

BẢN TIN KHOA HỌC

# CƠ KHÍ

ISSN: 2354 - 1164



# NĂNG LƯỢNG - MỎ

SỐ 28 - THÁNG 09,10 / 2021 MECHANICAL ENGINEERING BULLETIN FOR MINING AND ENERGY INDUSTRIES

VIỆN CƠ KHÍ NĂNG LƯỢNG VÀ MỎ - VINACOMIN

## Chào Mừng

## NGÀY PHỤ NỮ VIỆT NAM 20-10



*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. Trần Ngọc Minh – Ủy viên

ThS. Trần Đức Thọ – Ủy viên

ThS. Nguyễn Thu Hiền – Ủy viên

## TÒA SOẠN:

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

ĐT: (024) 3552 5553

Fax: (024) 3854 3154

Email: bantiniemm@gmail.com

Giấy phép xuất bản số 39/GP-XBBT  
ngày 23/6/2021 của Cục Báo chí.

# MỤC LỤC

Số 27 - Tháng 05,06/2021

## TIN TỨC

- 1 - 9 THÁNG, TKV TIÊU THỤ HƠN 33,2 TRIỆU TẤN THAN
- 2 - TKV: CHỦ ĐỘNG, KỊP THỜI TRIỂN KHAI CÁC BIỆN PHÁP THÍCH ỨNG VÀ TĂNG CƯỜNG CÔNG TÁC PHÒNG CHỐNG DỊCH COVID-19 TRONG TÌNH HÌNH MỚI
- 4 - CƠ GIỚI HÓA HẠNG NHẸ: BƯỚC TIẾN MỚI CỦA NGÀNH THAN CƠ KHÍ

## CƠ KHÍ

- 6 - NGHIÊN CỨU THIẾT KẾ, CHẾ TẠO BỘ ĐẨY-KÉO BẰNG THỦY LỰC TẠI VIỆN CƠ KHÍ NĂNG LƯỢNG VÀ MỎ - VINACOMIN
- 10 - NGHIÊN CỨU SỐ VỀ KHẢ NĂNG CÁCH NHIỆT CỦA BUỒNG CỨU SINH MỎ CÓ KẾT CẤU ỐC XÍT NHÔM XỐP
- 16 - TÍNH TOÁN LỰC ĐẬP VÀ KHẢ NĂNG XỬ LÝ THAN, ĐÁ QUÁ CỠ CỦA MÁY ĐẬP NGHIÊN MĐN-1000

## CÔNG NGHỆ VẬT LIỆU

- 19 - NGHIÊN CỨU THỬ NGHIỆM ĐẶC TÍNH MA SÁT-MÀI MÒN CẤP PHẢN PHỐI BƠM PISTON HƯỚNG TRỤC DỰA TRÊN VẬT LIỆU VÀ CÔNG NGHỆ XỬ LÝ NHIỆT

## ĐIỆN - TỰ ĐỘNG HÓA

- 31 - NGHIÊN CỨU THIẾT KẾ, LẮP ĐẶT HỆ THỐNG THỬ NGHIỆM TƯƠNG THÍCH ĐIỆN TỬ CHO BẾP ĐIỆN TỬ VÀ ĐÈN CHIẾU SÁNG SỬ DỤNG CÔNG NGHỆ LED

## CÔNG NGHỆ

- 37 - TÍNH TOÁN KẾT CẤU CHỐNG KẾT HỢP BÊ TÔNG PHUN-KHUNG THÉP TRONG XÂY DỰNG ĐƯỜNG LỖ CƠ BẢN BẰNG PHƯƠNG PHÁP NATM
- 41 - SỰ ẢNH HƯỞNG CỦA GIÁ NHIÊN LIỆU TỚI CÔNG TÁC VẬN TẢI MỎ LỘ THIÊN BẰNG Ô TÔ

## VĂN HÓA

- 47 - VIỆN CƠ KHÍ NĂNG LƯỢNG VÀ MỎ - VINACOMIN TỔ CHỨC GẶP MẶT KỶ NIỆM NGÀY PHỤ NỮ VIỆT NAM 20/10

## 9 THÁNG, TKV TIÊU THỤ HƠN 33,2 TRIỆU TẤN THAN

**Sáng ngày 30/9/2021, tại trụ sở TKV, Tổng Giám đốc Tập đoàn Đặng Thanh Hải chủ trì Hội nghị giao ban trực tuyến điều hành SXKD tháng 10/2021.**

Theo báo cáo tổng hợp của Ban Kế hoạch, trong tháng 9, mặc dù chịu nhiều ảnh hưởng của dịch Covid-19 nhưng các chỉ tiêu SXKD của Tập đoàn cơ bản đạt kế hoạch đề ra. Trong đó, sản lượng tiêu thụ than, alumin đạt kết quả tốt. Cụ thể, Tập đoàn đã sản xuất 2,7 triệu tấn than nguyên khai, tiêu thụ 2,85 triệu tấn; sản xuất Alumin và hydrat quy đổi đạt 116.004 tấn, tiêu thụ 186.772 tấn alumin; sản xuất tinh quặng đồng 9.354 tấn; sản xuất và tiêu thụ điện 654 triệu kWh... Tập đoàn vừa duy trì ổn định, hiệu quả hoạt động sản xuất kinh doanh vừa đảm bảo thực hiện tốt công tác phòng, chống dịch Covid-19.

Tính đến hết 9 tháng, các chỉ tiêu SXKD chính đạt từ 75 - 84% kế hoạch năm. Toàn Tập đoàn sản xuất được 29,67 triệu tấn than, đạt 77% KHN, tiêu thụ đạt 33,23 triệu tấn than, đạt 79% KHN. Sản xuất Alumin quy đổi 1,09 triệu tấn đạt 84% KHN, tiêu thụ 988,54 ngàn tấn Alumin đạt 76% KHN. Sản xuất điện 7,66 tỷ kWh, đạt 76% KHN. Hoá chất, vật liệu nổ công nghiệp sản xuất 61,6 ngàn tấn đạt 86% KHN. Việc làm, thu nhập của hơn 95.000 người lao động được đảm bảo ổn định và đạt kế hoạch đặt ra. Tổng doanh thu toàn Tập đoàn ước đạt 94,6 ngàn tỷ đồng. Nộp ngân sách Nhà nước đạt 13,2 ngàn tỷ đồng.

Phát biểu chỉ đạo tại Hội nghị, Tổng Giám đốc Tập đoàn Đặng Thanh Hải nhấn mạnh, trong bối cảnh tình hình dịch bệnh Covid-19 diễn biến phức tạp và thị trường năng lượng nhiều biến động, gây ảnh hưởng và khó khăn không nhỏ nhưng hoạt động SXKD của Tập đoàn trong tháng 9 và 9 tháng năm 2021 vẫn được duy trì ổn định; đạt những kết quả tốt trong tiêu thụ than, khoáng sản, hóa chất; việc làm, thu nhập của người lao động được đảm bảo. Đặc biệt, Tập đoàn đã thực hiện thành công công tác phòng chống dịch Covid-19, đảm bảo sức khỏe cho người lao động trước những diễn biến phức tạp của dịch bệnh. Đây là sự nỗ lực, cố gắng lớn của CBCN toàn Tập đoàn, sự điều hành linh

hoạt các giải pháp của Ban lãnh đạo điều hành, đồng thời khẳng định truyền thống “Kỷ luật và đồng tâm” của thợ mỏ TKV đã được phát huy mạnh mẽ để vượt qua mọi khó khăn, thử thách.

Triển khai các nhiệm vụ trong tháng 10 – tháng mở đầu của quý IV/2021, Tổng Giám đốc Tập đoàn Đặng Thanh Hải đề nghị các đơn vị trực thuộc tiếp tục tuân thủ nghiêm túc các văn bản chỉ đạo của Chính phủ, địa phương và Tập đoàn trong công tác phòng chống dịch Covid-19. Trong đó chú trọng thực hiện công tác tiêm chủng vắc xin phòng Covid-19, phấn đấu đến 12/11 đạt 100% CBCNV toàn Tập đoàn được tiêm đủ 02 mũi vắc xin phòng Covid-19.

Bên cạnh đó, Tổng Giám đốc Tập đoàn yêu cầu các đơn vị tập trung điều hành hoàn thành toàn diện kế hoạch năm 2021, phấn đấu có tăng trưởng. Trong đó, đẩy mạnh các giải pháp nhằm sản xuất than chất lượng cao đáp ứng thị trường trong nước và xuất khẩu để tăng hiệu quả kinh doanh. Triển khai chuỗi logistic tại các đơn vị trực thuộc nhằm chủ động trong công tác tiêu thụ than, khoáng sản. Tăng cường kiểm tra và thực hiện các giải pháp về công tác ATVSLĐ, công tác phòng chống mưa bão. Giao Ban Kế hoạch phối hợp cùng các ban, các đơn vị rà soát lại các chỉ tiêu SXKD năm 2021 theo kế hoạch đã đề ra, đồng thời chuẩn bị xây dựng kế hoạch năm 2022. Phối hợp với cấp uỷ, chính quyền các địa phương có liên quan trong công tác đảm bảo an ninh, trật tự, đặc biệt trong quản lý tài nguyên, ranh giới mỏ được cấp phép quản lý và hoạt động khai thác khoáng sản, quản lý đất đai...

Theo kế hoạch, tháng 10/2021, Tập đoàn sản xuất 3 triệu tấn than nguyên khai, tiêu thụ 3,2 triệu tấn than; bóc đất đá 13,8 triệu m<sup>3</sup>, đào tổng số 22.700 mét lò; sản xuất 130.000 tấn Alumina; 9.300 tấn tinh quặng đồng, đồng tấm 2.500 tấn, kẽm thỏi 1.000 tấn; sản xuất điện 938 triệu kWh...

*Theo vinacomin.vn.*

## TKV: CHỦ ĐỘNG, KỊP THỜI TRIỂN KHAI CÁC BIỆN PHÁP THÍCH ỨNG VÀ TĂNG CƯỜNG CÔNG TÁC PHÒNG CHỐNG DỊCH COVID-19 TRONG TÌNH HÌNH MỚI

Thực hiện Nghị quyết số 128/NQ-CP của Chính phủ về công tác phòng chống dịch Covid-19, sáng 18/10, Ban Chỉ đạo phòng chống dịch Covid-19 TKV tổ chức họp theo hình thức trực tuyến nhằm chủ động, kịp thời triển khai các biện pháp thích ứng và tăng cường công tác phòng chống dịch bệnh. Tổng Giám đốc - Trưởng ban Chỉ đạo phòng chống dịch Covid-19 TKV Đặng Thanh Hải chủ trì cuộc họp.



*Tổng Giám đốc – Trưởng ban Chỉ đạo phòng chống dịch Covid-19 TKV Đặng Thanh Hải chủ trì cuộc họp*

Theo báo cáo của Thường trực Ban Chỉ đạo phòng chống dịch Covid-19 TKV, trong 9 tháng năm 2021, TKV đã thực hiện thành công mục tiêu kép, vừa duy trì hiệu quả hoạt động SXKD vừa đảm bảo công tác phòng chống dịch Covid-19. Bên cạnh những kết quả đáng ghi nhận trong thực hiện hoàn thành các chỉ tiêu SXKD đề ra, TKV đã thực hiện rất tốt công tác phòng chống dịch bệnh Covid-19, đảm bảo an toàn sức khỏe cho cán bộ, CNLĐ. Theo đó, bên cạnh việc triển khai thực hiện nghiêm túc, hiệu quả các chỉ thị, chỉ đạo của Chính phủ, các cấp, các địa phương về công tác phòng chống dịch bệnh, Tập đoàn đã tổ chức tiêm vắc xin phòng Covid-19 cho tổng số 96.310 người, trong đó có 92.530 người là lao động của TKV, đạt 97,2% tổng số lao động theo danh sách và có trên

27.000 người đã được tiêm 2 mũi (tỷ lệ đạt xấp xỉ 30% trên tổng số lao động đã được tiêm chủng). Ngoài ra, Tập đoàn cũng đã tổ chức tiêm vắc xin cho 3.780 người không phải là lao động của TKV, bao gồm học sinh học nghề mỏ hầm lò tại Trường Cao đẳng TKV, lao động của các nhà thầu của các công ty than và lao động của các công ty liên kết. Kết quả, theo số liệu tổng hợp của Đảng ủy Khối doanh nghiệp Trung ương, TKV là đơn vị nằm trong số các tập đoàn có tỷ lệ người lao động được tiêm vắc xin cao nhất trong toàn khối.

Bên cạnh đó, Tập đoàn đã quan tâm và thực hiện tốt công tác an sinh xã hội, chi 10,584 tỷ đồng từ Quỹ phúc lợi tập trung để hỗ trợ tiền lương cho người lao động bị ảnh hưởng việc làm, thu nhập do dịch bệnh Covid-19 và một số đơn vị khó khăn

trong sản xuất kinh doanh. TKV cũng là doanh nghiệp tiên phong trong hỗ trợ, ủng hộ Chính phủ và các địa phương nguồn lực trong công tác phòng chống dịch bệnh với tổng số tiền ủng hộ 229 tỷ đồng.

Sau khi Chính phủ ban hành Nghị quyết số 128/NQ-CP ngày 10/11/2021 quy định tạm thời “thích ứng an toàn, linh hoạt, kiểm soát hiệu quả dịch Covid-19”, Ban Chỉ đạo phòng chống dịch Covid-19 TKV nhận định thời gian tới là giai đoạn hết sức quan trọng, cần chủ động và tăng cường các biện pháp phòng chống dịch bệnh trong tình hình mới. Trong đó, công tác tiêm chủng vắc xin vẫn được đặt lên hàng đầu. Tập đoàn phấn đấu hoàn thành tiêm đầy đủ vắc xin phòng Covid-19 mũi 2 cho 100% CNCB được trước ngày Truyền thống công nhân vùng mỏ - Truyền thống ngành Than 12/11. Trước tình hình nói lòng việc đi lại liên tỉnh và nhu cầu về quê của người lao động, Tập đoàn yêu cầu các đơn vị, đặc biệt là các đơn vị tại khu vực Quảng Ninh, tăng cường các giải pháp nhằm kiểm soát chặt chẽ CNCB, thực hiện nghiêm túc phòng chống dịch và ổn định nguồn lao động, đảm bảo hoạt động SXKD hiệu quả.

Phát biểu kết luận cuộc họp, Tổng Giám đốc, Trưởng ban Chỉ đạo phòng chống dịch Covid-19 TKV Đặng Thanh Hải khẳng định, thời gian qua, Tập đoàn đã triển khai rất hiệu quả công tác phòng chống dịch. Đó là thành quả mà tập thể CBCNV TKV đã nỗ lực đạt được, vì vậy cần phải giữ vững thành quả đó trong tình hình mới.

Tổng Giám đốc Đặng Thanh Hải nhấn mạnh, toàn Tập đoàn phải đưa ra các giải pháp thích ứng, linh hoạt, ko chủ quan và phải tăng cường chủ động trong công tác phòng chống dịch với quan điểm chỉ đạo là kiên định thực hiện mục tiêu kép “Phòng chống dịch và SXKD hiệu quả trong tình hình mới”.

Theo đó, Tập đoàn cần tập trung triển khai một số giải pháp chính. Trước mắt, tập trung chuẩn bị điều kiện triển khai tiêm chủng mũi 2 vắc-xin phòng Covid-19 cho CBCNV Tập đoàn đạt hiệu quả cao, đảm bảo kịp thời và an toàn. Đồng thời, giao Bệnh viện Than - Khoáng sản xem xét việc mua

thuốc điều trị Covid-19 nhằm tăng tính chủ động trước những diễn biến mới của dịch bệnh. Giao Trường Quản trị kinh doanh đề xuất việc triển khai ứng dụng công nghệ thông tin để đánh giá, cập nhật mức độ dịch và bộ tiêu chí tự đánh giá mức độ an toàn phòng chống Covid-19 tại cơ sở sản xuất (theo quy định của Bộ Y tế, Bộ Lao động - Thương binh và Xã hội), cũng như việc kiểm soát người lao động đến đơn vị làm việc hằng ngày. Các đơn vị quan tâm tăng cường công tác chăm lo đời sống cho người lao động thông qua việc tiếp tục thực hiện gói kích cầu du lịch, nghỉ dưỡng sức cho thợ lò, gia đình thợ lò và người lao động, đảm bảo các yêu cầu về phòng chống dịch...

Đặc biệt, Tổng Giám đốc nhấn mạnh các giải pháp về quản lý lao động trong dịp nghỉ ngày Truyền thống công nhân vùng mỏ - Truyền thống ngành Than 12/11 và các ngày lễ sắp tới. Khẳng định nhu cầu về quê thăm gia đình sau thời gian dài ở lại đơn vị chống dịch tham gia sản xuất của người lao động là chính đáng, Tổng Giám đốc đề nghị, các đơn vị - đặc biệt là các đơn vị tại khu vực Quảng Ninh, địa bàn hoạt động trọng điểm của Tập đoàn, cần tìm hiểu, lắng nghe, nắm bắt tâm tư, nguyện vọng của người lao động, triển khai hỗ trợ, bố trí đưa CNLĐ về quê tập trung, theo quy trình khoa học, đảm bảo an toàn, kiểm soát chặt chẽ, nhất là đối với CNLĐ về quê tại các địa phương đang là vùng dịch với phương châm “đưa về tập trung, trở lại an toàn”.

Thời gian tới là giai đoạn thích ứng với tình hình mới nên sẽ tiềm ẩn nhiều nguy cơ về dịch bệnh, Tổng Giám đốc - Trưởng ban Chỉ đạo phòng chống dịch Covid-19 TKV Đặng Thanh Hải đề nghị sự vào cuộc của toàn bộ hệ thống chính trị trong Tập đoàn; các tổ chức Công đoàn, Đoàn Thanh niên tiếp tục triển khai phối hợp hiệu quả với chuyên môn nhằm thực hiện mục tiêu kiểm soát chặt chẽ, phòng chống hiệu quả, chủ động thích ứng, bảo toàn thành quả phòng chống dịch đã đạt được và duy trì ổn định SXKD trong tình hình mới.

*Theo vinacomin.vn.*

## CƠ GIỚI HÓA HẠNG NHẸ: BƯỚC TIẾN MỚI CỦA NGÀNH THAN

Năm 2020, lần đầu tiên Tập đoàn Công nghiệp Than - Khoáng sản Việt Nam (TKV) vận hành thử nghiệm hai lò chợ cơ giới hóa đồng bộ hạng nhẹ. Sau hơn một năm đưa vào sử dụng, các hệ thống cơ giới hóa hạng nhẹ đã khẳng định hiệu quả đầu tư và mở ra triển vọng mới cho lĩnh vực khai thác than hầm lò, nhất là tại các khu vực vỉa dày và có điều kiện địa chất phức tạp.



*Công nhân Công ty Than Hạ Long -TKV vận hành lò chợ cơ giới hóa*

Năm 2019, Công ty Than Mông Dương “lĩnh ấn tiên phong”, đưa hệ thống thiết bị cơ giới hóa hạng nhẹ đầu tiên của TKV vào thi công, lắp đặt. Thời điểm đó, Than Mông Dương vẫn đang duy trì khai thác và mở diện ở mức sâu -400m, bán kính khai trường khu vực hầm lò lên tới 3km. Với cấu tạo địa chất khá phức tạp, Mông Dương rất khó áp dụng đồng bộ những thiết bị, máy móc cơ giới hóa hạng nặng vào khai thác. Chính vì vậy, cơ giới hóa hạng nhẹ với những thiết bị, công nghệ khai thác hiện đại, chi phí đầu tư thấp, cho sản lượng cao được xem là giải pháp phù hợp và cấp bách với Than Mông Dương.

Dự án lò chợ cơ giới hóa đồng bộ hạng nhẹ Than Mông Dương có mức đầu tư hơn 118 tỷ đồng, quy mô gồm: 96 giàn chống thủy lực, hệ thống máy khâu, máng cào và băng tải vận chuyển than. Công suất khai thác theo thiết kế của lò chợ này là 300.000 tấn than/năm. Đặc biệt, với tích hợp cơ cấu hạ trần thu hồi than nóc, lò chợ này cho phép Than Mông Dương khai thác, tận thu tối đa tài nguyên.

Khắc phục mọi khó khăn về điều kiện thi công, đầu tháng 6/2020, Than Mông Dương đã hoàn thành công tác lắp đặt lò chợ, đưa vào hoạt động. Để nâng cao năng lực vận tải than cho toàn mỏ và đồng bộ với công nghệ cơ giới hóa hạng

nhe, trong quá trình lắp đặt thiết bị lò chợ, Than Mông Dương đã thi công một lò ngầm vận tải từ mức +20 xuống mức -115 m, nâng năng lực vận tải than toàn mỏ từ 1,2 triệu tấn/năm lên 1,5 triệu tấn/năm.

Theo ông Hoàng Trọng Hiệp, Phó Giám đốc Công ty, sau hơn 1 năm đi vào hoạt động, lò chợ cơ giới hóa đồng bộ hạng nhẹ của Than Mông Dương đã vượt công suất thiết kế. Tính từ tháng 6/2020 đến nay, sản lượng than nguyên khai của lò chợ đạt 304.000 tấn/năm; năng suất lao động trực tiếp đạt từ 18,8-25,6 tấn/công, trung bình đạt 22,2 tấn/công.

Triển khai sau Dự án của Than Mông Dương khoảng 1 năm, đến nay, lò chợ khai thác than bằng tổ hợp cơ giới hóa hạng nhẹ tại Công ty Than Hạ Long cũng đã thu được những kết quả quan trọng.



*Lò chợ cơ giới hoá hạng nhẹ tại Công ty Than Hạ Long - TKV*

Theo ông Nguyễn Văn Thắng, Quản đốc Phân xưởng Khai thác 7 (đơn vị quản lý, vận hành lò chợ cơ giới hóa hạng nhẹ), từ tháng 10/2020 đến nay, sản lượng than nguyên khai của lò chợ cơ giới hóa hạng nhẹ đạt 247.000 tấn, bằng 82% công suất thiết kế. Năng suất lao động trực tiếp đạt từ 14 đến xấp xỉ 29 tấn/công, trung bình 21,5 tấn/công. So với lò chợ áp dụng công nghệ khai thác truyền thống trong cùng điều kiện

tại Công ty, sản lượng lò chợ cơ giới hóa hạng nhẹ cao gấp hơn 2 lần, năng suất lao động tăng xấp xỉ 5 lần, giá thành phân xưởng giảm từ 5-18%.

Khác với lò chợ cơ giới hóa hạng nhẹ của Than Mông Dương, công nghệ này tại Than Hạ Long không có cơ cấu hạ trần thu hồi than nóc do chiều dày vỉa không đảm bảo theo tiêu chuẩn. Tuy nhiên, sản lượng than thu được vẫn cơ bản đạt công suất thiết kế.

Sau hơn một năm vận hành, hai dây chuyền lò chợ cơ giới hóa hạng nhẹ của TKV cho thấy tính chính thể, đồng bộ và ổn định cao trong quá trình làm việc. Ưu điểm nổi bật nhất của giàn tự hành loại nhẹ là phạm vi chống đỡ, che chắn lò chợ đạt 100% nên hệ số an toàn gần như tuyệt đối. Đặc biệt, nhờ tính ổn định cao, có khả năng thích ứng với điều kiện địa chất biến động, phức tạp, nên lò chợ cơ giới hóa siêu nhẹ khá phù hợp với những diện sản xuất của các mỏ hầm lò trong TKV.

Qua nghiên cứu, phân tích các chỉ tiêu kỹ thuật của công nghệ khai thác cơ giới hóa đồng bộ hạng nhẹ, lãnh đạo TKV và các chuyên gia đều khẳng định việc áp dụng công nghệ này trong thực tiễn sản xuất là cần thiết. Đồng thời, cần đồng bộ hạ tầng, dây chuyền sản xuất, vận tải; tổ chức sản xuất, điều hành khoa học, hợp lý trong đào lò, khai thác, vận tải, phát huy năng lực thiết bị, dây chuyền sản xuất.

Để có thể áp dụng, các khu vực lò chợ của mỏ hầm lò phải đảm bảo có độ dày vỉa than trên 3,5m, góc dốc đến 35 độ, đường phương và hướng dốc ổn định, chiều dài lò chợ từ 80m trở lên. Theo TKV, hiện nay, trữ lượng than các lò chợ phù hợp với những tiêu chí này còn khoảng trên 30 triệu tấn.

*Theo [baoquangninh.com.vn](http://baoquangninh.com.vn).*

## NGHIÊN CỨU THIẾT KẾ, CHẾ TẠO BỘ ĐẨY-KÉO BẰNG THỦY LỰC TẠI VIỆN CƠ KHÍ NĂNG LƯỢNG VÀ MỎ - VINACOMIN

*ThS. Lê Thái Hà, ThS. Trần Đức Thọ, ThS. Nguyễn Cao Cường, ThS. Lã Mạnh Quyết – Viện Cơ khí Năng lượng và Mỏ - Vinacomin*

**Tóm tắt:** Bài báo mô tả cấu tạo, nguyên lý hoạt động của bộ đẩy-kéo bằng thủy lực và các ứng dụng của nó trong ngành mỏ. Các tác giả đã nghiên cứu sự nghịch đảo dao động trượt của cơ cấu tay kéo-đẩy được sử dụng rộng rãi để biến đổi dịch chuyển của động cơ tuyến tính đầu vào (điện, thủy lực hoặc khí nén) thành chuyển động tịnh tiến hoặc quay, đồng thời đi sâu nghiên cứu kết cấu các bộ phận chức năng để xây dựng một dãy cơ cấu theo công suất từ 0,75 đến 7,5 kW, tiến tới chế tạo trong nước hai nhóm sản phẩm phục vụ các công việc theo lực đẩy và theo dạng mômen quay.

**Từ khóa:** Bộ đẩy-kéo thủy lực, bộ đóng mở dẫn động điện-thủy lực, Linear Actuators.

### 1 Đặt vấn đề

Tại các mỏ than hầm lò Việt Nam và các ngành công nghiệp trong nước áp dụng khá nhiều bộ đẩy-kéo để thực hiện giải pháp chuyển hướng các dòng liệu, thay đổi góc quay và đi trượt. Phân theo dạng dẫn động, chúng được chia thành hai loại: dẫn động bằng cơ khí và dẫn động bằng thủy lực. Từ trước đến nay, các bộ đẩy-kéo đều được nhập khẩu từ các nước tư bản hoặc Trung Quốc, ở trong nước chưa có đơn vị nào chế tạo, các nhà thiết kế công nghệ đều phụ thuộc vào sản phẩm sẵn có nhập khẩu để ứng vào các thiết kế của mình. Do vậy, nhiều cơ cấu rất cồng kềnh, cũng như các giải pháp kỹ thuật luôn phải phụ thuộc nước ngoài.

