} + W_{15-16} = K_6 \cdot S'_r + K_6 \cdot W_{13-14} + W_{15-16}$	$W_{15-16} = -L_{15-16} \cdot g \cdot q_b \sin \beta_5$
5	$S_{17} = K_7 \cdot S_{16} = K_7 \cdot K_6 \cdot S'_r + K_7 \cdot K_6 \cdot W_{13-14} + K_7 \cdot W_{15-16}$	K_7 – hệ số sức cản khi băng tải đi vào đoạn của với bán kính R_7
6	$S_{18} = K_8 \cdot S_{17} = K_8 \cdot K_7 \cdot K_6 \cdot S'_r + K_8 \cdot K_7 \cdot K_6 \cdot W_{13-14} + K_8 \cdot K_7 \cdot W_{15-16}$	K_8 – hệ số sức cản khi băng tải đi vào đoạn của với bán kính R_8
7	$S_{19} \approx S_{18} = K_8 \cdot K_7 \cdot K_6 \cdot S'_r + K_8 \cdot K_7 \cdot K_6 \cdot W_{13-14} + K_8 \cdot K_7 \cdot W_{15-16}$	-
8	$S_{20} = K_9 \cdot S_{19} = K_9 \cdot K_8 \cdot K_7 \cdot K_6 \cdot S'_r + K_9 \cdot K_8 \cdot K_7 \cdot K_6 \cdot W_{13-14} + K_9 \cdot K_8 \cdot K_7 \cdot W_{15-16}$	K_9 – hệ số sức cản khi băng tải đi vào đoạn của với bán kính R_9
9	$S_{21} \approx S_{20} = K_9 \cdot K_8 \cdot K_7 \cdot K_6 \cdot S'_r + K_9 \cdot K_8 \cdot K_7 \cdot K_6 \cdot W_{13-14} + K_9 \cdot K_8 \cdot K_7 \cdot W_{15-16}$	-
10	$S_{22} = S_{21} + W_{21-22} = K_9 \cdot K_8 \cdot K_7 \cdot K_6 \cdot S'_r + K_9 \cdot K_8 \cdot K_7 \cdot K_6 \cdot W_{13-14} + K_9 \cdot K_8 \cdot K_7 \cdot W_{15-16} + W_{21-22}$	$W_{21-22} = \omega' \cdot p \cdot L_{21-22} + \left(\frac{q}{2} + q_b\right) \sin \beta_5 \cdot L_{21-22} \cdot g$ p – áp lực nén của hệ lò xo: $p \geq q \cdot g \left(\frac{\sin \beta_5 - f''}{f' + f''} - \frac{q_b}{q} \cos \beta_5 \right), N/m$
11	$S_{23} = K_{10} \cdot S_{22} = K_{10} \cdot K_9 \cdot K_8 \cdot K_7 \cdot K_6 \cdot S'_r + K_{10} \cdot K_9 \cdot K_8 \cdot K_7 \cdot K_6 \cdot W_{13-14} + K_{10} \cdot K_9 \cdot K_8 \cdot K_7 \cdot W_{15-16} + K_{10} \cdot W_{21-22}$	K_{10} – hệ số sức cản khi băng tải đi vào đoạn của với bán kính R_{10}
12	$S_{24} = S'_t = S'_r \cdot e^{f\alpha}$	-

Trong đó:

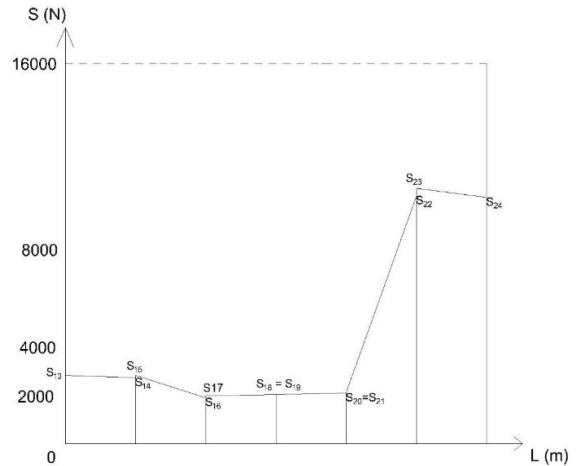
$$S'_r = (K_{10} \cdot K_9 \cdot K_8 \cdot K_7 \cdot K_6 \cdot W_{13-14} + K_{10} \cdot K_9 \cdot K_8 \cdot K_7 \cdot W_{15-16} + W_{21-22}) / (e^{f\alpha} - K_{10} \cdot K_9 \cdot K_8 \cdot K_7 \cdot K_6);$$

$$S'_t = S'_r \cdot e^{f\alpha}$$

Biểu đồ sức căng băng tải



Hình 5: Biểu đồ sức căng băng tải dưới



Hình 6: Biểu đồ sức căng băng tải trên

3 Kết luận

Từ những tính toán nghiên cứu phân tích ở trên có thể đưa ra kết luận sau:

- Băng tải ép là thiết bị vận tải có nhiều ưu điểm với góc dốc vận tải lớn và khả năng ứng dụng của nó trong tương lai;

- Đã làm rõ cấu tạo và nguyên lý hoạt động của các băng tải ép dùng trong vận tải lộ thiên;
- Đã xây dựng phương pháp tính toán các thông số cơ bản của băng tải ép, từ đó làm căn cứ để thiết kế băng tải ép sau này.

TÀI LIỆU THAM KHẢO

1. Nguyễn Văn Kháng. Máy và tổ hợp thiết bị vận tải mỏ. NXB Khoa học kỹ thuật Hà Nội, 2005.
2. Cao Trọng Khung. Vận tải mỏ. Đại học mỏ - Địa Chất Hà Nội, 2000.
3. Kozhushko G.G., Lukashuk O.A. Tính toán và thiết kế băng tải. NXB Ural, 2016. 232 tr. (Tiếng Nga).

SO SÁNH HIỆU QUẢ PHƯƠNG PHÁP ĐIỀU KHIỂN TỤA ĐIỆN ÁP VÀ ĐIỀU KHIỂN TRỰC TIẾP CÔNG SUẤT CHO CHỈNH LƯU TÍCH CỰC Ở HỆ TRUYỀN ĐỘNG ĐIỆN BIẾN TẦN GỒM NHIỀU NGHỊCH LƯU

TS. Lê Văn Tùng, TS. Đặng Ngọc Huy – Đại học Công nghiệp Quảng Ninh

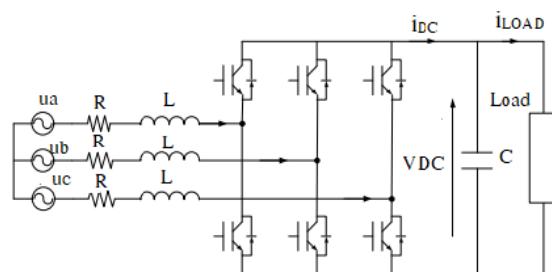
Tóm tắt: Bộ biến đổi tần số sử dụng chỉnh lưu diode có nhiều ảnh hưởng đến chất lượng lưới điện và cần phải sử dụng điện trở xả để tiêu tán năng lượng khi động cơ hoạt động ở chế độ máy phát. Việc nghiên cứu các cấu trúc mới của bộ biến đổi tần số trong hệ thống truyền động điện điều chỉnh tần số sử dụng chỉnh lưu tích cực để đảm bảo công suất trao đổi theo hai chiều, điều chỉnh được điện áp một chiều ở đầu ra chỉnh lưu, giảm tổn hao nhiệt trong quá trình chuyển mạch của van bán dẫn, giảm tối đa sóng hài lên nguồn cung cấp do bộ biến đổi tần số gây ra. Trong một số ứng dụng khi các động cơ làm việc theo nhóm thì cấu trúc của bộ biến đổi tần số gồm nhiều mạch nghịch lưu làm tăng hiệu quả hoạt động, giảm chi phí lắp đặt. Bài báo so sánh hiệu quả của biến đổi tần số có cấu trúc đa nghịch lưu khi sử dụng phương pháp điều khiển điện áp với điều khiển trực tiếp công suất mạch chỉnh lưu trong hệ thống truyền động điện. Kết quả nghiên cứu được kiểm chứng bằng phần mềm Matlab & Simulink.

Từ khóa: Chỉnh lưu không điều khiển, điều khiển công suất trực tiếp, điều khiển mô men, điều khiển tụa điện áp, Matlab & Simulink, nghịch lưu 3 pha.

1 Giới thiệu

Hiện nay, các bộ biến đổi tần số sử dụng chỉnh lưu diode làm méo dạng dòng điện và điện áp của nguồn cung cấp. Do đó trong thực tế, để giảm ảnh hưởng của bộ biến đổi tần số đối với lưới điện thì thường sử dụng các giải pháp như: Chỉnh lưu đa xung kết hợp với máy biến áp – có ưu điểm giảm đáng kể sóng hài lên lưới, nhưng có nhược điểm công kênh và tổn kém, chỉ phù hợp trong các trường hợp đặc thù, tải công suất rất lớn mà các phương pháp khác khó thực hiện được; sử dụng cuộn kháng lọc – có ưu điểm đơn giản việc lắp đặt, sửa chữa, nhưng chỉ loại bỏ được một số thành phần hài mà không phải là tất cả; sử dụng các bộ lọc tích cực – có nhiều ưu điểm như có thể bù được công suất phản kháng, triệt tiêu nhiều thành phần hài bậc cao, chất lượng dòng điện và điện áp lưới được cải thiện, tuy nhiên ở đầu vào biến tần đòi hỏi chi phí tăng cao, bảo trì khó khăn và tốn không gian lắp đặt. Ngoài ra, các bộ biến đổi tần số AC-AC sử dụng thyristor bị hạn chế về tần số đóng cắt van, việc thiết kế mạch điều khiển phức tạp và thyristor là van điều khiển không mở hoàn toàn.

Hiện nay giải pháp khắc phục các nhược điểm của bộ biến tần sử dụng chỉnh lưu diode và thyristor là sử dụng van bán dẫn được điều khiển hoàn toàn như IGBT. Van bán dẫn IGBT hoạt động ở tần số cao, tổn hao ít và việc thiết kế mạch điều khiển dễ dàng sử dụng hệ vi xử lý-vi điều khiển. Mạch chỉnh lưu sử dụng IGBT được gọi là mạch chỉnh lưu tích cực hình 1.

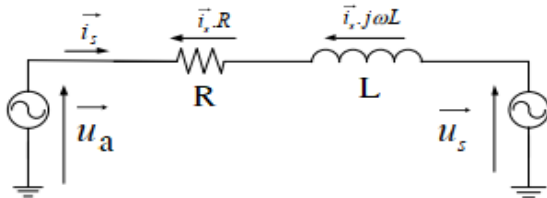


Hình 1: Sơ đồ chỉnh lưu tích cực

Trong đó: u_a, u_b, u_c – nguồn xoay chiều; RL – điện kháng lọc bộ chuyển mạch cầu 3 pha IGBT; C – tụ lọc điện áp 1 chiều đầu ra.

