

BẢN TIN KHOA HỌC

CƠ KHÍ

ISSN: 2354 - 1164



NĂNG LƯỢNG - MỎ

SỐ 32 - THÁNG 07,08 / 2022 MECHANICAL ENGINEERING BULLETIN FOR MINING AND ENERGY INDUSTRIES

VIỆN CƠ KHÍ NĂNG LƯỢNG VÀ MỎ - VINACOMIN

NHIỆT LIỆT CHÀO MỪNG KỶ NIỆM 41 NĂM NGÀY THÀNH LẬP
VIỆN CƠ KHÍ NĂNG LƯỢNG VÀ MỎ - VINACOMIN

(01/7/1981 - 01/7/2022)



Kinh Biểu!



CHỊU TRÁCH NHIỆM NỘI DUNG:

Trưởng Ban biên tập

ThS. Lê Thái Hà

BAN BIÊN TẬP:

TS. Đỗ Trung Hiếu – Phó Trưởng ban

ThS. Hứa Ngọc Sơn – Phó Trưởng ban

ThS. Nguyễn Chân Phương – Thư ký

TS. Lê Thùy Dương – Ủy viên Thường trực

TS. Lê Thanh Bình – Ủy viên

TS. Phùng Khắc Sỹ – Ủy viên

TS. Nguyễn Trọng Tài – Ủy viên

TS. Nguyễn Thu Hiền – Ủy viên

TS. Trần Ngọc Minh – Ủy viên

ThS. Trần Đức Thọ – Ủy viên

TÒA SOẠN:

Địa chỉ: Số 565 Nguyễn Trãi, P. Thanh Xuân

Nam, Q. Thanh Xuân, TP. Hà Nội

ĐT: (024) 3552 5553

Fax: (024) 3854 3154

Email: bantiniemm@gmail.com

Giấy phép xuất bản số 41/GP-XBBT

ngày 08/7/2022 của Cục Báo chí.

MỤC LỤC

Số 32 - Tháng 07,08/2022

1- THƯ NGỎ

TIN TỨC

- 2- ĐẨY MẠNH TIN HỌC HOÁ, CƠ GIỚI HOÁ, TỰ ĐỘNG HOÁ LĨNH VỰC CƠ ĐIỆN - VẬN TẢI ĐÁP ỨNG CHO SẢN XUẤT
- 4- DOANH THU 8 THÁNG ĐẦU NĂM 2022 CỦA TKV
- 6- VIỆN CƠ KHÍ NĂNG LƯỢNG VÀ MỎ - VINACOMIN THAM GIA GIẢI CỜ VUA, CỜ TƯỚNG PHONG TRÀO TKV NĂM 2022
- 8- CÁN BỘ CÔNG NHÂN VIÊN VÀ ĐOÀN VIÊN THANH NIÊN VIỆN CƠ KHÍ NĂNG LƯỢNG VÀ MỎ - VINACOMIN THAM GIA HOẠT ĐỘNG HIẾN MÁU TÌNH NGUYỆN NĂM 2022
- 11- GIAO HỮU BÓNG ĐÁ CHÀO MỪNG KỶ NIỆM 41 NĂM NGÀY THÀNH LẬP VIỆN CƠ KHÍ NĂNG LƯỢNG VÀ MỎ VINACOMIN

CƠ KHÍ

- 12- PHÂN TÍCH DAO ĐỘNG VÀ CÁC SAI SỐ TRONG QUÁ TRÌNH TIỆN VỚI BỆ MÁY ĐƯỢC LÀM TỪ BÊ TÔNG POLYME CỐT SỢI BASALT
- 18- NGHIÊN CỨU ẢNH HƯỞNG CỦA NHIỆT ĐỘ DẦU THỦY LỰC ĐẾN TỔN THẤT CÔNG SUẤT TRONG HỆ THỐNG THỦY LỰC MÁY XÚC THỦY LỰC MỎ LỘ THIÊN

ĐIỆN - TỰ ĐỘNG HÓA

- 24- NGHIÊN CỨU ẢNH HƯỞNG CỦA CÁCH QUẤN DÂY ĐẾN HIỆU SUẤT VÀ ĐẶC TÍNH CỦA ĐỘNG CƠ KHÔNG ĐỒNG BỘ

CÔNG NGHỆ VẬT LIỆU

- 30- NGHIÊN CỨU PHÁT TRIỂN ẢNH HƯỞNG CỦA KỸ THUẬT GIA CÔNG KẾT CẤU BỀ MẶT ĐỐI VỚI ĐẶC TÍNH MA SÁT HỌC CỦA CẶP MA SÁT
- 40- ĐẶC TÍNH CỦA COMPOSITE TỔNG HỢP TẠI CHỖ NỀN THÉP AUSTENIT MANGAN CAO MN13 CỐT HẠT CACBITTIC 10%
- 45- NGHIÊN CỨU KỸ THUẬT GIA CÔNG CƠ KHÍ CNC SẢN XUẤT CÁNH BƠM LY TÂM TRÊN VẬT LIỆU GỐM ZIRCONIA

Thư ngỏ

QUÝ ĐỘC GIẢ THÂN MẾN!

Ban biên tập Bản tin Khoa học Cơ khí Năng lượng - Mỏ xin gửi đến quý độc giả, quý khách hàng lời chào trân trọng, chúc các quý vị ngày càng thành đạt.

Quý vị đang cầm trên tay Bản tin Khoa học Cơ khí Năng lượng - Mỏ số 32. Đây là số chào mừng 41 năm ngày thành lập Viện Cơ khí Năng lượng và Mỏ - Vinacomin (IEMM). Viện Cơ khí Năng lượng và Mỏ - Vinacomin được thành lập ngày 01 tháng 7 năm 1981, là đơn vị nghiên cứu triển khai, tư vấn, thiết kế về cơ khí trong Tập đoàn Công nghiệp Than - Khoáng sản Việt Nam: Vừa nghiên cứu thiết kế, vừa chế tạo thực nghiệm, đưa các sản phẩm mới áp dụng vào sản xuất. Trải qua chặng đường 41 năm xây dựng và phát triển, qua nhiều lần thay đổi tên gọi, mô hình hoạt động cũng như nhiều biến động thăng trầm, Viện đã vượt qua khó khăn, thử thách và đã dần khẳng định thương hiệu IEMM trên thương trường. Đó là niềm vinh dự và tự hào đối với toàn thể các thế hệ cán bộ công nhân viên đã và đang làm việc tại Viện.

Những năm qua, hoạt động KH&CN Ngành Công Thương nói chung và Tập đoàn Công nghiệp Than - Khoáng sản Việt Nam nói riêng đã đạt được nhiều kết quả rất đáng khích lệ. Đối với Viện Cơ khí Năng lượng và Mỏ - Vinacomin, hoạt động KH&CN không chỉ bó hẹp trong nghiên cứu công nghệ, phát triển sản phẩm mà còn được mở rộng và phát triển cả các lĩnh vực tư vấn thiết kế, dịch vụ thí nghiệm kiểm định, kiểm toán năng lượng, giám sát các dự án đầu tư. Nhiều kết quả nghiên cứu đã được ứng dụng thành công vào thực tiễn, đóng góp vào sự phát triển và đáp ứng nhu cầu trong nước, từng bước thay thế nhập ngoại.

Ban biên tập Bản tin Khoa học Cơ khí Năng lượng - Mỏ luôn mong muốn mang đến cho quý độc giả những thông tin hữu ích về hoạt động KH&CN điển hình trong và ngoài Ngành, từ cơ chế chính sách của Nhà nước đến những công trình tiêu biểu có tính ứng dụng cao được triển khai trong thực tế SXKD của các doanh nghiệp, mang lại hiệu quả kinh tế và đáp ứng yêu cầu của cơ chế thị trường. Với mục tiêu nâng cao năng lực và hiệu quả hoạt động KH&CN, thực hiện thành công nhiệm vụ phát triển KH&CN của đất nước giai đoạn 2020 - 2025, hơn bao giờ hết chúng ta càng cần tới sức mạnh của truyền thông để chuyển tải đến cộng đồng doanh nghiệp về tầm quan trọng của việc nghiên cứu khoa học, đổi mới công nghệ, nâng cao tỉ trọng công nghệ hiện đại, công nghệ xanh, hướng tới một nền công nghiệp phát triển bền vững và thân thiện môi trường.

Nhân dịp kỷ niệm 41 năm ngày thành lập Viện Cơ khí Năng lượng và Mỏ - Vinacomin, Ban biên tập Bản tin Khoa học Cơ khí Năng lượng - Mỏ xin trân trọng cảm ơn sự hợp tác, đóng góp của quý độc giả, quý khách hàng trong những năm qua.

Kính chúc các quý vị và gia đình Sức khỏe - Hạnh Phúc - Thành Công.

Trân trọng!

Q. Viện trưởng – Trưởng Ban biên tập



Lê Thái Hà

ĐẨY MẠNH TIN HỌC HOÁ, CƠ GIỚI HOÁ, TỰ ĐỘNG HOÁ LĨNH VỰC CƠ ĐIỆN - VẬN TẢI ĐÁP ỨNG CHO SẢN XUẤT

Trong 6 tháng đầu năm 2022, công tác Cơ điện - Vận tải đã có nhiều cố gắng, hoàn thành nhiệm vụ, góp phần thực hiện thắng lợi kế hoạch SXKD chung của Tập đoàn. Nhiều giải pháp quản lý kỹ thuật cũng như sáng kiến cải tiến, đầu tư các trang thiết bị mới được áp dụng triển khai tại các đơn vị trong Tập đoàn để tăng năng suất lao động, cải thiện điều kiện làm việc, giảm sức lao động, giảm nhân công, nâng cao mức độ an toàn.

Để thực hiện tốt công tác Cơ điện - Vận tải, trong thời vừa qua TKV đã ban hành nhiều văn bản hướng dẫn, triển khai thực hiện quản lý công tác cơ điện vận tải hầm lò; quản lý vận hành đường sắt bằng tàu điện áp quy; chuẩn hóa rào chắn băng tải và an toàn tại các lò thượng trực tải. Ban CV đã tổ chức 01 đợt kiểm tra chuyên đề Cơ điện - Vận tải và phối hợp với Ban AT kiểm tra công tác ATLD các đơn vị, thông qua kiểm tra phát hiện kịp thời các tồn tại, đưa ra giải pháp và tiến độ khắc phục, vì mục tiêu đảm bảo an toàn, đáp ứng kịp thời thiết bị cho sản xuất.



Hội nghị triển khai công tác Cơ điện - Vận tải
6 tháng cuối năm 2022

Các đơn vị đã chủ động rà soát hiệu chỉnh lại các quy trình, quy định, biểu mẫu hồ sơ quản lý, định biên sắp xếp lao động, phân cấp quản lý Cơ điện - Vận tải từ cấp công ty tới phân xưởng... phù hợp với các quy định và điều kiện thực tế sản xuất. Một số đơn vị đã thực hiện việc giao ca nhật lịch bằng phần mềm quản lý, đã rút ngắn thời gian giao ca và tăng thời gian lao động hữu ích (Than Đèo Nai, Uông Bí, Nam Mẫu, Vàng Danh...). Căn cứ kế hoạch kỹ thuật năm

2022, các đơn vị sản xuất than đã xây dựng các hồ sơ quản lý kỹ thuật lĩnh vực Cơ điện - Vận tải; chú trọng thực hiện tốt công tác quản lý vận hành hệ thống vận tải đường sắt, tàu điện; quan tâm cải tạo, nâng cao chất lượng hệ thống đường sắt: Thay thế các ghi rãnh đường sắt điều khiển bằng tay sang điều khiển từ xa bằng điện - khí nén; thay thế hệ thống tà vẹt gỗ bằng tà vẹt bê tông; thay thế các lấc líp nối ray bằng loại lấc líp ôm để ray cũng như cải tạo hệ thống rãnh thoát nước để nâng cao tốc độ chạy tàu. Các đơn vị sản xuất than hầm lò đã tích cực đầu tư lắp đặt các hệ thống vận tải băng băng tải thay thế các hình thức vận tải bằng máng cào, tời trực. Công tác quản lý tời trực mỏ đã tổ chức thực hiện kiểm định, kiểm tra các hệ thống tời trực mỏ; trang bị thông tin, tín hiệu, hệ thống cam hãm vượt tốc, barie mềm... đúng với quy định. Đối với các hệ thống tời trực vận tải người - hàng giằng nghiêng đã được lắp đặt hệ thống camera giám sát đọc tuyến trực, nghiên cứu bổ sung các trang bị về an toàn cho trực tải. Tất cả các đơn vị sản xuất than hầm lò đều thực hiện công tác kiểm tra, kiểm định định kỳ các thiết bị điện phòng nổ dùng trong các mỏ than hầm lò theo quy định.

Trưởng Ban CV Đinh Hữu Quyết cho biết: “Trong 6 tháng đầu năm 2022, một số đơn vị đã áp dụng tin học hóa, tự động hóa giám sát điều khiển vào trong các dây chuyền sản xuất nhằm nâng cao mức độ tin cậy về an toàn, kỹ thuật cho các dây chuyền thiết bị và giảm được nhân lực vận hành. Đồng thời, các đơn vị đã đẩy mạnh các giải pháp để đầu tư thiết bị, nghiên cứu cải

tiến thiết bị, cũng như tiếp tục sử dụng tối đa và hiệu quả các dây chuyền cơ giới hóa khai thác than, cơ giới hóa/bán cơ giới hóa đào lò hiện có nhằm hoàn thành tốt nhiệm vụ theo kế hoạch SXKD năm 2022. Các đơn vị khai thác lộ thiên đồng bộ thiết bị khai thác, công tác vận tải mỏ chủ yếu sử dụng xe ô tô vận chuyển và kết hợp giữa ô tô vận chuyển và băng tải...”.

Nhiệm vụ 6 tháng cuối năm 2022, tiếp tục phát huy các mặt tích cực trong công tác quản lý, vận hành thiết bị cơ điện vận tải. Thực hiện tốt công tác quản lý, vận hành thiết bị, kiểm tra rà soát thực hiện nghiêm túc công tác quản lý Cơ điện - Vận tải, các thiết bị có yêu cầu nghiêm ngặt về ATLD, thiết bị tời trục... Tăng cường kiểm tra giám sát, tuyên truyền giáo dục tới người lao động để thực hiện nghiêm túc các quy trình, quy định trong công tác quản lý vận hành hệ thống vận tải đường sắt bằng tàu điện áp quy. Tăng cường công tác quản lý để kiện toàn hồ sơ, sổ sách kỹ thuật đối với các thiết bị cơ điện vận tải. Đẩy mạnh công tác tin học hóa, tự động hóa, cơ giới hóa vào trong sản xuất và trong quản lý công tác cơ điện vận tải nhằm nâng cao năng suất lao động và cải thiện điều kiện lao động cho người công nhân, đảm bảo an toàn trong sản xuất.



Phó Tổng Giám đốc Tập đoàn Phan Xuân Thủy chỉ đạo đẩy mạnh tin học hoá, cơ giới hoá, tự động hoá lĩnh vực Cơ điện - Vận tải, đáp ứng cho sản xuất

Phát biểu tại hội nghị triển khai công tác Cơ điện - Vận tải 6 tháng cuối năm 2022, Phó Tổng Giám đốc Tập đoàn Phan Xuân Thủy ghi nhận sự nỗ lực và đóng góp lớn của khối Cơ điện - Vận tải

trong Tập đoàn, đồng thời khẳng định vai trò, vị trí quan trọng của công tác Cơ điện - Vận tải trong sản xuất. Phó Tổng Giám đốc Tập đoàn chỉ đạo, các đơn vị tiếp tục bám sát nghị quyết, chỉ thị của Tập đoàn về công tác quản lý Cơ điện - Vận tải, đẩy mạnh tin học hoá, cơ giới hoá, tự động hoá lĩnh vực Cơ điện - Vận tải, đáp ứng cho sản xuất. Tăng cường công tác sáng kiến, cải tiến thiết bị cơ điện, vận tải phục vụ cơ giới hoá sản xuất hầm lò, cải thiện điều kiện làm việc cho công nhân, nâng cao năng suất lao động, đảm bảo an toàn. Phó Tổng Giám đốc Tập đoàn lưu ý các đơn vị sản xuất hầm lò ngoài việc đẩy mạnh cơ giới hoá đào lò, khai thác cần tiếp tục thực hiện tự động hoá hầm bom, trạm điện, trạm quạt, trạm khí nén; rà soát, chuẩn hoá, đồng bộ các thiết bị Cơ điện - Vận tải; đặc biệt quan tâm đầu tư các thiết bị tời trục vận chuyển vật tư, thiết bị, vận chuyển công nhân trong lò. Đối với các đơn vị sản xuất lộ thiên, quan tâm cải tạo, nâng cao chất lượng đường vận chuyển, duy tu bảo dưỡng thiết bị, xe máy đảm bảo hoạt động hiệu quả, an toàn. Cùng với đó, nghiên cứu áp dụng các phần mềm quản lý kỹ thuật, tổ chức tập huấn, cập nhật kiến thức mới cho cán bộ quản lý, công nhân; tăng cường công tác đào tạo, kèm cặp tay nghề cho công nhân cơ điện vận tải, phối hợp với các trường đại học, trường nghề để đào tạo, tuyển dụng kỹ sư, công nhân cơ điện vận tải đáp ứng cho sản xuất trong thời gian tới.



Lãnh đạo Tập đoàn kiểm tra thiết bị xe khoan 2 cần của Công ty Than Nam Mầu nghiên cứu cải hoán, chế tạo đáp ứng cho sản xuất than hầm lò

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

DOANH THU 8 THÁNG ĐẦU NĂM 2022 CỦA TKV TĂNG TRƯỞNG SO VỚI CÙNG KỲ

Sáng 31/8/2022, tại Quảng Ninh, Tổng Giám đốc Tập đoàn Đặng Thanh Hải chủ trì hội nghị giao ban điều hành sản xuất tháng 9/2022 theo hình thức trực tuyến điểm cầu Trung tâm ĐHSX tại Quảng Ninh và Trụ sở TKV tại Hà Nội.



Tổng Giám đốc Tập đoàn Đặng Thanh Hải chủ trì hội nghị giao ban điều hành sản xuất tháng 9/2022 tại Trung tâm ĐHSX tại Quảng Ninh

Theo báo cáo, tháng 8/2022 SXKD của Tập đoàn tiếp tục duy trì nhịp độ sản xuất, cơ bản hoàn thành các chỉ tiêu kế hoạch đề ra. Kết quả: Than nguyên khai sản xuất 2,95 triệu tấn, đạt 7,5% KHN; than tiêu thụ 3,88 triệu tấn, đạt 9% KHN; nhập khẩu than 301 ngàn tấn, đạt 6,3% KHN; đất bóc 12,78 triệu m³, đạt 7,6% KHN; đào lò 24.087 m, đạt 9,3% KHN, trong đó đào lò XDCB 763 m, bằng 10,4% KHN; sản xuất khoáng sản Alumin quy đổi 122.000 tấn, đạt 9,4% KHN; tiêu thụ Alumin 97.638 tấn, đạt 7,5% KHN; sản xuất và tiêu thụ điện 491 triệu kWh, đạt 5,1% KHN; doanh thu tổng số 13.872 tỷ đồng, bằng 10,5% KHN...

Kết quả SXKD 8 tháng năm 2022: Doanh thu toàn Tập đoàn ước đạt 110.920 tỷ đồng, đạt 84,3% KHN, bằng 125,8% so với cùng kỳ 2021; than nguyên khai sản xuất 27,9 triệu tấn, đạt 71,4% KHN, bằng 103,6% so với cùng kỳ; bốc xúc đất đá đạt 103,4 triệu m³, đạt 62% KHN, bằng 92% so với cùng kỳ năm 2021; tổng số mét lò đào 165.596 m, bằng 64% KHN, bằng 100% so với cùng kỳ năm 2021; sản xuất Alumin quy đổi 995,5 nghìn tấn, đạt 76,6% KHN, bằng 102,5% so với cùng kỳ năm 2021; tiêu thụ Alumin 905,9 nghìn tấn, đạt 70% KHN, bằng 113% so với cùng kỳ; sản xuất điện 5,94 tỷ kWh, đạt 62% KHN, bằng 85% so với cùng kỳ; hoá chất, vật liệu

nỗ công nghiệp sản xuất 51,2 ngàn tấn, đạt 67% KHN, bằng 91% cùng kỳ; tiền lương bình quân toàn Tập đoàn đạt 14,32 triệu đồng/người-tháng, bằng 105% KH; trong đó sản xuất than 14,91 triệu đồng/người-tháng, bằng 105% KH...