Với mục tiêu chính nhằm thay thế các thiết bị, công nghệ của nước ngoài bằng những sản phẩm trong nước trong bối cảnh cạnh tranh khốc liệt giữa cơ khí trong nước và nhập ngoại, Viện Cơ khí Năng lượng và Mỏ - Vinacomin đã mạnh dạn thực hiện nhiệm vụ nghiên cứu KH&CN nhằm làm chủ thiết kế và tự chế tạo được các cơ cấu đẩy-kéo bằng thủy lực nói trên.

Bộ đẩy-kéo có rất nhiều loại trong công nghiệp: cơ khí, cơ-điện, thủy lực, khí nén, cuộn dây, từ tính... Ưu, nhược điểm chính của một số bộ đẩy-kéo được mô tả trong bảng 1.

**Bảng 1: Ưu nhược điểm của một số loại bộ đẩy-kéo phân theo cấu trúc**

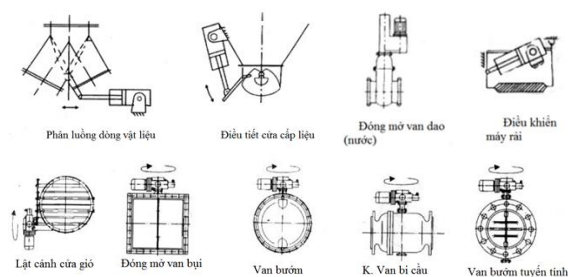
Kiểu	Ưu điểm	Nhược điểm
Cơ khí (Vít me băng tay)	- Giá thành rẻ; - Không cần nguồn điện; - Chuyển động đẩy-kéo giống nhau	- Chỉ hoạt động thủ công; - Không tự động hóa được
Cơ-điện (Vít me-động cơ điện)	- Giá thành rẻ; - Có thể tự động hóa; - Chuyển động đẩy-kéo giống nhau; - Động cơ một chiều hoặc động cơ bước; - Có thể phản hồi vị trí	Nhiều bộ phận chuyển động dễ bị mài mòn
Thủy lực	- Lực tác động rất lớn; - Tỷ lệ công suất trên kích thước tương đối cao	- Có thể bị rò rỉ, yêu cầu phản hồi vị trí; - Cần có bơm thủy lực bên ngoài
Khí nén	Lực tác động lớn, khối lượng nhẹ, đơn giản, vận hành nhanh chóng	- Không thể kiểm soát vị trí chính xác ngoại trừ khi dùng hoàn toàn

### 2 Những ứng dụng của bộ đẩy-kéo trong ngành mỏ

Trong các ngành công nghiệp hiện đại, thiết bị truyền động thủy lực điều khiển van (VHA) đã được sử dụng rộng rãi do các tính năng ưu việt của chúng như tính đơn giản và điều khiển



chính xác cao cho các hệ thống tuyến tính cũng như phi tuyến. Tuy nhiên, chúng có một số hạn chế, bao gồm hiệu suất năng lượng thấp do rò rỉ qua van của bơm thủy lực và tổn thất van tiết lưu. Thiết bị truyền động thủy lực điều khiển động cơ điện, là thiết bị truyền động điện thủy lực (EHA), gần đây đã được giới thiệu như một giải pháp thay thế để cung cấp cơ cấu dịch chuyển tịnh tiến với công suất đầu ra cao và hiệu suất năng lượng lớn. Xy lanh thủy lực được điều chỉnh trực tiếp bằng bơm hai chiều, với sự hỗ trợ của hai van một chiều vận hành bằng pilot và hai van giảm áp. Do những ưu điểm của chúng, các loại EHA đã được thương mại hóa và sử dụng rộng rãi trong các ứng dụng công nghiệp khác nhau, từ hàng không đến dầu khí, công nghiệp mỏ..., đóng vai trò như một xy lanh thủy lực có trạm dẫn động nhỏ gọn, được tích hợp vào xy lanh. Nhờ tính năng bơm hai chiều mà hệ thống cũng không cần các van điện để đảo chiều. Tính năng đảo chiều được sử dụng bằng cách đảo chiều động cơ điện. Một số ứng dụng của bộ đẩy-kéo thủy lực trong ngành mỏ được cho trong hình 1.



Hình 1: Các ứng dụng của bộ đẩy-kéo thủy lực trong ngành mỏ

### 3 Nguyên lý hoạt động bộ đẩy-kéo thủy lực

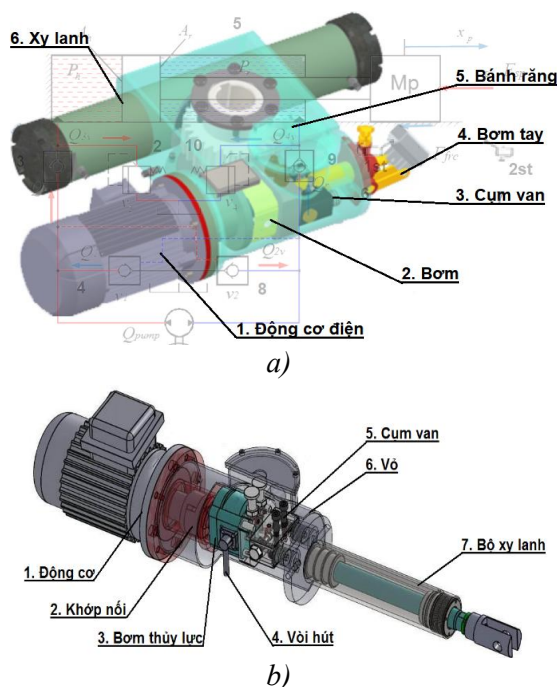
Động cơ truyền lực qua khớp nối làm quay trục bơm thủy lực theo chiều của động cơ, làm cho dầu được đẩy vào khoang trên hoặc khoang dưới của pít tông để lùi hoặc tiến. Chức năng:

1) *Khi đẩy*: Động cơ quay đây, công dầu ở phía bên trái của bơm vào bánh răng hai chiều là cửa hút dầu, dầu thủy lực đi vào khoang xy lanh, dầu thông qua van kiểm áp, đồng thời điều khiển

mở van hồi.

2) *Khi kéo về*: Động cơ đảo chiều, công dầu ở phía bên phải của bơm vào bánh răng hai chiều là cửa xả dầu, dầu thủy lực đi vào khoang trên của xy lanh dầu thông qua van kiểm tra, đồng thời điều khiển van kiểm tra để mở.

3) *Điều chỉnh áp suất hệ thống và bảo vệ quá tải*: Việc điều chỉnh áp suất khi thanh pít tông di chuyển ra ngoài được điều khiển bởi điều khiển van tràn. Khi quá tải xảy ra, áp suất tối đa của hệ thống bị hạn chế, nghĩa là, lực đẩy tối đa của thanh đẩy thủy lực được điều khiển. Áp suất bên trong của thanh pít tông được điều chỉnh bởi van tràn để kiểm soát áp suất tối đa của hệ thống khi quá tải, nghĩa là để kiểm soát lực đẩy tối đa của van kiểm tra.



Hình 2: Thiết kế bộ đóng mở dẫn động điện-thủy lực trên mô hình 3D:

a) *Chuyển động tạo mô men*: Bộ quay góc điện-thủy lực (dây sản phẩm công suất 0,75 - 3,0 kW, mômen tác động 850 - 2.000 N.m);

b) *Chuyển động tạo lực đẩy*: Bộ đóng mở điện-thủy lực loại tác động thẳng tâm (dây sản phẩm công suất 0,75 - 5,5 kW, lực đẩy từ 4.500 - 20.000 N)

Các chức năng khác:

1) *Tự động bảo vệ quá tải*: Khi bộ đóng mở điện-thủy lực làm việc, nếu ngoại lực tác động lên thanh pít tông vượt quá định mức hoặc pít tông đã đến điểm cuối, động cơ vẫn quay và áp suất dầu trong mạch dầu tăng đến áp suất cài đặt. Van xả tràn thực hiện bảo vệ quá tải tự động. Mặc dù động cơ đang quay, nó sẽ không gây ra hư hỏng.

2) *Tự khóa*: Cơ chế tự khóa áp suất được thiết kế trong ống thùng dầu của bộ đẩy-kéo bằng thủy lực. Động cơ ngừng quay, thanh pít tông dừng ở một vị trí nhất định và áp suất dầu ở trạng thái duy trì áp suất.

3) Tốc độ có thể được điều chỉnh vô cấp trong phạm vi định mức theo yêu cầu của người sử dụng.

4. Theo yêu cầu của người sử dụng, lực đẩy và kéo có thể được điều chỉnh vô cấp trong phạm vi lực đầu ra định mức.

5. Hành trình có thể được điều chỉnh vô cấp trong phạm vi hành trình định mức theo yêu cầu của người sử dụng, khi đó có yêu cầu bổ sung công tác hành trình.

**4 Chế tạo sản phẩm tại Viện Cơ khí Năng lượng và Mỏ - Vinacomin**

Từ nghiên cứu lý thuyết về công nghệ, nghiên cứu phương pháp điều khiển, xem xét các loại bơm, các van tiêu chuẩn, bộ phận thực hiện đã tính toán thiết kế sản phẩm theo dây công suất, nghiên cứu giải pháp bố trí mạch thủy lực thích hợp, tổ hợp theo từng cụm và thực hiện chế tạo các bộ phận theo thiết kế mới. Sản phẩm sau chế tạo được lắp đặt thử nghiệm và đã ứng dụng trong công nghiệp, trong đó đã cung cấp cho Công ty Than Thống Nhất - TKV (03 bộ), Công ty Than Khe Chàm - TKV (02 bộ loại phòng nổ), Công ty Cổ phần Than Vàng Danh - Vinacomin (06 bộ), Công ty Nhiệt điện Mông Dương (01 bộ)... Một số hình ảnh và các thông số cơ bản bộ đẩy-kéo do Viện Cơ khí Năng lượng và Mỏ - Vinacomin chế tạo và cung cấp cho khách hàng

được cho trong hình 3 và bảng 2.



Máng chia

Trạm dẫn phòng nổ



Trạm dẫn phòng nổ

Cụm van tích hợp

Hình 3: Một số hình ảnh sản phẩm sau chế tạo của Viện Cơ khí Năng lượng và Mỏ

**Bảng 2: Thông số cơ bản của các bộ đẩy-kéo thủy lực**

Ký hiệu	Áp suất, MPa	Đường kính xy lanh, mm	Công suất, kW	Lực tối đa, kG	Tốc độ tiến, mm/s
T.ĐK-480-96-0,75	5,0	35	0,75	480	96
T.ĐK-790-95-1,5	4,0	50	1,5	790	95
T.ĐK-1000-105-2,2	4,5	63	1,5	1.000	105
T.ĐK-1760-94-2,2	3,5	80	2,2	1.760	94
T.ĐK-2540-74-3	4,0	90	3,0	2.540	74
T.ĐK-3930-60-5,5	5,0	100	5,5	3.930	60
T.ĐK-4270-63-5,5	4,5	110	5,5	4.270	63
T.ĐK-5090-53-5,5	4,5	120	5,5	5.090	53
T.ĐK-7960-45-5,5	6,0	130	5,5	7.960	45
T.ĐK-7960-45-5,5	6,0	130	5,5	7.960	45
T.ĐK-9230-49-7,5	6,0	140	7,5	9.230	49
T.ĐK-12060-38-7,5	6,0	160	7,5	12.060	38
T.ĐK-17000-27-7,5	6,0	190	7,5	17.000	27
T.ĐK-22800-20-7,5	6,0	220	7,5	22.800	20

Thông qua các kết quả nghiên cứu và ứng dụng trong thực tiễn, có thể khẳng định sự thành công trong nghiên cứu phát triển sản phẩm bộ đẩy-kéo thủy lực:

i) Lần đầu tiên trong nước tự thiết kế và làm chủ được thiết kế bộ đẩy-kéo thủy lực theo nhiệm vụ nghiên cứu, đã phát triển được các sản phẩm theo dây công suất;

ii) Lần đầu tiên trong nước chế tạo được sản phẩm bộ đẩy-kéo theo kết cấu mạch thủy lực mới dựa trên cơ sở ứng dụng các linh kiện tiêu chuẩn;

iii) Từ nghiên cứu, sản phẩm trong nước có thể thay đổi phương thức kết cấu để phù hợp với các điều kiện không gian hoạt động trong từng phương án công nghệ.

Bộ đẩy-kéo thủy lực do Viện Cơ khí Năng lượng và Mỏ - Vinacomin chế tạo đã được ứng dụng trong đẩy kéo các cơ cấu ghi thủy lực cho toa xe chống lật, các máng hai ngã trong ngành

mỏ và các ngành công nghiệp khác. Sản phẩm vận hành ổn định, hoạt động đảm bảo an toàn.

## 5 Kết luận

Việc thiết kế, chế tạo sản phẩm bộ đẩy-kéo thủy lực đã đáp ứng được các yêu cầu đặt ra của nhiệm vụ, phù hợp với điều kiện thực tiễn nhằm cung cấp ra thị trường sản phẩm mới từ kết quả nghiên cứu trong nước.

Trên cơ sở của nghiên cứu, có thể biến đổi để chế tạo ra nhiều dạng bộ đẩy-kéo có kết cấu khác nhau phù hợp với yêu cầu sử dụng như thay đổi kết cấu hoặc tạo mô men quay.

Từ những điều kiện thực tiễn của nghiên cứu, việc nội địa hóa sản phẩm, làm chủ được công nghệ, chủ động sản xuất trong nước là vấn đề cốt lõi trong việc nâng cao khả năng phục vụ ngành của cơ khí TKV, đẩy mạnh năng lực của cơ khí trong nước nói riêng và từng bước khắc phục tình trạng phụ thuộc các sản phẩm nhập khẩu, tiết kiệm ngoại tệ.

## TÀI LIỆU THAM KHẢO:

1. **Rahmat F.M., Husain A.R. Ishaque K., Sam Y.M. Ghazali R., Rozali S.M.** Modeling and Controller Design of an Industrial Hydraulic Actuator System in the Presence of Friction and Internal Leakage. *Int. J Phys. Sci.*, 2011, 6. PP. 3502-3517. DOI: 10.5897/IJPS11.546.
2. **Ahn K.K., Nam D.N.C., Jin M.** Adaptive Back-stepping Control of an Electrohydraulic Actuator. *IEEE/ASME Trans. Mechatron*, 2014, 19. PP. 987-995. DOI: 10.1109/TMECH.2013.2265312.

# NGHIÊN CỨU SỐ VỀ KHẢ NĂNG CÁCH NHIỆT CỦA BUỒNG CỨU SINH MỎ CÓ KẾT CẤU ỐC XÍT NHÔM XỐP

*TS. Trần Ngọc Minh, TS. Nguyễn Quốc Việt – Viện Cơ khí Năng lượng và Mỏ - Vinacomin*

**Tóm tắt:** Nội dung bài báo trình bày một số nét đặc trưng của vật liệu ốc xít nhôm xốp và truyền dẫn nhiệt, xác định giá trị thời gian và nhiệt độ lớn nhất tác dụng lên buồng cứu sinh mỏ; nêu phương pháp tính toán xác định nhiệt độ, quy luật thay đổi nhiệt độ của mô hình buồng cứu sinh mỏ theo mẫu KJYF-96/12 do Trung Quốc sản xuất và mô hình buồng cứu sinh mỏ kết cấu ốc xít nhôm xốp. Kết quả nghiên cứu đã xác định được các vị trí có nhiệt độ cao nhất của hai mô hình buồng cứu sinh mỏ này. Đồng thời, đã tính toán và xây dựng biểu đồ thể hiện mối quan hệ giữa thời gian và nhiệt độ tại bề mặt bên trong và bên ngoài của chúng.

**Từ khóa:** Buồng cứu sinh; cách nhiệt; ốc xít nhôm xốp.

## 1 Mở đầu

Ngành công nghiệp khai thác mỏ hầm lò có tính nguy hiểm cao, chịu ảnh hưởng rất nhiều của các yếu tố không an toàn như: lửa, khí độc, bụi nước, sập lò... Vì vậy, nâng cao tính an toàn của khai thác mỏ hầm lò là một vấn đề cấp bách cần được giải quyết. Ở các nước có ngành công nghiệp khai thác mỏ phát triển trên thế giới như Mỹ, Nga, Úc, Trung Quốc..., khả năng cách nhiệt của buồng cứu sinh đã được nghiên cứu và thu được những kết quả nhất định. Tuy nhiên cho đến nay, các nghiên cứu chỉ tập trung thiết kế buồng cứu sinh có kết cấu hoàn toàn bằng thép. Tác giả đã lợi dụng những ưu điểm của ốc xít nhôm xốp như khả năng cách nhiệt tốt hơn thép, khối lượng nhẹ và độ bền riêng cao hơn thép để thiết kế một chủng loại buồng cứu sinh có kết cấu sử dụng ốc xít nhôm xốp; đồng thời sử dụng phần mềm ANSYS Workbenck để nghiên cứu khả năng cách nhiệt của buồng cứu sinh mỏ loại này.

## 2 Một số nét đặc trưng của vật liệu ốc xít nhôm xốp và truyền dẫn nhiệt

Ốc xít nhôm xốp là một loại hợp kim nhôm có kết cấu dạng nhiều lỗ giống như tổ ong và đang được nghiên cứu phát triển nhanh ở nhiều nước trên thế giới. Loại vật liệu mới này có ưu điểm là: khối lượng riêng nhỏ; cách âm, cách nhiệt, cách điện từ tốt; có khả năng chịu lực và

hấp thụ lực tác động cao. Vì vậy, loại vật liệu này được các nhà khoa học rất quan tâm nghiên cứu và ứng dụng rộng rãi trong các ngành công nghiệp như: ô tô, hàng không, cơ khí chế tạo, kiến trúc xây dựng.

Hình thức truyền nhiệt chủ yếu của ốc xít nhôm xốp là nhiệt đối lưu (dòng khí nóng vận động ở các lỗ trong kết cấu dạng tổ ong), truyền dẫn nhiệt qua tiếp xúc trực tiếp và bức xạ nhiệt. Kết quả tổng hợp của các hình thức truyền nhiệt tạo ra một thông số đặc trưng cho vật liệu này là hệ số truyền nhiệt. Tùy theo mật độ lỗ và kích thước lỗ của vật liệu mà hệ số truyền nhiệt  $\lambda$  sẽ khác nhau. Hệ số truyền nhiệt được hình thành từ 4 thành phần như sau [3]:

$$\lambda = \lambda_g + \lambda_s + \lambda_c + \lambda_r$$

Trong đó:

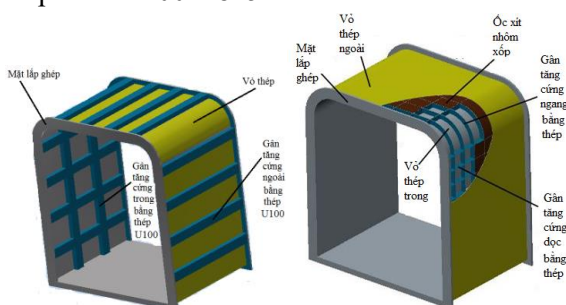
- $\lambda_g$ : Hệ số truyền nhiệt của không khí bên trong lỗ;
- $\lambda_s$ : Hệ số truyền nhiệt của các vách lỗ;
- $\lambda_c$ : Hệ số truyền nhiệt đối lưu của không khí vách lỗ;
- $\lambda_r$ : Hệ số bức xạ nhiệt.

## 3 Mô hình và mô phỏng

### 3.1 Xây dựng mô hình

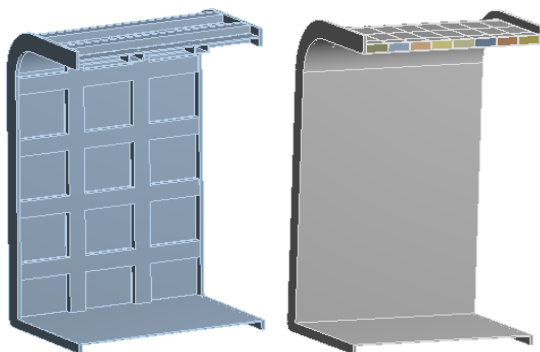
Trong tài liệu [2], tác giả đã giới thiệu về nội dung thiết kế tối ưu hóa kết cấu một mô đun buồng cứu sinh mỏ có kết cấu ốc xít nhôm xốp dựa trên nguyên mẫu là buồng cứu sinh di động

KJYF-96/12 do Trung Quốc sản xuất, có khả năng chứa tối đa 12 người, thời gian lưu trú tối thiểu 96 tiếng. Loại buồng cứu sinh này bao gồm 9 mô đun độc lập có kết cấu tương tự nhau và được lắp ghép lại với nhau bằng bu lông. Một mô đun có kích thước (dài x rộng x cao) 1.200 x 1.670 x 1.860 mm, bao gồm các chi tiết chủ yếu sau (hình 1): Vỏ thép có chiều dày 8 mm; mặt lắp ghép bằng thép có chiều dày 20 mm; gân tăng cứng dọc và gân tăng cứng ngang làm bằng thép hình U100x48x5.



Hình 1: Mô hình nguyên mẫu

Hình 2: Mô hình sử dụng ốc vít nhôm xốp



Hình 3: Một nửa mô hình buồng cứu sinh mở nguyên mẫu

Hình 4: Một nửa mô hình buồng cứu sinh mở nguyên mẫu kết cấu ốc vít nhôm xốp

Buồng cứu sinh sử dụng ốc vít nhôm xốp có kích thước tương đương. Kết cấu của một mô đun (hình 2) bao gồm các chi tiết chủ yếu: Mặt lắp ghép bằng thép có chiều dày 20 mm; vỏ thép ngoài chiều dày 3,5 mm; vỏ thép trong chiều dày 5 mm; gân tăng cứng dọc bằng thép chiều dày 5 mm; ốc vít nhôm xốp chiều dày 50 mm và gân tăng cứng ngang bằng thép chiều dày 5,5 mm.

Trước khi tiến hành phân tích nhiệt cần tiến hành xử lý hai mô hình này. Do mô đun buồng cứu sinh mở có kết cấu đối xứng nên có thể chia mô hình thành hai nửa bằng nhau và chỉ tiến hành phân tích nhiệt đối với một nửa mô hình như các hình 3 và 4. Việc làm này không ảnh hưởng đến độ chính xác của kết quả tính toán nhưng làm giảm thời gian tính toán, giảm yêu cầu về dung lượng của máy tính và có thể quan sát rõ ràng hơn tình trạng phân bố nhiệt ở bên trong buồng cứu sinh mở.

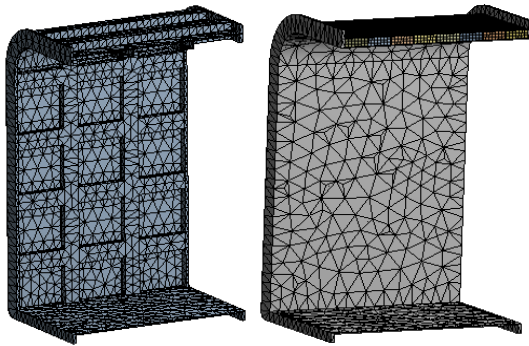
### 3.2 Thiết lập đặc tính vật liệu và chia mạng lưới các phần tử

Sử dụng mô đun Transient Thermal nằm trong phần mềm ANSYS Workbench để tính toán phân tích khả năng cách nhiệt của buồng cứu sinh mở theo phương pháp phần tử hữu hạn. Thiết lập các thông số về khối lượng riêng, hệ số truyền nhiệt, nhiệt dung riêng và hệ số giãn nở nhiệt cho vật liệu sử dụng là thép Q345R và ốc vít nhôm xốp như bảng 1. Sau khi thiết lập xong đặc tính vật liệu, sử dụng lệnh Symmetry Region để tạo ràng buộc đối xứng trên bề mặt cắt cho mô hình 3D nhằm đảm bảo độ chính xác khi tính toán.

Lựa chọn phần tử dạng hình tứ diện cho vật liệu thép Q345R và phần tử dạng hình lục diện cho vật liệu ốc vít nhôm xốp để chia hai mô hình thành mạng lưới các phần tử hữu hạn như các hình 5 và 6. Một nửa mô hình buồng cứu sinh mở nguyên bản được chia thành 19.828 phần tử với 36.425 tiếp điểm. Một nửa mô hình buồng cứu sinh mở kết cấu ốc vít nhôm xốp được chia thành 39.152 phần tử với 107.021 tiếp điểm [3].

**Bảng 1: Các thông số đặc tính của vật liệu**

Vật liệu	Khối lượng riêng kg/m <sup>3</sup>	Hệ số truyền nhiệt λ/(m·K)	Nhiệt dung riêng J/(kg·K)	Hệ số giãn nở nhiệt K <sup>-1</sup>
Q345R	7.860	50	480	1,2×10 <sup>-5</sup>
Ốc vít nhôm xốp	540	10	920	20×10 <sup>-5</sup>



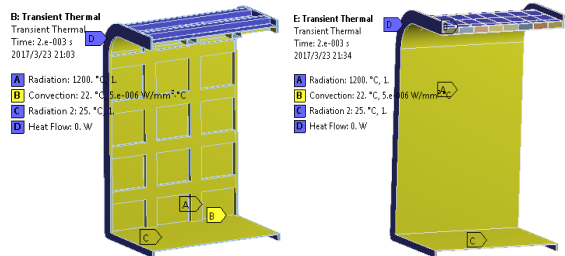
Hình 5: Mạng lưới phần tử của mô hình buồng cứu sinh mô nguyên mẫu  
 Hình 6: Mạng lưới phần tử của mô hình buồng cứu sinh mô kết cấu ốc xít nhôm xốp

3.3 Thiết lập điều kiện biên

Kết cấu tổng thể của buồng cứu sinh mô gồm 9 mô đun độc lập liên kết với nhau bằng bu lông-đai ốc, các mặt lắp ghép của các mô đun chỉ tiếp xúc trực tiếp với nhau mà không tiếp xúc với nhiệt độ cao nên phải thiết lập cách nhiệt cho các mặt lắp ghép này. Khe hở giữa bề mặt đáy của buồng cứu sinh mô và bề mặt nền lò rất nhỏ nên ít chịu ảnh hưởng của nhiệt đối lưu và nhiệt bức xạ, chỉ xảy ra hiện tượng truyền nhiệt của vật liệu trên bề mặt này. Khi phân tích nhiệt, giả thiết nhiệt độ môi trường trong đường lò là 25°C.