Từ hình 1, nếu xem xét một pha mạch chỉnh lưu, ta có sơ đồ mạch tương đương một pha khi ghép nối với lưới như hình 2. Bằng việc điều khiển cho nguồn điện áp \bar{U}_s cùng tần số với

điện áp lưới thông qua điều khiển điện áp rơi trên RL, như vậy sẽ điều khiển được dòng nạp cho tụ (hướng và độ lớn) cũng như dạng dòng điện và điện áp (u_a) ở đầu vào của chỉnh lưu.



Hình 2: Sơ đồ mạch tương đương một pha

Trong cấu trúc điều khiển chỉnh lưu tích cực hiện nay thường nghiên cứu phương pháp điều khiển tựa điện áp và phương pháp điều khiển trực tiếp công suất. Việc so sánh phương pháp điều khiển tựa điện áp theo dòng điện và điều khiển tựa điện áp theo công suất cho chỉnh lưu tích cực cấp điện cho nhiều mạch nghịch lưu trong bộ biến tần có ý nghĩa quan trọng ở các hệ thống như máy xúc, nâng hạ, máy công cụ.

2 Phương pháp điều khiển tựa điện áp voc

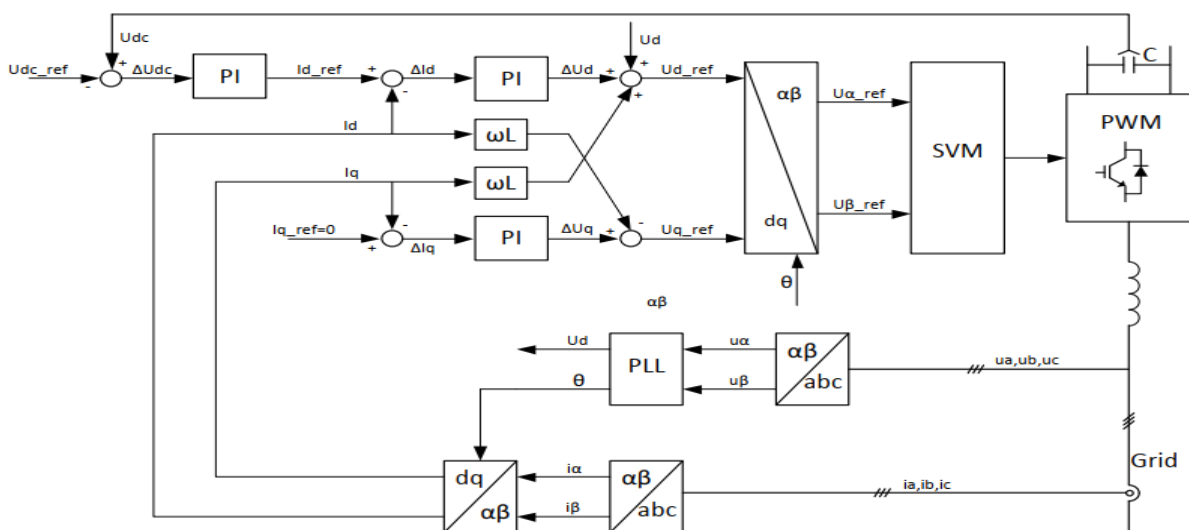
Trên hình 3 là cấu trúc điều khiển chỉnh lưu tích cực trên hệ tọa độ dq bằng phương pháp tựa điện áp lưới (VOC – Voltage Oriented Control). Bằng cách sử dụng mạch vòng điều chỉnh điện áp trên tụ và góc đồng bộ của điện áp lưới ba pha theo hai phần dọc trục và ngang trục sẽ điều

khiển được dòng điện nạp cho tụ. Do đó, khi điều khiển thành phần ngang trục như công suất phản kháng $q = 0$ thì vector dòng điện sẽ bám theo vector điện áp, hệ dòng điện ba pha có dạng hình sin và khả năng truyền tải năng lượng với hiệu suất lớn nhất (do hệ số công suất $\cos\phi = 1$).

Hình 3 thể hiện vòng lặp khóa pha (Phase Locked Loop – PLL) đo điện áp lưới u_{abc} để thực hiện phép biến đổi Clarke thành u_{α}, u_{β} và góc đồng bộ θ cho hệ điều khiển. Lượng đặt dòng điện trên trục q có giá trị bằng không, đảm bảo cho vector dòng điện bám theo vector điện áp. Còn lượng đặt dòng điện trên trục d được tính toán từ bộ điều chỉnh điện áp tụ u_{dc} , sẽ mang thông tin của thành phần năng lượng cần phải nạp hoặc xả ra để ổn định điện áp trên tụ điện.

Mạch vòng điều chỉnh điện áp có tác dụng đảm bảo ổn định giá trị điện áp một chiều trên tụ khi có sự thay đổi của tải. Ngoài ra, cấu trúc điều khiển có thêm khâu truyền thẳng (Feedforward) nhằm loại bỏ những thành phần xen kênh phát sinh trong quá trình chuyển trục tọa độ.

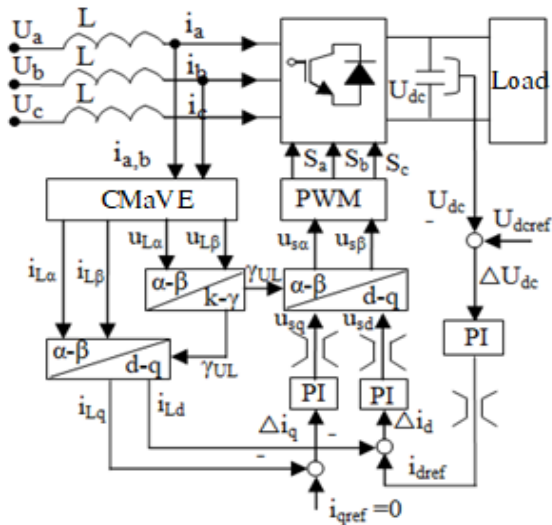
Giá trị điện áp điều chế u_{α}, u_{β} được đưa vào mạch thông qua bộ sáu van IGBT cùng thuật toán điều chế vector không gian SVM để điều khiển đóng ngắt các khóa.



Hình 3: Cấu trúc điều khiển chỉnh lưu trên hệ tọa độ dq

3 Phương pháp điều khiển trực tiếp công suất dựa trên bảng chuyển mạch mới

Phương pháp điều khiển trực tiếp công suất cho chỉnh lưu tích cực sẽ thực hiện điều khiển trực tiếp riêng rẽ thành phần công suất tác dụng tức thời p và công suất phản kháng q .



Hình 4: Cấu trúc điều khiển công suất

Trong đó: CMaVE – Current Measurement and Voltage Evaluation.

Trong mạch vòng điều khiển lựa chọn giá trị đặt công suất phản kháng $q_{ref} = 0$, tức là hệ số công suất $\cos\phi = 1$. Lượng đặt công suất tác dụng p_{ref} được lấy từ đầu ra bộ điều chỉnh điện áp và lượng đặt điện áp 1 chiều U_{dc} (hình 4). Hai bộ điều chỉnh công suất được thiết kế dạng khâu đóng cắt có đặc tính từ trễ (đặc tính r_l).

Công suất tức thời trong phương pháp DPC

Bảng 1: Bảng chuyển mạch không chứa vector điện áp U_0 và U_7 của phương pháp DPC

d_p	d_q	Vector điện áp trong các sector											
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
1	0	U_5	U_6	U_6	U_1	U_1	U_2	U_2	U_3	U_3	U_4	U_4	U_5
	1	U_3	U_4	U_4	U_5	U_5	U_6	U_6	U_1	U_1	U_2	U_2	U_3
0	0	U_6	U_1	U_1	U_2	U_2	U_3	U_3	U_4	U_4	U_5	U_5	U_6
	1	U_1	U_2	U_2	U_3	U_3	U_4	U_4	U_5	U_5	U_6	U_6	U_1

4 Kết quả mô phỏng

Để so sánh hiệu quả của phương pháp điều khiển trực tiếp công suất có bảng chuyển mạch không sử dụng vector không (U_0, U_7) với điều

được xác định theo định lý về công suất của Akagi theo hệ tọa độ $\alpha\beta$ [1-3]. Phương pháp DPC có tần số chuyển mạch phụ thuộc vào độ trễ của bộ điều khiển công suất phản kháng và tác dụng [3, 4]. Hiện nay, có nhiều bảng chuyển mạch trong phương pháp DPC, trong đó đều sử dụng vector không (U_0, U_7) để đảm bảo trình tự chuyển mạch của các van bán dẫn IGBT vì vector không ảnh hưởng đến tần số chuyển mạch [5, 6]. Các bảng chuyển mạch truyền thống gây ra các gợn sóng và dao động tuần hoàn của công suất phản kháng nên làm méo dòng điện ở đầu vào [7]. Các bảng chuyển mạch sử dụng vector không (U_0, U_7) để giảm số lần bật tắt của các van để giảm tổn thất chuyển mạch nhưng tốc độ đáp ứng của công suất vẫn còn chậm. Để cải thiện đặc tính động của công suất tác dụng và phản kháng, giảm sóng hài dòng điện thì cần xem xét lựa chọn vector điện áp (U_0, U_7) không chỉ ở thời điểm trước đó mà còn ở các vị trí kế tiếp [8].

Một cách tiếp cận dựa trên dấu và độ lớn của sự thay đổi công suất tác dụng và phản kháng tức thời là có thể chọn vector điện áp chỉnh lưu tối ưu ở mỗi sector thông qua bảng chuyển mạch mới. Điều này sẽ khắc phục độ gợn công suất, loại bỏ dòng điện hài, ổn định đặc tính công suất và công suất tức thời phản ứng nhanh với sự thay đổi công suất của tải [9]. Bảng 1 thể hiện các trạng thái chuyển mạch của các van của chỉnh lưu tích cực ở 12 sector, trong đó không sử dụng các trạng thái chuyển mạch (U_0, U_7).

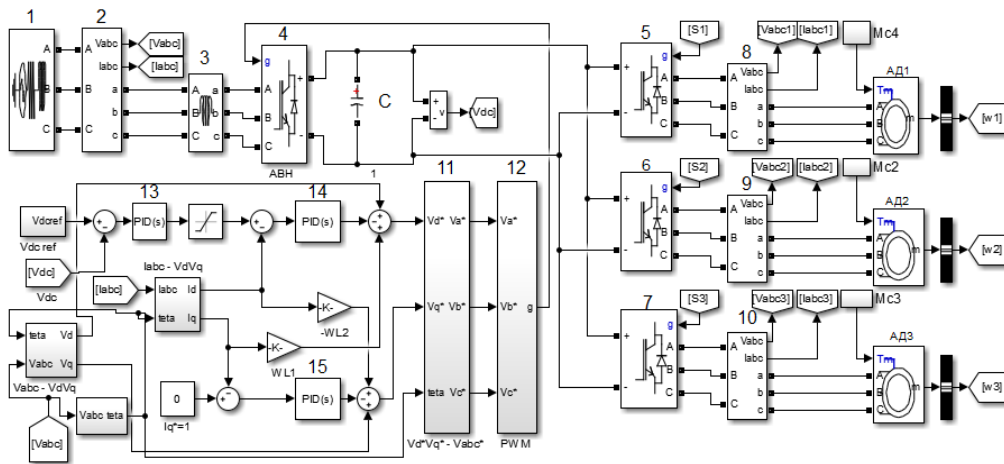
kiến tựa điện áp, bài báo mô phỏng hệ thống chỉnh lưu tích cực-nhiều nghịch lưu-nhiều động cơ. Các động cơ làm việc ở các chế độ khác nhau phản ánh quá trình hoạt động của bộ chỉnh lưu.

Bảng 2: Thông số các động cơ

Đặc tính kỹ thuật	Động cơ 1 và 2	Động cơ 3
Công suất P (kW)	110	150
Điện áp (V)	380/660	380/660
Tần số (Hz)	50	50
Tốc độ rô to (v/p)	1485	1490
Mô men định mức M_{dm} (Nm)	707	962

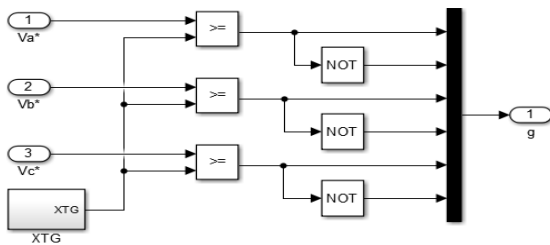
Các thông số của bộ chỉnh lưu:

- 1) Điện áp lưới định mức $U = 380/660VAC$.

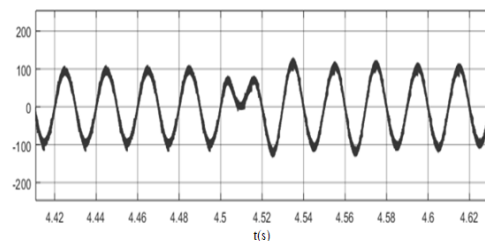


Hình 5: Mô phỏng hệ truyền động điện với chỉnh lưu tích cực điều khiển theo phương pháp VOC

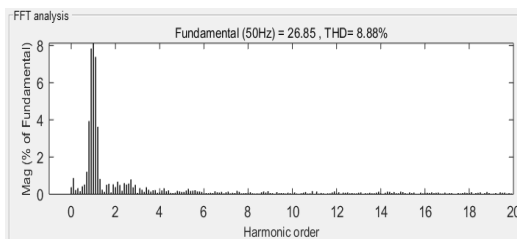
Trong đó: 1 – nguồn ba pha; 2, 8, 9, 10 – đo dòng điện và điện áp; 3 – cuộn kháng; 4 – mạch chỉnh lưu tích cực; 5, 6, 7 – mạch nghịch lưu; 11 – chuyển đổi điện áp ở hệ dq0-abc; 12 – khối xuất tín hiệu điều khiển IGBT; 13, 14, 15 – bộ điều khiển điện áp, dòng điện PID.



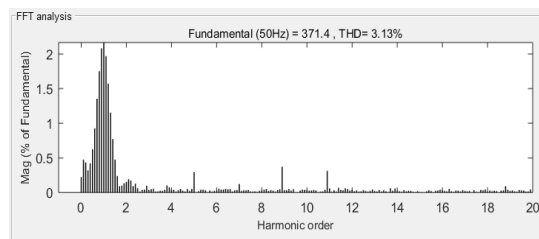
Hình 6: Khối tạo xung PWM trên Matlab



Hình 7: Đặc tính dòng điện pha của lưới



Hình 8: Tổng méo hài dòng điện lưới khi các động cơ khởi động ($THD_1 = 8,88\%$)

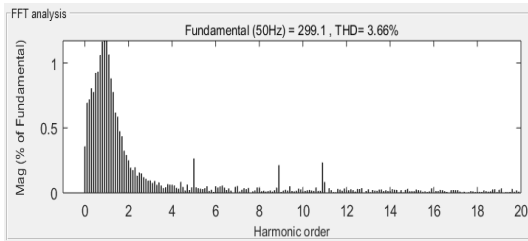


Hình 9: Tổng méo hài dòng điện lưới khi các động cơ làm việc ở tốc độ đặt ($THD_1 = 3,13\%$)

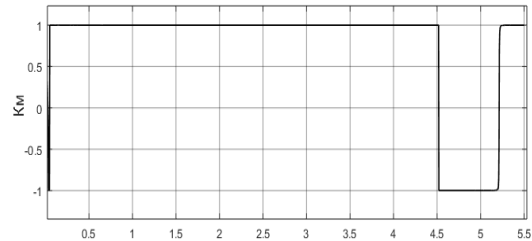
- 2) Tần số điện áp lưới $f = 50$ Hz;
- 3) Tần số chuyển mạch van IGBT: 5 kHz.
- 4) Điện cảm đầu vào chỉnh lưu: $L = 0,001$ H.
- 5) Điện dung của tụ điện $C = 10000$ μF .
- 6) Điện áp 1 chiều đầu ra chỉnh lưu: $U = 1200$ VDC.

4.1 Kết quả mô phỏng phương pháp VOC

Hình 5 mô tả sơ đồ mô phỏng hệ thống truyền động điện sử dụng biến tần với chỉnh lưu tích cực được điều khiển theo phương pháp VOC.

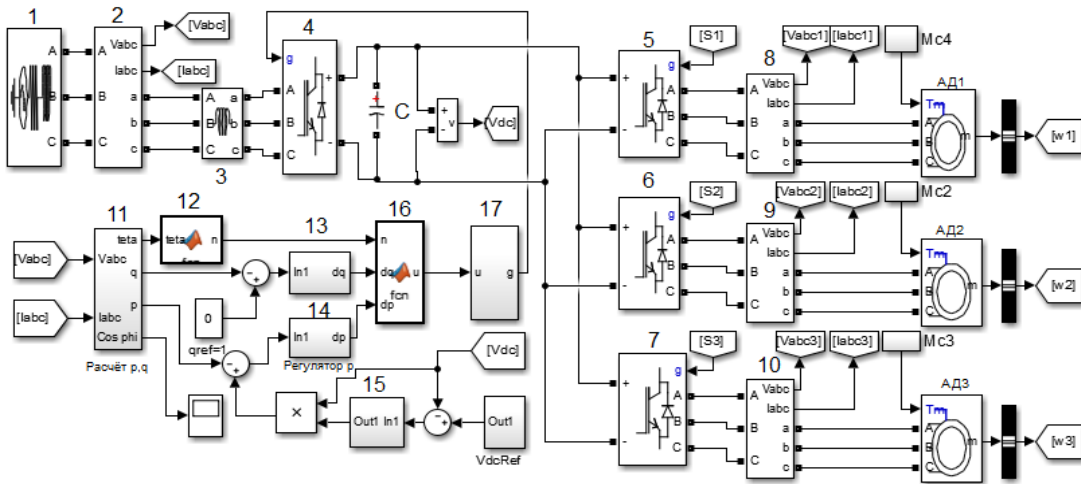


Hình 10: Tổng méo hài dòng điện lưới khi các động cơ giảm tốc độ và mô men tải thay đổi ($THD_I = 3,66\%$)



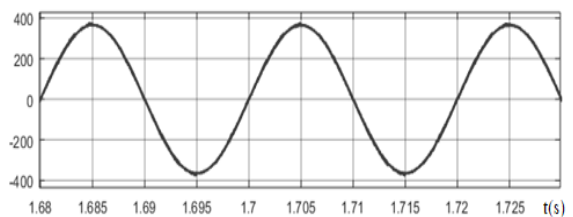
Hình 11: Đặc tính hệ số công suất

4.2 Kết quả mô phỏng phương pháp DPC

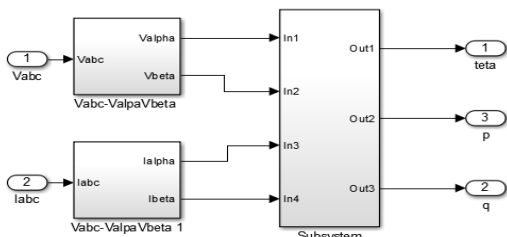


Hình 12: Mô phỏng hệ truyền động điện với chỉnh lưu tích cực điều khiển theo phương pháp DPC

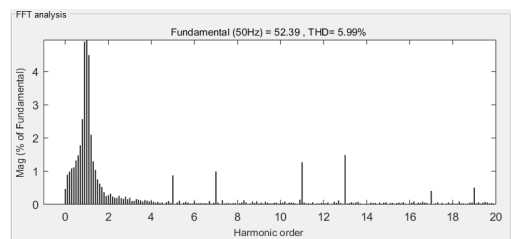
Hình 12 mô tả sơ đồ mô phỏng hệ thống truyền động điện sử dụng biến tần với chỉnh lưu tích cực điều khiển theo phương pháp DPC. Trong đó: 1-10 – các khối tương tự như hình 5; 11 – khối tính toán công suất tác dụng và phản kháng; 12 – khối xác định sector; 13 – khối tính sai lệch công suất q; 14 – tính toán sai lệch p; 15 – bộ điều khiển điện áp DC; 16 – lựa chọn bảng chuyển mạch sector điện áp; 17 – lựa chọn tín hiệu điều khiển IGBT.



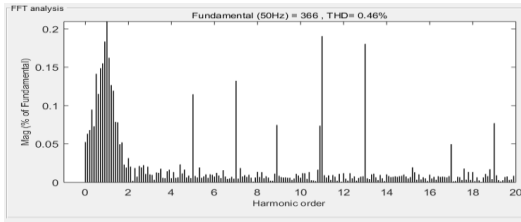
Hình 14: Đặc tính dòng điện pha của lưới



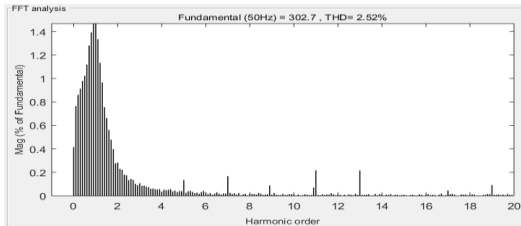
Hình 13: Khối tính toán công suất tác dụng và phản kháng tức thời



Hình 15: Tổng méo hài dòng điện lưới khi các động cơ khởi động ($THD_I = 5,99\%$)



Hình 16: Tổng méo hài dòng điện lưới khi các động cơ làm việc ở tốc độ đặt ($THD_I = 0,46\%$)



Hình 17: Tổng méo hài dòng điện lưới khi các động cơ làm việc ở tốc độ đặt ($THD_I = 2,52\%$)

Bảng 3: So sánh chất lượng dòng điện lưới giữa VOC và DPC trên hệ truyền động điện một chỉnh lưu-nhiều nghịch lưu

Trạng thái làm việc	THD _I của VOC (%)	THD _I của DPC (%)
Khởi động	8,88	5,99
Ổn định	3,13	0,46
Mô men tải thay đổi	3,66	2,52

Từ bảng 3 cho thấy, trong hệ thống truyền động điện một chỉnh lưu kết hợp nhiều mạch nghịch lưu sử dụng phương pháp điều khiển DPC theo bảng 1 cho kết quả tổng méo hài dòng điện lưới nhỏ hơn so với phương pháp VOC.

5 Kết luận

Qua phân tích lý thuyết và các kết quả thu được từ mô phỏng cho thấy, sử dụng hệ truyền động điện gồm một chỉnh lưu-nhiều nghịch lưu có khả thi trong thực tế. Việc sử dụng bộ biến tần có bộ chỉnh lưu tích cực điều khiển theo phương pháp DPC có nhiều ưu điểm về hệ số công suất và chất lượng dòng điện lưới. Bảng chuyển mạch không sử dụng vector chuyển mạch không (U_0, U_7) sẽ giảm được thời gian trễ khi chuyển mạch van. Ngoài ra, trong phương pháp DPC có thể nghiên cứu, khảo sát hiệu quả của các bảng chuyển mạch sector điện áp để nâng cao chất lượng làm việc của mạch chỉnh lưu tích cực đối với dạng dạng mô men tải M_c khác nhau.

TÀI LIỆU THAM KHẢO

1. **Muhyaddin J.H.** Harmonics Attenuation of Nonlinear Loads due to Linear Loads. *IEEE, ISSN 2162-7673, 2012, PP. 105-112.*
2. **Zakis J., Rankis I., Zhiravetska A.** Investigation of an Active System of Reactive Power Compensation for Induction Motors. *Electronics and Electrical engineering, Vol. 6(70), 2006, PP.10-15.*
3. **Narongrit T., Areerak K.L., Areerak K.N.** The Comparison Study of Current Control Techniques for Active Power Filters. *International Journal of Electrical and Computer Engineering, Vol. 5(12), 2011, PP. 1-6.*
4. **Antobiewicz P., Kazmierowski M.P.** Predictive Direct Power Control of Three-Phase Boost Rectifier. *Bulletin of the Polish Academy of Sciences, Vol. 54(3), 2006, PP. 12-18.*
5. **Akagi H.** Control Strategy and Site Selection of a Shunt Active Filter for Damping of Harmonic Propagation in Power Distribution Systems. *IEEE Transactions on Power Delivery, Vol. 12(1), 1997.*
6. **Malinowski M.** Sensorless Control Strategies for Three-Phase PWM Rectifiers. *Ph.D. Thesis. Warsaw, 2001, 128 p.*
7. **Norniella J.G., Cano J.M., Orcajo G.A., Rojas C.H., Pedrayes J.F., Cabanas M.F., Melero M.G.** Optimization of Direct Power Control of Three-Phase Active Rectifiers by Using Multiple Switching Tables. *RE&PQJ, Vol. 1, No. 8, 2010, PP. 1147-1152.*
8. **Vasilev B.Y., Le Van Tung, Daysons I.** Research on the Switching Algorithm of Voltage Vectors in the Direct Torque Control System. *2018 International Russian Automation Conference (RusAutoCon), IEEE, Sochi, Russia, 2018. PP. 20-26.*

CHUYỂN ĐỔI SỐ TRONG DOANH NGHIỆP KHAI THÁC THAN VIỆT NAM: YÊU CẦU TẤT YẾU CỦA THỜI ĐẠI “CÔNG NGHIỆP 4.0”

*TS. Giang Quốc Khánh, ThS. Đặng Đình Huy, ThS. Hoàng Thanh Vân, ThS. Trần Thị Duyên
Đại học Công nghiệp Quảng Ninh*

Tóm tắt: Thời đại “Công nghiệp 4.0” đã mở ra rất nhiều cơ hội phát triển nhanh cho các doanh nghiệp khai thác than Việt Nam, nhưng đồng thời với đó là hàng loạt các khó khăn mới đặt ra như: Vấn đề bảo vệ môi trường ngày càng khắt khe; sự cạnh tranh trên thị trường ngày càng khốc liệt; sự biến động mạnh của giá cả sản phẩm, nguyên-nhiên vật liệu và sức mua của thị trường tiêu thụ than; sức hút đối với lao động của ngành khai thác than giảm sút... Để các doanh nghiệp khai thác than Việt Nam có thể nâng cao năng suất lao động, tiết giảm chi phí, tăng khả năng cạnh tranh, tồn tại, phát triển và khai thác bền vững kết hợp với bảo vệ môi trường sinh thái trong thời đại cách mạng công nghiệp mới, thì một đòi hỏi mang tính tất yếu của thời đại đối với các doanh nghiệp này là phải nhanh chóng thay đổi, để ứng dụng có hiệu quả những thành tựu của cuộc “Cách mạng công nghiệp 4.0” vào từng khâu của quá trình quản lý, sản xuất, kinh doanh – sự chuyển đổi số trong doanh nghiệp. Trong bài báo này, tác giả thực hiện phân tích tổng quan những lợi ích mang lại từ việc chuyển đổi số thành công của một số doanh nghiệp kinh doanh trong những năm gần đây, những thuận lợi và khó khăn cơ bản của các doanh nghiệp khai thác than Việt Nam hiện nay trong quá trình chuyển đổi số; trên cơ sở đó nghiên cứu và đề xuất các giải pháp đồng bộ, giúp cho các doanh nghiệp khai thác than Việt Nam thực hiện chuyển đổi số thành công, có tính đến các tính chất đặc thù riêng của các doanh nghiệp này.

Từ khóa: *Cách mạng công nghiệp 4.0, chi phí, chuyển đổi số, doanh nghiệp khai thác than, kinh doanh thông minh, lợi nhuận, năng suất lao động, kiểm soát vận hành, số hóa, tối ưu hóa.*

1 Chuyển đổi số (Digital Transformation) - xu thế và yêu cầu tất yếu đối với các doanh nghiệp khai thác than Việt Nam để tồn tại và phát triển trong bối cảnh nền kinh tế mới

“Cách mạng công nghiệp 4.0” đang phát triển mạnh mẽ, tạo ra những thay đổi sâu sắc về mọi mặt của đời sống xã hội trên phạm vi toàn thế giới, dựa trên những thành tựu đột phá về khoa học và công nghệ (KH&CN) như: Trí tuệ nhân tạo (Artificial Intelligence – AI); dữ liệu lớn (Big Data); internet kết nối vạn vật (Internet of Things – IoT); điện toán đám mây (Cloud Computing); người máy (Robotics)... Cách mạng công nghiệp 4.0 đã tạo ra những phát minh làm thay đổi hoàn toàn phương cách các doanh nghiệp quản lý, điều hành mọi hoạt động sản xuất kinh doanh – chuyển từ mô hình doanh nghiệp truyền thống sang mô hình doanh nghiệp số, thông qua các nền tảng công nghệ kỹ thuật

hiện đại – nền sản xuất thông minh (Smart Manufacturing). Những doanh nghiệp nào biết thay đổi để làm chủ công nghệ mới, ứng dụng có hiệu quả để tối ưu các hoạt động, tăng năng suất lao động, lợi nhuận, sức cạnh tranh, tiết kiệm được thời gian và chi phí... thì sẽ tồn tại, phát triển nhanh chóng. Ngược lại, doanh nghiệp nào không bắt “đúng nhịp” sẽ bị tụt hậu, thậm chí bị đào thải khỏi thị trường. Trong thế giới động vật hoang dã, như Charles Darwin đã chứng minh rằng: “Không phải những con to lớn nhất hay mạnh nhất sống sót mà là những con vật biết nhanh chóng thay đổi để thích nghi với những thay đổi của điều kiện ngoại cảnh”. Suy rộng ra, quy tắc này cũng đúng với việc chuyển đổi số (CDS) của các doanh nghiệp sản xuất kinh doanh trong thế giới kinh doanh mới của giai đoạn Cách mạng công nghiệp 4.0 – nhiều thuận lợi nhưng cũng luôn tiềm ẩn nhiều bất ổn và tính

cạnh tranh ngày càng cao và khốc liệt. Theo kết quả nghiên cứu của Microsoft thực hiện tại khu vực châu Á - Thái Bình Dương, trước và sau khi đại dịch Covid-19 bùng phát, có 74% lãnh đạo doanh nghiệp cho rằng CDS là bắt buộc và đóng vai trò quan trọng trong việc tăng khả năng chống chịu của doanh nghiệp; khoảng 98% các doanh nghiệp tiên phong trong quá trình CDS đều tin rằng CDS là chìa khóa để nhanh chóng đáp ứng với các thách thức và cơ hội mới của thị trường; 56% CEO của các doanh nghiệp lớn khẳng định rằng CDS giúp tăng doanh thu [5].

Trải qua quá trình khai thác gần 180 năm [14], hiện nay các doanh nghiệp khai thác than của Việt Nam đang phải đối mặt với không ít với các khó khăn lớn cần phải giải quyết dứt điểm, kịp thời như:

- Trữ lượng than đá của các mỏ dần cạn kiệt nên phải khai thác xuống sâu, dẫn đến làm tăng chi phí nguyên-nhiên vật liệu, động lực của quá trình khai thác và các chi phí phụ trợ như vận tải, thông gió, thoát nước, an toàn cháy nổ khí mêtan,... Bên cạnh đó việc khai thác xuống sâu còn cần phải nâng cao vấn đề đảm bảo an toàn cho người và thiết bị;

- Thiếu vốn kinh doanh và việc huy động vốn đầu tư khó khăn: Do đặc thù của các doanh nghiệp khai thác than cần vốn đầu tư lớn, thời gian thu hồi vốn chậm, nhiều chi phí phát sinh,... nên để các doanh nghiệp này hoạt động có hiệu quả, cần phải chuẩn bị lượng vốn lớn để đảm bảo trang trải các khoản chi phí ngắn hạn, dài hạn và vốn đối ứng. Để đạt được mức sản lượng than khai thác theo “Quy hoạch phát triển ngành than đến năm 2020, có xét triển vọng đến năm 2030” số 403/QĐ-TTg, thì toàn ngành than cần tổng nhu cầu vốn đầu tư khoảng 269.006 tỷ đồng, tính bình quân khoảng 17.934 tỷ đồng/năm [2];

- Quản lý nguồn vốn đầu tư không hiệu quả, phương pháp đánh giá, thẩm định các dự án đầu tư kém, đầu tư dàn trải, công tác xây dựng chiến lược kinh doanh, dự báo đầu tư nhiều hạn chế.

- Những năm gần đây, năng suất lao động trong ngành than đã từng bước được cải thiện, song thực tế vẫn còn ở mức khá thấp so với mặt bằng chung ở một số nước khác trong khu vực và thế giới;

- Theo đánh giá của Ủy ban liên chính phủ về biến đổi khí hậu (Intergovernmental Panel on Climate Change - IPCC) thì Việt Nam là một trong năm quốc gia trên thế giới sẽ bị ảnh hưởng nặng nề nhất bởi biến đổi khí hậu [4, 13]. Biến đổi khí hậu làm cho tần suất xuất hiện thiên tai như mưa bão, lũ lụt, giông sét, sạt lở... ngày càng nhiều và mức độ nghiêm trọng càng tăng, gây ra nhiều khó khăn cho công tác đảm bảo an toàn, giảm năng suất khai thác và làm tăng đáng kể chi phí phòng ngừa và khắc phục hậu quả thiên tai.

Bên cạnh đó, còn rất nhiều khó khăn khác mà các doanh nghiệp khai thác than Việt Nam đang phải đối mặt như: Vấn đề bảo vệ môi trường ngày càng khắt khe, sự cạnh tranh của nguồn than ngoại nhập giá rẻ, sự biến động mạnh của giá cả và sức mua của thị trường tiêu thụ than, sức hút đối với lao động của ngành than giảm sút...

Để khắc phục tận gốc những khó khăn như đã kể trên, đưa các doanh nghiệp khai thác than của Việt Nam phát triển nhanh, bền vững thì việc phải nhanh chóng thay đổi - ứng dụng có hiệu quả các tiến bộ khoa học kỹ thuật của Cuộc cách mạng công nghiệp 4.0 vào từng khâu của các quá trình quản lý, sản xuất, kinh doanh là một yêu cầu bắt buộc, mang tính chất sống còn đối với các doanh nghiệp. Kết quả nghiên cứu của McKinsey dự đoán rằng đến năm 2025, việc CDS trong các doanh nghiệp ngành khai thác toàn cầu sẽ giúp giảm chi phí thêm 17% [1]. Vì vậy, có thể nói rằng CDS hiện nay không còn là ý tưởng hay tầm nhìn trong tương lai nữa, mà đây là điều bắt buộc các doanh nghiệp sản xuất kinh doanh nói chung và các doanh nghiệp khai thác than Việt Nam nói riêng phải gấp rút thực hiện để thích ứng với thời đại Công nghiệp 4.0.

2 Những thành công đã đạt được nhờ chuyển đổi số đối với nền kinh tế - xã hội là động lực cho các doanh nghiệp khai thác than Việt Nam

CĐS bắt nguồn từ sự kết hợp giao thoa của các nền tảng công nghệ: Điện toán đám mây, dữ liệu lớn, internet kết nối vạn vật; trí tuệ nhân tạo. CĐS đã được các doanh nghiệp lớn và một số quốc gia phát triển áp dụng, gặt hái thành công trong quá trình tạo lập nền kinh tế số (Digital Economy), góp phần tạo chuyển biến lớn cho nền kinh tế. Nghiên cứu của Microsoft tại khu vực châu Á - Thái Bình Dương năm 2017 đã chỉ ra rằng, CĐS giúp tăng năng suất lao động khu vực 15% và dự đoán là 21% vào năm 2020; đồng thời tác động của CĐS mang lại cho GDP là 6% trong năm 2017, 25% năm 2019 và dự đoán năm 2021 là 60%. Nghiên cứu do McKinsey thực hiện cho thấy, mức độ tác động đến GDP tại Mỹ là 25%, Brazil là 35% và các nước châu Âu ~36,6%. Theo nhận định của các tổ chức uy tín trên thế giới: Nếu quyết tâm CĐS mạnh mẽ sẽ giúp Việt Nam tăng năng suất lao động 30-40%, đóng góp 20-30% vào tăng trưởng GDP, tránh được bẫy thu nhập trung bình [9].

Tại Việt Nam, “CĐS đang góp phần vào khôi phục và phát triển kinh tế - xã hội, phòng chống dịch Covid-19 có hiệu quả, bảo vệ an ninh quốc phòng của đất nước, theo xu thế hội nhập, nâng cao vai trò, vị thế, tiềm lực và uy tín của đất nước”[8]. Trong tháng 4 năm 2021, Cisco công bố báo cáo “Chỉ số phát triển kỹ thuật số của doanh nghiệp vừa và nhỏ khu vực châu Á - Thái Bình Dương”, thực hiện trên 1.340 doanh nghiệp tại khu vực nói chung và 50 doanh nghiệp Việt Nam nói riêng, thì tại Việt Nam, các doanh nghiệp vừa và nhỏ đang phải đối mặt với những rào cản trong quá trình CĐS như thiếu kỹ năng số và nhân lực có trình độ (17%), thiếu nền tảng công nghệ thông tin đủ mạnh để cho phép chuyển số (16,7%), thiếu tư duy kỹ thuật số hoặc các thách thức về văn hóa kỹ thuật số trong

doanh nghiệp (15,7%)... Dù vậy, báo cáo cũng chỉ ra rằng, các doanh nghiệp vừa và nhỏ của Việt Nam đang từng bước đầu tư vào công nghệ đám mây (18%), an ninh mạng (12,7%), nâng cấp phần mềm, phần cứng để CĐS (10,7%) [11].

Ngành khai thác, chế biến, xuất nhập khẩu than đá của Việt Nam đã có lịch sử phát triển từ lâu, song song với đó là sự chuyển biến, thay đổi của công nghệ, thiết bị để phù hợp với tình hình và phục vụ cho việc khai thác, sản xuất, kinh doanh của toàn ngành. Với xu thế mới, Ngành cũng đã thay đổi để bắt kịp nhiệm vụ, xu hướng CĐS trong thời kỳ công nghệ 4.0, tuy nhiên việc triển khai còn chậm và nhiều hạn chế. Tại Tập đoàn Công nghiệp Than - Khoáng sản Việt Nam (TKV) đã ứng dụng Hệ thống giám sát lưu chuyển dòng than – cung cấp các thông tin về khối lượng và chất lượng than tại các đơn vị một cách đầy đủ, trực quan; hệ thống quản lý và khai thác dữ liệu địa chất TKV – cho phép xây dựng, tích hợp các dữ liệu địa chất của TKV vào một ngân hàng dữ liệu địa chất; nâng cấp hệ thống quản lý văn bản và điều hành tác nghiệp để chuẩn hoá lại quy trình nghiệp vụ quản lý văn bản điều hành, tích hợp chữ ký số và tiến tới liên thông văn bản toàn Tập đoàn, các công ty con, đơn vị trực thuộc, cùng nhiều hệ thống công nghệ thông tin khác. Công ty Cổ phần Than Đèo Nai - Vinacomin đã chủ động xây dựng và triển khai 34 dự án, đề tài về tin học hóa, tự động hóa, ứng dụng công nghệ thông tin vào sản xuất. Trong đó, đáng chú ý là phần mềm ghi biên, thống kê chuyên trực tuyến trên Google Sheets. Công ty Than Uông Bí - TKV đã triển khai viết nhật lệnh sản xuất trên môi trường phần mềm, thay vì viết tay như trước, giúp giảm thời gian thực hiện công việc này từ 60-120 phút xuống còn ~10 phút, ứng dụng tích hợp vân tay và nhận diện khuôn mặt vào quy trình giao ca nhật lệnh...[10]. Những kết quả mới đã đạt được từ sự quyết tâm, “dám nghĩ, dám làm” của toàn thể cán bộ, công nhân viên Tập đoàn TKV và các

công ty thành viên là rất đáng hoan nghênh, cần khuyến khích tiếp tục phát huy. Tuy nhiên, để có thể đạt được mục tiêu “hoàn thành CĐS vào năm 2025” [10], thành công tháo gỡ những khó khăn hiện tại, mang lại những bước phát triển vượt bậc cho Tập đoàn và các doanh nghiệp thành viên, thì TKV cần phải nhanh chóng đẩy mạnh tốc độ CĐS. Theo phân tích của các chuyên gia đầu ngành trong lĩnh vực CĐS Brian Solis và Dion Hinchcliffe, chúng ta có thể thấy hiện tại TKV mới thực hiện các công việc “số hóa” tài liệu, cải tiến một số khâu trong dây chuyền hoạt động sản xuất kinh doanh của mình. Theo Brian Solis, chuyên gia phân tích ngành của Tập đoàn Altimet viết: “Đầu tư vào công nghệ không đồng nghĩa với CĐS”. Những gì xảy ra với số hóa chỉ đơn giản là sự thay thế - analog/hồ sơ giấy sang các định dạng số digital (files văn bản có định dạng PDF, Word hay Excel, JPG...). Chuyên gia chiến lược về công nghệ, nhà phân tích ngành kỳ cựu Dion Hinchcliffe cho rằng: “CĐS không phải là sự nâng cấp liên tục của thể hệ công nghệ thông tin hay chỉ đơn giản là số hoá quy trình, dữ liệu và thông tin”, “số hóa là sử dụng công cụ kỹ thuật số để tự động hóa và cải thiện cách làm việc hiện tại mà không thực sự làm thay đổi bản chất của nó hay tạo ra luật chơi mới. CĐS thực chất phải là một quá trình chuyển từ sâu thành bướm, biến đổi uyển chuyển từ một cách làm hiện tại sang một cách làm hoàn toàn khác biệt, trong một số trường hợp thay thế hoàn toàn các bộ phận của doanh nghiệp và cách thức vận hành để thu được nhiều giá trị hơn so với kiểu kinh doanh quy mô nhỏ, đòn bẩy thấp”[4, 16].

CĐS trong các doanh nghiệp khai thác than có thể hiểu là việc tích hợp, ứng dụng các nền tảng công nghệ kỹ thuật số tiên tiến vào tất cả các lĩnh vực (Quản lý, lập kế hoạch, thăm dò, khai thác, vận tải, chế biến và làm giàu khoáng sản, hợp tác, kêu gọi đầu tư, bán hàng, chăm sóc khách hàng...) và các công đoạn của dây chuyền sản xuất, kinh doanh của doanh nghiệp nhằm tối

ưu hóa hoạt động, giảm chi phí - tăng lợi nhuận, phân phối chuỗi giá trị, tăng khả năng cạnh tranh, mức độ an toàn trong lao động, góp phần bảo vệ môi trường và phát triển khai thác bền vững nguồn tài nguyên khoáng sản.

3 Thuận lợi và khó khăn cơ bản trong việc chuyển đổi số đối với các doanh nghiệp khai thác than Việt Nam

3.1 Những thuận lợi

Được thừa hưởng những thành tựu công nghệ hiện đại của cách mạng công nghiệp 4.0

Các doanh nghiệp khai thác than Việt Nam nói riêng và các doanh nghiệp truyền thống nói chung đang có cơ hội thừa hưởng những thành tựu to lớn của Cuộc cách mạng Công nghiệp lần thứ 4 với những nền tảng công nghệ hiện đại, tạo thuận lợi cho quá trình CĐS như: Điện toán đám mây, dữ liệu lớn, internet kết nối vạn vật, trí tuệ nhân tạo, thực tế ảo...

Sự hỗ trợ, tạo điều kiện từ các Bộ, ngành và Chính phủ Việt Nam

Để hỗ trợ doanh nghiệp CĐS thành công, tháng 01/2021, Bộ Kế hoạch và Đầu tư đã phê duyệt “Chương trình hỗ trợ doanh nghiệp CĐS giai đoạn 2021-2025”. Mục tiêu của chương trình là hỗ trợ thúc đẩy CĐS trong doanh nghiệp thông qua tích hợp, áp dụng công nghệ kỹ thuật số để nâng cao hiệu quả sản xuất kinh doanh, năng lực và lợi thế cạnh tranh, tạo ra các giá trị mới cho doanh nghiệp. Nhà nước khuyến khích và tạo hành lang pháp lý mới trong việc CĐS của các doanh nghiệp nói chung và doanh nghiệp khai thác than nói riêng: Ngày 18/5/2016, Thủ tướng Chính phủ đã phê duyệt Đề án hỗ trợ sinh thái khởi nghiệp đổi mới sáng tạo quốc gia đến năm 2025; ngày 03/6/2020, Thủ tướng Chính phủ đã ký Quyết định số 749/QĐ-TTg phê duyệt Chương trình CĐS quốc gia đến năm 2025, định hướng đến năm 2030, phấn đấu để Việt Nam trở thành quốc gia số, trong đó CĐS cho doanh nghiệp được xác định có vai trò vô cùng quan trọng. Thủ tướng Phạm Minh Chính đã phát biểu

tại phiên họp của Ủy ban Quốc gia về CDS, ngày 30/11/2021: “Từ xu thế tất yếu của thế giới, thực tiễn đất nước, CDS được xác định là yêu cầu, là đòi hỏi khách quan của sự phát triển. Chúng ta không thể không làm, không thể đứng ngoài cuộc” [8].

Lao động trẻ, tỷ lệ được đào tạo ngày càng tăng

Lao động trong các doanh nghiệp khai thác phần lớn là lao động trẻ, tỷ lệ lao động được đào tạo bài bản ngày càng tăng, tạo thuận lợi trong việc tiếp cận và sử dụng thiết bị công nghệ thông tin hiện đại. Theo số liệu mới nhất từ Liên hợp quốc thì độ tuổi trung bình của người dân Việt Nam là 33,3 tuổi, trong đó người trong độ tuổi từ 15-64 tuổi chiếm khoảng 69,3%, Việt Nam đang ở trong giai đoạn “cơ cấu dân số vàng” [4]. Theo thống kê của Tổng cục Thống kê, tỷ lệ lao động qua đào tạo ở Việt Nam tăng từ 40% năm 2010 lên 65% năm 2020; tỷ lệ lao động từ 15 tuổi trở lên đang làm việc đã qua đào tạo liên tục tăng qua các năm từ 15,4% vào năm 2011 lên 24,1% vào năm 2020 [15]. Riêng trong ngành than, trong những năm từ 2010-2016, tốc độ tăng bình quân năm của trình độ chuyên môn người lao động trong như sau: Sau đại học +3,422%; cao đẳng, đại học +1,251%; cao đẳng, trung cấp nghề -1,986%; sơ cấp nghề -1,372%; lao động chưa qua đào tạo -4,568% [3].

Máy móc và thiết bị nhập khẩu mới có tích hợp công nghệ điều khiển hiện đại

Nhiều máy móc và thiết bị trong các dây chuyền công nghệ khai thác mới được nhập khẩu từ các nước có trình độ khoa học-kỹ thuật tiên tiến đã được tích hợp sẵn các tính năng cơ bản cần thiết cho quá trình tự động hóa, điều khiển từ xa, là cơ sở quan trọng cho quá trình CDS trong quản lý và điều hành sản xuất.

Hạ tầng công nghệ trong nước đang phát triển nhanh chóng

Để CDS thành công thì hạ tầng số phải đi trước một bước. Hạ tầng số bao gồm hạ tầng viễn thông, công nghệ thông tin và hạ tầng trung

tâm dữ liệu. Ở Việt Nam hiện nay có 34 triệu người sử dụng IPv6, đạt 46%, đứng thứ 2 khu vực ASEAN, thứ 4 ở châu Á và thứ 10 thế giới về chuyển đổi IPv6 (IPv6 là giao thức mặc định trong mạng 5G và internet kết nối vạn vật – IoT, có độ bảo mật cao...). Từ cuối năm 2019, Bộ Thông tin và Truyền thông đã cấp phép cho ba nhà mạng lớn trong nước là Viettel, MobiFone, Vinaphone thử nghiệm thương mại hóa dịch vụ công nghệ 5G.

3.2 Những khó khăn cơ bản

Khó khăn trong xây dựng nền văn hóa số trong doanh nghiệp

Trong một khảo sát với 1.700 các lãnh đạo cao cấp, nhà quản lý và nhân viên tại hơn 340 doanh nghiệp tại 8 quốc gia có nền công nghệ phát triển bậc nhất năm 2017, trung bình có tới 62% những người được khảo sát nhận định rằng văn hóa là rào cản số một trong CDS. Trong đó, tỷ lệ đánh giá theo quốc gia cụ thể như sau: Pháp 75%; Đức 72%; Tây Ban Nha 71%; Hà Lan 68%; Thụy Điển 65%; Ý 64%; Anh 55%; Mỹ 54% [16]. Lực lượng lao động tại các doanh nghiệp khai thác than Việt Nam phần lớn xuất thân từ những vùng nông thôn của các tỉnh lân cận Quảng Ninh nên còn mang nặng ảnh hưởng của văn hóa nông nghiệp, văn hóa công ty chưa được hình thành rõ nét, chưa trở thành thói quen, nếp nghĩ nên việc xây dựng nền văn hóa số sẽ khó khăn, mất nhiều thời gian và công sức hơn.

Sức ì lớn của các doanh nghiệp truyền thống

Mô hình doanh nghiệp, tư duy quản lý sản xuất kinh doanh kiểu truyền thống tại các doanh nghiệp khai thác than Việt Nam đã ăn sâu tạo thành thói quen, “sức ì” rất lớn khi phải tiếp nhận và thay đổi hoàn toàn theo một cách thức quản lý, hoạt động sản xuất kinh doanh mới.

Điều kiện địa hình tự nhiên phức tạp

Tính chất đặc thù của các doanh nghiệp khai thác than Việt Nam là: Phạm vi hoạt động sản xuất kinh doanh phân tán rộng; địa hình đồi núi phức tạp; đa dạng trong hình thức

khai thác (Lộ thiên, hầm lò hoặc kết hợp)... nên khó khăn trong việc triển khai cơ sở hạ tầng công nghệ số để phục vụ cho quá trình CĐS.

Thiếu nguồn vốn

Các doanh nghiệp khai thác than Việt Nam nếu xét về quy mô hoạt động khai thác, kinh doanh và năng lực tài chính thì thuộc loại doanh nghiệp nhỏ và vừa, nên việc đầu tư một số tiền lớn cho xây dựng cơ sở hạ tầng công nghệ số trong khi nguồn vốn kinh doanh còn hạn hẹp là vấn đề khó khăn.

Cơ sở hạ tầng số còn nhiều hạn chế

Hạ tầng công nghệ thông tin trong nước phát triển nhanh trong những năm gần đây, tuy nhiên vẫn trên đà phát triển và hoàn thiện, chưa thực sự tạo điều kiện tốt nhất cho việc CĐS: Chưa có internet vệ tinh, hiện tại trong nước vẫn dùng internet cáp quang, cáp đồng nên băng thông nhỏ, tốc độ thấp, khả năng phủ sóng đến các khu vực miền núi, vùng sâu xa kém và chất lượng đường truyền dễ bị tác động bởi điều kiện ngoại cảnh, thiên tai.

Nguồn nhân lực số còn thiếu và yếu về những kỹ năng số

Trình độ chuyên môn của lao động ngành than nói chung vẫn còn thấp, điều này gây ra nhiều khó khăn trong việc triển khai xây dựng, quản lý, vận hành hệ thống công nghệ khai thác hiện đại hay như vấn đề đảm bảo bảo mật thông tin... Theo thống kê năm 2016, so với tổng số lao động của Tập đoàn TKV, số lượng người có trình độ sơ cấp nghề khoảng 58.613 người, chiếm 68,8%; cao đẳng và trung cấp nghề khoảng 7.284 chiếm 8,34%; cao đẳng, đại học khoảng 18.862 chiếm 22,14%... [3].

Rủi ro về vấn đề bảo mật thông tin

Rủi ro có thể gặp phải đối với các công ty khai thác khi thực hiện CĐS là nguy cơ bị lộ, đánh cắp thông tin do tin tặc đột nhập vào hệ thống với các mục đích xấu như tống tiền hoặc phá hoại các hệ thống quan trọng của doanh nghiệp như: Hệ thống điều hành sản xuất; hệ

thống lưu trữ dữ liệu; hệ thống điều phối các hoạt động giao thông vận tải mỏ; hệ thống cảnh báo an toàn...

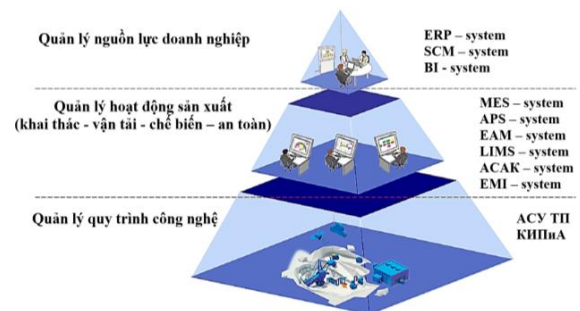
Thiếu tầm nhìn rõ ràng và quyết tâm từ lãnh đạo doanh nghiệp

Nhận thức, tư duy và sự quyết tâm của người đứng đầu là một trong yếu tố cốt lõi trong quá trình CĐS. Hầu hết những người lãnh đạo ở doanh nghiệp không quá hiểu rõ về các nền tảng công nghệ kỹ thuật số mới, đặc biệt sẽ càng khó khăn hơn ở những lãnh đạo lớn tuổi, tư duy không thực sự cởi mở để đón nhận những thay đổi mới, nên họ không muốn hoặc không dám mạo hiểm loại bỏ hoàn toàn cách làm cũ, thoát ra khỏi vùng an toàn để đón nhận một cách thức làm việc hoàn toàn mới.

4 Giải pháp chính cho các doanh nghiệp khai thác than Việt Nam thực hiện chuyển đổi số thành công

4.1 Giải pháp về vấn đề quản lý

Phân cấp các cấp độ của hệ thống tự động quản lý bằng việc ứng dụng các phần mềm quản chuyên dụng phù hợp theo mô hình tháp quản lý doanh nghiệp khai thác than (Hình 1):



Hình 1: Phân cấp hệ thống tự động quản lý doanh nghiệp khai thác than

- Hệ thống tự động hóa mức không, mức thứ nhất và mức thứ hai là các cấp độ thiết bị đo đạc và tự động hóa, cấp độ tự động hóa cơ bản, hệ thống điều khiển quá trình tự động, thu thập thông tin chính từ các cảm biến, bộ phận điều khiển, thiết bị và quy trình công nghệ.

- Cấp độ thứ ba là các hệ thống quản lý vận hành sản xuất và các hệ thống tự động lập kế

hoạch đồng bộ, bao gồm các hệ thống chính là: Hệ thống thực thi sản xuất MES (Manufacturing Execution System); hệ thống lập kế hoạch và lập lịch nâng cao APS (Advanced Planning and Scheduling); hệ thống quản lý tài sản doanh nghiệp EAM (Enterprise Asset Management); hệ thống lập kế hoạch, kiểm soát, tối ưu hóa và quản lý các giai đoạn sản xuất; hệ thống quản lý thông tin phòng thí nghiệm LIMS (Laboratory Information Management System)...

- Cấp thứ tư và thứ năm là hệ thống lớp, chịu trách nhiệm quản lý tổng thể các hoạt động kinh tế tài chính của doanh nghiệp như: Hệ thống hoạch định nguồn lực doanh nghiệp ERP (Enterprise Resource Planning); hệ thống quản lý chuỗi cung ứng SCM (Supply Chain Management); hệ thống kinh doanh thông minh BI (Business Intelligence).

Các dữ liệu từ sản xuất được thu thập liên tục thông qua hệ thống các cảm biến, camera giám sát theo thời gian thực. Các dữ liệu thu được được lưu trữ nhờ công nghệ điện toán đám mây. Công nghệ trí tuệ nhân tạo thực hiện phân tích, tích hợp dữ liệu liên quan từ nhiều nguồn khác nhau trong “big data”, thực hiện trực quan hóa các dữ liệu, giúp cho ban lãnh đạo doanh nghiệp có thể đánh giá khách quan, đa chiều, thực hiện việc lập kế hoạch, ra quyết định nhanh và chính xác hơn (Hình 2).



Hình 2: Dữ liệu được cập nhật liên tục theo thời gian thực từ sản xuất đến ban lãnh đạo

4.2 Giải pháp công nghệ, máy móc và thiết bị

- **Đổi mới thiết bị máy móc, dây chuyền công nghệ khai thác hiện đại:** Đây mạnh việc thay thế các loại máy móc, dây chuyền thiết bị khai thác

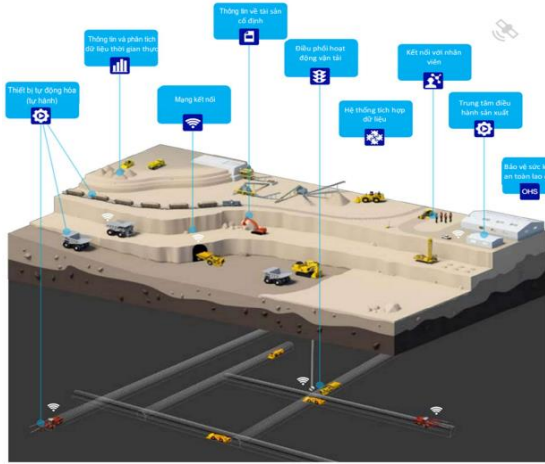
đã cũ, lạc hậu bằng các loại máy móc hiện đại, có tích hợp các công nghệ tiên tiến như định vị GPS toàn cầu (Global Positioning System), điều khiển từ xa, tích hợp các cảm biến để thu thập dữ liệu vận hành, tình trạng thiết bị hoặc có bộ phát tín hiệu không dây về trung tâm thu thập và xử lý dữ liệu tập trung;

- **Nâng cấp hạ tầng số và năng lực mạng thông tin:** Với nhu cầu ngày càng tăng về số lượng máy móc kết nối, các doanh nghiệp khai thác cần nâng cấp cơ sở hạ tầng mạng đủ mạnh để xử lý lượng dữ liệu ngày càng tăng, nâng cao khả năng an toàn và bảo mật thông tin, đồng thời cũng cần đảm bảo tính di động và linh hoạt để thiết lập ở bất kỳ vị trí nào trong doanh nghiệp. Năng lực mạng thông tin cũng là một thành phần quan trọng để có thể tự động hóa hoàn toàn hoặc bán tự động các hoạt động khai thác, đảm bảo các thiết bị hoạt động trơn tru và tránh xảy ra bất kỳ sự gián đoạn nào do sự cố kết nối;

- **Tập trung vào giám sát từ xa và tự động hóa:** Nhằm mục tiêu giảm chi phí nhân công, hạn chế các bệnh nghề nghiệp ảnh hưởng đến sức khỏe và đảm bảo an toàn cho người lao động..., doanh nghiệp cần tận dụng công nghệ tiên tiến để giám sát từ xa các hoạt động của mỏ (như camera, cảm biến, máy bay không người lái hoặc flycams...) và tự động hóa các thiết bị, phương tiện quan trọng;

- **Thực hiện chuyển đổi số chọn lọc để giảm chi phí đầu tư công nghệ:** Việc thực hiện CDS quy mô toàn diện có thể rất tốn kém, chi phí đầu tư cao, đòi hỏi những thay đổi lớn trong quy trình quản lý, phương thức hoạt động sản xuất kinh doanh và văn hóa công ty. Doanh nghiệp có thể thực hiện CDS từng bước có chọn lọc để giúp người lao động dần làm quen, làm chủ công nghệ. Ví dụ, trang bị các mạng cảm biến đánh giá và ghi lại điều kiện mỏ, hiệu suất thiết bị và tốc độ khai thác, năng suất lao động... tương đối rẻ và có thể cung cấp vô số điểm dữ liệu hữu ích, sau đó tăng cường sử dụng trí tuệ nhân tạo (AI)

để cung cấp thông tin chi tiết mang tính dự đoán như cảnh báo bảo trì, phòng ngừa hoặc những thách thức tiềm ẩn trong chuỗi cung ứng.



Hình 3: Mô hình khai thác mỏ thông minh

4.3 Đào tạo lao động và văn hóa công ty

Con người luôn là trung tâm cho các hoạt động cũng như đổi mới, với ngành than cũng tương tự. Song song việc đẩy mạnh đổi mới máy móc, dây chuyền thiết bị hiện đại, việc đào tạo con người có thể nói là vấn đề sống còn đối với doanh nghiệp khai thác than Việt Nam. Con người sẽ quyết định tất cả, từ vận hành máy móc, dây chuyền thiết bị và quản lý mọi hoạt động của doanh nghiệp. Vì thế, đào tạo con người là mục tiêu số một cho việc thích ứng, phù hợp với công cuộc CDS trong các doanh nghiệp ngành khai thác than hiện nay. Các doanh nghiệp này cần phải xem xét cách họ sẽ cung cấp hỗ trợ đào tạo và quản lý phù hợp để chuyển văn hóa công ty sang đón nhận quá trình CDS, cụ thể như sau:

- **Đào tạo:** Khoảng 21% giám đốc điều hành các doanh nghiệp khai thác mỏ xác định rằng, việc tăng cường sử dụng công nghệ kỹ thuật số tiên tiến trong các hoạt động khai thác, vận tải, làm giàu khoáng sản, kinh doanh... với lực lượng lao động của họ là rất quan trọng để nâng cao năng suất, mức độ an toàn hoạt động của mỏ. Nhiều nhân viên trong ngành khai thác mỏ là những người cổ hủ, ít quen thuộc và chậm tiếp cận với công nghệ này [7];

- **Thu hút và giữ chân nhân tài:** Các doanh nghiệp khai thác nên tiếp tục tập trung nỗ lực thu hút và giữ chân nhân tài thuộc mảng công nghệ số bằng các chính sách lương thưởng phù hợp, cải thiện môi trường làm việc và các phúc lợi đời sống. Bởi vì, những nhân tài này khó tìm thấy trong nguồn tài nguyên nhân lực hiện có của ngành. Trước mắt, các doanh nghiệp khai thác có thể thuê những người ngoài ngành để đáp ứng nhu cầu này;

- **Hỗ trợ điều hành:** Một chiến lược CDS chỉ có thể hiệu quả nếu các nhà lãnh đạo ở cấp cao nhất của tổ chức hoàn toàn ủng hộ các sáng kiến. Các giám đốc điều hành có quyền phê duyệt ngân sách và thể hiện sự ủng hộ của công chúng đối với hướng đi mới;

- **Hỗ trợ quản lý:** Các nhà quản lý cấp trung trong doanh nghiệp sẽ đóng một vai trò quan trọng trong việc giúp lực lượng lao động nói chung tiếp nhận và tiến đến làm chủ công nghệ mới. Việc đào tạo nên được mở rộng cho các cấp quản lý để đảm bảo rằng họ được đào tạo về chiến lược kỹ thuật số, cách giao tiếp và thực thi CDS của công ty và khuyến khích sử dụng các sáng kiến liên quan đến CDS trong quá trình thực hiện công việc;

- **Văn hóa số trong doanh nghiệp:** Thay đổi văn hóa công ty, đặc biệt là trong một ngành không quen với sự thay đổi nhanh chóng như ngành khai thác mỏ, có thể là một thách thức lớn. Các nhà lãnh đạo nên tập trung vào việc thúc đẩy một môi trường ưu tiên công nghệ kỹ thuật số. Thể hiện lợi ích và mục đích của CDS có thể giúp nhân viên nhìn thấy “bức tranh toàn cảnh” và khiến họ có nhiều khả năng tiếp nhận văn hóa công ty mới. Ví dụ: Cho nhân viên thấy được công nghệ sẽ cải thiện sự an toàn của họ như thế nào trong các hầm mỏ, giúp cho họ tăng năng suất lao động, tăng thu nhập, giảm sức người và chi phí cho công ty,... Truyền cảm hứng thay vì kiểm soát là một cách hiệu quả hơn để thúc đẩy nhân viên tiếp nhận công nghệ;

- *Thực thi chiến lược chuyển đổi số*: Các công cụ và kỹ thuật được sử dụng để thực hiện chiến lược CDS cũng quan trọng như chính công nghệ. Các công ty muốn nhận được nhiều lợi ích nhất từ CDS nên tận dụng các công cụ thực thi chiến lược để giúp lập kế hoạch và theo dõi các sáng kiến kỹ thuật số.

4.4 Nhóm các giải pháp khác

- *Thu hút vốn đầu tư từ bên ngoài doanh nghiệp*: Việc thu hút vốn đầu tư để nâng cao “sức khỏe tài chính” của doanh nghiệp khai thác là một yếu tố rất quan trọng, ảnh hưởng không nhỏ đến thành công của hoạt động sản xuất kinh doanh. Nhiều nhà đầu tư khi đưa ra quyết định đầu tư vào một công ty cụ thể đều tính đến điểm xếp hạng Môi trường-Xã hội-Quản trị doanh nghiệp ESG (Environmental-Social-Governance) của công ty đó. ESG là một bộ tiêu chí chuẩn, áp dụng đánh để giá chung cho tất cả các doanh nghiệp trên toàn thế giới, đo lường các yếu tố liên quan đến phát triển bền vững và ảnh hưởng của doanh nghiệp đến cộng đồng xã hội. Sự tăng trưởng nhanh chóng của đầu tư có trách nhiệm đang buộc các doanh nghiệp, tập đoàn khai thác mỏ phải theo xu hướng toàn cầu. Theo công ty kiểm toán và tư vấn EY của Anh, 97% nhà đầu tư ngày nay thường dựa vào chỉ số ESG của doanh nghiệp khi đưa ra quyết định đầu tư. Như vậy, xét về tầm quan trọng của nó, trong tương lai gần chỉ số ESG có thể được so sánh với việc đánh giá xếp hạng tín nhiệm, một trong những chỉ số quan trọng đối với các nhà đầu tư [5]. Vì vậy, các doanh nghiệp khai thác than Việt Nam muốn thu hút nguồn vốn đầu tư lớn từ bên ngoài, thậm chí từ nước ngoài cần chú ý nâng cao điểm số ESG;

- *Tăng cường mối liên kết giữa doanh nghiệp với cơ sở đào tạo (các trường đại học, cao đẳng và các học viện)* để kết hợp xây dựng, chỉnh biên chương trình đào tạo, chuẩn đầu ra về kiến thức - kỹ năng - thái độ, tạo điều kiện thuận lợi cho công tác tham quan, thực hành, thực tập

đối với sinh viên. Nếu thực hiện tốt việc này, các doanh nghiệp khai thác than sẽ tiết kiệm được chi phí lớn cho công tác đào tạo lại, chủ động được nguồn lao động thay thế có chất lượng, phù hợp với thực tế sản xuất, kinh doanh của doanh nghiệp mình;

- *Tuyên dương khen thưởng kịp thời*: Bên cạnh hoạt động chính là sản xuất kinh doanh, doanh nghiệp cần thường xuyên tổ chức các phong trào thi đua, các cuộc thi cấp công ty, tập đoàn nhằm phát hiện, tuyên dương rộng rãi, khen thưởng kịp thời những cá nhân, tổ chuyên môn, phòng ban... có những sáng kiến, mô hình, sản phẩm thúc đẩy nhanh việc số hóa hoặc CDS mang lại lợi ích cho doanh nghiệp;

- *Đào tạo quy trình, kỹ năng làm việc dựa vào công nghệ mô phỏng thực tế ảo VR (Virtual Reality)*: Cách thức đào tạo bằng công nghệ thực tế ảo VR sẽ nâng cao chất lượng công việc, năng suất lao động, tối ưu hóa chi phí, tiết kiệm và tránh rủi ro trong lao động, cụ thể như các hoạt động đào tạo: Cách thức làm việc, quy trình làm việc mới cho ngành than; các bài thực hành kỹ năng trong vận hành máy móc, kỹ thuật lập hộ chiếu khoan nổ mìn; quy trình xử lý các tình huống phát sinh như cháy nổ khí mê tan (CH₄), tai nạn trong khi làm việc...

Ví dụ thứ nhất: Từ trước đến nay, để có được một công nhân lái máy xúc làm việc an toàn, hiệu quả cao thì cần một khoảng thời gian làm việc thực tế dài để họ rút kinh nghiệm, hoàn thiện kỹ năng, do việc thực hành trong các cơ sở giáo dục chuyên nghiệp trước đó còn rất hạn chế. Nhưng với công nghệ mô phỏng đào tạo VR, thì công nhân lái máy chỉ cần học trong phòng thực hành, trong khoảng thời gian ngắn, đã có thể thực hành thành thạo các kỹ năng lái máy một cách chuẩn xác nhất. Vì các tình huống, môi trường và máy móc đã được số hóa, mô phỏng giống như môi trường sản xuất trong thực tế để người học dễ tiếp cận, thực hành dễ dàng, có thể thực hành nhiều lần mà không sợ tai nạn, phát

sinh nhiều chi phí hay các vấn đề quản lý khác.

Ví dụ thứ hai: Với công việc khoan lỗ, nhồi thuốc nổ và nổ mìn trong các mỏ khai thác than lộ thiên cũng như hầm lò, để thực hành thành thực tế sẽ có rất nhiều nguy hiểm, khó có thể đạt hiệu suất và hiệu quả cao ngay lập tức. Công nghệ mô phỏng thực tế ảo 3D sẽ giúp huấn luyện các công nhân cách thức, kỹ năng và từng bước thực hiện thành thực trên môi trường ảo 3D với sự hỗ trợ của công nghệ thực tế ảo VR.

5 Kết luận

Trong Cuộc cách mạng công nghiệp 4.0 hiện nay, CĐS đã được chứng minh là một xu hướng thời đại, một yêu cầu tất yếu khách quan đối với tất cả các doanh nghiệp sản xuất kinh doanh nói chung, cũng như với các doanh nghiệp khai thác than của Việt Nam nói riêng, nhằm: Nâng cao năng suất và mức độ an toàn lao động; tiết giảm chi phí để nâng cao lợi nhuận; giảm giá thành sản phẩm để tăng năng lực cạnh tranh của doanh nghiệp; khai thác tận thu nguồn tài nguyên khoáng sản hữu hạn; bảo vệ môi trường sinh thái và phát triển khai thác bền vững.

Việc CĐS thành công của nhiều công ty, tập đoàn lớn trong và ngoài nước những năm qua là

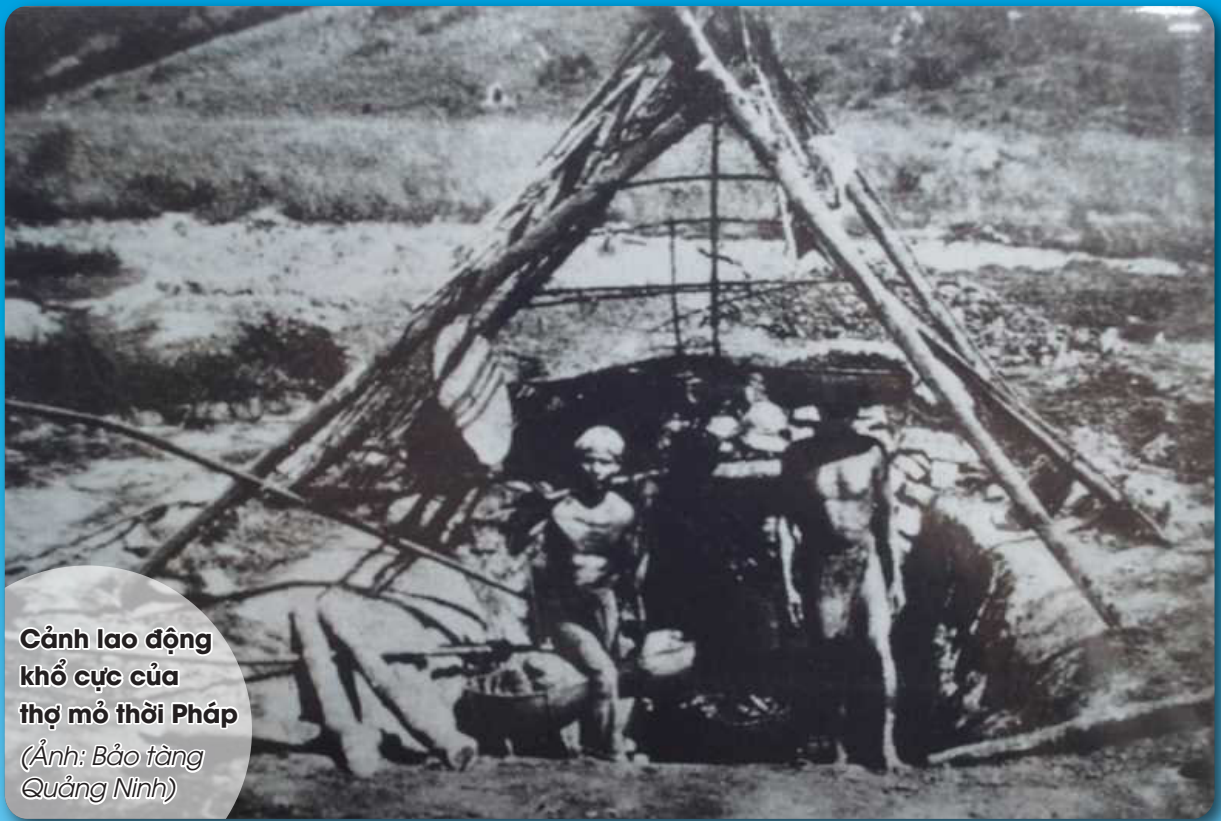
những minh chứng sinh động nhất, là động lực cho các doanh nghiệp khai thác than của Việt Nam thêm quyết tâm thực hiện đẩy nhanh việc CĐS trong doanh nghiệp mình. Tuy nhiên, để quá trình CĐS thực hiện thành công, mang lại những hiệu quả tích cực giúp cho các doanh nghiệp khai thác than Việt Nam phát triển vững mạnh trong giai đoạn thị trường mới đầy biến động, đòi hỏi các doanh nghiệp này phải đi sâu nghiên cứu những điểm thuận lợi, khó khăn của doanh nghiệp mình, để từ đó tìm ra những giải pháp chiến lược và lộ trình CĐS phù hợp với đặc thù của doanh nghiệp mình.

Kết quả đạt được của nghiên cứu này, sẽ góp phần giúp cho các doanh nghiệp khai thác than của Việt Nam nhận thức đúng đắn và toàn diện về những lợi ích to lớn mang lại từ việc CĐS thành công trong doanh nghiệp khai thác mỏ, những điểm thuận lợi và khó khăn cơ bản của các doanh nghiệp ngành than trong quá trình CĐS, tự nghiên cứu xây dựng lộ trình CĐS phù hợp cho doanh nghiệp của mình, trên cơ sở những giải pháp mang tính chất đồng bộ chung đã được chúng tôi nghiên cứu đề xuất.

TÀI LIỆU THAM KHẢO

1. **Đảng Cộng sản Việt Nam.** Văn kiện Hội nghị lần thứ sáu Ban Chấp hành Trung ương khóa X. *Hà Nội: NXB Chính trị quốc gia - Sự thật, 2008.*
2. **Lưu Thị Thu Hà.** Vốn cho đầu tư phát triển than của TKV: Thực trạng và giải pháp”. 2019. <http://nangluongvietnam.vn/news/vn>
3. **Phương Hữu Tùng.** Đổi mới quản lý nhà nước đối với phát triển nguồn nhân lực của ngành than Việt Nam. *Luận án tiến sĩ kinh tế, Viện nghiên cứu Quản lý kinh tế Trung ương, 2018.*
4. **Ran Liu, Peter Gailhofer, Carl-Otto Gensch, Andreas Köhler, Franziska Wolff.** Impacts of the Digital Transformation on the Environment and Sustainability. *Berlin - Germany, 12/2019, 136 p.*
5. **Рыльникова М. В., Струков К. И., Радченко Д. Н., Есина Е. Н.** Цифровая трансформация – условие и основа устойчивого развития горнотехнических систем. *Горная Промышленность № 3/2021, С. 74-78.*
6. Цифровое будущее горнорудного предприятия, насущная потребность в технологии «цифровых двойников». *Москва - Россия: BCG Review, № 51, 9/2020, 58 с.*

7. **Савон Д.Ю., Шкарупета Е.В., Сафронов А.Е. и др.** Цифровая трансформация производственных процессов и бизнес-моделей горнодобывающей промышленности в условиях рыночной нестабильности. *Москва - Россия: Журнал Уголь, 2021, С. 32-37.*
8. <https://dangcongsan.vn/thoi-su/chuyen-doi-so-la-xu-the-tat-yeu-cua-the-gioi-598553.html>
9. <https://www.quanlynhanuoc.vn/2021/07/06/quan-diem-dai-hoi-xiii-cua-dang-ve-day-manh-chuyen-doi-so/>
10. <https://baoquangninh.com.vn/chuyen-doi-so-trong-cac-doanh-nghiep-nganh-than-182638.html>
11. <https://fsivietnam.com.vn/thuc-trang-xu-huong-chuyen-doi-so-tai-viet-nam/>
14. **Ngân hàng Thế giới.** Báo cáo phát triển và biến đổi khí hậu thế giới. *2010.*
15. <http://www.vinacomin.vn/gioi-thieu-chung/lich-su-hinh-thanh-va-phat-trien-201506031201389356.htm>
16. <https://tapchicongthuong.vn/bai-viet/giai-phap-phat-trien-nguon-nhan-luc-trong-boi-can-nen-kinh-te-so-tai-viet-nam9049>.
17. **Jerome Buvat, Brian Solis, Claudia Crummenerl and others.** The Digital Culture Challenge: Closing the Employee-Leadership Gap. *The United Kingdom: Capgemini Digital Transformation Institute, 2017, 32 p.*



**Cảnh lao động
khổ cực của
thợ mỏ thời Pháp**

*(Ảnh: Bảo tàng
Quảng Ninh)*



**Bác Hồ Chí Minh
về thăm mỏ than
Đèo Nai**

(Ảnh: Tư liệu TTXVN)

VIỆN CƠ KHÍ NĂNG LƯỢNG VÀ MỎ - VINACOMIN

Địa chỉ: 565 Nguyễn Trãi - Thanh Xuân Nam - Thanh Xuân - Hà Nội

Tel: 024.38545224 Fax: 024.38543154

Website: iemm.com.vn