Kế hoạch tháng 9, Tập đoàn đề ra các chỉ tiêu như sau: Than nguyên khai sản xuất 2,95 triệu tấn, tiêu thụ than 3,37 triệu tấn; đất bóc 19 triệu m³; mét lò đào 23.800 m; sản phẩm Alumin 118 ngàn tấn; sản xuất điện 670 triệu kWh; vật liệu nổ công nghiệp: Sản xuất thuốc nổ 4,8 ngàn tấn; cung ứng thuốc nổ 8 ngàn tấn; sản xuất Amon Nitrat 17 ngàn tấn...

Kết luận hội nghị, Tổng Giám đốc Tập đoàn Đặng Thanh Hải nhấn mạnh, các chỉ tiêu kế hoạch SXKD tháng 8 và 8 tháng đầu năm 2022 cơ bản hoàn thành và tăng trưởng so với cùng kỳ. Thực hiện phong trào thi đua, công tác chăm lo đời sống, tổ chức các hoạt động VHTT, tham quan nghỉ mát sau dịch Covid-19 được Tập đoàn, Công đoàn TKV và các đơn vị tổ chức tốt, tạo khí thế sôi nổi, phấn khởi trong cán bộ, CNLĐ, góp phần hoàn thành tốt các nhiệm vụ, kế hoạch đề ra. Tổng Giám đốc Tập đoàn chỉ đạo, nhiệm vụ tháng 9 và quý IV/2022 tiếp tục phát huy và đẩy mạnh phong trào thi đua “Ngày công cao - Sản lượng cao - Thu nhập cao”, cùng

với phát động Chiến dịch thi đua sản xuất 90 ngày đêm quý IV/2022, hưởng ứng phong trào thi đua chào mừng 60 năm thành lập tỉnh của tỉnh Quảng Ninh trong điều kiện thị trường tiêu thụ có nhiều thuận lợi, phấn đấu hoàn thành vượt mức kế hoạch SXKD. Quan tâm chú trọng công tác PCMB, bơm thoát nước moong lộ thiên và thoát nước hầm lò, duy trì sản xuất liên tục. Vấn đề thiếu hụt lao động, cần tiếp tục các giải pháp thu hút và giữ chân người lao động, Tập đoàn sẽ xem xét điều chỉnh tăng đơn giá tiền lương để tăng lương cho người lao động, với quan điểm khi hoàn thành tốt kế hoạch SXKD thì người lao động trực tiếp được hưởng thành quả đầu tiên. Tiếp tục thực hiện tốt công tác tuyển dụng lao động hầm lò và các ngành nghề khác để đáp ứng cho sản xuất năm 2023 và những năm tiếp theo. Đẩy mạnh đổi mới công nghệ, cải thiện điều kiện làm việc, đi lại để người lao động có năng suất cao hơn, an toàn hơn và thu nhập cao hơn. Phát huy truyền thống đoàn kết, “Kỷ luật và đồng tâm”, Tổng Giám đốc Tập đoàn Đặng Thanh Hải tin tưởng TKV sẽ hoàn thành thắng lợi kế hoạch, nhiệm vụ đề ra, tiếp tục nâng cao thu nhập, đời sống cho CNVCLĐ.

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

VIỆN CƠ KHÍ NĂNG LƯỢNG VÀ MỎ - VINACOMIN THAM GIA GIẢI CỜ VUA, CỜ TƯỚNG PHONG TRÀO TKV NĂM 2022

Thực hiện kế hoạch tổ chức các hoạt động Văn hóa - Thể thao năm 2022 của Tập đoàn Công nghiệp Than - Khoáng sản Việt Nam, sáng 26/7/2022, tại Công ty Than Hòn Gai - TKV, Tập đoàn tổ chức khai mạc Giải cờ vua, cờ tướng phong trào năm 2022 chào mừng 93 năm ngày thành lập Công đoàn Việt Nam 28/7/1929 - 28/7/2022.



Các đại biểu và vận động viên các đoàn tham dự giải

Tới dự có đại biểu Sở Văn hóa và Thể thao tỉnh Quảng Ninh; đồng chí Phùng Văn Vịnh, Ủy viên Ban Thường vụ Đảng ủy Tập đoàn, Trưởng Ban TTQ, Trưởng Ban tổ chức giải; lãnh đạo Ban Tuyên giáo Công đoàn TKV, Ban Tuyên giáo Đảng ủy TQN, Đoàn TQN; các đồng chí trong Hội đồng CLB VH&TT Tập đoàn; lãnh đạo Công ty than Hòn Gai; lãnh đạo các đơn vị tham gia giải, tổ trọng tài Sở VH&TT tỉnh Quảng Ninh và các huấn luyện viên, VĐV các đoàn.

Phát biểu khai mạc, đồng chí Phùng Văn Vịnh, Ủy viên Ban Thường vụ Đảng ủy Tập đoàn, Trưởng Ban TTQ, Trưởng Ban tổ chức giải nhiệt liệt chào mừng các VĐV về dự giải và chúc các VĐV thi đấu bình tĩnh, tự tin, đạt được

thành tích cao, mang lại thành tích cho đơn vị và chúc giải thành công tốt đẹp.



Đ/c Phùng Văn Vịnh, Ủy viên Ban Thường vụ Đảng ủy Tập đoàn, Trưởng Ban TTQ, Trưởng Ban tổ chức giải phát biểu khai mạc



Tặng cờ lưu niệm cho các đoàn tham gia giải

Giải cờ vua, cờ tướng phong trào TKV được Tập đoàn tổ chức định kỳ hàng năm, là giải thể thao có quy mô lớn, thu hút đông đảo cán bộ, công nhân các đơn vị trong Tập đoàn tham gia. Qua đó, nhằm duy trì và phát triển môn thể thao trí tuệ cờ vua, cờ tướng của các đơn vị trong Tập đoàn, đẩy mạnh phong trào văn hóa thể thao, nâng cao đời sống văn hóa tinh thần của CNVCLĐ, góp phần hoàn thành kế hoạch, nhiệm vụ của các đơn vị và toàn Tập đoàn.

Giải năm nay diễn ra từ 26/7-28/7/2022, tham gia có 20 đoàn vận động viên đến từ các Tổng Công ty, Công ty, đơn vị trực thuộc Tập đoàn với

Một số hình ảnh tại giải cờ vua, cờ tướng phong trào TKV năm 2022



Các vận động viên tranh tài ở các nội dung

Với tinh thần thi đấu đầy trí tuệ, tập trung và quyết tâm cao của các VĐV, sự điều hành của Ban tổ chức giải và Tổ trọng tài Sở Văn hóa và Thể thao tỉnh Quảng Ninh, cùng với công tác chuẩn bị chu đáo của Công ty Than Hòn Gai – đơn vị đăng cai, Giải cờ vua, cờ tướng phong trào TKV năm 2022 đã thành công tốt đẹp.



CÁN BỘ CÔNG NHÂN VIÊN VÀ ĐOÀN VIÊN THANH NIÊN VIỆN CƠ KHÍ NĂNG LƯỢNG VÀ MỎ - VINACOMIN THAM GIA HOẠT ĐỘNG HIẾN MÁU TÌNH NGUYỆN NĂM 2022

Ngày 19/8/2022, tại Bệnh viện Than - Khoáng sản, các cán bộ công nhân viên và đoàn viên thanh niên Viện Cơ khí Năng lượng và Mỏ - Vinacomin đã tích cực tham gia Chương trình hiến máu tình nguyện năm 2022 khu vực Hà Nội do Đoàn Thanh niên Tập đoàn Công nghiệp Than Khoáng sản Việt Nam (TKV) phối hợp với Viện Huyết học Trung ương cùng Bệnh viện Than Khoáng sản tổ chức.



Các đồng chí lãnh đạo đến tham dự, động viên các tình nguyện viên hiến máu

Đến tham dự, động viên các tình nguyện viên hiến máu, về phía Đoàn khối Doanh nghiệp Trung ương có đ/c Nguyễn Văn Quyết – Ủy viên Trung ương Hội Liên Hiệp Thanh niên Việt Nam, Phó Bí thư thường trực Đoàn khối Doanh nghiệp Trung ương; về phía Viện Huyết học Truyền máu Trung ương có ThS. Chủ Nhật Hợp – Phó Chánh Văn phòng Trung tâm máu Quốc gia; về phía lãnh đạo Tập đoàn có đ/c Lê Thanh Xuân – Ủy viên BTV Đảng ủy, Chủ tịch Công đoàn Than - Khoáng sản Việt Nam; đ/c Phùng Văn Vịnh – Ủy viên BTV Đảng ủy, Trưởng Ban Tuyên giáo - Truyền thông - Quan hệ cộng đồng Tập đoàn, đ/c Nguyễn Văn Thuấn – UV BCH Đoàn Khối DNTW, Bí thư Đoàn Thanh niên Tập đoàn, các đồng chí lãnh

đạo các Ban, Văn phòng Tập đoàn, lãnh đạo Bệnh viện Than - Khoáng sản và gần 200 tình nguyện viên là đoàn viên thanh niên, cán bộ, người lao động Tập đoàn tại khu vực Hà Nội.



Đ/c Nguyễn Văn Thuấn – Bí thư Đoàn Thanh niên Tập đoàn phát biểu tại chương trình

Phát biểu tại chương trình, đ/c Nguyễn Văn Thuấn – Bí thư Đoàn Thanh niên Tập đoàn cho biết: “Những năm vừa qua, tuổi trẻ trong Tập đoàn Công nghiệp Than - Khoáng sản Việt Nam với nhiều cách làm khác nhau, tổ chức Đoàn trong Tập đoàn đã luôn tích cực hưởng ứng, tham gia các phong trào hiến máu tình nguyện. Mỗi năm, tuổi trẻ trong toàn Tập đoàn đã hiến tặng hàng nghìn đơn vị máu ở nhiều địa phương trên địa bàn cả nước, đóng góp tích cực cho công tác điều trị và cấp cứu người bệnh của ngành y tế. Qua đó cũng thể hiện tinh thần trách nhiệm, nghĩa cử cao đẹp đầy lòng nhân ái của cán bộ đoàn viên thanh niên và người lao động trong Tập đoàn với truyền thống Kỷ luật và Đồng tâm, vì cộng đồng và xã hội”.

“Tính riêng năm 2021, mặc dù dịch bệnh Covid-19 diễn biến rất phức tạp, việc tổ chức các hoạt động hiến máu tình nguyện gặp nhiều khó khăn, tuy nhiên dưới sự quan tâm chỉ đạo và tạo điều kiện của lãnh đạo Tập đoàn và Đoàn cấp trên, tuổi trẻ Tập đoàn đã phối hợp tốt với Viện Huyết học truyền máu Trung ương, Bệnh viện Than - Khoáng sản và các bệnh viện trên nhiều địa bàn có các đơn vị của TKV đứng chân, tổ chức tốt các chương trình hiến máu tình nguyện, đảm bảo an toàn và đã thu về 2.216 đơn vị máu, đóng góp thiết thực cho công tác điều trị và cấp cứu người bệnh của ngành y tế, khắc phục tình trạng thiếu lượng máu dự trữ, nhất là trong thời điểm dịch Covid-19”, Bí thư Đoàn Thanh niên TKV chia sẻ.

Thay mặt lãnh đạo, đ/c Lê Thanh Xuân – Ủy viên Ban thường vụ Đảng ủy, Chủ tịch Công đoàn Than - Khoáng sản Việt Nam đoàn phát biểu: “Trong những năm qua, người lao động trong Tập đoàn Công nghiệp Than - Khoáng sản Việt Nam luôn tích cực thi đua lao động sản xuất hoàn thành các chỉ tiêu kế hoạch sản xuất kinh doanh, thực hiện các nhiệm vụ chính trị, đảm bảo nguồn cung ứng than cho các hộ tiêu thụ, đảm bảo an ninh năng lượng quốc gia, đời sống

cán bộ, công nhân ngày càng được nâng cao, các hoạt động an sinh xã hội, quan hệ cộng đồng, hỗ trợ các địa phương về nguồn lực để xây dựng và phát triển kinh tế xã hội, nâng cao đời sống, dân trí của nhân dân, các hoạt động tình nguyện tại chỗ, tình nguyện vì cuộc sống cộng đồng được người lao động và các tổ chức trong Tập đoàn tổ chức thường xuyên, liên tục và mang lại hiệu quả”.



Đ/c Lê Thanh Xuân – Ủy viên Ban thường vụ Đảng ủy, Chủ tịch Công đoàn Than - Khoáng sản Việt Nam phát biểu tại chương trình

“Trong đó phong trào hiến máu tình nguyện hàng năm được tổ chức Đoàn Thanh niên phát động đã thu hút đông đảo lực lượng cán bộ, đoàn viên và người lao động tham gia hưởng ứng nhiệt tình. Đây chính là những hành động ý nghĩa, giàu tính nhân văn và là văn hoá, là truyền thống của người lao động trong Tập đoàn Công nghiệp Than - Khoáng sản Việt Nam luôn luôn hướng về cộng đồng và xã hội. Thời gian tới, nhu cầu về số lượng, chất lượng máu chữa bệnh sẽ tiếp tục tăng cao, nhất là năm 2022 này Ban Chỉ đạo vận động hiến máu tình nguyện quốc gia đặt mục tiêu vận động và tiếp nhận 1,5 triệu đơn vị máu để phục vụ cứu chữa người bệnh, tôi đề nghị các cấp bộ đoàn trong Tập đoàn cần tiếp tục đẩy mạnh hơn nữa phong trào hiến máu tình nguyện trong thanh niên và người lao động trong Tập đoàn. Thông qua các hoạt động đó để giáo dục và phát huy truyền thống văn hóa của ngành để thu hút đông đảo Đoàn viên thanh niên và

người lao động tham gia, gắn bó với nghề và tự hào với truyền thống vinh quang của ngành Than”, đ/c Lê Thanh Xuân nhấn mạnh.

Chương trình đã thu được tổng số gần 200 đơn vị máu từ các tình nguyện viên hiến máu, trong đó, các cán bộ công nhân viên và đoàn viên thanh niên Viện Cơ khí Năng lượng và Mỏ - Vinacomin đóng góp gần 20 đơn vị. Đây là hoạt động thiết thực, ý nghĩa, nêu cao trách nhiệm với

cộng đồng của tuổi trẻ TKV.

Cũng tại chương trình, Đoàn thanh niên Tập đoàn đã biểu dương, tặng giấy khen cho đoàn viên Nguyễn Thanh Huyền sinh năm 1995 là đoàn viên thuộc Đoàn Thanh niên Bệnh viện Than - Khoáng sản, với thành tích 52 lần tham gia hiến máu và tiểu cầu tình nguyện trong các chương trình trong và ngoài Đoàn Thanh niên Tập đoàn tổ chức.

Một số hình ảnh tại chương trình Hiến máu tình nguyện năm 2022



GIAO HỮU BÓNG ĐÁ CHÀO MỪNG KỶ NIỆM 41 NĂM NGÀY THÀNH LẬP VIỆN CƠ KHÍ NĂNG LƯỢNG VÀ MỎ VINACOMIN

Chiều ngày 30/6/2022, tại Hà Nội, hưởng ứng Kỷ niệm 41 năm Ngày thành lập Viện Cơ khí Năng lượng và Mỏ - Vinacomin (01/7/1981 - 01/7/2022), Công đoàn phối hợp với Đoàn thanh niên đã tổ chức trận giao lưu bóng đá giữa các đơn vị trong Viện. Đến tham dự và cổ vũ tinh thần thi đấu của các công đoàn viên, thanh niên có các đồng chí trong Đảng ủy, Ban lãnh đạo, Công đoàn và Đoàn thanh niên Viện, cùng đông đảo các cán bộ công nhân viên.

Đây là hoạt động thúc đẩy phong trào rèn luyện thể chất, nâng cao sức khỏe nhằm phục vụ tốt cho công tác chuyên môn của người lao động, tạo không khí thi đua sôi nổi, tinh thần giao lưu học hỏi, hiểu biết lẫn nhau giữa các công đoàn viên, thanh niên và giữa các đơn vị trong Viện.

Được sự cổ vũ nồng nhiệt, các cầu thủ hai đội đã thi đấu sôi nổi với tinh thần thể thao trung thực, cao thượng, đoàn kết, vui, khỏe và đã cống hiến cho khán giả những hình ảnh đẹp. Buổi giao lưu kết thúc để lại nhiều dư âm tốt đẹp trong lòng mỗi cán bộ công nhân viên tham gia.

Một số hình ảnh tại trận giao lưu bóng đá



PHÂN TÍCH DAO ĐỘNG VÀ CÁC SAI SỐ TRONG QUÁ TRÌNH TIỆN VỚI BỆ MÁY ĐƯỢC LÀM TỪ BÊ TÔNG POLYME CỐT SỢI BASALT

ThS. Lê Văn Lợi – Viện Cơ khí Năng lượng và Mỏ - Vinacomin

GS.TS. Yu Ying Hua, TS. Shen Jia Xing – Đại học Kỹ thuật công trình Liêu Ninh - Trung Quốc

Tóm tắt: Để cải thiện độ chính xác của máy tiện, người ta đã nghiên cứu thiết kế, cải tiến bộ máy làm từ vật liệu bê tông polyme cốt sợi basalt. Qua nghiên cứu lý thuyết và thực tiễn, tác giả thiết lập mô hình sai số khi tiện, dao động của hệ thống máy tiện-phôi và mô hình tính toán biên độ trung bình của sai số tiện; sử dụng phương pháp Runge-Kutta để tính toán sai số dao động của hệ thống máy tiện-phôi; nghiên cứu ảnh hưởng của bán kính phôi và các thông số tiện đến biên độ trung bình của sai số tiện. Kết quả nghiên cứu cho thấy biên độ trung bình của sai số tiện bị ảnh hưởng đáng kể bởi bước tiến dao, bán kính phôi, độ khớp phía sau và tốc độ trục chính từ lớn đến nhỏ.

Từ khóa: Bê tông polyme cốt sợi basalt, máy tiện, rung lắc, sai số tiện.

1 Đặt vấn đề

Hiện nay, hầu hết các bộ máy tiện truyền thống đều được làm bằng vật liệu gang đúc. Nó được sử dụng rộng rãi bởi có những tính chất cơ học lý tưởng như giới hạn bền nén cao, độ cứng tốt và dễ gia công. Tuy nhiên, với các tiêu chuẩn chế tạo máy công cụ hiện đại thì độ giảm chấn và ổn định nhiệt không còn phù hợp. Ưu điểm của bê tông polyme cốt sợi basalt là đặc tính giảm chấn cao, độ bền riêng và độ cứng cao, độ ổn định nhiệt tốt hơn [1, 2]. Do đó, người ta đã thiết kế và chế tạo bộ máy tiện bằng bê tông polyme cốt sợi basalt. Nghiên cứu này nhằm mục đích cải thiện độ chính xác gia công tiện của máy bằng cách vận dụng những ưu điểm nổi trội của vật liệu bê tông polyme cốt sợi basalt.

Trong các tài liệu hiện có về dao động của máy tiện truyền thống, phần lớn nội dung đề cập đến dao động tuyến tính của hệ thống máy tiện-phôi. Nhìn chung, các nghiên cứu này chưa phản ánh một cách có hiệu quả dao động tiện thực tế vì đã bỏ qua các yếu tố phi tuyến tính trong hệ thống máy tiện-phôi [3, 4], đặc biệt là về bước tiến dao tương đối nhanh.

Bài báo này nghiên cứu phản ứng dao động phi tuyến tính của máy tiện với bộ máy được làm bằng vật liệu bê tông polyme cốt sợi basalt dưới tác động tích hợp của tất cả các yếu tố phi tuyến

tính, chẳng hạn như độ cứng của hệ thống máy tiện-phôi, hệ thống giá kẹp dao, ray dẫn hướng và lực cắt gọt. Bộ máy tiện với vật liệu làm bằng bê tông polyme cốt sợi basalt được thiết kế dựa trên cơ sở một loại bộ truyền thống (Hình 1), chủ yếu được tạo thành từ móng bê tông polyme cốt sợi basalt và ray dẫn hướng bằng thép, được nối với nhau bằng các bulông gắn vào bộ máy.

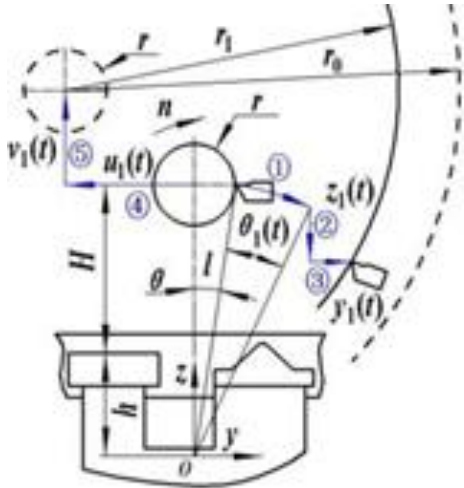


Hình 1: Bộ máy tiện bê tông polyme cốt sợi basalt

2 Phân tích sai số của quá trình tiện phôi

Khi tiện các chi tiết dạng trục, mối quan hệ về vị trí giữa bộ máy, dao và phôi được thể hiện trong hình 2. Hệ tọa độ Oyz được thiết lập tại tâm khối lượng của bộ, khoảng cách thẳng đứng từ tâm trục chính của máy đến mặt trên của ray dẫn hướng H, khoảng cách giữa mặt trên của ray dẫn hướng và tâm khối lượng của bộ $h = 125$ mm. Tốc độ của phôi n, bán kính ban đầu r_0 , bán kính tiện mong muốn r. Sau khi cắt,

độ khớp phía sau cơ bản là a_p , vị trí lý tưởng của dao tiện là vị trí nằm ngang, như thể hiện trong hình 2. Tuy nhiên, cả tâm khối lượng của bộ lần chuyển động quay của vị trí tâm phôi đều có chút thay đổi do lực tiện trong quá trình tiện. Vì vậy, bán kính thực của phôi là r_1 . Để tìm r_1 , độ chuyển vị tâm khối lượng của bộ và tâm quay của phôi được tách rời nhau như thể hiện trong hình 2.



Hình 2: Mô phỏng sai số khi tiện

(1) Độ võng của bộ máy tiện xung quanh tâm khối lượng của nó là $\theta_1(t)$, các độ chuyển vị dọc theo trục y và z lần lượt là $y_1(t)$ và $z_1(t)$, theo quy trình ①→②→③ trong hình 2:

- Tọa độ của mũi dao cắt ở vị trí nằm ngang là $(y, z) = (r, H + h)$ và góc của nó với trục z là $\theta = \arctan[r/(h + H)]$, khoảng cách giữa mũi dao cắt và điểm O là:

$$l = \sqrt{(H+h)^2 + r^2} \quad (1)$$

- Thông qua quá trình ①, tọa độ của mũi dao cắt là:

$$(y, z) = \{l \sin[\theta + \theta_1(t)], l \cos[\theta + \theta_1(t)]\} \quad (2)$$

- Thông qua quá trình ②, tọa độ của mũi dao cắt là:

$$(y, z) = \{l \sin[\theta + \theta_1(t)], l \cos[\theta + \theta_1(t)] - z_1(t)\} \quad (3)$$

- Thông qua quá trình ③, tọa độ của mũi dao cắt là:

$$(y, z) = \{l \sin[\theta + \theta_1(t)] + y_1(t), l \cos[\theta + \theta_1(t)] - z_1(t)\} \quad (4)$$

(2) Các độ chuyển vị của phôi dọc theo trục y và z lần lượt là $u_1(t)$ và $v_1(t)$, thông qua bước ④→⑤, như thể hiện trong hình 2:

- Tọa độ ban đầu của tâm quay của phôi là $(y, z) = (0, H + h)$. Thông qua quá trình ④, tọa độ tâm quay của phôi là:

$$(y, z) = [-u_1(t), H + h] \quad (5)$$

- Thông qua quá trình ⑤, tọa độ tâm quay của phôi là:

$$(y, z) = [-u_1(t), H + h + v_1(t)] \quad (6)$$

- Sau tất cả các quá trình trên, bán kính thực của phôi biểu thị bằng:

$$r_1(t) = \sqrt{\left\{l \sin[\theta + \theta_1(t)] + y_1(t) + u_1(t)\right\}^2 + \left\{l \cos[\theta + \theta_1(t)] - z_1(t) - [H + h + v_1(t)]\right\}^2} \quad (7)$$

- Độ khớp phía sau cơ bản a_p biểu thị bằng:

$$a_p = r_0 - r \quad (8)$$

- Sai số tiện của phôi biểu thị bằng:

$$\Delta(t) = r_1(t) - r \quad (9)$$

- Độ khớp phía sau thực tế biểu thị bằng:

$$a'_p(t) = r_0 - r_1(t) = a_p + r - r_1(t) = a_p - \Delta(t) \quad (10)$$

3 Phân tích dao động của quá trình tiện

3.1 Phân tích lực tiện

Bề mặt của phôi có dạng gợn sóng [5, 6], như thể hiện trong hình 3. Sai số tiện $\Delta(t)$ được phân tích ở trên phát sinh khi máy tiện dao động. Ngoài ra, tính đến sai số $\Delta(t-T)$ phát sinh từ thao tác trước đó, kích thước thực của độ khớp phía sau biểu thị bằng $[a_p + \mu\Delta(t-T) - \Delta(t)]$ trong hai lần cắt liền nhau. Trong đó, μ là hệ số chồng lấp và T là khoảng thời gian giữa hai lần cắt liền nhau.

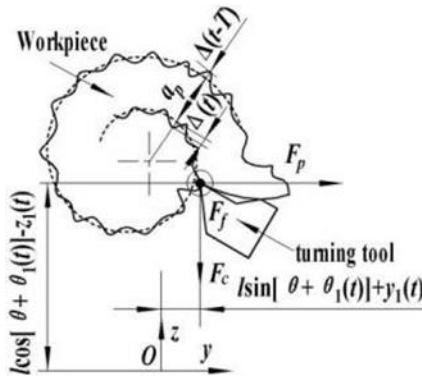
Lực của dao tiện bị phân chia dọc theo trục y, trục z và trục x, dạng lũy thừa của công thức tính lực cắt bị thay đổi do ảnh hưởng thực tế của kích thước độ khớp phía sau. Ba lực thành phần này biểu thị bằng:

$$\begin{cases} F_c[a_p, f, v_c, \Delta(t), \Delta(t-T)] = C_{F_c} [a_p + \mu\Delta(t-T) - \Delta(t)]^{K_{F_c}} f_{F_c} v_c^{n_{F_c}} K_{F_c} \\ F_f[a_p, f, v_c, \Delta(t), \Delta(t-T)] = C_{F_f} [a_p + \mu\Delta(t-T) - \Delta(t)]^{K_{F_f}} f_{F_f} v_c^{n_{F_f}} K_{F_f} \\ F_p[a_p, f, v_c, \Delta(t), \Delta(t-T)] = C_{F_p} [a_p + \mu\Delta(t-T) - \Delta(t)]^{K_{F_p}} f_{F_p} v_c^{n_{F_p}} K_{F_p} \end{cases} \quad (11)$$

Trong đó: F_c, F_f, F_p – lần lượt là lực cắt chính, lực tiến dao, lực đẩy hướng tâm; $C_{F_c}, C_{F_f}, C_{F_p}$ – các hệ số điều kiện gia công; x_F, y_F, n_F – các yếu tố ảnh hưởng đến lực cắt; $K_{F_c}, K_{F_f}, K_{F_p}$ – các hệ số hiệu chỉnh; v_c, f – lần lượt là tốc độ cắt và bước tiến dao.

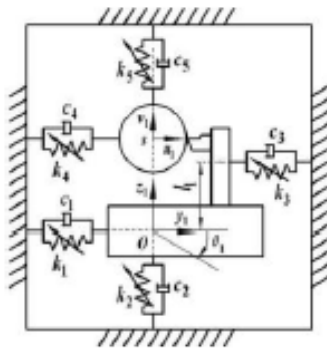
Theo hình 3, mômen xoắn theo hướng trục x biểu thị bằng:

$$M_x [a_p, f, v_c, \Delta(t), \Delta(t-T)] = F_c \cdot \{l \cdot \sin[\theta + \theta_1(t)] + y_1(t)\} + F_p \cdot \{l \cdot \cos[\theta + \theta_1(t)] - z_1(t)\} \quad (12)$$



Hình 3: Mô hình tiện

3.2 Mô hình dao động máy tiện



Hình 4: Sơ đồ dao động của hệ thống máy tiện-phôi

Hệ thống dao động máy tiện-phôi được thể hiện trong hình 4. Khối lượng tương đương của bộ phận tiện, giá kẹp dao và hộp trục chính m_1 , mômen quán tính tương đương J , khối lượng tương đương của phôi m_2 . Độ cứng và độ giảm chấn lò xo tương đương của bộ phận dọc theo trục y_1 ,

z_1 lần lượt là k_1, c_1 và k_2, c_2 . Độ cứng và độ giảm chấn tương đương của hệ thống giá kẹp dao và ray dẫn hướng lần lượt là k_3 và c_3 . Độ cứng và độ giảm chấn lò xo tương đương của phôi dọc theo trục u_1, v_1 lần lượt là k_4, c_4 và k_5, c_5 . Độ cứng và độ giảm chấn lò xo xoắn tương đương của bộ xung quanh trục x lần lượt là k_c và c_c (không được thể hiện trong hình 4). l_1 là khoảng cách thẳng đứng giữa tâm khối lượng của giá kẹp dao và tâm khối lượng của bộ phận. Độ chuyển vị và độ quay của tâm khối lượng của bộ phận là y_1, z_1 và θ_1 . Độ chuyển vị của tâm khối lượng của phôi là u_1, v_1 . Phương trình dao động của hệ thống được thiết lập bằng phương trình Lagrange:

$$\begin{bmatrix} m_1 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & m_1 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & J & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & m_2 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & m_2 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} \ddot{y}_1 \\ \ddot{z}_1 \\ \ddot{\theta}_1 \\ \ddot{u}_1 \\ \ddot{v}_1 \end{bmatrix} + \begin{bmatrix} c_1 + c_3 & 0 & l_1 c_3 & 0 & 0 \\ 0 & c_2 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & c_c & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & c_4 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & c_5 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} \dot{y}_1 \\ \dot{z}_1 \\ \dot{\theta}_1 \\ \dot{u}_1 \\ \dot{v}_1 \end{bmatrix} + \begin{bmatrix} k_1 + k_3 & 0 & l_1 k_3 & 0 & 0 \\ 0 & k_2 & 0 & 0 & 0 \\ l_1 k_3 & 0 & l_1^2 k_3 + k_c & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & k_4 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & k_5 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} y_1 \\ z_1 \\ \theta_1 \\ u_1 \\ v_1 \end{bmatrix} = M_x \begin{bmatrix} F_p \\ F_c \\ -F_p \\ -F_c \end{bmatrix} \quad (13)$$

3.3 Độ cứng lò xo của hệ thống máy tiện-phôi

3.3.1 Độ cứng lò xo của bộ

Sai số dọc theo trục x được bỏ qua vì độ cứng lò xo theo hướng trục x của bộ phận là lớn, độ biến dạng của hướng này là nhỏ. Độ cứng lò xo của bộ phận biểu thị bằng:

$$k_1 = 3EI_z a_0^3 a(t)^{-3} [a_0 - a(t)]^{-3}; \quad (14)$$

$$k_2 = 3EI_z a_0^3 a(t)^{-3} [a_0 - a(t)]^{-3}, \quad 0 < a(t) < a_0$$

Trong đó: k_1, k_2 – độ cứng lò xo theo hướng trục y và trục z của bộ phận; EI_y, EI_z – độ cứng vòng tương đương theo hướng trục y và trục z của bộ phận; a_0 – nhíp tính toán của bộ phận; $a(t)$ – khoảng cách giữa vị trí của lực cắt và đầu cố định của bộ phận theo thời gian t, $a(t) = a_1 - f \cdot n \cdot t$; a_1 – khoảng cách ban đầu giữa vị trí của lực cắt và đầu cố định của bộ phận.

Độ cứng lò xo xoắn của bộ phận biểu thị bằng:

$$k_c = \frac{GI_p}{[a_0 - a(t)]} + \frac{GI_p}{[a(t)]}, \quad a < a(t) < a_0 \quad (15)$$

Trong đó: GI_p – độ cứng xoắn tương đương.

3.3.2 Độ cứng lò xo của hệ thống giá kẹp dao và ray dẫn hướng

Độ cứng lò xo của hệ thống giá kẹp dao và ray dẫn hướng là hàm phân đoạn trong quá trình tải, do khe hở giữa các thành phần của hệ thống này, được đo bằng thiết bị lực kế biến trở vòng xoắn hình bát giác, biểu thị bằng:

$$k_3 = \begin{cases} 1.187 \times 10^8 \text{ N/m}, F_{lim} < 432\text{N}, \text{Loading stage} \\ 2.507 \times 10^7 \text{ N/m}, F_{lim} \geq 432\text{N}, \text{Loading stage} \\ 4.979 \times 10^7 \text{ N/m}, \text{Unloading stage} \end{cases} \quad (16)$$

3.3.3 Độ cứng lò xo của phôi

Hình dạng mặt cắt của phôi là hình tròn và ở trạng thái quay. Do đó, độ cứng lò xo của phôi theo hướng trục y và trục z. Phôi được cố định giữa mâm cặp và mũi tâm quay. Độ cứng lò xo của phôi được suy ra bởi công thức độ võng của dầm gối giản đơn, biểu thị bằng:

$$k_4 = k_5 = 3E_{wp}I_{wp}a_{wp}a(t)^{-2} [a_{wp} - a(t)]^2, 0 < a(t) < a_{wp} \quad (17)$$

Trong đó: k_4, k_5 – độ cứng lò xo của phôi theo hướng trục y và trục z; I_{wp} – mômen quán tính của mặt cắt phôi, $I_{wp} = \pi r^4/4$; E_{wp} – môđun đàn hồi của phôi; a_{wp} – chiều dài phôi.

3.4 Giảm chấn của hệ thống máy tiện-phôi

Độ giảm chấn riêng của từng thành phần hệ thống máy tiện-phôi được tính theo công thức (13), biểu thị bằng:

$$c_i = 2\zeta_i \sqrt{k_j m_j}; c_c = 2\zeta_c \sqrt{k_c J} \quad (18)$$

Trong công thức (18), khi $i = 1, 2, 3$ thì $j = 1$; khi $i = 4, 5$ thì $j = 2$.

4 Ví dụ trường hợp cụ thể

Trường hợp tính toán là tiện các chi tiết trục. Dao tiện và vật liệu phôi lần lượt là thép cacbon và thép kết cấu. Giới hạn bền của thép kết cấu $\sigma_b = 650 \text{ MPa}$. Chiều dài của phôi là nhíp máy tiện và vị trí tiện ban đầu là giữa phôi. Các thông số tiện $a_p = 4 \text{ mm}$, $f = 0,4 \text{ mm/vòng}$ và tốc độ trục chính là $n = 250 \text{ vòng/phút}$. Các thông số của dao tiện $K_1 = 45^\circ$; $\gamma_0 = 10^\circ$; $\lambda_0 = 0^\circ$ và các thông số khác được thể hiện trong bảng 1.

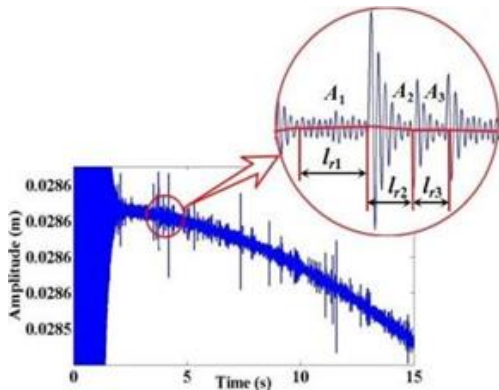
Bảng 1. Các thông số chính^[7]

Tên mã	Giá trị bằng số	Tên mã	Giá trị bằng số
H	0,20 5m	m_2	207,9759 kg
h	0,12445 m	J	7,758 kg.m ²
r	0,075 m	EI_y	$5,969 \cdot 10^6 \text{ Pa.m}^4$
μ	1	EI_z	$2,926 \cdot 10^7 \text{ Pa.m}^4$
l_1	0,223 m	GI_p	$1,399 \cdot 10^7 \text{ Pa.m}^4$
a_o	1,5 m	E_{wp}	$2,09 \cdot 10^{11} \text{ Pa}$
a_1	0,75 m	C_{Fc}	2.795
a_{wp}	1,5 m	C_{Ff}	2.880
m_1	175,5053 kg	C_{Fp}	1.940
Tên mã	Giá trị bằng số	Tên mã	Giá trị bằng số
x_{Fc}	1	K_{Fc}	1
x_{Ff}	1	K_{Ff}	1
x_{Fp}	0,9	K_{Fp}	1
y_{Fc}	0,75	ζ_1	0,045
y_{Ff}	0,5	ζ_2	0,041
y_{Fp}	0,6	ζ_3	0,050
n_{Fc}	-0,15	ζ_c	0,042
n_{Ff}	-0,4	ζ_4	0,006
n_{Fp}	-0,3	ζ_5	0,006

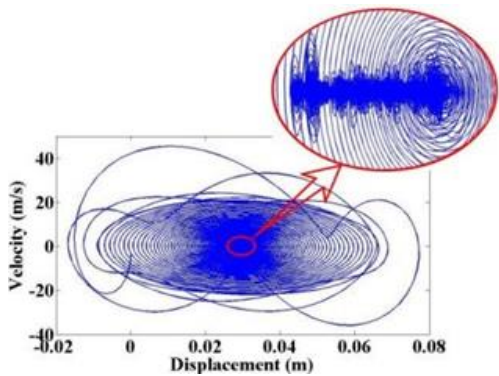
Đưa vào các biến mới Y_1 đến Y_{10} dưới dạng $Y_1 = y_1, Y_2 = \dot{y}_1, Y_3 = z_1, Y_4 = \dot{z}_1, Y_5 = \theta_1, Y_6 = \dot{\theta}_1, Y_7 = u_1, Y_8 = \dot{u}_1, Y_9 = v_1, Y_{10} = \dot{v}_1$ và phương trình dao động (13) dưới dạng:

$$\begin{aligned} \dot{Y}_2 &= \frac{1}{m_1} [F_p - (c_1 + c_2)Y_2 - l_1 c_3 Y_6 - (k_1 + k_2)Y_1 - l_1 k_3 Y_5] \\ \dot{Y}_4 &= \frac{1}{m_1} (F_c - c_2 Y_4 - k_2 Y_3); \dot{Y}_6 = \frac{1}{J} [M_x - c_c Y_6 - l_1 k_3 Y_1 - (l_1 k_3 + k_c) Y_5] \\ \dot{Y}_8 &= \frac{1}{m_2} (-F_p - c_4 Y_8 - k_4 Y_7); \dot{Y}_{10} = \frac{1}{m_2} (-F_c - c_5 Y_{10} - k_5 Y_9) \end{aligned} \quad (19)$$

Đường cong dao động của sai số tiện được thể hiện trong hình 5. Pha sai số tiện được giải thích trong hình 6. Có thể thấy rằng biên độ dao động có thể thay đổi. Theo hình 5, điểm cân bằng của dao động là một đường cong vì độ cứng của bệ và phôi tăng dần theo chuyển động tiến của dao tiện. Nó cho thấy pha đường cong của sai số tiện nhanh chóng trở thành một đường cong kín và tâm của đường cong pha bị lệch (Hình 6).



Hình 5: Dao động của sai số tiện



Hình 6: Biểu đồ pha của sai số tiện

5 Các yếu tố ảnh hưởng đến phân tích sai số tiện

Tác giả sử dụng phương pháp độ nhám tương tự để mô tả biên độ trung bình của sai số tiện. Đường cong dao động được chia thành l_{r1} , l_{r2} , l_{r3} ... là các đường cong lấy mẫu, như thể hiện trong hình 5. Đường màu đỏ trong mỗi đường cong lấy mẫu là đường giữa của biên độ. Khi chiều dài lấy mẫu nhỏ thì giá định kích thước của đường giữa là không đổi, biểu thị bằng:

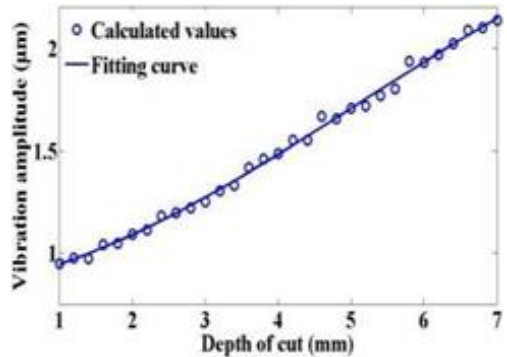
$$A_j = \sum_{i_j=1}^{n_j} \frac{\Delta_{ij}(t)}{n_j} \quad i_j = 1, 2, 3, \dots, n_j; \quad j = 1, 2, \dots, p \quad (20)$$

Trong đó: A_j – kích thước của đường giữa thứ j ; n_j – số lượng mẫu được đưa vào đoạn thứ j ; $\Delta_{ij}(t)$ – kích thước của sai số thứ i đối với đoạn thứ j ; p – tổng số mẫu.

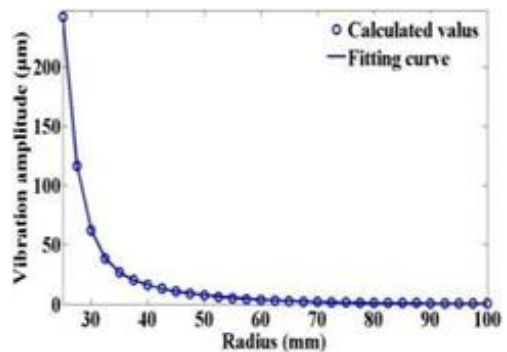
Biên độ trung bình \bar{A} của sai số tiện biểu thị bằng:

$$\bar{A} = \sum_{j=1}^p \left(\frac{\sum_{i_j=1}^{n_j} |\Delta_{ij}(t) - A_j|}{n_j} \right) \cdot \frac{1}{p}, \quad i_j = 1, 2, \dots, n_j; \quad j = 1, 2, \dots, p \quad (21)$$

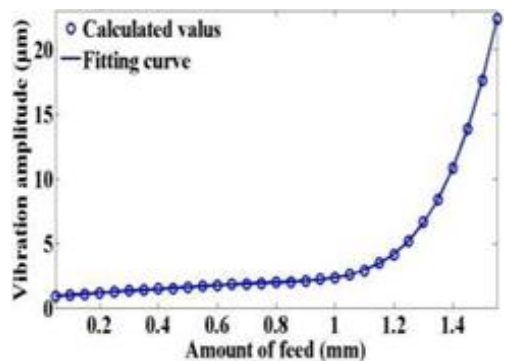
Cần lưu ý sự ảnh hưởng của bán kính phôi và các thông số tiện đến biên độ trung bình của sai số tiện, trong đó kích thước của độ khớp phía sau là 1-7 mm, bán kính phôi là 25-100 mm, bước tiến dao là 0,05-1,55 mm và tốc độ trục chính là 100-400 vòng/phút.



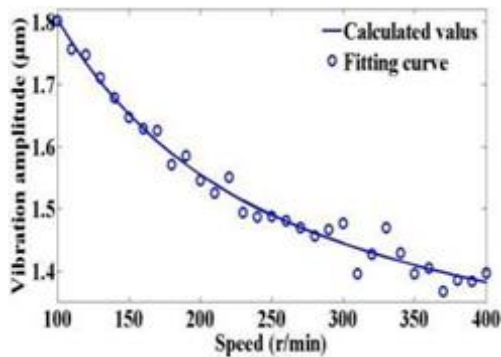
Hình 7: Độ khớp phía sau



Hình 8: Bán kính phôi



Hình 9: Bước tiến dao



Hình 10: Tốc độ trục chính

Kết quả của các phương trình (19)-(21) được thể hiện trong các hình 7-10. Theo hình 7, sai số tiện tăng gần như tuyến tính từ 0,9942 lên 2,14 µm khi độ khóp phía sau tăng từ 1 đến 7 mm. Khi bán kính phôi tăng từ 25 đến 100 mm, sai số tiện nhanh chóng giảm từ 242,2 µm, sau đó chậm dần và cuối cùng ổn định ở 0,2324 µm (Hình 8). Hình 9 cho thấy sai số tiện tăng từ 0,9262 lên 22,36 µm khi bước tiến

dao tăng từ 0,05 đến 1,55 mm và sự thay đổi chậm lúc đầu nhưng nhanh dần sau đó. Trong khi đó, khi tốc độ trục chính tăng từ 100 đến 400 vòng/phút, sai số tiện giảm từ 1,802 xuống 1,382 µm (Hình 10). Theo kết quả tính toán độ nhạy trung bình, thứ tự giảm dần ảnh hưởng đến sai số tiện là: Bước tiến dao, bán kính phôi, độ khóp phía sau và tốc độ trục chính.

6 Kết luận

Mô hình dao động của hệ thống bộ máy tiện bê tông cốt sợi bazalt-phôi được nghiên cứu bằng phân tích lý thuyết. Phản ứng dao động được phân tích trong trường hợp bán kính phôi 0,075 m, chiều dài 1,5 m, vị trí tiện ban đầu ở giữa phôi, độ khóp phía sau 4 mm, bước tiến dao 0,4 mm/vòng, tốc độ trục chính 250 vòng/phút. Ảnh hưởng đến biên độ trung bình của sai số tiện từ lớn đến nhỏ là: Bước tiến dao, bán kính phôi, độ khóp phía sau và tốc độ trục chính.

TÀI LIỆU THAM KHẢO

1. **Yu Yinghua, Liang Yu, Shen Jiaying.** Structure Design and Performance Simulation of a Machine Tool Components Made of BFPC [J]. *Journal of Machine Design*, 2017,34(1), PP. 71-75.
2. **Xu Ping, Shen Jiaying, Yu Yinghua.** Study on Damping Properties of Basalt Fiber Reinforced Polymer Concrete [J]. *Non-Metallic Mines*, 2017, 40(1), PP. 30-32.
3. **Huang Xianzhen, Xu Yichuan, Zhang Yimin.** Reliability Analysis for the Stability of the CNC Lathe with Chatter Using the Monte Carlo Method [J]. *Journal of Vibration, Measurement & Diagnosis*, 2016, 36(3), PP. 484-487.
4. **Hu Zhiyuan.** Research on High-Speed Turning 3Cr13 Stainless Steel Cutting Force And Surface Roughness [D]. *Hunan University of Science and Technology*, 2016.
5. **Zhang Zhihai, Zheng Li, Li Zhizhong.** Research on Nonlinear Dynamic Characteristic for End-Milling Process [J]. *Journal of Mechanical Engineering*, 2004, 40(8), PP. 45-48.
6. **Wang Xiankui.** Machinery Manufacturing Technology [M]. *Beijing:China Machine Press*,2009.

NGHIÊN CỨU ẢNH HƯỞNG CỦA NHIỆT ĐỘ DẦU THỦY LỰC ĐẾN TỔN THẤT CÔNG SUẤT TRONG HỆ THỐNG THỦY LỰC MÁY XÚC THỦY LỰC MỎ LỘ THIÊN

TS. Giang Quốc Khánh, ThS. Bùi Công Viên, ThS. Đào Đức Hùng, ThS. Trần Thị Vân
Đại học Công nghiệp Quảng Ninh

Tóm tắt: Trong quá trình máy xúc thủy lực làm việc, tổn thất công suất trong hệ thống truyền động thủy lực làm cho nhiệt độ dầu thủy lực tăng dần, dẫn đến độ nhớt giảm đi nhanh chóng và sự thay đổi về trị số của các dạng tổn thất công suất thủy lực. Trong bài báo này, nhóm tác giả trình bày kết quả nghiên cứu tính toán và mô phỏng sự biến đổi của các dạng tổn thất công suất trong hệ thống thủy lực máy xúc thủy lực mỏ lộ thiên Komatsu PC750SE-7 khi nhiệt độ của chất lỏng làm việc thay đổi với sự giúp đỡ của phần mềm kỹ thuật số Matlab-Simulink 7.04.

Từ khóa: Hệ thống thủy lực, máy bơm piston hướng trục, máy xúc thủy lực, nhiệt độ dầu thủy lực, rò rỉ, tổn thất công suất, tổn thất cục bộ, tổn thất dọc đường.

1 Đặt vấn đề

Trong quá trình vận hành máy khai thác thủy lực nói chung, nhiệt độ dầu thủy lực trong hệ thống truyền động sẽ tăng lên nhanh chóng. Nguyên nhân của hiện tượng này là do năng lượng tổn thất trong hệ thống thủy lực biến thành nhiệt năng và làm nóng dầu. Tổn thất công suất trong hệ thống thủy lực có thể được chia thành ba nhóm chính: Tổn thất dọc đường trên các đoạn ống thủy lực thẳng; tổn thất cục bộ tại các van phân phối, van áp suất, van tiết lưu và các phụ kiện của đường ống thủy lực; tổn thất công suất do rò rỉ thể tích qua các khe hở làm việc trong các máy bơm, động cơ thủy lực và xilanh thủy lực...

Sự gia tăng nhiệt độ dầu thủy lực sẽ làm cho độ nhớt của nó giảm dần, dẫn đến giảm khả năng bôi trơn, tăng độ mài mòn, tần suất xuất hiện các hư hỏng, tốc độ lão hóa và làm giảm tuổi thọ của dầu cũng như của các thiết bị thủy lực... Đặc biệt, nó còn ảnh hưởng rất lớn đến sự thay đổi giá trị các dạng tổn thất công suất thủy lực, như tổn thất công suất do ma sát nhớt của dầu thủy lực sẽ giảm dần và tổn thất công suất do rò rỉ thể tích sẽ tăng lên. Nghĩa là, trước thời điểm trạng thái cân bằng nhiệt của hệ thống thủy lực được thiết lập thì giá trị tổng tổn thất công suất của hệ

thống không cố định mà thay đổi phụ thuộc vào nhiệt độ của dầu thủy lực.

Việc tính toán tổn thất công suất của hệ thống thủy lực có vai trò rất quan trọng, như: Xác định chính xác công suất yêu cầu của động cơ truyền động khi thiết kế một hệ thống truyền động thủy lực mới; tính toán trạng thái cân bằng nhiệt và nhiệt độ làm việc ổn định lâu dài của dầu thủy lực trong hệ thống truyền động, làm cơ sở cho việc tính toán và lựa chọn các thông số của bộ làm mát dầu phù hợp với công suất của hệ thống và nhiệt độ môi trường làm việc; đánh giá được tình trạng kỹ thuật của các thiết bị thủy lực, giúp cho doanh nghiệp khai thác chủ động trong việc lập kế hoạch bảo dưỡng, sửa chữa hoặc thay thế thiết bị.

Việc tính toán tổn thất công suất trong hệ thống thủy lực phức tạp của máy xúc thủy lực mỏ lộ thiên bằng phương pháp tính thủ công rất khó khăn và có thể xuất hiện nhiều lỗi do khối lượng tính toán rất lớn, cần phải giải nhiều phương trình tuyến tính cũng như phi tuyến... Nhằm khắc phục những nhược điểm của phương pháp tính thủ công, giảm thời gian tính toán và nâng cao độ chính xác của kết quả, nhóm tác giả đã nghiên cứu xây dựng modul phần mềm tính toán và mô phỏng sự thay đổi tổn thất công suất

của hệ thống thủy lực máy xúc thủy lực mô phỏng theo nhiệt độ dầu trong môi trường Matlab-Simulink 7.04.

2 Mô hình toán, sơ đồ khối logic tính tổn thất công suất của hệ thống thủy lực máy xúc thủy lực mô phỏng

2.1 Mô hình toán

Trên cơ sở các kết quả nghiên cứu đã được công bố trước đây của nhiều nhà khoa học [1-4, 8, 9], mô hình toán học để tính tổn thất công suất của hệ thống thủy lực máy xúc mô phỏng được xây dựng như sau:

$$\rho = \frac{\rho_0}{1 + \beta_1 \Delta t} \quad (1)$$

$$v_t = at^2 + bt + c, \text{ khi } t = [0 \div 40] \text{ } ^\circ\text{C} \quad (2)$$

$$v_t = v_0 \left(\frac{t_0}{t}\right)^n \text{ khi } t_0, t = (40 \div 110) \text{ } ^\circ\text{C} \quad (3)$$

$$v = \frac{\mu}{\rho} \quad (4)$$

$$G_{pc} = \frac{\pi d_p h_{pc}^3 (p_s - p_0)}{12 \mu l} (1 + 1,5 \eta^2) - \frac{\pi d_p h_{pc} v_p}{2} \quad (5)$$

$$G_{ps} = \frac{\pi h_{ps}^3 (p_1 - p_0)}{3 \mu \left(\text{tg}^2 \beta_2 - \text{tg}^2 \beta_1 + 2 \ln \left| \frac{\text{tg} \beta_2}{\text{tg} \beta_1} \right| \right)} \quad (6)$$

$$G_{ss} = \frac{\pi h_{ss}^3 (p_1 - p_0)}{6 \mu \cdot \ln(R_{s2} / R_{s1})} \quad (7)$$

$$G_{cv} = \frac{\alpha_0 h_{cv}^3 (p_s - p_0)}{12 \mu} \left[\frac{1}{\ln(R_{v2} / R_{v1})} + \frac{1}{\ln(R_{v4} / R_{v3})} \right] \quad (8)$$

$$\eta = \frac{e}{h_{pc}} \quad (9)$$

$$l_k = L_0 + R_f (1 - \cos \omega t) \text{tg} \gamma \quad (10)$$

$$v_p = \omega R_f \text{tg} \gamma \sin \omega t \quad (11)$$

$$G_\Sigma = G_{pc} + G_{ps} + G_{ss} + G_{cv} \quad (12)$$

$$\Delta N_1 = \frac{G_\Sigma \cdot (p_s - p_0)}{1000} \quad (13)$$

$$\omega = \frac{\pi n}{30} \quad (14)$$

$$\Sigma \Delta p_1 = \rho g \sum_{i=1}^n \left(\lambda_i \frac{l_i}{d_i} \frac{v_i^2}{2g} \right) = \frac{\rho}{2} \sum_{i=1}^n \left(\lambda_i \frac{l_i}{d_i} v_i^2 \right) \quad (15)$$

$$\Sigma \Delta p_c = \sum_{j=1}^J \rho g K_j \left(\frac{v_j^2}{2g} \right) = \frac{\rho}{2} \sum_{j=1}^J K_j v_j^2 \quad (16)$$

$$\Delta p_{lc} = \Sigma \Delta p_1 + \Sigma \Delta p_c \quad (17)$$

$$\Delta N_2 = \frac{G_n \cdot \Delta p_{lc}}{1000} \quad (18)$$

$$\Delta N_\Sigma = \Delta N_1 + \Delta N_2 \quad (19)$$

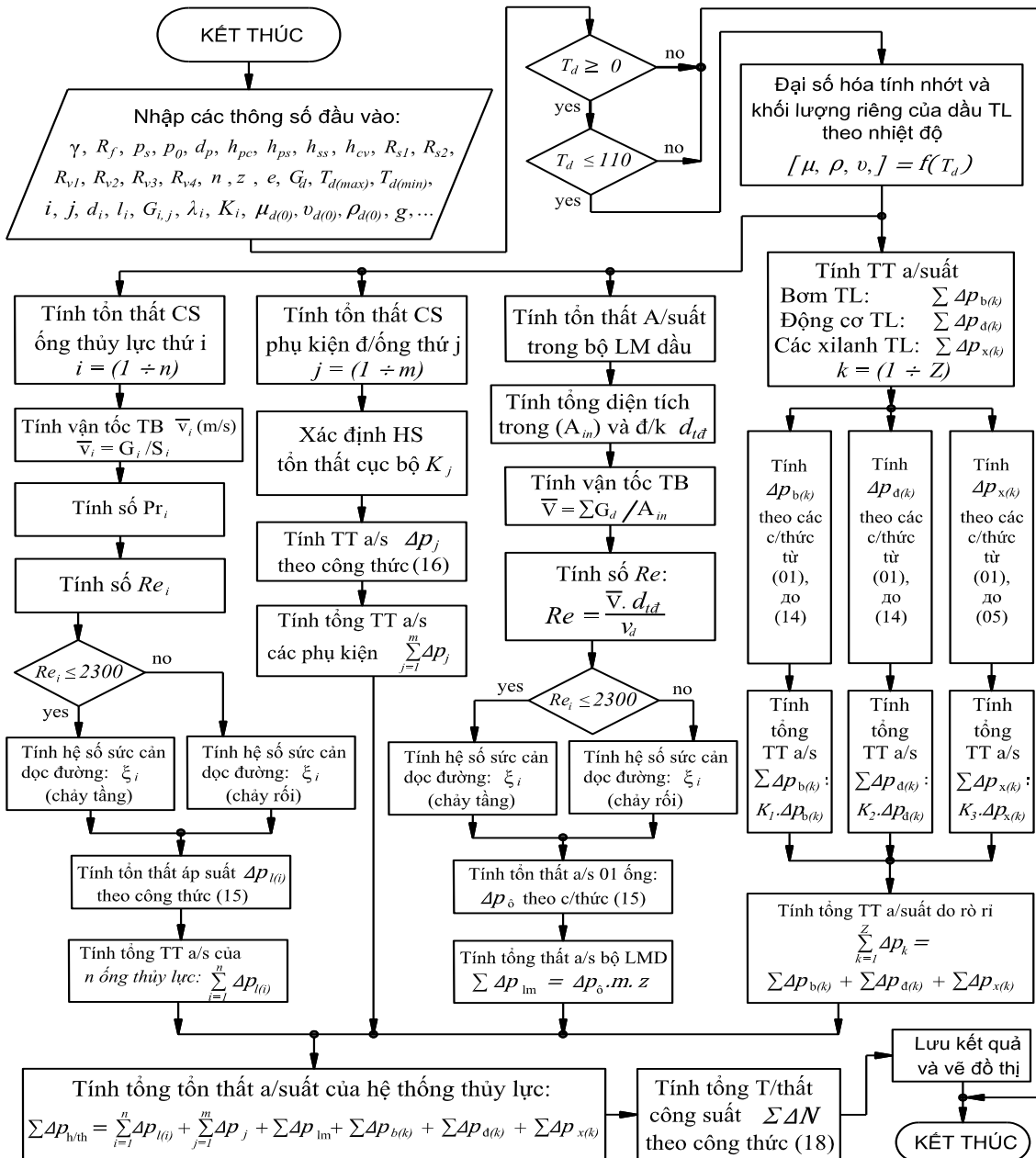
Trong đó: ρ_0, ρ – khối lượng riêng của dầu thủy lực ở nhiệt độ t_0 và t , kg/m^3 ; $\Delta t = t - t_0$ – sự biến đổi của nhiệt độ, $^\circ\text{C}$; β_1 – hệ số giãn nở vì nhiệt của dầu thủy lực, $^\circ\text{C}^{-1}$; v_0, v_t – độ nhớt động học tại nhiệt độ t_0 và t , m^2/s ; n, a, b, c – các hệ số của phương trình độ nhớt tương ứng với các khoảng nhiệt độ khác nhau [1, 2]; μ – hệ số nhớt động lực, $\text{Pa}\cdot\text{s}$; p_0, p_s, p_1 – áp suất, Pa ; d_p – đường kính piston, m ; $h_{pc}, h_{ps}, h_{ss}, h_{cv}$ – lần lượt là giá trị khe hở giữa piston và thành xilanh, piston và guốc trượt hãm, guốc trượt hãm và đĩa nghiêng, khối xilanh và đĩa van phân phối, m ; e – độ lệch tâm của piston và xilanh, m ; v_p – vận tốc hướng trục của piston, m/s ; β_1, β_2 – góc cấu trúc giữa piston và guốc trượt hãm, rad ; R_{s1}, R_{s2} – lần lượt là bán kính khoang chứa dầu thủy lực và guốc hãm, m ; α_0 – góc bao cấu trúc 5 xilanh, rad ; $R_{v1}, R_{v2}, R_{v3}, R_{v4}$ – bán kính phía trong và ngoài của các rãnh chứa dầu trên đĩa phân phối dầu, m ; L_0 – chiều dài của piston trong xilanh khi góc của đĩa nghiêng $\gamma = 0 \text{ rad}$; R_f – bán kính phân bố các xilanh trên khối rotor, m ; ω – vận tốc góc của khối xilanh, rad/s ; n – tốc độ quay của trục máy bơm, vg/ph ; G_Σ – tổng thể tích rò rỉ trong máy bơm, m^3/s ; $\Delta N_1, \Delta N_2$ – lần lượt là tổn thất công suất do lực ma sát trong của dầu thủy lực, tổn thất cục bộ và do rò rỉ của máy bơm piston rotor hướng trục, kW ; $\Sigma \Delta p_1$ – tổng tổn thất áp suất dọc đường của các đoạn ống thẳng, Pa ; g – gia tốc trọng trường, $g = 9,81 \text{ m/s}^2$; λ_i, l_i (m), d_i (m), v_i (m/s) – lần lượt là hệ số ma sát dọc đường, chiều dài, đường kính trong và vận tốc trung bình của ống thẳng thứ i (với $i \in N^*$), trong đó: $\lambda = 64/R_e$ nếu dòng chảy tầng, hoặc $\lambda = 0,3164 R_e^{-0,25}$ nếu dòng chảy rối, với

$Re = v_i \cdot d_i / \nu$ là số Reynolds của dòng chảy; K_j, v_j lần lượt là hệ số tổn thất cục bộ và vận tốc trung bình của dòng dầu thủy lực qua phụ kiện đường ống thứ j (với $j \in N^*$); Δp_{lc} – tổng tổn thất áp suất trên hệ thống đường ống thủy lực, Pa; ΔN_{Σ} – tổng tổn thất công suất của cả hệ thống thủy lực máy xúc, kW.

2.2 Xây dựng sơ đồ khối logic cho lập trình tính toán và mô phỏng

Sơ đồ logic tính toán (Hình 1) thể hiện cụ

thể thứ tự các bước tính toán của nghiên cứu, giúp cho quá trình lập trình modul phần mềm tính toán và mô phỏng ảnh hưởng của nhiệt độ dầu thủy lực đến tổng tổn thất công suất của hệ thống thủy lực máy xúc thủy lực mô lộ thiên Komatsu PC750SE-7. Sơ đồ logic tính toán được xây dựng trên cơ sở mô hình toán học ở trên và ứng dụng modul mở rộng Simulink của phần mềm Matlab 7.04.



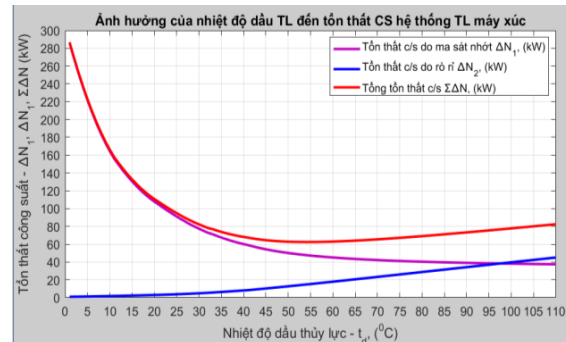
Hình 1: Sơ đồ khối logic tính toán

3 Kết quả tính toán, mô phỏng và thảo luận

Các thông số chính được sử dụng trong quá trình tính toán và mô phỏng như sau: Bơm thủy lực chính [1,12]: $n=2.000$ vg/ph; $z=9$; $\gamma=\pi/9$ rad; $R_f = 49,5$ mm; $p_1 = 32.390$ kPa; $d_p = 25$ mm; $\gamma_0 = 193^\circ = 193\pi/180$ rad; $R_{v1} = 29$ mm; $R_{v2} = 38$ mm; $R_{v3} = 50$ mm; $R_{v4} = 60$ mm; $R_{s1} = 8$ mm; $R_{s2} = 15$ mm; $\beta_1 = 14^\circ$; $\beta_2 = 119^\circ$; $h_{pc} = h_{ss} = h_{ps} = h_{cv} = 15$ μ m. Dầu thủy lực Shell Tellus S2V46 [11]: Khối lượng riêng $\rho = 858,4$ kg/m³, hệ số nhớt động lực và động học của dầu thủy lực $\mu = 394,9 \cdot 10^{-4}$ Pa.s và $\nu = 46 \cdot 10^{-6}$ m²/s. Thông số cơ bản của bộ làm mát dầu [1, 12]: Chiều dài của một ống trao đổi nhiệt $L_3 = 1.190$ mm; số hàng ống $z = 3$; số ống trong một hàng $m = 87$; ống oval phẳng với kích thước mặt cắt ngang dài x rộng = 21 x 6 mm; độ dày ống trao đổi nhiệt $\delta_0 = 0,75$ mm. Hệ thống thủy lực cần máy: $l_0 = 13,4$ m, $d_{in} = 19,05$ mm, cút góc 90° là 16 cái, cút nối chữ T là 4 cái, van phân phối là 2 cái, măng-xông 8, áp suất làm việc 31.400 kPa. Hệ thống thủy lực tay gầu: $l_0 = 23$ m, $d_{in} = 19,05$ mm, cút góc 90° là 8 cái, cút nối chữ T là 4 cái, van phân phối là 2 cái, măng-xông 10, áp suất làm việc 31.400 kPa. Hệ thống thủy lực gầu xúc: $l_0 = 18,5$ m, $d_{in} = 19,05$ mm, cút góc 90° là 14 cái, cút nối chữ T là 4 cái, van phân phối là 2 cái, măng-xông 8, áp suất làm việc 31.400 kPa. Đường ống chính: $l_0 = 5,5$ m, $d_{in} = 30$ mm, số phin lọc 5 cái. Động cơ quay toa 2 cái: Lưu lượng riêng 255 cm³/vg, tần số vòng quay trung bình 260 vg/ph, áp suất làm việc 28.400 kPa, công suất làm việc 31,4 kW. Biến đổi lưu lượng thể tích của bơm chính trong 4 quá trình làm việc (xúc/đào - nâng cần và quay về vị trí đổ tải - đổ tải - hạ cần và quay về vị trí đổ tải) trong một chu kỳ ($T_{ck} = 25,4$ s) làm việc của máy xúc lần lượt là (m³/s): $14,4 \cdot 10^{-3}$; $7,8 \cdot 10^{-3}$; $10,8 \cdot 10^{-3}$; $10,3 \cdot 10^{-3}$...

Kết quả tính toán và mô phỏng ảnh hưởng của sự biến đổi nhiệt độ dầu thủy lực đến giá trị

các tổn thất công suất trong hệ thống thủy lực máy xúc thủy lực mô lộ thiên Komatsu PC750SE-7 được thể hiện trong hình 2.



Hình 2: Kết quả tính toán và mô phỏng

Từ các kết quả thu được trong hình 2, ta nhận thấy rằng:

- Khi nhiệt độ của dầu thủy lực tăng lên từ 0 đến 110 °C, tổng tổn thất công suất do ma sát nhớt và tổn thất cục bộ ΔN_1 giảm ~7,7 lần (từ 285,8 xuống 37,34 kW); ngược lại tổn thất công suất do rò rỉ thể tích ΔN_2 tăng 46,95 lần (từ 0,97 lên 45,54 kW). Tốc độ tăng, giảm của từng loại tổn thất công suất trong từng khoảng nhiệt độ dầu thủy lực là không đồng đều, cụ thể như sau:

+ Trong khoảng nhiệt độ từ 0 đến 40 °C: Độ dốc của đường đặc tính tổn thất công suất do ma sát nhớt và tổn thất cục bộ (đường cong màu tím) rất lớn, nghĩa là giá trị của loại tổn thất công suất này giảm rất nhanh – giảm 4,85 lần (từ 285,8 xuống 58,97 kW); độ dốc của đặc tính tổn thất công suất do rò rỉ (đường cong màu xanh) trong khoảng nhiệt độ này cũng tương đối lớn, đồng nghĩa với việc giá trị tổn thất công suất tăng nhanh, tuy nhiên giá trị của tổn thất không lớn – tăng 8,66 lần (từ 0,97 đến 8,4 kW);

+ Trong khoảng nhiệt độ trên 40 đến 110°C: Mức độ giảm giá trị của tổn thất công suất do ma sát nhớt và tổn thất cục bộ thấp – khoảng 1,58 lần (từ 58,97 xuống 37,34 kW); tổn thất công suất do rò rỉ tăng chậm hơn khoảng nhiệt độ trước (dưới 40 °C), tuy nhiên xét về giá trị thì lớn hơn rất nhiều lần – tăng 5,43 lần (từ 8,39 lên đến 45,54 kW).

- Đặc tính tổng tổn thất công suất của hệ thống thủy lực của máy xúc $\Sigma \Delta N = f(t_d)$ là một đường cong phi tuyến (đường cong màu đỏ) có điểm cực tiểu nằm ở điểm nhiệt độ dầu $t_d \sim 50^\circ\text{C}$ chia đường đặc tính thành thành hai phần:

+ Phần đặc tính phía bên trái điểm cực tiểu có độ dốc rất lớn và có chiều hướng giảm dần từ phía trái qua phải, nghĩa là khi nhiệt độ của dầu thủy lực tăng lên, tổng tổn thất công suất của hệ thống thủy lực giảm rất nhanh. Phần đặc tính này tương ứng với giai đoạn máy xúc làm việc một khoảng thời gian ngắn sau khi khởi động, nhiệt độ dầu thủy lực tăng dần từ nhiệt độ ban đầu bằng với nhiệt độ môi trường không khí xung quanh;

+ Phần đặc tính phía bên phải điểm cực tiểu có dạng gần tuyến tính và chiều hướng tăng dần từ phía trái qua phải, nghĩa là tổng tổn thất công suất của hệ thống thủy lực tăng dần khi nhiệt độ dầu thủy lực tăng lên. Nguyên nhân của hiện tượng này là do độ nhớt của dầu thủy lực trong khoảng nhiệt độ từ 50 đến 110°C tương đối thấp (giá trị độ nhớt của dầu thủy lực giảm tương ứng từ $29,4$ xuống $8,8$ cSt) nên tổn thất công suất do rò rỉ thể tích qua các khe hở công tác trong các yếu tố thủy lực tăng nhanh và kết quả là tổng tổn thất công suất của cả hệ thống thủy lực tăng lên. Phần đặc tính này tương ứng với giai đoạn máy xúc làm việc lâu dài. Vì vậy, việc tính toán lựa chọn các thông số các yếu tố thủy lực, bộ làm mát dầu phù hợp để đảm bảo điểm cân bằng nhiệt của hệ thống trùng hoặc gần với điểm cực tiểu là vô cùng cần thiết, giúp giảm tổng tổn thất công suất của hệ thống thủy lực, ổn định nhiệt

độ làm việc của dầu, đồng thời tăng hiệu quả làm việc của hệ thống và tuổi thọ làm việc của dầu...

4 Kết luận

Trong quá trình máy xúc thủy lực mở lộ thiên làm việc, nhiệt độ của dầu thủy lực tăng tuyến tính từ nhiệt độ ban đầu bằng nhiệt độ môi trường không khí xung quanh đến giá trị nhiệt độ làm việc ổn định. Tuy nhiên, dưới ảnh hưởng của sự thay đổi nhiệt độ dầu, giá trị của các loại tổn thất công suất và tổng tổn thất công suất của hệ thống thủy lực thay đổi theo quy luật của những đường cong phi tuyến.

Việc nghiên cứu ảnh hưởng của mối quan hệ giữa nhiệt độ dầu thủy lực và tổn thất công suất hệ thống thủy lực máy xúc thủy lực mở lộ thiên là rất cần thiết, làm cơ sở xác định tổng tổn thất công suất, giải phương trình cân bằng nhiệt của hệ thống thủy lực, từ đó điều chỉnh điểm cân bằng nhiệt của hệ thống thủy lực trùng hoặc gần với điểm cực tiểu, xác định giá trị nhiệt độ làm việc ổn định của dầu trong hệ thống thủy lực...

Kết quả đạt được của nghiên cứu đã xây dựng thành công mô hình toán, modul phần mềm Matlab-Simulink để tính toán và mô phỏng sự biến đổi giá trị tổn thất công suất của hệ thống thủy lực theo nhiệt độ dầu thủy lực trong quá trình làm việc của máy xúc thủy lực mở lộ thiên Komatsu PC750SE-7, có thể được sử dụng khi nghiên cứu vấn đề tương tự của các dòng máy xúc thủy lực khác và như một tài liệu tham khảo cho quá trình nghiên cứu và học tập trong lĩnh vực chuyên ngành nhiệt - thủy lực trong các hệ thống truyền động thủy lực thể tích máy khai thác mỏ.

TÀI LIỆU THAM KHẢO

1. **Giang Quốc Khánh.** Nghiên cứu và lựa chọn thông số tối ưu của bộ làm mát dầu thủy lực trong hệ thống truyền động thủy lực máy xúc thủy lực mở lộ thiên trong điều kiện vận hành tại Việt Nam. *Luận án tiến sĩ kỹ thuật 2021, Mát-x-cơ-va, Liên bang Nga.*
2. **Giang Quốc Khánh, Bùi Trung Kiên, Đào Đức Hùng.** Nghiên cứu ảnh hưởng của sự tăng nhiệt độ chất lỏng đến sự biến đổi các tính chất vật lý và khả năng tỏa nhiệt của dòng chất lỏng trong đường ống thủy lực. *Bản tin Cơ khí Năng lượng - Mỏ, số 24, tháng 11, 12/2020, tr. 18-23.*

3. **Giang Quốc Khánh, Lê Quý Chiến, Bùi Trung Kiên.** Nghiên cứu ảnh hưởng của sự tăng nhiệt độ dầu thủy lực đến tổn thất lưu lượng và công suất trong máy bơm piston rotor hướng trục. *Bản tin Cơ khí Năng lượng - Mỏ, số 20, tháng 7/2020, tr. 21-25.*
4. **Giang Quốc Khánh, Trần Thị Duyên, Đào Đức Hùng.** Tính toán tổn thất do rò rỉ trong máy bơm piston rotor hướng trục của hệ thống truyền động thủy lực máy khai thác mỏ. *Bản tin Cơ khí Năng lượng - Mỏ, số 29, tháng 11, 12/2021, tr. 22-29.*
5. **Xingjian Wang, Siru Lin, Shaoping Wang, Zhaomin He, Chao Zhang.** Remaining Useful Life Prediction based on the Wiener Process for an Aviation Axial Piston Pump. *Chinese Journal of Aeronautics, December 2015.*
6. **Jonathan Mark Haynes.** Axial Piston Pump Leakage Modelling and Measurement. *A Thesis Submitted for the Degree of Doctor of Philosophy, The University of Cardiff. November 2007.*
7. **Wang Wei.** Analysis on the Side Leakage Amount of the Friction between Piston and Cylinder Block in Axial Piston Pump. *Journal Applied Mechanics and Materials, Switzerland, 2014.*
8. **Jonathan Mark Haynes.** Axial Piston Pump Leakage Modelling and Measurement. *The University of Cardiff. November 2007, 354 p.*
9. **Кондаков Л.А., Голубев А.И., Овандер В.Б., Гордеев В.В., Фурманов Б.А., Кармугин Б.В.** Уплотнения и уплотнительная техника: Справочник. *Москва: Машиностроение, 1986, 464 с.*
10. **Тамбов.** Гидравлический расчёт объёмного гидропривода с возвратно-поступательным движением выходного звена. *Издательство ГОУ ВПО ТГТУ 2010.*
11. Catalog Shell Tellus S2V46;
12. Shop Manual Komatsu PC 750SE-7.

NGHIÊN CỨU ẢNH HƯỞNG CỦA CÁCH QUẤN DÂY ĐẾN HIỆU SUẤT VÀ ĐẶC TÍNH CỦA ĐỘNG CƠ KHÔNG ĐỒNG BỘ

*ThS. Trần Thanh Tuyền, ThS. Nguyễn Thị Thương Duyên,
ThS. Trần Văn Thương, ThS. Đoàn Thị Bích Thủy – Đại học Công nghiệp Quảng Ninh*

Tóm tắt: Trong thiết kế máy điện, việc gia tăng hiệu suất máy luôn là chủ đề chính trong các nghiên cứu. Hầu hết tổn hao dây quấn trong máy điện thường xảy ra trong các cuộn dây phản ứng và cần giảm các tổn hao này. Trong nội dung bài báo, nhóm tác giả sẽ trình bày nghiên cứu về ảnh hưởng của kiểu quấn dây đồng khuôn, dây quấn một lớp với dây quấn hai lớp đến tổn hao cũng như đặc tính của động cơ điện không đồng bộ (KĐB).

Từ khóa: *Dây quấn stato, dây quấn một lớp, dây quấn hai lớp, động cơ cảm ứng, động cơ không đồng bộ.*

1 Đặt vấn đề

Động cơ KĐB ba pha lồng sóc [1] (động cơ cảm ứng) thường được sử dụng trong các ứng dụng công nghiệp vì giá thành rẻ, chế tạo tương đối đơn giản và cấu tạo chắc chắn. Sự phát triển của động cơ KĐB được bắt đầu vào năm 1885 khi Galileo Ferraris, người đầu tiên chế tạo và nghiên cứu ra động cơ cảm ứng cơ bản [2]. Sau đó, Nikola Tesla đã đưa ra những cơ sở lý thuyết để tìm hiểu nguyên lý hoạt động của máy điện. Trong tất cả những năm kể từ khi động cơ cảm ứng đầu tiên được sản xuất, nó đã được phát triển và cải tiến với những dạng đặc biệt khác nhau theo cách sử dụng. Trong thập kỷ qua, theo xã hội hiệu quả năng lượng hiện đại, sự phát triển đã được định hướng vào việc cải thiện hiệu suất năng lượng của động cơ cảm ứng. Hiệu suất của động cơ sản xuất hiện nay phụ thuộc nhiều vào nhiều yếu tố: Công nghệ sản xuất, chất lượng vòng bi gắn trục, chất lượng vật liệu chế tạo lõi thép, cấu trúc của vỏ máy (ảnh hưởng đến tổn hao phụ) và cách quấn dây quấn khi đặt vào rãnh stato. Việc chọn và bố trí cuộn dây sẽ ảnh hưởng đến hiệu suất động cơ. Bài báo này trình bày ảnh hưởng của kiểu dây quấn đến hiệu suất của động cơ KĐB cũng như đặc tính của động cơ. Nhóm tác giả sẽ đánh giá ảnh hưởng của cách quấn dây quấn động cơ trên động cơ KĐB 11 kW 4 cực với điện áp 220/380 V, tần số lưới điện $f = 50\text{Hz}$.

2 Cơ sở lý thuyết

2.1 Cấu trúc dây quấn trong động cơ KĐB

2.1.1 Dây quấn một lớp đồng khuôn

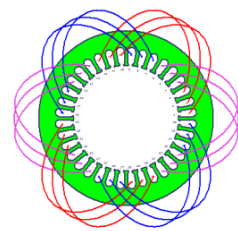
Dây quấn một lớp là loại có số rãnh dưới một pha q là số nguyên, thường được dùng trong các động cơ điện có công suất nhỏ [1, 3]. Do q nguyên, cạnh của búi dây chiếm cả rãnh nên số cạnh của búi dây của một pha dưới một bước cực đúng bằng q và dưới mỗi đôi cực mỗi pha có một tổ búi dây gồm q búi dây. Trong bài báo, nhóm tác giả sử dụng kiểu dây quấn đồng khuôn cho các động cơ, là kiểu dây quấn mà các búi dây có kích thước hoàn toàn giống nhau. Trong động cơ thực nghiệm 11 kW 3 pha có 4 cực, do đó số đôi cực $p = 2$, số rãnh trên stato được tính là:

$$Z_1 = 2mpq \quad (1)$$

Trong đó: Z_1 – số rãnh của stato; m – số pha của động cơ, $m = 3$; q – số rãnh của 1 pha dưới 1 cực, chọn $q = 3$; p – số đôi cực của động cơ KĐB.

Do đó, $Z_1 = 36$, động cơ 11 kW dây quấn một lớp đồng khuôn có sơ đồ quấn dây như hình.

Col	Phase	Turn	In Slot	Out Slot	c
Col_1	A	24	1	10	
Col_2	A	24	2	11	
Col_3	A	24	3	12	
Col_4	B	24	7	16	
Col_5	B	24	8	17	
Col_6	B	24	9	18	
Col_7	C	24	13	22	
Col_8	C	24	14	23	
Col_9	C	24	15	24	

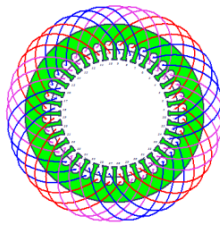


Hình 1: Dây quấn một lớp đồng khuôn với số rãnh trên stato là 36

2.1.2 Dây quấn hai lớp đồng khuôn

Dây quấn hai lớp [1] là loại dây quấn mà trong mỗi rãnh có đặt hai cạnh tác dụng, như vậy số bội dây của stato chính bằng số rãnh stato. Khi quấn dây, cạnh thứ nhất của mỗi bội dây được đặt ở lớp trên của một rãnh và cạnh thứ hai được đặt ở lớp dưới của một rãnh khác với khoảng cách giữa hai cạnh của một bội dây là y . Trong quá trình quấn dây quấn hai lớp thì tương quan giữa y và bước cực τ ảnh hưởng lớn đến sức điện động bậc cao trong máy.

	Phase	Turns	In Slot	Out Slot
Coil 1	A	12	1T	8B
Coil 2	A	12	2T	9B
Coil 3	A	12	3T	10B
Coil 4	C	12	4T	11B
Coil 5	C	12	5T	12B
Coil 6	C	12	6T	13B
Coil 7	B	12	7T	14B
Coil 8	B	12	8T	15B
Coil 9	B	12	9T	16B



Hình 2: Dây quấn hai lớp đồng khuôn với số rãnh trên stato là 36

2.2 Sức điện động máy điện KĐB

2.2.1 Sức điện động của dây quấn do từ trường cơ bản

Sức điện động của dây quấn một pha trong máy điện [1], trong đó dây quấn một pha có thể gồm một hay nhiều nhánh đồng nhất ghép song song, là sức điện động của một nhánh song song. Do đó ta có:

$$E_f = 4,44k_{dq} wf\Phi \quad (2)$$

Trong đó: $k_{dq} = k_y k_r = \sin\left(\frac{y}{\tau} \frac{\pi}{2}\right) \frac{\sin\left(\frac{q\alpha}{2}\right)}{q \sin\left(\frac{\alpha}{2}\right)}$ – hệ

số dây quấn; $k_y = \sin\left(\frac{y}{\tau} \frac{\pi}{2}\right) = \sin\left(\beta \frac{\pi}{2}\right)$ – hệ số

bước ngắn, với β là tỷ số bước dây quấn;

$$k_r = \frac{\sin\left(\frac{q\alpha}{2}\right)}{q \sin\left(\frac{\alpha}{2}\right)}$$
 – hệ số quấn rải.

2.2.2 Sức điện động của dây quấn do từ trường bậc cao sinh ra

Sức điện động của dây quấn do từ trường bậc cao có phương trình tương tự như sức điện động của dây quấn do từ trường cơ bản sinh ra. Tuy nhiên, bước cực của từ trường bậc cao v nhỏ hơn v lần bước cực của từ trường cơ bản. Do đó ta có hệ số quấn rải và hệ số bước ngắn được xác định như sau:

$$k_{rv} = \frac{\sin\left(v \frac{q\alpha}{2}\right)}{q \sin\left(v \frac{\alpha}{2}\right)} \quad (3)$$

$$k_{yv} = \sin\left(v\beta \frac{\pi}{2}\right) \quad (4)$$

Như vậy, hệ số dây quấn đối với từ trường bậc cao:

$$k_{dqv} = k_{rv} k_{yv} \quad (5)$$

Ngoài ra, khi dây quấn chuyển động với tốc độ v trong từ trường bậc cao thì lúc đó tần số là $f_v = vf$, khi đó sức điện động dây quấn do từ trường bậc cao là:

$$E_f = 4,44k_{dqv} wf_v \Phi_v \quad (6)$$

Từ các phương trình (1) và (6) có thể thấy rằng từ trường của cực từ phân bố không hình sin, khi quấn dây quấn với một lớp thì từ trường của cực từ khó cải thiện được. Tuy nhiên, việc quấn hai lớp với bước dây quấn có thể thay đổi giúp cải thiện được sức điện động của máy điện và cải thiện được đặc tính làm việc của động cơ.

2.3 Điện kháng chính của máy điện xoay chiều

Trong tài liệu [1], ta có công thức xác định điện kháng chính của dây quấn stato:

$$x_1 = \frac{4m_1 f}{\pi} \cdot \frac{\mu_0 \tau l_s}{k_\mu k_\delta} \cdot \frac{w_1^2 k_{dq}^2}{p} \quad (7)$$

Qua công thức có thể thấy điện kháng của dây quấn stato tỷ lệ thuận với bình phương hệ số dây quấn k_{dq} . Do đó, việc bố trí dây quấn khác nhau cũng ảnh hưởng đến điện kháng của dây quấn stato.

2.4 Mô men điện từ của động cơ

Mô men điện từ của động cơ được xác định qua công thức [1]:

$$M_{dt} = \frac{m_1 U_1^2 p r'_2 / s}{2\pi f \left[(r_1 + C_1 r'_2 / s)^2 + (x_1 + C_1 x'_2)^2 \right]} \quad (8)$$

Như vậy, mô men động cơ tỉ lệ nghịch với điện kháng chính, do đó khi điện kháng chính giảm thì mô men động cơ cũng sẽ tăng lên.

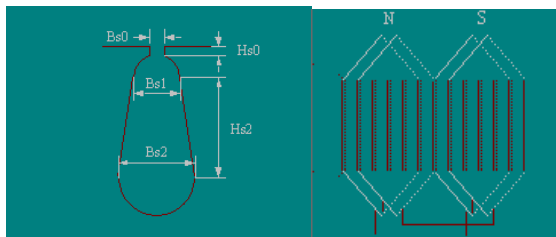
3 Mô phỏng và kết quả

Phần mềm Ansys Maxwell [4-5] là phần mềm ứng dụng phương pháp phần tử hữu hạn để mô phỏng và mô hình hóa rất mạnh mẽ, giúp kiểm nghiệm và hiệu chỉnh các thông số đã tính toán được, từ đó là cơ sở để chế tạo thử nghiệm động cơ theo thiết kế.

Thực nghiệm mô hình thiết lập sử dụng thông số động cơ cho quá trình mô phỏng:

Bảng 1: Thông số thực nghiệm của động cơ KDB 11 kW 4 cực

Thông số	Giá trị	Đơn vị
Công suất định mức	11	kW
Tốc độ định mức	1.460	vòng/phút
Điện áp định mức động cơ	220/380	V
Tần số định mức	50	Hz
Đường kính ngoài stato	272	mm
Đường kính trong stato	177	mm
Khe hở không khí	0,5	mm
Số rãnh stato	36	rãnh
Vật liệu chế tạo lõi thép	Steel_1008	
Đường kính dây dẫn	1,828	mm



Hình 3: Hình dạng rãnh stato của động cơ KDB Hình 4: Hình dạng dây quấn phần stato

Trong mô hình mô phỏng đánh giá ảnh hưởng của dây quấn đến tổn hao và đặc tính của động cơ, nhóm tác giả sử dụng cấu trúc stato không đổi và roto không đổi, chỉ thay đổi cách

quấn dây của stato và bước của dây quấn. Sau khi mô phỏng có bảng kết quả của động cơ:

Bảng 2: Bảng kết quả thông số của động cơ KDB 11 kW thông qua mô phỏng phần mềm

Thông số	Dây quấn một lớp đồng khuôn	Dây quấn hai lớp đồng khuôn bước ngắn y = 8	Dây quấn hai lớp đồng khuôn bước ngắn y = 7
Hiệu suất (%)	91,8278	92,0054	92,3262
Hệ số công suất	0,871049	0,869584	0,837378
Mô men định mức (Nm)	72,5165	72,3707	72,1183
Tốc độ định mức (Vòng/phút)	1448,52	1451,52	1456,39
Dòng điện định mức (A)	20,6420	20,6375	21,3528
Dòng điện khởi động (A)	90,9502	110,585	122,121
Hệ số trượt định mức	0,0343173	0,0323181	0,0290718
Hệ số lấp đầy rãnh	0,727668	0,737047	0,737047

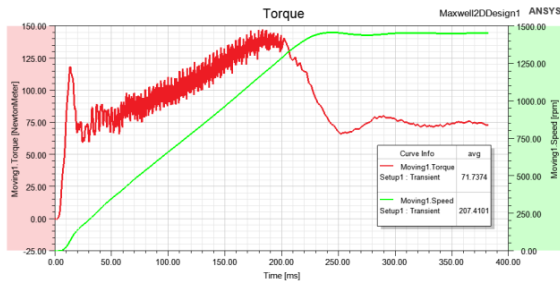
Thông qua kết quả bảng 2, có thể thấy hiệu suất của động cơ KDB khi thay đổi dây quấn từ một lớp thành hai lớp, nhất là khi sử dụng dây quấn hai lớp bước ngắn. Điều này là do khi sử dụng dây quấn bước ngắn giúp loại trừ được các tổn hao do sóng điều hòa bậc cao gây nên. Ngoài ra, khi sử dụng dây quấn hai lớp bước ngắn làm cho dòng điện khởi động và tốc độ định mức cao hơn so với trường hợp mô phỏng trên, đồng thời hệ số công suất cũng bị giảm.

3.1 Tốc độ và mô men của động cơ

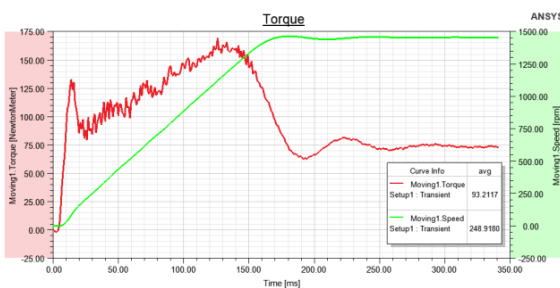
Hình 5-7 mô tả tốc độ của roto đối với các trường hợp dây quấn khác nhau, ở đây có thể thấy đặc tính của tốc độ ở ba hình đều tương tự nhưng hệ số góc của đồ thị thì khác nhau. Với động cơ quấn dây một lớp thì tốc độ đạt giá trị định mức sau 0,23 giây, trong khi với các động cơ quấn dây hai lớp bước ngắn y = 8 và y = 7 thì thời gian này còn 0,18 giây và 0,125 giây. Điều này cho thấy, khi sử dụng động cơ có dây quấn hai lớp bước ngắn giúp thời gian khởi động của động cơ cơ nhanh hơn mà vẫn giữ được trạng thái ổn định ban đầu.

Cả ba đồ thị đặc tính mô men đều có biên

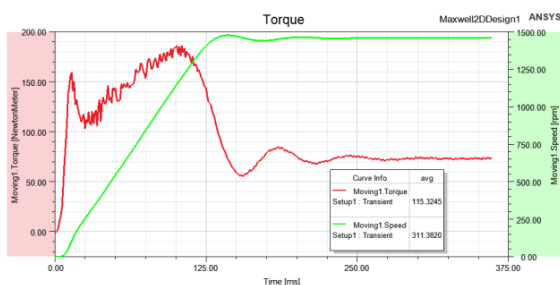
thiên theo thời gian tương tự nhau. Qua các đồ thị có thể thấy được đặc tính của động cơ dây quấn hai lớp bước ngắn $y = 7$ có mô men khởi động lớn, đồng thời thời gian quá độ của mô men cũng nhỏ hơn với hai động cơ dây quấn còn lại. Ngoài ra, có thể thấy độ dao động của động cơ dùng dây quấn một lớp khi khởi động lớn hơn nhiều so với động cơ dây quấn bước ngắn.



Hình 5: Tốc độ và mô men của động cơ dây quấn một lớp đồng khuôn



Hình 6: Tốc độ và mô men của động cơ dây quấn hai lớp đồng khuôn bước ngắn $y = 8$

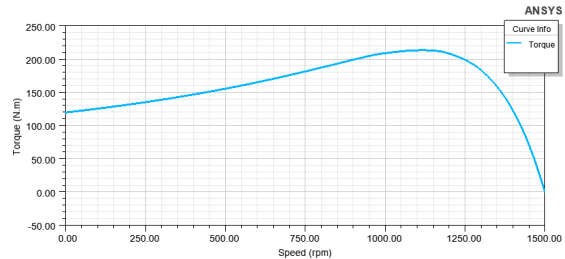


Hình 7: Tốc độ và mô men của động cơ dây quấn hai lớp đồng khuôn bước ngắn $y = 7$

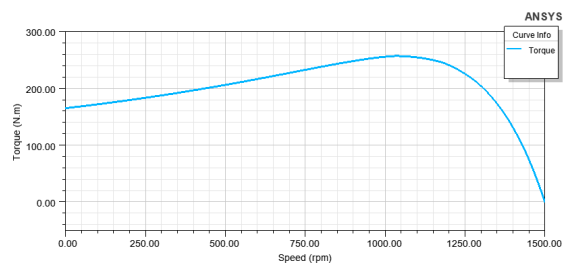
3.2 Đặc tính cơ của động cơ

Hình 8-10 mô tả đặc tính cơ của động cơ ứng với từng cách quấn dây khác nhau. Ở đây có thể thấy việc quấn dây quấn hai lớp bước ngắn giúp mô men khởi động của động cơ cải thiện rõ rệt (195 Nm với bước ngắn $y = 7$ so với 120 Nm

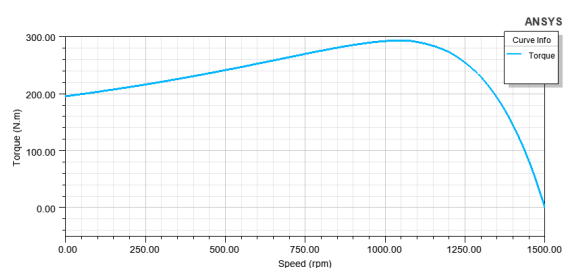
của động cơ dây quấn một lớp). Đồng thời mô men cực đại của động cơ cũng cao hơn nhiều so với động cơ dây quấn một lớp, tương ứng là 295 Nm và 235 Nm.



Hình 8: Đặc tính cơ của động cơ dây quấn một lớp đồng khuôn



Hình 9: Đặc tính cơ của động cơ dây quấn hai lớp đồng khuôn bước ngắn $y = 8$

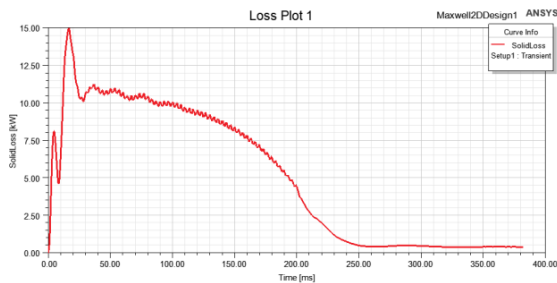


Hình 10: Đặc tính cơ của động cơ dây quấn hai lớp đồng khuôn bước ngắn $y = 7$

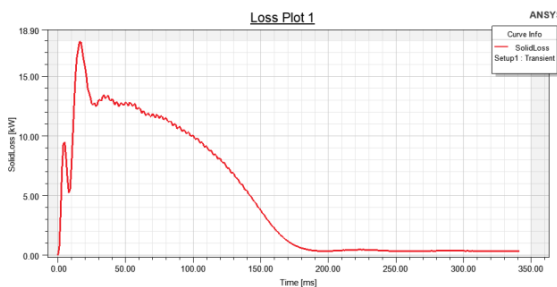
3.3 Tổn hao lõi thép stato

Trong hình 11-13 mô tả tổn hao trong lõi thép của các động cơ, có thể thấy trong động cơ quấn dây quấn hai lớp bước ngắn $y = 7$ ở trạng thái ổn định thì tổn hao nhỏ hơn rất nhiều so với tổn hao ở các trường hợp động cơ quấn dây quấn một lớp hoặc hai lớp bước ngắn $y = 8$, nhưng ngược lại, trong quá trình khởi động, động cơ có tổn hao lớn hơn (22 kW) so với động cơ dây quấn một lớp (15 kW) và động cơ dây quấn hai lớp bước ngắn $y = 8$ (18 kW). Điều này là do khi

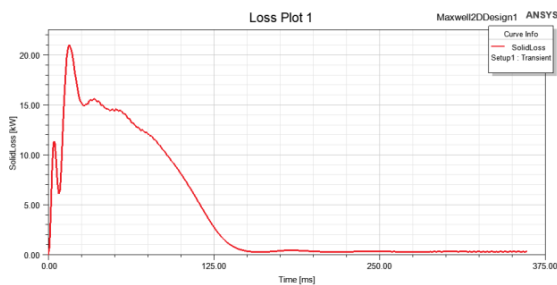
khởi động, động cơ dây quấn hai lớp bước ngắn cho dòng điện khởi động và mô men khởi động lớn hơn, giúp động cơ cải thiện được đặc tính khởi động ban đầu.



Hình 11: Tổn hao lõi thép của động cơ dây quấn một lớp đồng khuôn

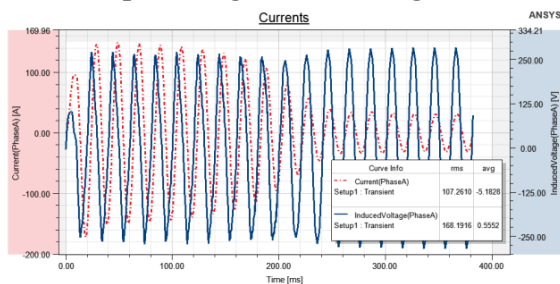


Hình 12: Tổn hao lõi thép của động cơ dây quấn hai lớp đồng khuôn bước ngắn $y = 8$

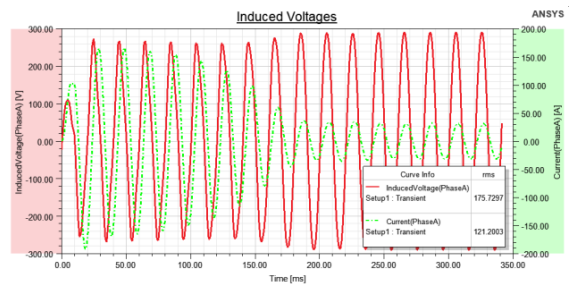


Hình 13: Tổn hao lõi thép của động cơ dây quấn hai lớp đồng khuôn bước ngắn $y = 7$

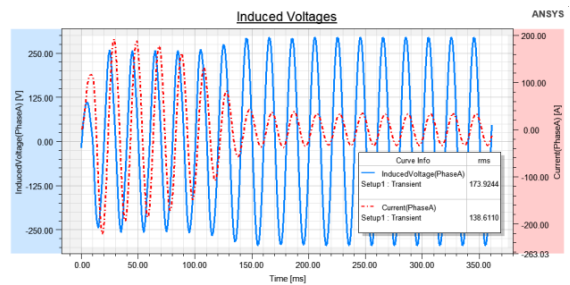
3.4 Điện áp và dòng điện của động cơ



Hình 14: Điện áp và dòng điện của động cơ dây quấn một lớp đồng khuôn



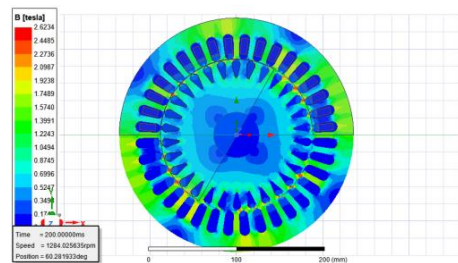
Hình 15: Điện áp và dòng điện của động cơ dây quấn hai lớp đồng khuôn bước ngắn $y = 8$



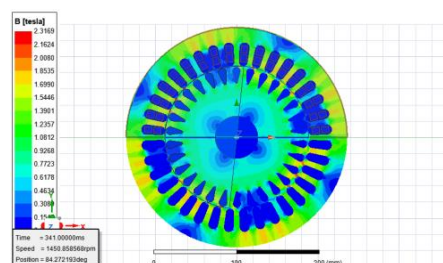
Hình 16: Điện áp và dòng điện của động cơ dây quấn 2 lớp đồng khuôn bước ngắn $y = 7$

Đồ thị về điện áp và dòng điện đều biến thiên hình sin theo thời gian khi làm việc ở chế độ ổn định, trong đó, thời gian dao động khi khởi động của các động cơ dây quấn hai lớp bước ngắn nhỏ hơn so với động cơ dây quấn một lớp.

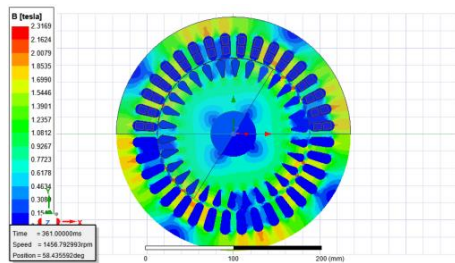
3.5 Từ trường quay của động cơ



Hình 17: Phân bố từ trường của động cơ dây quấn một lớp đồng khuôn



Hình 18: Phân bố từ trường của động cơ dây quấn hai lớp đồng khuôn bước ngắn $y = 8$



Hình 19: Phân bố từ trường của động cơ dây quấn hai lớp đồng khuôn bước ngắn $y = 7$

Từ trường của các động cơ phân bố đều tại khu vực răng rãnh và trên các khe hở không khí. Động cơ sử dụng dây quấn hai lớp bước ngắn có phân bố từ trường rộng hơn ở cả roto lẫn stato, trong khi động cơ dây quấn một lớp từ trường chủ yếu phân bố tại các cực từ là chính.

4 Kết luận

Ứng dụng phương pháp phần tử hữu hạn kết hợp với phần mềm mô phỏng Ansys Maxwell giúp cho kết quả mô phỏng động cơ được cụ thể đến từng chi tiết, có thể thấy được cả phân bố từ trường trong động cơ mà mắt thường không thể thấy được. Phương pháp còn có thể tính toán chính xác và khắc phục được những nhược điểm của phương pháp thực nghiệm cũng như phương pháp giải tích trước đây.

Trong mô phỏng động cơ 11 kW là động cơ cỡ trung bình, có thể thấy được các tham số của động cơ như dòng điện, điện áp, sức điện động đều biến thiên theo thời gian. Đối với động cơ 11 kW trở lên, việc quấn dây quấn hai lớp bước

ngắn có nhiều ưu điểm cải thiện được đặc tính khởi động, thời gian khởi động cũng như tăng khả năng quá tải của động cơ trong quá trình làm việc. Qua phân tích kết quả chạy mô phỏng và đánh giá ảnh hưởng của việc quấn dây giúp người thiết kế có được sự lựa chọn phù hợp, tối ưu được thời gian thiết kế chế tạo động cơ.

Trong bài báo, nhóm tác giả đã đưa ra những ảnh hưởng cụ thể của việc chọn các phương án quấn dây quấn khác nhau và mô phỏng kết quả cho thấy được ưu nhược điểm khi dùng các loại dây quấn. Việc quấn dây hai lớp bước ngắn giúp nhà sản xuất cũng như người sử dụng có thể có được thông số cải thiện hơn việc quấn dây quấn một lớp. Tuy nhiên, quấn dây hai lớp bước ngắn đòi hỏi quy trình quấn phức tạp hơn, chi phí sản xuất và sửa chữa sẽ lớn hơn. Kết quả đánh giá này có thể là tiền đề để nhóm tác giả nghiên cứu sâu hơn về quá trình nâng cao hiệu suất của động cơ, là cơ sở để có thể cải thiện được đặc tính của động cơ cũ cần quấn lại.

Việc ứng dụng phần mềm mô phỏng trong quá trình thiết kế động cơ KĐB còn gặp nhiều khó khăn do sai khác giữa các thông số ban đầu thiết lập trên phần mềm mô phỏng và các thông số chế tạo thực tế, về vật liệu cũng như công nghệ. Do đó, để nghiên cứu sâu hơn vẫn cần kết hợp giữa phương pháp mô phỏng và kinh nghiệm thiết kế thực tế trong chế tạo.

TÀI LIỆU THAM KHẢO

1. **Vũ Gia Hanh, Trần Khánh Hà, Phan Tử Thụ, Nguyễn Văn Sáu.** Máy điện tập 1. NXB Khoa học và Kỹ thuật, 2006.
2. **Brian Bowers.** Galileo Ferraris and Alternating Current. *Proceedings of the IEEE, Vol. 89, No.5, May 2001.*
3. **Trần Khánh Hà, Nguyễn Hồng Thanh.** Thiết kế máy điện. NXB Khoa học và Kỹ thuật, 2007.
4. **Stolarski T.A., Nakasone Y., Yoshimoto S.** Engineering Analysis with ANSYS Software. Elsevier, 2006.
5. **Ansoft™ Co.** Maxwell v.14 Online Help.

NGHIÊN CỨU PHÁT TRIỂN ẢNH HƯỞNG CỦA KỸ THUẬT GIA CÔNG KẾT CẤU BỀ MẶT ĐỐI VỚI ĐẶC TÍNH MA SÁT HỌC CỦA CẶP MA SÁT

NCS. Nguyễn Văn Tân, GS.TS. Xu Ping – Đại học Kỹ thuật công trình Liêu Ninh - Trung Quốc

ThS. Lê Văn Lợi – Viện Cơ khí Năng lượng và Mỏ - Vinacomin

ThS. Trần Thị Thu Thủy – Đại học Mỏ - Địa chất Hà Nội

Tóm tắt: Kỹ thuật gia công kết cấu bề mặt là kỹ thuật gia công vi mô trên bề mặt vật liệu các loại hình dạng, kích thước nhất định và phương thức phân bố theo quy tắc hoặc bất quy tắc. Kết cấu bề mặt đóng vai trò quan trọng trong các cặp ma sát cơ học do có những ưu điểm vượt trội cải thiện đặc tính ma sát, dẫn tới nâng cao khả năng chịu mài mòn của vật liệu. Ở bài báo này, tác giả giới thiệu các kỹ thuật gia công kết cấu bề mặt thường dùng, trình bày cơ chế giảm mài mòn kết cấu bề mặt trong các điều kiện làm việc khác nhau, tổng kết đánh giá ảnh hưởng của hình dạng kết cấu bề mặt và các thông số khác đối với đặc tính chịu mài mòn và phương hướng phát triển của kỹ thuật gia công kết cấu bề mặt trong tương lai.

Từ khóa: Cơ chế giảm mòn, đặc tính ma sát học, kết cấu bề mặt, thông số hình học.

1 Đặt vấn đề

Ma sát và mài mòn là một vấn đề phổ biến trong các hệ thống cơ khí. Ước tính khoảng 2/3 tổn thất vật liệu kỹ thuật và 80% sự cố hỏng hóc các bộ phận cơ khí là do ma sát và mài mòn gây ra [1]. Theo thống kê, thiệt hại kinh tế do ma sát và mài mòn của các thiết bị cơ khí ở các nước phát triển như Anh, Mỹ, Nhật Bản, Đức... chiếm 1-2% GDP mỗi năm. Tình hình ở Trung Quốc thậm chí còn kém lạc quan hơn, thiệt hại kinh tế trực tiếp hàng năm lên tới 327 tỷ NDT và thiệt hại kinh tế gián tiếp còn nhiều hơn [2]. Tại Việt Nam, thiệt hại này là rất lớn, đặc biệt đối với các thiết bị sử dụng trong ngành khai thác mỏ như máy khâu than, máy đào lò, trục tải... Ngoài ra, một lượng lớn tổn thất vật liệu do ma sát và mài mòn đã trở thành trở ngại cho các nước trong việc xây dựng một xã hội thân thiện với tài nguyên, môi trường và theo đuổi sự phát triển kinh tế bền vững. Do đó, phát triển mạnh mẽ công nghệ chống mài mòn và nâng cao tuổi thọ các bộ phận, chi tiết cơ khí đã trở thành tâm điểm của các viện nghiên cứu, đơn vị chế tạo, các học giả và nhà nghiên cứu trong và ngoài nước.

Năm 1966, Hamilton và cộng sự [3] đã phá vỡ quan niệm truyền thống về bôi trơn và đi đầu trong việc chỉ ra rằng các hố vi lõm trên bề mặt

của cặp ma sát có thể tạo ra hiệu ứng áp suất thủy động trong điều kiện bôi trơn, do đó nâng cao tính năng kháng mòn của bề mặt cặp ma sát. Trong nhiều thập kỷ qua, các nhà khoa học đã lấy cảm hứng từ thiên nhiên để nhận ra những đặc tính ưu việt của bề mặt không nhẵn. Các nghiên cứu về mô phỏng sinh học đã phát hiện ra sự sắp xếp có quy luật của các cấu trúc vi mô nhô lên trên bề mặt lá sen tạo cho nó khả năng tự làm sạch để “thoát ra khỏi phù sa mà không bị nhiễm bẩn”; cấu trúc vi mô lồi lõm hình thoi trên bề mặt da cá heo và cá mập có thể giúp chúng giảm sức cản của chất lỏng dưới nước và giảm tiếng ồn tạo ra trong quá trình bơi; cấu trúc vi mô dạng hố lõm hoặc lồi thường xuyên trên bề mặt cơ thể của động vật dưới đất (Giun đất, dế mèn, gián...) có thể làm giảm đáng kể lực ma sát khi chúng di chuyển trong đất.

Cùng với quá trình đi sâu vào nghiên cứu sinh học, kỹ thuật gia công kết cấu bề mặt đã ra đời. Đây là phương pháp xử lý các kết cấu với hình dạng và kích thước hình học nhất định trên bề mặt vật liệu thông qua kỹ thuật gia công vi mô và được sắp xếp theo quy tắc hoặc bất quy tắc, từ đó nâng cao và cải thiện các đặc tính ma sát học của bề mặt vật liệu. Kết cấu bề mặt đã phát huy vai trò quan trọng trong các cặp ma sát

cơ học do có những ưu điểm vượt trội cải thiện tính chất ma sát của vật liệu. Trong bài báo này, tác giả tổng hợp các nghiên cứu của các học giả trên thế giới về kỹ thuật gia công kết cấu bề mặt, cơ chế giảm mài mòn của kết cấu bề mặt trong các điều kiện làm việc khác nhau, cũng như ảnh hưởng của hình dạng kết cấu bề mặt và các thông số hình học đối với khả năng chịu mài mòn của cặp ma sát nhằm cung cấp nguồn tài liệu tham khảo cho các nghiên cứu trong nước.

2 Nội dung nghiên cứu

2.1 Kỹ thuật gia công kết cấu bề mặt

2.1.1 Kỹ thuật gia công truyền thống

Kỹ thuật gia công kết cấu bề mặt truyền thống chủ yếu sử dụng các kỹ thuật dựa trên phản ứng ion hóa, phun bi, đập áp lực, điện phân, gia công mài... Wang và cộng sự [4] đã sử dụng phản ứng ion để gia công các mẫu dạng hố vi lõm phân bố đều trên bề mặt của cặp ma sát, giúp cải thiện khả năng chống mài mòn bề mặt mẫu thử. Uehara và cộng sự [5] đã sử dụng kỹ thuật phun bi để gia công kết cấu vi mô hố lõm trên bề mặt gốm Silicon Nitride Si_3N_4 , giúp nâng cao đáng kể khả năng chống mài mòn bề mặt mẫu thử trong điều kiện bôi trơn bằng dầu. Li Kai Kai và cộng sự [6] sử dụng kỹ thuật gia công bằng điện phân bề mặt lót xanh ba loại kết cấu vi mô có cách bố trí: Mật độ đồng nhất; mật độ thay đổi; và mật độ hỗn hợp. Kết quả nghiên cứu thấy rằng, trong điều kiện được bôi trơn đầy đủ, mẫu kết cấu bề mặt có mật độ hỗn hợp với tỷ lệ diện tích kết cấu trong toàn bộ bề mặt mẫu 10% cho hiệu quả giảm mài mòn tốt nhất. Cho và cộng sự [7] đã sử dụng kỹ thuật gia công CNC vi mô để xử lý kết cấu lỗ trên bề mặt vật liệu nhựa POM và thấy rằng hệ số ma sát của bề mặt kết cấu vi mô với tỷ lệ diện tích 10% trong điều kiện bôi trơn là thấp nhất, bằng 50% bề mặt nhẵn.

Kỹ thuật khắc dựa trên phản ứng ion hóa và kỹ thuật đập áp lực có độ chính xác xử lý cao, nhưng kỹ thuật khắc cần thiết bị phụ trợ, trong khi kỹ thuật đập áp lực có quy trình phức tạp,

kim cương trên bề mặt chạm nổi rất dễ bong, dẫn đến chi phí gia công cao hơn. Vì vậy, cả hai kỹ thuật này đều không phù hợp để gia công hàng loạt. Kỹ thuật phun bi và gia công điện phân mặc dù có ưu điểm thiết bị đơn giản và chi phí gia công thấp, nhưng chất lỏng thải ra sau quá trình gia công gây ô nhiễm môi trường, không phù hợp với các mục tiêu phát triển xanh bền vững mà chính phủ hiện đang chủ trương theo đuổi. Kỹ thuật mài có ưu điểm là hiệu quả cao, nhưng các vật liệu bị ép nén vào nhau trong quá trình gia công, thậm chí xảy ra hiện tượng bong tróc vật liệu nên cũng không phù hợp với các chi tiết yêu cầu độ chính xác gia công cao.

2.1.2 Kỹ thuật gia công bằng tia laser

Đây là kỹ thuật gia công kết cấu bề mặt mới, có ưu điểm là độ chính xác gia công cao, hiệu quả xử lý nhanh, không gây ô nhiễm, không tiếp xúc với các bộ phận... và đã nhanh chóng trở thành một trong những phương pháp phổ biến nhất trong lĩnh vực gia công kết cấu bề mặt [8]. Trong đó, kỹ thuật xử lý tia laser Femto Lasik hay laser Femto giây (laser xung siêu ngắn) là hiệu quả hơn cả [9, 10]. Khi tia laser Femto giây được chiếu vào bề mặt vật liệu, nhiệt độ cục bộ tăng nhanh trong thời gian ngắn làm vật liệu bay hơi trực tiếp. Đồng thời, vì ở mức Femto giây nên thời gian cần thiết để hoàn thành quá trình dẫn nhiệt bên trong vật liệu lâu hơn nhiều so với thời gian bay hơi của vật liệu, do đó vùng ảnh hưởng nhiệt rất nhỏ và kết cấu được xử lý có hình dạng đều đặn, kích thước chính xác.

Fatima và cộng sự [11] đã tiến hành gia công kết cấu rãnh vi mô trên bề mặt dụng cụ cắt bằng kỹ thuật laser Femto giây và tiến hành các thí nghiệm cắt khô trên thép AISI/SAE 4140. Kết quả thực nghiệm cho thấy, so với bề mặt không có kết cấu rãnh vi mô, hệ số ma sát của bề mặt lưỡi trước và mặt sau dụng cụ có bề mặt được gia công kết cấu rãnh vi mô trong quá trình cắt lần lượt giảm 17% và 18%. Dong Guang Neng và cộng sự [12] đã sử dụng kỹ thuật gia

công bằng tia laser để xây dựng hình dạng kết cấu bề mặt dạng vi lỗ có quy tắc trên bề mặt của hợp kim TiNi và nhận thấy hệ số ma sát của hợp kim có thể giảm xuống dưới 0,1.

2.2 Cơ chế giảm mòn của kết cấu bề mặt

2.2.1 Cơ chế giảm mòn điều kiện ma sát khô

Trong điều kiện ma sát khô, các đỉnh nhấp nhô của các chi tiết bị bong ra tạo thành các mảnh vụn (hạt mài). Nếu không được làm sạch kịp thời, với chuyển động tương đối của cặp ma sát, các hạt mài có thể dễ dàng tạo rãnh cày trên bề mặt tiếp xúc và làm hư hỏng hình thái bề mặt. Kết cấu bề mặt giống như một “kho chứa” tự nhiên tích trữ các hạt mài và làm giảm mài mòn thứ cấp của chúng trên bề mặt [13]. Sugihara và cộng sự [14] đã sử dụng kỹ thuật xử lý tia laser Femto giây để gia công các hố và rãnh vi lõm trên bề mặt các dụng cụ cắt bằng hợp kim cacbua xi măng và nhận thấy trong điều kiện cắt khô, các hạt mài sẽ bám theo kết cấu bề mặt dụng cụ cắt và bề mặt này có rất ít vết mòn.

Lian Feng và cộng sự [15] đã chỉ ra rằng, trong điều kiện ma sát khô, so với các mẫu trơn không kết cấu vi mô, hệ số ma sát của các mẫu thử có kết cấu vi mô dạng tinh thể nhỏ hơn, và hệ số ma sát của mẫu có kết cấu vi mô dạng phẳng và dạng lưới lớn hơn vì kết cấu dạng tinh thể có thể thu giữ các hạt mài hiệu quả hơn trong quá trình ma sát, do đó cải thiện khả năng chịu mài mòn của các mẫu thử.

Ngoài việc giữ lại các hạt mài, kết cấu bề mặt cũng có thể làm tăng độ cứng của lớp vật liệu cơ sở. Song Fei và cộng sự [16] chứng minh rằng, sau khi kết cấu bề mặt gang xám được gia công bằng kỹ thuật xử lý tia laser, độ cứng lớp kết cấu bề mặt cao hơn so với lớp cơ sở và sự tồn tại của nó tương đương với việc tăng cường thêm độ cứng của lớp cơ sở, tức là lớp cơ sở được gia tăng thêm khả năng chịu tải, dẫn tới khả năng chống mài mòn tăng theo. Han Zhi Wu và cộng sự [17] đã sử dụng kỹ thuật nung chảy lại bằng laser để gia công bốn loại kết cấu vi mô

phòng sinh học, bao gồm hình hố vi lõm, hình gợn sóng, hình bao lõi và hình vảy cá trên bề mặt mẫu mô hình trục máy cán thép và nhận thấy khả năng chống mài mòn của các mẫu vi mô phòng sinh học tốt hơn so với các mẫu trơn. Điều này có liên quan đến sự hình thành Ledeburite mịn trong vùng nóng chảy lại trên bề mặt của mẫu sau khi xử lý bằng tia laser.

Tóm lại, cơ chế giảm mài mòn của kết cấu vi mô bề mặt trong điều kiện ma sát khô chủ yếu là do: Kết cấu bề mặt lưu trữ các mảnh vụn và giảm thiểu mài mòn thứ cấp; độ cứng lớp kết cấu bề mặt cao hơn lớp cơ sở, dẫn đến tăng khả năng chịu mài mòn.

2.2.2 Cơ chế giảm mòn dưới điều kiện bôi trơn

a) Điều kiện làm việc tốc độ cao, tải nhẹ

Trong điều kiện làm việc tốc độ cao và tải nhẹ, hiệu ứng áp suất thủy động là nguyên nhân chủ yếu dẫn đến tác dụng giảm mài mòn của các kết cấu vi lõm. Các nghiên cứu thực nghiệm cho thấy hiệu suất bôi trơn của các bề mặt song song có độ nhám bề mặt nhất định là tốt hơn. Wang Su Hua và cộng sự [18] đã nghiên cứu và phát hiện rằng kết cấu vi mô bề mặt có thể được xem là ổ trượt thủy động lực học vi mô khi bị mài mòn trong điều kiện bôi trơn và một màng dầu bôi trơn thủy động có thể được tạo ra trên bề mặt của cặp ma sát, do đó làm giảm hệ số ma sát và đạt được tác dụng giảm mài mòn.

Wu Ze và cộng sự [19] đã sử dụng kỹ thuật laser để gia công các rãnh vi lõm hình elip trên mặt trước của dụng cụ cắt gọt cacbua ximăng và lấp đầy các rãnh bằng chất bôi trơn rắn. Tiến hành thí nghiệm cắt trên hợp kim titan TC4 và nhận thấy rằng, dụng cụ tự bôi trơn không chỉ cải thiện trạng thái bôi trơn mà còn làm giảm đáng kể lực và nhiệt độ trong quá trình cắt, do đó tăng tuổi thọ sử dụng của dụng cụ. Trong điều kiện tốc độ cao và tải nhẹ, chất bôi trơn giữa hai bề mặt tiếp xúc của cặp ma sát sẽ tạo ra một màng dầu bôi trơn thủy động, có tác dụng ngăn cản sự tiếp xúc trực tiếp của bề mặt cặp ma sát,

do đó làm giảm hệ số ma sát, nâng cao khả năng chống mài mòn của vật liệu.

b) Điều kiện làm việc tốc độ thấp, tải nặng

Trong điều kiện làm việc này, tốc độ chuyển động tương đối của bề mặt cặp ma sát là nhỏ và tải trọng lớn, rất khó hình thành màng dầu thủy động giữa hai bề mặt tiếp xúc. Do vậy, cặp ma sát sẽ tiếp xúc trực tiếp và khi đó hiệu suất ma sát của vật liệu được xác định bởi các đặc tính biên bề mặt tiếp xúc. Các cặp ma sát ép nhau dưới tác dụng của tải trọng nặng, dẫn đến phát sinh biến dạng dẻo bề mặt [20], chất bôi trơn lưu trong kết cấu bị ép ra ngoài. Kết cấu vi mô bề mặt tại thời điểm này tương đương với thiết bị bơm dầu siêu nhỏ, có thể “cung cấp dầu thứ cấp” cho cặp ma sát, có hiệu quả giảm thiểu biến dạng vật liệu, bong tróc và thậm chí cắn dính, từ đó cải thiện tình trạng bôi trơn của bề mặt tiếp xúc và giảm mài mòn. Liu Yi Jing và cộng sự [21] đã lựa chọn sử dụng kỹ thuật điện phân để gia công các cấu trúc hố lõm có đường kính và độ sâu khác nhau trên bề mặt piston động cơ, đồng thời tiến hành các thử nghiệm ma sát và mài mòn dưới các tải và tốc độ khác nhau. Kết quả chứng minh rằng khi tải trọng 800 N, tốc độ 200 vòng/phút, kết cấu có đường kính 250 μm và độ sâu 5 μm cho hiệu quả giảm mài mòn tốt nhất.

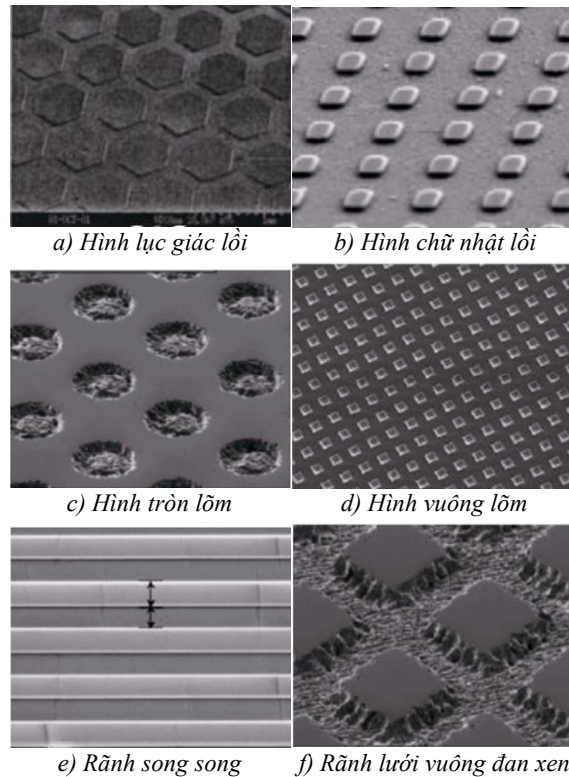
Grabon và cộng sự [22] đã chứng minh sự kết hợp giữa các hố lõm vi mô và kết cấu lưới được gia công mài có thể làm giảm đáng kể hệ số ma sát của cặp ma sát xec măng-lót xilanh trong điều kiện tốc độ thấp và tải nặng. Wei Xiao Feng [23] đã chỉ ra, sau khi sử dụng kỹ thuật xử lý tia laser tạo cấu trúc nano trên bề mặt vật liệu chế tạo khớp háng nhân tạo, hệ số ma sát của cặp ma sát trong điều kiện tốc độ thấp và tải nặng đã giảm xuống hiệu quả.

Tóm lại, trong điều kiện tốc độ thấp và tải nặng sẽ không có tác dụng của màng dầu áp suất thủy động giữa các bề mặt tiếp xúc của cặp ma sát và việc giảm thiểu mài mòn chủ yếu phụ thuộc vào “nguồn cung cấp dầu thứ cấp” của kết

cấu bề mặt cặp ma sát.

2.3 Ảnh hưởng của hình dạng kết cấu bề mặt và các thông số hình học khác

2.3.1 Ảnh hưởng của hình dạng kết cấu bề mặt



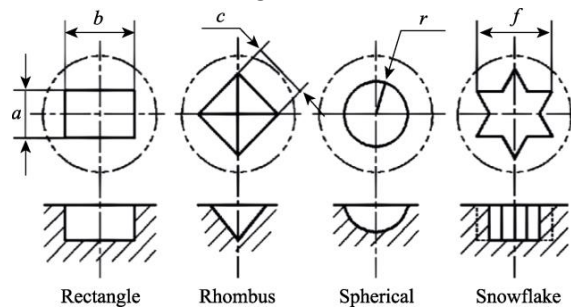
Hình 1: Hình dạng đặc trưng một số kết cấu vi mô bề mặt

Các nghiên cứu đã chỉ ra rằng, chỉ bằng cách lựa chọn hình dáng kết cấu vi mô và các thông số hình học thích hợp mới có thể khiến kết cấu bề mặt phát huy hết khả năng đóng vai trò giảm mài mòn tối ưu [24]. Trong giai đoạn đầu, do bị hạn chế bởi kỹ thuật gia công và cơ sở lý thuyết, các hố lõm và rãnh là hình dáng kết cấu mà các nhà nghiên cứu chú trọng và đi sâu. Trong những năm gần đây, nhờ sự phát triển của công nghệ sinh học và các phương pháp gia công ngày càng hoàn thiện, hình dạng kết cấu bề mặt ngày càng phong phú, chủ yếu bao gồm các hình dạng tròn, hình lưới, gợn sóng và hình lục giác... Kết cấu vi mô bề mặt có rất nhiều kiểu dáng và hình dạng, bao gồm thể lõm, hố lõm, rãnh lõm và nhiều hình thái hỗn hợp khác nhau. Một số hình dạng kết

cấu vi mô bề mặt đặc trưng thường gặp được cho trong hình 1.

Hình dạng kết cấu vi mô có ảnh hưởng lớn đến các đặc tính ma sát. Ngay cả khi diện tích kết cấu vi mô, độ sâu và tỷ lệ diện tích giống nhau, khả năng chịu lực của màng dầu thủy động được tạo ra bởi các kết cấu kết cấu vi mô khác nhau cũng khác nhau, nhưng cơ chế giảm mòn của các các hình dạng kết cấu vi mô khác nhau có khả năng chịu lực khác nhau vẫn chưa đi đến thống nhất. Yu Hai Wu và cộng sự [25] đã tiến hành so sánh hiệu quả giảm mài mòn của kết cấu vi mô hố lõm hình tròn, hình vuông và hình elip trong cùng một diện tích kết cấu, độ sâu và tỷ lệ diện tích và nhận thấy rằng kết cấu hố lõm hình elip cho thấy hiệu quả tốt nhất, hiệu quả giảm mài mòn của kết cấu hố lõm dạng hình vuông là thứ hai và kết cấu hố lõm hình tròn là kém nhất. Song Feifei và cộng sự [16] đã gia công ba kết cấu vi mô với các hình dạng khác nhau, bao gồm hố lõm, rãnh lõm và dạng lưới trên bề mặt gang xám và nhận thấy rằng các mẫu kết cấu dạng lưới có lượng mài mòn và hệ số ma sát nhỏ nhất, khả năng chống mài mòn tốt nhất.

Bành Long và cộng sự [26] đã tiến hành nghiên cứu bốn loại kết cấu bề mặt hình chữ nhật, hình thoi, hình cầu và dạng bông tuyết (Hình 2) và nhận thấy rằng, kết cấu hình cầu có thể cải thiện khả năng chịu lực tốt nhất.



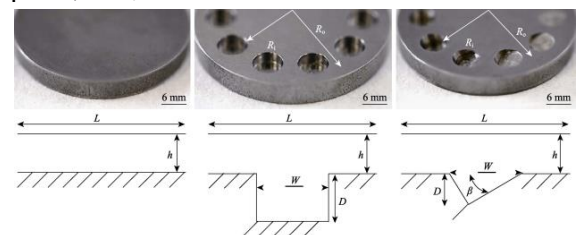
Hình 2: Các loại hình dáng kết cấu

Wang Li Li và cộng sự [27] đã sử dụng kỹ thuật tia laser để tiến hành gia công trên bề mặt thép C45 bốn loại kết cấu vi mô hình dạng khác nhau: Dạng rãnh lõm toàn bộ; rãnh lõm dạng đan

lưới cục bộ; rãnh lõm thẳng; hố vi lõm. Trong cùng điều kiện ma sát tương đồng, hiệu quả giảm mòn của bốn kết cấu biểu hiện không giống nhau: Trong giai đoạn mài mòn ổn định, hệ số ma sát của mẫu thử có có kết cấu rãnh lõm thẳng và mẫu thử có hố vi lõm lần lượt giảm 16% và 11% so với mẫu trơn; trong khi hệ số ma sát của mẫu có kết cấu rãnh lõm dạng đan lưới cục bộ không khác nhiều so với các mẫu thử trơn; và hệ số ma sát của các mẫu kết cấu rãnh lõm toàn bộ lớn hơn các mẫu trơn.

Lý Tuấn Linh và cộng sự [28] đã kết hợp kết cấu hố tròn lõm với các đường kính khác nhau, thu được một loại kết cấu dạng quả hồ lô không đều. Ở trạng thái bôi trơn, kết cấu dạng hồ lô có tính định hướng và hệ số ma sát của kết cấu theo phương chính diện là nhỏ nhất. Uddin và cộng sự [29] đã đề xuất một loại kết cấu bề mặt dạng “hình sao” có hệ số ma sát giảm mạnh so với kết cấu dạng elip, dạng chữ V, dạng tam giác và dạng hình tròn.

Trong những năm gần đây, cùng với sự phát triển mạnh mẽ của khoa học kỹ thuật, công nghệ sản xuất tiên tiến, các học giả đã bắt đầu nghiên cứu, đề xuất hàng loạt các hình dạng kết cấu bề mặt kiểu bất quy tắc, trong đó tác giả Schuh và cộng sự [30] đã tiến hành nghiên cứu kết cấu bề mặt không đối xứng (Hình 3) và nhận thấy rằng, kết cấu bề mặt không đối xứng có khả năng làm giảm hệ số ma sát một cách hiệu quả, khi góc $\beta = 5,3^\circ$ hệ số ma sát là nhỏ nhất.



Hình 3: khảo sát biên dạng, chiều sâu của một số bề mặt

Nhìn chung, các nghiên cứu hiện nay về hình dạng kết cấu bề mặt đều tập trung ở kết cấu đơn lẻ. Các nghiên cứu về kết cấu tổ hợp không

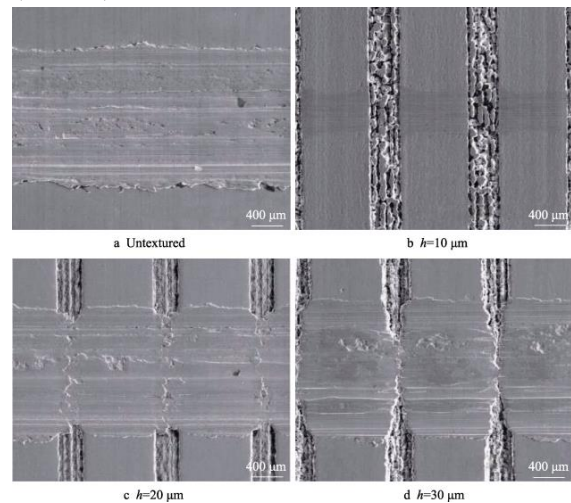
nhiều, loại hình kết cấu tổ hợp cũng tương đối đơn giản và chưa đi sâu vào loại kết cấu tổ hợp hình dạng mặt cắt. Từ loại hình kết cấu có phương thức kết hợp hố lõm-lồi, lõm-rãnh, lồi-rãnh...; từ hình dáng mặt cắt có phương thức kết hợp hình chữ nhật- tam giác, hình chữ nhật-cung tròn, hình chữ nhật- parabol... Cùng với việc đi sâu vào nghiên cứu kỹ thuật gia công kết cấu bề mặt, ảnh hưởng của hình dáng kết cấu tổ hợp, kết cấu và tổ hợp lớp phủ có tác động đến khả năng bôi trơn giảm ma sát sẽ trở thành một vấn đề nóng trong các nghiên cứu trong tương lai.

2.3.2 Ảnh hưởng của thông số hình học

a) Ảnh hưởng của tỷ lệ diện tích kết cấu

Tỷ lệ diện tích kết cấu là một thông số quan trọng ảnh hưởng đến các đặc tính ma sát học. Vì vậy, việc lựa chọn tỷ lệ diện tích kết cấu thích hợp rất quan trọng để có được các đặc tính ma sát tốt nhất. Hu Tian Chang và cộng sự [31] đã chứng minh rằng, sau khi gia công kết cấu hố vi lõm cùng kích thước trên bề mặt của thép C45, tỷ lệ diện tích kết cấu và hệ số ma sát không có mối quan hệ tuyến tính đơn giản. Khi tỷ lệ diện tích kết cấu là 20-30%, hệ số ma sát tương đối thấp. Li Ya Jun và cộng sự [32] đã sử dụng kỹ thuật xử lý tia laser để gia công các kết cấu hố vi lõm với tỷ lệ diện tích khác nhau trên bề mặt của thép C45 và nhận thấy rằng: Trong điều kiện ma sát khô và tỷ lệ diện tích kết cấu 4%, hệ số ma sát là nhỏ nhất và ổn định ở 0,56; trong điều kiện thiếu dầu bôi trơn và tỷ lệ diện tích kết cấu 4%, hệ số ma sát luôn thấp hơn của mẫu trơn, nhưng khi tỷ lệ diện tích kết cấu đạt tới 16,2%, hệ số ma sát sẽ lớn hơn của mẫu trơn. Zhou Yuan Kai và cộng sự [33] đã sử dụng đầu mũi khoan vi mô để tạo ra các hố vi lõm hình tròn với tỷ lệ diện tích lần lượt là 2%, 6% và 10% trên bề mặt của thép C45 và nhận thấy rằng dưới tải trọng thấp, hiệu quả giảm mài mòn của nhóm kết cấu vi mô với tỷ lệ diện tích cao tốt hơn, trong khi nhóm có tỷ lệ diện tích thấp lại có tác dụng giảm mài mòn tốt hơn khi tải trọng cao.

Tô Phong Hoa và cộng sự [34] phát hiện trong điều kiện bôi trơn bằng dầu PAO6 tồn tại độ sâu tối ưu 10 μm , hiệu quả chịu mài mòn và giảm ma sát bề mặt thép không gỉ là tốt nhất (Hình 4).



Hình 4: Hình dáng bề mặt mài mòn của các rãnh kết cấu với độ sâu khác nhau

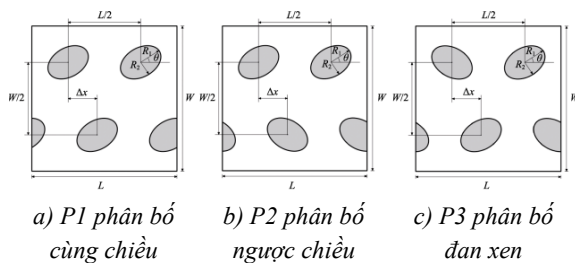
Các nghiên cứu trên chủ yếu thảo luận ảnh hưởng của các thông số hình học như độ sâu kết cấu h_p , tỷ lệ diện tích S_p , tỷ lệ chiều sâu so với đường kính μ ..., trong đó độ sâu kết cấu là nhân tố quan trọng ảnh hưởng đến tính năng ma sát của bề mặt kết cấu. Dưới tác dụng của một thông số hình học duy nhất là độ sâu kết cấu, trong các điều kiện bôi trơn khác nhau tồn tại một độ sâu kết cấu tối ưu làm cho hiệu quả bôi trơn tốt nhất. Tuy nhiên, khi tác dụng tổng hợp các thông số hình học như tỷ lệ chiều sâu so với đường kính, tỷ lệ diện tích sẽ dẫn đến những sai khác nhất định quanh phạm vi của độ sâu kết cấu tối ưu. Điều đáng để đi sâu nghiên cứu là đối với hiện trạng bôi trơn và tổ hợp thông số hình học kết cấu khác nhau, có thể giải quyết bằng một phương trình hoán đổi $f(h_p, s_p, \mu)$ hay không.

b) Ảnh hưởng của kích thước và phương thức phân bố kết cấu

Kích thước và phương thức phân bố kết cấu có ảnh hưởng quan trọng đến các đặc tính ma sát của vật liệu. Nghiên cứu hiện nay chủ yếu là

phân tích, so sánh và lựa chọn phương thức phân bố kết cấu bề mặt tối ưu. Yu Hai Wu và cộng sự [35] đã nghiên cứu và phát hiện trong môi trường nhiều dầu, khi tỷ lệ khoảng cách ngang/dọc giữa các hố vi lõm là 1-3, kết cấu hố lõm có hiệu quả giảm mài mòn tốt nhất. Rippoll và cộng sự [36] đã sử dụng kỹ thuật xử lý tia laser gia công kết cấu hố vi lõm với các kích thước khác nhau trên nền hợp kim Titan lớp phủ MoS_2 , phát hiện rằng trong điều kiện ma sát khô, khi khoảng cách giữa các hố vi lõm $\sim 50 \mu m$, độ sâu $\sim 20 \mu m$, tỷ lệ diện tích kết cấu 40-60% có hiệu quả tích trữ hạt mài và khả năng chống mài mòn của hợp kim là tốt nhất.

Tác giả Vương Hồng Đào [37] đã thiết kế ba loại mô hình kết cấu vi mô bề mặt dạng hố lõm hình trụ elip phân bố khác nhau (Hình 5), trong điều kiện bôi trơn toàn màng dầu, hệ số ma sát của ba loại mô hình kết cấu cơ bản đồng nhất, nhưng khả năng chịu áp lực động bề mặt của mẫu P1 và P2 so với mẫu P3 là tốt hơn.



Hình 5: Một số phân bố hình dáng kết cấu bề mặt dạng elip

Tác giả Yue và cộng sự [38] đã chế tạo rãnh vi mô trên bề mặt tiếp xúc của bánh dẫn hướng với ba kiểu phân bố song song, vuông góc và tạo góc 45° so với hướng trượt. Trong điều kiện bôi trơn biên, ngoài phương thức phân bố song song, hệ số ma sát bề mặt có các phương thức phân bố khác đều thấp hơn so với bề mặt trơn.

Wan Yi [39] và Hu Tian Chang [40] đều sử dụng kỹ thuật xử lý tia laser để gia công kết cấu hố vi lõm trên bề mặt thép hợp kim GCr15 và nhận thấy trong điều kiện thiếu dầu (ít dầu), hệ số ma sát và tổn thất mài mòn của các mẫu thử

có kết cấu bề mặt thấp hơn đáng kể so với các mẫu thử trơn và khi đường kính của hố vi lõm $150 \mu m$, độ sâu $30-40 \mu m$, tỷ lệ diện tích kết cấu 8-9%, hiệu quả giảm mài mòn của kết cấu hố vi lõm là tốt nhất.

Ngoài ra, một số nghiên cứu đã đi sâu vào tìm hiểu các yếu tố ảnh hưởng của phân bố kết cấu trên cơ sở các phương thức phân bố tối ưu, nhận thấy chúng có liên quan mật thiết đến các thông số như mật độ, khoảng cách giữa các kết cấu... Từ Văn Tịnh [41] đã phân tích ảnh hưởng của phương thức phân bố kết cấu các hố lõm vi mô hình tròn đối với khả năng chịu tải của ổ trượt thủy động trong khu vực tăng áp, nhận thấy cùng với sự gia tăng mật độ kết cấu, sự phân bố kết cấu khác nhau đều dẫn đến khả năng chịu lực của ổ trục giảm xuống. Tác giả Vương Kinh Phù và cộng sự [42] dựa vào phương trình N-S, đã sử dụng phương pháp CFD phân tích đặc tính bôi trơn bề mặt kết cấu với các phương thức phân bố khác nhau, trong đó khả năng chịu tải màng dầu của kết cấu vi lõm so le (đan xen) với khoảng cách ngang x dọc $250 \times 250 \mu m$ là lớn nhất. Lương Chí Cường và cộng sự [43] đã sử dụng phương pháp Micro Grinding để chế tạo dụng cụ cắt gọt có kết cấu vi mô bề mặt phương ngang, dọc, chéo và đã phát hiện hiệu quả giảm ma sát, chống dính, làm mát của kết cấu với khoảng cách giữa các rãnh $150 \mu m$ là tốt nhất.

Từ các nghiên cứu hiện có mà nói, sự phân bố hợp lý của kết cấu vi mô bề mặt có thể cải thiện khả năng bôi trơn, giảm ma sát. Đối với cùng một kết cấu, phương thức và vị trí phân bố không giống nhau, hiệu quả ma sát cũng tương đối khác nhau. Kết quả nghiên cứu thậm chí cũng có thể xuất hiện những mâu thuẫn. Điều này là do vật liệu và thông số làm việc của các bề mặt kết cấu nghiên cứu khác nhau, các phương pháp chọn lựa nghiên cứu cũng khác nhau, dẫn đến kết quả phương thức phân bố tối ưu có sự sai khác. Vì vậy, đối với nghiên cứu phương thức phân bố kết cấu bề mặt, cùng với

xem xét nghiên cứu lý thuyết, cần phải tính đến các điều kiện thực tế như hiện trạng bôi trơn, vị trí phân bố của kết cấu...

3 Kết luận

Kết cấu bề mặt có tác dụng vượt trội trong cải thiện khả năng chịu mài mòn của vật liệu và tính năng này đã được thực nghiệm kiểm chứng trong lĩnh vực cơ khí như các dụng cụ gia công cắt gọt, vật liệu sinh học, các bộ phận cơ khí, và có triển vọng ứng dụng rộng rãi. Trong các điều kiện làm việc khác nhau, cơ chế giảm mài mòn của kết cấu bề mặt cũng khác nhau: Dưới điều kiện ma sát khô, kết cấu bề mặt có thể tích trữ các mảnh vụn, ngăn ngừa mài mòn thứ cấp, đồng thời có khả năng cải thiện độ cứng chung của bề mặt vật liệu và nâng cao khả năng chống mài mòn; trong điều kiện bôi trơn, kết cấu bề mặt có thể tạo ra hiệu ứng áp suất thủy động hoặc đóng vai trò “cung cấp dầu thứ cấp”, từ đó dẫn đến làm giảm ma sát bề mặt tiếp xúc của cặp ma sát

và cải thiện khả năng chống mài mòn của vật liệu. Có rất nhiều nhân tố ảnh hưởng đến hiệu quả giảm mài mòn của kết cấu bề mặt, do vậy cần thông qua thực nghiệm phân tích để tìm ra nhân tố tối ưu.

Các hướng nghiên cứu kết cấu bề mặt trong tương lai chủ yếu tập trung vào các khía cạnh:

- Kết hợp với điều kiện làm việc thực tế, sử dụng máy tính mô phỏng hình thái kết cấu và các thông số hình học phù hợp để cung cấp tài liệu tham khảo cho quá trình thử nghiệm;

- Nghiên cứu thêm các hình dạng kết cấu, chẳng hạn như hình dạng sinh học, hình dạng hỗn hợp... và tiến hành nghiên cứu một cách có hệ thống các đặc tính ma sát của hình dạng các kết cấu không đơn lẻ;

- Kết hợp kỹ thuật gia công kết cấu bề mặt với các kỹ thuật bề mặt khác để từng bước cải thiện hơn nữa các đặc tính ma sát của vật liệu.

TÀI LIỆU THAM KHