

BẢN TIN KHOA HỌC



**CƠ KHÍ**

ISSN: 2354 - 1164

# **NĂNG LƯỢNG - MỎ**

Số 3/2023 (Số 38)

MECHANICAL ENGINEERING BULLETIN FOR MINING AND ENERGY INDUSTRIES

**VIỆN CƠ KHÍ NĂNG LƯỢNG VÀ MỎ - VINACOMIN**

**CHÀO MỪNG KỶ NIỆM 10 NĂM  
NGÀY KHOA HỌC VÀ CÔNG NGHỆ VIỆT NAM  
18/5/2013 - 18/5/2023**

**18-5** **VIỆT NAM**

**KHOA HỌC VÀ CÔNG NGHỆ  
SCIENCE AND TECHNOLOGY**



*Kính Biểu!*



## CHỊU TRÁCH NHIỆM NỘI DUNG:

Trưởng Ban biên tập

ThS. Lê Thái Hà

## BAN BIÊN TẬP:

TS. Đỗ Trung Hiếu – Phó Trưởng ban

ThS. Hứa Ngọc Sơn – Phó Trưởng ban

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 3/2023 (Số 38)

## TIN TỨC

- 1- CHÀO MỪNG KỶ NIỆM 60 NĂM NGÀY CHỦ TỊCH HỒ CHÍ MINH GẶP MẶT GIỚI TRÍ THỨC, 10 NĂM NGÀY KHOA HỌC VÀ CÔNG NGHỆ VIỆT NAM
- 2- CÔNG BỐ QUYẾT ĐỊNH BỔ NHIỆM ĐỒNG CHÍ NGÔ HOÀNG NGÂN GIỮ CHỨC VỤ CHỦ TỊCH HỘI ĐỒNG THÀNH VIÊN TẬP ĐOÀN CÔNG NGHIỆP THAN - KHOÁNG SẢN VIỆT NAM
- 5- BỐN THÁNG ĐẦU NĂM, TKV SẢN XUẤT TRÊN 13,4 TRIỆU TẤN THAN NGUYÊN KHAI
- 7- ĐỘI NGŨ CÔNG NHÂN LAO ĐỘNG NGÀNH THAN CÓ VAI TRÒ VÀ ĐÓNG GÓP QUAN TRỌNG ĐỐI VỚI SỰ PHÁT TRIỂN KINH TẾ - XÃ HỘI CỦA TỈNH QUẢNG NINH VÀ ĐẤT NƯỚC

## CƠ KHÍ

- 10- NGHIÊN CỨU XÁC ĐỊNH CÁC THÔNG SỐ CƠ BẢN CỦA TANG MÁY ĐÀO LÒ
- 17- HIỆN TRẠNG CÔNG NGHỆ VÀ CƠ SỞ TRANG BỊ QUẠT GIÓ CHO CÁC MỎ THAN KHAI THÁC HẦM LÒ VÙNG QUẢNG NINH

## ĐIỆN - TỰ ĐỘNG HÓA

- 24- XÂY DỰNG MÔ HÌNH ĐIỀU KHIỂN VÉC TƠ CHO ĐỘNG CƠ ĐỒNG BỘ NAM CHÂM VĨNH CỬU 6 PHA TRÊN PHẦN MỀM MATLAB/SIMULINK

## CÔNG NGHIỆP MỎ

- 30- ĐÁNH GIÁ KHẢ NĂNG CƯA CẮT ĐÁ GRANIT BẰNG MÁY CƯA ĐĨA QUA ỨNG DỤNG PHƯƠNG PHÁP QUYẾT ĐỊNH NHIỀU TIÊU CHÍ PROMETHEE

## KHOA HỌC ỨNG DỤNG

- 37- ỨNG DỤNG AUTODESK INVENTOR TÍNH TOÁN THIẾT KẾ BỘ TRUYỀN ĐỘNG ĐAI HÌNH THANG
- 43- ÁP DỤNG HỆ THỐNG QUẢN LÝ AN TOÀN VÀ ĐÁNH GIÁ RỦI RO TRONG KHAI THÁC ĐÁ LỘ THIÊN

## CHÀO MỪNG KỶ NIỆM 60 NĂM NGÀY CHỦ TỊCH HỒ CHÍ MINH GẶP MẶT GIỚI TRÍ THỨC, 10 NĂM NGÀY KHOA HỌC VÀ CÔNG NGHỆ VIỆT NAM

Ngày 18/5/1963, tại Đại hội lần thứ nhất Hội Phổ biến khoa học và kỹ thuật Việt Nam bàn về mối quan hệ giữa khoa học và sản xuất, Chủ tịch Hồ Chí Minh đã nói: “Khoa học phải từ sản xuất mà ra và phải trở lại phục vụ sản xuất, phục vụ quần chúng, nhằm nâng cao năng suất lao động, không ngừng cải thiện đời sống của Nhân dân”.



*Chủ tịch Hồ Chí Minh phát biểu tại Đại hội Đại biểu toàn quốc lần thứ nhất Hội Phổ biến khoa học và kỹ thuật Việt Nam*

Tròn 60 năm (18/5/1963 - 18/5/2023), lời căn dặn của Người đã trở thành kim chỉ nam cho hoạt động KH&CN nước nhà. Ngày 18/6/2013, tại kỳ họp thứ 5, Quốc hội khóa XIII, Luật Khoa học và Công nghệ được thông qua, quy định ngày 18/5 hằng năm là Ngày Khoa học và Công nghệ Việt Nam.

Từ đó đến nay, 18/5 đã trở thành ngày truyền thống, ngày hội quan trọng của những người làm công tác nghiên cứu, quản lý, cán bộ của ngành KH&CN trên cả nước. Lễ kỷ niệm là “điểm hẹn” thường niên để cộng đồng KH&CN tổ chức các hoạt động có ý nghĩa thiết thực nhằm ghi nhận, tôn vinh những nỗ lực của ngành KH&CN đóng góp cho kho tàng tri thức cũng như phục vụ phát triển kinh tế - xã hội.

Chủ đề của Ngày KH&CN năm nay là “Khoa học, công nghệ và đổi mới sáng tạo - động lực phát triển bền vững”. Với ý nghĩa đó, các tỉnh thành trên cả nước đã phát động nhiều hoạt động chào mừng Ngày KH&CN Việt Nam lần thứ 10

nhằm biểu dương và tôn vinh các nhà khoa học, đội ngũ cán bộ KH&CN; tuyên truyền, phổ biến rộng rãi các thành tựu KH&CN&ĐMST nổi bật; thu hút các chuyên gia nước ngoài, chuyên gia là người Việt Nam ở nước ngoài tích cực tham gia hoạt động KH&CN&ĐMST trong nước; khơi dậy tinh thần đam mê lao động sáng tạo, nghiên cứu khoa học trong mọi tầng lớp nhân dân, đặc biệt là thế hệ trẻ nhằm góp phần xây dựng và phát triển đội ngũ cán bộ KH&CN trong tương lai. Nâng cao văn hóa ĐMST trong hoạt động nghiên cứu, sản xuất kinh doanh nhằm tạo ra động lực tăng trưởng mới cho xã hội.



*Thủ tướng Phạm Minh Chính tặng hoa chúc mừng các nhà khoa học tại Lễ chào mừng Ngày KH&CN Việt Nam do Bộ KH&CN tổ chức*

Năm 2023 – tròn 60 năm ngày Chủ tịch Hồ Chí Minh phát biểu tại Hội nghị Phổ biến khoa học, kỹ thuật Việt Nam và 10 năm ngày 18/5 trở thành Ngày truyền thống của ngành KH&CN, lời dạy của Bác đến nay vẫn còn nguyên giá trị, đồng thời tiếp thêm động lực, niềm tin, niềm vinh dự, tự hào cho lực lượng KH&CN nước nhà trong thời đại mới, quyết tâm đoàn kết nỗ lực để nhân lên gấp bội tiềm năng và nguồn lực trí tuệ Việt Nam, đưa KH&CN&ĐMST phát triển lên một tầm cao mới, đóng góp ngày càng to lớn cho sự nghiệp phát triển nhanh và bền vững đất nước, xứng đáng với kỳ vọng của Đảng, Nhà nước và nhân dân.

## CÔNG BỐ QUYẾT ĐỊNH BỔ NHIỆM ĐỒNG CHÍ NGÔ HOÀNG NGÂN GIỮ CHỨC VỤ CHỦ TỊCH HỘI ĐỒNG THÀNH VIÊN TẬP ĐOÀN CÔNG NGHIỆP THAN - KHOÁNG SẢN VIỆT NAM

Sáng 8/5/2023, tại Hà Nội, Tập đoàn Công nghiệp Than - Khoáng sản Việt Nam đã tổ chức lễ công bố và trao quyết định của Thủ tướng Chính phủ về việc điều động, bổ nhiệm đồng chí Ngô Hoàng Ngân, Phó Bí thư Thường trực Tỉnh ủy, Trưởng đoàn ĐBQH tỉnh Quảng Ninh khóa XV, giữ chức vụ Chủ tịch Hội đồng thành viên Tập đoàn Công nghiệp Than - Khoáng sản Việt Nam.



*Quang cảnh buổi lễ*

Dự buổi lễ có đồng chí Nguyễn Hoàng Anh – Ủy viên BCH Trung ương Đảng, Chủ tịch Ủy ban QLV Nhà nước tại Doanh nghiệp; đồng chí Nguyễn Long Hải – Ủy viên dự khuyết Ban Chấp hành Trung ương Đảng, Bí thư Đảng ủy Khối Doanh nghiệp Trung ương; đại diện lãnh đạo Tỉnh Quảng Ninh; Phó Bí thư thường trực Đảng ủy TKV, Trưởng các Ban Đảng ủy TKV; Hội đồng thành viên Tập đoàn; Ban lãnh đạo điều hành Tập đoàn; các Kiểm soát viên nhà nước; và các đại diện của Công đoàn TKV, lãnh đạo Đảng ủy Than Quảng Ninh (TQN), cùng Bí thư Đoàn

thanh niên Tập đoàn & Đoàn thanh niên TQN...

Trước đó, ngày 28/4/2023, Thủ tướng Chính phủ đã ký quyết định 456/QĐ-TTg về việc điều động, bổ nhiệm đồng chí Ngô Hoàng Ngân – Phó Bí thư thường trực Tỉnh ủy, Trưởng đoàn Đại biểu Quốc hội khóa XV tỉnh Quảng Ninh giữ chức Chủ tịch Hội đồng thành viên Tập đoàn Công nghiệp Than - Khoáng sản Việt Nam. Ngày 08/5/2023, Đảng ủy Khối Doanh nghiệp Trung ương cũng đã có quyết định về việc bổ nhiệm đồng chí Ngô Hoàng Ngân đảm nhiệm chức vụ Bí thư Đảng ủy Tập đoàn Công nghiệp Than -

Khoáng sản Việt Nam.

Trao quyết định điều động, bổ nhiệm của Thủ tướng Chính phủ cho đồng chí Ngô Hoàng Ngân, đồng chí Nguyễn Hoàng Anh, Chủ tịch Ủy ban Quản lý vốn nhà nước tại doanh nghiệp, nhân mạnh: Đồng chí Ngô Hoàng Ngân là cán bộ được đào tạo bài bản, trưởng thành từ ngành Than, đã có 27 năm công tác tại Tập đoàn Công nghiệp Than - Khoáng sản Việt Nam. Từ năm 2016, đồng chí được điều động chuyển sang công tác tại tỉnh Quảng Ninh, lần lượt giữ các chức vụ Bí thư Thành ủy Móng Cái; Phó Bí thư Tỉnh ủy; Phó Bí thư Thường trực Tỉnh ủy Quảng Ninh; Trưởng đoàn Đại biểu Quốc hội khóa XV tỉnh Quảng Ninh. Trải qua các cương vị công tác khác nhau, đồng chí Ngô Hoàng Ngân đã khẳng định được phẩm chất, năng lực, trình độ, uy tín. Qua đó, đóng góp quan trọng vào sự phát triển của tỉnh Quảng Ninh, của ngành Than.



*Đồng chí Nguyễn Hoàng Anh trao quyết định của Thủ tướng Chính phủ về việc điều động, bổ nhiệm đồng chí Ngô Hoàng Ngân giữ chức vụ Chủ tịch HĐQT Tập đoàn Công nghiệp Than - Khoáng sản Việt Nam*

Đồng chí Nguyễn Hoàng Anh mong muốn ở cương vị công tác mới, đồng chí Ngô Hoàng Ngân sẽ tiếp tục giữ vững phẩm chất, bản lĩnh vững vàng, cùng tập thể lãnh đạo, Hội đồng thành viên Tập đoàn Công nghiệp Than - Khoáng sản Việt Nam tiếp tục xây dựng Tập đoàn phát triển lớn mạnh hơn nữa, giữ vững vị thế của một trong ba trụ cột năng lượng của quốc gia. Đồng thời đề

ngợi các bộ, ngành Trung ương, đặc biệt là tỉnh Quảng Ninh tiếp tục phối hợp, hỗ trợ cá nhân Chủ tịch Hội đồng thành viên cũng như Tập đoàn Công nghiệp Than - Khoáng sản Việt Nam trong hoạt động sản xuất, kinh doanh.



*Đồng chí Nguyễn Hoàng Anh phát biểu tại buổi lễ*

Cũng tại buổi lễ, đồng chí Nguyễn Long Hải, Ủy viên dự khuyết Ban chấp hành Trung ương Đảng, Bí thư Đảng ủy Khối Doanh nghiệp Trung ương, trao quyết định điều động đồng chí Ngô Hoàng Ngân tham gia Ban chấp hành, Ban thường vụ Đảng ủy khối Doanh nghiệp Trung ương và đảm nhận chức vụ Bí thư Đảng ủy Tập đoàn Công nghiệp Than Khoáng sản Việt Nam nhiệm kỳ 2020 - 2025.



*Đồng chí Nguyễn Long Hải trao quyết định điều động đồng chí Ngô Hoàng Ngân tham gia Ban chấp hành, Ban thường vụ Đảng ủy khối Doanh nghiệp Trung ương và đảm nhận chức vụ Bí thư Đảng ủy Tập đoàn Công nghiệp Than Khoáng sản Việt Nam nhiệm kỳ 2020 - 2025*



*Đồng chí Nguyễn Long Hải phát biểu tại buổi lễ*

Đồng chí Nguyễn Long Hải cũng gửi lời chúc mừng đến đồng chí Ngô Hoàng Ngân và tập thể cán bộ, Đảng viên CNVCLĐ Tập đoàn Công nghiệp Than - Khoáng sản Việt Nam. Đồng chí tin tưởng Tân Bí thư Đảng ủy, Chủ tịch HĐQT Tập đoàn Công nghiệp Than - Khoáng sản Việt Nam với kinh nghiệm, sự gắn bó với ngành Than và tỉnh Quảng Ninh sẽ lãnh chỉ đạo Đảng bộ Tập đoàn hoàn thành xuất sắc nhiệm vụ chính trị, nhiệm vụ SXKD của Tập đoàn, góp phần xây dựng Đảng bộ Tập đoàn ngày càng vững mạnh, Tập đoàn Công nghiệp Than - Khoáng sản Việt Nam phát triển bền vững.

Phát biểu nhận nhiệm vụ, đồng chí Ngô Hoàng Ngân – Bí thư Đảng ủy, Chủ tịch HĐQT Tập đoàn, gửi lời cảm ơn đến các cơ quan Ban Bí thư, Thủ tướng Chính phủ và tập thể cán bộ, Đảng viên, CNVC-NLĐ Tập đoàn Công nghiệp Than - Khoáng sản Việt Nam đã tin tưởng, giao nhiệm vụ. Đồng chí cũng nhấn mạnh, hiện nay Tập đoàn Công nghiệp Than - Khoáng sản Việt Nam đang đứng trước những cơ hội mới trong phát triển, cùng với đó là những khó khăn, thử thách cũng rất lớn. Đồng chí khẳng định sẽ cùng với CB-CNVC Tập đoàn phát huy tinh thần truyền thống “Kỷ luật và Đồng tâm”, kiên trì, kiên quyết thực hiện, hoàn thành tốt mục tiêu, chiến lược phát triển của Tập đoàn, thực hiện tốt nhiệm vụ đảm bảo an ninh năng lượng Quốc gia, ổn định việc làm, thu nhập, đời sống cho NLĐ Tập đoàn, chú trọng công tác xây dựng Đảng, hệ

thống chính trị, xây dựng Tập đoàn Công nghiệp Than - Khoáng sản Việt Nam phát triển mạnh mẽ hơn nữa trong tương lai.



*Đồng chí Ngô Hoàng Ngân phát biểu nhận nhiệm vụ*

Đồng chí Ngô Hoàng Ngân mong tiếp tục nhận được sự quan tâm, hỗ trợ, tạo điều kiện của các bộ, ngành Trung ương, các địa phương, trong đó đặc biệt là tỉnh Quảng Ninh trong quá trình công tác để bản thân cũng như Tập đoàn Công nghiệp Than - Khoáng sản Việt Nam hoàn thành xuất sắc các nhiệm vụ được giao, tiếp tục khẳng định vai trò, vị thế của một tập đoàn kinh tế quan trọng của đất nước.



*Lãnh đạo Tập đoàn Công nghiệp Than - Khoáng sản Việt Nam tặng hoa chúc mừng đồng chí Ngô Hoàng Ngân, Bí thư Đảng ủy, Chủ tịch Hội đồng thành viên Tập đoàn Công nghiệp Than - Khoáng sản Việt Nam, Trưởng đoàn ĐBQH tỉnh Quảng Ninh*

Theo <http://vinacom.vn>

## BỐN THÁNG ĐẦU NĂM, TKV SẢN XUẤT TRÊN 13,4 TRIỆU TẤN THAN NGUYÊN KHAI

Sáng 11/5/2023, Bí thư Đảng ủy, Chủ tịch HĐQT Tập đoàn Ngô Hoàng Ngân và Tổng giám đốc Tập đoàn Đặng Thanh Hải đã chủ trì Hội nghị giao ban trực tuyến điều hành sản xuất tháng 5/2023 tại hai điểm cầu Hà Nội, Hạ Long.



*Toàn cảnh Hội nghị giao ban điều hành sản xuất tháng 5/2023 tại trụ sở Tập đoàn*

Theo báo cáo của Ban Kế hoạch, trong bốn tháng đầu năm 2023, Tập đoàn sản xuất được trên 13,4 triệu tấn than nguyên khai, bằng 34,3% KH năm; tiêu thụ 15,9 triệu tấn, bằng 34% KH năm; bốc xúc 39,5 triệu m<sup>3</sup> đất đá, đạt 25% KH năm, đào 85.834 mét lò, đạt 31% KH năm. Sản xuất điện 3,03 tỷ kWh, đạt 32% KH năm; sản xuất Alumin quy đổi trên 490 ngàn tấn, đạt 38% KH năm. Doanh thu toàn Tập đoàn 4 tháng đạt trên 55.000 tỷ đồng, bằng 32,6% KH năm, tăng 14% so với cùng kỳ năm 2022; lợi nhuận dự kiến 1.300 tỷ đồng; nộp ngân sách nhà nước trên 13.000 tỷ đồng; duy trì ổn định việc làm, đảm bảo đời sống, thu nhập cho người lao động với mức thu nhập bình quân 15,7 triệu đồng/người/tháng. Triển khai nhiệm vụ tháng 5, Tập đoàn đặt mục tiêu sản xuất trên 3,37 triệu tấn than nguyên khai; tiêu thụ trên 4,6 triệu tấn; bốc xúc trên 13 triệu m<sup>3</sup> đất đá; đào trên 22 nghìn mét lò.



*Quang cảnh Hội nghị  
tại Trung tâm điều hành sản xuất*

Phát biểu chỉ đạo tại hội nghị, Bí thư Đảng ủy, Chủ tịch HĐQT Tập đoàn Ngô Hoàng Ngân đề nghị Ban lãnh đạo điều hành, các phòng ban Tập đoàn tiến hành rà soát lại các phần việc còn tồn tại, xây dựng kế hoạch cụ thể để giải quyết nhanh chóng các phần việc còn tồn đọng; tăng cường kiểm tra công tác đảm bảo an toàn trong sản xuất, chuẩn bị sẵn sàng mọi điều kiện phục

vụ công tác phòng chống mưa bão; chú trọng hơn nữa đến công tác chăm lo cho người lao động, đặc biệt là điều kiện sinh hoạt, ăn ở của công nhân lao động tại các khu chung cư công nhân; đảm bảo đầy đủ việc làm, thu nhập cho công nhân lao động; tăng cường kiểm tra giám sát công tác quản lý tài nguyên, ranh giới mỏ, quản lý vật tư, thiết bị. Bí thư Đảng ủy, Chủ tịch HĐTV đặc biệt nhấn mạnh, CBVC cơ quan Tập đoàn thực hiện nghiêm túc việc nêu gương cán bộ và các quy định trong thời gian làm việc.



*Bí thư Đảng ủy, Chủ tịch HĐTV Tập đoàn Ngô Hoàng Ngân phát biểu chỉ đạo tại Hội nghị*

Phát biểu kết luận hội nghị, Tổng giám đốc Tập đoàn Đặng Thanh Hải ghi nhận và biểu dương những nỗ lực, cố gắng của CBCNV-NLĐ toàn Tập đoàn để đạt được nhiều kết quả SXKD tích cực trong 4 tháng đầu năm 2023. Triển khai nhiệm vụ tháng 5, tình hình thị trường tiêu thụ than, khoáng sản sẽ có nhiều biến động, giá bán than và khoáng sản giảm, cung tăng hơn cầu, chính vì vậy, cần tập trung cao trong sản xuất và tiêu thụ than, khoáng sản; khắc phục nhanh

chóng nguy cơ thiếu than cho các hộ điện và các hộ tiêu thụ khác; tăng cường nhập khẩu than so với quý trước nhằm đáp ứng nhu cầu than trong nước tăng cao; đẩy mạnh chế biến các sản phẩm ngoài than; phân phối phù hợp than cho các hộ khách hàng đặc biệt là các hộ điện, đảm bảo tồn kho hợp lý. Đối với những nhiệm vụ dài hạn, Tổng giám đốc Tập đoàn yêu cầu rà soát lại việc thực hiện công suất khai thác theo đúng giấy phép khai thác đã được cấp; rà soát, cân đối lại giá bán than; tiếp tục bám sát, tập trung giải quyết vướng mắc của dự án cải tạo và mở rộng mỏ than Cao Sơn; đẩy nhanh tiến độ xin cấp phép, phê duyệt đề án quy hoạch tổng thể trong đó tập trung vào việc hợp nhất 2 mỏ Đèo Nai và Cọc Sáu. Ngoài ra, Công đoàn TKV cùng các Ban chuyên môn liên quan xem xét xây dựng đề án nâng cấp nhà tập thể, khu chung cư công nhân trên địa bàn tỉnh Quảng Ninh.



*Tổng giám đốc Tập đoàn Đặng Thanh Hải phát biểu tại hội nghị*

Theo <http://vinacomин.vn>



## ĐỘI NGŨ CÔNG NHÂN LAO ĐỘNG NGÀNH THAN CÓ VAI TRÒ VÀ ĐÓNG GÓP QUAN TRỌNG ĐỐI VỚI SỰ PHÁT TRIỂN KINH TẾ - XÃ HỘI CỦA TỈNH QUẢNG NINH VÀ ĐẤT NƯỚC

Nhân dịp Tháng Công nhân và Tháng hành động về ATVSLĐ năm 2023, sáng 12/5/2023, đồng chí Võ Thị Ánh Xuân, Ủy viên BCH Trung ương Đảng, Phó Chủ tịch nước Cộng hòa XHCN Việt Nam đã đến thăm hỏi, tặng quà, động viên công nhân, cán bộ và làm việc với Tập đoàn Công nghiệp Than - Khoáng sản Việt Nam (TKV).

Cùng đi có các đồng chí lãnh đạo Văn phòng Chủ tịch nước, Tổng Liên đoàn Lao động Việt Nam; đồng chí Nguyễn Xuân Ký, Ủy viên BCH Trung ương Đảng, Bí thư Tỉnh ủy, Chủ tịch HĐND tỉnh Quảng Ninh, lãnh đạo UBND tỉnh, các sở, ngành và TP Cẩm Phả..., về phía TKV có các đồng chí: Ngô Hoàng Ngân, Trưởng Đoàn ĐBQH tỉnh, Bí thư Đảng ủy, Chủ tịch HĐQT Tập đoàn; Đặng Thanh Hải, Tổng Giám đốc Tập đoàn; Lê Thanh Xuân, Chủ tịch Công đoàn TKV; Vũ Anh Tuấn, Ủy viên Ban Thường vụ Tỉnh ủy, Bí thư Đảng ủy TQN, Phó TGD Tập đoàn, cùng các đồng chí lãnh đạo Tập đoàn...

Báo cáo Phó Chủ tịch nước về tình hình sản xuất, kinh doanh và công tác chăm lo việc làm, đời sống cho người lao động, Tổng Giám đốc Tập đoàn Đặng Thanh Hải trân trọng cảm ơn tình cảm quý báu và sự quan tâm của Phó Chủ tịch nước dành cho đội ngũ công nhân lao động TKV. Đồng thời cho biết, phát huy truyền thống “Kỷ luật và đồng tâm”, ngành Than đã vượt qua nhiều khó khăn, thách thức, khẳng định vai trò là một trong ba trụ cột an ninh năng lượng Quốc gia. Năm 2022, Tập đoàn đã hoàn thành xuất sắc nhiệm vụ, doanh thu toàn Tập đoàn đạt 166 ngàn tỷ đồng, cao nhất từ khi thành lập TKV đến nay, tăng trưởng 28% so với cùng kỳ năm 2021; nộp ngân sách Nhà nước đạt 21,5 ngàn tỷ đồng, tăng 3,5 ngàn tỷ đồng so với KH; lợi nhuận đạt 10,3 ngàn tỷ đồng, tăng 1,7 lần so với KH... Trong 4 tháng đầu năm 2023, Tập đoàn đã linh hoạt trong điều hành sản xuất, kinh doanh, triển khai đồng bộ, kịp thời các giải pháp. Nhờ đó, các chỉ tiêu SXKD của TKV đều hoàn thành kế hoạch và có

sự tăng trưởng so với cùng kỳ năm 2022. Cụ thể, doanh thu toàn Tập đoàn đạt trên 55.000 tỷ đồng, đạt 32,6% KH năm, bằng 114% so với cùng kỳ; nộp ngân sách Nhà nước dự kiến đạt khoảng 13.100 tỷ đồng, đạt 64% KH năm, bằng 112% so với cùng kỳ; tiền lương bình quân toàn Tập đoàn đạt 16 triệu đồng/người/tháng. Bên cạnh đó, với tinh thần người lao động là tài sản quý giá nhất của doanh nghiệp, Tập đoàn luôn đảm bảo ổn định việc làm, cải thiện điều kiện làm việc, nâng cao thu nhập cho người lao động và có các chế độ phúc lợi mang tính chất đặc thù, mang bản sắc riêng của ngành để chăm lo ngày càng tốt hơn cho người lao động...



*Phó Chủ tịch nước Võ Thị Ánh Xuân đánh giá cao vai trò và những đóng góp quan trọng của đội ngũ công nhân lao động ngành Than*

Phó Chủ tịch nước Võ Thị Ánh Xuân ghi nhận, biểu dương những nỗ lực, cố gắng của tập thể CB, CNLĐ và những kết quả, thành tích đạt được của TKV. Đồng thời, bày tỏ niềm tự hào về giai cấp công nhân ngành Than - một trong những ngành ra đời sớm, cái nôi của giai cấp công nhân Việt Nam, luôn đi đầu trong công cuộc xây dựng và bảo vệ đất nước. Với bề dày truyền

thống lịch sử cùng tinh thần “Kỷ luật và đồng tâm”, TKV đã vượt qua nhiều khó khăn, thách thức, trưởng thành về nhiều mặt, trở thành một trong những Tập đoàn kinh tế mạnh, trụ cột an ninh năng lượng của đất nước.

Bên cạnh việc đảm bảo cung cấp than cho nền kinh tế, Tập đoàn luôn chú trọng cải thiện điều kiện làm việc, đầu tư đổi mới công nghệ, thiết bị tiên tiến hiện đại, nâng cao năng suất, đảm bảo an toàn, tăng thu nhập và chăm lo chu đáo đời sống cho thợ mỏ. Những kết quả, thành tích đạt được của TKV đóng góp quan trọng vào sự phát triển của tỉnh Quảng Ninh nhanh chóng trở thành một trong những cực tăng trưởng toàn diện khu vực phía Bắc, trong nhiều năm đạt mức tăng trưởng hai con số. Sự phát triển của ngành Than và tỉnh Quảng Ninh đã hiện thực hóa dần những mong muốn của Chủ tịch Hồ Chí Minh, của Đảng, Nhà nước về Quảng Ninh và ngành Than, xây dựng TKV ngày càng phát triển, xây dựng tỉnh Quảng Ninh ngày càng giàu đẹp, văn minh.



Phó Chủ tịch nước Võ Thị Ánh Xuân tặng TKV bức chân dung Chủ tịch Hồ Chí Minh

Về nhiệm vụ thời gian tới, Phó Chủ tịch nước Võ Thị Ánh Xuân đề nghị TKV tiếp tục bám sát các chủ trương, chính sách của Đảng, Nhà nước về phát triển của ngành, xây dựng chiến lược phát triển, kế hoạch sản xuất, kinh doanh phù hợp, hiệu quả. Đồng chí Phó Chủ tịch nước đánh giá cao vai trò và những đóng góp quan trọng của đội ngũ công nhân lao động ngành Than đối với sự phát triển kinh tế - xã hội của

Quảng Ninh và đất nước đồng thời nhấn mạnh, Tập đoàn và tỉnh cần đầu tư, phát triển nguồn nhân lực, xây dựng đội ngũ CNLĐ có trình độ, tay nghề, bản lĩnh, làm chủ KHKT, đáp ứng cho sản xuất và phát triển của ngành. Cùng với đó, nâng cao công tác đảm bảo an toàn lao động, chăm lo đời sống vật chất, tinh thần, các chế độ chính sách về nhà ở, phúc lợi để thợ mỏ yên tâm gắn bó lâu dài với ngành Than.

Phó Chủ tịch nước Võ Thị Ánh Xuân cũng đề nghị Tổng LĐLĐ Việt Nam, tỉnh Quảng Ninh tiếp tục đồng hành, hỗ trợ, phối hợp cùng ngành Than đề xuất các chủ trương, chính sách với Trung ương tháo gỡ các khó khăn, phát triển sản xuất, đáp ứng kịp thời các mong muốn, nhu cầu chính đáng của người lao động.



Bí thư Tỉnh ủy Quảng Ninh Nguyễn Xuân Kỳ nhấn mạnh, tỉnh và ngành Than sẽ tiếp tục tìm các giải pháp tháo gỡ khó khăn, ổn định SXKD, xây dựng đội ngũ công nhân mỏ vững mạnh

Đồng chí Nguyễn Xuân Kỳ, Ủy viên BCH Trung ương Đảng, Bí thư Tỉnh ủy, Chủ tịch HĐND tỉnh phát biểu cảm ơn sự quan tâm của Phó Chủ tịch nước Võ Thị Ánh Xuân đối với tỉnh Quảng Ninh nói chung và ngành Than nói riêng. Đồng chí Bí thư Tỉnh ủy cũng khẳng định vai trò và sự đóng góp quan trọng của ngành Than đối với phát triển kinh tế - xã hội của tỉnh cũng như an sinh xã hội trên địa bàn. Do đó, tỉnh Quảng Ninh và ngành Than sẽ tiếp tục tìm các giải pháp tháo gỡ khó khăn, ổn định sản xuất, kinh doanh; xây dựng đội ngũ công nhân mỏ vững mạnh và

chăm lo đời sống, nhà ở tốt hơn cho công nhân ngành Than với mục tiêu mang lại hạnh phúc cho nhân dân, trong đó có những người thợ mỏ và gia đình thợ mỏ.



*Phó Chủ tịch nước Võ Thị Ánh Xuân và các đại biểu dâng hương tưởng niệm Chủ tịch Hồ Chí Minh tại Khu di tích Địa điểm Bác Hồ về thăm Mỏ than Đèo Nai*

Cũng trong sáng 12/5/2023, Phó Chủ tịch nước Võ Thị Ánh Xuân cùng đoàn công tác và lãnh đạo tỉnh Quảng Ninh, lãnh đạo TKV đã đến dâng hương, dâng hoa tưởng niệm Chủ tịch Hồ Chí Minh tại Khu di tích lịch sử quốc gia Địa điểm Bác Hồ về thăm Mỏ than Đèo Nai, thăm hỏi, tặng quà CNLĐ Công ty CP Than Đèo Nai và trực tiếp đến vị trí mặt bằng sân công nghiệp +41 (Công ty Than Thống Nhất) thăm hỏi, tặng quà CNLĐ Công ty Than Thống Nhất. Phó Chủ tịch nước Võ Thị Ánh Xuân cũng đến thăm hỏi, tặng quà gia đình anh Nguyễn Hồng Cẩm (gia đình có 3 thế hệ làm nghề mỏ) của Công ty Than Thống Nhất. Phó Chủ tịch nước Võ Thị Ánh Xuân dành nhiều thời gian để hỏi thăm về việc làm, thu nhập, đời sống của thợ mỏ, về phong trào thi đua lao động sản xuất và chia sẻ với những khó khăn, vất vả của thợ mỏ, bày tỏ sự trân trọng tinh thần lao động của thợ mỏ, cũng như mong muốn các thế hệ thợ mỏ TKV tiếp tục phát huy truyền thống “Kỷ luật và đồng tâm”, phát huy những thành tích đạt được, khắc phục khó khăn, hoàn thành thắng lợi kế hoạch, nhiệm vụ năm 2023 và những năm tiếp theo, xây dựng

TKV và tỉnh Quảng Ninh ngày càng phát triển.

Nhân dịp này, Tổng LĐLĐ Việt Nam, tỉnh Quảng Ninh và TKV đã tặng nhiều phần quà cho CNLĐ nhân “Tháng hành động về ATVSLĐ - Tháng Công nhân” năm 2023.



*Phó Chủ tịch nước, lãnh đạo tỉnh Quảng Ninh và TKV tặng quà cho CNLĐ Than Đèo Nai*



*Phó Chủ tịch nước, lãnh đạo tỉnh Quảng Ninh và TKV tặng quà cho CNLĐ Than Thống Nhất*



*Phó Chủ tịch nước và các đại biểu trồng cây lưu niệm tại Khu di tích Địa điểm Bác Hồ về thăm Mỏ than Đèo Nai*

Theo <http://vinacomin.vn>

# NGHIÊN CỨU XÁC ĐỊNH CÁC THÔNG SỐ CƠ BẢN CỦA TANG MÁY ĐÀO LÒ

*KS. Nguyễn Minh Thanh – Viện Cơ khí Năng lượng và Mỏ - Vinacomin*

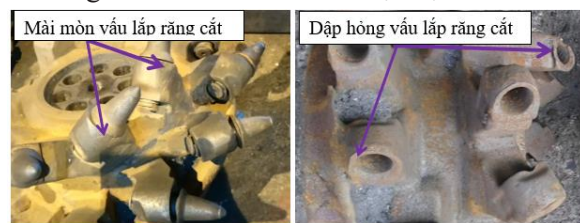
**Tóm tắt:** Hiện nay, theo chủ trương của Tập đoàn Công nghiệp Than - Khoáng sản Việt Nam (TKV), việc áp dụng máy đào lò đang dần trở thành tất yếu để tiến tới cơ giới hóa trong công tác đào chống lò. Ứng dụng các máy đào lò hạng nhẹ như EBH45 đã mang lại những hiệu quả ban đầu, chứng tỏ có khả năng áp dụng rộng rãi trong ngành Than. Trong quá trình sử dụng, máy thường xuyên xảy ra những hỏng hóc cần phải sửa chữa và thay thế, đặc biệt cụm đầu khâu. Tuy nhiên, các đơn vị trong nước chưa có khả năng chế tạo bộ phận này, do đó phải nhập khẩu với giá thành cao, thời gian kéo dài đã làm ảnh hưởng không nhỏ đến quá trình sản xuất của các đơn vị. Đồng thời, cũng có rất ít các nghiên cứu chuyên sâu về quá trình cắt đất đá, phương pháp xác định các thông số của đầu khâu, do đó không thể triển khai sửa chữa và chế tạo mới tại các cơ sở chế tạo trong nước. Bài báo này trình bày phương pháp xác định vị trí, góc độ của răng cắt trên tang và thông số của vỏ tang khâu, từ đó làm cơ sở cho sửa chữa cũng như chế tạo mới cụm đầu khâu ở trong nước, đảm bảo độ bền của răng cắt và đầu khâu, tiến gần đến chất lượng của sản phẩm nhập ngoại.

**Từ khóa:** *Bước cắt, đất đá, đầu khâu, góc nghiêng, góc xiên, máy đào lò, răng cắt.*

## 1 Mở đầu

Máy đào lò EBH45 đầu tiên trong Tập đoàn TKV được đưa vào phục vụ sản xuất tại công ty Cổ phần Than Vàng Danh - Vinacomin tháng 11/2019. Sau một thời gian sử dụng phục vụ công tác đào lò đã chứng tỏ được sự phù hợp của máy với điều kiện đào lò tại Vàng Danh nói riêng và trong TKV nói chung. Việc sử dụng máy đào lò EBH45 đã đạt được các chỉ tiêu kinh tế-kỹ thuật chủ yếu như tốc độ, năng suất lao động, giá thành của công nghệ. Theo đánh giá, các chỉ tiêu này đều đạt tốt hơn so với thiết kế cũng như công nghệ đào lò bằng phương pháp khoan nổ mìn trong cùng điều kiện, đặc biệt là mức độ an toàn, điều kiện làm việc cho người lao động được cải thiện rõ rệt [1]. Do đó, Tập đoàn TKV tiếp tục đầu tư đưa vào sử dụng máy đào lò EBH45 tại các công ty Than Dương Huy, Khe Chàm, Quang Hanh, Hạ Long và Vàng Danh. Quá trình sử dụng máy đào lò EBH45 tại một số mỏ trong TKV đã tiết giảm được nhiều chi phí sản xuất. Tính trên giá thành 1 m lò đào mới, các đơn vị tiết kiệm được khoảng 1,5 triệu đồng. Chi phí này được tái đầu tư sản xuất, tiếp tục cải thiện điều kiện làm việc cho người lao động. Tuy nhiên, trong quá

trình sử dụng máy cũng xảy ra các sự cố như các cơ cấu thủy lực, tay vịn, máng cào, đầu khâu, cụm giảm tốc cần sửa chữa, thay thế, đặc biệt các dạng hỏng tập trung chủ yếu vào cụm đầu khâu. Đây là các chi tiết và cụm chi tiết thuộc dạng vật tư tiêu hao thường xuyên trong quá trình sử dụng, nhưng hiện nay các đơn vị cơ khí trong nước chỉ có thể đáp ứng được nhu cầu thay thế các chi tiết như bạc chốt, xy lanh của cơ cấu tay khâu mà chưa nghiên cứu và sản xuất được cụm đầu khâu.



*Hình 1: Những dạng hỏng của đầu khâu EBH45*

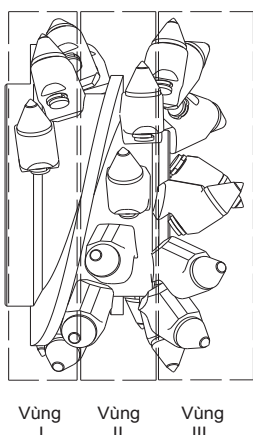
Khảo sát thực tế sử dụng máy đào lò EBH45 tại mỏ Vàng Danh và các đơn vị trong Tập đoàn TKV cho thấy, nguồn cung ứng các chi tiết như răng khâu, đầu khâu và hộp giảm tốc trên thị trường không ổn định, chủng loại răng khâu không đúng và chất lượng không đảm bảo. Các răng khâu khi sử dụng không đúng chủng loại có thể gây quá tải cho máy hoặc làm giảm năng suất

cắt, đầu khâu nhanh bị phá hỏng.

Việc nhập khâu sản phẩm chính hãng Erkat (CHLB Đức) với thời gian kéo dài sẽ không đáp ứng kịp thời nhu cầu sửa chữa, thay thế trong sản xuất. Các chi tiết đầu khâu phải bị loại bỏ nhưng vì không có nguồn vật tư thay thế kịp thời nên vẫn phải tiếp tục sử dụng, dẫn đến giảm hiệu quả sử dụng thiết bị. Mặt khác, không thể triển khai sửa chữa và chế tạo mới tại các cơ sở chế tạo trong nước do thiếu các nghiên cứu chuyên sâu về quá trình cắt đất đá, vật liệu chịu mài mòn, phương pháp xác định vị trí của răng cắt và vấu lắp răng cắt trên tang khâu. Vì vậy, việc “Nghiên cứu xác định các thông số cơ bản của tang máy đào lò” là cần thiết và có ý nghĩa thực tiễn.

## 2 Xác định tọa độ đỉnh răng cắt trên tang khâu máy đào lò

Từ đặc điểm khác nhau của từng khu vực trên tang khâu, có thể bố trí răng cắt trên ba vùng như sau:



Hình 2: Sơ đồ bố trí răng cắt trên tang khâu

- *Vùng I*: Là nơi tiếp giáp với tay khâu, răng cắt ở vùng này thường được thiết kế với góc xiên hướng về phía tay khâu (áp dụng cho cả tang đầu dọc và tang đầu ngang – tang trái và phải);

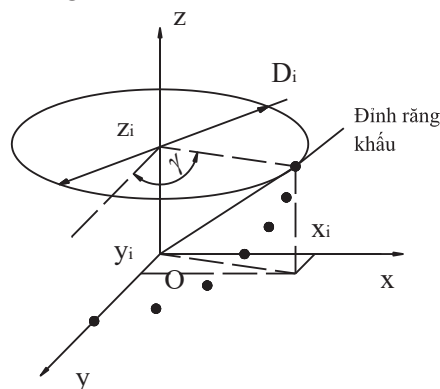
- *Vùng II*: Là vùng nằm giữa vùng I và III, các răng cắt ở vùng này chuyển động trên các đường cắt nằm ở khoảng giữa chiều rộng cắt nên góc xiên có thể lấy bằng  $0^\circ$  để tránh mài mòn vấu lắp răng cắt.

- *Vùng III* (mặt đầu của tang khâu): Các răng

cắt được bố trí ở vùng này với mục đích tăng tính cơ động của đầu khâu khi di chuyển sang ngang với máy khâu đầu ngang, hoặc khoan sâu vào gương đối với máy khâu đầu dọc. Do đó, góc xiên của răng khâu thường được thiết kế hướng ra ngoài.

### 2.1 Chọn hệ trục tọa độ của tang khâu

Chọn trục Oz trùng với phương của tâm tang khâu, có chiều từ phía hộp giảm tốc ra phía ngoài. Chọn trục Oy vuông góc với trục Oz và đi qua đỉnh của răng cắt đầu tiên của tang khâu (răng cắt số 1), có chiều từ tâm O đến đỉnh răng cắt. Chọn trục Ox đi qua giao điểm của trục Oz, Oy và vuông góc mặt phẳng yOz, cùng chiều với hướng cắt của răng cắt.



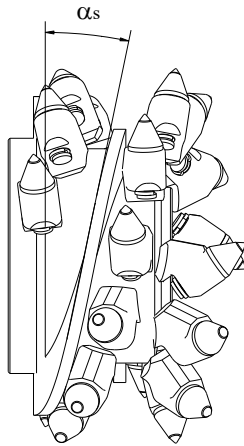
Hình 3: Hệ trục tọa độ Oxyz của tang khâu

Ở đây:  $x_i, y_i, z_i$  – tọa độ đỉnh răng theo hệ trục tọa độ  $0xyz$ ;  $\gamma_i$  – góc lắp răng cắt;  $D_i$  – đường kính tại đỉnh răng cắt.

### 2.2 Xác định số đường xoắn và góc nghiêng đường xoắn trên tang khâu

Tùy thuộc vào kích thước của tang khâu mà số đường xoắn trên tang được chọn từ 1 đến 3. Số đường xoắn tỷ lệ thuận với đường kính của tang khâu (với tang khâu càng lớn thì số đường xoắn càng nhiều). Góc xoắn thông thường từ  $8-30^\circ$  [2] phụ thuộc vào năng suất cần vận tải. Nhiều nghiên cứu đã chứng minh góc xoắn càng nhỏ thì càng có lợi về lực, tuy nhiên năng suất vận tải thấp. Ngược lại, góc xoắn càng lớn thì khả năng hất văng vật liệu theo hướng vuông góc với cánh xoắn càng tăng, gây nguy hiểm cho người

và thiết bị xung quanh nơi máy làm việc. Các nghiên cứu đã chỉ ra với máy đào lò góc xoắn phù hợp từ 10-20° (hình 4).



Hình 4: Góc xoắn lắp răng cắt trên tang khâu

Lưu ý: Nếu tang khâu hình trụ thì cánh xoắn có góc không đổi, còn nếu tang khâu hình nón cụt, góc xoắn tăng dần từ răng đầu tiên cho đến hết tang khâu, mức độ tăng tỷ lệ thuận với đường kính đầu nhỏ và đầu lớn của tang khâu.

**2.3 Xác định bước cắt trên tang khâu**

Bước cắt trên tang khâu là thông số quan trọng, ảnh hưởng đến lực cắt cũng như hiệu quả quá trình cắt. Việc xác định bước cắt sẽ làm căn cứ để thiết lập các thông số khác trên đầu khâu. Bước cắt trên tang khâu được xác định theo công thức sau [3]:

$$\bar{t}_{tt} = \left( \frac{5h_{tb}}{0,5h_{tb} + 4,5} + 0,3h_{tb} \right) \frac{1,47E}{E + 1,2} + b_x, \text{ cm} \quad (1)$$

Trong đó: E – chỉ số đánh giá mức độ giòn của đất đá cắt;  $b_x$  – chiều rộng trung bình của răng cắt, mm;  $h_{tb}$  – chiều sâu cắt, mm.

Độ giòn của than và đất đá được chia làm ba nhóm như sau: Mềm  $E < 2,1$ ; giòn  $2,1 \leq E \leq 3,5$ ; rất giòn  $E > 3,5$ . Khi tính toán tang khâu của máy đào lò cho các mỏ than, độ giòn thường được lấy  $E = 2,8$ .

Lưu ý: để đảm bảo đất đá được cắt hết giữa hai đường cắt thì bước cắt được chọn phải nhỏ hơn bước cắt tính toán  $t \leq \bar{t}_{tt}$ .

**2.4 Số răng cắt trên tang**

Để xác định số răng cắt trên tang, đầu tiên cần tính số đường cắt trên tang. Số đường cắt trên một tang khâu được xác định như sau:

$$m_{dc} = \frac{L_t}{t} + 1 \quad (2)$$

Trong đó:  $L_t$  – chiều rộng tang khâu, mm;  $t$  – bước cắt trên tang khâu, mm.

Lưu ý: số đường cắt được chọn phải là số nguyên.

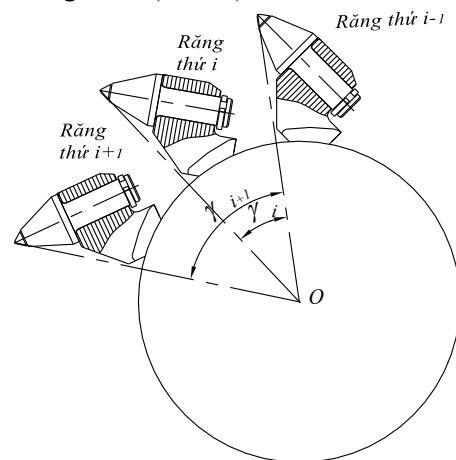
Số răng cắt được tính theo công thức sau:

$$Z = N_3 m_{dc} \quad (3)$$

Trong đó:  $N_3$  – số răng cắt trên một đường cắt.

**2.5 Góc lắp răng cắt**

Góc lắp răng cắt được quy ước là góc xác định bởi răng đầu tiên và các răng khác trên cùng một đường xoắn (hình 5).



Hình 5: Góc lắp răng cắt trên tang

Theo hình 5, chiều dài dây cung  $C_i$  được xác định như sau:

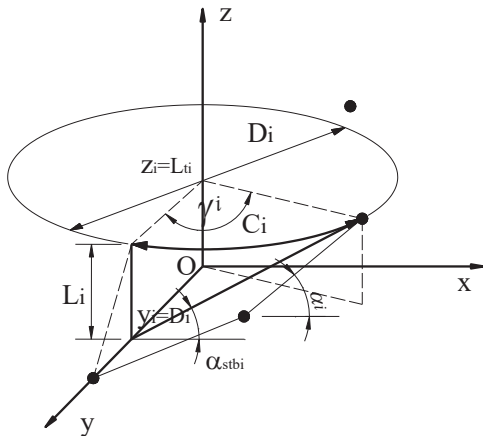
$$C_i = \frac{\pi D_i \gamma_i}{360}, \text{ mm} \quad (4)$$

Mặt khác, chiều dài dây cung cũng được xác định thông qua góc nghiêng của cánh xoắn và vị trí của răng theo chiều rộng của tang:

$$C_i = \frac{\tan \alpha_{stbi}}{L_{ti}}, \text{ mm} \quad (5)$$

Trong đó:  $L_{ti}$  – khoảng cách từ đỉnh răng tới góc tọa độ O, mm,  $L_{ti} = \sum_1^i t_i$ ;  $\alpha_{stbi}$  – góc xoắn trung

bình của răng cắt trên tang khâu, độ, được xác định theo công thức:  $\alpha_{stbi} = \frac{1}{i} \cdot \sum_1^i \alpha_i$ .



Hình 6: Sơ đồ tính toán góc lắp răng cắt

Kết hợp phương trình (4) với (5) ta có:

$$C_i = \frac{\pi D_i \gamma_i}{360} = \frac{\tan \alpha_{stbi}}{L_{ti}}, \text{ mm}$$

$$\Leftrightarrow \gamma_i = \frac{360 \tan \alpha_{stbi}}{\pi D_i L_{ti}}, \text{ độ} \quad (6)$$

Vậy, tọa độ đỉnh răng cắt thứ i được xác định như sau:

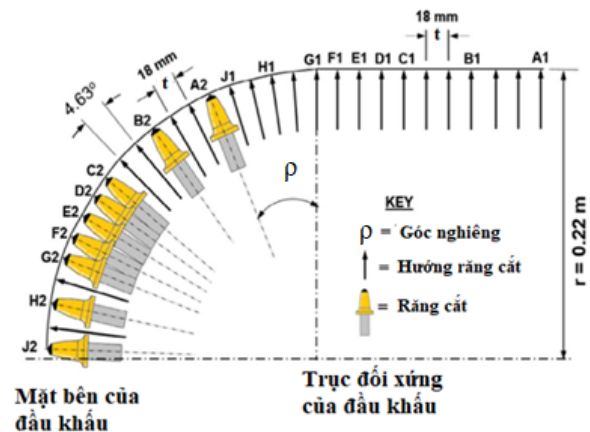
$$\begin{cases} r_i = \frac{D_i}{2} \\ \gamma_i = \frac{360 \tan \alpha_{stbi}}{\pi D_i L_{ti}} \\ z_i = L_{ti} = \sum_1^i t_i \end{cases} \quad (7)$$

### 3 Các góc của răng cắt và vấu lắp cắt trên tang khâu

#### 3.1 Góc nghiêng của răng cắt ở mặt bên của tang khâu

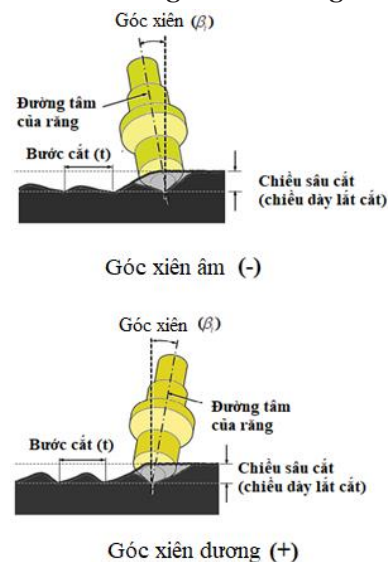
Góc nghiêng của răng cắt  $\rho$  là góc tạo bởi đường thẳng đi qua tâm của vấu lắp răng cắt với mặt phẳng nằm ngang. Đối với tang khâu hình trụ, góc nghiêng của răng cắt chủ yếu được sử dụng ở mặt tang với mục đích tăng chiều rộng và tăng khả năng cắt của nó khi muốn di chuyển sang ngang. Nghiên cứu sự thay đổi của lực cắt và năng suất cắt của răng cắt ở mặt bên của tang khâu (hình 7) được tác giả Osman Zeki

Hekimoglu đưa ra. Kết quả cho thấy, góc nghiêng của răng cắt trên mặt đầu của tang khâu tăng lên thì lực cắt và năng suất cắt giảm xuống. Vì vậy, cần phải bố trí răng cắt trên mặt đầu của đầu khâu một cách hợp lý. Theo nghiên cứu của Osman Zeki Hekimoglu, góc nghiêng của răng cắt trên tang khâu có thể được chọn từ 0-85° [4].



Hình 7: Sơ đồ bố trí răng cắt trên đầu khâu

#### 3.2 Góc xiên của răng cắt trên tang khâu



Hình 8: Góc xiên lắp răng cắt

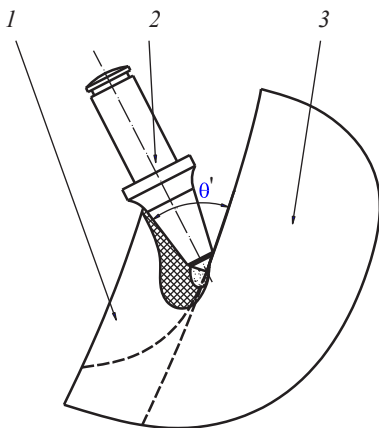
Góc xiên của răng cắt  $\beta_i$  là góc hợp bởi đường trục tang và đường tâm răng cắt (hình 8). Đã có nhiều nghiên cứu thực hiện về ảnh hưởng của góc xiên tới khả năng tự xoay, tốc độ mài mòn của răng cắt và lực cản cắt. Khả năng tự xoay trong nhiều trường hợp giúp răng tự mài sắc và giúp quá trình mài mòn diễn ra đồng đều trên

toàn bộ bề mặt làm việc của răng cắt. Các kết quả nghiên cứu cho thấy: Góc xiên lên đến 13° không ảnh hưởng lớn đến lực cắt; góc xiên âm tạo ra chuyển động quay nhiều hơn góc xiên dương; góc xiên thay đổi theo chiều âm hoặc dương thì nhiệt độ răng cắt và độ mòn của răng cắt tăng; góc xiên dương có lợi hơn cả về hiệu quả cắt và độ ổn định của cấu trúc răng cắt [4].

**3.3 Góc cắt của răng khâu trên tang**

Góc cắt  $\theta'$  là góc hợp bởi mặt trước của răng cắt và mặt phẳng cắt. Góc cắt  $\theta'$  thường dao động từ 55-65° tùy thuộc vào độ kiên cố của đất đá. Khi độ kiên cố của đất đá tăng thì góc cắt được chọn tăng lên để đảm bảo độ bền của răng cắt [5].

Với răng cắt tiếp tuyến, răng cắt được thiết kế đối xứng qua trục của răng. Vì vậy, để thuận tiện cho việc tính toán, thiết kế, người ta thường sử dụng góc vấu lắp răng cắt (hình 9) là góc giữa mặt phẳng cắt và tâm của răng cắt (tâm hóc lắp răng cắt) thay cho góc cắt.



Hình 9: Góc cắt của răng khâu trên đầu khâu

Góc vấu lắp răng và góc cắt có mối quan hệ như sau:

$$\theta' = \theta + \frac{\psi}{2}, \text{ độ} \quad (8)$$

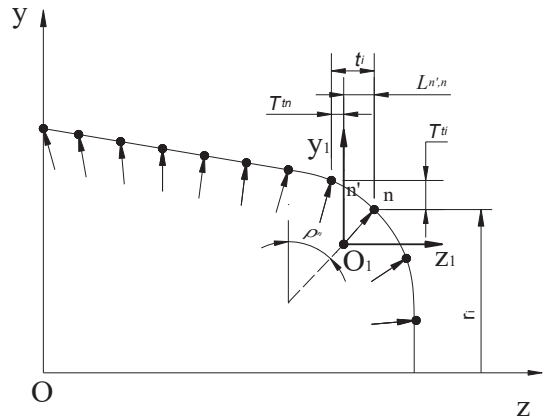
Trong đó:  $\psi$  – góc côn thân răng cắt, độ;  $\theta$  – góc vấu lắp răng, độ.

**4 Xác định các thông số cơ bản của vỏ tang**

**4.1 Xác định chiều rộng của vỏ tang khâu**

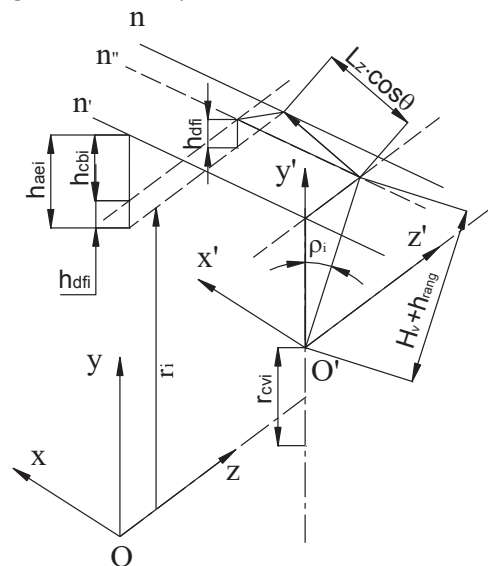
Chiều rộng vỏ tang khâu được xác định bởi khoảng cách của chân hai vấu lắp răng cắt xa

nhau nhất trên trục tọa độ Oz. Việc xác định vị trí của vấu lắp răng cắt trong hệ trục tọa độ Oxyz được căn cứ trên tọa độ đỉnh răng cắt kết hợp với góc nghiêng, góc xiên, v.v...



Hình 10: Góc nghiêng răng cắt trên tang khâu

Để tiện cho việc theo dõi, ta xét sự thay đổi vị trí răng cắt ứng với góc nghiêng và góc xiên trong hệ trục  $O_1x_1y_1z_1$  của nó.

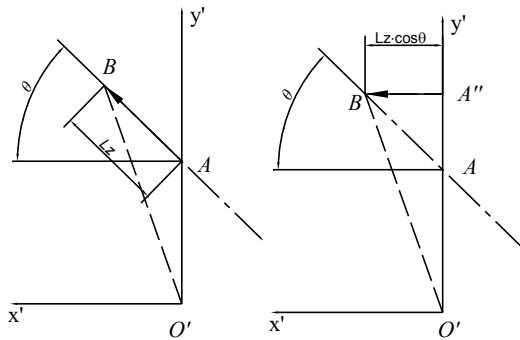


Hình 11: Sơ đồ xác định vị trí răng trên mặt đầu tang khâu

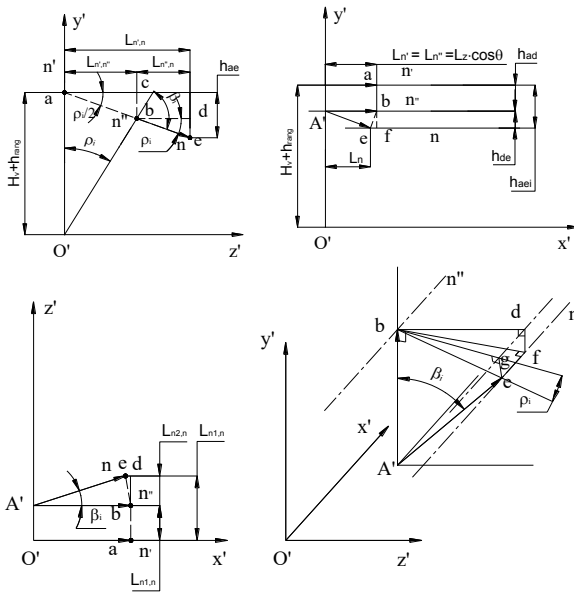
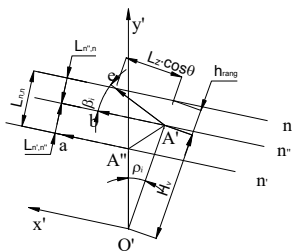
Răng và vấu lắp răng cắt khi lắp ghép với nhau tạo thành một góc  $\theta$  có thể biến đổi sang mô hình răng cắt tương đương (hình 12) (khi lắp răng cắt với vấu lắp răng cắt, gọi tắt cụm chi tiết này là vấu cắt). Sơ đồ vấu cắt ban đầu là tam giác  $AO'B$ , sau khi biến đổi vấu cắt là tam giác  $A'O'B$ . Các số liệu tính toán sau này sẽ được



tính trên tam giác A''O'B với điểm đầu răng cắt và chân vấu lắp răng cắt không đổi.



Hình 12: Mô hình chuyển đổi vấu cắt



Hình 13: Sơ đồ tính toán các thông số của vấu cắt trên tang

Ở đây:  $n$  – đường cắt trong vùng III, được xác định từ răng đầu tiên trong vùng III, cạnh răng kết thúc của vùng II;  $n''$ ,  $n'$  – các đường chuyển tiếp tương ứng của đỉnh răng cắt trong quá trình xoay và nghiêng để chuyển về đường cắt  $n$ .

Khoảng cách của các đỉnh răng cắt trên mặt đầu tang được xác định như sau:

$$L_{n',n} = L_{n',n''} + L_{n'',n} = L_{aci} + L_{bdi}, \text{ mm} \quad (9)$$

Trong đó:  $L_{n',n''}$  – khoảng cách giữa mặt đầu tang và đỉnh răng cắt ở góc nghiêng  $\rho_i$ , mm;  $L_{n'',n}$  – khoảng cách tăng thêm khi răng cắt xoay một góc  $\beta_i$ , mm.

Chiều dài đoạn  $L_{aci}$  được xác định theo công thức sau:

$$L_{aci} = L_{abi} \cos \frac{\rho_i}{2}, \text{ mm} \quad (10)$$

Theo hình 13,  $L_{abi}$  được xác định như sau:

$$L_{abi} = 2(H_v + h_r) \sin \frac{\rho_i}{2}, \text{ mm} \quad (11)$$

Với:  $H_v$  – chiều cao vấu lắp răng, mm;  $h_r$  – chiều cao răng cắt, mm;  $\rho$  – góc nghiêng răng cắt, độ.

Thay (11) vào (10) ta có:

$$L_{aci} = 2(H_v + h_r) \sin \frac{\rho_i}{2} \cos \frac{\rho_i}{2} = (H_v + h_r) \sin \rho_i \quad (12)$$

Chiều dài đoạn  $L_{bdi}$  được xác định theo công thức sau:

$$L_{bdi} = \sqrt{L_{bfi}^2 - h_{dfi}^2}, \text{ mm} \quad (13)$$

Theo hình 13,  $L_{bfi}$  được xác định như sau:

$$L_{bfi} = \frac{L_{bei}}{\cos \frac{\beta_i}{2}} = \frac{2L_z \cos \theta \sin \frac{\beta_i}{2}}{\cos \frac{\beta_i}{2}} = 2L_z \cos \theta \tan \frac{\beta_i}{2} \quad (14)$$

Chiều cao đoạn  $h_{dfi}$  được xác định theo công thức sau:

$$\begin{aligned} h_{dfi} &= h_{gei} = L_{bei} \sin(\rho_i) = 2L_z \cos \theta \sin \frac{\beta_i}{2} \sin(\rho_i) \\ &= 2h_r \sin \frac{\beta_i}{2} \sin(\rho_i) \end{aligned} \quad (15)$$

Ở đây:  $L_{bei} = 2L_z \cos \theta \sin(\beta_i/2)$ .

Thay (14) và (15) vào (13) ta có:

$$L_{bdi} = \sqrt{\left(2L_z \cos \theta \tan \frac{\beta_i}{2}\right)^2 - \left[2h_r \sin \frac{\beta_i}{2} \sin(\rho_i)\right]^2} \quad (16)$$

Thay  $L_{aci}$  và  $L_{bdi}$  vào phương trình (9) được:

$$\begin{aligned} L_{n',n} &= (H_v + h_r) \sin \rho_i \\ &+ \sqrt{\left(2L_z \cos \theta \tan \frac{\beta_i}{2}\right)^2 - \left(2h_r \sin \frac{\beta_i}{2} \sin \rho_i\right)^2} \end{aligned} \quad (17)$$

Khoảng cách từ đỉnh răng cắt phía trước đến chân vấu lắp răng cắt theo hướng trục được xác định như sau:

$$T_{ti} = t_i = Ln', n, \text{ mm} \quad (18)$$

Vậy, chiều rộng vỏ tang được tính theo công thức sau:

$$L_{vt} = \sum_i T_{ti} = \sum_i \left[ t_i - \left[ \begin{array}{l} (H_v + h_r) \sin \rho_i \\ \sqrt{\left( 2L_z \cos \theta \sin \frac{\beta_i}{2} \right)^2} \\ + \sqrt{\left( 2h_r \sin \frac{\beta_i}{2} \sin \rho_i \right)^2} \end{array} \right] \right] \quad (19)$$

#### 4.2 Bán kính ngoài của vỏ tang tương ứng với răng cắt thứ i

Từ hình 11, bán kính ngoài của vỏ tang được xác định theo công thức sau:

$$r_{cvi} = r_i + h_{aci} - (H_v + h_r), \text{ mm} \quad (20)$$

Trong đó:  $r_i$  – bán kính đỉnh răng, mm.

Theo hình 13, chiều cao  $h_{aci}$  được tính như sau:

$$h_{aci} = h_{dfi} + h_{cbi}, \text{ mm} \quad (21)$$

Với:

$$h_{dfi} = h_{gei} = L_{bei} \sin(\rho_i)$$

$$= 2L_z \cos \theta \sin \frac{\beta_i}{2} \sin(\rho_i) = 2h_{răng} \sin \frac{\beta_i}{2} \sin(\rho_i)$$

$$h_{cbi} = L_{abi} \sin \frac{\rho_i}{2} = 2(H_v + h_r) \sin \frac{\rho_i}{2} \sin \frac{\rho_i}{2}$$

$$= (H_v + h_r)(1 - \cos \rho_i)$$

Suy ra, bán kính ngoài của vỏ tang tương ứng với răng cắt thứ i được xác định như sau:

$$r_{cvi} = r_i + 2h_r \sin \frac{\beta_i}{2} \sin(\rho_i) - (H_v + h_r) \cos \rho_i \quad (22)$$

#### 5 Kết luận

Việc xác định các vị trí của răng cắt trên tang khâu là điểm mấu chốt trong quá trình tính toán thiết kế đầu khâu. Với những kết quả nghiên cứu ở trên, kết hợp với đồ gá chuyên dụng có thể tiến hành sửa chữa, thay thế các vấu lắp răng cắt bị hỏng tại đơn vị sản xuất, đồng thời có thể triển khai chế tạo cụm đầu khâu mới tại các đơn vị chế tạo trong nước, giảm phụ thuộc vào nhập khẩu và giúp đơn vị khai thác than hầm lò chủ động hơn trong quá trình sản xuất, từ đó làm tăng triển vọng áp dụng thành công máy đào lò tại các mỏ than hầm lò của Việt Nam.

#### TÀI LIỆU THAM KHẢO

1. <https://moit.gov.vn/khoa-hoc-va-cong-nghe/than-vang-danh-hieu-qua-cua-viec-ung-dung-may-dao-lo-combai-2.html>
2. **Nguyen Khac Linh, Gabov V.V., Zadkov. D.A.** Improvement of Drum Shearer Coal Loading Performance. *Eurasian Mining*, No. 2, 2018, PP. 22-25.
3. РД 12.25.137-89. Комбайны проходческие со стреловидным. Методика. М.: Министерство угольной промышленности СССР, 1989, 54 с.
4. **Osman Zeki Hekimoglu.** Investigations into Tilt Angles and Order of Cutting Sequences for Cutting Head Design of Roadheaders. *Tunnelling and Underground Space Technology*, 76, 2018, PP.160-171
5. **Крапивин М.Г., Раков И.Я., Сысоев Н.И.** Горные инструменты. М.:Недра, 1990, 256 с.

## HIỆN TRẠNG CÔNG NGHỆ VÀ CƠ SỞ TRANG BỊ QUẠT GIÓ CHO CÁC MỎ THAN KHAI THÁC HÀM LÒ VÙNG QUẢNG NINH

*TS. Lê Thùy Dương, ThS. Lê Văn Lợi – Viện Cơ khí Năng lượng và Mỏ - Vinacomin*

**Tóm tắt:** Những năm gần đây, các đơn vị khai thác than hầm lò vùng Quảng Ninh đã nâng cao và duy trì được sản lượng khai thác than nguyên khai ở mức tương đối cao. Tăng sản lượng khai thác, tập trung hoá sản xuất ở các mỏ than hầm lò là một hướng đi cần thiết nhằm góp phần phát triển ổn định ngành công nghiệp than hiện tại cũng như trong tương lai. Đồng thời để đảm bảo điều kiện an toàn và môi trường làm việc đối với người lao động trong mỏ, công tác thông gió chung cho mỏ đóng vai trò rất quan trọng, được thực hiện nhờ các quạt gió chính đặt trên mặt đất. Bài báo trình bày những nét đặc trưng về hiện trạng công nghệ và cơ sở trang bị các quạt gió chính của các đơn vị khai thác than hầm lò vùng Quảng Ninh, đề xuất những giải pháp và những vấn đề liên quan đến cơ sở trang bị quạt cho các mỏ than hầm lò.

**Từ khóa:** Mỏ hầm lò, quạt gió chính, thông gió...

### 1 Đặt vấn đề

Xuất phát từ thực trạng khai thác nhiều năm trước đây, hệ thống đường lò nhiều mỏ than khá phức tạp do diện sản xuất phân bố tản mạn ở nhiều khu khai thác khác nhau, công tác thiết kế và duy trì thông gió mỏ cũng gặp không ít khó khăn. Đa số các mỏ đã bố trí trạm quạt ở nhiều cửa lò nhằm đáp ứng yêu cầu thông gió cho các khu vực khai thác. Đây là giải pháp ít nhiều mang tính chất tình huống và đã hoàn thành sứ mệnh lịch sử trong bối cảnh tăng nhanh sản lượng khai thác than và góp phần thúc đẩy phát triển công nghiệp khai thác mỏ nước ta.

Tại các nước có nền công nghiệp khai thác lâu đời như CHLB Nga, Ukraine, Ba Lan..., các mỏ than hầm lò đã trang bị thiết bị quạt thông gió với năng lực công tác khá cao. Tại Tây ban Nha đã sử dụng quạt gió hướng trục đường kính 4 m với động cơ tích hợp công suất 3,2 MW để thông gió cho mỏ Monsacro (Tập đoàn Hunosa). Ở nước ta, trong những năm gần đây, cùng với việc mở rộng sản xuất, áp dụng các công nghệ tiên tiến trong công tác xây dựng và khai thác mỏ, một số công ty than đã chú trọng đầu tư các trạm quạt gió mới với công suất thiết bị khá cao: Công ty Than Nam Mầu - TKV trang bị quạt FBCDZ-No.36 công suất các động cơ lên tới 1440 kW; Công ty

Than Hà Lâm - Vinacomin xây dựng trạm quạt FBCDZ-No.30 với công suất 1000 kW; Công ty Than Khe Chàm - TKV bổ sung trạm quạt 2K56-No.30 công suất 740 kW... Các trạm quạt được trang bị thiết bị giám sát chế độ làm việc của quạt gió, thiết bị biến tần hoặc khởi động mềm... Có thể coi đây là bước khởi đầu trong công cuộc hiện đại hoá thông gió mỏ hầm lò, nâng cao hiệu quả và đảm bảo độ tin cậy trong công tác thông gió.

### 2 Hiện trạng sử dụng thiết bị quạt gió chính ở các mỏ than hầm lò vùng Quảng Ninh

Đến thời điểm hiện tại, để thông gió chung, hầu hết các mỏ than hầm lò Quảng Ninh đang sử dụng quạt do Trung Quốc sản xuất. Vào những năm đầu thế kỷ này, các nhà cung ứng đã giới thiệu quạt gió với chủng loại khác nhau như BD, 2K60, 2K56,... Loại quạt BD đường kính bánh công tác nhỏ và công suất động cơ thấp, hầu như sử dụng để thông gió cho các khu khai thác phân tán tại các công ty than Quang Hanh, Hồng Thái, Hạ Long... Loại quạt 2K60 sử dụng để thông gió cho các mỏ Vàng Danh, Dương Huy với công suất động cơ còn khiêm tốn. Loại quạt 2K56-Nh.18 và Nh.24 đường kính bánh công tác lần lượt 1,8 m và 2,4 m đã trang bị ở các công ty than Khe Chàm, Mạo Khê, Thống Nhất, Nam

Mẫu,... với động cơ công suất không cao. Đặc điểm của loại quạt này có hệ số hạ áp riêng tương đối cao, phù hợp thông gió cho các mỏ sức cản chung lớn. Tùy theo yêu cầu thông gió thực tế, các mỏ có thể trang bị động cơ công suất khác nhau sử dụng cho một loại quạt. Ví dụ, quạt 2K56-No.24 tại Công ty Than Thống Nhất - TKV chỉ sử dụng động cơ 400 kW; ở các công ty than Khe Chàm, Mao Khê, loại quạt này vận hành với động cơ công suất 560 kW... Có thể coi đây là giải pháp tiết kiệm điện năng và giảm chi phí đầu tư, nhưng không phải khi nào cũng phù hợp, nhất là cần giải quyết tốt nhiệm vụ thông gió trong tình hình tăng sản lượng khai thác và việc cải tạo để giảm sức cản chung của mạng gió mỏ là một vấn đề không đơn giản. Cũng như các loại quạt VOKD, VOD (do Liên Xô cũ chế tạo), loại quạt này được chế tạo trên cơ sở sơ đồ khí động học truyền thống và cũng có các ưu điểm nhất định. Với động cơ công suất phù hợp, quạt có thể tạo ra lưu lượng gió và hạ áp khá cao, đồng thời cho phép điều chỉnh chế độ công tác trong phạm vi tương đối rộng. Tuy nhiên, do động cơ đặt ngoài và truyền tải cho bánh công tác qua trục trung gian dài nên đòi hỏi chi phí xây dựng nhà trạm quạt, móng bệ máy và diện tích mặt bằng thi công đủ lớn. Cũng chính vì được lắp đặt trong nhà trạm, cho nên không thuận lợi trong công tác bảo dưỡng định kỳ.

Những năm gần đây, các mỏ đã bắt đầu định hướng đầu tư thiết bị quạt gió chính với động cơ công suất lớn, tập trung vào trang bị loại quạt gió mã hiệu FBCDZ do Tập đoàn Nanyang Explosion Protection Group Co. Ltd. (Trung Quốc) phát triển trên nền tảng quạt mã hiệu BDK trước đây. Loại quạt này được chế tạo trên cơ sở sơ đồ khí động học Turbo-Machines. Quạt có cấu tạo gồm 2 bánh công tác với các động cơ độc lập. 2 bánh công tác này quay theo 2 chiều thuận-nghịch. Tùy theo yêu cầu thực tế sản xuất và thông gió mỏ, có thể vận hành bánh công tác cấp 1 hoặc cả hai cấp đồng thời. Đặc điểm nữa là các

bánh công tác vừa đóng vai trò tạo luồng gió và vừa là bộ phận dẫn hướng. Điều này giảm được mức độ tiêu hao năng lượng giữa bánh công tác và thiết bị truyền động. Theo yêu cầu đặt hàng, có thể lắp thêm cơ cấu cho phép hãm quạt với thời gian không quá 5 phút và vận hành quạt sang chế độ đảo chiều gió. Ngoài ra, có thể trang bị thêm vỏ cách âm đặc biệt cho quạt, hệ thống điều khiển và giám sát online AFM...

Đặc điểm mới trong cấu tạo của loại quạt gió này là động cơ tích hợp trong thiết bị. Giải pháp sắp xếp động cơ tối ưu này cho phép không cần sử dụng các ổ đỡ hỗ trợ và trục trung gian dài. Đối với các quạt gió lớn với tỷ số moay-ơ khoảng 0,70-0,75 có thể tích hợp động cơ công suất không quá 3,2 MW. Lý do hạn chế sử dụng động cơ công suất cao hơn xuất phát từ khối lượng của chúng (với công suất 3,2 MW, động cơ có khối lượng 15 tấn; 4,5 MW – nặng 22 tấn; và 10 MW – lên tới 45 tấn). Do vậy, các quạt gió lớn với động cơ công suất quá cao vẫn áp dụng kết cấu truyền thống, tức là xếp đặt động cơ riêng biệt với trục trung gian và các ổ đỡ hỗ trợ định vị bánh công tác của quạt gió.

Giải pháp tích hợp động cơ còn tạo ra hướng giải quyết vấn đề bố trí phanh hãm một cách hợp lý (dạng thủy lực hoặc cơ học) như đang sử dụng trong các quạt gió tiên tiến hiện nay [4]. Ngoài ra, đối với quạt công suất cao, Công ty Zitron đã nghiên cứu thành công việc chế tạo hệ thống thủy lực điều chỉnh góc cấm bản lá bánh công tác. Hệ thống điều chỉnh này có các ưu điểm chính sau đây:

- Tạo điều kiện cho quạt gió khởi động với tải ban đầu nhỏ;

- Chế độ hoạt động của quạt có thể kết nối với trung tâm điều khiển tự động để vận hành quạt theo chế độ cài đặt trước;

- Có khả năng điều chỉnh lưu lượng gió với phạm vi rộng hơn so với trị số hạ áp, đáp ứng yêu cầu thực tế về chế độ thông gió mỏ trong các ngày làm việc cũng như các ngày nghỉ.

### 3 Đặc tính kỹ thuật của một số thiết bị quạt gió chính

Xuất phát từ ưu điểm trong thi công lắp đặt thiết bị cũng như thuận lợi kiểm tra, bảo dưỡng trong quá trình vận hành, các quạt FBCDZ hiện đang được sử dụng khá phổ biến để thông gió cho các mỏ than hầm lò vùng Quảng Ninh. Đặc điểm chung ở hầu hết các mỏ than hầm lò nước ta đều được thông gió bởi nhiều trạm quạt. Một số quạt gió chính trang bị động cơ với công suất không đủ phát huy hết năng lực công tác của thiết bị quạt. Về vấn đề tuổi thọ của quạt gió chưa đủ thời gian trên thực tế để khẳng định. Trong tài liệu kỹ thuật, các nhà sản xuất và cung ứng thiết bị đều cung cấp thông tin về thời gian phục vụ của quạt gió là 20 năm. Đây là một vấn đề cần phải theo dõi thực tế để có thể đưa ra các nhận xét, kết luận về mức độ vận hành tin cậy của loại quạt gió đang được biết đến nhiều trên thị trường thiết bị mỏ nước ta.

Các mỏ khai thác than hầm lò Quảng Ninh đã sử dụng quạt gió với đường kính bánh công tác và công suất động cơ khác nhau. Trên cơ sở tài liệu về thiết bị quạt gió FBCDZ [2], tác giả tiến hành phân tích một số thông số đặc tính kỹ thuật phục vụ cơ sở lựa chọn quạt thông gió hợp lý cho các mỏ. Theo đặc điểm cấu tạo, loại quạt này phân thành các loại như sau:

- Quạt gió với hạ áp nhỏ, khi tỷ số moay-ơ  $\chi=0,50$ ;
- Khi tỷ số moay-ơ  $\chi=0,618$ , quạt có hạ áp trung (dạng I) và hạ áp trung với lưu lượng gió lớn hơn (dạng II);
- Quạt gió tạo ra hạ áp trung-cao, khi tỷ số moay-ơ  $\chi=0,65$ ;
- Quạt gió tạo hạ áp cao, khi tỷ số moay-ơ  $\chi=0,70$ .

Trên cơ sở thử nghiệm từng quạt gió, nhà chế tạo cần cung cấp hồ sơ kỹ thuật đầy đủ kèm theo mỗi thiết bị quạt gió cho người sử dụng. Trong khuôn khổ bài báo này, tác giả chỉ giới thiệu ngắn gọn kết quả phân tích các thông số kỹ

thuật phục vụ lựa chọn thiết bị quạt gió hợp lý cho mỏ (bảng 1).

**Bảng 1: Thông số kỹ thuật của quạt FBCDZ theo công suất và tỷ số moay-ơ**

$\chi$	N <sub>0</sub> , dm	V, v/ph	N, kW	Q, m <sup>3</sup> /s	H, Pa	$\Delta H$ , m <sup>3</sup> /s.Pa
$\chi=0,5$	24	740	185x2	103	1868	18,14
	30		500x2	202	2918	14,45
	24	590	132x2	82	1187	14,48
	30		280x2	161	1855	11,52
$\chi^I=0,618$	24	740	185x2	80	2184	27,30
	30		500x2	157	3413	21,74
	24	590	132x2	65	1389	21,37
	30		280x2	125	2170	17,36
	30		160x2	104	1496	14,38
$\chi^{II}=0,618$	24	740	220x2	110	2388	21,71
	30		630x2	215	3731	17,35
	24	590	132x2	88	1518	17,25
	30		355x2	172	2372	13,79
$\chi=0,65$	24	740	220x2	86	3316	38,56
	30		630x2	167	5182	31,03
	24	590	132x2	68	2108	31,00
	30		355x2	134	3294	24,58
$\chi=0,7$	24	740	220x2	80	3637	45,46
	30		630x2	156	5682	36,42
	24	590	132x2	64	2312	36,13
	30		355x2	125	3612	28,90

Trong đó:  $\chi$  – tỷ số moay-ơ (tỷ số bầu-cánh); N<sub>0</sub> – đường kính bánh công tác của quạt, dm; v – tốc độ quay của động cơ, v/ph; N – công suất động cơ quạt gió, kW; Q – lưu lượng chuẩn của quạt gió, m<sup>3</sup>/s; H – hạ áp chuẩn của quạt, Pa;  $\Delta H$  – mức hạ áp riêng của quạt, m<sup>3</sup>/s.Pa.

Phân tích số liệu tính toán ở bảng 1 cho thấy, hầu hết các quạt với tỷ số moay-ơ nhỏ sẽ có mức hạ áp riêng thấp. Các quạt này áp dụng hiệu quả hơn khi mạng gió mỏ có sức cản chung nhỏ và cùng một trị số mức hạ áp riêng cho phép điều chỉnh lưu lượng gió lớn hơn đi vào mỏ. Đối với các mỏ hầm lò khai thác ở độ sâu lớn, mạng gió phức tạp và hạ áp mạng gió cao, cần thiết phải trang bị quạt thông gió với tỷ số moay-ơ cao. Cho nên, ở các mỏ than nước ngoài, khai thác các vỉa than nằm ở độ sâu lớn thường được thông gió bởi

các quạt hướng trục có tỷ số moay-ơ 0,7-0,75 và ở nhiều mô đã sử dụng quạt hướng gió ly tâm. Đương nhiên, với các loại quạt gió này cần trang bị các động cơ công suất khá cao.

**Bảng 2: Thông số kỹ thuật của nhóm quạt 2K56 - 2K60**

TT	Đặc tính kỹ thuật	Đơn vị	Quạt 2K60-№18	Quạt 2K56-№24	Quạt 2K56-№30
1	Đường kính bánh xe công tác	mm	1800	2400	3000
2	Lưu lượng gió định mức	m <sup>3</sup> /s	46	72	90
3	Tĩnh áp định mức	mmH <sub>2</sub> O	320	80-320	428
4	Tốc độ quay	v/ph	1000	1000	750
5	Lưu lượng gió khu hiệu suất cao	m <sup>3</sup> /s	25-90	62-210	79-325
6	Lưu lượng gió khu làm việc	m <sup>3</sup> /s	20-100	37-120	50-160
7	Tĩnh áp khu hiệu suất cao	mmH <sub>2</sub> O	220-500	220-500	220-500
8	Hiệu suất quạt	%	80	80	80
9	Tiếng ồn	dB	<38	<38	<38
10	Số bánh công tác	cái	02	02	02
11	Số cánh		Z <sub>1</sub> = 14; Z <sub>2</sub> = 14	Z <sub>1</sub> = 12; Z <sub>2</sub> = 12	Z <sub>1</sub> = 12; Z <sub>2</sub> = 12
12	Góc lắp cánh	độ	5-45	20-50	20-50
13	Số lượng quạt trong một trạm		02	02	02
14	Kích thước quạt				
-	Dài (từ động cơ đến tiêu âm)	mm	20500	22500	
-	Rộng (buồng quạt)	mm	Φ2214	Φ2880	
-	Cao (tiêu âm)	mm	2800	3456	
15	Khối lượng	kg	18025	27310	
16	Động cơ điện				
-	Mã hiệu		Y355M3-6	Y400-6	
-	Công suất	kW	200	400	
-	Đồng định mức	A	365/210,9	49,3	
-	Tốc độ	v/ph	980	980	
-	Tần số	Hz	50	50	50
-	Điện áp	V	380/660	380/660	380/660
-	Cosφ	-	0,86	0,88	
-	Hiệu suất	%	96	90	
-	Tổ đấu dây	-	Δ/Y	Y	
-	Cấp cách điện	-	B	F	
-	Cấp bảo vệ		IP44	IP29	
-	Độ ồn	dB(A)	108	108	108
-	Khối lượng	kg	1600	2610	

#### 4 Cơ sở lựa chọn quạt thông gió hợp lý cho các mỏ than hầm lò

Việc lựa chọn thiết bị quạt hợp lý, đáp ứng yêu cầu thông gió cho mỏ khai thác hầm lò phải tiến hành trên cơ sở kế hoạch sản xuất hiện tại cũng như định hướng cho 15-20 năm tiếp theo. Năng lực công tác của quạt cần tạo ra hạ áp đảm bảo đưa vào mỏ lưu lượng gió cần thiết cho các hộ tiêu thụ. Ngoài ra, thiết bị quạt gió chính cần có khả năng điều chỉnh chế độ làm việc theo kế hoạch phát triển sản xuất của mỏ. Trong các năm tới, nhiều mỏ khai thác hầm lò sẽ tăng sản lượng khai thác và chuyển diện sản xuất ở các mức sâu hơn. Đối với các mỏ đang khai thác, việc đơn giản hoá mạng gió mỏ không phải là vấn đề đơn giản. Không ít các đường lò dẫn gió sẽ được sử dụng lại cho các mức khai thác sâu hơn. Thực tế những năm gần đây cho thấy, đa số các mỏ than hầm lò đã giảm bớt số lượng các trạm quạt gió hút (các công ty than Quang Hanh, Hồng Thái, Khe Chàm,...). Đây là giải pháp tất yếu khi đã kết thúc khai thác phần nông của ruộng mỏ.

Ở các mỏ than hầm lò vùng Quảng Ninh, khi khai thác ở độ sâu lớn hơn, độ chứa và xuất khí mêtan (CH<sub>4</sub>) sẽ tăng lên. Nếu không áp dụng giải pháp thu tháo khí hoặc tháo khí, để đảm bảo an toàn về nguy cơ cháy nổ khí cần phải tăng đáng kể lưu lượng thông gió cho mỏ. Đồng thời, mỏ cũng cần phải được cung cấp lượng không khí cao hơn, tỷ lệ với sản lượng khai thác than nguyên khai. Bên cạnh đó, nếu ở mỗi mỏ không quy hoạch tập trung hoá khai thác, tăng tiến độ chuẩn bị diện sản xuất..., lưu lượng gió đưa vào mỏ sẽ yêu cầu ở mức các quạt hiện tại không còn đủ năng lực đáp ứng yêu cầu thông gió mỏ.

Định hướng lưu lượng cần thiết để thông gió cho mỏ có thể tham khảo theo kết quả của các công trình nghiên cứu [1], [3]. Đây là một trong các cơ sở để lựa chọn thiết bị quạt gió hợp lý và có khả năng đáp ứng yêu cầu lưu lượng gió cho mỏ theo kế hoạch tăng sản lượng khai thác trong những năm tới. Khảo sát hiện trạng ở nhiều mỏ

than cho thấy, ngoài các khu mỏ khai thác nhỏ lẻ, sản lượng than hằng năm thấp..., còn lại hầu hết các mỏ khai thác với quy mô sản lượng cao, hạ áp chung của mạng gió mỏ đã từ mức 250 mmH<sub>2</sub>O trở lên. Một mỏ khai thác các vỉa than có khí hạng II với quy mô sản lượng than nguyên khai ở mức độ 1,5 tr.tấn/năm đã yêu cầu lưu lượng gió đưa vào mỏ xấp xỉ 200 m<sup>3</sup>/s [1].

Kết quả đánh giá năng lực của các quạt FBCDZ được biểu thị trong các cột 9 và 10 của bảng 3. Để đảm bảo thông gió mỏ khai thác sản lượng cao vùng than Quảng Ninh, cần định hướng các quạt với công suất động cơ tương đối lớn. Các quạt có thể tạo ra lưu lượng (hoặc hạ áp) cao được đánh giá “++”, quạt vận hành cho thông số chấp nhận được đánh giá “+”.

**Bảng 3: Đánh giá năng lực lưu lượng gió và hạ áp của quạt FBCDZ**

TT	$\chi$	N <sub>0</sub> , dm	v, v/ph	N, kW	Q, m <sup>3</sup> /s	H, Pa	$\Delta H$ , m <sup>3</sup> /s.Pa	Q <sup>+</sup>	H <sup>+</sup>
1	$\chi^{II} = 0,618$	30	740	630	215	3731	17,35	++	++
2	$\chi = 0,5$	30	740	500	202	2918	14,45	++	+
3	$\chi^{II} = 0,618$	30	590	355	172	2372	13,79	+	
4	$\chi = 0,65$	30	740	630	167	5182	31,03	+	++
5	$\chi = 0,5$	30	590	280	161	1855	11,52	+	
6	$\chi^I = 0,618$	30	740	500	157	3413	21,74	+	++
7	$\chi = 0,70$	30	740	630	156	5682	36,42	+	++
8	$\chi = 0,65$	30	590	355	134	3294	24,58	+	++
9	$\chi = 0,70$	30	590	355	125	3612	28,90	+	++
10	$\chi^I = 0,618$	30	590	280	125	2170	17,36	+	
11	$\chi^{II} = 0,618$	24	740	220	110	2388	21,71	+	
12	$\chi^I = 0,618$	30	490	160	104	1496	14,38		
13	$\chi = 0,5$	24	740	185	103	1868	18,14		
14	$\chi^{II} = 0,618$	24	590	132	88	1518	17,25		
15	$\chi = 0,65$	24	740	220	86	3316	38,56		++
16	$\chi = 0,5$	24	590	132	82	1187	14,48		
17	$\chi = 0,70$	24	740	220	80	3637	45,46		++
18	$\chi^I = 0,618$	24	740	185	80	2184	27,30		
19	$\chi = 0,65$	24	590	132	68	2108	31,00		
20	$\chi^I = 0,618$	24	590	132	65	1389	21,37		
21	$\chi = 0,70$	24	590	132	64	2312	36,13		

Từ các phân tích nêu trên, có thể đưa ra một số nhận định sau:

- Để đáp ứng được yêu cầu lưu lượng và hạ áp cao (lưu lượng gió trên 200 m<sup>3</sup>/s và hạ áp từ 3000 Pa) chỉ có thể định hướng trang bị quạt gió FBCDZ đường kính lớn (từ №.30 trở lên) với tổng công suất các động cơ từ 1000 kW;
- Các quạt với bánh công tác đường kính lớn, tốc độ quay của động cơ cao sẽ tạo ra lưu lượng gió lớn hơn so với các loại quạt còn lại;
- Đối với các quạt FBCDZ nói riêng cũng như các loại quạt gió khác, công suất động cơ là

yếu tố quyết định đến năng lực hoạt động của quạt cũng như đảm bảo độ tin cậy trong thông gió mỏ. Giảm chi phí điện năng trong quá trình vận hành quạt cần dựa trên kết quả tối ưu hoá chi phí bổ sung thiết bị biến tần để có thể điều chỉnh lưu lượng gió theo chế độ làm việc thực tế của mỏ.

**5 Vấn đề cần chú trọng khi thi công lắp đặt trạm quạt gió chính**

Đặc tính khí động học của quạt gió được cung cấp dưới dạng các đồ thị biểu diễn mối quan hệ giữa hạ áp, hiệu suất và công suất cần thiết của động cơ với lưu lượng gió quạt tạo ra. Các

đường đặc tính của quạt gió ứng với các góc đặt bản lá bánh công tác khác nhau thường cho ở dạng hạ áp tĩnh của quạt gió. Khi quạt làm việc với mạng gió mở, một phần năng lượng luồng gió tồn thất trong chính nội bộ thiết bị quạt. Để phân tích và đánh giá về ảnh hưởng sức cản của nội bộ thiết bị quạt đến hiệu quả thông gió mở, cần có một “trị số sức cản chuẩn” nào đó để làm mốc so sánh. Rất tiếc, đến thời điểm hiện tại chưa có cơ sở để đưa ra khái niệm này. Cho nên, việc xác định sức cản nội bộ thiết bị quạt sẽ dựa trên kết quả nghiên cứu của K.A. Ushakov. Khi sử dụng quạt hướng trục với rãnh gió cong mềm dần, tồn thất áp suất trong nội bộ thiết bị quạt xác định theo biểu thức sau:

$$H_{tbq} = 0,4H_v \quad (1)$$

Tại đây:  $H_v$  – hạ áp động trong khoảng không gian giữa moay-ơ và vỏ quạt. Tùy thuộc vào tỷ số moay-ơ, trong thiết kế các quạt hướng trục (của CHLB Nga, Ukraine), tỷ số này thường bằng 0,705. Từ kết quả tính trị số  $v = Q / JI.[D2 - (\chi D)^2]$  và theo công thức  $H_v = \gamma v^2 / 2g$  sẽ xác định được trị số  $H_{tbq}$  đối với loại quạt gió cụ thể. (Ở đây:  $\gamma$  – khối lượng riêng của không khí;  $g$  – gia tốc trọng trường). Trong trường hợp chung, hạ áp nội bộ thiết bị quạt được biểu thị ở dạng [3]:

$$H_{tbq} = aJI / D^4 \quad (2)$$

Lưu ý rằng, trong công thức (2), K.A. Ushakov đã đề xuất biểu thức tính tất cả tồn thất hạ áp trong toàn bộ thiết bị quạt và rãnh gió. Trong các tài liệu chuyên ngành, đặc tính của quạt gió mở thường cho ở dạng áp suất tĩnh của rãnh gió tính đến trước bánh công tác của quạt. Trong trường hợp này, khi tính toán cho quạt hướng trục, hệ số  $a$  có thể nhận giá trị trong khoảng 0,02 - 0,03. Cho nên, “sức cản bình thường” của các thiết bị quạt với đường kính bánh công tác  $D = 1; 2; \text{ và } 3 \text{ m}$  có thể nhận các khoảng giá trị tương ứng 0,0628-0,0942; 0,00398-0,00588; và 0,00077-0,00116. Cũng từ

công thức nêu trên và các trị số đã xác định cho thấy rằng, sức cản nội bộ thiết bị giảm rõ rệt khi các quạt gió đường kính bánh công tác lớn.

Trên thực tế, ở không ít các mạng gió mở, sức cản  $R_{tbq}$  nội bộ thiết bị quạt và rãnh gió có trị số khá lớn, xấp xỉ với sức cản chung của toàn bộ hệ thống đường lò mở (thậm chí còn có trường hợp cao hơn). Từ số liệu khảo sát tại 17 trạm quạt gió chính ở các mỏ [3] cho thấy, 5 trạm quạt tồn thất áp suất không nhỏ hơn tiêu hao năng lượng trong mạng gió mở. Với các trạm quạt gió còn lại kết quả như sau: 1 trạm tồn thất áp suất 15%; 3 trạm 20-30%; 4 trạm 30-50%; và 4 trạm trên 50% so với hạ áp chung của chính mạng gió mở. Như vậy, với mỏ có các trạm quạt gió đã tồn tại nhiều năm, sức cản của nội bộ thiết bị quạt và đặc biệt rãnh gió là một vấn đề trở ngại đối với yêu cầu nâng cao hiệu quả sử dụng thiết bị quạt gió cũng như tiết kiệm năng lượng trong thông gió mỏ. Kết quả phân tích nêu trên đã đặt ra nhiệm vụ đối với thực tế cần đảm bảo thi công rãnh quạt gió tuân thủ chặt chẽ theo thiết kế kỹ thuật đã được lập.

## 6 Kết luận

Với sự phát triển không ngừng của ngành công nghệ khai thác khoáng sản nước ta trong kỷ nguyên mới, sự xuất hiện của các công nghệ mới, sự ra đời của các yêu cầu mới, sự thâm nhập của khái niệm “cách mạng công nghệ” và nâng cao khái niệm “hướng đến con người” sẽ dẫn đến những thay đổi mang tính cách mạng trong ngành công nghiệp thiết bị thông gió mỏ. Hướng tới mục tiêu “thông gió hợp lý, khai thác an toàn, giám sát hiệu quả và quản lý phù hợp” sẽ trực tiếp thúc đẩy sự phát triển an toàn, thông minh, thân thiện với môi trường và tiết kiệm năng lượng của các quạt gió chính mỏ than hầm lò, đồng thời thực hiện thông gió an toàn và đáng tin cậy. Trên cơ sở khái quát hiện trạng và trạng bị quạt chính của các mỏ than hầm lò, có thể rút ra những kết luận sau:



- Quạt gió chính cần được trang bị có cơ sở về mặt kỹ thuật đảm bảo thông gió theo kế hoạch phát triển kế hoạch sản xuất của mỏ;

- Tập trung hoá khai thác, tăng tiến độ chuẩn bị diện sản xuất sẽ góp phần nâng cao hiệu quả thông gió của các thiết bị trạm quạt đáp ứng nhiệm vụ tăng sản lượng khai thác ở các mỏ than hầm lò;

- Khi chuyển diện sản xuất xuống các mức sâu, các mỏ than hầm lò sản lượng cao cần định

hướng đầu tư trang bị thiết bị quạt gió chính công suất cao; đối với mỏ với mạng gió sức cản chung lớn có thể định hướng thông gió bởi quạt ly tâm;

- Thiết bị quạt gió cần kèm theo hồ sơ kỹ thuật đầy đủ và tiến hành thực hiện kiểm chứng thực tế các thông số theo tài liệu được cung cấp;

- Trạm quạt gió và đường lò dẫn gió nối với quạt phải được thi công đảm bảo tồn thất năng lượng trong rãnh gió nhỏ nhất.

### TÀI LIỆU THAM KHẢO

1. **Đặng Vũ Chí.** Nghiên cứu đánh giá hiện trạng thông gió và năng lực hoạt động của các quạt gió chính ở một số mỏ hầm lò khu vực Cẩm Phả. *Đề tài KHCN cấp Bộ, Hà Nội, 2014.*
2. **Đặng Vũ Chí.** Cơ sở trang bị quạt thông gió hợp lý cho các mỏ than khai thác hầm lò sản lượng cao. *Tạp chí Công nghiệp Mỏ số 3, 2016, Tr. 26-30.*
3. Quạt gió hút phòng nổ FBCDZ. *Nanyang Explosion Protection Group Co. Ltd, 2010.*
4. Рудничная вентиляция. *Справочник / Под ред. К.З. Ушакова. М.: Недра, 1988 г.*
5. Сборник научных трудов вентиляции и безопасности горных предприятий. *М.: Изд. "Горное дело", 2013 г.*

# XÂY DỰNG MÔ HÌNH ĐIỀU KHIỂN VEC TƠ CHO ĐỘNG CƠ ĐỒNG BỘ NAM CHÂM VĨNH CỬU 6 PHA TRÊN PHẦN MỀM MATLAB/SIMULINK

ThS. Vũ Hữu Quảng, ThS. Trần Thanh Tuyền – Trường Đại học Công nghiệp Quảng Ninh

**Tóm tắt:** So với động cơ 3 pha, hệ thống điều khiển tốc độ động cơ nhiều pha có nhiều ưu điểm khiến chúng có triển vọng tốt trong các lĩnh vực, chẳng hạn như hệ thống điều khiển thiết bị điện của xe điện. Trong các hệ thống điều khiển này, động cơ cần có dải tốc độ rộng hơn. Bài báo này giới thiệu và phân tích kết quả của mô hình mô phỏng điều khiển véc tơ dựa trên phép biến đổi tọa độ VSD và phương pháp biến đổi tọa độ d-q kép, giới thiệu nguyên lý cơ bản của điều khiển vectơ động cơ đồng bộ nam châm vĩnh cửu (PMSM) 6 pha trong hệ tọa độ tĩnh và mô hình hệ động cơ trên phần mềm Matlab/Simulink.

**Từ khóa:** Động cơ đồng bộ nam châm vĩnh cửu 6 pha, động cơ nhiều pha, hệ thống điều khiển tốc độ động cơ, mô hình mô phỏng.

## 1 Đặt vấn đề

Động cơ PMSM được sử dụng rộng rãi trong các hệ thống truyền động điều khiển tốc độ vì hiệu suất lớn, hệ số công suất cao và dải tốc độ làm việc rộng [1]. Với sự gia tăng tốc độ của PMSM, sức điện động phản ứng (EMF) của cuộn dây stato động cơ chắc chắn sẽ tăng lên. Khi EMF phía sau đạt đến điện áp định mức của động cơ hoặc điện áp phía DC của bộ biến đổi, dòng điện đầu vào của động cơ sẽ không thể khống chế được dòng điện đầu ra đã cho của bộ điều khiển và bộ điều chỉnh dòng điện sẽ ở trạng thái bão hòa. Tại thời điểm này, cần sử dụng điều khiển từ trường yếu để giảm EMF của PMSM nhằm tăng khả năng tạo mô men xoắn của động cơ ở tốc độ cao [2].

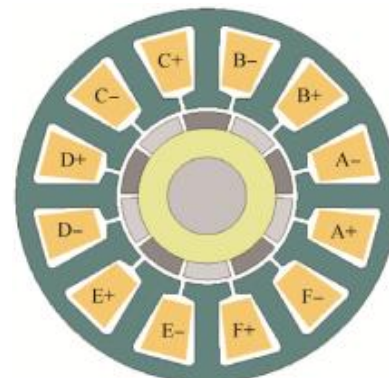
Nhiều nhà nghiên cứu trong và ngoài nước đã thực hiện nghiên cứu về các phương pháp điều khiển động cơ. Khái niệm mô hình hóa động cơ nhiều pha lần đầu được giới thiệu trong giai đoạn phát triển ban đầu của truyền động xoay chiều với nguồn bộ biến đổi điều chỉnh điện áp và dòng điện [3]. Kể từ đó, nhiều công trình nghiên cứu ứng dụng khác nhau đã được thực hiện trong các lĩnh vực như động lực tàu thủy, máy bay, tàu điện và xe điện [3-4]. Zhao và Lipo [5] đã trình diễn một kỹ thuật mô hình hóa động cơ cảm ứng 6 pha trong ba không gian con trực giao hai chiều (2D) và gọi là phân tách không gian vectơ (VSD).

Trong nội dung bài báo, nhóm tác giả dựa trên lý thuyết để xây dựng mô hình động cơ PMSM 6 pha trên phần mềm Matlab/Simulink.

## 2 Cơ sở lý thuyết

### 2.1 Cấu trúc của động cơ PMSM 6 pha

Động cơ PMSM 6 pha có hai cuộn dây stato giả định giống hệt nhau, cân bằng, nối hình sao (hình 1) [6-7].



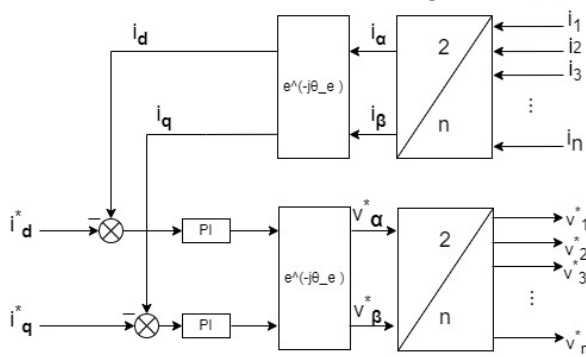
Hình 1: Cấu trúc của stato và roto động cơ PMSM 6 pha 5 đôi cực

Thông thường, các bộ cuộn dây này có thể có sự lệch pha 0, 30 và 60 độ. Lệch pha 0 độ tương tự như hệ thống 3 pha. Lệch pha 60 độ tạo thành sự sắp xếp đối xứng và có thể rút gọn thành hệ 3 pha vì hai pha của các ngôi sao khác nhau luôn thẳng hàng. Lệch pha 30 độ tạo thành sự sắp xếp không đối xứng, không thể đơn giản hóa hơn nữa. Bố trí lệch pha 30 độ là thuận lợi nhất đối với méo hài điện áp và xung mô men xoắn. Do

đó, sự dịch chuyển pha 30 độ giữa các kết nối sao là sự sắp xếp thích hợp hơn cả trong bài báo này.

### 2.2 Điều khiển véc tơ động cơ nhiều pha

Đối với động cơ n pha, phương pháp điều khiển véc tơ tương tự như động cơ 3 pha cũng có thể được sử dụng. Khi động cơ n pha áp dụng phương pháp lập mô hình VSD, chỉ dòng điện trong không gian con  $\alpha$ - $\beta$  (hoặc d-q sau khi biến đổi xoay) liên quan đến chuyển đổi năng lượng cơ điện được điều khiển theo vòng kín và cách triển khai cụ thể được thể hiện trong hình 2 [8].

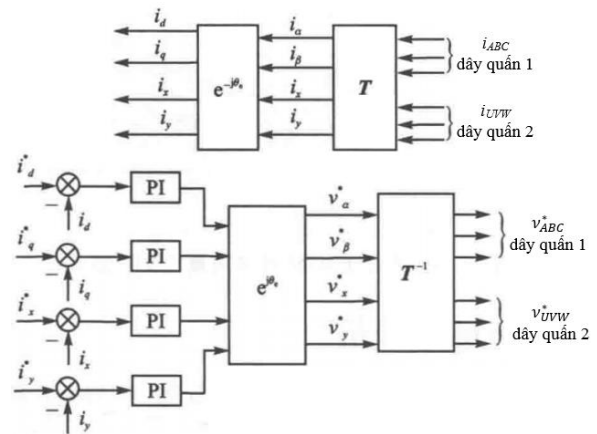


Hình 2: Khung điều khiển vector truyền thống cho động cơ n pha

Phương pháp thực hiện này giống như điều khiển véc tơ của động cơ 3 pha và kết hợp với hai bộ điều chỉnh dòng điện, thuận tiện cho việc cài đặt các thông số của bộ điều khiển ở giai đoạn sau [9]. Tuy nhiên, đối với động cơ n pha, do sự khác biệt không thể tránh khỏi giữa các cuộn dây của mỗi pha hoặc khi nguồn điện một chiều độc lập được sử dụng để cung cấp điện cho các cuộn dây khác nhau, việc sử dụng điều khiển véc tơ như trong hình 2 sẽ dẫn đến mất cân bằng dòng điện cuộn dây stato. Khi đó, sử dụng thuật toán PWM không phù hợp, bộ biến đổi sẽ tạo ra một số lượng lớn các thành phần hài điện áp bậc thấp. Lấy động cơ 6 pha làm ví dụ, so với động cơ 3 pha truyền thống, động cơ 6 pha có nhiều khả năng tạo ra một số lượng lớn các thành phần sóng hài dưới dòng điện và các thành phần sóng hài này chỉ phụ thuộc vào điện cảm tản của động cơ. Trên thực tế, điện cảm tản của động cơ 6 pha thường tương đối nhỏ. Tuy nhiên, ngay cả một

điện áp sóng hài nhỏ cũng có thể tạo ra một lượng lớn dòng điện hài, do đó làm tăng tổn thất của động cơ. Đặc biệt, đối với PMSM 6 pha, nó tạo ra một lượng lớn  $6k \pm 1$  ( $k = 1, 3, 5 \dots$ ) các thành phần sóng hài dòng điện phụ. Một nguyên nhân quan trọng khác là thân động cơ PMSM bị ảnh hưởng bởi một số yếu tố không lý tưởng, chẳng hạn như từ trường không hình sin sự phân bố được tạo ra bởi chính nam châm vĩnh cửu, cũng như hiệu ứng ăn mòn và hiệu ứng bão hòa cực từ v.v... Những yếu tố không lý tưởng này sẽ tạo ra một số lượng lớn các thành phần sóng hài dòng điện [10].

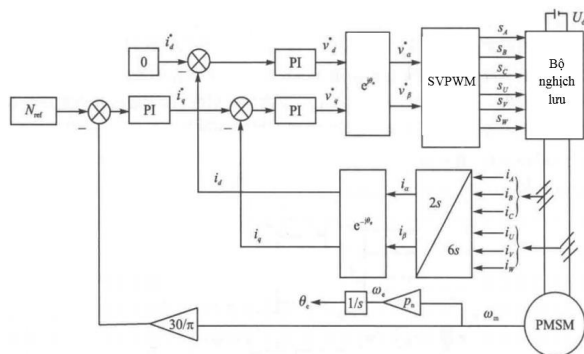
Để loại bỏ hiện tượng mất cân bằng dòng điện stato của động cơ, tác giả lấy động cơ 6 pha cách ly điểm trung tính nghiên cứu và tiến hành phân tích chi tiết, chủ yếu bao gồm hai phương pháp: Công nghệ điều khiển véc tơ dựa trên tọa độ d-q kép chuyển đổi [11]; và công nghệ điều khiển véc tơ chuyển đổi tọa độ VSD [10]. Đối với công nghệ điều khiển véc tơ dựa trên phép biến đổi tọa độ d-q kép, nguyên tắc cơ bản là coi từng bộ cuộn dây 3 pha là một đơn vị cơ bản, sau đó sử dụng thuật toán điều khiển véc tơ tương tự như động cơ 3 pha cho từng bộ cuộn dây, do đó thiết lập một hệ điều khiển véc tơ sử dụng 4 bộ điều chỉnh dòng điện, sơ đồ khối triển khai cụ thể được thể hiện trong hình 3.



Hình 3: Sơ đồ khối điều khiển véc tơ VSD cho động cơ 6 pha

2.3 Điều khiển động cơ PMSM 6 pha

Giống như điều khiển vectơ PMSM 3 pha, công nghệ điều khiển vectơ PMSM 6 pha cũng có thể áp dụng thuật toán điều khiển tương tự và sơ đồ khối điều khiển của nó được thể hiện trong hình 4. Dưới phép biến đổi tọa độ VSD, chỉ có không gian con d-q tham gia chuyển đổi năng lượng và không gian con x-y không tham gia chuyển đổi năng lượng cơ điện. Ngoài ra, nó cũng có thể được nhìn thấy từ sơ đồ khối thực hiện điều khiển vectơ VSD của động cơ 6 pha được thể hiện trong hình 3, miễn là điện áp cho trước  $v_x = v_y = 0$ , không gian con x-y sẽ không tạo ra dòng điện. Vì vậy, dòng điện trong không gian con x-y có thể được điều khiển hoàn toàn trong một vòng lặp hở, miễn là điện áp đã cho của nó được đặt thành 0, do đó chỉ có hai bộ điều chỉnh vòng lặp dòng điện trong hệ thống, giúp đơn giản hóa cấu trúc của hệ thống điều khiển. Có thể thấy từ hình 4 rằng, hệ thống điều khiển của nó chủ yếu bao gồm bộ điều chỉnh vòng lặp tốc độ, bộ điều chỉnh vòng lặp dòng điện và thuật toán SVPWM...



Hình 4: Sơ đồ khối điều khiển vectơ động cơ PMSM 6 pha

3 Mô phỏng và kết quả

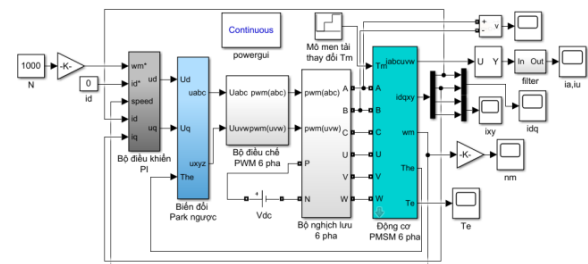
3.1 Mô hình mô phỏng

Mô hình mô phỏng hệ thống điều khiển động cơ PMSM 6 pha trên phần mềm Matlab/Simulink dựa trên hình 4 với thông số thực nghiệm cho như trong bảng 1. Dựa vào sơ đồ khối điều khiển (hình 4) ta xây dựng được mô hình mô phỏng hệ

thống điều khiển vectơ cho động cơ như hình 5.

Bảng 1: Thông số mô phỏng của động cơ PMSM

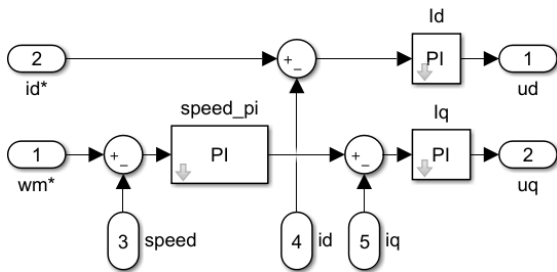
Thông số	Giá trị	Đơn vị
Thời gian lấy mẫu $T_s$	50	$\mu s$
Tần số cắt $f_{pwm}$	10	kHz
Điện áp 1 chiều $U_{dc}$	300	VDC
Điện cảm dây quấn phần ứng dọc trục $L_d$	8,8	mH
Điện cảm dây quấn phần ứng ngang trục $L_q$	8,8	mH
Số đôi cực $p_n$	2	-
Điện trở stato $R$	2	$\Omega$
Từ thông hồ cảm $\psi_f$	0,68	Wb
Mô men quán tính $J$	0,015	Kg.m <sup>2</sup>
Tốc độ đặt $N$	1.000	v/ph



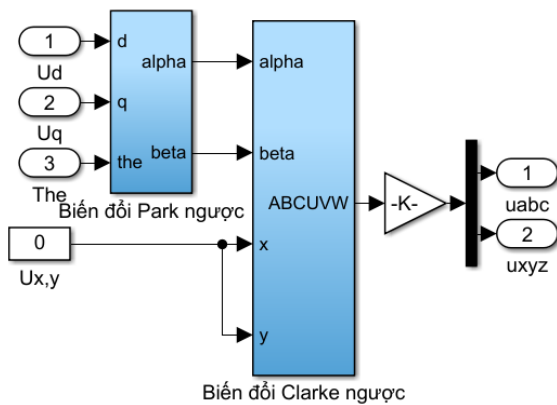
Hình 5: Mô hình mô phỏng bộ điều khiển động cơ SVPWM 6 pha

Trong hình 5 được chia làm 5 phần mô phỏng chính, đó là: Bộ điều chỉnh PI (hình 6); bộ biến đổi Park và Clarke ngược (hình 7); bộ điều chế SVPWM 6 (hình 8); bộ nghịch lưu 6 pha (hình 9) được mô phỏng đơn giản hoá bằng cách sử dụng 2 bộ nghịch lưu 3 pha; và động cơ PMSM 6 pha (hình 10).

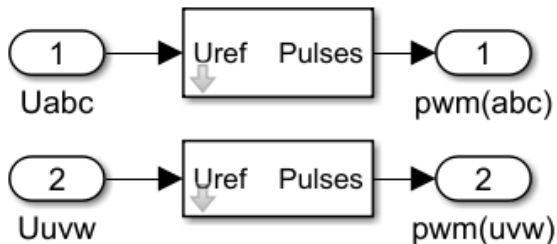
Phương pháp tính toán các tham số của bộ điều khiển đề cập đến phương pháp cài đặt tham số bộ điều chỉnh PI của hệ thống điều khiển vectơ PMSM 3 pha. Trong đó, tần số cắt của bộ lọc thông thấp dòng điện pha đầu ra được đặt thành 160 Hz; tham số của bộ điều chỉnh PI vòng lặp tốc độ  $K_{pw} = 1$ ,  $K_{iw} = 80$ ; tham số của trục d bộ điều chỉnh PI vòng lặp dòng điện  $K_{pd} = L_d \times 1200$ ,  $K_{id} = R \times 1200$ ; các tham số của bộ điều chỉnh PI vòng lặp dòng điện trục q là  $K_{pq} = L_d \times 1200$ ,  $K_{iq} = R \times 1200$ .



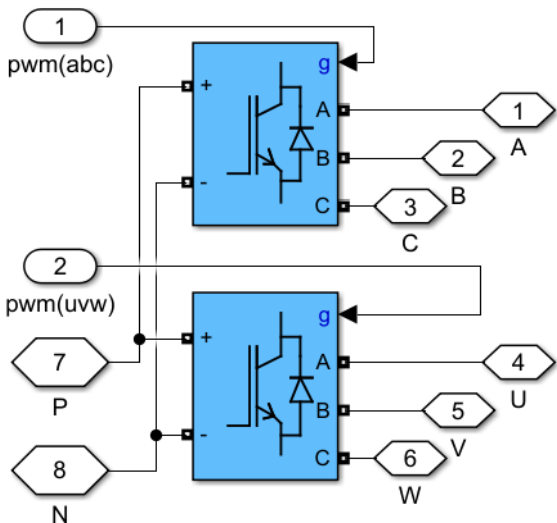
Hình 6: Vòng lặp tốc độ và bộ điều chỉnh PI vòng lặp dòng điện



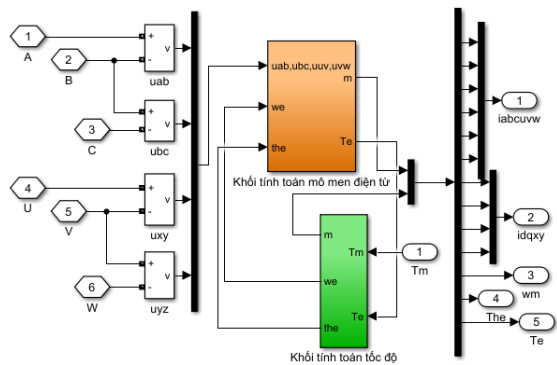
Hình 7: Bộ biến đổi Park và Clarke ngược



Hình 8: Bộ điều chế PWM 6 pha



Hình 9: Bộ điều chế PWM 6 pha



Hình 10: Khối mô phỏng động cơ PMSM

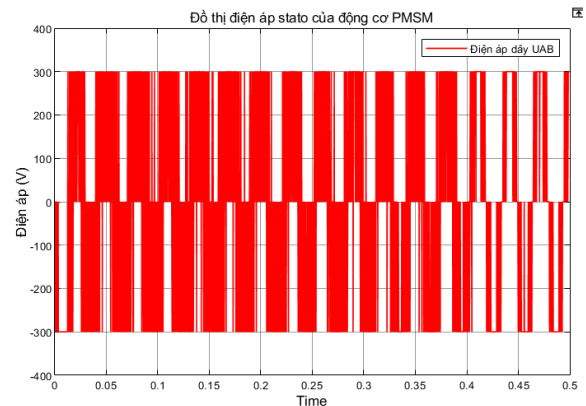
### 3.2 Kết quả mô phỏng và phân tích

Để đánh giá tính chính xác và tối ưu của các tham số bộ điều khiển PI đã tính toán, nhóm tác giả đặt các điều kiện mô phỏng cho bài toán như sau: Tốc độ đặt 1.000 v/ph, mô men tải thay đổi theo bảng sau:

**Bảng 2: Bảng thay đổi tải theo thời gian khi mô phỏng**

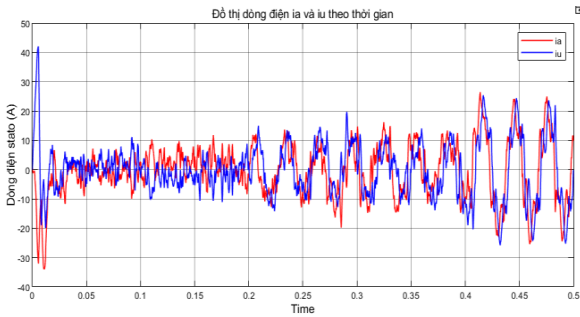
Thời gian đặt t (s)	Mô men tải $T_m$ (Nm)
0,0	0
0,2	40
0,4	80

Dưới đây là các kết quả mô phỏng trên phần mềm Matlab/Simulink với sự thay đổi phụ tải theo thời gian (hình 11-16).

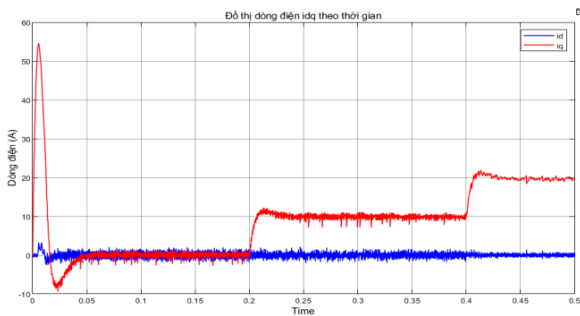


Hình 11: Điện áp  $U_{AB}$  của động cơ PMSM 6 pha khi tải thay đổi

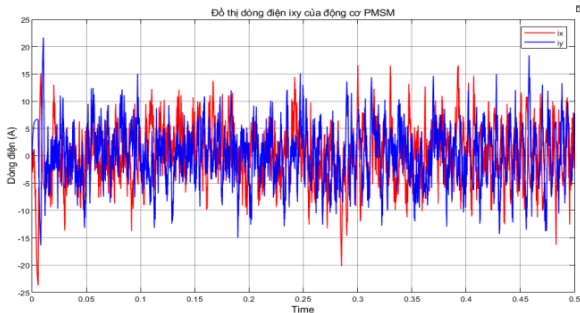
Điện áp đầu ra các pha phù hợp với lý thuyết đặt ra (hình 11). Khi tải thay đổi thì điện áp và dòng điện của động cơ ổn định hơn, nhất là khi tải 80 Nm.



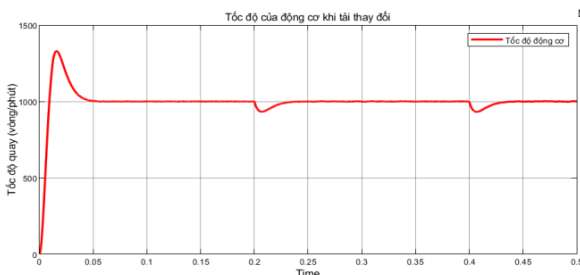
Hình 12: Dòng điện pha A và U của động cơ PMSM khi tải thay đổi



Hình 13: Đồ thị dòng điện  $i_{dq}$  theo thời gian của động cơ PMSM 6 pha khi tải thay đổi



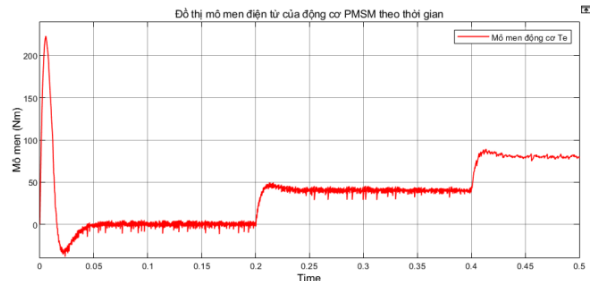
Hình 14: Dòng điện pha A và U của động cơ PMSM khi tải thay đổi



Hình 15: Tốc độ đầu ra của động cơ PMSM 6 pha khi tải thay đổi

Dòng điện đầu ra của động cơ PMSM cho ra đặc tính phù hợp với lý thuyết (hình 12-14). Đồng thời có thể thấy trong hình 13, khi tải thấp thì độ dao động của dòng điện lớn, nhưng càng về sau khi tăng tải lên thì dòng điện  $i_{dq}$  dần ổn định hơn, phù hợp với kết quả điện áp (hình 11) và kết quả dòng điện (hình 12).

Tốc độ đầu ra của động cơ PMSM cho ra đặc tính phù hợp với lý thuyết đã đưa ra (hình 15). Đồng thời, có thể thấy trong hình 15, khi khởi động thì độ dao động lớn, nhưng sau đó ổn định ngay. Khi tải thay đổi thì tốc độ cũng dao động nhẹ, nhưng sau đó về tốc độ ổn định. Điều này cho thấy sự ổn định của tốc độ động cơ PMSM 6 pha không phụ thuộc vào sự thay đổi tải.



Hình 16. Đồ thị mô men điện từ của động cơ PMSM 6 pha khi tải thay đổi

Mô men đầu ra của động cơ PMSM cho ra đặc tính phù hợp với lý thuyết (hình 16). Khi động cơ có tải tăng dần, độ dao động của mô men giảm cho thấy động cơ PMSM 6 pha có thể làm việc ổn định trong trường hợp tải nặng. Khi thay đổi tải thì mô men động cơ có sự dao động nhẹ và sau đó trở về vị trí ổn định ban đầu.

#### 4 Kết luận

Hiện nay, khi các động cơ PMSM nhiều pha được sử dụng rộng rãi, nhất là động cơ PMSM 6 pha thì việc nghiên cứu các bộ nguồn điều chế nhiều pha càng trở lên cấp bách. Việc xây dựng mô hình điều khiển động cơ PMSM 6 pha với bộ điều chế PWM 6 pha giúp nhóm tác giả có thể nghiên cứu sâu hơn về động cơ PMSM 6 pha và khắc phục những nhược điểm của động cơ này trong thực tế.

## TÀI LIỆU THAM KHẢO

1. **Ma Y., Li Y.** Active Disturbance Compensation Based Robust Control for Speed Regulation System of Permanent Magnet Synchronous Motor. *Appl. Sci*, 2020 (10): 709.
2. **Xu W., Ismail M.M., Liu Y.** Parameter Optimization of Adaptive Flux-Weakening Strategy for Permanent-Magnet Synchronous Motor Drives Based on Particle Swarm Algorithm. *IEEE Transactions on Power Electronics*, 2019, vol. 34, PP. 12128-12140.
3. **Levi E., Bojoi R., Profumo F., Toliyat H.A., Williamson S.** Multiphase Induction Motor Drives – A Technology Status review. *IEEE Trans. Ind. Electron.*, vol. 1, no. 4, Dec. 2007, PP. 489-516.
4. **Levi E.** Multiphase Electric Machines for Variable Speed Applications. *IEEE Trans. Ind. Electron.*, vol. 55, no. 5, May 2008, PP. 1893-1909.
5. **Zhao Y., Lipo T.A.** Space Vector PWM Control of Dual Three-Phase Induction Machine Using Vector Space Decomposition. *IEEE Trans. Ind. Appl.*, vol. 31, no. 5, Sep./Oct. 1995, PP. 1100-1109.
6. **Jin Fuli, et al.** Analysis of a Six-Phase Direct-Drive Permanent Magnet Synchronous Motor with Novel Toroidal Windings. *IEEE Vehicle Power and Propulsion Conference (VPPC)*, 2019.
7. **Kuang Xiaolin, et al.** Research on a Six-Phase Permanent Magnet Synchronous Motor System at Dual-Redundant and Fault Tolerant Modes in Aviation Application. *Chinese Journal of Aeronautics* 30.4 (2017), PP. 1548-1560.
8. **Hatua K., Ranganathan V.T.** Direct Torque Control Schemes for Split-Phase Induction Machine. *Conference Record of the 2004 IEEE Industry Applications Conference, 39th IAS Annual Meeting*, vol. 1.
9. **Iqbal A., et al.** Generalised Sinusoidal PWM with Harmonic Injection for Multi-Phase VSIs. *37th IEEE Power Electronics Specialists Conference*, 2006.
10. **Siala S., Guette E., Pouliquen J. L.** Multi-inverter PWM Control: A New Generation Drives for Cruise Ship Electric Propulsion. *Proc. of EPE 2003, Toulouse (France)*.
11. **Prieto J., et al.** A Modified Continuous PWM Technique for Asymmetrical Six-Phase Induction Machines. *IEEE International Conference on Industrial Technology*, 2010.

## ĐÁNH GIÁ KHẢ NĂNG CƯA CẮT ĐÁ GRANIT BẰNG MÁY CƯA ĐĨA QUA ỨNG DỤNG PHƯƠNG PHÁP QUYẾT ĐỊNH NHIỀU TIÊU CHÍ PROMETHEE

*ThS. Phạm Văn Việt, PGS.TS. Nguyễn Anh Tuấn, TS. Trần Đình Bảo, Lê Long Hồ*

*Trường Đại học Mở - Địa chất*

*Trần Hữu Trọng – Sở Tài nguyên Môi trường Bình Định*

**Tóm tắt:** Việt Nam có tiềm năng lớn về trữ lượng đá ốp lát tự nhiên. Những năm gần đây, với sự bùng nổ của quá trình đô thị hóa, nguồn đá ốp lát tự nhiên càng được sử dụng bởi sự sang trọng, bền đẹp với thời gian. Các mỏ đá ốp lát áp ngày càng mở rộng quy mô, áp dụng các phương pháp khai thác hiện đại nhằm tăng năng suất, chất lượng sản phẩm và giảm giá thành sản xuất. Trong đó, vấn đề giá thành chi phí cưa cắt phải được quan tâm. Một trong những các yếu tố đánh giá là năng suất của máy cưa đĩa, đánh giá theo điều kiện làm việc của máy cưa cụ thể và đặc tính cơ lý của đá, bao gồm độ bền nén một trục, độ bền kéo, độ mài mòn, thành phần thạch anh, độ ngậm nước, độ lỗ rỗng, độ cứng theo thang búa Schmidt, kích cỡ hạt. Do nhiều yếu tố cơ lý thay đổi theo từng mỏ gây khó khăn trong việc đánh giá khả năng cưa cắt đá ốp lát. Bài báo trình bày phương pháp đánh giá khả năng cưa của máy cưa đĩa với đặc tính cơ lý của đá các mỏ granit với phương pháp quyết định nhiều tiêu chí Promethee để lựa chọn mỏ phù hợp nhất với năng suất máy. Nghiên cứu đã tiến hành đánh giá 5 mỏ đá ốp lát ở khu vực tỉnh Bình Định dựa trên 8 tiêu chí tính chất cơ lý đất đá theo phương pháp trên, đã đưa ra được bảng xếp hạng các mỏ có đặc tính cơ lý đất đá thuận lợi cho khả năng cưa cắt của máy cưa đĩa giúp các mỏ có cơ sở nâng cao năng suất cho các thiết bị cưa đĩa trên mỏ.

**Từ khóa:** Đá granit, máy cưa đĩa, mỏ đá ốp lát, Promethee.

### 1 Đặt vấn đề

Năng suất máy cưa cắt đá có vai trò lớn trong các mỏ đá ốp lát khi xem xét chi phí khai thác một khối đá. Hiện nay có nhiều phương pháp khai thác đá ốp lát như cưa cắt dây kim cương, cưa đĩa, cưa tay rạch xích, nổ mìn, sử dụng bột nổ... Trong đó, phương pháp cưa cắt bằng máy cưa đĩa phù hợp cho khai thác đá ốp lát bởi vì nó có một số thuận lợi như độ an toàn tăng, chất lượng khối đá khai thác và công việc đỡ vất vả cho công nhân. Do những thuận lợi của máy cưa đĩa, phương pháp này sẽ thay thế hoàn toàn các phương pháp khác cho các mỏ đá ốp lát granit. Năng suất của máy phụ thuộc vào nhiều yếu tố khác nhau như đặc tính cơ lý của đá, đặc trưng cấu tạo và các thông số vận hành máy. Do đó, để đánh giá năng suất, cần tiếp cận đầy đủ các thông tin về loại khoáng sản, đặc tính cơ học của đá và các thông số có thể điều chỉnh khác, bao gồm đặc tính máy và các thông số làm việc. Hoạt động cưa cắt đá ốp lát phụ thuộc vào đặc điểm địa chất của

mỏ (khe nứt, góc dốc và tính liên tục của lớp đá), độ bền đá nguyên khối (độ bền nén một trục, độ bền kéo một trục), các thông số máy (năng lượng, công suất, bộ phận cắt) và các thông số làm việc (tốc độ quay, tốc độ cắt) [1]. Chọn máy cưa cắt cũng phải xem xét phù hợp với đặc tính khối đá như độ bền nén một trục, độ bền kéo, khối lượng khối đá, mô đun đàn hồi, hệ số Poission, độ lỗ rỗng, trong đó hai thông số đặc trưng cho đặc tính cơ học của đá là độ bền nén một trục và độ bền kéo một trục là rất quan trọng [2]. Ngoài ra, việc đánh giá năng suất cưa cắt cũng sử dụng các thông số đặc tính khối đá như độ bền nén một trục, độ bền kéo một trục, chỉ số hấp thụ nước, chỉ số cứng theo búa Schmidt. Nghiên cứu [3] chỉ ra rằng: Khi độ bền nén một trục tăng thì năng suất cắt giảm; độ cứng đá có mối tương quan tới đặc tính cơ học đá và các thông số cắt như lực pháp tuyến và lực cắt. Một nghiên cứu khác cũng đã đưa ra rằng việc xác định năng suất của máy cưa cắt phụ thuộc vào đặc trưng làm việc của máy



cắt (tốc độ cắt, tốc độ máy) và các thông số cơ lý như độ bền nén một trục, độ mài mòn, độ cứng theo búa Schmidt [4]. Như vậy, các thông số cơ lý đá cần thu thập trong việc xác định khả năng cưa cắt cho mỏ đá ốp lát bằng máy cưa đĩa cần phải thu thập các thông số cần thiết như kích cỡ hạt (Gs), thành phần thạch anh (Qc), độ lỗ rỗng (P), độ bền nén một trục (UCS), độ bền kéo 1 trục (BTS), độ mài mòn (A), độ cứng theo búa Schmidt (H). Tổng hợp nhiều thông số đưa vào sẽ rất khó lựa chọn những mỏ nào (gương khai thác nào) có đặc tính thuận lợi nhất cho khả năng cưa cắt của máy cưa đĩa. Do đó, việc đánh giá các tiêu chí để đưa ra giá trị tổng hợp lựa chọn mỏ có điều kiện thuận lợi nhất cho năng suất máy cưa cắt là việc làm cần thiết, trong đó áp dụng phương pháp quyết định nhiều tiêu chuẩn (Promethee) dựa trên so sánh các tiêu chuẩn, tầm quan trọng để lựa chọn điều kiện mỏ có khả năng cho năng suất cắt tốt nhất khi sử dụng cùng loại thiết bị.

## 2 Phương pháp Promethee

Phương pháp Promethee I và Promethee II được phát triển bởi Brands [5] và đưa ra lần đầu năm 1982 tại một hội nghị ở Canada. Phương pháp đã được ứng dụng ở một số lĩnh vực khác nhau như ngân hàng, tài nguyên, đầu tư, y tế, hóa học, chăm sóc sức khỏe, du lịch. Các phương pháp đa tiêu chí cơ bản được phát triển giải quyết các vấn đề về tối ưu. Cấu trúc ưu thích của phương pháp Promethee là dựa vào so sánh theo cặp. Trong trường hợp này, xem xét độ lệch giữa các giá trị của 2 đối tượng khác nhau trong một tiêu chí cụ thể. Khi độ lệch nhỏ, người quyết định phân chia sự ưu tiên nhỏ tới thứ tốt hơn và ngay cả có thể không có sự ưu tiên nếu độ lệch không đáng kể. Sự ưu tiên này là các số thực thay đổi từ 0 đến 1. Điều này có nghĩa rằng, đối với mỗi tiêu chuẩn hàm ưu tiên (1) như sau:

$$P_j(a, b) = F_j [d_j [a, b]] \quad \forall a, b \in A \quad (1)$$

Trong đó:  $P_j(a, b)$  – hàm ưu tiên giữa 2 đối tượng khác nhau “a” và “b”;  $d_j(a, b)$  – biên độ lệch giữa

hai 2 đối tượng trong cùng tiêu chí thứ  $j_{th}$ ; A – một bộ các đối tượng đưa vào so sánh,  $d_j(a, b) = g_j(a) - g_j(b)$ ,  $0 \leq P_j(a, b) \leq 1$ .

Phương pháp Promethee thực hiện dựa trên các so sánh theo cặp, các chỉ số ưu tiên theo cặp được xác định theo công thức (2) như sau [6]:

$$\begin{cases} \pi(a, b) = \sum_{j=1}^n P_j(a, b) w_j \\ \pi(b, a) = \sum_{j=1}^n P_j(b, a) w_j \end{cases} \quad (2)$$

Trong đó:  $\pi(a, b)$  thể hiện mức độ “a” được ưu tiên hơn “b” trong các tiêu chí;  $\pi(b, a)$  thể hiện cách “b” được ưu tiên hơn “a”;  $w_j$  – trọng số các tiêu chí đưa vào so sánh.

Các giá trị  $\pi(a, b)$  và  $\pi(b, a)$  luôn là giá trị dương được thể hiện theo công thức (3) như sau:

$$\begin{cases} \pi(a, a) = 0 \\ 0 \leq \pi(a, b) \leq 1 \\ 0 \leq \pi(b, a) \leq 1 \\ 0 \leq \pi(a, b) + \pi(b, a) \leq 1 \end{cases} \quad (3)$$

Từ công thức (3) thấy rằng khi  $\pi(a, b) \approx 0$ , nghĩa là sự ưu tiên yếu của đối tượng “a” với “b” và  $\pi(a, b) \approx 1$  là sự ưu tiên mạnh của đối tượng “a” với “b”. Khi các giá trị  $\pi(a, b)$ ,  $\pi(b, a)$  được tính toán theo mỗi cặp đối tượng trong ma trận, biểu đồ xếp hạng vượt trội sẽ được tính toán. Trong phương pháp này, mỗi đối tượng “a” so sánh với  $m-1$  đối tượng khác trong ma trận. Việc xếp hạng vượt trội thể hiện qua công thức (4), (5):

$$\varphi^+(a) = \frac{1}{m-1} \sum_{x \in A} \pi(a, x) \quad (4)$$

$$\varphi^-(a) = \frac{1}{m-1} \sum_{x \in A} \pi(x, a) \quad (5)$$

Trong đó:  $m$  – số lượng các đối tượng đưa so sánh.

Giá trị vượt trội dương  $\varphi^+(a)$  thể hiện cách đối tượng “a” vượt trội tất cả đối tượng còn lại, giá trị cao hơn nghĩa là “a” tốt hơn các đối tượng khác. Giá trị vượt trội âm  $\varphi^-(a)$  thể hiện cách đối tượng “a” bị vượt trội bởi đối tượng khác.

Phương pháp Promethee II đưa ra toàn bộ giá trị xếp hạng của các đối tượng. Khi giá trị tổng hợp  $\varphi(\cdot)$  cung cấp một xếp loại toàn diện. Các bước thực hiện trong phương pháp Promethee II được thể hiện như sau [5, 7]:

- Bước 1: So sánh đánh giá ma trận quyết định theo công thức (6) sau:

$$R_{ij} = \frac{[x_{ij} - \min x_{ij}]}{[\max x_{ij} - \min x_{ij}]} \quad (i = 1, 2, \dots, m; j = 1, 2, \dots, n) \quad (6)$$

Đối với tiêu chí không có ích, công thức (6) có thể viết lại thành công thức (7) như sau:

$$R_{ij} = \frac{[\max x_{ij} - x_{ij}]}{[\max x_{ij} - \min x_{ij}]} \quad (i = 1, 2, \dots, m; j = 1, 2, \dots, n) \quad (7)$$

Trong đó:  $x_{ij}$  – đánh giá của đối tượng  $i$  với tiêu chuẩn thứ  $j$ ;  $R_{ij}$  – giá trị so sánh của giá trị  $x_{ij}$ ;  $n$  – số lượng các tiêu chí đánh giá;  $\min x_{ij}$   $\max_{ij}$  – các giá trị max và min của  $x_{ij}$ .

Sau bước 1, tất cả các giá trị của các tiêu chí nằm trong giới hạn 0 và 1.

- Bước 2: Tính toán sự khác nhau giữa các đối tượng thứ  $j$  và các đối tượng khác. Bước này tính toán sự khác nhau về các giá trị tiêu chí giữa các cặp đối tượng khác nhau.

- Bước 3: Tính toán hàm ưu tiên  $P_j(a,b)$  [8]. Hàm ưu tiên được đơn giản hóa theo công thức (8) và (9) sau:

$$P_{ij}(a, b) = 0 \text{ nếu } R_{aj} \leq R_{bj} \quad (8)$$

$$P_{ij}(a, b) = (R_{aj} - R_{bj}) \text{ nếu } R_{aj} > R_{bj} \quad (9)$$

- Bước 4: Tính toán hàm ưu tiên tổng thể đưa vào các trọng số tiêu chí theo công thức (10):

$$\pi(a, b) = \left[ \sum_{j=1}^n w_j P_j(a, b) \right] / \sum_{j=1}^n w_j \quad (10)$$

- Bước 5: Xác định hạng vượt trội dương và vượt trội âm trong công thức (11) và (12):

$$\varphi^+ = \frac{1}{m-1} \sum_{b=1}^m \pi(a, b) \quad (a \neq b) \quad (11)$$

$$\varphi^- = \frac{1}{m-1} \sum_{b=1}^m \pi(b, a) \quad (b \neq a) \quad (12)$$

- Bước 6: Tính toán tổng thể hạng vượt trội

cho mỗi đối tượng theo công thức (13):

$$\varphi(a) = \varphi^+(a) - \varphi^-(a) \quad (13)$$

Trong đó:  $\varphi(a)$  – giá trị tổng thể hạng vượt trội cho đối tượng “a”.

- Bước 7: Xác định xếp hạng cho các đối tượng phụ thuộc vào giá trị  $\varphi(a)$ . Giá trị  $\varphi(a)$  cao thể hiện hạng tốt hơn các đối tượng. Như vậy, đối tượng có thứ hạng cao nhất được thể hiện bằng giá trị  $\varphi(a)$  cao nhất.

### 3 Nghiên cứu áp dụng cho mỏ đá ốp lát ở khu vực tỉnh Bình Định

#### 3.1 Đặc điểm địa chất các mỏ đá ốp lát tỉnh Bình Định

Hầu hết các mỏ đá ốp lát ở khu vực tỉnh Bình Định nằm trong một số phức hệ địa tầng sau:

- *Phức hệ Vân Canh pha 1 (U/T<sub>2vc1</sub>)*: Bao gồm các đá granosyenit, granit biotit hạt trung đến lớn dạng porphy. Đá có màu xám nâu, đốm đen, phốt hồng nhạt; đá bị phong hóa nhẹ có màu vàng, nâu vàng nhạt, xám nâu đen, nâu đỏ. Thành phần khoáng vật chính gồm plagioclas, felspat kali, thạch anh, biotit, hornblend. Khoáng vật phụ có magnetit, sphel, zircon, ilmenit, turmalin... Kiến trúc hạt trung đến lớn, hạt nửa tự hình, đôi khi có dạng porphy. cấu tạo khối đôi nơi bị ép nén nhẹ.

- *Phức hệ Đèo Cả (Kđc)*: Thành tạo magma xâm nhập phức hệ Đèo Cả chiếm diện tích chủ yếu trong toàn bộ các dãy núi có trong khu vực, bao gồm pha 2 và pha 3, nhưng chiếm chủ yếu là pha 2 (Kđc<sub>2</sub>). Thành phần gồm granit biotit, granosyenit biotit, hạt trung đến lớn dạng porphy. Đá có màu xám, xám hồng, trắng sáng phốt hồng.

- *Phức hệ Phù Mỹ (Gb/MPpm)*: Các thành tạo của phức hệ Phù Mỹ có màu xanh đen, dạng thấu kính phân bố chủ yếu phía tây bắc và tây nam của khu vực nghiên cứu. Thành phần thạch học chủ yếu gồm gabro-amphibolit. Ngoài ra còn gặp hornblendit hạt lớn, dạng thể dị ly trong gabro hạt vừa. Thành phần khoáng vật của đá

gabro-amphibolit chủ yếu gồm plagiocla 30-50%, hornblend 35-50%, pyroxen 5-15%, khoáng vật phụ có zircon, apatit và granat.

- *Phức hệ Hải Vân pha 2 (G/T1-2hv2)*: Phân bố thành từng chòm nhỏ ở phía nam khu vực nghiên cứu và xuyên cắt lên hệ tầng Kim Sơn. Thành phần thạch học gồm granit 2 mica, granit muscovit, đá sáng màu hạt nhỏ, cấu tạo khối, kiến trúc hạt nửa tự hình. Thành phần khoáng vật feldspat kali 33-36%, plagioclas 28-30%, thạch anh 28-30%, muscovit 5-6%.

**3.2 Công nghệ cưa cắt đá ốp lát tỉnh Bình Định**

Các mỏ đá ốp lát khu vực tỉnh Bình Định phần lớn đều sử dụng các phương pháp cưa cắt hiện đại trong khai thác đá ốp lát như cưa đĩa, cưa cắt dây kim cương. Trong đó, phương pháp cưa đĩa là phương pháp chính do năng suất lớn, mặt cắt phẳng tạo ra các khối đá theo đúng kích thước tiêu chuẩn cho nhà máy chế biến. Cấu tạo cưa đĩa gồm: Đĩa cưa có các kích thước Ø3,5m; hệ thống ray cưa; vi mạch điều khiển trên máy; ty chống (chuyển mạch ray); bánh xe di chuyển trên ray. Răng cắt là một loại hợp kim dùng để cưa cắt đá khối, chịu được mài mòn cao. Cưa đến thời gian nhất định tùy thuộc vào độ cứng của đá mà răng mài mòn chậm hay nhanh. Với hệ thống ray, tùy thuộc vào máy cưa có kích thước bánh xe khác nhau thì ta làm ray cho phù hợp, thông thường có kích thước 1,3 và 1,35 m. Ray gồm 2 thanh ray và hệ thống thanh giằng để cố định 2 ray không bị di chuyển trong khi máy đang hoạt động. Sau khi cưa hết mạch đá thì chuyển sang ray mới bằng bộ điều khiển ti chống và bánh xe hoặc cưa đĩa được lắp trực tiếp vào bộ phận thủy lực của máy xúc (hình 1).

Trình tự cưa cắt: Sau khi cưa đĩa với đường kính 2,2 m để tạo rạch trước, chuyển sang cưa đĩa với đường kính 3,5 m để tránh cong đĩa. Máy cưa hoạt động chạy từ từ theo hướng ray, cho đĩa cưa cắm sâu vào đá 15-20 cm tùy theo đá mềm hay cứng cho đến khi cưa đến độ sâu nhất định, trong đó đĩa cưa mới (2,2 m) cưa sâu khoảng 0,8m, còn

đĩa cưa lớn (3,5 m) cưa sâu khoảng 1,5 m. Máy cưa đĩa sau khi xong, tiến hành chuyển sang làn cưa mới. Năng suất của máy phụ thuộc vào rất nhiều yếu tố như thông số hoạt động (đường kính đĩa, tốc độ cưa cắt, khả năng cấp nước) và đặc tính cơ lý của đất đá (kích cỡ hạt (Gs), độ cứng theo búa Schmidt (H), độ lỗ rỗng (P), độ hấp thụ nước (W), thành phần thạch anh (Qc), độ mài mòn (A), độ bền kéo một trục (BTS), độ bền nén một trục (UCS)). Trong điều kiện nghiên cứu quan tâm đánh giá sự ảnh hưởng của các yếu tố cơ lý đất đá đến năng suất máy cưa đĩa.



Hình 1: Máy cưa đĩa trên mỏ đá tỉnh Bình Định

Tỉnh Bình Định có khoảng 15 mỏ đá ốp lát sử dụng máy cưa đĩa, nhưng nghiên cứu này chỉ thực hiện trên các mỏ có sử dụng cùng một loại thiết bị cưa đĩa phổ biến về hãng cung cấp, đường kính đĩa cưa và các thông số làm việc khác thể hiện trong bảng 1.

**Bảng 1: Thông số làm việc máy cưa đĩa khảo sát tại mỏ**

TT	Thông số	Đơn vị	CXVQ-3300-2
1	Kích thước máy	m	3,45x1,35x2,6
2	Số đĩa	đĩa	2
3	Đường kính đĩa	m	2,2; 3,5
4	Chiều sâu cắt	m	0.85-1.5
5	Chiều rộng cắt	m	1.3-1.35
6	Trong lượng máy	tấn	9,5
7	Công suất	kW	2x45 kW

**3.3 Thu thập thông số cơ lý đá**

Công tác thu thập số liệu được thực hiện tại 5 mỏ đá ốp lát khu vực tỉnh Bình Định đều sử

dụng máy cưa đĩa CXVQ-3300-2 với các thông số được thể hiện trong bảng 1 là mỏ đá ốp lát Tân Long, Mỹ Quang, Hoàng Cầu, Tân Trung Nam 1 và Tân Trung Nam 2. Các thông số thu thập gồm kích cỡ hạt (Gs), độ cứng theo búa schmidt (H), độ lỗ rỗng (P), độ hấp thụ nước (W), thành phần thạch anh (Qc), độ mài mòn (A), độ bền kéo một trục (BTS), độ bền nén một trục (UCS) thông qua thí nghiệm và khảo sát trong phòng thí nghiệm.

Trong những thông số trên, có thông số càng lớn thì năng suất cắt của máy cưa càng lớn như cỡ hạt (Gs), độ lỗ rỗng (P), độ hấp thụ nước (W), độ mài mòn (A) và độ bền kéo một trục (BTS). Ngược lại, những thông số như độ cứng theo búa Schmidt (H), thành phần thạch anh (Qc) và độ bền nén một trục (UCS) càng lớn thì năng suất của máy cưa đĩa càng giảm. Các thông số thể hiện

**Bảng 2: Tính chất cơ lý 5 mỏ đá ốp lát ở tỉnh Bình Định**

STT	Tên mỏ	Ký hiệu	C1	C2	C3	C4	C5	C6	C7	C8
			GS (mm)	H (n)	P (%)	W (%)	Qc (%)	A (%)	BTS (MPa)	UCS (MPa)
1	Tân Long	M1	1,5	60	2,5	0,18	64,5	19,5	2,95	94,6
2	Mỹ Quang	M2	1,3	58	2,63	0,28	62	20	2,82	90,4
3	Hoàn cầu	M3	1,4	56	2,7	0,35	60	22	2,64	84,7
4	Tân Trung Nam 1	M4	1,5	62	3,77	0,21	65	18	3,125	100
5	Tân Trung Nam 2	M5	1,3	55	4,18	0,36	59	23	2,42	77,5

Ghi chú: Trong đó từ C1 đến C8 là ký hiệu các tiêu chí đánh giá; M1 đến M5 là ký hiệu tên mỏ

Dựa trên thực tế khảo sát và kinh nghiệm vận hành máy cưa đĩa tại các mỏ, vai trò của các tiêu chí để đánh giá năng suất máy cưa đĩa được thể hiện trong bảng 3 sau:

**Bảng 3: Trọng số đánh giá các tiêu chí tới năng suất máy cưa đĩa**

Các tiêu chí	Gs (mm)	H (n)	P (%)	W (%)	Qc (%)	A (%)	BTS (MPa)	UCS (MPa)
Trọng số đánh giá	0,20	0,15	0,10	0,05	0,10	0,12	0,13	0,15

#### 4 Kết quả

Đánh giá lựa chọn mỏ có điều kiện tốt nhất cho máy cưa đĩa làm việc, nghiên cứu sử dụng phương pháp quyết định đa tiêu chí Promethee II trên cơ sở giá trị 8 tiêu chí và các trọng số đánh giá thể hiện bảng 1 và bảng 2 để lựa chọn xếp hạng cho 5 mỏ đá ốp lát. Các kết quả tính toán thể hiện ở các bảng 4 đến 8.

Qua kết quả phân tích theo phương pháp

quyết định đa tiêu chí Promethee, nhận thấy rằng theo thứ tự đánh giá thì mỏ Tân Trung Nam 2 (M5) sẽ là mỏ có nhiều thuận lợi giúp máy cắt đĩa đạt năng suất cao nhất, còn mỏ Mỹ Quang (M2) có điều kiện tính chất cơ lý đất đá khó khăn, ảnh hưởng tới năng suất cắt của máy cắt đĩa. Các mỏ Hoàn Cầu (M3), Tân Long (M1) và Tân Trung Nam 1 (M4) có điều kiện tính chất cơ lý gần như tương đồng ảnh hưởng tới năng suất máy cắt đĩa.

**Bảng 4: Kích thước ma trận quyết định (theo công thức 4)**

	C1	C2	C3	C4	C5	C6	C7	C8
M1	1,000	0,286	0,000	0,000	0,082	0,300	0,752	0,240
M2	0,000	0,571	0,077	0,556	0,500	0,400	0,567	0,427
M3	0,500	0,857	0,119	0,944	0,833	0,800	0,312	0,680
M4	1,000	0,000	0,756	0,167	0,000	0,000	1,000	0,000
M5	0,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	0,000	1,000

**Bảng 5: Ma trận so sánh theo cặp trong 5 mỏ (theo công thức 9)**

	C1	C2	C3	C4	C5	C6	C7	C8
M12	1,000	-0,286	-0,077	-0,556	-0,418	-0,100	0,184	-0,187
M13	0,500	-0,571	-0,119	-0,944	-0,752	-0,500	0,440	-0,440
M14	0,000	0,286	-0,756	-0,167	0,082	0,300	-0,248	0,240
M15	1,000	-0,714	-1,000	-1,000	-0,918	-0,700	0,752	-0,760
M21	-1,000	0,286	0,077	0,556	0,418	0,100	-0,184	0,187
M23	-0,500	-0,286	-0,042	-0,389	-0,333	-0,400	0,255	-0,253
M24	-1,000	0,571	-0,679	0,389	0,500	0,400	-0,433	0,427
M25	0,000	-0,429	-0,923	-0,444	-0,500	-0,600	0,567	-0,573
M31	-0,500	0,571	0,119	0,944	0,752	0,500	-0,440	0,440
M32	0,500	0,286	0,042	0,389	0,333	0,400	-0,255	0,253
M34	-0,500	0,857	-0,637	0,778	0,833	0,800	-0,688	0,680
M35	0,500	-0,143	-0,881	-0,056	-0,167	-0,200	0,312	-0,320
M41	0,000	-0,286	0,756	0,167	-0,082	-0,300	0,248	-0,240
M42	1,000	-0,571	0,679	-0,389	-0,500	-0,400	0,433	-0,427
M43	0,500	-0,857	0,637	-0,778	-0,833	-0,800	0,688	-0,680
M45	1,000	-1,000	-0,244	-0,833	-1,000	-1,000	1,000	-1,000
M51	-1,000	0,714	1,000	1,000	0,918	0,700	-0,752	0,760
M52	0,000	0,429	0,923	0,444	0,500	0,600	-0,567	0,573
M53	-0,500	0,143	0,881	0,056	0,167	0,200	-0,312	0,320
M54	-1,000	1,000	0,244	0,833	1,000	1,000	-1,000	1,000

**Bảng 6: Xác định chỉ số ưu tiên tích lũy (theo công thức 10)**

	C1	C2	C3	C4	C5	C6	C7	C8	$\pi$
M12	0,200	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,024	0,000	0,224
M13	0,100	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,057	0,000	0,157
M14	0,000	0,043	0,000	0,000	0,008	0,036	0,000	0,036	0,123
M15	0,200	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,098	0,000	0,298
M21	0,000	0,043	0,008	0,028	0,042	0,012	0,000	0,028	0,160
M23	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,033	0,000	0,033
M24	0,000	0,086	0,000	0,019	0,050	0,048	0,000	0,064	0,267
M25	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,074	0,000	0,074
M31	0,000	0,086	0,012	0,047	0,075	0,060	0,000	0,066	0,346
M32	0,100	0,043	0,004	0,019	0,033	0,048	0,000	0,038	0,286
M34	0,000	0,129	0,000	0,039	0,083	0,096	0,000	0,102	0,449
M35	0,100	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,041	0,000	0,141
M41	0,000	0,000	0,076	0,008	0,000	0,000	0,032	0,000	0,116
M42	0,200	0,000	0,068	0,000	0,000	0,000	0,056	0,000	0,324
M43	0,100	0,000	0,064	0,000	0,000	0,000	0,089	0,000	0,253
M45	0,200	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,130	0,000	0,330
M51	0,000	0,107	0,100	0,050	0,092	0,084	0,000	0,114	0,547
M52	0,000	0,064	0,092	0,022	0,050	0,072	0,000	0,086	0,387
M53	0,000	0,021	0,088	0,003	0,017	0,024	0,000	0,048	0,201
M54	0,000	0,150	0,024	0,042	0,100	0,120	0,000	0,150	0,586

**Bảng 7: Tính toán hạng vượt trội dương  $\phi^+$  và âm  $\phi^-$  (theo công thức 6)**

	M1	M2	M3	M4	M5	$\phi^+$
M1	0,000	0,224	0,157	0,123	0,298	0,200
M2	0,160	0,000	0,033	0,267	0,074	0,134
M3	0,346	0,286	0,000	0,449	0,141	0,305
M4	0,116	0,324	0,253	0,000	0,330	0,256
M5	0,547	0,387	0,201	0,586	0,000	0,430
$\phi^-$	0,292	0,305	0,161	0,356	0,211	

**Bảng 8: Xếp hạng các mỏ theo khả năng cưa cắt máy cưa đĩa**

Lựa chọn	$\phi^+$	$\phi^-$	$\phi$	Hạng
M1	0,200	0,292	-0,092	3
M2	0,134	0,305	-0,172	5
M3	0,305	0,161	0,144	2
M4	0,256	0,356	-0,100	4
M5	0,430	0,211	0,220	1

**5 Kết luận**

Qua kết quả nghiên cứu đánh giá khả năng cưa cắt bằng máy cưa đĩa cho các mỏ đá ốp lát granit, thấy rằng việc sử dụng các tiêu chí kích cỡ hạt (Gs), độ cứng theo búa Schmidt (H), độ lỗ rỗng (P), độ hấp thụ nước (W), thành phần thạch anh (Qc), độ mài mòn (A), độ bền kéo một trục (BTS), độ bền nén một trục (UCS) cho đánh giá khả năng năng suất của máy cưa đĩa là phù hợp với thực tế trên mỏ đá ốp lát và các nghiên cứu

đã đưa ra. Phương pháp quyết định đa tiêu chí Promethee phù hợp với đánh giá khả năng cưa cắt của máy cưa đĩa cho các mỏ đá ốp lát granit do tồn tại nhiều các yếu tố tác động đến năng suất máy cưa đĩa. Để có giá trị áp dụng tốt trong các mỏ nhằm lựa chọn được các điều kiện làm việc tốt nhất cho máy cưa đĩa, cần có các nghiên cứu cụ thể hơn về các tiêu chí tới năng suất máy cưa đĩa nhằm đưa ra vai trò của các tiêu chí đánh giá chính xác hơn nữa.

**TÀI LIỆU THAM KHẢO**

1. Copur H., Balci C., Bilgin N., Tumac D. Cutting Performance of Chain Saws in Quarries and Laboratory. *Proc. 15th Int. Symp. Mine Plan. Equip. Sel. MPES, Torino, Italy, 2006.*
2. Copur H., Balci C., Tumac D., Bilgin N., Avunduk E. Field and Laboratory Studies on Performance of Chain Saw Machines. *Rock Mech. Civ. Environ. Eng. - Proc. Eur. Rock Mech. Symp. EUROCK 2010, PP. 823-826, doi: 10.1201/b10550-197.*
3. Tumac D., Avunduk E., Copur H., Bilgin N., Balci C. Estimation of The Performance of Chain Saw Machines from Shore Hardness and The Other Mechanical Properties. *Rock Characterisation, Model. Eng. Des. Methods - Proc. 3rd ISRM SINOROCK 2013 Symp., PP. 261-265, doi: 10.1201/b14917-47.*
4. Mohammadi J., Ataei M., Khaloo Kakaie R., Mikaeil R., Shaffiee Haghshenas S. Performance Evaluation of Chain Saw Machines for Dimensional Stones Using Feasibility of Neural Network Models. *J. Min. Environ., vol. 0, no. 0, 2018, doi: 10.22044/jme.2018.7013.1542.*
5. Doumpos M., Zopounidis C. A Multicriteria Classification Approach Based on Pairwise Comparisons. *Eur. J. Oper. Res., vol. 158, no. 2, 2004, PP. 378-389, doi: 10.1016/j.ejor.2003.06.011.*
6. Brans J.P., Vincke P., Mareschal B. How to Select and How to Rank Projects: The Promethee Method. *Eur. J. Oper. Res., vol. 24, no. 2, 1986, PP. 228-238, doi: 10.1016/0377-2217(86)90044-5.*
7. Brans J., Vincke P. A Preference Ranking Organization Method: The Promethee Method for MCDM. *Manage. Sci., vol. 31, no. 6, 1984, PP. 647-656.*
8. Brans J.P., Mareschal B., Vincke P. Promethee: A New Family of Outranking Methods in Multicriteria Analysis. *1984, PP. 477-490.*

## ỨNG DỤNG AUTODESK INVENTOR TÍNH TOÁN THIẾT KẾ BỘ TRUYỀN ĐỘNG ĐAI HÌNH THANG

*ThS. Nguyễn Mạnh Nền – Trường Đại học Hàng hải Việt Nam*  
*ThS. Nguyễn Thành Trung – Trường Đại học Y - Dược Hải Phòng*

**Tóm tắt:** Truyền động đai nói chung và đặc biệt là truyền động đai thang (V-Belt) là bộ truyền động được ứng dụng rộng rãi trong cơ khí. Việc tính toán thiết kế các bộ truyền động đai vừa phải đảm bảo khả năng kéo để không xảy ra trượt, vừa phải đảm bảo tuổi thọ của bộ truyền. Quá trình tính toán thường phải qua nhiều bước phức tạp, sử dụng nhiều hệ số xác định từ thực nghiệm nên mất nhiều thời gian và gây sai số tích lũy đáng kể. Với sự phát triển mạnh mẽ của các phần mềm hỗ trợ thiết kế cơ khí như hiện nay, các bộ truyền động được tính toán một cách nhanh chóng, độ chính xác cao. Tuy nhiên, người thiết kế phải nắm rõ cơ sở lý thuyết để đưa ra các phương án một cách hợp lý. Bài báo này đề xuất phương án ứng dụng phần mềm Autodesk Inventor để tính toán thiết kế bộ truyền động đai thang có giải thích đầy đủ cơ sở tính toán để làm tài liệu tham khảo cho các kỹ sư thiết kế, các bạn sinh viên khối ngành kỹ thuật...

**Từ khóa:** Autodesk Inventor, truyền động đai thang, truyền động đai.

### 1 Đặt vấn đề

Theo truyền thống, việc tính toán thiết kế bộ truyền động đai được thực hiện thủ công, trên cơ sở kết hợp cả lý thuyết thực nghiệm. Người ta sẽ xây dựng phương pháp tính toán cho bộ truyền động đai tiêu chuẩn (bộ truyền động đai có 2 bánh đai, tỉ số truyền lý thuyết  $i = 1$ , chiều dài dây đai ở một giá trị tiêu chuẩn được quy định phụ thuộc vào từng loại đai và loại tiết diện đai...), từ đó đưa ra các hệ số theo thực nghiệm để hiệu chỉnh trong quá trình tính toán các bộ truyền động đai có thông số khác với bộ truyền động đai tiêu chuẩn. Các hệ số hiệu chỉnh thường được cho dưới dạng các công thức thực nghiệm, các bảng hoặc đồ thị. Quá trình tính toán, tra bảng hay đồ thị mất nhiều thời gian và tồn tại sai số ảnh hưởng đáng kể đến kết quả tính toán. Các tài liệu hướng dẫn, tài liệu tham khảo cho quá trình tính toán thiết kế ở Việt Nam đa số đều lấy theo các tiêu chuẩn cũ của Nga, ít được cập nhật.

Hiện nay, sự phát triển mạnh mẽ của công nghệ giúp các nhà nghiên cứu, nhà sản xuất có điều kiện làm thực nghiệm với các trang thiết bị hiện đại hơn, cho kết quả chính xác hơn, phù hợp với sự phát triển của vật liệu chế tạo chi tiết máy trong bộ truyền động. Ngoài ra, bằng sự hỗ trợ

của các phần mềm hỗ trợ thiết kế cơ khí như Inventor, SolidWorks..., quá trình tính toán các bộ truyền động cơ khí đã được tự động hóa. Cơ sở tính toán và hệ số hiệu chỉnh được cập nhật theo các kết quả nghiên cứu mới theo nhiều bộ tiêu chuẩn của các quốc gia khác nhau như ANSYS, DIN, JIS... Các hệ số hiệu chỉnh đa phần được phần mềm tự động tính toán theo các thông số cụ thể của bộ truyền động nên thuận tiện cho người thiết kế, không mất nhiều thời gian tra cứu. Tuy nhiên, để khai thác được tối đa hiệu quả của phần mềm, từ đó đưa ra các phương án thiết kế, các biện pháp xử lý chính xác, hợp lý cho từng tình huống cụ thể thì người thiết kế phải nắm rõ cơ sở lý thuyết.

Trong bài báo này, nhóm tác giả giới thiệu phương án tự động tính toán thiết kế bộ truyền động đai hình thang bằng phần mềm Autodesk Inventor có giải thích về cơ sở lý thuyết được sử dụng trong phần mềm để làm tài liệu tham khảo cho các kỹ sư thiết kế, các bạn sinh viên khối ngành kỹ thuật...

### 2 Cơ sở lý thuyết tính toán thiết kế bộ truyền động đai hình thang

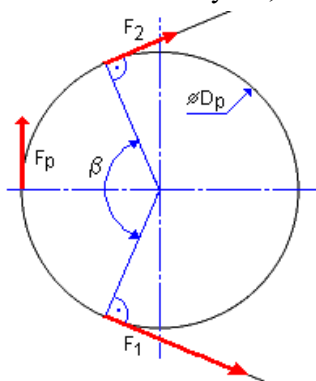
#### 2.1 Cơ học truyền động đai

Khi xét trên một bánh đai bất kỳ, ta có:

- Lực căng trên hai nhánh đai:

$$F_1 + F_2 = 2ZF_t \text{ hay } F_t = 0,5 \left( \frac{F_1 + F_2}{Z} \right), N \quad (1)$$

Trong đó:  $F_1$  – lực căng trên nhánh vào bánh đai;  
 $F_2$  – Lực căng trên nhánh ra khỏi bánh đai;  $F_t$  – lực căng ban đầu trên mỗi dây đai;  $Z$  – số dây đai.



Hình 1: Lực căng trên hai nhánh đai

- Lực căng có ích (lực tiếp tuyến, lực vòng):

$$F_p = \frac{P}{v}, N \quad (2)$$

Trong đó:  $P$  – công suất truyền;  $v$  – vận tốc vòng của đai:

$$v = \frac{\pi D_p n}{60}, \text{ m/s} \quad (3)$$

Với:  $D_p$  – đường kính tính toán của bánh đai;  $n$  – tốc độ quay của bánh đai.

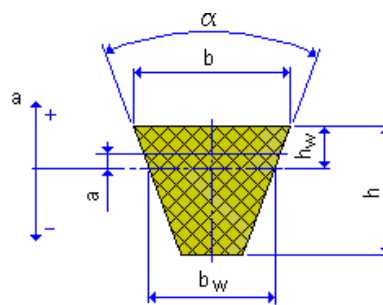
- Xét đến lực quán tính khi đai chuyển động vòng qua các bánh đai, ta có:

$$\frac{F_{1i} - F_c}{F_{2i} - F_c} = e^{f_i \beta_i} \quad (4)$$

$$F_c = Zmv^2, N \quad (5)$$

$$f = \frac{f_g + v f_{\text{mod}}}{\sin(\alpha/2)} \quad (6)$$

Trong đó:  $F_{1i}, F_{2i}$  – lực căng trên nhánh vào và nhánh ra trên bánh đai thứ  $i$ ;  $f_i$  – hệ số ma sát thay thế giữa đai và bánh đai thứ  $i$ , được tính theo (6);  $\beta_i$  – góc ôm của đai trên bánh đai thứ  $i$ ;  $F_c$  – lực quán tính; được tính theo (5);  $m$  – khối lượng một mét dài của đai;  $f_g$  – hệ số ma sát giữa đai và bánh đai;  $f_{\text{mod}}$  – hệ số hiệu chỉnh ma sát theo vận tốc;  $\alpha$  – góc chêm của đai (hình 2).



Hình 2: Tiết diện đai hình thang

Từ các mối quan hệ trên, ta có thể xác định lực căng trên các nhánh đai theo tải trọng (công suất và vận tốc) như sau:

$$F_{1i} = \frac{e^{f_i \beta_i}}{e^{f_i \beta_i} - 1} F_{pi} + F_c \quad (7)$$

$$F_{2i} = \frac{e^{f_i \beta_i}}{e^{f_i \beta_i} + 1} F_{pi} + F_c$$

- Lực căng lớn nhất trên các nhánh đai:

$$F_{1\text{max}} = \max(F_{1i}), N \quad (8)$$

- Lực căng thực tế lớn nhất trên một dây đai ở trạng thái đầy tải:

$$F_{t\text{max}} = \frac{k_1 F_{1\text{max}}}{Z}, N \quad (9)$$

Trong đó:  $k_1$  – hệ số căng đai,  $k_1 = 1,0 \div 1,5$ , cho phép kiểm soát lực căng ban đầu của đai, được lấy theo khuyến nghị của nhà sản xuất.

- Lực tác dụng lên trục bánh đai:

$$F_{ri} = \sqrt{F_{1i}^2 + F_{2i}^2 - 2F_{1i}F_{2i} \cos \beta_i}, N \quad (10)$$

- Lực tác dụng lên trục khi căng đai và khi không tải:

$$F_v = 2ZF_t \sin \frac{\beta}{2}, N \quad (11)$$

## 2.2 Tính toán sức bền bộ truyền động đai

Bộ truyền động đai được tính toán thiết kế vừa phải thỏa mãn điều kiện bền kéo để tránh trượt trơn do quá tải, vừa phải đảm bảo tuổi thọ theo độ bền mỏi vì ứng suất trong đai thay đổi theo chu kỳ khi làm việc [2]. Để đảm bảo các điều kiện đó, công suất định mức của bộ truyền động đai tiêu chuẩn  $P_{RB}$  được xác định từ thực nghiệm, là hàm số phụ thuộc vào tốc độ, đường kính và tỉ số truyền của đường kính bánh nhỏ (bảng 1 [7]).



**Bảng 1: Công suất định mức và công suất cộng thêm theo vận tốc**

Rpm of Small pulley	Pitch diameter of small pulley (mm)															Additional power per belt for speed ratio, watts											
	455	480	510	535	560	585	610	635	660	685	710	735	760	785	810	865	915	1-1.01	1.02-1.04	1.05-1.08	1.09-1.12	1.13-1.18	1.19-1.24	1.25-1.35	1.35-1.51	1.52-1.99	2 and over
50	3,385	3,684	3,975	4,273	4,564	4,855	5,138	5,429	5,712	6,003	6,286	6,570	6,853	7,136	7,412	7,979	1,044	0	30	67	97	134	164	201	231	268	298
100	6,063	6,614	7,166	7,681	8,277	8,799	9,319	9,918	10,440	10,962	11,484	12,006	12,528	13,050	13,572	14,616	15,660	0	67	134	201	268	328	395	462	529	597
150	8,501	9,247	10,067	10,887	11,633	12,453	13,199	13,945	14,765	15,511	16,256	17,002	17,822	18,568	19,314	20,805	22,222	0	97	201	298	395	500	597	694	798	895
200	10,738	11,782	12,751	13,795	14,839	15,866	16,853	17,822	18,792	19,761	20,730	21,700	22,669	23,639	24,608	26,547	28,411	0	134	268	395	529	664	798	925	1,059	1,193
250	12,826	14,094	15,361	16,555	17,822	19,015	20,208	21,402	22,595	23,788	24,981	26,174	27,393	28,486	29,642	31,841	34,078	0	164	336	500	664	828	992	1,163	1,327	1,491
300	14,839	16,331	17,748	19,164	20,656	22,073	23,415	24,832	26,249	27,591	28,933	30,275	31,618	32,960	34,228	36,838	39,373	0	201	395	597	798	992	1,193	1,394	1,588	1,790
350	16,704	18,419	20,059	21,700	23,266	24,906	26,472	28,038	29,604	31,096	32,662	34,153	35,644	37,061	38,553	41,386	44,145	0	231	462	694	932	1,163	1,394	1,626	1,857	2,088
400	18,493	20,358	22,147	24,012	25,801	27,516	29,306	31,021	32,736	34,377	36,092	37,658	39,298	40,864	42,430	45,488	48,396	0	268	529	798	1,059	1,327	1,588	1,857	2,125	2,386
435	19,686	21,982	23,639	25,503	27,442	29,306	31,170	32,960	34,836	36,539	38,254	39,970	41,685	43,325	44,966	48,098	51,080	0	291	574	865	1,156	1,439	1,730	2,021	2,312	2,595
450	20,134	22,222	24,235	26,174	28,113	30,052	31,916	33,780	35,644	37,434	39,224	40,939	42,654	44,295	45,935	49,142	52,124	0	298	597	895	1,193	1,491	1,790	2,088	2,386	2,685
500	21,700	23,937	26,100	28,187	30,275	32,363	34,377	36,316	38,254	40,193	42,132	44,071	45,962	47,853	49,744	52,635	55,526	0	328	664	992	1,327	1,655	1,991	2,319	2,655	2,983
550	23,191	25,503	27,815	30,052	32,289	34,451	36,539	38,627	40,641	42,579	44,518	46,383	48,172	49,887	51,602	54,809	57,717	0	365	731	1,096	1,462	1,827	2,185	2,550	2,916	3,281
575	23,862	26,249	28,635	30,947	33,184	35,421	37,583	39,671	41,685	43,698	45,637	47,501	49,291	51,006	52,721	55,853	58,761	0	380	761	1,133	1,529	1,909	2,289	2,670	3,050	3,430
600	24,534	26,994	29,381	31,767	34,078	36,316	38,553	40,641	42,729	44,742	46,681	48,545	50,335	52,050	53,690	56,748	59,507	0	395	798	1,193	1,588	1,991	2,386	2,781	3,184	3,579
650	25,727	28,337	30,872	33,333	35,719	38,031	40,268	42,430	44,518	46,532	48,396	50,260	52,050	53,690	55,256	58,090	60,551	0	433	865	1,290	1,723	2,155	2,588	3,020	3,445	3,878
690	26,621	29,306	31,916	34,377	36,838	39,149	41,461	43,623	45,711	47,650	49,589	51,379	53,019	54,660	56,077	58,687	0	455	917	1,372	1,834	2,289	2,744	3,207	3,661	4,116	
700	26,845	29,530	32,140	34,675	37,061	39,448	41,685	43,847	45,935	47,949	49,813	51,602	53,243	54,809	56,226	58,761	0	462	932	1,394	1,857	2,319	2,781	3,251	3,714	4,176	
750	27,815	30,574	33,258	35,794	38,254	40,641	42,878	45,040	47,054	48,992	50,782	52,423	53,989	55,406	56,599	0	500	999	1,491	1,991	2,491	2,983	3,482	3,982	4,474	4,944	
800	28,635	31,469	34,153	36,763	39,224	41,610	43,773	45,861	47,874	49,664	51,304	52,796	54,138	55,331	0	529	1,059	1,588	2,125	2,655	3,184	3,714	4,243	4,772	5,269	5,721	
850	29,306	32,214	34,899	37,509	39,970	42,281	44,444	46,383	48,247	49,887	51,379	52,646	0	567	1,126	1,693	2,252	2,819	3,385	3,945	4,511	5,071	5,631	6,191	6,751	7,311	
900	29,903	32,736	35,495	38,031	40,417	42,654	44,667	46,532	48,247	49,664	0	597	1,193	1,790	2,386	2,983	3,579	4,176	4,772	5,369	5,966	6,563	7,160	7,757	8,354	8,951	
950	30,275	33,184	35,868	38,329	40,641	42,729	44,667	46,308	47,799	0	634	1,260	1,887	2,520	3,154	3,781	4,407	5,041	5,675	6,309	6,943	7,577	8,211	8,845	9,479	10,113	
1,000	30,574	33,407	36,017	38,404	40,641	42,579	44,295	0	664	1,327	1,991	2,655	3,318	3,982	4,638	5,309	5,973	6,637	7,301	7,965	8,629	9,293	9,957	10,621	11,285	11,949	
1,050	30,648	33,407	35,943	38,254	40,268	42,057	0	694	1,394	2,088	2,789	3,482	4,176	4,877	5,772	6,271	7,000	7,729	8,458	9,187	9,916	10,645	11,374	12,103	12,832	13,561	
1,100	30,574	33,258	35,644	37,807	39,671	0	731	1,462	2,185	2,916	3,646	4,377	5,108	5,839	6,570	7,301	8,032	8,763	9,494	10,225	10,956	11,687	12,418	13,149	13,880	14,611	
1,150	30,275	32,885	35,122	37,061	0	761	1,529	2,289	3,050	3,818	4,579	5,339	6,100	6,868	7,636	8,404	9,172	9,940	10,708	11,476	12,244	13,012	13,780	14,548	15,316	16,084	
1,200	29,903	32,289	34,377	0	798	1,596	2,386	3,184	3,982	4,772	5,570	6,368	7,166	7,964	8,762	9,560	10,358	11,156	11,954	12,752	13,550	14,348	15,146	15,944	16,742	17,540	
1,250	29,231	31,469	0	828	1,663	2,483	3,318	4,146	4,974	5,802	6,629	7,456	8,284	9,112	9,940	10,768	11,596	12,424	13,252	14,080	14,908	15,736	16,564	17,392	18,220	19,048	
1,300	28,411	30,499	0	865	1,730	2,588	3,453	4,310	5,175	6,033	6,898	7,763	8,628	9,493	10,358	11,223	12,088	12,953	13,818	14,683	15,548	16,413	17,278	18,143	19,008	19,873	

**Bảng 2: Hệ số ảnh hưởng của góc ôm trên bánh nhỏ**

Arc of contact, degrees	Correction factor	Arc of contact, degrees	Correction factor
180	1.00	133	0.87
174	0.99	127	0.85
169	0.97	120	0.82
163	0.96	113	0.80
157	0.94	106	0.77
151	0.93	99	0.73
145	0.91	91	0.70
139	0.89	83	0.65

Công suất định mức các bộ truyền động đai cụ thể  $P_R$  được xác định từ công suất định mức của bộ truyền động đai tiêu chuẩn có kể đến các yếu tố ảnh hưởng khác nhau giữa bộ truyền động đai tiêu chuẩn và bộ truyền động đai thực tế.

$$P_R = P_{RB} c_1 c_2 c_3 c_4 c_5, \text{ kW} \quad (12)$$

$$c_1 = \frac{5}{4} \left[ 1 - 5^{-\frac{\beta}{180}} \right] \quad (13)$$

Trong đó:  $c_1$  – hệ số ảnh hưởng của góc ôm trên bánh nhỏ, được tính theo (13) [1] hoặc tra các bảng do nhà sản xuất đưa ra, ví dụ như bảng 2 [7];  $c_3$  – hệ số ảnh hưởng của chiều dài đai, do các nhà sản xuất đai đưa ra, ví dụ như bảng 3 [7];  $c_4$  – hệ số ảnh hưởng của số dây đai (bảng 4 [1]);  $c_5$  – hệ số ảnh hưởng của số bánh đai (bảng 5 [1]).

Số dây đai cần thiết xác định theo công thức:

$$Z_{cr} = \frac{c_2 P}{P_R} \quad (14)$$

Ngoài ra, khả năng tải của bộ truyền động đai cần thỏa mãn các điều kiện sau:

i) Hệ số tải trọng thực tế  $C_{PR}$  không nhỏ hơn hệ số tải trọng  $c_2$ :

$$C_{PR} = \frac{Z P_R}{P} \geq c_2 \quad (15)$$

Trong đó, hệ số tải trọng  $c_2$  phụ thuộc vào loại động cơ dẫn động và loại tải trọng của máy công tác tác dụng lên bộ truyền động đai (bảng 6 [1]).

ii) Lực căng lớn nhất trên một dây đai  $F_{tmax}$  không vượt quá lực căng lớn nhất cho phép  $F_{max}$  và không nhỏ hơn lực căng ban đầu  $F_t$ :

$$F_t \leq F_{tmax} \leq F_{max} = \frac{P_R}{v} \quad (16)$$

iii) Vận tốc vòng của đai và tần số uốn của đai không vượt quá trị số cho phép:

$$v \leq v_{max} \text{ và } f_b \leq f_{bmax}$$

Vận tốc cho phép và tần số uốn cho phép phụ thuộc vào từng loại đai và do nhà sản xuất đưa ra:

$$f_b = \frac{vk}{L_w}, \text{ Hz} \quad (17)$$

Trong đó:  $k$  – số bánh đai;  $L_w$  – chiều dài đai.

Ngoài ra, khi muốn kiểm tra tuổi thọ chính xác của đai có thể tính theo công thức [8]:

$$H_0 = N_{0c} \frac{L_w}{60\pi f_b d_p} \left( \frac{\sigma_{-1}}{\sigma_{max}} \right)^8 C_i \quad (18)$$

$$C_i = 1,5i^{1/3} - 0,5 \quad (19)$$

Trong đó:  $N_{0c} = 470.000$  – số chu kỳ cơ sở;  $\sigma_{-1}$  – giới hạn bền mỏi vật liệu đai;  $\sigma_{max}$  – ứng suất lớn nhất trong đai;  $C_i$  – hệ số ảnh hưởng tỉ số truyền.

**Bảng 3: Hệ số ảnh hưởng của chiều dài đai**

Length designation	Outside length					Belt correction factor				
	A	B	C	D	E	A	B	C	D	E
26	713.74	-	-	-	-	0.81	-	-	-	-
31	840.74	-	-	-	-	0.84	-	-	-	-
35	942.34	960.12	-	-	-	0.87	0.81	-	-	-
38	1,018.54	1,036.32	-	-	-	0.88	0.83	-	-	-
42	1,120.14	1,137.92	-	-	-	0.90	0.85	-	-	-
46	1,221.74	1,239.52	-	-	-	0.92	0.87	-	-	-
51	1,348.74	1,366.52	1,402.08	-	-	0.94	0.89	0.80	-	-
55	1,450.34	1,468.12	1,503.68	-	-	0.96	0.90	-	-	-
60	1,557.34	1,595.12	1,630.68	-	-	0.98	0.92	0.82	-	-
68	1,780.54	1,798.32	1,833.88	-	-	1.00	0.95	0.85	-	-
75	1,958.34	1,976.12	2,011.68	-	-	1.02	0.97	0.87	-	-
80	2,085.34	-	-	-	-	1.04	-	-	-	-
81	-	2,128.52	2,164.08	-	-	-	0.98	0.89	-	-
85	2,212.34	2,230.12	2,265.68	-	-	1.05	0.99	0.90	-	-
90	2,339.34	2,357.12	2,392.68	-	-	1.06	1.00	0.91	-	-
96	2,491.74	-	2,545.08	-	-	1.08	-	0.92	-	-
97	-	2,534.92	2,570.48	-	-	-	1.02	-	-	-
105	2,720.34	2,738.12	2,773.68	-	-	1.10	1.04	0.94	-	-
112	2,898.14	2,915.92	2,951.48	-	-	1.11	1.05	0.95	-	-
120	3,101.34	3,119.12	3,154.68	3,180.08	-	1.13	1.07	0.97	0.86	-
128	3,304.54	3,322.32	3,357.88	3,383.28	-	1.14	1.08	0.98	0.87	-
144	-	3,728.72	3,764.28	3,789.68	-	-	1.11	1.00	0.90	-
158	-	4,048.32	4,119.88	4,145.28	-	-	1.13	1.02	0.92	-
173	-	4,465.32	4,500.88	4,526.28	-	-	1.15	1.04	0.93	-
180	-	4,643.12	4,678.68	4,704.08	4,749.8	-	1.16	1.05	0.94	0.91
195	-	5,024.12	5,059.68	5,085.08	5,130.8	-	1.18	1.07	0.96	0.92
210	-	5,405.12	5,440.68	5,466.08	5,511.8	-	1.19	1.08	0.98	0.94
240	-	6,129.02	6,151.88	6,164.58	6,184.9	-	1.22	1.11	1.00	0.96
270	-	6,891.02	6,913.88	6,926.58	6,946.9	-	1.25	1.14	1.03	0.99
300	-	7,653.02	7,675.88	7,688.58	7,708.9	-	1.27	1.16	1.05	1.01
330	-	-	8,437.88	8,450.58	8,470.9	-	-	1.19	1.07	1.03
360	-	-	9,199.88	9,212.58	9,232.9	-	-	1.21	1.09	1.05
390	-	-	9,961.88	9,974.58	9,994.9	-	-	1.23	1.11	1.07
420	-	-	10,723.88	10,736.58	10,756.9	-	-	1.24	1.12	1.09
480	-	-	-	12,260.58	12,280.9	-	-	-	1.16	1.12
540	-	-	-	13,784.58	13,804.9	-	-	-	1.18	1.14
600	-	-	-	15,308.58	15,328.9	-	-	-	1.20	1.17
660	-	-	-	16,832.58	16,852.9	-	-	-	1.23	1.19

**Bảng 4: Hệ số ảnh hưởng của số dây đai**

Z	1	3	6	999
$c_4$	1	0,95	0,9	0,85

**Bảng 5: Hệ số ảnh hưởng của số bánh đai**

k	2	3	4	5	6	7	8	100
$c_5$	1,00	0,91	0,86	0,81	0,78	0,76	0,75	0,70

**Bảng 6: Hệ số ảnh hưởng tải trọng  $c_2$**

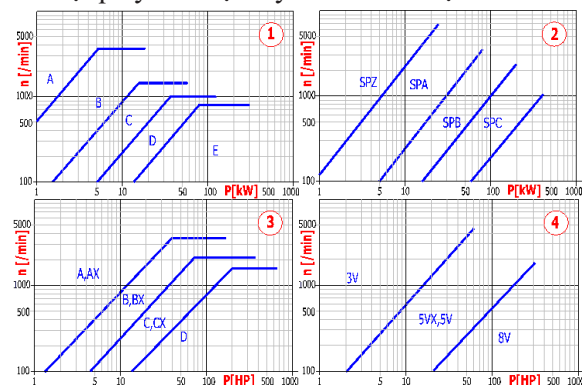
Driven Machine	Drive Machine					
	Normal Torque			High Torque		
	Intermittent Service	Normal Service	Continuous Service	Intermittent Service	Normal Service	Continuous Service
	3-5 Hours Daily	8-10 Hours Daily	16-24 Hours Daily	3-5 Hours Daily	8-10 Hours Daily	16-24 Hours Daily
Light Duty	1.0	1.1	1.2	1.1	1.2	1.3
Medium Duty	1.1	1.2	1.3	1.2	1.3	1.4
Heavy Duty	1.2	1.3	1.4	1.4	1.5	1.6
Extra Heavy Duty	1.3	1.4	1.5	1.5	1.6	1.8

### 3 Ứng dụng phần mềm Autodesk Inventor tính toán thiết kế bộ truyền động đai thang

#### 3.1 Trình tự tính toán

Tính toán bộ truyền động đai bằng phần mềm Autodesk Inventor thực hiện qua các bước:

- *Bước 1:* Chọn loại tiết diện đai, được nhà sản xuất khuyến cáo dựa theo công suất truyền và tốc độ quay của bộ truyền theo đồ thị hình 3:



Hình 3: Phạm vi sử dụng các loại tiết diện đai: (1) và (2) dùng cho đai theo tiêu chuẩn ISO; (3) và (4) dùng cho đai tiêu chuẩn ANSY

- *Bước 2:* Chọn phương pháp tính (thiết kế số dây đai hay kiểm bền).

- *Bước 3:* Chọn đường kính tính toán các bánh đai và chiều dài đai.

- *Bước 4:* Nhập các thông số tải trọng (công suất, tốc độ quay, moment xoắn, các hệ số...).

- *Bước 5:* Tính toán và hiệu chỉnh kết quả tính toán nếu cần thiết (một trong 3 điều kiện về khả năng tải không thỏa mãn).

#### 3.2 Ví dụ ứng dụng phần mềm Autodesk Inventor thiết kế bộ truyền động đai thang

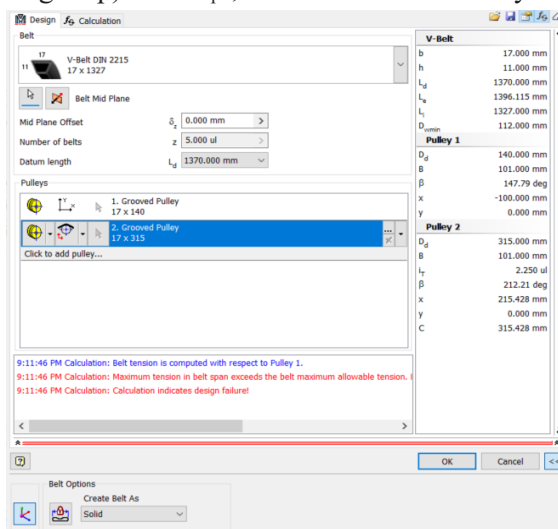
Nhóm tác giả áp dụng tính toán thiết kế bộ truyền động đai có các thông số đầu vào như sau: Công suất trên trục dẫn  $P = 6,34$  kW; tốc độ quay trục dẫn 960 v/ph; tỉ số truyền  $i = 2,29$ ; số bánh đai  $k = 2$ ; bộ truyền được dẫn động bằng động cơ không đồng bộ 3 pha kiểu lồng sóc; tải trọng có va đập nhẹ.

Ứng dụng cơ sở lý thuyết đã trình bày ở phần trước, chọn đai theo V-Belt DIN 2215 có các thông số như sau:

Bảng 6: Thông số đai

STT	Thông số	Trị số	Đơn vị
1	Loại đai	V-Belt DIN 2215	-
2	Chiều rộng b	17	mm
3	Chiều cao h	11	mm
4	Chiều dài đai sơ bộ $L_d$	1370	mm
5	Vận tốc giới hạn $v_{max}$	30	m/s
6	Tần số uốn giới hạn $f_{max}$	60	Hz
7	Đường kính tính toán tối thiểu của bánh đai $D_{wmin}$	112	mm

Chọn đường kính tính toán bánh đai chủ động  $D_{p1} = 140$  mm (không chọn  $D_{p1} = D_{wmin}$  vì đường kính bánh đai càng nhỏ thì khả năng tải càng thấp). Với  $D_{p2}$ , ta để tính theo tỉ số truyền.

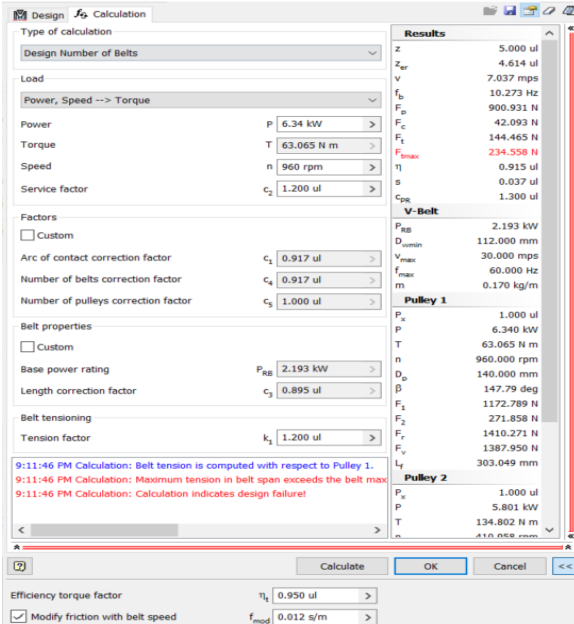


Hình 4: Các thông số của đai và bánh đai

Chọn các hệ số: Hệ số căng đai  $k_1 = 1,2$ ; hệ số tải trọng  $c_2 = 1,2$ . Nhập các thông số tải trọng và tính toán ta thu được kết quả như hình 5.

Ta thấy, khả năng tải của bộ truyền không thỏa mãn do lực căng lớn nhất trên một nhánh đai  $F_{tmax} = 234,558$  N lớn hơn trị số lực căng cho phép  $F_{max}$ . Trong trường hợp này, phải hiệu chỉnh các thông số của bộ truyền để đảm bảo thỏa mãn khả năng tải, theo thứ tự ưu tiên như sau: Tăng chiều dài đai (phải nằm trong khoảng giá trị cho phép); tăng đường kính bánh đai dẫn; chọn đai có tiết diện lớn hơn (hạn chế sử dụng)...

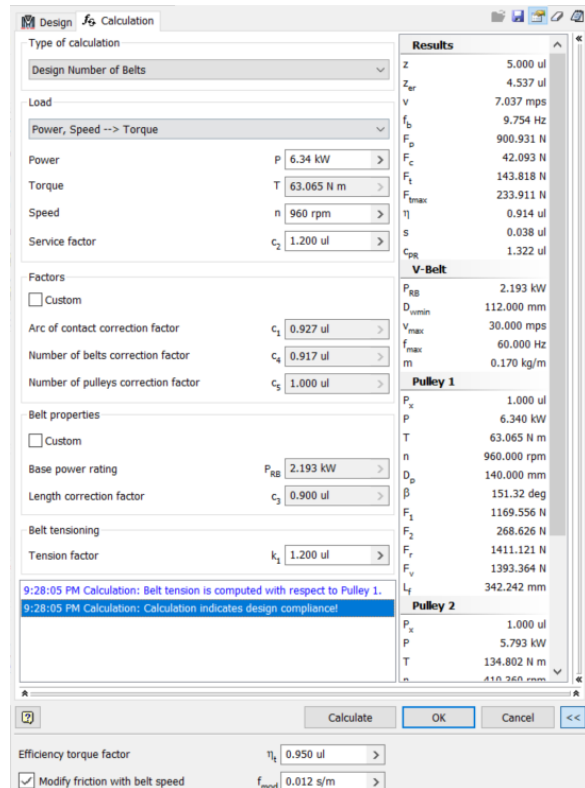
Hình 6 là kết quả tính toán khi tăng chiều dài đai lên  $L_d = 1.443$  mm. Ta thấy bộ truyền đã thỏa mãn khả năng tải.



Hình 5: Các thông số tải trọng và kết quả tính toán với  $L_d = 1370$  mm

#### 4 Kết luận

Nhóm tác giả đã phân tích cơ sở lý thuyết tính toán bộ truyền động đai theo các tiêu chuẩn mới, từ đó đề xuất và áp dụng phương án sử dụng phần mềm Autodesk Inventor tính toán thiết kế bộ truyền động đai cụ thể. Phương pháp tính toán bằng phần mềm Autodesk Inventor được tiến



Hình 6: Kết quả tính toán với  $L_d = 1443$  mm

hành nhanh chóng, chính xác. Quá trình tính toán chỉ diễn ra trong vài phút thay vì mất rất nhiều thời gian theo phương pháp tính truyền thống do hầu hết các hệ số được tính toán và điền tự động. Kết quả được hiển thị ngay lập tức với đầy đủ thông tin, đồng thời việc hiệu chỉnh kết quả tính toán cũng vô cùng đơn giản.

#### TÀI LIỆU THAM KHẢO

1. <https://knowledge.autodesk.com/support/inventor>.
2. Nguyễn Trọng Hiệp. Chi Tiết Máy. Tập 1, 2. NXB Giáo dục, 2009.
3. Trịnh Chất, Lê Văn Uyển. Tính toán thiết kế hệ dẫn động cơ khí. Tập 1, 2. NXB Giáo dục, 2006.
4. Bhandari V.B. Design of Machine Elements. Mc Graw Hill Education, Fourth Edition, 2017.
5. Rao J.S., Duggipati R.V. Mechanism and Machine Theory. New Age International Publisher, 1992.
6. John J. Uicker Jr, Gordon R. Pennock, Joseph E. Shigley. Theory of Machines and Mechanisms. Oxford; Third edition, 2009.
7. Philippine National Standard. PAES 301:2000.
8. <https://calcdevice.com/v-belt-drive-id124.html>.

## ÁP DỤNG HỆ THỐNG QUẢN LÝ AN TOÀN VÀ ĐÁNH GIÁ RỦI RO TRONG KHAI THÁC ĐÁ LỘ THIÊN

*TS. Trần Đình Bảo, TS. Nguyễn Đình An, Nguyễn Tấn Khoa, Lương Đức Thành  
Trường Đại học Mở - Địa chất*

**Tóm tắt:** Khai thác mỏ là ngành kinh tế trọng điểm của đất nước, góp phần quan trọng trong đảm bảo an ninh nguyên nhiên liệu quốc gia và tăng trưởng kinh tế nhanh, bền vững. An toàn lao động (ATLĐ) là mục tiêu hàng đầu trong các ngành công nghiệp, đặc biệt ở các lĩnh vực có mức độ rủi ro cao như khai thác khoáng sản. Những năm gần đây, ngành công nghiệp mỏ đã có nhiều cố gắng kiểm soát và ngăn chặn tai nạn lao động (TNLĐ), nâng cao công tác an toàn vệ sinh lao động (ATVSLĐ). Nhiều giải pháp được áp dụng và bước đầu đã cho kết quả tốt. Tuy nhiên, tình trạng mất ATLĐ tại các mỏ khai thác đá lộ thiên vẫn thường xuyên xảy ra. Vì vậy, vấn đề hoàn thiện hệ thống quản lý an toàn và đánh giá rủi ro để giảm thiểu sự cố và TNLĐ ở mức thấp nhất là cần thiết và cấp bách.

**Từ khóa:** Đánh giá rủi ro, hệ thống quản lý an toàn, khai thác đá.

### 1 Đặt vấn đề

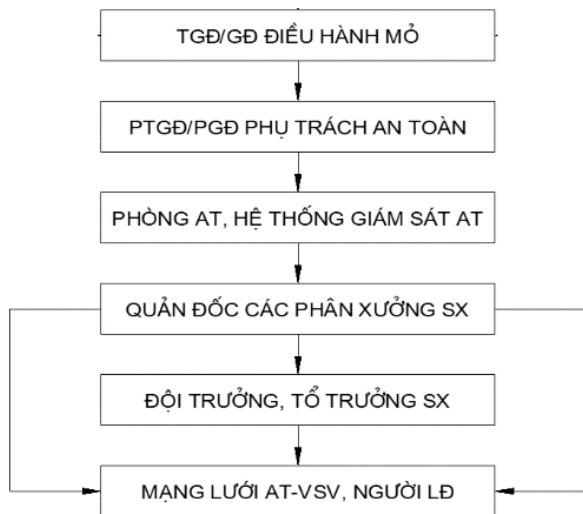
Trong thời kỳ hội nhập kinh tế quốc tế hiện nay, hiệu quả thực hiện công tác ATVSLĐ ngày càng liên quan mật thiết đến sự thành đạt của mỗi tổ chức, góp phần vào sự bình ổn, phát triển bền vững về kinh tế-xã hội của mỗi quốc gia. Kinh tế tăng trưởng nhanh kéo theo những hệ lụy như môi trường bị ô nhiễm, tai nạn giao thông và TNLĐ gia tăng... Trong đó, vấn đề TNLĐ và bệnh nghề nghiệp (BNN) trong thời gian vừa qua diễn biến rất phức tạp, ngày càng có nhiều vụ TNLĐ xảy ra, các vụ TNLĐ gây chấn thương và chết người tăng đáng kể.

Hoạt động khai thác mỏ lộ thiên nói chung và khai thác đá nói riêng luôn tiềm ẩn nhiều mối nguy, nếu không kiểm soát hiệu quả, những mối nguy này có thể dẫn đến nhiều TNLĐ, BNN. Theo số liệu công bố của Bộ Lao động - Thương binh và Xã hội, từ năm 2007 đến năm 2019, hàng năm ngành khai thác mỏ (trong đó có khai thác đá) chiếm trung bình 11,2% số vụ TNLĐ chết người và 11,9% số người chết trên toàn quốc. Các nguyên nhân gây ra TNLĐ trong ngành mỏ thì có nhiều, nhưng chủ yếu là do người lao động (NLĐ) thiếu các kiến thức về ATVSLĐ, không biết tự bảo vệ mình, hoặc vi phạm các quy tắc kỹ thuật; về phía người sử dụng lao động (NSDLĐ) thì buông lỏng quản lý kỹ thuật, không thường

xuyên tuyền truyền, giáo dục ý thức chấp hành các quy định pháp luật về ATLĐ cho NLĐ. TNLĐ chết người được ghi nhận là hậu quả từ 4 mối nguy chính là: Sụt lở, dịch chuyển đất đá (bao gồm cả đá rơi, đá lăn); nổ mìn không kiểm soát; ngã cao; và do phương tiện gây ra. Trong quá trình khai thác đá, nhiều loại máy, thiết bị được sử dụng, như: Máy khoan cầm tay, máy khoan tự hành, máy nén khí, máy cắt đá bằng dây kim cương (ở khu vực khai thác); máy nghiền hàm, nghiền côn, sàng rung, băng tải (dây chuyền chế biến đá); máy tời, máy cầu, máy xẻ, máy cắt, máy băm, máy mài, máy đánh bóng, lò quay (ở khu vực chế biến đá xẻ). Các mối nguy liên quan đến vận hành, bảo dưỡng và sửa chữa máy, thiết bị bao gồm: Va chạm với bộ phận chuyển động; vật thể văng bắn; bị cán, cuốn, kẹp trong hay giữa các vật thể; điện giật; vật thể rơi do di chuyển; mang vác, nâng nhấc và vận chuyển bằng tay hay bằng máy; nổ máy nén khí, hoặc sét đánh; cháy nổ; tai nạn giao thông trong nội bộ mỏ... Điều này không chỉ gây ra thiệt hại về nguồn nhân lực mà còn kéo theo thiệt hại về kinh tế, ước tính lên đến 4% GDP trên toàn thế giới do số ngày NLĐ phải nghỉ việc, thậm chí có những quốc gia thiệt hại kinh tế lên đến 6% hoặc hơn, đặc biệt là ở những nước đang phát triển.

Hiện nay, tại các mỏ đá lộ thiên trên toàn

quốc, người chịu trách nhiệm chính về ATLĐ là Giám đốc mỏ, Phó Giám đốc phụ trách an toàn, Phòng An toàn, các phòng ban chức năng và các tiểu ban an toàn tại công trường, phân xưởng, tổ sản xuất. Sơ đồ công tác quản lý an toàn trong khai thác đá tại các mỏ lộ thiên như hình 1.



Hình 1: Sơ đồ công tác quản lý an toàn trong khai thác đá lộ thiên

Như vậy có thể thấy TNLĐ, BNN, sự lo lắng của con người cũng như các chi phí liên quan đến vấn nạn này không chỉ là mối quan tâm ở một quốc gia nào mà còn là vấn đề nan giải ở phạm vi toàn cầu. Ngoài các biện pháp đã thiết lập để ngăn ngừa và kiểm soát mỗi nguy, nâng cao nhận thức của NLĐ về tầm quan trọng của công tác ATVSLĐ cũng như thúc đẩy cam kết chính trị để thực hiện có hiệu quả hệ thống ATVSLĐ cấp quốc gia thì việc tiếp cận một hệ thống để quản lý ATVSLĐ là vấn đề mấu chốt trong chiến lược ATVSLĐ toàn cầu. Theo đó, NLĐ và NSDLĐ tích cực tham gia để đảm bảo một môi trường làm việc an toàn thông qua một hệ thống các quyền, trách nhiệm và nghĩa vụ. Đánh giá chung, công tác quản lý an toàn tại các mỏ đá lộ thiên đã được thực hiện tương đối tốt. Bộ máy điều hành, thực hiện công tác an toàn tại mỏ khá đầy đủ. Công tác kiểm tra an toàn được phân công cụ thể từ giám đốc đến các nhân viên kỹ thuật. Kế hoạch

ƯCSC-TKCN được thực hiện đầy đủ theo Quy chuẩn hiện hành. Tuy nhiên, việc hoàn thiện hệ thống an toàn và đánh giá rủi ro các sự cố vẫn còn nhiều bất cập. Đây cũng là tình trạng chung của các đơn vị khai thác đá trên toàn quốc, cụ thể như sau: Chính sách, mục tiêu ATVSLĐ cũng như các quy định liên quan chưa được truyền đạt sâu rộng đến tất cả CBCNV trong các đơn vị khai thác mỏ; các quy trình, hướng dẫn chưa được áp dụng toàn diện và triệt để và do nhiều cán bộ kỹ thuật chưa nắm được nguyên tắc cần thiết trước khi thực hiện những công việc có nguy cơ cao về TNLĐ; còn coi nhẹ việc tham gia phối hợp với cán bộ ATVSLĐ; bộ phận kỹ thuật thực hiện phân tích an toàn công việc trong các hoạt động của mỏ chưa đáp ứng hết nội dung mục tiêu và chính sách ATVSLĐ đã ban hành; công tác đánh giá mỗi nguy/rủi ro chưa được quan tâm đầu tư đúng mức, các doanh nghiệp khai thác đá mới chỉ thực hiện đánh giá rủi ro khi triển khai dự án về thăm dò khai thác, bản thân hoạt động khai thác tiềm ẩn nhiều nguy cơ nhưng hiện chưa được đánh giá rủi ro; các cán bộ kỹ thuật và công nhân vận hành khai thác chưa được hướng dẫn, đào tạo về nhận diện và đánh giá rủi ro trước khi bắt đầu thực hiện công việc. Điều này không chỉ ảnh hưởng đến việc hình thành văn hóa làm việc an toàn mà còn gây ra các nguy cơ về tai nạn/sự cố trong khi làm việc.

Để nâng cao mức độ an toàn đảm bảo giảm thiểu các sự cố có thể xảy ra, cần hoàn thiện công tác quản lý an toàn và đánh giá rủi ro về TNLĐ theo hướng hệ thống hóa và chuyên môn hóa cụ thể trong doanh nghiệp khai thác đá lộ thiên.

## 2 Áp dụng hệ thống quản lý an toàn và đánh giá rủi ro trong khai thác đá lộ thiên

### 2.1 Hệ thống quản lý an toàn

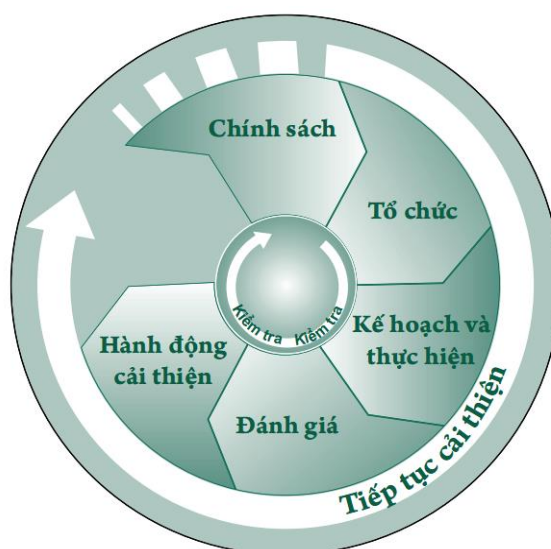
Việc áp dụng hệ thống quản lý ATVSLĐ phải dựa trên các tiêu chí, tiêu chuẩn và hoạt động triển khai thực hiện công tác ATVSLĐ. Điều này nhằm mục đích cung cấp phương pháp đánh giá và cải thiện việc thực hiện hoạt động,

phòng ngừa tai nạn và sự cố xảy ra tại nơi làm việc, thông qua hoạt động quản lý có hiệu quả các nguy cơ và rủi ro tại nơi làm việc. Đây là phương pháp mang tính logic và theo thứ tự bậc thang nhằm quyết định điều gì cần làm, làm thế nào để thực hiện tốt nhất quá trình giám sát nhằm hướng tới những mục tiêu đã đề ra, đánh giá mức độ thành công và ghi nhận các khu vực đã có chuyển biến tốt. Hệ thống này cần phải phù hợp với những thay đổi trong mô hình tổ chức kinh doanh và các quy định mang tính luật pháp.

Hệ thống quản lý an toàn và đánh giá rủi ro đã và đang được nhiều nước trên thế giới quan tâm. Theo tiêu chí của Tổ chức Lao động quốc tế (ILO) thì mô hình quản lý ATVSLĐ được xem là có hiệu quả phải là một mô hình được phát triển liên tục, với các yếu tố cấu thành cơ bản phải bao gồm: Chính sách; hoạch định; tổ chức thực hiện; xem xét, đánh giá; và cải tiến liên tục. Tổ chức đánh giá định kỳ trong suốt quá trình triển khai nhằm đánh giá sự phù hợp/đáp ứng với các yêu cầu pháp lý, hoạch định và các quy định của tổ chức và yêu cầu của các bên liên quan.

Mục tiêu của hệ thống quản lý ATVSLĐ là góp phần bảo vệ NLĐ khỏi các nguy cơ rủi ro và dần tiến tới loại trừ mọi TNLĐ, BNN và giảm tỷ lệ tử vong liên quan đến quá trình lao động. Đồng thời, khuyến nghị của ILO có giá trị tham khảo và sử dụng trực tiếp trong hình thành khung hệ thống quản lý ATVSLĐ cấp quốc gia. Bên cạnh đó giúp cho các cơ sở sản xuất chủ động tổ chức thực hiện việc tuân thủ các quy định và các tiêu chuẩn về ATVSLĐ đáp ứng những nhu cầu thực tế và phù hợp với tính chất hoạt động của đơn vị. Việc áp dụng khuyến nghị của ILO về hệ thống quản lý ATVSLĐ trong điều kiện Việt Nam, đặc biệt là trong giai đoạn chuyển đổi hiện nay là rất cần thiết. Nó không những tạo điều kiện và cơ hội cho quá trình hội nhập mà còn góp phần trực tiếp bảo vệ nguồn nhân lực cho sự phát triển, bảo vệ tiến bộ xã hội và quyền lợi hợp pháp của NLĐ, đảm bảo sự phát triển bền vững của đất nước.

Các doanh nghiệp khai thác đá lộ thiên bắt buộc phải tuân thủ đúng các quy định của pháp luật về ATVSLĐ, là trách nhiệm và nghĩa vụ của NSDLĐ và NLĐ. NSDLĐ là người chịu trách nhiệm chính về công tác ATVSLĐ, phải đứng ra chỉ đạo và cam kết thực hiện các hoạt động ATVSLĐ tại Công ty.



Hình 2: Mô hình hệ thống quản lý ATVSLĐ ILO-OHS 2001 [10]

Một chính sách an toàn phải được lập dưới dạng văn bản, là cơ sở để xây dựng thành công một chương trình an toàn và có thể giúp tiết kiệm chi phí, tránh những phiền phức và hậu quả khác do TNLĐ gây ra bằng cách đảm bảo rằng mọi nhân viên đều có thể tìm hiểu, nghiên cứu và biết mình phải làm gì khi tham gia lao động sản xuất.

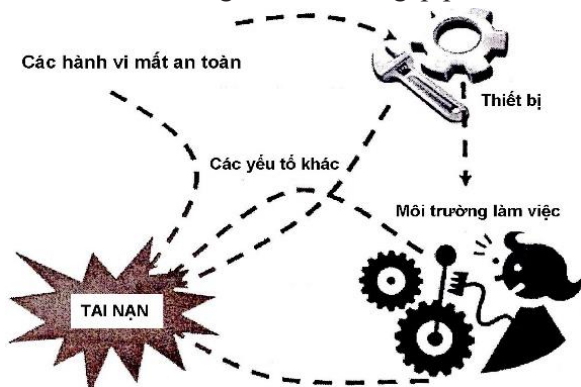
## 2.2 Đánh giá rủi ro trong khai thác đá lộ thiên

### 2.2.1 Phương pháp đánh giá rủi ro

Rủi ro, theo cách hiểu truyền thống, là những thiệt hại, mất mát, nguy hiểm hoặc là các yếu tố liên quan đến nguy hiểm, khó khăn hoặc không chắc chắn có thể xảy ra cho con người. Rủi ro, theo cách hiểu hiện đại, là sự bất trắc có thể đo lường được, vừa mang tính tích cực vừa mang tính tiêu cực. Rủi ro là sự kết hợp giữa khả năng xảy ra những mối nguy hiểm (xác suất xảy ra) và mức độ nghiêm trọng của tổn thương có thể. Mức độ rủi ro có thể chấp nhận được khi nằm trong

giới hạn cho phép theo yêu cầu của luật định.

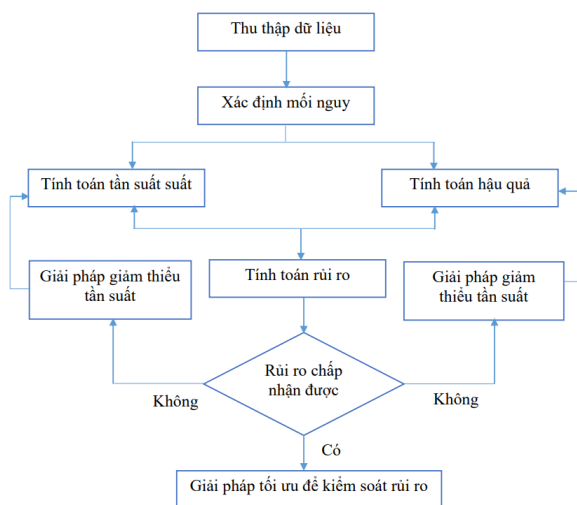
Nhìn lại quá trình hoạt động trên các mỏ thì thấy rằng các TNLD đều bắt nguồn từ các hành vi mất an toàn gây ra. Các hành vi mất an toàn trên mỏ có thể rất dễ nhận biết (hành vi mất an toàn trực tiếp) hoặc cũng rất khó nhận biết (hành vi mất an toàn gián tiếp). Các hành vi mất an toàn gồm các yếu tố cá nhân, nhận thức về rủi ro, chất lượng kém của thiết bị sẽ tạo ra môi trường mất an toàn. Do đó, để ngăn ngừa các tai nạn rủi ro, phải tiến hành đánh giá rủi ro giúp nhận diện đúng, đủ và rõ ràng các mối nguy hiểm. Đánh giá rủi ro là quá trình tìm hiểu những rủi ro có thể và sẽ liên quan tới công việc chuẩn bị thực hiện, phải chỉ ra cụ thể những rủi ro có thể gặp phải.



Hình 3: Quy trình hình thành TNLD

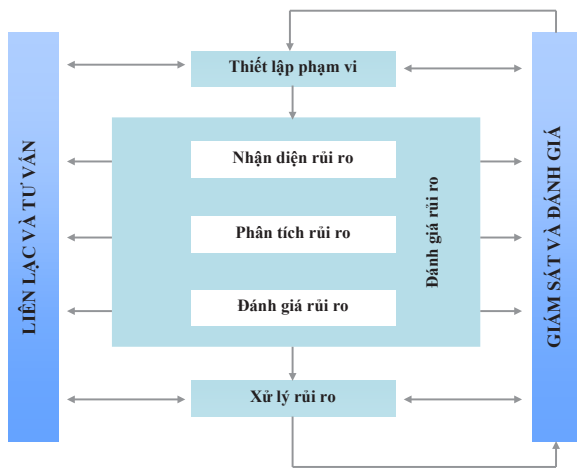
Có nhiều phương pháp đánh giá rủi ro các sự cố được thế giới sử dụng rất nhiều nhưng có thể tổng hợp lại thành 2 phương pháp: Định lượng; và định tính. Phương pháp định lượng cần đến mô hình chi tiết và toàn diện của chuỗi các sự kiện, dẫn đến hậu quả xác định và phụ thuộc vào chất lượng của dữ liệu đối với các sự kiện cơ bản, như hư hỏng một chi tiết của thiết bị hoặc khả năng sai sót của con người. Quy trình đánh giá định lượng rủi ro được thể hiện như hình 4.

Phương pháp định tính để dự đoán nguy cơ từ mỗi tình trạng nguy hiểm riêng biệt, chủ yếu dựa vào tình huống, trực giác và kinh nghiệm. Trong lĩnh vực khai thác than lộ thiên, việc nhận diện và xác định nguy cơ có thể xảy ra áp dụng phương pháp đánh giá rủi ro định tính cơ bản đã



Hình 4: Quy trình đánh giá định lượng rủi ro

đáp ứng được công tác quản lý rủi ro. Đánh giá rủi ro theo phương pháp định tính được thể hiện như hình 5, bao gồm: Thiết lập phạm vi; nhận diện rủi ro; phân tích rủi ro; đánh giá rủi ro; xử lý rủi ro; và kiểm soát, đánh giá lại [1].



Hình 5: Sơ đồ hệ thống quản lý rủi ro

Đánh giá mức độ rủi ro được tiến hành dựa trên tần suất (khả năng) xảy ra rủi ro và mức độ nghiêm trọng. Như vậy, rủi ro có thể tính toán như sau:

$$Rủi\ ro = Mức\ độ\ nguy\ hiểm \times Khả\ năng\ xảy\ ra$$

Để đánh giá rủi ro, xây dựng 2 tiêu chí: Khả năng xảy ra rủi ro (bảng 1) và mức độ nguy hiểm đối với con người (bảng 2). Từ 2 tiêu chí ở các bảng 1 và 2, lập được ma trận đánh giá rủi ro để phân loại rủi ro được trình bày cụ thể ở bảng 3.



**Bảng 1: Khả năng xảy ra rủi ro**

Cấp độ	Mô tả	Diễn giải
1	Hiếm khi xảy ra	- Không trông đợi có thể xảy ra trong vòng đời của hoạt động; - Không chắc có thể xảy ra trong vòng đời của một cá thể hoặc hệ thống mà nó chỉ có thể bằng cách giả định chứ không phải bằng trải nghiệm; hiếm khi xảy ra trong đời của một số lớn thành phần tương tự
2	Không chắc xảy ra	- Một lần trong 15 năm; - Đôi khi có thể xảy ra trong vòng đời của một cá nhân hoặc hệ thống hoặc trông đợi xảy ra một cách hợp lý trong đời của một số lớn các thành phần tương tự và/hoặc; - Chỉ xảy ra với xác suất 1/100.000 lần thực hiện công việc và/hoặc; - Xảy ra với xác suất 1/10.000 người thực hiện công việc
3	Có khả năng xảy ra	- Một lần trong 10 năm; - Khả năng đôi khi xảy ra trong vòng đời của một cá nhân hoặc hệ thống hoặc được trông đợi xảy ra một cách hợp lý ra trong đời với số lượng lớn và hoặc các thành phần tương tự và/hoặc; - Xảy ra với xác suất 1/50.000 lần thực hiện công việc và/hoặc; - Xảy ra với xác suất 1/5.000 người thực hiện công việc
4	Hay xảy ra	- Một lần trong 5 năm; - Khả năng xảy ra vài lần trong vòng đời của một cá nhân hoặc hệ thống trong hoạt động với số lớn của các thành phần tương tự và/hoặc; - Xảy ra với xác suất 1/5.000 lần thực hiện công việc và/hoặc; - Xảy ra với xác suất 1/500 người thực hiện công việc
5	Thường xuyên xảy ra	- Sẽ xảy ra nhiều hơn một lần trong năm; - Khả năng thường xuyên xảy ra trong vòng đời của một cá nhân hoặc hệ thống hoặc rất thường xuyên xảy ra trong hoạt động với số lượng lớn của các thành phần tương tự

**Bảng 2: Mức độ nguy hiểm đối với con người**

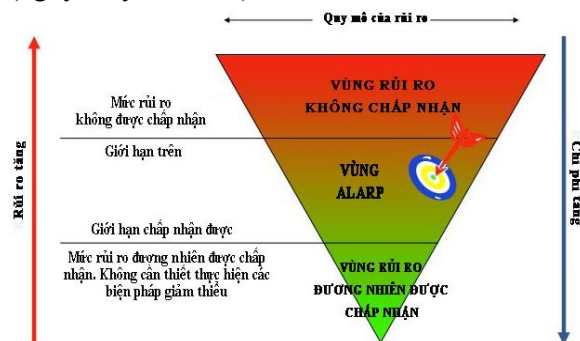
Cấp độ	Mô tả	Diễn giải
1	Không đáng kể	Điều trị sơ cứu (có thể làm việc ngay)
2	Thấp	Điều trị y tế (có thể quay lại làm việc ngay)
3	Trung bình	Cần điều trị y tế (mất thời gian điều trị)
4	Cao	Thương tật nghiêm trọng vĩnh viễn
5	Nghiêm trọng	Chết người

**Bảng 3: Ma trận đánh giá rủi ro bằng phương pháp định tính**

Khả năng xảy ra rủi ro	Mức độ nguy hiểm				
	Không đáng kể (1)	Thấp (2)	Trung bình (3)	Cao (4)	Nghiêm trọng (5)
Hiếm khi xảy ra (1)	1 (KĐK)	2 (KĐK)	3 (KĐK)	4 (KĐK)	5 (T)
Không chắc xảy ra (2)	2 (KĐK)	4 (KĐK)	6 (T)	8 (T)	10 (TB)
Có khả năng xảy ra (3)	3 (KĐK)	6 (T)	9 (T)	12 (TB)	15 (C)
Hay xảy ra (4)	4 (KĐK)	8 (T)	12 (TB)	16 (C)	20 (NT)
Thường xảy ra (5)	5 (T)	10 (TB)	15 (C)	20 (NT)	25 (NT)

Từ kết quả của đánh giá tổng hợp các sự cố theo ma trận rủi ro rồi so sánh với thang điểm để kết luận đặc tính của rủi ro: Mức rủi ro từ 1÷4: Rủi ro Không đáng kể (KĐK); mức rủi ro từ 5÷9: Rủi ro thấp (T) có thể chấp nhận được theo nguyên lý rủi ro thấp nhất có thể chấp nhận được (ALARP) nhưng rủi ro cần được giám sát chặt chẽ; mức rủi ro bằng 9: Mức giới hạn ALARP; mức rủi ro từ 10÷25: Rủi ro cao (C) và nghiêm trọng (NT), không được chấp nhận, cần loại trừ hoặc giảm thiểu về rủi ro chấp nhận được.

Các kết quả được so sánh với Tiêu chuẩn Quản lý rủi ro, từ đó đưa ra những kiến nghị phù hợp nhằm kiểm soát và giảm rủi ro xuống mức thấp, phù hợp với thực tế có thể chấp nhận được (nguyên lý ALARP).



Hình 6: Nguyên lý rủi ro chấp nhận được, phù hợp với thực tế

2.2.2 Đánh giá rủi ro trong khai thác đá lộ thiên

Trong khai thác đá lộ thiên, các rủi ro về TNLD tiềm ẩn trong tất cả các khâu công nghệ, các quy trình sản xuất. Các khâu công nghệ chính trong hoạt động khai thác các mỏ đá lộ thiên hiện nay chủ yếu là: Khoan-nổ mìn; xúc bốc; vận tải; thái đá; và các khâu phụ trợ khác như thoát nước, sửa chữa... Do vậy, để đánh giá rủi ro, cần phải chia nhỏ các khâu công đoạn chính thành các công đoạn nhỏ hơn theo trật tự trước-sau, cần đặt ra một số câu hỏi trong quá trình phân tích, xác định mỗi nguy hiểm theo từng công nghệ áp dụng, các điều kiện liên quan đến quá trình sản xuất, sự cố khác nhau có thể xảy ra và tác hại của nó... Căn cứ vào cơ sở dữ liệu tai nạn được tổng hợp từ các mỏ có điều kiện tương tự và những sự cố đã xảy ra trong thời gian xác định, lập bảng ma trận rủi ro để xác định mức độ rủi ro và các biện pháp kiểm soát rủi ro trong mỏ lộ thiên.

**Bảng 4: Ma trận đánh giá rủi ro trong khai thác đá lộ thiên**

Công nghệ	Công đoạn	Các nguy cơ	Khả năng xảy ra	Mức nguy hiểm	Rủi ro	Biện pháp hạn chế	
Khoan nổ mìn	Kiểm tra máy khoan	Điện giật	5	5	25	Lắp đặt Rơ le dò	
		Trượt ngã	5	4	20	Cần thận khi di chuyển, quan sát trước, sau	
		Rơi ty, sập cần khoan	3	5	15	Sử dụng BHLĐ, đạt chuẩn, quan sát kỹ lưỡng	
		Lật máy khoan	3	4	12	Kiểm tra kê kích phù hợp	
	Khoan nổ mìn	Di chuyển	Điện giật	3	5	15	Lắp đặt Role rò
			Trượt ngã	5	5	25	Cần thận khi di chuyển, quan sát trước, sau
			Rơi ty	2	5	10	Sử dụng BHLĐ, đạt chuẩn, quan sát kỹ lưỡng
		Nạp nổ mìn	Kết chỗng	3	3	9	Vận hành khoan đúng quy trình. Kiểm tra kỹ lưỡng
			Tuột cáp rơi	4	3	12	
			Lật máy	4	4	16	Kiểm tra kê kích phù hợp
			Kíp, thuốc mìn nổ trong khi nạp	3	5	15	Không dùng dụng cụ kim loại khi nạp mìn
	Nạp nổ mìn	Đá rơi, đá bay	5	5	25	Xác định bán kính an toàn đá bay, đá rơi	
		Sóng đập không khí	4	5	20	Kiểm tra chiều dài bua và mặt thoáng	
		Mìn cảm	4	5	20	Kiểm soát chất lượng thuốc mìn, kíp mìn	

Công nghệ	Công đoạn	Các nguy cơ	Khả năng xảy ra	Mức nguy hiểm	Rủi ro	Biện pháp hạn chế	
Vận tải, thái đá	Xúc	Sụt lở đất đá gương tầng	5	4	20	Xác định chiều cao tầng và điều kiện đất đá xúc	
		Trượt ngã	5	4	20	Cần thận khi di chuyển, quan sát trước, sau	
		Va chạm thiết bị	1	3	3	Tuần thủ khoảng cách an toàn khi làm việc	
		Lật máy xúc	3	5	15	Độ dốc không chế, khoảng rộng dài trượt lở	
	Xúc bốc	Quay gầu	Va chạm với người	1	5	5	Tuần thủ khoảng cách an toàn khi làm việc. Chú ý quan sát
			Va chạm với thiết bị	5	3	15	Tuần thủ khoảng cách an toàn khi làm việc
		Đỡ tải	Đá rơi, đá văng	4	4	16	Tuần thủ khoảng cách an toàn khi làm việc. Chú ý quan sát
			Va chạm với thiết bị	5	4	20	Tuần thủ khoảng cách an toàn khi làm việc
	Di chuyển	Đỡ tải	Đá rơi, đá văng	4	5	20	Tuần thủ khoảng cách an toàn khi làm việc. Chú ý quan sát
			Va chạm với thiết bị	5	4	20	Tuần thủ khoảng cách an toàn khi làm việc
		Điện giật	Điện giật	4	5	20	Lắp đặt Rơ le dò
			Trượt ngã	5	4	20	Cần thận khi di chuyển, chú ý quan sát
	Kiểm tra	Kiểm tra	Va chạm với thiết bị	2	4	8	Tuần thủ khoảng cách an toàn khi làm việc
			Lật máy xúc	4	3	12	Tuần thủ khoảng cách an toàn khi làm việc. Chú ý quan sát
			Trượt ngã	5	2	10	Chú ý quan sát, thực hiện đúng quy trình
Trôi xe			1	4	4	Kê kích, chèn chống phù hợp	
Vận tải, thái đá	Kiểm tra	Sập ben	3	5	15	Quan sát, thực hiện đúng quy trình	
		Va chạm thiết bị	2	3	6	Chú ý quan sát	
		Nhận tải	Va chạm với máy xúc	4	2	8	Tuần thủ khoảng cách an toàn khi làm việc
			Trượt lở, đá rơi	5	3	15	Không đỗ xe sát mép tầng và chân tầng
	Di chuyển	Sập gầu xúc	Sập gầu xúc	1	5	5	Tuần thủ khoảng cách an toàn khi làm việc
			Cháy thiết bị	4	4	16	Kiểm soát và bảo dưỡng xe đúng quy trình. PCCC phù hợp
		Di chuyển	Mất kiểm soát	5	4	20	Tuần thủ Quy phạm an toàn, kiểm soát tốc độ
			Mất phanh	5	5	25	Kiểm soát và bảo dưỡng xe đúng quy trình
			Va chạm thiết bị	5	4	20	Tuần thủ vận tốc và khoảng cách an toàn khi chạy xe
			Lật xe	5	5	25	Kiểm soát tốc độ, chú ý quan sát
Đỡ tải	Đỡ tải	Trượt lở, đá rơi	3	3	9	Rào chắn, cảnh báo nơi có nguy cơ	
		Va chạm thiết bị	5	4	20	Tuần thủ quy trình dỡ tải	
						Kiểm soát tốc độ, chú ý quan sát đỗ thái đúng quy định	

3 Kết luận

Các phương pháp đánh giá rủi ro đã được nhiều tổ chức và các nhà nghiên cứu nhằm hạn chế đến mức thấp nhất các sự cố có thể xảy ra

dựa vào các dữ liệu rủi ro được thống kê qua các giai đoạn, các thời kỳ sản xuất cũng như từng loại hình công cụ áp dụng. Các mỏ đá lộ thiên Việt Nam hiện nay đã có những bước tiến vượt bậc về công nghệ và thiết bị khai thác đảm bảo hạn chế đến mức thấp nhất các rủi ro, từng bước hoàn thiện hệ thống quản lý an toàn, quản lý rủi ro. Trên cơ sở đó, các mỏ cần triển khai sâu rộng nhằm đánh giá mức độ rủi ro, loại trừ các mối nguy hiểm tiềm ẩn phát sinh, giảm thiểu TNLĐ trong khai thác đá lộ thiên, các tác giả có một số đề xuất sau:

1) Xây dựng các văn bản quy định cụ thể để đưa đánh giá rủi ro vào áp dụng rộng rãi trong thực tế, đưa việc đánh giá và kiểm soát rủi ro vào Quy định an toàn nội bộ cũng như các quy định của nhà nước.

2) Xây dựng quy trình huấn luyện, đào tạo

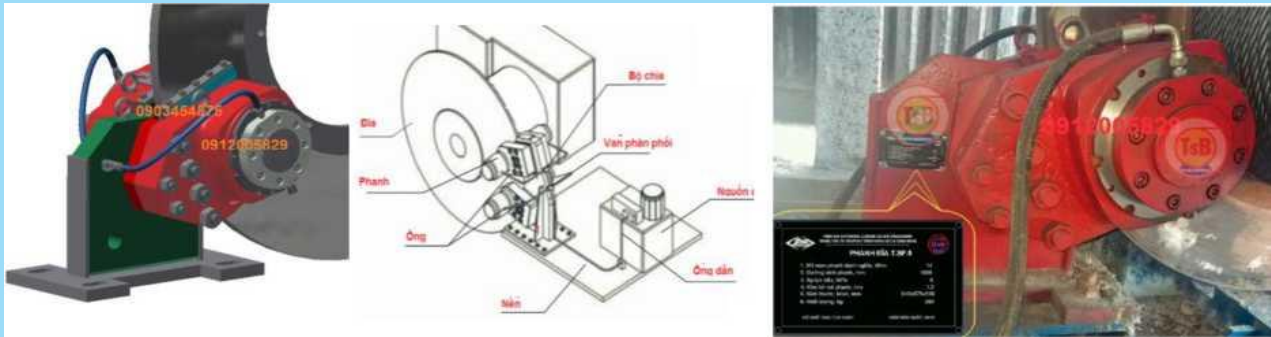
chuyên nghiệp để nâng cao nhận thức cho NLĐ và NSDLĐ về vấn đề “An toàn và Sức khỏe nghề nghiệp” trong công nghiệp khai khoáng. Phát triển thành hệ thống quản lý an toàn hoạt động có hiệu quả và được hỗ trợ bởi một hệ thống giám sát giải quyết tất cả các vấn đề về an toàn ở cấp công ty. Thực hiện đầy đủ các quy định và hướng dẫn về công tác quản lý an toàn theo pháp luật.

3) Triển khai việc đánh giá, kiểm soát rủi ro trong tất cả các khâu sản xuất trong mỏ, các quy trình vận hành máy móc, thiết bị. Treo các bảng đánh giá rủi ro có thể hiện mức độ nguy hiểm của từng công đoạn tại vị trí tác nghiệp cũng như treo tại khu vực đặt máy móc, thiết bị. Trước mỗi ca làm việc, tiến hành thảo luận tổ, nhóm, đội... để đưa ra những nguy cơ tiềm ẩn trong quá trình thực hiện công việc và các biện pháp khắc phục nếu xảy ra rủi ro, sự cố.

### TÀI LIỆU THAM KHẢO

1. **Bùi Xuân Nam.** An toàn và vệ sinh lao động trong ngành mỏ. *NXB Khoa học Tự nhiên và Công nghệ, Hà Nội, 2014.*
2. Thông báo số 1152/TB-LĐTBXH ngày 28/3/2017 về tình hình tai nạn lao động năm 2016. *Bộ Lao động - thương binh và xã hội.*
3. Thông báo số 908/TB-LĐTBXH ngày 08/3/2018 về tình hình tai nạn lao động năm 2017. *Bộ Lao động - thương binh và xã hội.*
4. Thông báo số 1033/TB-LĐTBXH ngày 15/3/2019 về tình hình tai nạn lao động năm 2018. *Bộ Lao động - thương binh và xã hội.*
5. **Lê Văn Trình.** Quản lý an toàn vệ sinh lao động. *Trường Đại học Công đoàn, Hà Nội, 2018.*
6. Sổ tay hướng dẫn áp dụng hệ thống quản lý an toàn vệ sinh lao động. *Dự án RAS/08/07M/JPN, Việt Nam, 2011.*
7. OHSAS 18001:2007 Occupational Health and Safety management system – Requirements. *British Standards Institute, London, 2007.*
8. ISO 14001:2015 Environmental management systems – Requirements with Guidance for Use. *International Organization for Standardization, Geneva, 2015.*
9. ISO 45001 Occupational Health and Safety management systems – Requirements with Guidance for Use. *International Organization for Standardization, Geneva, 2018.*
10. Convention No. 187 Concerning the Promotional Framework for Occupational Safety and Health. *ILO, Geneva, 2006*

**PHANH ĐĨA THỦY LỰC T.sF- xx**  
*Hydraulic Disc Brake: T.sF- xx DUAL Spring*



Phanh đĩa thủy lực là loại phanh được thiết kế dùng cho các loại tời, băng tải xuống dốc, băng tải công suất lớn với đường kính đĩa phanh từ 0,8 đến 1,8 m; mô men phanh từ 10 đến 450 kN.m.

**THÔNG SỐ CỤM PHANH**

Ký hiệu	Lực kẹp <sup>(1)</sup> , N		Lực phanh <sup>(2)</sup> , N	Độ thay đổi lực phanh 1mm, %	Áp lực dầu, MPa <sup>(3)</sup>	Mô men phanh tại đ/k 1m/1cụm <sup>(4)</sup> , kN.m	Áp lực mặt, MPa	Gia tốc phanh <sup>(5)</sup> , m/s <sup>2</sup>
	Min	Max						
T.SF.25	23.000	27.000	18.400	4	5,5	7,5	0,71	Theo yêu cầu
T.SF.40	40.000	45.000	42.000	5	6,3	12,0	0,61	
T.SF.63	63.000	75.000	50.400	5	10	20,0	0,61	
T.SF.XX	xx.000	xx.000	xx.000	<8	<10	xx	<1,25	

- (1) Lực kẹp tính cho một phía (một má).
- (2) Lực phanh được tính toán là giá trị nhỏ nhất cho một cụm (một cụm có hai má).
- (3) Áp lực nhỏ nhất cần thiết để mở phanh.
- (4) Mô men phanh tính trên đường kính đĩa 1m, và 01 cụm phanh.
- (5) Gia tốc phanh 0,1 - 0,3 m/s<sup>2</sup> (Theo yêu cầu).

**MÔ MEN PHANH THEO ĐƯỜNG KÍNH ĐĨA (x 2 CỤM)**

*(Sản phẩm được bảo hộ về kiểu dáng)*