Khi hiện tượng nổ khí mô xảy ra, chỉ trong khoảng thời gian ngắn 3 s sẽ hình thành khối khí có nhiệt độ rất cao, hiện tượng giãn nở nhiệt xảy ra làm khối khí nhiệt độ cao di chuyển với vận tốc lớn. Theo quy phạm an toàn ngành khai thác mỏ AQ2011-11-3 của Trung Quốc quy định, khả năng kháng nhiệt độ xung kích của buồng cứu sinh mô không nhỏ hơn 1200 °C trong thời gian 3 s [3, 4]. Tính đến tính phức tạp của đường lò trong điều kiện thực tế, lựa chọn thời gian phân tích nhiệt đối với buồng cứu sinh mô là  $3 \times 2 = 6$  s (2 là hệ số an toàn). Vì vậy, thiết lập bề mặt ngoài của buồng cứu sinh mô (trừ bề mặt đáy) chịu nhiệt độ bức xạ là 1200 °C, thời gian tác dụng là 6 s. Bề mặt trong của buồng cứu sinh mô tiếp xúc với không khí được làm mát bằng điều hòa nhiệt độ nên được thiết lập nhiệt độ là

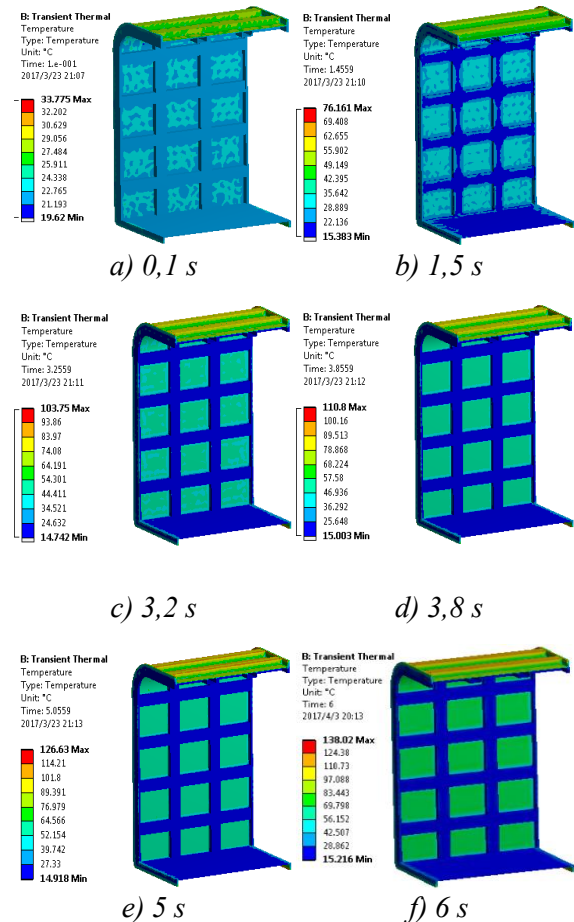
22 °C, đồng thời thiết lập nhiệt đối lưu với hệ số thay đổi nhiệt là  $5 \text{ W}/(\text{mm}^2 \cdot ^\circ\text{C})$ . Thiết lập điều kiện biên của hai mô hình buồng cứu sinh mô được thể hiện chi tiết trên các hình 7 và 8.



Hình 7: Điều kiện biên của mô hình buồng cứu sinh mô nguyên mẫu  
 Hình 8: Điều kiện biên của mô hình buồng cứu sinh mô kết cấu ốc xít nhôm xốp

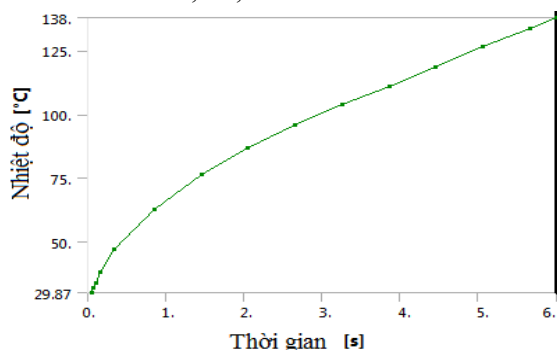
4 Kết quả

4.1 Nhiệt độ của buồng cứu sinh mô

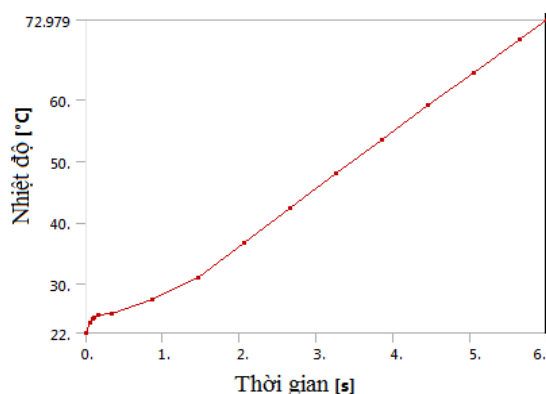


Hình 9: Nhiệt độ phân bố của mô hình buồng cứu sinh mô nguyên mẫu

Phần mềm tự động tính toán các mô hình buồng cứu sinh mô để đưa ra hình ảnh nhiệt độ phân bố tại các thời điểm nhất định như các hình 9 và 12, quy luật thay đổi nhiệt độ theo thời gian như các hình 10, 11, 13 và 14.



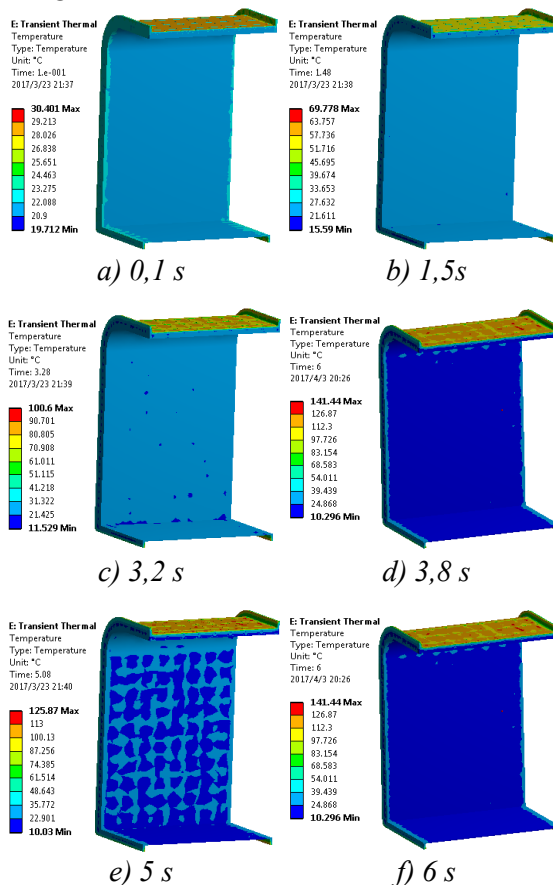
Hình 10: Nhiệt độ bề mặt ngoài của buồng cứu sinh mô nguyên mẫu



Hình 11: Nhiệt độ bề mặt trong của buồng cứu sinh mô nguyên mẫu

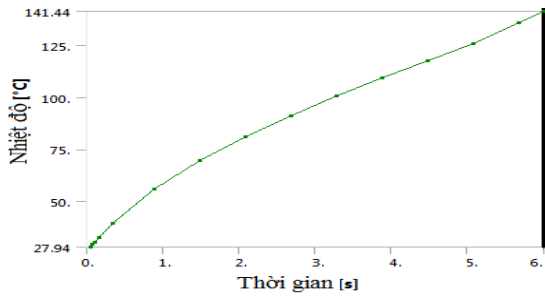
Theo hình 9, mô hình buồng cứu sinh mô nguyên mẫu có nhiệt độ cao nhất là 138,02 °C với điểm xuất hiện ở mặt lắp ghép, nhiệt độ cao nhất của vỏ thép ở bề mặt ngoài khoảng 110 °C, nhiệt độ cao nhất của gân tăng cứng ở bề mặt ngoài khoảng 120 - 130 °C và nhiệt độ cao nhất của bề mặt trong khoảng 70 °C. Theo các hình 10 và 11, quy luật thay đổi nhiệt độ của bề mặt ngoài và bề mặt trong buồng cứu sinh nguyên mẫu là hoàn toàn khác nhau. Bề mặt trong có tốc độ thay đổi chậm, tăng dần theo thời gian và nhiệt độ cao nhất đạt 72,979 °C. Bề mặt trong có tốc độ thay đổi nhanh, cũng tăng dần theo thời gian và đạt nhiệt độ cao nhất là 138,02 °C.

Với buồng cứu sinh mô kết cấu ốc xít nhôm xoắn, theo hình 12, nhiệt độ cao nhất 141,44 °C với điểm xuất hiện ở bề mặt ngoài. Theo các hình 13 và 14, quy luật thay đổi nhiệt độ của bề mặt ngoài và bề mặt trong buồng cứu sinh kết cấu ốc xít nhôm xoắn cũng khác nhau. Bề mặt ngoài có tốc độ thay đổi nhanh, tăng dần theo thời gian và nhiệt độ cao nhất đạt 141,44 °C. Bề mặt trong có tốc độ thay đổi chậm, tăng dần theo thời gian và đạt nhiệt độ cao nhất là 36,104 °C.

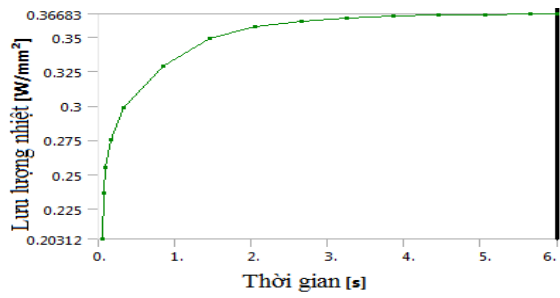


Hình 12: Nhiệt độ phân bố của mô hình buồng cứu sinh mô kết cấu ốc xít nhôm xoắn

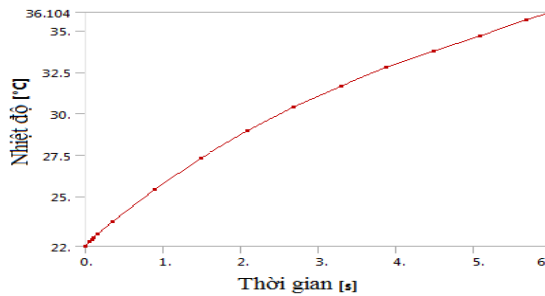
So sánh kết quả thu được giữa hai loại buồng cứu sinh nhận thấy: Nhiệt độ ở bề mặt bên trong của buồng cứu sinh mô kết cấu ốc xít nhôm xoắn tăng từ nhiệt độ 22 lên 36,104 °C và chỉ bằng 50,53% nhiệt độ bên trong của buồng cứu sinh mô nguyên mẫu.



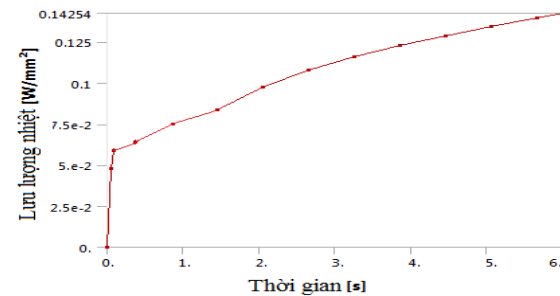
Hình 13: Nhiệt độ bề mặt ngoài của buồng cứu sinh mô kết cấu ốc xít nhôm xốp



Hình 16: Lưu lượng nhiệt lớn nhất của buồng cứu sinh mô nguyên mẫu

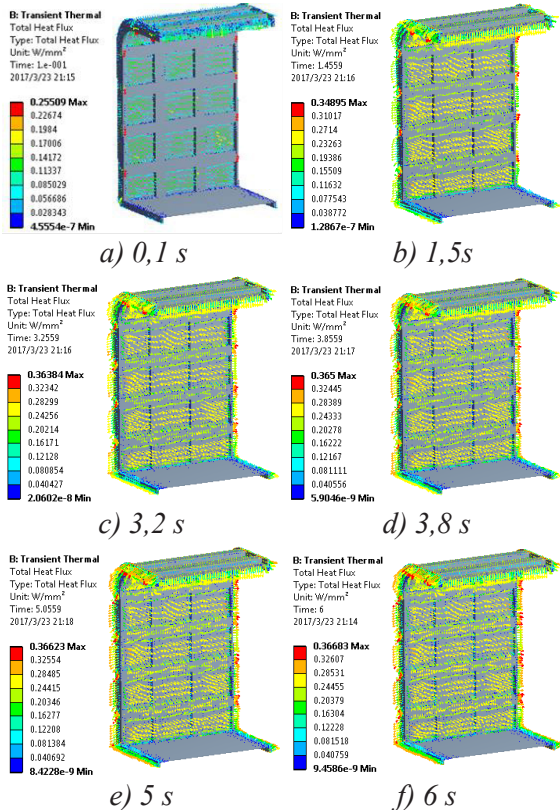


Hình 14: Nhiệt độ bề mặt trong của buồng cứu sinh mô kết cấu ốc xít nhôm xốp

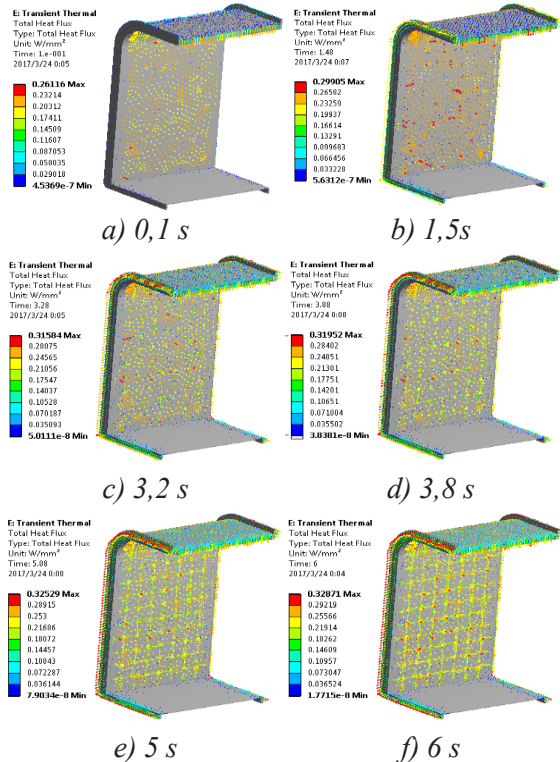


Hình 17: Lưu lượng nhiệt bề mặt trong của buồng cứu sinh mô nguyên mẫu

4.2 Lưu lượng nhiệt của buồng cứu sinh mô



Hình 15: Lưu lượng nhiệt phân bố của mô hình buồng cứu sinh mô nguyên mẫu

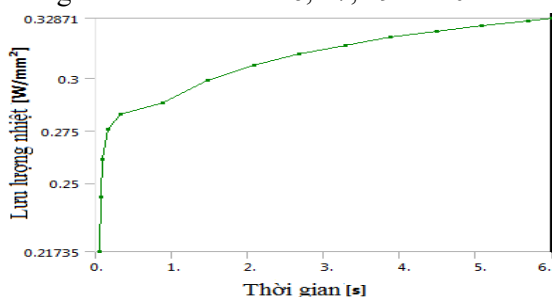


Hình 18: Lưu lượng nhiệt phân bố của mô hình buồng cứu sinh mô kết cấu ốc xít nhôm xốp

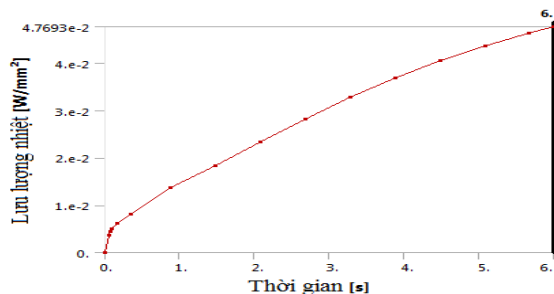
Phần mềm tự động tính toán các mô hình buồng cứu sinh mô để đưa ra hình ảnh lưu lượng



hiệt phân bố tại các thời điểm nhất định như các hình 15 và 18, quy luật thay đổi nhiệt độ theo thời gian như các hình 16, 17, 19 và 20.



Hình 19: Lưu lượng nhiệt bề mặt ngoài của buồng cứu sinh mô kết cấu ốc xít nhôm xốp



Hình 20: Lưu lượng nhiệt bề mặt trong của buồng cứu sinh mô kết cấu ốc xít nhôm xốp

Theo các hình mô phỏng từ 15 đến 20 thấy rằng: Khi kết cấu buồng cứu sinh mô chịu nhiệt độ 1.200 °C trong thời gian 6 s (do nổ khí mô gây ra trong đường lò), lưu lượng nhiệt bề mặt ngoài bắt đầu từ 0,21 W/mm<sup>2</sup> dần dần tăng lên, lưu lượng nhiệt bề mặt bên trong bắt đầu từ 0 W/mm<sup>2</sup> cũng dần dần tăng lên. Cả hai mô hình buồng cứu sinh đều có lưu lượng nhiệt tăng lên cao nhất ở thời điểm giây thứ 6. Lưu lượng nhiệt

bề mặt ngoài và bề mặt trong của buồng cứu sinh mô nguyên mẫu lần lượt là 0,36683 W/mm<sup>2</sup> và 0,14254 W/mm<sup>2</sup>. Lưu lượng nhiệt bề mặt ngoài và bề mặt trong của buồng cứu sinh mô kết cấu ốc xít nhôm xốp lần lượt là 0,32871 W/mm<sup>2</sup> và 0,047693 W/mm<sup>2</sup>. So sánh kết quả thu được giữa hai loại buồng cứu sinh nhận thấy: Lưu lượng nhiệt bề mặt bên ngoài và bề mặt bên trong của buồng cứu sinh mô kết cấu ốc xít nhôm xốp giảm tương ứng 10,39 % và 66,54 % so với lưu lượng nhiệt bề mặt bên ngoài và bề mặt bên trong của buồng cứu sinh mô nguyên mẫu. Điều này chứng minh khả năng cách nhiệt tốt của buồng cứu sinh kết cấu ốc xít nhôm xốp.

### 5 Kết quả

Khi kết cấu buồng cứu sinh mô chịu nhiệt độ 1.200 °C trong thời gian 6 s, nhiệt độ bên trong buồng cứu sinh mô kết cấu ốc xít nhôm xốp chỉ tăng từ 22 lên 36,104 °C và bằng 50,53% nhiệt độ bên trong của buồng cứu sinh mô nguyên mẫu. Mặt khác, lưu lượng nhiệt bề mặt bên ngoài và bề mặt bên trong của buồng cứu sinh mô kết cấu ốc xít nhôm xốp giảm tương ứng 10,39% và 66,54% so với lưu lượng nhiệt bề mặt bên ngoài và bề mặt bên trong của buồng cứu sinh mô. Buồng cứu sinh mô kết cấu ốc xít nhôm xốp có khả năng cách nhiệt tốt hơn buồng cứu sinh mô nguyên mẫu. Điều này chứng tỏ rằng độ an toàn của buồng cứu sinh mô kết cấu ốc xít nhôm xốp được nâng cao rõ rệt.

### TÀI LIỆU THAM KHẢO

1. **Trần Ngọc Minh, Vu Anh Hoa.** Một số vấn đề kỹ thuật khí thiết kế chế tạo buồng cứu sinh dùng trong mỏ hầm lò trên thế giới. *Tạp chí Công nghiệp Mỏ*, số 4. 2016.
2. **Trần Ngọc Minh, Nguyễn Duy Chính.** Nghiên cứu tối ưu hóa thiết kế buồng cứu sinh sử dụng hợp kim nhôm bằng phần mềm ANSYS Workbench. *Tạp chí Công nghiệp Mỏ*, số 2. 2017.
3. **Trần Ngọc Minh.** Nghiên cứu thiết kế và phân tích tính năng của buồng cứu sinh mô kết cấu ốc xít nhôm xốp. *Luận án Tiến sĩ năm 2017 - Đại học Kỹ thuật Công trình Liêu Ninh, Liêu Ninh, Trung Quốc.*
4. **AQ2011-11-3.** Tiêu chuẩn điều kiện kỹ thuật buồng cứu sinh di động thể cứng trong mỏ hầm lò. *Trung tâm An toàn Mỏ Trung Quốc, Bắc Kinh.* 2011.
5. **Từ Bình, Thẩm Giai Hưng, Vu Anh Hoa.** Thiết kế ưu hóa mô hình ốc xít nhôm xốp bổ xung vào kết cấu thùng đỡ tải nhằm giảm chấn động. *Tạp chí nghiên cứu và thiết kế cơ khí*, số 32, kỳ 3. 2014.

# TÍNH TOÁN LỰC ĐẬP VÀ KHẢ NĂNG XỬ LÝ THAN, ĐÁ QUÁ CỖ CỦA MÁY ĐẬP NGHIỀN MĐN-1000

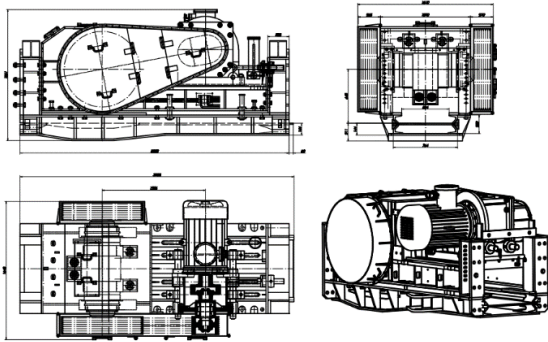
*ThS. Phan Xuân Thông – Viện Cơ khí Năng lượng và Mỏ - Vinacomin*

**Tóm tắt:** Bài báo trình bày nội dung tính toán xác định lực đập và khả năng xử lý than, đá quá cỡ bằng máy đập nghiền MĐN-1000 do Viện Cơ khí Năng lượng và Mỏ - Vinacomin thiết kế, chế tạo. Kết quả nghiên cứu, tính toán chứng tỏ lực đập hoàn toàn thỏa mãn điều kiện phá vỡ liên kết của vật liệu với hệ số kiên cố  $f \leq 6$ , hướng tới làm cơ sở lý thuyết có thể tham khảo trong quá trình tính toán và thiết kế các sản phẩm tương tự.

**Từ khóa:** Đá quá cỡ, máy đập nghiền, lực đập, than, va chạm.

## 1 Đặt vấn đề

Nhờ những ưu điểm vượt trội so với những phương tiện vận tải khác, băng tải ngày càng được sử dụng rộng rãi trong các ngành sản xuất công nghiệp, đặc biệt là trong ngành khai thác mỏ. Không kể những loại băng tải có kết cấu đặc biệt, băng tải lòng máng thông thường có thể đưa vật liệu rời lên dốc tới  $25^\circ$  và xuống dốc tới  $-14^\circ$ . Để bảo đảm an toàn trong vận chuyển trên đường dốc (không cho vật liệu lăn xuống dưới), cỡ hạt vật liệu được khống chế nhỏ hơn 300 mm khi vận chuyển lên dốc và nhỏ hơn 200 mm khi vận chuyển xuống dốc.



Hình 1. Thiết kế máy đập nghiền MĐN-1000

Trong khai thác mỏ, người ta áp dụng nhiều công nghệ khác nhau (cuốc thủ công, khoan-nổ mìn, cơ giới hóa...) nên tạo ra sản phẩm (quặng) có kích thước rất khác nhau. Trong đó, có một lượng 5% là những cục có kích thước lớn hơn các kích thước khống chế ở trên. Để đảm bảo yêu cầu này, người ta xử lý các cục than, đá quá cỡ bằng búa tay, búa khí nén, và sau này lắp một

máy đập vào đầu máng cào chuyên tải để xử lý than, đá quá cỡ trước khi đưa lên băng tải chính. Bản vẽ máy đập nghiền MĐN-1000 do Viện Cơ khí Năng lượng và Mỏ - Vinacomin thiết kế, chế tạo được mô tả trên hình 1.

## 2 Nghiên cứu quá trình va chạm giữa mặt búa đập và vật liệu cần đập

Khi bộ phận quay nhận năng lượng từ động cơ điện sẽ quay với vận tốc góc  $\omega$ . Bộ phận quay có tổng khối lượng  $M_x$  quay quanh trục  $Ox$  là khối đối xứng qua trục  $Ox$ , có mô men động lượng  $K_x$  và động năng  $T_x$  được tính như sau [1]:

$$K_x = J_x \cdot \omega, \text{ kg.m}^2 \quad (1)$$

$$T_x = \frac{1}{2} J_x \cdot \omega^2, \text{ kg.m}^2/\text{s} \quad (2)$$

Trong đó:  $J_x$  – mô men quán tính của hệ quanh trục  $Ox$ .

Để quay và cung cấp năng lượng cho cụm búa đập, động cơ điện cần có công suất đủ lớn, được xác định theo công thức:

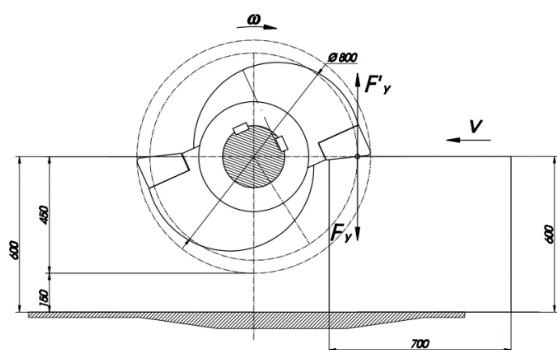
$$N_q = k \frac{J_x \cdot \omega^2}{2 \cdot t_{kd}} \quad (3)$$

Trong đó:  $k$  – hệ số kể đến khả năng điện áp lưới bị giảm, bù trừ tổn hao do lực ma sát ở các ổ đỡ, công đàn hồi của bộ truyền đai, khắc phục sức cản đất đá khi làm việc...,  $k = 1,25$ ;  $t_{kd}$  – thời gian khởi động của động cơ điện.

Quá trình phá vỡ vật liệu bằng máy đập nghiền như sau:

Xét một điểm  $Y$  trên bề mặt búa đập, khi vật liệu cần đập (than, đá) trên máng cào chuyên tải

đến điểm Y như hình 2, bề mặt đập của bộ phận quay khi va chạm vào vật liệu cần đập sẽ tạo ra xung lực đập. Nếu xung lực đập này đủ lớn sẽ phá vỡ vật liệu cần đập. Đây là quá trình phá vỡ than, đất đá do va chạm. Va chạm giữa bề mặt đập của bộ phận quay và vật cần đập làm cho vận tốc quay của bộ phận quay giảm tức thời, quá trình này đồng nghĩa với việc biến thiên mô men động lượng (hoặc biến thiên động năng) tạo ra năng lượng (lực) phá vỡ vật liệu cần đập, với  $F_y$  và  $F_y'$  là lực và phản lực đập.



Hình 2. Mô tả quá trình va chạm giữa mặt đập và vật liệu cần đập

Mô men quán tính của hệ được tính như sau:

$$J_x = J_{x1} + J_{x2} + J_{x3}, \text{ (kg.m}^2\text{)} \quad (4)$$

Trong đó:  $J_{x1}$ ,  $J_{x2}$  và  $J_{x3}$  lần lượt là mô men quán tính đối với trục  $Ox$  của trục quay, hai bánh đai và bộ thân búa, bốn bộ đầu búa đập cùng các chi tiết liên kết.

Theo [1] ta có phương trình:

$$\frac{dK_x}{dt} = \sum_1^n m_x (F_k^e) \quad (5)$$

Trong đó:  $\sum_1^n m_x (F_k^e)$  – tổng mô men ngoại lực tác dụng lên khối lượng quay quanh trục  $Ox$ . Lực đập được tính theo công thức sau:

$$F_y = F_y' = \frac{J_x \cdot \omega}{r_y \cdot t_y} \quad (6)$$

Trong đó:  $r_y$  – bán kính tính đến vị trí đập;  $t_y$  – thời gian diễn ra va đập giữa bề mặt đập của bộ phận quay máy đập với vật liệu cần đập, phụ

thuộc vào các yếu tố: tính chất cơ lý của vật liệu cần đập; vận tốc ban đầu khi va chạm; diện tích bề mặt tiếp xúc. Thông thường,  $t_y$  được xác định bằng thực nghiệm hoặc công thức [2]:

$$t_y = 0,005 \cdot v_p^{0,5}, \text{ s} \quad (7)$$

Trong đó:  $v_p$  – vận tốc dài của chuyển động quay tại vị trí va đập giữa bộ phận quay và vật liệu cần đập.

Thay giá trị  $t_y$  từ các công thức trên ta có:

$$F_y = F_y' = \frac{J_x \cdot \omega \cdot v_p^{0,5}}{0,005 \cdot r_y} \quad (8)$$

Bằng phần mềm thiết kế Inventor 2015, kết quả tính toán  $J_x = 219 \text{ kg.m}^2$ . Thay các thông số: tần số vòng quay của búa đập  $n = 484 \text{ vg/ph}$ ;  $\omega = 50,68 \text{ s}^{-1}$ ;  $r_y = 0,4 \text{ m}$ ;  $v_p = 20,27 \text{ m/s}$  vào (8):

$$F_y = F_y' = \frac{219 \times 50,68 \times 20,27^{0,5}}{0,005 \times 0,4} = 24.985 \text{ kN}$$

*Nhận xét:* Tại vị trí búa đập cách tâm trục 0,4 m, khi búa quay với tốc độ 484 vg/ph sẽ phát sinh lực đập tức thời  $F_y = 24.985 \text{ kN}$ . Lực đập  $F_y$  biến thiên theo bán kính  $r_i$  từ tâm trục hướng kính phía ngoài đầu búa.

Theo cấu tạo của máy, chỉ có khả năng tối đa 2 trên 4 bề mặt phần đầu búa đập của bộ phận quay đập đồng thời vào vật liệu (2 mặt đập ở giữa hoặc 2 mặt đập phía ngoài), ứng suất đập  $\sigma_y$  theo lực đập  $F_y$  được tính như sau:

$$\sigma_y = \frac{F_y}{S_{\max}}, \text{ MPa} \quad (9)$$

Trong đó:  $S_{\max}$  – diện tích hai mặt đập:

$$S_{\max} = 2 \times 160 \times 145 = 46.400 \text{ mm}^2$$

Thay vào (10):

$$\sigma_y = \frac{F_y}{S_{\max}} = \frac{24.346.000}{46.400} = 524,7 \text{ MPa}$$

Theo L.I. Baron (1955), độ bền nén của đá được xác định thông qua công thức:

$$f = \frac{\sigma_f}{300} + \sqrt{\frac{\sigma_f}{30}} \quad (10)$$

Trong đó:  $f$  – hệ số kiên cố của đất đá theo Protodyakonov.

Với đá quá cỡ có hệ số kiên cố  $f = 6$ , thay vào (10) tính được  $\sigma_{f6} = 53,4$  MPa.

*Nhận xét:* Từ kết quả tính toán  $\sigma_f$ , ta thấy  $\sigma_y / \sigma_{f6} = 9,8$  chứng tỏ lực do thiết bị đập gây ra đủ làm vỡ cục vật liệu có độ cứng  $f \leq 6$ .

### 3 Kết luận

Kết quả tính toán trên đây cho thấy, máy đập nghiền MĐN-1000 do Viện Cơ khí Năng

lượng và Mỏ - Vinacomin thiết kế, chế tạo hoàn toàn đáp ứng với nhiệm vụ xử lý than, đá quá cỡ theo yêu cầu đặt ra. Thực tế sản xuất cũng đã được chứng minh, sau khi đưa vào thử nghiệm tại Công ty Than Dương Huy, máy đập nghiền MĐN-1000 hoạt động ổn định, đáp ứng điều kiện sản xuất liên tục.

### Tài liệu tham khảo

1. **Targ S.** Theoretical Mechanics A Short Course (English translation). *Moscow: Mir*, 1976.
2. **Bauman V.A., Streltsov V.A., Kosarev A.I., Slutsker A.S.** Rotary Crushers. *Moscow: Technologies*, 1973. 272 p.
3. **Trịnh Chất, Lê Văn Uyển.** Tính toán thiết kế hệ dẫn động cơ khí. *NXB Giáo dục*, 2003.
4. **Nguyễn Sĩ Ngọc.** Cơ học đá. *Hà Nội: NXB Giao thông vận tải*, 2005.

# NGHIÊN CỨU THỬ NGHIỆM ĐẶC TÍNH MA SÁT-MÀI MÒN CẶP PHÂN PHỐI BƠM PISTON HƯỚNG TRỰC DỰA TRÊN VẬT LIỆU VÀ CÔNG NGHỆ XỬ LÝ NHIỆT

*NCS. Nguyễn Văn Tân, NCS. Lê Văn Lợi, GS.TS. XuPing, GS.TS. YuYingHua –  
Đại học Kỹ thuật công trình Liêu Ninh - Trung Quốc*

**Tóm tắt:** Công nghệ xử lý nhiệt ảnh hưởng rất lớn đến đặc tính ma sát-mài mòn của cặp phân phối bơm piston hướng trục. Việc cải thiện độ cứng đĩa phân phối bằng cách thấm nitơ không nâng cao đặc tính ma sát-mài mòn của chúng, tuy nhiên khi tổ chức bề mặt được tinh hóa sau tôi và ram cao có thể giảm độ bám dính của những hạt đồng trên bề mặt bloc xilanh với bề mặt đĩa phân phối trong quá trình làm việc, từ đó hạn chế sự mòn dính. Do đó, xử lý thấm nitơ sau tôi và ram cao có thể cải thiện đặc tính ma sát-mài mòn của cặp phân phối. Thông qua kết quả thực nghiệm ma sát-mài mòn, kết hợp quan sát hình dáng bên ngoài và cấu trúc tổ chức tế vi bề mặt mẫu thử để phân tích ảnh hưởng của các quy trình xử lý nhiệt đối với đặc tính ma sát-mài mòn cặp phân phối và phân tích nguyên lý mài mòn. Kết quả thực nghiệm chứng minh quy trình xử lý nhiệt có ảnh hưởng lớn đối với đặc tính ma sát-mài mòn, đồng thời cho thấy đặc tính này của hai loại vật liệu 38CrMoAl và 42CrMo có sự khác nhau rất lớn. Trong điều kiện thí nghiệm, thép 38CrMoAl thấm nitơ sau tôi và ram cao kết hợp với CuPb15Sn5 có đặc tính ma sát-mài mòn tốt nhất.

**Từ khóa:** Bơm piston hướng trục, cặp phân phối, ma sát-mài mòn, thấm nitơ, xử lý nhiệt.

## 1 Đặt vấn đề

Bơm piston được sử dụng rộng rãi trong các hệ thống thủy lực hiện nay do áp suất làm việc cao, phạm vi lưu lượng lớn, lưu lượng đầu ra có thể thay đổi, bố trí linh hoạt, điều khiển thuận tiện. Nó được ứng dụng rộng rãi trong các lĩnh vực công nghiệp, hàng hải, hàng không vũ trụ... Trong công nghiệp khai khoáng, bơm piston hướng trục được sử dụng trong các thiết bị máy khai thác than như máy khâu, máy đào lò... Do áp suất làm việc của bơm piston lớn, cặp ma sát phải chịu tải trọng cao, dẫn đến làm gia tăng thêm độ mài mòn của chúng. Cặp phân phối là cặp ma sát có kết cấu lớn nhất bên trong bơm piston hướng trục, cũng là một trong những cặp ma sát dễ phát sinh mòn hỏng nhất trong bơm piston hướng trục. Chúng vừa hỗ trợ cho bloc xilanh giữ cân bằng với thân xilanh, vừa giữ chức năng phân phối. Trong môi trường làm việc khắc nghiệt như vậy, cặp phân phối rất dễ xảy ra mài mòn hoặc thậm chí bị phá hủy... Độ tin cậy,

tuổi thọ, hiệu suất làm việc của bơm piston phụ thuộc vào tuổi thọ của các bộ phận chịu lực, các cặp ma sát... Do đó, cặp phân phối bơm piston đòi hỏi vật liệu chế tạo phải có tuổi thọ, khả năng chống mài mòn cao, dẫn nhiệt tốt, dẻo dai, chịu va đập tốt dưới áp suất tiếp xúc cao. Công nghệ gia công chế tạo có ảnh hưởng không nhỏ đến đặc tính ma sát-mài mòn của các cặp ma sát.

Nghiên cứu thực nghiệm ảnh hưởng của công nghệ xử lý nhiệt đối với đặc tính ma sát-mài mòn của cặp phân phối bơm piston có ý nghĩa không nhỏ trong việc nâng cao hiệu suất làm việc, kéo dài tuổi thọ của bơm.

## 2 Lựa chọn vật liệu và công nghệ gia công mẫu thử

### 2.1 Lựa chọn vật liệu mẫu thử

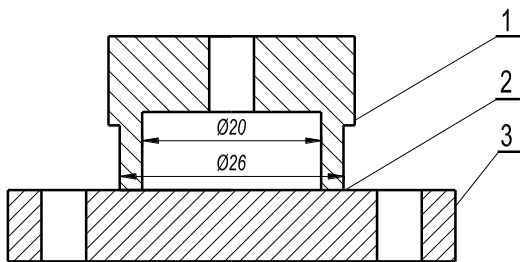
Trong nghiên cứu này, 38CrMoAl, 42CrMo được chọn làm vật liệu nền và CuPb15Sn5 được sử dụng làm vật liệu phối hợp. Thành phần hóa học của các vật liệu nêu trên được trình bày trong bảng 1 [1-6].

**Bảng 1. Thành phần hóa học vật liệu**

<b>Vật liệu</b>	<b>C</b>	<b>Si</b>	<b>Mn</b>	<b>P</b>	<b>S</b>	<b>Cr</b>	<b>Mo</b>	<b>Al</b>
38CrMoAl	0,35÷0,42	0,20÷0,45	0,3÷0,6	≤0,035	≤0,035	1,35÷1,65	0,15÷0,25	0,7÷1,1
42CrMo	0,38÷0,45	0,17÷0,37	0,5÷0,8	≤0,035	≤0,035	0,9÷1,2	0,15÷0,25	-
<b>Vật liệu</b>	<b>Sn</b>	<b>Pb</b>	<b>Zn</b>	<b>Ni</b>	<b>Khác</b>	<b>Cu</b>		
CuPb15Sn5	4,0÷6,0	14,0÷16,8	<0,05	1,0÷2,0	<1,0	Còn lại		

**2.2 Thiết kế và gia công công mẫu**

Hình 2 mô tả cấu trúc chính và kích thước vật liệu mẫu thử trên CuPb15Sn5 và mẫu thử dưới 38CrMoAl, 42CrMo. Mẫu thử trên mô phỏng xilanh thông qua chuyển động quay, mẫu thử dưới được lắp phía dưới hộp dầu, mô phỏng đĩa phân phối được cố định trên nắp bơm. Bề mặt ma sát tạo thành bởi hai mẫu thử có dạng vòng tròn, mô phỏng nắp bịt kín trong ngoài của cặp phân phối, với đường kính trong và ngoài.



Hình 2. Kết cấu mẫu thử: 1 – mẫu thử trên; 2 – bề mặt ma sát; 3 – mẫu thử dưới

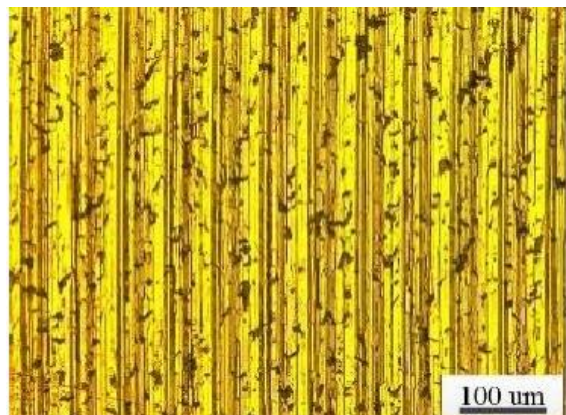


a) Mẫu thử trên      b) Mẫu thử dưới

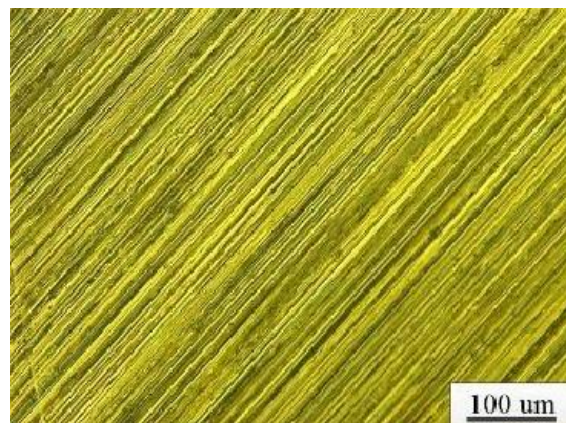
Hình 3. Mẫu thử nghiệm mô phỏng cặp phân phối bơm piston

Quá trình gia công mẫu thử được tiến hành hoàn toàn theo công nghệ gia công chế tạo đĩa phân phối. Hình thái bề mặt mẫu thử sau quá trình gia công được thể hiện trên hình 4.

Ngoài các mẫu được thấm nitơ sau tôi và ram cao còn chế tạo các mẫu đối chiếu bằng vật liệu 38CrMoAl và 42CrMo, nhưng không qua xử lý nhiệt hoặc chỉ thấm nitơ (bảng 2).



a) Mẫu thử trên



b) Mẫu thử dưới

Hình 4. Hình dạng bề mặt mẫu thử

**Bảng 2. Độ cứng các mẫu thử nghiệm**

Vật liệu	Độ cứng, HV10		
	Mẫu không xử lý nhiệt	Mẫu chỉ thấm nitơ	Mẫu thấm nitơ sau tôi và ram cao
38CrMoAl	216	724	772
42CrMo	218	572	642
CuPb15Sn5	104	-	-

Sau khi được thấm nitơ (nitrat hóa), tổ chức bề mặt mẫu thử sẽ phát sinh thay đổi, thứ tự cấu

trúc từ bề mặt đến lõi lần lượt là pha  $\epsilon$ ,  $\gamma$ ,  $\alpha$ -Fe chứa N và  $\alpha$ -Fe. Sự khuếch tán N trong vật liệu khi thấm nitơ được phân chia thành hai loại: khuếch tán phản ứng và khuếch tán tinh khiết. Sự khuếch tán tinh khiết phát sinh tại nơi có nồng độ nitơ thấp để tạo thành pha  $\alpha$ -Fe chứa N. Khi nồng độ N trên bề mặt tăng lên cùng với quá trình thấm nitơ diễn ra sẽ phát sinh khuếch tán phản ứng hình thành pha  $\epsilon$  và  $\gamma$ . Mặc dù lớp bề mặt chứa pha  $\epsilon + \gamma$  có độ cứng cao, chịu mài mòn tốt nhưng tương đối giòn, dễ dàng tách ra khỏi bề mặt kim loại cơ bản, không phù hợp làm vật liệu bề mặt cặp ma sát. Do đó, trong quá trình chế tạo đĩa phân phối sẽ tiến hành mài bề mặt sau khi thấm nitơ để loại đi lớp  $\epsilon + \gamma$ , chỉ để lại lớp khuếch tán  $\alpha$ -Fe chứa N có độ cứng cao và không bị tách ra khỏi bề mặt kim loại cơ bản.

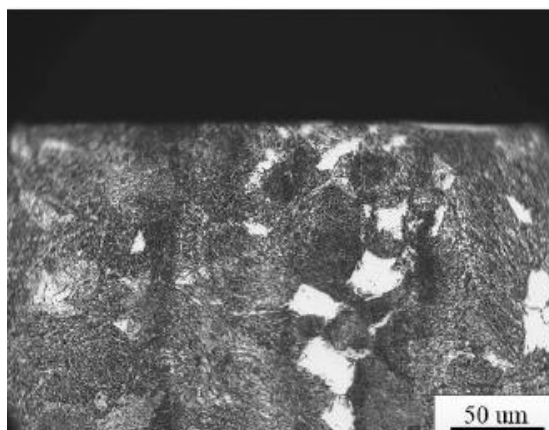
### 3 Nghiên cứu thử nghiệm đặc tính ma sát-mòn của cặp phân phối dựa trên vật liệu và công nghệ xử lý nhiệt

Trong khuôn khổ bài báo này, tác giả tiến hành thử nghiệm đặc tính ma sát-mài mòn tương đối của các mẫu được chế tạo từ vật liệu 38CrMoAl và 42CrM kết hợp với CuPb15Sn5 ở ba quy trình xử lý nhiệt: Không xử lý nhiệt, chỉ thấm nitơ và thấm nitơ sau tôi và ram cao, trong điều kiện giới hạn làm việc của cặp phân phối (áp lực 2,5 MPa và tần số vòng quay 1.800 vg/ph). Thông qua kết quả thực nghiệm ma sát-mài mòn, kết hợp với quan sát hình dáng bên ngoài và tổ chức tế vi bề mặt mẫu thử để phân tích ảnh hưởng của công nghệ xử lý nhiệt đối với đặc tính ma sát-mài mòn cặp phân phối và nguyên lý mài mòn.

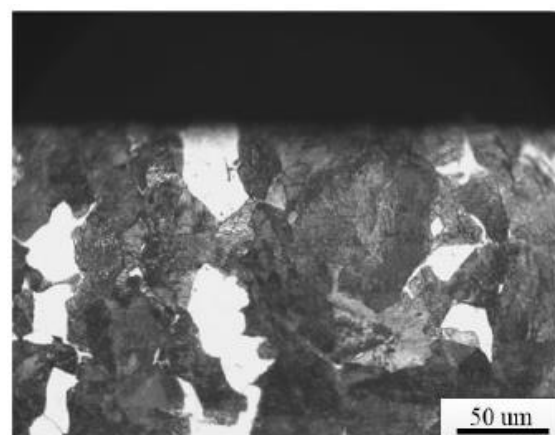
#### 3.1 Phân tích tổ chức bề mặt mẫu thử

Các mẫu thép được tẩm thực bằng dung dịch Nital 4% (axit  $\text{HNO}_3$  4% trong cồn). Tổ chức của các mẫu không qua xử lý nhiệt được cho trong hình 5. Thành phần pha gồm Ferit và Xementit. Ferit không dễ bị ăn mòn bởi dung dịch tẩm thực nên có màu sáng. Trong khi đó, Xementit là một phức hợp bao gồm Ferit và

Xementit cùng có dạng vảy được sắp xếp xen kẽ tạo thành. Bề mặt tiếp xúc giữa hai pha Ferit và Xementit dễ bị ăn mòn, nhưng do các vảy rất mỏng, không dễ phân biệt dưới kính hiển vi quang học, do vậy Peclit là phần có màu sắc tối hơn của mẫu thử sau tẩm thực [3-6].



a) 38CrMoAl



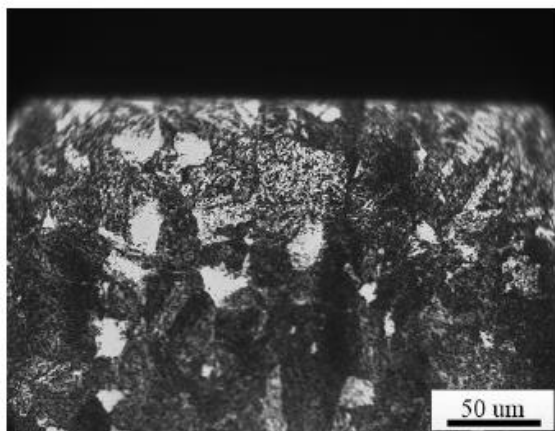
b) 42CrMo

Hình 5. Tổ chức mẫu thử không xử lý nhiệt

Tổ chức của các mẫu thử chỉ được thấm nitơ được cho trong hình 6. Thành phần pha của các mẫu vẫn được giữ nguyên là Ferit và Peclit. Sự khác biệt so với trước khi thấm nitơ là màu sắc pha tối đậm hơn. Điều này là do khi thấm nitơ, nguyên tử Cr của kim loại cơ bản dễ dàng kết hợp với nguyên tố N tạo thành CrN. Do sự tồn tại của CrN khiến số lượng nguyên tử Cr trong kim loại cơ bản giảm, Peclit dễ bị ăn mòn bởi dung dịch tẩm thực hơn, màu sắc đậm hơn.

Ngoài ra, sau khi thấm nitơ, do có sự tồn tại

của nguyên tố N, độ cứng của mẫu thử được cải thiện tốt hơn, độ cứng của mẫu 38CrMoAl tăng từ 216 lên 724 HV, độ cứng của mẫu 42CrMo cũng tăng từ 218 lên 572 HV. Sự khác biệt về độ cứng của mẫu 38CrMoAl và 42CrMo sau khi thấm nitơ là tương đối lớn, điều này là do sự có mặt của Al (~1%) trong 38CrMoAl. Trong quá trình thấm nitơ, nguyên tố N và Al tạo thành AlN rất cứng, dẫn đến độ cứng của 38CrMoAl cao hơn đáng kể so với 42CrMo.



a) 38CrMoAl

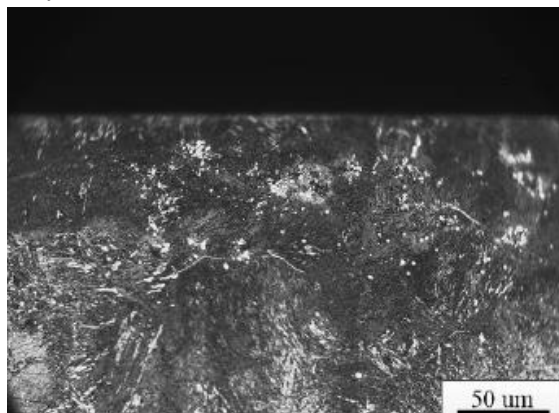


b) 42CrMo

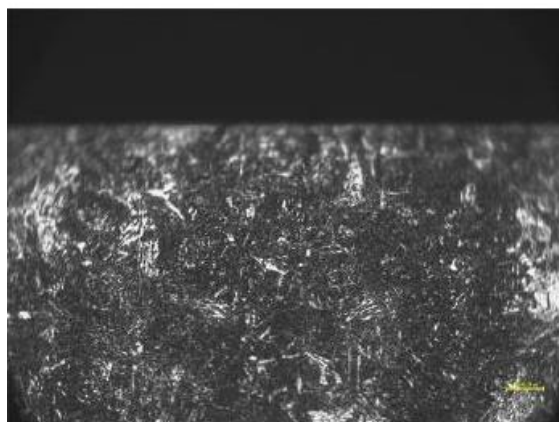
Hình 6. Tổ chức mẫu thử chỉ thấm nitơ

Tổ chức của các mẫu thử thấm nitơ sau khi tôi và ram cao được cho trong hình 7. Có thể nhận thấy, cấu trúc pha kim loại của các mẫu này so với các mẫu chỉ thấm nitơ có sự khác biệt rất lớn. Điều này là do các mẫu thép sau khi tôi ở 940°C và ram cao 640°C có thành phần pha là

Xócbit nhỏ mịn, là kết quả của quá trình chuyển biến từ mactenxit tôi sau khi ram cao.



a) 38CrMoAl



b) 42CrMo

Hình 7. Tổ chức mẫu thử thấm nitơ sau tôi và ram cao

Đĩa phân phối chế tạo từ thép có tổ chức Xócbit ram có cơ tính tổng hợp cao, với độ cứng, độ bền tương đối cao, đồng thời có độ dẻo dai tốt để có thể đáp ứng yêu cầu chịu tải trọng thay đổi cực lớn khi bơm piston làm việc.

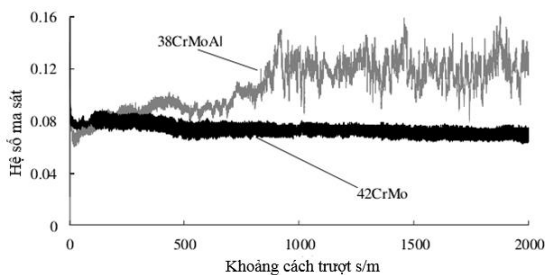
### 3.2 Phân tích đặc tính ma sát-mài mòn các mẫu thử ở các quy trình xử lý nhiệt khác nhau

#### a) Phân tích đặc tính ma sát

Đồ thị hệ số ma sát của các mẫu thử 38CrMoAl và 42CrMo không xử lý nhiệt kết hợp với mẫu vật liệu phối hợp CuPb15Sn5 được cho trong hình 8. Từ đồ thị đường biểu diễn hệ số ma sát của thí nghiệm mẫu 38CrMoAl cho thấy, khi bắt đầu thí nghiệm, hệ số ma sát



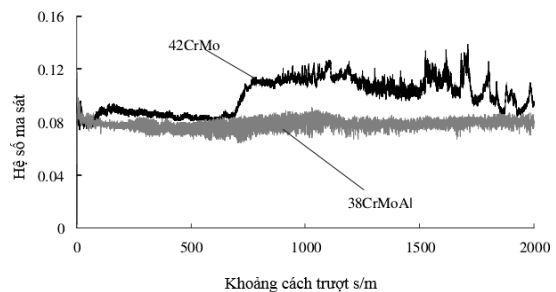
khoảng 0,06. Theo quá trình tiến hành thí nghiệm, hệ số ma sát tăng dần đến 0,1. Khi quãng đường trượt đạt đến 800 m, hệ số ma sát tăng nhanh đến 0,12 và dao động với biên độ lớn, giá trị cao nhất đạt đến 0,15, chứng tỏ điều kiện làm việc của cặp ma sát chuyển biến xấu. Với mẫu thép 42CrMo, quá trình thí nghiệm tương đối ổn định, hệ số ma sát có xu hướng giảm dần theo quá trình thí nghiệm từ 0,08 xuống 0,07 và không xuất hiện dao động. Qua so sánh đồ thị thực nghiệm có thể nhận thấy, đặc tính ma sát của các mẫu thép 38CrMoAl và 42CrMo không qua xử lý nhiệt có sự khác biệt rất lớn, đặc tính ma sát của mẫu 38CrMoAl tương đối kém.



Hình 8. Đồ thị biểu diễn hệ số ma sát mẫu thử không qua xử lý nhiệt

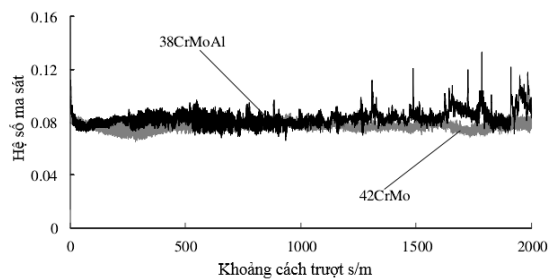
Đồ thị hệ số ma sát của mẫu thử 38CrMoAl và 42CrMo chỉ thấm nitơ kết hợp với mẫu CuPb15Sn5 được cho trong hình 9. Từ đồ thị cho thấy, với mẫu 38CrMoAl, khi bắt đầu thí nghiệm hệ số ma sát khoảng 0,08, giai đoạn bắt đầu thí nghiệm cặp ma sát hoạt động ổn định. Khi quãng đường trượt đạt đến 250 m, thí nghiệm bắt đầu xuất hiện tiếng ồn, hệ số ma sát có xu hướng tăng lên, tình trạng này tiếp tục cho tới khi quãng đường trượt đạt đến 1200 m. Sau đó, quá trình thí nghiệm tương đối ổn định, hệ số ma sát duy trì ở 0,08 và giữ nguyên cho đến kết thúc thí nghiệm. Hệ số ma sát trong quá trình thí nghiệm mẫu 42CrMo có sự biến đổi tương đối lớn. Khi bắt đầu thí nghiệm, hệ số ma sát từ 0,075 tăng lên 0,09, sau đó giảm dần cùng với quá trình thí nghiệm. Khi quãng đường trượt đạt đến 650 m, hệ số ma sát giảm xuống còn 0,08.

Lúc này cặp ma sát bắt đầu dao động và phát ra tiếng ồn chói tai, chứng tỏ rằng cặp ma sát bắt đầu bị mài mòn mạnh, khi đó hệ số ma sát tăng lên 0,11. Quá trình sau đó, hệ số ma sát dao động với biên độ rất lớn, nhưng nhìn chung đều có xu hướng giảm dần. Kết thúc thí nghiệm, hệ số ma sát giảm xuống còn 0,09.



Hình 9. Đồ thị biểu diễn hệ số ma sát mẫu thử chỉ xử lý thấm Nitơ

Đồ thị hệ số ma sát của mẫu thử 38CrMoAl và 42CrMo thấm nitơ sau tôi và ram cao kết hợp với mẫu CuPb15Sn5 được cho trong hình 10. Qua biểu đồ có thể nhận thấy, hệ số ma sát của mẫu 38CrMoAl tương đối ổn định, khi bắt đầu thí nghiệm là 0,08 và liên tục giữ nguyên cho đến kết thúc thí nghiệm. Tuy nhiên, khi quãng đường trượt đạt đến 100 m, hệ số ma sát có chút dao động, nhưng đến 400 m thì hết dao động, quá trình thí nghiệm sau đó cặp ma sát hoạt động ổn định.



Hình 10. Đồ thị biểu diễn hệ số ma sát mẫu thử xử lý thấm Nitơ sau tôi và ram cao

Với mẫu 42CrMo, hệ số ma sát dao động nhiều hơn so với mẫu 38CrMoAl, nhưng so với mẫu thí nghiệm chỉ thấm nitơ thì có mức độ cải thiện lớn hơn. Khi bắt đầu thí nghiệm, hệ số ma sát là 0,08. Khi quãng đường trượt đạt đến

300 m, hệ số ma sát bắt đầu dao động. Cùng với quá trình thí nghiệm, biên độ dao động tăng dần. Sau khi quãng đường trượt đạt đến 1300 m, cặp ma sát phát ra tiếng ồn lớn, chứng tỏ bôi trơn bên trong cặp ma sát đã không còn hiệu quả.

Thông qua so sánh đặc tính ma sát của các mẫu 38CrMoAl và 42CrMo kết hợp với CuPb15Sn5 ở ba quy trình xử lý nhiệt khác nhau, có thể sơ bộ nhận thấy sự khác biệt về đặc tính ma sát của 2 mẫu thử 38CrMoAl và 42CrMo. Thép 38CrMoAl có đặc tính ma sát rất kém khi không qua xử lý nhiệt, cặp ma sát làm việc không ổn định. Sau khi thấm nitơ, độ cứng tăng lên và đặc tính ma sát cũng được cải thiện ở mức độ nhất định, nhưng khi được thấm nitơ sau tôi và ram cao, đặc tính ma sát là tốt nhất, cặp ma sát hoạt động ổn định.

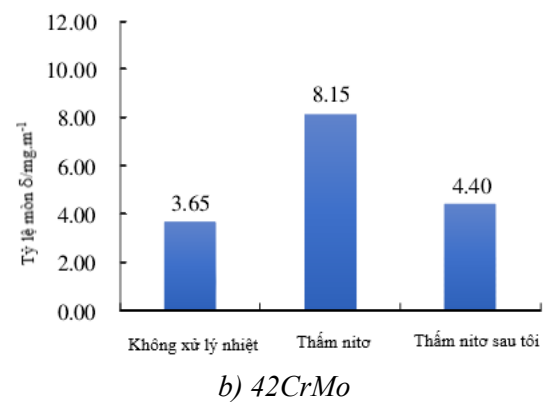
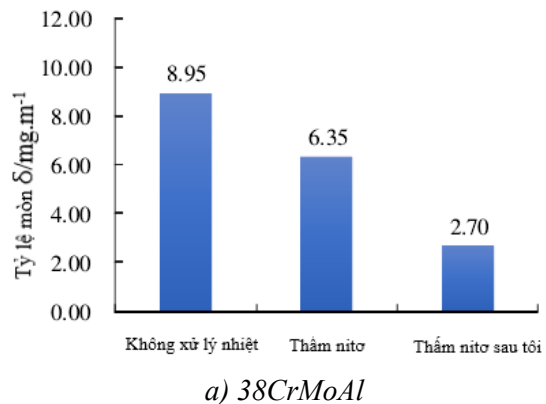
Với thép 42CrMo, đặc tính ma sát tốt nhất khi không qua xử lý nhiệt, cặp ma sát hoạt động ổn định, hệ số ma sát có xu hướng giảm dần khi thời gian làm việc tăng lên. Khi chỉ thấm nitơ, hoạt động của cặp ma sát không ổn định, cùng với quá trình thí nghiệm, cặp ma sát mất khả năng làm việc ban đầu do dao động mạnh. Trong khi thấm nitơ sau tôi và ram cao, đặc tính ma sát của thép 42CrMo có sự cải thiện rõ rệt, nhưng hoạt động vẫn không ổn định.

Từ việc so sánh đặc tính ma sát cho thấy, trong điều kiện làm việc hiện tại, đặc tính ma sát của mẫu chế tạo từ thép 38CrMoAl thấm nitơ sau tôi và ram cao kết hợp với CuPb15Sn5 là tốt nhất.

*b) Phân tích đặc tính mài mòn*

Từ đồ thị hình 11 có thể nhận thấy, tỷ lệ mòn thực nghiệm và kết quả hệ số ma sát có sự đồng nhất. Mẫu thép 38CrMoAl thấm nitơ sau khi tôi và ram cao có tỷ lệ mòn thấp nhất, so với mẫu không xử lý nhiệt và mẫu chỉ thấm nitơ lần lượt bằng 30,2% và 42,5%. Với thép 42CrMo, tỷ lệ mòn của cặp phân phối không xử lý nhiệt là thấp nhất, lần lượt bằng 44,8% và 83,0% tỷ lệ mòn

của mẫu chỉ thấm nitơ và của mẫu thấm nitơ sau khi tôi và ram cao.



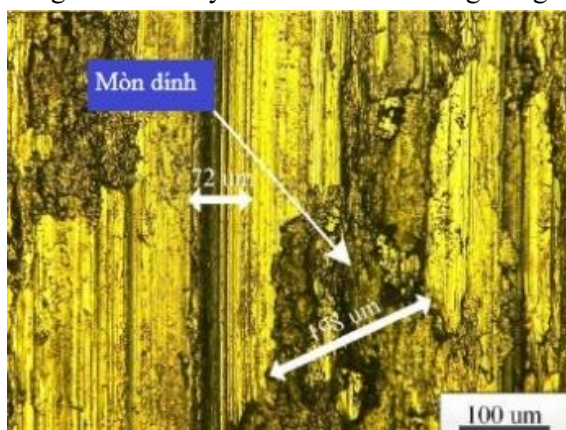
Hình 11. So sánh tỷ lệ mòn

Tổng hợp kết quả các thí nghiệm, có thể thấy rằng, đặc tính mài mòn của thép 38CrMoAl và 42CrMo với vật liệu kết hợp CuPb15Sn5 khác nhau tương đối lớn. Khi các mẫu 38CrMoAl và 42CrMo không qua xử lý nhiệt, tỷ lệ mòn của mẫu 38CrMoAl cao hơn so với mẫu 42CrMo và bằng 245%. Với các mẫu thấm nitơ, tỷ lệ mòn của mẫu 38CrMoAl thấp hơn và bằng 78% so với mẫu 42CrMo. Xử lý nhiệt thấm nitơ sau tôi và ram cao có thể cải thiện đặc tính ma sát-mài mòn của cả hai loại vật liệu 38CrMoAl và 42CrMo. Khi đó, tỷ lệ mòn của mẫu 38CrMoAl thấp nhất, bằng 61% so với mẫu 42CrMo.

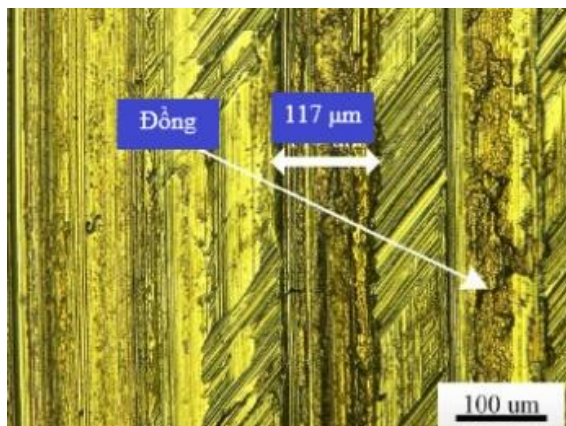
*c) Phân tích bề mặt mẫu sau thử nghiệm*

Quan sát hình thái bề mặt cặp mẫu thử mài mòn 38CrMoAl không xử lý nhiệt và

CuPb15Sn5 (hình 12), bề mặt các mẫu thử bị phá hủy nghiêm trọng. Bề mặt mẫu CuPb15Sn5 xuất hiện các vùng vật liệu bong tróc khỏi bề mặt mẫu thử do mòn dính với đường kính gần 200  $\mu\text{m}$ ; chiều rộng rãnh cày để lại trên bề mặt do mài mòn cũng vượt quá 70  $\mu\text{m}$ . Với mẫu thép 38CrMoAl, bề mặt gia công ban đầu bị mài mòn hoàn toàn, xuất hiện nhiều rãnh cày có chiều rộng gần 120  $\mu\text{m}$ ; những hạt đồng bị bong ra khỏi mẫu CuPb15Sn5 di chuyển đến bề mặt trong của rãnh cày hình thành nên màng đồng.



a) CuPb15Sn5



b) 38CrMoAl

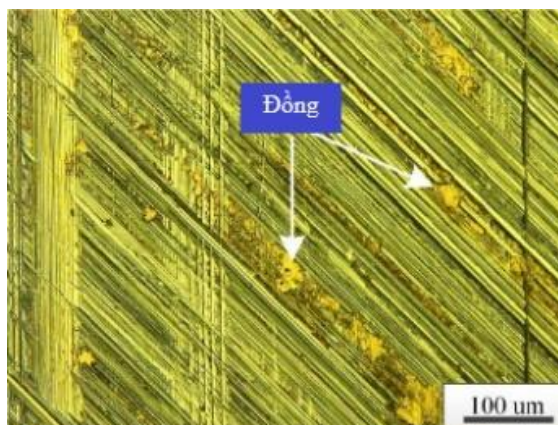
Hình 12. Bề mặt cặp mẫu thử 38CrMoAl không xử lý nhiệt và CuPb15Sn5 sau mài mòn

Hình thái bề mặt cặp mẫu thử mài mòn 42CrMo không xử lý nhiệt và CuPb15Sn5 được cho trên hình 13. Trên bề mặt mẫu CuPb15Sn5 xuất hiện nhiều vị trí mòn dính và có vết biến dạng dẻo trên một phần mẫu thử nhưng không

xuất hiện rãnh cày. Với mẫu 42CrMo, các hạt đồng sinh ra do mài mòn không tích tụ tập trung mà di chuyển phân tán đến những chỗ lõm của vùng nhấp nhô trên bề mặt mẫu thử, khiến bề mặt trở nên mịn hơn.



a) CuPb15Sn5

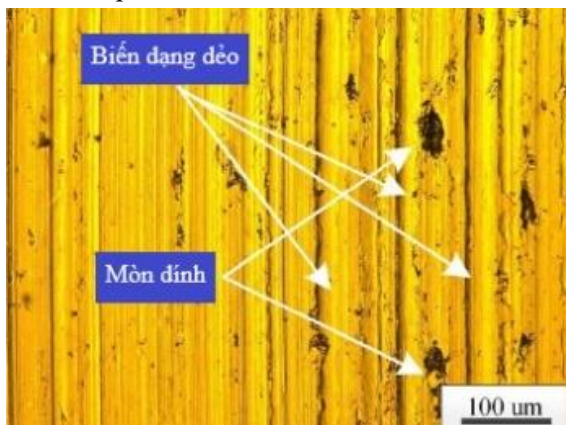


b) 42CrMo

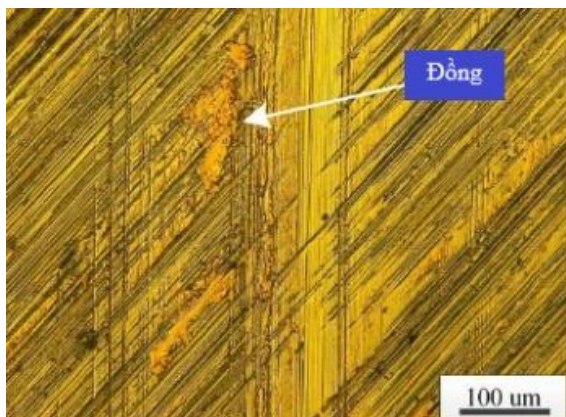
Hình 13. Bề mặt cặp mẫu thử 42CrMo không xử lý nhiệt và CuPb15Sn5

So sánh hình thái bề mặt của các mẫu 38CrMoAl và 42CrMo không xử lý nhiệt, có thể nhận thấy: Mặc dù độ cứng, thành phần pha, cấu trúc bề mặt của hai loại vật liệu gần như giống nhau nhưng đặc tính mài mòn rất khác nhau. Điều này là do các hạt đồng sinh ra do mài mòn sẽ bám vào bề mặt mẫu thử dưới, nhưng độ bám dính đối với hai loại vật liệu này không giống nhau. Ở bề mặt mẫu 38CrMoAl, đồng tích tụ tập trung tạo thành màng, trong quá trình mài mòn hình thành tiếp xúc đồng-đồng với bề mặt mẫu

thử trên CuPb15Sn5. Sự tiếp xúc của hai vật liệu giống nhau sẽ làm mòn dính nghiêm trọng hơn, khiến bề mặt mẫu thử trên nhanh chóng bị phá hủy. Biểu hiện cụ thể là hệ số ma sát trong quá trình mài mòn tăng đột ngột, đồng thời cặp ma sát xuất hiện dao động và phát sinh tiếng ồn, số lượng hạt đồng sẽ được sinh ra trên bề mặt ma sát lớn. Do những hạt đồng này không có cách nào thoát ra khỏi cặp ma sát, đồng thời độ cứng bề mặt của chúng nhỏ, nên mòn xảy ra ở cả hai bề mặt và phát sinh rãnh cày. Không giống như mẫu 38CrMoAl, các hạt đồng trên bề mặt mẫu 42CrMo không hình thành màng mà phân tán giữa các chỗ lõm của vùng nhấp nhô, khiến bề mặt vật liệu mịn hơn, không thúc đẩy mòn dính, bề mặt cặp ma sát ít bị mòn hơn.



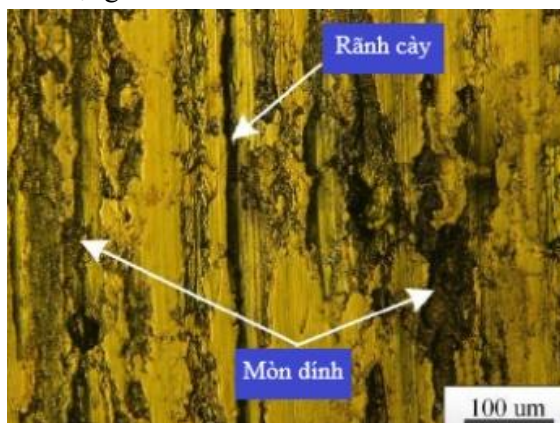
a) CuPb15Sn5



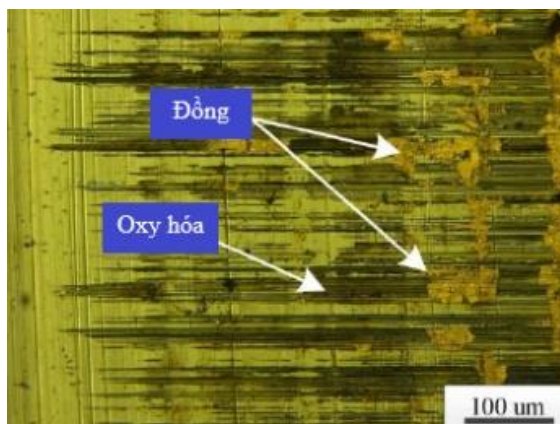
b) 38CrMoAl

Hình 14. Bề mặt cặp mẫu thử 38CrMoAl thấm nitơ và CuPb15Sn5

Hình thái bề mặt cặp mẫu thử mài mòn 38CrMoAl thấm nitơ và CuPb15Sn5 được cho trên hình 14. So với cặp mẫu mà mẫu thử dưới không xử lý nhiệt, mức độ mài mòn nhẹ hơn, rãnh cày trên bề mặt mẫu nông hơn. Tuy nhiên, trên bề mặt mẫu CuPb15Sn5 vẫn xuất hiện nhiều vị trí mòn dính, bị biến dạng dẻo. Mẫu 38CrMoAl không xuất hiện các vùng nhấp nhô, bề mặt nhẵn hơn, nhưng vẫn có các màng đồng tích tụ, dưới tác dụng của áp lực sẽ khiến bề mặt mẫu thử trên phát sinh mòn dính hoặc các vết biến dạng dẻo.



a) CuPb15Sn5



b) 42CrMo

Hình 15. Bề mặt cặp mẫu thử 42CrMo thấm nitơ và CuPb15Sn5

Hình thái bề mặt cặp mẫu thử mài mòn 42CrMo thấm nitơ và CuPb15Sn5 được cho trên hình 15. Trên bề mặt mẫu CuPb15Sn5 phát sinh mòn dính tương đối nghiêm trọng, một lượng

đồng lớn bị bong ra khỏi bề mặt mẫu, nhiều rãnh cày rộng xuất hiện, không còn phân biệt được phần vật liệu bề mặt mẫu ban đầu. Mẫu 42CrMo không xuất hiện các vùng nhấp nhô, có các màng đồng tích tụ, bề mặt mẫu bị chà xước và oxy hóa với diện tích rất lớn, gần như bao phủ toàn bộ vùng ma sát, chứng tỏ khi thực hiện thí nghiệm nhiệt độ bề mặt tương đối cao.

So sánh hình thái bề mặt của các mẫu 38CrMoAl và 42CrMo thấm nitơ, nhận thấy đặc tính ma sát-mài mòn của chúng rất khác nhau. Đặc tính ma sát-mài mòn của cặp phối hợp 38CrMoAl thấm nitơ và CuPb15Sn5 được cải thiện rất nhiều so với mẫu không xử lý nhiệt. Nguyên nhân chủ yếu là do độ cứng của mẫu sau khi thấm nitơ tăng từ 216 đến 724 HV, làm cho khả năng chịu mài mòn gia tăng đáng kể, bề mặt trơn nhẵn. Tuy nhiên, các hạt đồng sinh ra do mài mòn mẫu thử trên sẽ bám vào bề mặt của mẫu thử dưới, một mặt làm gia tăng mòn dính mẫu CuPb15Sn5, mặt khác sẽ ép nén làm phát sinh các vết biến dạng dẻo trên bề mặt mẫu thử trên.

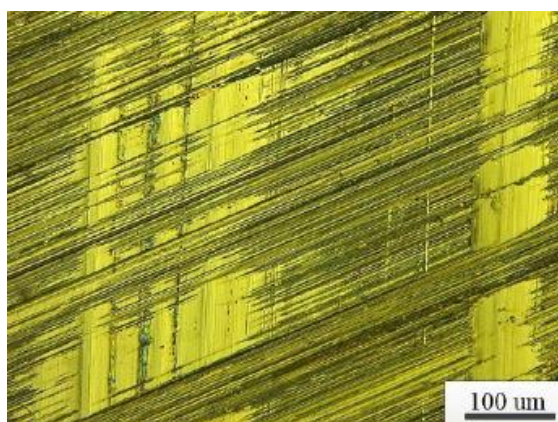
Với cặp mẫu thử 42CrMo thấm nitơ và CuPb15Sn5, số lượng màng đồng trên bề mặt mẫu thử dưới nhiều hơn, làm cho mức độ mài mòn của 42CrMo lớn hơn so với mẫu 38CrMoAl thấm nitơ. Do phát sinh mòn dính nghiêm trọng trên bề mặt mẫu CuPb15Sn5, hệ số ma sát tăng cao, cặp ma sát phát nhiệt càng cao, càng làm gia tăng thêm mài mòn của cặp ma sát. Đồng thời, bề mặt mẫu thử dưới phát sinh hiện tượng oxy hóa do nhiệt.

Hình thái bề mặt cặp mẫu thử mài mòn 38CrMoAl thấm nitơ sau tôi và ram cao và CuPb15Sn5 được cho trên hình 16. Có thể nhận thấy, mức độ mài mòn bề mặt mẫu thử sau thí nghiệm so với các mẫu của hai quy trình xử lý nhiệt trước là thấp hơn. Trên bề mặt mẫu CuPb15Sn5 chỉ phát sinh mòn dính nhẹ không phân biệt được bằng mắt thường, không xuất hiện rãnh cày rõ ràng và biến dạng dẻo. Toàn bộ

bề mặt mẫu 38CrMoAl trơn nhẵn, không phát hiện các màng đồng.



a) CuPb15Sn5

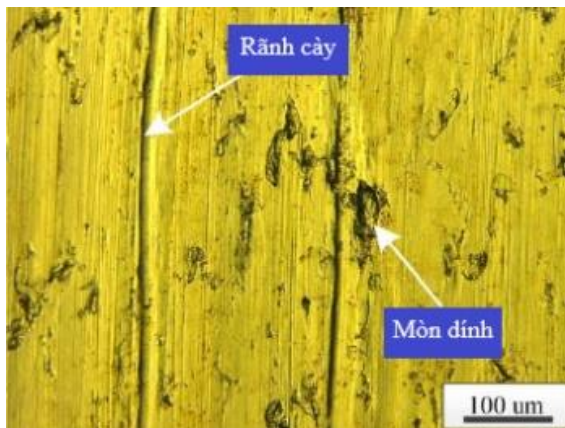


b) 38CrMoAl

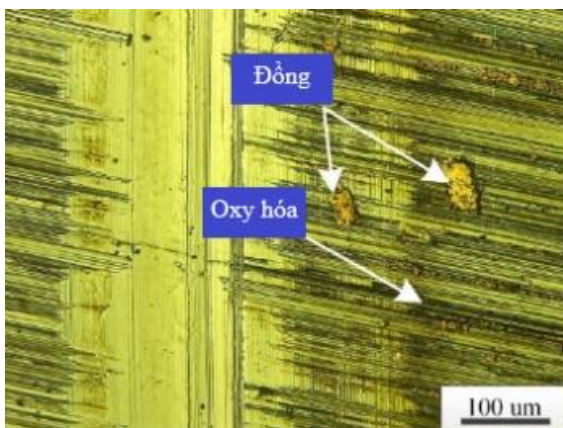
Hình 16. Bề mặt cặp mẫu thử 38CrMoAl thấm nitơ sau tôi và ram cao và CuPb15Sn5

Hình thái bề mặt cặp mẫu thử mài mòn 42CrMo thấm nitơ sau tôi và ram cao và CuPb15Sn5 thể hiện trên hình hình 17. Kiểu mài mòn của cặp ma sát tương tự như cặp mẫu thử 42CrMo chỉ thấm nitơ. Bề mặt mẫu CuPb15Sn5 vẫn phát sinh mòn dính và xuất hiện rãnh cày, nhưng mức độ đã giảm đáng kể, xuất hiện vết cào xước nhẹ. Chỉ có một lượng nhỏ hạt đồng bong ra bám vào bề mặt mẫu 42CrMo, diện tích vùng oxy hóa giảm nhiều.

Có thể thấy, sau quy trình thấm nitơ sau tôi và ram cao đã cải thiện rõ ràng đặc tính ma sát-mài mòn của vật liệu 38CrMoAl và 42CrMo so với các mẫu chỉ thấm nitơ. Đặc tính ma sát-mài



a) CuPb15Sn5



b) 42CrMo

Hình 17. Bề mặt cặp mẫu thử 42CrMo thấm nitơ sau tôi và ram cao và CuPb15Sn5

mòn của mẫu 38CrMoAl biểu hiện nổi trội hơn hẳn, bề mặt mẫu thử dưới có độ nhẵn bóng tốt, không có màng đồng do bề mặt mẫu thử trên chỉ phát sinh mòn dính nhẹ, không có rãnh cây rõ ràng. Trong điều kiện xử lý nhiệt này, cặp phân phối có khả năng chịu mài mòn và tuổi thọ tốt nhất. Đặc tính ma sát-mài mòn của mẫu 42CrMo tuy có kém hơn, nhưng cũng đã được cải thiện rõ rệt. Do đó, sử dụng quy trình tôi và ram cao như là một bước tiền xử lý trước khi thấm nitơ cho thép 38CrMoAl và 42CrMo có thể làm giảm nhẹ mức độ bám dính của đồng trên bề mặt, làm cải thiện đặc tính ma sát-mài mòn của cả hai loại vật liệu.

### 3.3 Phân tích cơ chế mài mòn các mẫu thử

Cặp ma sát tạo thành khi kết hợp giữa vật

liệu CuPb15Sn5 với 38CrMoAl hoặc 42CrMo làm việc trong điều kiện tốc độ cao thường sẽ có một quá trình ăn khớp tương đối ngắn. Trong thời gian ăn khớp, đỉnh của các nhấp nhô được mài bằng, khiến bề mặt nhẵn hơn, hệ số ma sát giảm. Công nghệ xử lý nhiệt sẽ có ảnh hưởng lớn đến giai đoạn mài mòn ổn định sau khi kết thúc giai đoạn ăn khớp, tức là ảnh hưởng đến đặc tính ma sát-mài mòn của cặp ma sát [6-8].

Với mẫu thử 38CrMoAl không được xử lý nhiệt, khả năng chịu mài mòn của cặp phân phối là kém nhất. Khi bắt đầu thí nghiệm, các hạt đồng bong ra từ mẫu CuPb15Sn5 ra do mài mòn sẽ bám dính vào bề mặt mẫu thử dưới và dần tích tụ thành màng. Cặp ma sát xuất hiện tiếp xúc đồng-đồng, gây ra mòn dính trên bề mặt mẫu thử trên, làm gia tăng thêm mức độ xù xì của bề mặt. Do sự chênh lệch độ cứng của cặp ma sát tương đối nhỏ, sẽ tạo rãnh cây bề mặt mẫu 38CrMoAl, dẫn đến gia tăng độ mài mòn của cặp ma sát. Trong khi đó, bề mặt mẫu 42CrMo không có quá nhiều sự tích tụ màng đồng mà phân bố tương đối phân tán giữa các đỉnh nhấp nhô trên toàn bộ mặt bề mặt, không dễ phát sinh tiếp xúc tiếp xúc đồng-đồng, do đó ít xuất hiện mòn dính.

Khi các mẫu thử được thấm nitơ, tổ chức bề mặt có sự thay đổi, độ cứng tăng cao, khả năng chịu mài mòn được cải thiện. Đối với mẫu 38CrMoAl, đồng tích tụ thành các màng trên bề mặt dễ phát sinh mòn dính với mẫu CuPb15Sn5 hoặc ép nén khiến nó phát sinh biến dạng dẻo. Nhưng do độ cứng của mẫu 38CrMoAl rất cao, bề mặt mẫu thử trên bị phá hủy mài mòn sẽ không phát sinh các rãnh cây trên bề mặt mẫu thử dưới. Với mẫu 42CrMo, sự tích tụ đồng trên bề mặt cao hơn trên 38CrMoAl, do vậy mòn dính nghiêm trọng hơn. Khi mòn dính xảy ra, sự biến dạng, xù xì của bề mặt mẫu thử sẽ khiến hệ số ma sát và nhiệt độ bề mặt tăng cao, bề mặt mẫu thử dưới bị chà xước và oxy hóa nghiêm trọng.

Khi mẫu thử 38CrMoAl và 42CrMo trải qua quá trình thấm nito sau khi tôi và ram cao, tổ chức bề mặt được tinh hóa, sự phân bố cacbit đồng đều, các đặc tính bề mặt được cải thiện, do đó giảm tính bám dính của các hạt đồng trên bề mặt. Trong quá trình thử nghiệm mẫu 38CrMoAl, hầu như không có sự xuất hiện của các màng đồng trên bề mặt, mẫu CuPb15Sn5 chỉ bị mòn dính nhẹ, không xuất hiện biến dạng dẻo và rãnh cây, độ sáng bóng bề mặt rất tốt. Bề mặt mẫu 42CrMo cũng chỉ có một lượng nhỏ màng đồng. Do vậy, đặc tính ma sát-mài mòn của các cặp ma sát được cải thiện tương đối lớn so với mẫu chỉ được thấm nito.

#### 4 Kết luận

Môi trường làm việc của bơm piston hướng trục rất phức tạp, chịu tác động của tải trọng trong thời gian dài, đặc biệt là bơm piston dùng trong các thiết bị máy công trình hoặc điều kiện làm việc áp suất lớn, tốc độ cao, làm cho màng dầu bôi trơn của cặp phân phối bị nứt vỡ. Sau khi màng dầu nứt vỡ, cặp phân phối làm việc trong điều kiện bôi trơn biên, lực ma sát tiếp xúc trực tiếp giữa bề mặt bloc xilanh và đĩa phân phối tương đối lớn, lại thêm tốc độ làm việc cao của bơm piston, do vậy cặp ma sát càng dễ phát sinh mài mòn. Bài báo này sử dụng phương pháp

nghiên cứu thực nghiệm, dựa trên cơ sở nguyên lý làm việc của cặp phân phối bơm piston hướng trục kiểu đĩa nghiêng: Điều kiện thí nghiệm tốc độ cao sát với điều kiện làm việc thực tế của bơm piston hướng trục; nghiên cứu về đặc tính ma sát-mài mòn của những vật liệu thường dùng chế tạo cặp phân phối bơm piston, về ảnh hưởng của vật liệu và công nghệ xử lý nhiệt đối với đặc tính ma sát-mài mòn của cặp phân phối. Cụ thể: Điều kiện thí nghiệm áp lực 2,5 MPa và tần số vòng quay 1.800 vg/ph; nghiên cứu đặc tính ma sát-mài mòn của cặp phân phối đối với các vật liệu nền 38CrMoAl và 42 CrMo với ba quy trình xử lý nhiệt khác nhau (không xử lý nhiệt, chỉ thấm nito và thấm nito sau khi tôi và ram cao) và vật liệu kết hợp CuPb15Sn5.

Thông qua kết quả thực nghiệm ma sát-mài mòn, kết hợp với quan sát hình dáng bên ngoài và tổ chức tế vi bề mặt mẫu thử, chứng minh quy trình xử lý nhiệt ảnh hưởng rất lớn đến đặc tính ma sát-mài mòn của cặp phân phối, đồng thời cho thấy đặc tính ma sát-mài mòn của hai loại vật liệu 38CrMoAl và 42 MoCr rất khác nhau. Ở điều kiện thí nghiệm, cặp phân phối được tạo thành bởi vật liệu 38CrMoAl thấm nito sau tôi và ram cao và CuPb15Sn5 có đặc tính ma sát-mài mòn tốt nhất.

#### TÀI LIỆU THAM KHẢO

1. Nguyễn Đăng Bình, Phan Quang Thế. Ma sát-mài mòn và bôi trơn trong kỹ thuật, Tập 1,2. Hà Nội: NXB Khoa học và Kỹ thuật. 2006.
2. Nghiêm Hùng. Kim loại học và nhiệt luyện. NXB Đại học và trung học chuyên nghiệp, 1973.
3. Nguyễn Văn Thái, Nguyễn Hữu Dũng, Phạm Quang Lộc, Bùi Chương, Nguyễn Anh Dũng. Công nghệ vật liệu. NXB Khoa học và Kỹ thuật.
4. Nguyễn Doãn Ý. Giáo trình ma sát, mòn, bôi trơn (Tribology). Hà Nội: NXB Xây dựng. 2005.
5. Nguyễn Thị Yên. Giáo trình vật liệu cơ khí và công nghệ cơ khí. NXB Hà Nội. 2005.
6. 戴雄杰. 摩擦学基础 [M]. 上海: 上海科学技术出版社, 1990.
7. 温诗铸, 黄平. 摩擦学原理(第 4 版)[M]. 清华大学出版社有限公司, 2012.
8. 何奖爱, 王玉玮. 材料磨损与耐磨材料[M]. 沈阳: 东北大学出版社, 2001.
9. 向伦凯. 轴向柱塞泵球面配流副润滑特性理论研究及其参数优化[D]. 南京: 南京航空航天大学, 2016.

10. 张晋, 龚学知, 胡建军, 等. 轴向柱塞泵配流分析用湍流模型探析[J]. *机械工程学报*, 2018, 54(18). 204-211.
11. 姜继海, 高丽新. 轴向柱塞泵摩擦副材料的摩擦磨损实验研究[J]. *机床与液压*, 2015, 43(11). 1-4.
12. 王显彬, 王耀华. 轴向柱塞泵摩擦副材料匹配性能的磨损实验研究[J]. *机电产品开发与创新*, 2016, 29(06). 124-126.
13. 陈旭斌. 轴向柱塞泵配流副低速下摩擦磨损特性研究[D]. 杭州: 浙江大学, 2017.
14. 艾青林. 轴向柱塞泵配流副润滑特性的试验研究[D]. 杭州: 浙江大学, 2005.



# NGHIÊN CỨU THIẾT KẾ, LẮP ĐẶT HỆ THỐNG THỬ NGHIỆM TƯƠNG THÍCH ĐIỆN TỪ CHO BẾP ĐIỆN TỬ VÀ ĐÈN CHIẾU SÁNG SỬ DỤNG CÔNG NGHỆ LED

*ThS. Phạm Quang Vũ – Viện Cơ khí Năng lượng và Mỏ - Vinacomin*

**Tóm tắt:** Điện từ trường (Electromagnetic Fields – EMFs) là một dạng vật chất đặc trưng cho sự tương tác giữa các hạt mang điện. EMFs biến thiên truyền đi trong không gian tạo thành sóng điện từ. Sóng điện từ mang theo năng lượng có thể lan truyền và xuyên qua mọi vật cản, tác động lên cơ thể con người và các thiết bị điện khác đặt xung quanh. Việc đánh giá các mức tác động của sóng điện từ đến con người và các thiết bị điện là rất cần thiết. Nội dung bài báo tập trung vào nghiên cứu lắp đặt các trang thiết bị đo kiểm mức độ điện từ trường gây ra bởi các sản phẩm cụ thể là bếp điện từ và đèn LED có vượt quá mức giới hạn theo tiêu chuẩn hay không, từ đó đưa ra kết luận cho các sản phẩm được kiểm tra có đáp ứng về giới hạn tương thích điện từ theo các tiêu chuẩn hiện hành.

**Từ khóa:** Điện từ trường, sóng điện từ, thử nghiệm tương thích điện từ.

## 1 Đặt vấn đề

Ngày nay, với sự phát triển mạnh mẽ của cuộc cách mạng công nghiệp 4.0, các loại thiết bị điện tử phát triển một cách nhanh chóng, đa dạng về chủng loại, mẫu mã và tính năng. Bếp điện từ, đèn chiếu sáng (sử dụng công nghệ LED) là những sản phẩm không thể thiếu trong cuộc sống thường ngày, tuy nhiên tác động của chúng lên sức khỏe con người và các thiết bị điện, điện tử khác chưa được quan tâm một cách sâu sắc.

Việc kiểm soát mức độ tương thích điện từ của các sản phẩm này rất quan trọng, giúp các nhà sản xuất, nhà thiết kế đưa ra các sản phẩm có chất lượng và độ an toàn cao. Ngoài ra, việc nghiên cứu và phát triển thử nghiệm an toàn điện từ trường còn nhằm kiểm soát các sản phẩm sử dụng trong ngành khai thác mỏ, năng lượng trước khi đưa vào sử dụng.

## 2 Nội dung nghiên cứu

### 2.1 Thiết bị đo và phòng che chắn sóng điện từ

1) *Lựa chọn và thiết kế thiết bị thử nghiệm phù hợp với tiêu chuẩn*

- Máy thu đo 9010F: Phù hợp với Điều 4 và Điều 6 của TCVN 6989-1-1:2008 với các thông số như sau:

**Bảng 1: Bảng so sánh thông số máy thu đo 9010F với yêu cầu của TCVN 6988-1-1:2008**

Thông số	Yêu cầu	Máy thu đo 9010F
Dải tần số, MHz	0,009 - 30	0,010 - 30
$Z_{in}, \Omega$	50	50
Độ rộng băng tần (9 - 150 kHz), kHz	0,2	0,2
Độ rộng băng tần (0,15-30 MHz), kHz	9	9

- Máy thu đo mở rộng 9030: Phù hợp với Điều 4 và Điều 6 của TCVN 6989-1-1:2008 với các thông số như sau:

**Bảng 2: Bảng so sánh thông số máy thu đo 9030 với yêu cầu của TCVN 6988-1-1:2008**

Thông số	Yêu cầu	Máy thu đo 9030
Dải tần số, MHz	0,009-1.000	30-3.000
VSWR (hệ số điện áp sóng đứng) khi độ suy hao RF = 0 dB	$\leq 2$	$\leq 2$
Độ rộng băng tần (30-1.000 MHz), kHz	120	120

- Bộ phân tích nhiễu CA0010 (tích hợp mạng nguồn giả Lisn): Bộ phân tích nhiễu phù hợp với Điều 10, mạng nguồn giả phù hợp với Điều 4 của TCVN 6989-1-2:2008 với các thông số:

**Bảng 3: Bảng so sánh thông số bộ phân tích nhiễu CA0010 với yêu cầu của TCVN 6989-1-2:2008**

Thông số	Yêu cầu	Bộ phân tích nhiễu CA0010
Đo nhiễu không liên tục tại các tần số	150kHz, 500kHz, 1,4MHz, 30MHz	150kHz, 500kHz, 1,4MHz, 30MHz
$Z_{in}, \Omega$	50	50
Thông số	Yêu cầu	Mạng nguồn giả Lisn
Dải tần số, MHz	0,15 - 30	0,15 - 30
Mạch tương đương	50Ω//50μH	50Ω//50μH

- Hệ thống anten vòng: Phù hợp với TCVN 6989-1-4:2010.

**Bảng 4: Bảng so sánh thông số hệ thống anten vòng với yêu cầu của TCVN 6988-1-4:2010**

Thông số	Yêu cầu	Hệ thống anten vòng
Dải tần số hoạt động, MHz	0,009 - 30 (Các cấp đồng trục 50Ω đều được trang bị lớp hấp thụ ferit)	0,009 - 30 (Các cấp đồng trục 50Ω đều được trang bị lớp hấp thụ ferit)
Đường kính của anten vòng, m	2 (Trên mỗi anten vòng lớn đều có đầu dò dòng điện có độ nhạy là 1 V/A trong dải tần từ 0,009 - 30MHz)	2 (Trên mỗi anten vòng lớn đều có đầu dò dòng điện có độ nhạy là 1V/A trong dải tần từ 0,009 - 30MHz)

- Thiết bị tách ghép nhiễu điện từ: Phù hợp với CISPR 16-1-2:2014.

**Bảng 5: Bảng so sánh thông số thiết bị tách ghép nhiễu điện từ với yêu cầu của CISPR 16-1-2:2014**

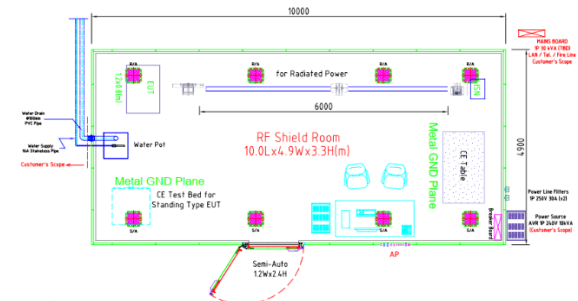
Thông số	Yêu cầu	Thiết bị tách ghép nhiễu điện từ
Dải tần số hoạt động, MHz	30 - 300	30 - 300

Trở kháng phương thức chung, $\Omega$	150 +10/-20	150 +10/-20
Góc pha, độ	0 ± 25	0 ± 25
Trở kháng phương thức vi sai, $\Omega$	100 ±20	100 ±20
Hệ số chia điện áp, dB	20 ± 1.5	20 ± 1.5
Kiểu kết nối	BNC, 50Ω	BNC, 50Ω

- Các thiết bị khác: Kẹp hấp thụ phù hợp với TCVN 6989-1-3:2008; hệ thống di chuyển kẹp hấp thụ phù hợp với TCVN 6989-1-3:2008.

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

- Kích thước: Kích thước và cách bố trí phòng che chắn sóng điện từ được thể hiện trên hình 1:



*Hình 1: Kích thước và bố trí phòng che chắn sóng điện từ*

- Hiệu quả che chắn: Đáp ứng được theo MIL-STD-285 và IEEE-299.

- Kết cấu thép: Sử dụng các tấm thép mạ kẽm nhưng nóng dày 2 mm.

- Hệ thống cửa: Sử dụng loại cửa Semi-auto Pneumatic có kích thước 1,2 x 2,4 m.

- Sàn: Có 3 đặc điểm chính:

+ Gồm các tấm thép mạ kẽm nhưng nóng được liên kết với nhau bằng bulong và lưới dẹt kim;

+ Được thiết kế để tương thích với tải điểm và tổng tải của EUT, chịu được tải 1.000 kg/m<sup>2</sup>;

+ Các tấm thép mạ kẽm nhưng nóng dày 2 mm được đính xuống sàn gỗ nhân tạo và được nối đất ở 4 góc của phòng.

- Bộ lọc nguồn lưới: Đáp ứng MIL-STD-220, cụ thể: >100 dB tại tần số 14 kHz đến 18 GHz.

- Bộ lọc đường báo khói, đường Internet và đường điện thoại.
- Đèn Led chiếu sáng không gây nhiễu.
- Bảng kết nối các chuẩn kết nối trong và ngoài phòng che chắn sóng điện từ.
- Giấy tổ ong (Honeycombs) và lỗ thông gió: Đảm bảo hiệu quả chống nhiễu.
- Đường cấp và xả nước.

**2.2 Thử nghiệm các sản phẩm cụ thể**

**1. Sản phẩm bếp từ**

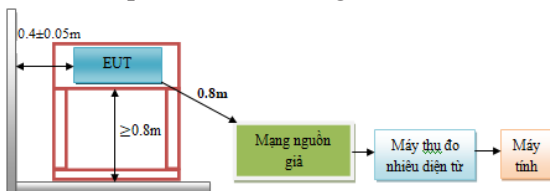
**a) Các đại lượng cần đo**

Căn cứ theo tiêu chuẩn thử nghiệm tương thích điện từ TCVN 7492-1:2018 (Phần 1: Phát xạ), các đại lượng cần đo và thiết bị đo được xác định cụ thể ở bảng 1 như sau:

**Bảng 6: Các đại lượng cần đo và thiết bị đo**

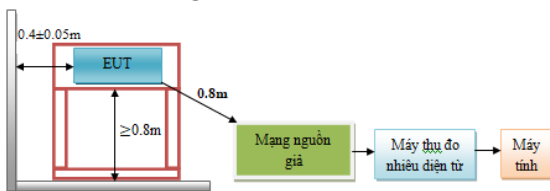
Đại lượng cần đo	Thiết bị đo
Điện áp nhiễu đầu nối nguồn lưới trong dải tần số 0,009 - 30MHz	- Mạng nguồn giả Lisen - Máy thu đo
Nhiều không liên tục (Click) trong dải tần số 0,15 - 30 MHz	- Mạng nguồn giả Lisen - Bộ phân tích nhiễu - Máy thu đo
Công suất nhiễu trong dải tần số 30 - 300 MHz	- Kẹp hấp thụ - Máy thu đo - Bàn trượt kẹp
Nhiều bức xạ trong dải tần số 0,009 - 30 MHz	- Máy thu đo - Hệ thống anten vòng

- Đo điện áp nhiễu đầu nối nguồn lưới:



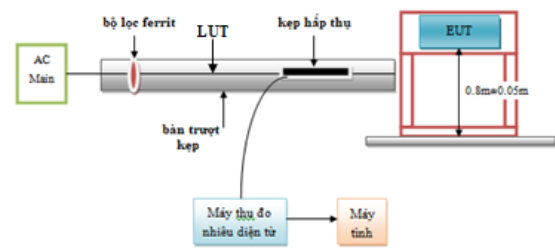
Hình 2: Sơ đồ đo điện áp nhiễu

- Đo nhiễu không liên tục:



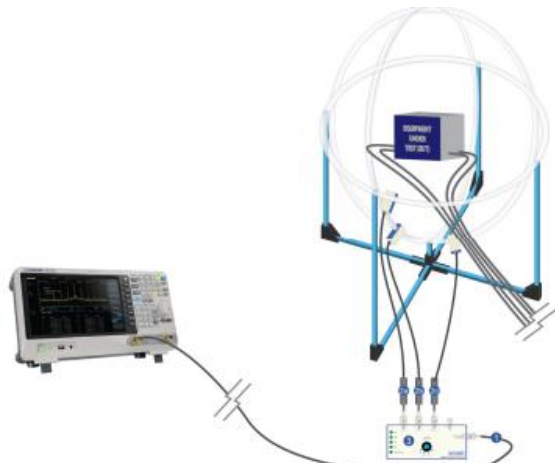
Hình 3: Sơ đồ đo nhiễu không liên tục

- Đo công suất nhiễu:



Hình 4: Sơ đồ đo công suất nhiễu

- Đo nhiễu bức xạ:



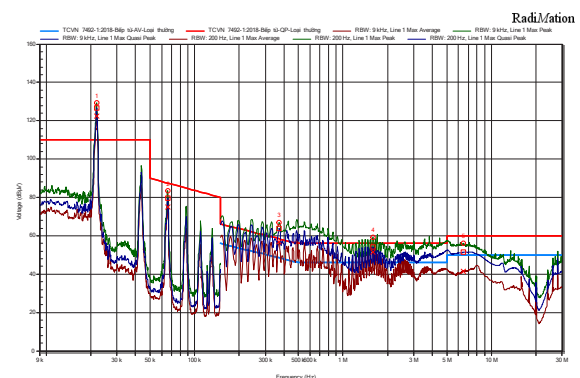
Hình 5: Sơ đồ đo nhiễu bức xạ

b) Phần mềm đo

Sử dụng phần mềm RadiMation EMC và phần mềm PMM Click Analysis.

c) Kết quả đo

Kết quả thử nghiệm tương thích điện từ cho sản phẩm bếp điện từ theo TCVN 7492-1:2018: - Kết quả đo nhiễu liên tục tại đầu nối nguồn lưới:

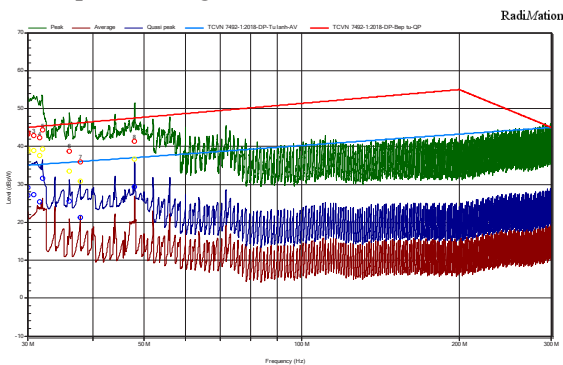


Hình 6: Kết quả đo nhiễu liên tục tại đầu nối nguồn lưới

**Bảng 7: Bảng kết quả đo nhiễu liên tục tại đầu nối nguồn lưới**

Peak Number	Frequency (kHz)	Peak Value (dBμV)	Average Value (dBμV)	Average Limit (dBμW)
1	21,859	129,26	122,53	-
Quasi-Peak Value (dBμW)	Quasi-Peak Limit (dBμW)	Quasi-Peak Difference (dB)	Average Difference (dB)	Status
126,48	110	16,5	-	Fail

- Kết quả đo công suất nhiễu:



Hình 7: Kết quả đo công suất nhiễu

**Bảng 8: Bảng kết quả đo công suất nhiễu**

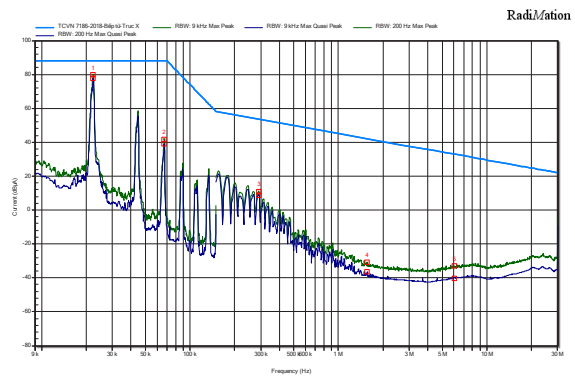
Peak Number	Frequency (MHz)	Peak Value (dBμW)	Average Value (dBμW)	Quasi-Peak Value (dBμW)
1	30	43,2	27,1	38,8
Average Limit (dBμW)	Quasi-Peak Limit (dBμW)	Status	Distance (m)	
35,0	45,0	Pass	2,22	

- Kết quả đo nhiễu không liên tục:

**Bảng 9: Kết quả đo nhiễu không liên tục**

Frequency (MHz)	Limit (dBμW)	≤10ms	≤20ms	≤0,2s	
0,15	66,0	0	0	0	
0,50	56,0	0	0	0	
From Exception E4	Other than click (ms)	Total Clicks	Time (min.)	N rate	+Lq (dB)
0	0	0	120,0	0,0	Pass
0	0	0	120,0	0,0	Pass

- Kết quả đo nhiễu bức xạ:



Hình 8: Kết quả đo nhiễu bức xạ

**Bảng 10: Bảng kết quả đo nhiễu bức xạ**

Peak Number	Frequency (kHz)	Peak (dBμA)	Quasi-Peak (dBμA)	Quasi-Peak Limit (dBμA)	Quasi-Peak Difference (dB)	Status
1	22,222	80	77,5	88	-10,5	Pass

\* **Kết luận:** Mẫu bếp từ không đạt theo TCVN 7492-1:2010.

2. Sản phẩm đèn chiếu sáng công nghệ LED

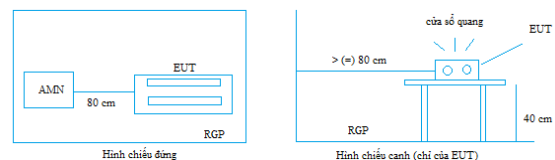
a) Các đại lượng cần đo

Theo tiêu chuẩn thử nghiệm tương thích điện từ TCVN 7186-1:2018, các đại lượng cần đo và thiết bị đo được xác định cụ thể như sau:

**Bảng 11: Các đại lượng cần đo và thiết bị đo**

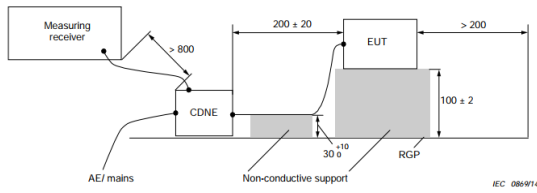
Đại lượng cần đo	Thiết bị đo
Điện áp nhiễu đầu nối nguồn lưới trong dải tần số 0,009 - 30 MHz	- Mạng nguồn giả Lisn - Máy thu đo
Nhiều bức xạ phương pháp CDNE trong dải tần số 30 - 300 MHz	- Máy thu đo - Thiết bị tách ghép nhiễu điện từ
Nhiều bức xạ LLAS trong dải tần số 0,009 - 30MHz	- Máy thu đo - Hệ thống anten vòng

- Đo điện áp nhiễu đầu nối nguồn lưới:



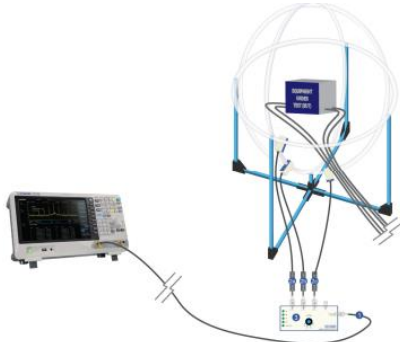
Hình 9: Sơ đồ đo điện áp nhiễu

- Đo nhiễu bức xạ phương pháp CDNE:



Hình 10: Sơ đồ đo nhiễu bức xạ

- Đối với phép đo nhiễu bức xạ LLAS:



Hình 11: Sơ đồ đo nhiễu bức xạ LLAS

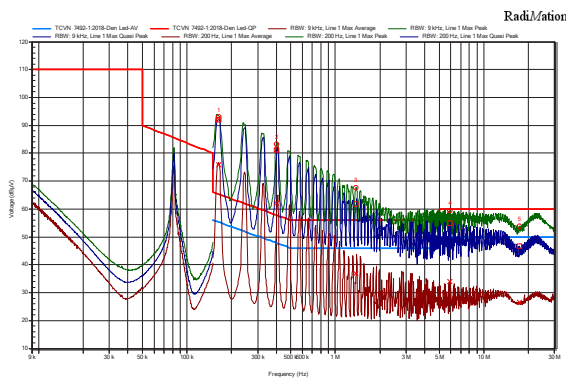
b) Phần mềm đo

Sử dụng phần mềm RadiMation và phần mềm PMM Click Analysis.

c) Kết quả đo

Kết quả thử nghiệm tương thích điện từ với sản phẩm đèn LED theo TCVN 7186-1:2018:

- Kết quả đo nhiễu liên tục tại đầu nối nguồn lưới:

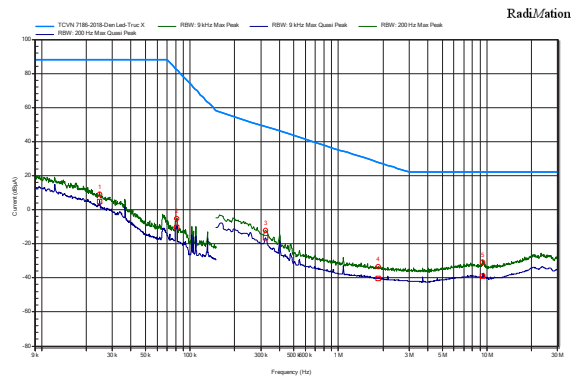


Hình 12: Kết quả đo nhiễu liên tục tại đầu nối nguồn lưới

Bảng 12: Bảng kết quả đo nhiễu liên tục tại đầu nối nguồn lưới

Peak Number	Frequency (kHz)	Peak Value (dBμV)	Average Value (dBμV)	Average Limit (dBμW)
1	164,313	93	75,8	55,2
Quasi-Peak Value (dBμW)	Quasi-Peak Limit (dBμW)	Quasi-Peak Difference (dB)	Average Difference (dB)	Status
91,9	65,2	26,7	20,6	Fail

- Kết quả đo nhiễu bức xạ LLAS:

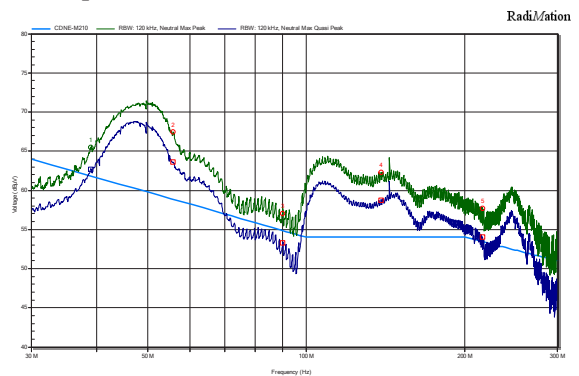


Hình 13: Kết quả đo nhiễu bức xạ LLAS

Bảng 13: Bảng kết quả đo nhiễu bức xạ LLAS

Peak Number	Frequency (kHz)	Peak (dBμA)	Quasi-Peak (dBμA)	Quasi-Peak Limit (dBμA)	Quasi-Peak Difference (dB)	Status
1	24,63	9,2	4,7	88	-83,3	Pass

- Kết quả đo nhiễu bức xạ CDNE:



Hình 13: Kết quả đo nhiễu bức xạ CDNE

**Bảng 13: Bảng kết quả đo  
nhiều bức xạ CDNE**

Peak Number	Frequency (MHz)	Peak (dBµV)	Quasi-Peak (dBµV)	Quasi-Peak Limit (dBµV)	Status	LISN
1	38,977	65,5	62,7	61,8	Fail	Neutral

\* **Kết luận: Mẫu đèn LED không đạt theo TCVN 7186:2018.**

**3 Kết luận**

Các thiết bị đo kiểm đồng bộ, phần mềm thử nghiệm được lập trình tự động cho ra kết quả đo với độ chính xác cao, đáng tin cậy, đáp ứng theo TCVN 7492-1:2018 (tiêu chuẩn bếp từ) và TCVN 7186:2018 (tiêu chuẩn đèn LED). Song song với hệ thống đo kiểm trên, quy trình đo đối với các chỉ tiêu kỹ thuật cũng được chi tiết hóa từng bước nhằm tối đa hóa hiệu quả của việc đo lường sản phẩm.

Việc chi tiết hóa các giá trị đo của từng chỉ tiêu đó giúp đánh giá các sản phẩm cần thử nghiệm một cách chính xác, tạo điều kiện thuận lợi cho việc thiết kế lại nếu các sản phẩm lỗi, không đáp ứng tiêu chuẩn đặt ra.

Bên cạnh đó, việc đánh giá sự phù hợp đối với kiểm tra tương thích điện từ là bắt buộc trong thị trường lớn của thế giới. Thử nghiệm tương thích điện từ là quá trình thiết yếu để đáp ứng các yêu cầu pháp lý, nâng cao hiệu quả của sản phẩm và giảm rủi ro về sự không phù hợp khi tham gia vào thử nghiệm tương thích điện từ, các thiết bị điện và điện tử phải đạt được mức giới hạn cho phép theo tiêu chuẩn mới được lưu hành và sử dụng, từ đó sẽ giảm được chi phí và nâng cao hiệu quả sản xuất cho doanh nghiệp.

**TÀI LIỆU THAM KHẢO**

1. Tiêu chuẩn quốc gia TCVN 7492-1:2018 – Tương thích điện từ , yêu cầu đối với thiết bị điện gia dụng, dụng cụ điện và các thiết bị tương tự. Phần 1: Phát xạ.
2. Tiêu chuẩn quốc gia TCVN 6989-1-1:2008 – Yêu cầu kỹ thuật đối với thiết bị đo và phương pháp đo nhiễu và miễn nhiễm tần số radio. Phần 1-1: Thiết bị đo nhiễu và miễn nhiễm, tần số radio – Thiết bị đo.
3. Tiêu chuẩn quốc gia TCVN 6989-1-2:2008 – Yêu cầu kỹ thuật đối với thiết bị đo và phương pháp đo nhiễu và miễn nhiễm tần số radio – Phần 1-1: Thiết bị đo nhiễu và miễn nhiễm, tần số radio – Thiết bị phụ trợ – Nhiễu dẫn.
4. Tiêu chuẩn quốc gia TCVN 6989-1-3:2008 – Yêu cầu kỹ thuật đối với thiết bị đo và phương pháp đo nhiễu và miễn nhiễm tần số radio – Phần 1-1: Thiết bị đo nhiễu và miễn nhiễm, tần số radio – Thiết bị phụ trợ – Công suất nhiễu.
5. Tiêu chuẩn quốc gia TCVN 7186:2018 – Giới hạn và phương pháp đo đặc tính nhiễu tần số radio của thiết bị chiếu sáng và thiết bị điện tương tự.

# TÍNH TOÁN KẾT CẤU CHỐNG KẾT HỢP BÊ TÔNG PHUN-KHUNG THÉP TRONG XÂY DỰNG ĐƯỜNG LÒ CƠ BẢN BẰNG PHƯƠNG PHÁP NATM

*ThS. Kiều Quang Thái, TS. Nguyễn Văn Quang – Đại học Công nghệ Giao thông vận tải*

**Tóm tắt:** Việc tính toán kết cấu chống kết hợp giữa bê tông phun và khung thép trong xây dựng đường hầm nói chung và các đường lò cơ bản nói riêng vẫn còn nhiều vấn đề cần quan tâm. Thiết kế kết cấu chống gồm bê tông phun và khung chống thép thường gây nhiều khó khăn do khó đánh giá được tỉ trọng đóng góp của các thành phần kết cấu chống hỗn hợp này vào khả năng chịu tải của lớp kết cấu. Bài báo này sử dụng phương pháp phần tử hữu hạn bằng phần mềm Plaxis 3D mô phỏng quá trình xây dựng đường hầm bằng phương pháp NATM; trình bày phương pháp tính kết cấu hỗn hợp khung chống thép-bê tông phun từ việc xác định thông số đầu vào cho mô hình số đến phân tích phân bố nội lực cho các thành phần và kiểm tra khả năng chịu lực của kết cấu chống hỗn hợp.

**Từ khóa:** Bê tông phun; NATM; neo đá; Plaxis 3D.

## 1 Đặt vấn đề

Trong công tác xây dựng các đường lò cơ bản phục vụ khai thác khoáng sản ở Việt Nam phần lớn vẫn áp dụng phương pháp mở truyền thống. Kết cấu chống chủ yếu được sử dụng là neo đá, khung chống (thép hoặc gỗ), vỏ bê tông cốt thép... Phương pháp này có ưu điểm đơn giản, dễ làm, không đòi hỏi nhân công kỹ thuật cao. Tuy nhiên, nhược điểm là gây xáo trộn đất đá, công tác chống đỡ sau khi mở gương không kịp thời khiến kết cấu chống đỡ thường phải chịu tải trọng lớn, gây tổn kém chi phí vào kết cấu. Một phương pháp xây dựng đường hầm tiên tiến là NATM (Phương pháp đào hầm mới của Áo) được áp dụng rộng rãi trong xây dựng đường hầm giao thông và hầm mỏ trên thế giới. Tại Việt Nam, phương pháp đào hầm này đã được áp dụng thành công, tuy nhiên chủ yếu áp dụng cho các công trình giao thông, chưa thực sự được chú trọng áp dụng cho các công trình hầm lò. Phương pháp này được hình thành trên cơ sở lý thuyết đúc kết từ thực tế xây dựng hầm trong thời gian dài, bao gồm các trình tự, biện pháp thi công và xử lý khối đất đá trên vòm hầm sao cho đất đá xung quanh hầm được liên kết thành kết cấu vòm chống đỡ [2, 3]. Do đó, tự bản thân khối đất đá xung quanh sẽ trở thành một phần kết cấu chống đỡ hầm. Chính vì vậy, kết cấu hầm khi

xây dựng theo phương pháp này thường mỏng hơn phương pháp truyền thống.

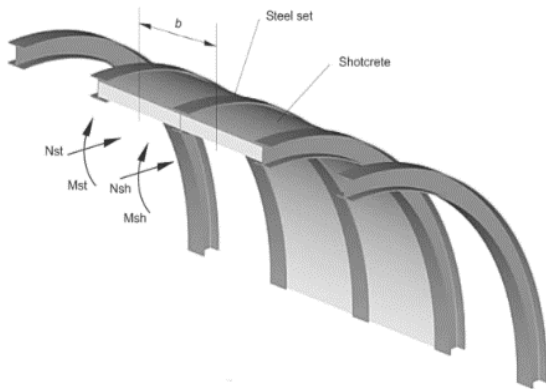
Kết cấu chống thường dùng trong phương án thi công hầm bằng NATM là neo đá kết hợp bê tông phun và khung thép hình. Kết cấu chống bê tông cốt thép hoàn thiện sau này chủ yếu có vai trò đề phòng rủi ro và hoàn thiện bề mặt. Việc tính toán kết cấu chống gồm bê tông phun và khung chống thép thường gây nhiều khó khăn do khó xác định được tỉ trọng đóng góp của các thành phần kết cấu chống hỗn hợp này vào khả năng chịu tải của lớp kết cấu. Bài báo này giới thiệu phương pháp tính kết cấu hỗn hợp khung chống thép-bê tông phun từ việc xác định thông số đầu vào cho mô hình số đến phân tích phân bố nội lực cho các thành phần và kiểm tra khả năng chịu lực của kết cấu chống hỗn hợp.

## 2 Xây dựng mô hình

### 2.1 Xác định thông số đầu vào của kết cấu chống hỗn hợp bê tông phun-thép hình

Kết cấu chống của đường hầm trong các phần mềm theo phương pháp phần tử hữu hạn (PTHH) thường được mô phỏng bằng các phần tử tấm (plate) hoặc phần tử khối (solid). Việc mô phỏng bằng phần tử tấm giúp xác định được nội lực (M, N, Q) trong kết cấu, từ đó kiểm toán dễ dàng được khả năng chịu lực của kết cấu theo các tiêu chuẩn hiện hành. Trong bài toán này, kết

cấu gồm có bê tông phun và khung chống thép tạo thành một kết cấu hỗn hợp có chiều dày và modul đàn hồi mới. Hình 1 sơ họa kết cấu chống kết hợp của bê tông phun và khung chống thép.



Hình 1 - Kết cấu chống kết hợp giữa bê tông phun và thép hình

Chiều dày và modul đàn hồi của lớp kết cấu chống kết hợp tương đương được tính theo công thức sau [1]:

$$t_{eq} = \sqrt{\frac{12K_{eq}}{D_{eq}}} \quad (1)$$

$$E_{eq} = \sqrt{\frac{D_{eq}}{bt_{eq}}} \quad (2)$$

Trong đó:

- $t_{eq}$ : Chiều dày của kết cấu chống kết hợp tương đương, m;
- $E_{eq}$ : Modul đàn hồi của kết cấu chống kết hợp tương đương, MPa;
- $b$ : Chiều rộng xem xét của kết cấu chống, m;
- $K_{eq}, D_{eq}$ : Tương ứng là hệ số uốn và hệ số nén của kết cấu chống kết hợp tương đương, được tính theo công thức sau [1]:

$$\begin{aligned} D_{eq} &= n(D_{st} + D_{sh}) \\ K_{eq} &= n(K_{st} + K_{sh}) \end{aligned} \quad (3)$$

Với:  $n$  – số khung thép hình trong 1 m chiều dài kết cấu tính toán;  $D_{st}, D_{sh}$  – tương ứng là hệ số nén của thép và bê tông phun;  $K_{st}, K_{sh}$  – tương ứng là hệ số uốn của thép và bê tông phun. Các

hệ số nén và uốn của thép và bê tông phun được tính theo các công thức dưới đây [1]:

$$\begin{aligned} D_{st} &= \frac{E_{st} A_{st}}{1 - \nu_{st}^2}; K_{st} = \frac{E_{st} I_{st}}{1 - \nu_{st}^2} \\ D_{sh} &= \frac{E_{sh} A_{sh}}{1 - \nu_{sh}^2}; K_{sh} = \frac{E_{sh} I_{sh}}{1 - \nu_{sh}^2} \end{aligned} \quad (4)$$

Ở đây:  $E_{st}, E_{sh}$  – tương ứng là modul đàn hồi của thép và bê tông phun, MPa;  $A_{st}, A_{sh}$  – tương ứng là diện tích mặt cắt ngang của khung chống thép và vỏ bê tông phun,  $m^2$ ;  $\nu_{st}, \nu_{sh}$  – tương ứng là hệ số Poisson của thép và bê tông phun;  $I_{st}$  – moment kháng uốn của thép hình làm khung chống,  $m^4$ ;  $I_{sh}$  – moment kháng uốn của tiết diện bê tông phun,  $m^4$ .

## 2.2 Xác định phân bố nội lực giữa khung thép chống và bê tông phun trong kết cấu chống hỗn hợp

Sự phân bố nội lực ( $M, N, Q$ ) giữa các thành phần trong kết cấu chống hỗn hợp được tính theo công thức sau [1]:

- Moment vào khung chống vào bê tông phun:

$$M_{st} = \frac{MK_{st}}{n(K_{st} + K_{sh})} \quad (5)$$

$$M_{sh} = \frac{MK_{sh}}{n(K_{st} + K_{sh})} \quad (6)$$

- Lực dọc vào khung chống thép và bê tông phun được tính theo các công thức sau [1]:

$$N_{st} = \frac{ND_{st}}{n(D_{st} + D_{sh})} + \frac{M(D_{sh}K_{st} - D_{st}K_{sh})}{nR(D_{st} + D_{sh})(K_{st} + K_{sh})} \quad (7)$$

$$N_{sh} = \frac{ND_{sh}}{n(D_{st} + D_{sh})} - \frac{M(D_{sh}K_{st} - D_{st}K_{sh})}{nR(D_{st} + D_{sh})(K_{st} + K_{sh})} \quad (8)$$

- Lực cắt vào khung chống thép và bê tông phun được tính theo các công thức sau [1]:

$$Q_{st} = \frac{QK_{st}}{n(K_{st} + K_{sh})} \quad (9)$$

$$Q_{sh} = \frac{QK_{sh}}{n(K_{st} + K_{sh})} \quad (10)$$

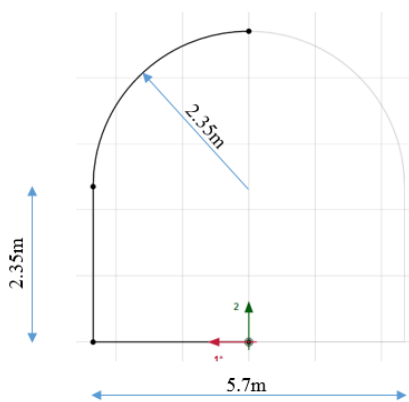
Trong các công thức trên,  $M, N, Q$  tương ứng là moment uốn, lực dọc và lực cắt từ kết quả



tính toán của mô hình khi mô phỏng bằng kết cấu chống tương đương.

### 2.3 Mô hình số mô phỏng quá trình đào hầm bằng phương pháp NATM

Xem xét một đường hầm với kích thước như hình 2, nằm ở độ sâu 300 m và nằm trong lớp cát kết với các thông số như sau: Dung trọng riêng  $\gamma = 21 \text{ kN/m}^3$ ; góc nội ma sát  $\varphi = 40^\circ$ ; lực dính  $C = 0,28 \text{ MPa}$ ; modul đàn hồi  $E = 180 \text{ MPa}$ . Đường hầm được đào toàn gương với bước đào 2 m. Quy trình đào hầm được thực hiện giống quy trình thông thường của phương pháp NATM gồm đào hầm bằng phương pháp khoan nổ, tiến hành phun bê tông và lắp dựng khung chống. Quá trình lắp đặt hệ kết cấu chống được tiến hành ngay sau khi đất đá đào của chu kỳ đào hầm đã được vận chuyển ra.

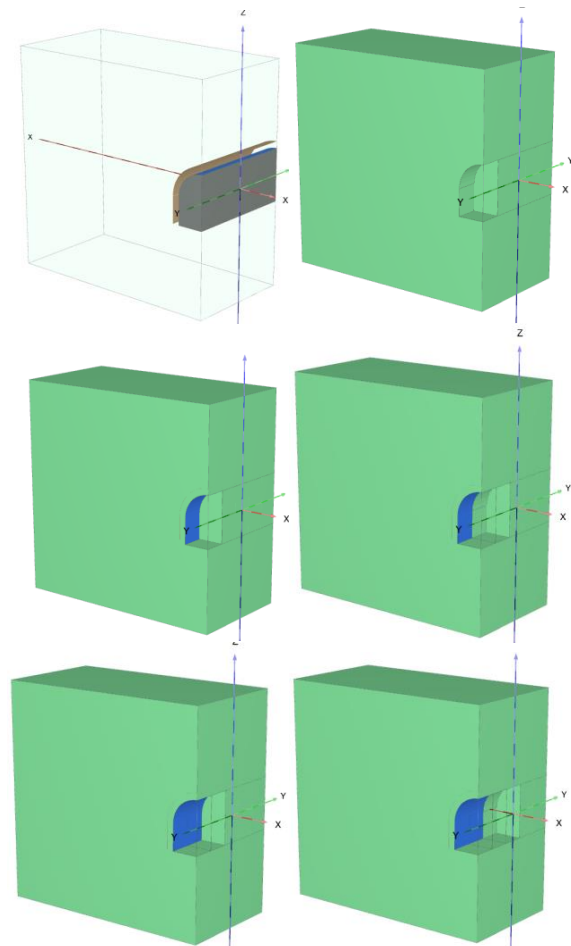


Hình 2. Kích thước đường hầm mô phỏng

Kết cấu chống kết hợp được xem xét trong ví dụ này là thép hình I120x64x4,8 và bê tông phun B30 chiều dày 15 cm. Sự cần thiết phải dùng lưới thép kết hợp với bê tông phun hay không sẽ được quyết định sau khi tính toán.

Trong ví dụ này, quá trình đào hầm bằng phương pháp NATM được mô phỏng trên phần mềm Plaxis 3D. Mô hình và quá trình đào hầm được thể hiện ở hình 3. Quy trình đào-chống được thực hiện nối tiếp nhau với mỗi bước đào hầm là 2 m.

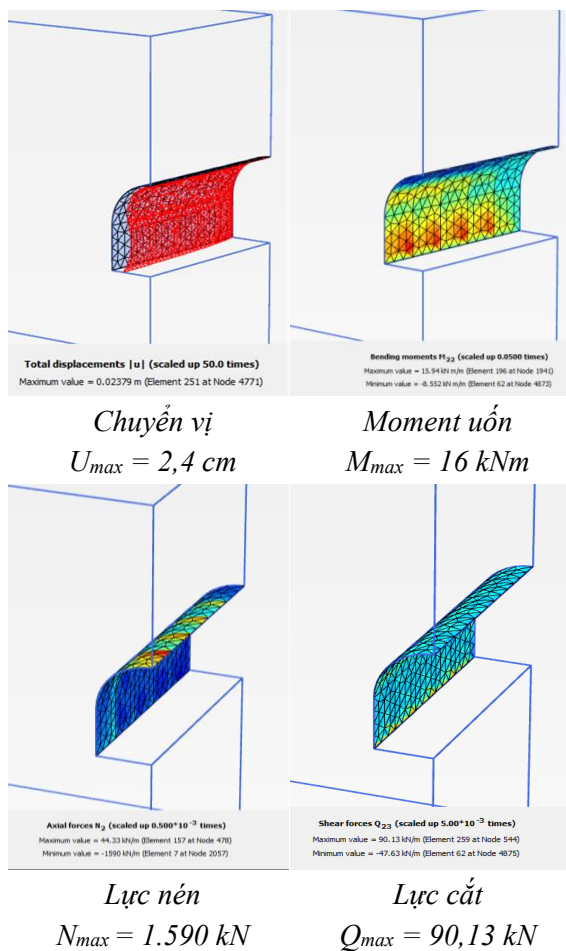
Với kết cấu chống kết hợp gồm thép hình I120x64x4,8, bước lắp đặt 1 m/khung chống và



Hình 3. Mô hình và các bước đào hầm bằng máy công nghệ NATM

bê tông phun B30 chiều dày 15 cm tính theo các công thức tại mục 2.1, ta được một kết cấu chống tương đương với các thông số: chiều dày kết cấu 15,4 cm; modul đàn hồi  $E = 12.001 \text{ MPa}$ . Kết quả phân tích chuyển vị và nội lực của kết cấu chống được thể hiện tại hình 4.

Từ kết quả nội lực phân tích được cho kết cấu chống hỗn hợp từ phần mềm, áp dụng công thức ở mục 2.2 để tính toán phân bố nội lực lên các thành phần của kết cấu chống. Kết quả thu được như sau: Nội lực cho lớp bê tông phun  $M = 12,87 \text{ kNm}$ ;  $N = 1,329 \text{ kN}$ ;  $Q = 72,64 \text{ kN}$ ; nội lực cho khung thép hình  $M = 3,13 \text{ kNm}$ ;  $N = 260 \text{ kN}$ ;  $Q = 17,6 \text{ kN}$ . Việc kiểm toán khả năng chịu lực của các thành phần trong kết cấu chống hỗn hợp được thực hiện qua các công thức



Hình 1. Kết quả phân tích chuyển vị và nội lực trong kết cấu chống hỗn hợp

cơ bản của môn sức bền vật liệu. Ứng suất trong

các thành phần được so sánh với sức kháng cho phép của vật liệu. Trong ví dụ này ứng suất vào khung thép tính được là 189 MPa, nhỏ hơn ứng suất cho phép của vật liệu thép làm khung chống là 355 MPa. Trong bê tông phun xuất hiện ứng suất nén 12,29 MPa, nhỏ hơn khả năng chịu nén thiết kế là 16,7 MPa, ngoài ra còn có ứng suất kéo 5,43 MPa, như vậy cần bổ sung lưới thép để kết hợp với bê tông phun.

### 3 Kết luận

Phương pháp NATM là phương pháp xây dựng hầm tiên tiến có thể áp dụng vào các đường hầm nói chung và các đường lò cơ bản phục vụ khai thác khoáng sản nói riêng. Việc tính toán kết cấu chống hỗn hợp gồm bê tông phun và khung thép hình được quy đổi sang một lớp kết cấu tương đương với độ dày vào modul đàn hồi tương ứng. Trong bài báo này, tác giả trình bày các xác định thông số kết cấu chống hỗn hợp và phân tích phân bố nội lực lên các thành phần của kết cấu phục vụ việc kiểm toán kết cấu. Một ví dụ cho một đường hầm thi công bằng công nghệ NATM được mô phỏng bằng phần mềm Plaxis 3D được trình bày cho thấy hiệu quả của việc dùng kết cấu chống hỗn hợp trong việc ổn định trong quá trình thi công đường lò.

### TÀI LIỆU THAM KHẢO

1. **Hoek Evert, Diederichs Mark.** Integration of Geotechnical and Structural Design in Tunnelling.
2. **Đỗ Như Tráng.** Giáo trình Công trình ngầm. Phần 2 – Áp lực đất đá và tính toán kết cấu công trình ngầm. Học viện Kỹ thuật quân sự. 1997.
3. **Маковский Л.В.** Проектирование автодорожных и городских тоннелей. М.: «Транспорт». 1993

## SỰ ẢNH HƯỞNG CỦA GIÁ NHIÊN LIỆU TỚI CÔNG TÁC VẬN TẢI MỎ LỘ THIÊN BẰNG Ô TÔ

*GVC, ThS. Nguyễn Văn Đức – Trường Đại học công nghiệp Quảng Ninh*

**Tóm tắt:** Trong công tác vận tải mỏ lộ thiên ở Việt Nam, vận tải bằng ô tô là hình thức vận tải mang tính đặc thù, truyền thống. Thời gian trước đây, phương thức vận tải này tỏ ra có hiệu quả, phù hợp với quy mô sản xuất, điều kiện tự nhiên, địa hình, kỹ thuật mỏ... Tuy nhiên trong điều kiện thực tế hiện nay, vận tải bằng ô tô bộc lộ nhiều hạn chế: Các mỏ đều có xu hướng nâng cao khối lượng mỏ, độ sâu khai thác lớn, giá cả xăng dầu biến động lớn và tăng cao... Bài báo này đưa ra phân tích, tính toán ảnh hưởng của giá nhiên liệu đến năng suất vận tải mỏ bằng ô tô và đề xuất phương án lựa chọn hình thức vận tải theo quy mô mỏ.

**Từ khóa:** Giá thành vận tải, năng suất vận tải, tiêu hao nhiên liệu, vận tải mỏ.

### 1 Hao tổn nhiên liệu và dầu mỡ phụ lớn

Lượng tiêu hao nhiên liệu là một chỉ tiêu quan trọng, ảnh hưởng lớn tới giá thành vận tải, là chỉ tiêu để tính toán, lựa chọn phương án hình thức, phương tiện và tuyến đường vận tải. Nhiên liệu tiêu hao để sản sinh ra công vận chuyển nên lượng tiêu hao phụ thuộc vào đặc điểm của tuyến đường. Lượng tiêu hao nhiên liệu khi vận tải bằng ô tô, được xác định:

$$Q_{100} = \frac{q_e}{2700\eta\gamma} \left[ \frac{kFV^2}{13} + G(f \pm i) \right], 1/100 \text{ km} \quad (1)$$

Trong đó:  $q_e$  – tỉ suất tiêu hao nhiên liệu (g/mã lực.giờ), là số nhiên liệu cần tiêu hao để sinh ra một mã lực trong một giờ, phụ thuộc vào số vòng quay của động cơ, tỷ số truyền động và độ mở của ga;  $\eta$  – hệ số hiệu dụng của cơ cấu truyền động;  $\gamma$  – tỷ trọng của nhiên liệu, g/lit;  $k$  – hệ số lực cản của không khí,  $k = 0,06 - 0,07$ ;  $F$  – tiết diện cản không khí của xe,  $F = B.H$ ,  $m^2$ , với  $B$ ,  $H$  lần lượt là chiều cao và rộng của xe,  $m$ ;  $V$  – tốc độ xe chạy, km/h;  $G$  – tải trọng tác dụng trên bánh xe, kg;  $i$  – độ dốc của tuyến đường, đơn vị thập phân;  $f$  – hệ số lực cản lăn.

Khi vận tải bằng ô tô ở các mỏ lộ thiên, vận tốc của xe thấp nên lực cản của không khí nhỏ có thể bỏ qua. Tiêu hao nhiên liệu được xác định:

$$Q_{100} = \frac{q_e}{2700\eta\gamma} [G(f \pm i)], 1/100 \text{ km} \quad (2)$$

Như vậy, lượng tiêu hao nhiên liệu với một

ô tô xác định chủ yếu phụ thuộc vào: Độ dài của cung đường vận tải, độ dốc dọc của đường. Đồng thời, tốc độ của xe càng thấp càng tiêu hao lượng nhiên liệu lớn.

Cùng với mức tiêu hao nhiên liệu, chi phí dầu mỡ phụ cũng chiếm tỷ lệ lớn trong kết cấu giá thành khi vận tải ô tô. Tiêu hao dầu mỡ phụ theo thống kê thường chiếm từ 5 - 10 % mức tiêu hao nhiên liệu chính.

Giá thành vận tải bằng ô tô bao gồm các chi phí chính sau:

$$Z = C_{khebscl} + C_{setx} + C_{nl} + C_{vl} + C_{tl} + C_{ql}, đ/T.km \quad (3)$$

Trong đó:  $C_{khebscl}$  – chi phí khấu hao cơ bản và sửa chữa lớn, được tính theo nguyên giá và tuổi thọ của thiết bị, thường không thay đổi;  $C_{setx}$  – chi phí sửa chữa thường xuyên;  $C_{nl}$  – chi phí nhiên liệu và dầu mỡ phụ;  $C_{vl}$  – chi phí vật liệu như săm lốp, bình điện...;  $C_{tl}$ ,  $C_{ql}$  – chi phí tiền lương và quản lý.

Trong các chi phí trên, chi phí nhiên liệu và dầu mỡ phụ chiếm tỷ trọng lớn. Đồng thời, chi phí này thường xuyên biến động mạnh do tác động của thay đổi đột biến về giá xăng dầu trên thị trường quốc tế, làm cho giá thành vận tải của các mỏ khai thác lộ thiên tăng mạnh, các chỉ tiêu kinh tế - kỹ thuật bị ảnh hưởng trầm trọng bởi giá xăng dầu. Số liệu thống kê và phân tích giá thành vận tải của một số công ty có vận tải bằng ô tô như sau:

**Bảng 1. Phân tích các yếu tố giá thành tại Công ty Than Hà Tu năm 2018**

TT	LOẠI XE	SCTX		SĂM LÓP		BÌNH ĐIỆN		DẦU NHỜN		MỠ MÁY		NHIÊN LIỆU		GIÁ VẬN TẢI
		đ/t.km	%	đ/t.km	%	đ/t.km	%	đ/t.km	%	đ/t.km	%	đ/t.km	%	
1	Belaz	528,5	30	171,2	10	6,3	0,3	88,0	5	5,3	0,3	951	54	1.750
2	HD	731,6	38	238,1	12	2,6	0,1	73,4	3,8	4,0	0,2	859	45	1.909
3	Terex	1.691	62	63,3	2	-	-	54,9	2	3,9	0,1	884	33	2.697
4	VOLVO A40	194,8	16	205,9	16	2,4	0,1	41,1	3,3	2,2	0,1	777	63	1.223
5	VOLVO A35C	2.887	72	221,7	5	1,3	0,03	55,6	1,3	2,5	0,1	804	20	3.972
6	VOLVO A35D	256,3	20	224,3	17	1,8	0,1	44,1	3,4	2,2	0,2	752	58	1.281
7	VOLVO A30D	202,3	18	236,7	21	2,0	0,2	43,5	4	3,2	0,3	609	55	1.096
8	VOLVO N110	909,0	57	115,7	7	3,5	0,2	29,3	2	4,5	0,3	527	33	1.589
9	Isuzu CXZ	163,2	17	143,7	15	1,8	0,2	21,7	2,3	7,7	0,8	610	64	948
10	Isuzu SQZ	872,3	48	125,2	7	13,1	0,7	74,0	4	14,8	0,8	705	39	1.805

**Bảng 2. Phân tích các yếu tố giá thành tại Công ty Than Đèo Nai năm 2018**

TT	LOẠI XE	GIÁ THÀNH VẬN TẢI	% VẬT LIỆU	% NHIÊN LIỆU	% LƯƠNG	% KHẤU HAO
1	Belaz 7522	2.037đ/t.km	34,5	38,8	12,4	2,3
2	Belaz 7548D-7	2.402đ/t.km	35,2	29,5	7,7	23,9
3	Cat 773E	1.864đ/t.km	20,2	35,5	7,2	34
4	Kamaz 5511	2.811đ/t.km	20,2	32,4	16	14

Từ kết quả thống kê phân tích giá thành vận tải cho thấy:

- Chi phí nhiên liệu và dầu mỡ phụ chiếm từ 20-65% giá thành vận tải;
- Các xe có tải trọng nhỏ chi phí nhiên liệu lớn hơn xe có tải trọng lớn trong kết cấu giá thành khi có cùng các điều kiện vận tải.

Để khảo sát mức độ ảnh hưởng của chi phí nhiên liệu tới giá thành vận tải, coi các yếu tố chi phí khác ít thay đổi. Khi đó, giá thành vận tải chủ yếu phụ thuộc vào chi phí nhiên liệu và dầu mỡ phụ. Từ các số liệu ở trên cho kết quả mối quan hệ này như sau:

**Bảng 3. Ảnh hưởng của chi phí nhiên liệu và dầu mỡ phụ tới giá thành vận tải xe HD tại mỏ Hà Tu**

Tỷ lệ giá nhiên liệu, %	100	110	120	130	140	150	160	170	180	190	200
Chi phí nhiên liệu, đ/t.km	932,4	1.025,0	1.119,0	1.212,1	1.305,4	1.398,6	1.491,8	1.585,0	1.678,3	1.771,6	1.865,0
Giá thành vận tải, đ/t.km	1.909,0	2.002,2	2.096,0	2.188,7	2.282,0	2.375,2	2.468,4	2.562,0	2.654,9	2.748,2	2.841,0

**Bảng 4. Ảnh hưởng của chi phí nhiên liệu và dầu mỡ phụ tới giá thành vận tải xe Volvo A35 C tại mỏ Hà Tu**

Tỷ lệ giá nhiên liệu,%	100	110	120	130	140	150	160	170	180	190	200
Chi phí nhiên liệu, đ/t.km	796,1	875,7	955,3	1.034,9	1.114,5	1.194,6	1.273,8	1.353,0	1.433,0	1.512,6	1.592,0
Giá thành vận tải, đ/t.km	1.281,0	1.360,6	1.440,0	1.519,8	1.599,4	1.679,5	1.758,7	1.838,0	1.917,9	1.997,5	2.076,9

**Bảng 5. Ảnh hưởng của chi phí nhiên liệu và dầu mỡ phụ tới giá thành vận tải xe Belaz tại mỏ Hà Tu**

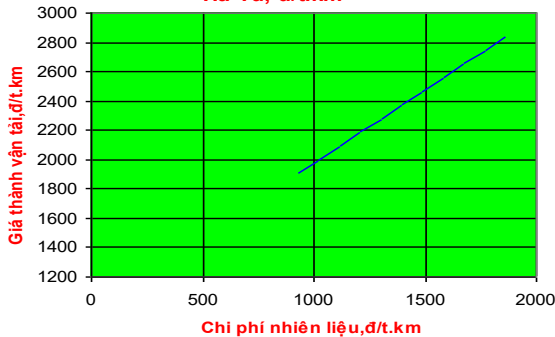
Tỷ lệ giá nhiên liệu,%	100	110	120	130	140	150	160	170	180	190	200
Chi phí nhiên liệu, đ/t.km	1.039,0	1.142,9	1.247,0	1.350,7	1.454,6	1.558,5	1.662,4	1.766,0	1.870,2	1.974,1	2.078,0
Giá thành vận tải, đ/t.km	1.750,0	1.853,9	1.958,0	2.061,7	2.165,6	2.269,5	2.373,4	2.477,0	2.581,2	2.685,1	2.789,0

**Bảng 6 Ảnh hưởng của chi phí nhiên liệu và dầu mỡ phụ tới giá thành vận tải xe CAT 773E tại mỏ Đèo Nai**

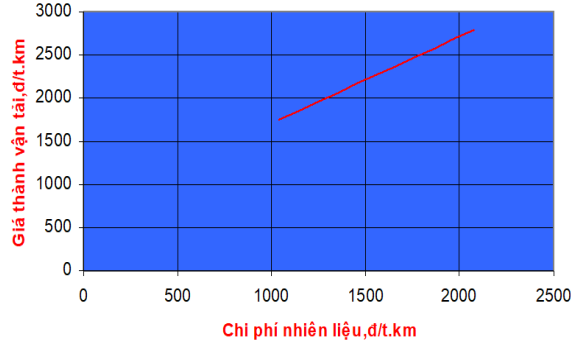
Tỷ lệ giá nhiên liệu,%	100	110	120	130	140	150	160	170	180	190	200
Chi phí nhiên liệu, đ/t.km	661,7	727,9	794,0	860,2	926,4	992,6	1.058,7	1.125,0	1.191,1	1.257,2	1.324,0
Giá thành vận tải, đ/t.km	1.864,0	1.930,2	1.996,0	2.062,5	2.128,7	2.194,9	2.261,0	2.327,0	2.393,4	2.459,5	2.526,0

Từ các kết quả ở bảng trên, cho biểu đồ thể hiện các mối quan hệ như sau:

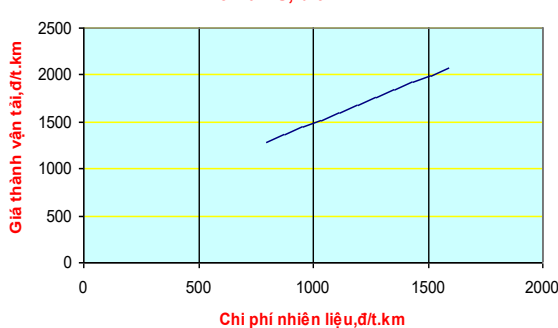
**Giá thành vận tải với chi phí nhiên liệu xe HD mỏ Hà Tu, đ/t.km**



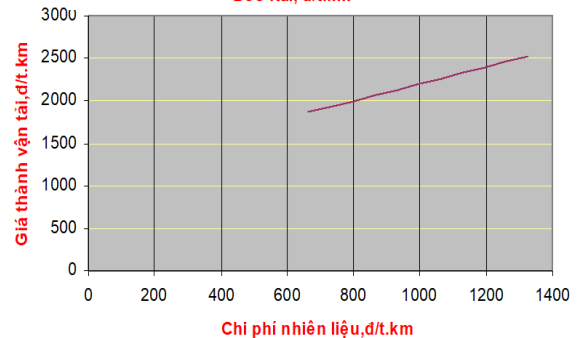
**Giá thành vận tải với chi phí nhiên liệu xe Belaz mỏ Hà Tu, đ/t.km**



**Giá thành vận tải với chi phí nhiên liệu xe Volvo mỏ Hà Tu, đ/t.km**



**Giá thành vận tải với chi phí nhiên liệu xe CAT 773 E mỏ Đèo Nai, đ/t.km**



Từ các biểu đồ trên cho thấy, giá thành vận tải của các loại ô tô trong các điều kiện vận tải xác định có quan hệ tuyến tính bậc nhất với chi phí nhiên liệu và dầu mỡ phụ. Như vậy, có thể khảo sát mối quan hệ này bằng cách xây dựng phương trình hồi quy có dạng:

$$Z = a_0 + a_1 C_{nl} \tag{3}$$

Trong đó:  $a_0, a_1$  là các hệ số được xác định:

$$a_0 = \frac{\sum_{i=1}^n C_{nli}^2 \sum_{i=1}^n Z_i - \sum_{i=1}^n C_{nli} \sum_{i=1}^n C_{nli} Z_i}{n \sum_{i=1}^n C_{nli}^2 - \left( \sum_{i=1}^n C_{nli} \right)^2} \tag{4}$$

$$a_1 = \frac{n \sum_{i=1}^n C_{nli} Z_i - \sum_{i=1}^n C_{nli} \sum_{i=1}^n Z_i}{n \sum_{i=1}^n C_{nli}^2 - \left( \sum_{i=1}^n C_{nli} \right)^2} \tag{5}$$

Thử lập phương trình để khảo sát mối quan hệ với  $n = 11$  cặp giữa giá thành vận tải với chi phí nhiên liệu của xe Belaz tại mỏ Hà Tu. Từ số liệu ở bảng 5, có bảng sau:

$Z_i$	$C_{nli}$	$C_{nli}^2$	$C_{nli} \cdot Z_i$
1.750,0	1.039,0	1.079.521,0	1.818.250,0
1.853,9	1.142,9	1.306.220,4	2.118.822,3
1.957,8	1.246,8	1.554.510,2	2.440.985,0
2.061,7	1.350,7	1.824.390,5	2.784.738,2
2.165,6	1.454,6	2.115.861,2	3.150.081,8
2.269,5	1.558,5	2.428.922,3	3.537.015,8
2.373,4	1.662,4	2.763.573,8	3.945.540,2
2.477,3	1.766,3	3.119.815,7	4.375.655,0
2.581,2	1.870,2	3.497.648,0	4.827.360,2
2.685,1	1.974,1	3.897.070,8	5.300.655,9
2.789,0	2.078,0	4.318.084,0	5.795.542,0
Cộng: 24.964,5	17.143,5	27.905.617,9	40.094.646,4

Thay các giá trị ở bảng trên vào (3), (4) có:

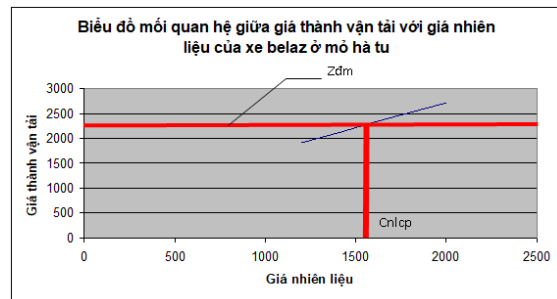
$$a_0 = \frac{27.905.617,9 \times 24.964,5 - 17.143,5 \times 40.094.646,4}{11 \times 27.905.617,9 - 17.143,5^2} = 711$$

$$a_1 = \frac{11 \times 40.094.646,4 - 17.143,5 \times 24.964,5}{11 \times 27.905.617,9 - 17.143,5^2} = 1$$

Phương trình hồi quy thể hiện mối quan hệ giữa chi phí nhiên liệu với giá thành vận tải của xe Belaz tại mỏ Hà Tu là:

$$Z = 711 + C_{nl} \tag{6}$$

Từ phương trình (6) có thể xác định giá thành vận tải khi giá nhiên liệu tăng lớn. Khi đó, giá thành thực tế sẽ vượt giá thành cho phép, vận tải bằng ô tô sẽ không có hiệu quả nữa. Để xác định mức độ ảnh hưởng của việc tăng giá nhiên liệu tới giá thành vận tải, xác định hệ số co giãn:  $E = a_1 \cdot C_{nltb} / Z_{tb} = 1.558,5 / 2.269,5 = 0,69$  tức là giá nhiên liệu tăng 1% thì giá thành vận tải sẽ tăng 0,69%. Mối quan hệ được thể hiện trên biểu đồ, từ đó xác định giá nhiên liệu cho phép để vận tải theo giá thành định mức như sau:



## 2 Năng suất vận tải giảm khi độ dốc của đường lớn

Khi mở khai thác xuống sâu, chiều cao nâng tải lớn, cùng với việc tiêu hao lượng nhiên liệu lớn hơn, năng suất của ô tô cũng giảm mạnh làm cho giá thành vận tải tăng cao. Bảng dưới cho thấy sự suy giảm năng suất vận tải ô tô theo cự ly và độ dốc vận chuyển.

**Bảng 7. Thống kê sự suy giảm năng suất của xe tải 77 tấn theo cự ly và độ dốc vận chuyển**

Khoảng cách	Năng suất	Khối lượng theo độ dốc					
		0%	2%	4%	6%	8%	10%
1,6 km	t/h	420	378	340	300	248	213
	%	100	90,0	80,9	71,4	59,0	50,7
3,2 km	t/h	300	254	221	187	148	123
	%	100	84,6	73,6	62,3	49,3	41,0
6,4 km	t/h	191	154	130	117	82	67
	%	100	80,6	68,0	56,0	42,9	35,0
9,6 km	t/h	140	110	92	75	56	46
	%	100	78,6	65,7	53,6	40,0	32,9

Như vậy, với khối lượng vận tải càng lớn, cung đường và độ dốc vận tải càng lớn, giá nhiên liệu và dầu mỡ phụ tăng cao đột biến càng làm cho giá thành vận tải bằng ô tô của các mỏ lộ thiên tăng mạnh, từ đó phá vỡ các chỉ tiêu kinh tế của mỏ. Cần phải xem xét lại hình thức vận tải có tính đến việc tăng giá nhiên liệu với vận tải mỏ bằng ô tô.

### 3 Lựa chọn hình thức vận tải theo quy mô mỏ

Có hai hình thức vận tải có tính khả thi khi

Tiêu chí so sánh	Phương án ô tô	Phương án băng tải
Đầu tư	Đắt (suất đầu tư cao)	Rẻ hơn (suất đầu tư thấp)
Thời gian khấu hao	Ngắn (5năm)	Dài hơn (đến 20 năm)
Chi phí vận hành	Cao	Thấp
Tiêu hao nhiên liệu	Cao	Thấp
Chi phí phụ tùng	Cao	Thấp
Chi phí nhân công	Nhiều	Thấp
Chi phí bảo trì sửa chữa	Cao	Thấp
Chi phí làm đường	Cao	Không
Tính cơ động, linh hoạt	Cao	Thấp
Cỡ đá	Có khả năng vận chuyển đá to	Chỉ áp dụng cho đá cỡ nhỏ
Độ tin cậy thiết bị	Không yêu cầu độ tin cậy cao	Yêu cầu độ tin cậy cao
Tính liên tục	Hoạt động không liên tục	Hoạt động liên tục
Độ dốc vận chuyển	Thường tối đa 12%	Lên tới 33% (18°)
Ảnh hưởng của thời tiết	Hiệu quả kém khi thời tiết xấu (mưa gió...)	Không bị ảnh hưởng bởi thời tiết
Khả năng tự động hóa	Thấp	Cao
Bảo vệ môi trường	Ô nhiễm môi trường cao	Ít ảnh hưởng đến môi trường
Hiệu suất vận chuyển	Thấp	Cao

Để nâng cao hiệu quả của công nghệ khai thác lộ thiên, cần có các giải pháp lựa chọn hình thức vận tải với chi phí nhỏ nhất, hoàn thành nhiệm vụ vận tải, độ tin cậy cao, an toàn cho công tác mỏ, thân thiện với môi trường. Từ các lý do trên, nên lựa chọn hình thức vận tải theo quy mô mỏ như sau:

- Với các mỏ quy mô nhỏ: Khối lượng nhỏ, độ sâu khai thác nhỏ, cự ly vận tải, thời gian khai thác ngắn 5 - 10 năm: lựa chọn thiết bị vận tải ô tô tải trọng từ 10 - 20 tấn.

xem xét lựa chọn hình thức vận tải cho các mỏ lộ thiên ở Việt Nam, đó là ô tô và băng tải. Theo số liệu thống kê thực tế thu được từ các nhà khai thác mỏ đang sử dụng phương án vận chuyển bằng băng tải, chi phí vận hành khi vận chuyển bằng băng tải sẽ giảm từ 40-50% so với phương án vận chuyển bằng ô tô. Bảng dưới đây mô tả sự so sánh về ưu nhược điểm của hai phương án vận chuyển trên:

- Với các mỏ quy mô vừa và lớn: Lựa chọn thiết bị vận tải ô tô có tải trọng từ 25 - 30 tấn với mỏ vừa; vận tải băng tải hoặc vận tải liên hợp ô tô-băng tải, ô tô-trục tải-băng tải với các mỏ quy mô lớn.

### 4 Kết luận

Để đổi mới và hiện đại hóa công nghệ theo Quyết định số 159/2008/QĐ-TTg ngày 04 tháng 12 năm 2008 về việc Phê duyệt Đề án “Đổi mới và hiện đại hóa công nghệ trong ngành công nghiệp khai khoáng đến 2015, tầm nhìn đến năm 2025”, khi lựa chọn hình thức vận tải cần:

a) Đổi mới, hiện đại hóa thiết bị vận tải cần dựa trên điều kiện thực tế của từng mỏ, tận dụng năng lực hiện có nhằm đáp ứng yêu cầu nâng cao hiệu quả sản xuất, quan tâm đúng mức tới sử dụng tổng hợp và triệt để tài nguyên khoáng sản.

b) Ưu tiên lựa chọn thiết bị, công nghệ mới theo hướng sản xuất sạch với các tiêu chí năng suất cao, ít tiêu hao nguyên, nhiên liệu, năng lượng, bảo đảm an toàn và thân thiện với môi trường sinh thái. Coi trọng và đẩy mạnh việc áp dụng các giải pháp vận tải sạch hơn trong sản

xuất để vừa nâng cao hiệu quả sản xuất vừa cải thiện và giảm thiểu ô nhiễm môi trường.

c) Áp dụng ngay từ đầu công nghệ và thiết bị vận tải hiện đại, có trình độ cơ giới hóa và tự động hóa cao đối với mỏ mới xây dựng có quy mô lớn; nâng cao tối đa mức độ cơ giới hóa các khâu sản xuất, áp dụng các hệ thống khai thác, chế biến hợp lý để giảm thiểu tổn thất tài nguyên và ô nhiễm môi trường đối với các mỏ mới xây dựng quy mô vừa và nhỏ.

### **Tài liệu tham khảo.**

1. **Hồ Sỹ Giao.** Thiết kế mỏ lộ thiên. *NXB Giáo dục.* 1999
2. **Nhâm Văn Toán.** Toán kinh tế. *NXB Giao thông vận tải.* 2003
3. Hội nghị Công nghệ và Thiết bị khai thác lộ thiên. *Tập đoàn Công nghiệp Than - Khoáng sản Việt Nam.* 2006



## VIỆN CƠ KHÍ NĂNG LƯỢNG VÀ MỎ - VINACOMIN TỔ CHỨC GẶP MẶT KỶ NIỆM NGÀY PHỤ NỮ VIỆT NAM 20/10

Ngày 20/10/2021, Viện Cơ khí Năng lượng và Mỏ - Vinacomin tổ chức gặp mặt kỷ niệm Ngày Phụ nữ Việt Nam 20/10 tại cả ba khu vực: Trụ sở Viện, Xưởng thực nghiệm Trung Văn và Nhà máy chế tạo Máy mỏ.



*Đồng chí Lê Thái Hà – Bí thư Đảng ủy, Q. Viện trưởng chúc mừng các nữ cán bộ, CNLĐ của Viện nhân Ngày Phụ nữ Việt Nam 20/10*

Thay mặt lãnh đạo Viện, đồng chí Lê Thái Hà – Bí thư Đảng ủy, Q. Viện trưởng đã chúc mừng các nữ cán bộ, CNLĐ của Viện nhân Ngày Phụ nữ Việt Nam 20/10, đồng thời ghi nhận, biểu dương những đóng góp tích cực của các chị đối với sự phát triển của Viện trong thời gian qua. Đồng chí đã giành những lời chúc tốt đẹp nhất, mong muốn các nữ cán bộ, CNLĐ của Viện tiếp

tục phát huy những thành tích đã đạt được, nỗ lực phấn đấu thực hiện tốt nhiệm vụ và trách nhiệm ở mỗi cương vị và lĩnh vực công tác, đóng góp nhiều hơn nữa vào thành công chung của Viện.

Buổi gặp mặt đã diễn ra trong không khí vui tươi, phấn khởi và sôi nổi với những tiết mục văn nghệ do chính các nữ cán bộ, CNLĐ của Viện thực hiện.

*Một số hình ảnh tại Buổi gặp mặt:*





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

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

Tel: 024.38545224 Fax: 024.38543154

Website: [iemm.com.vn](http://iemm.com.vn)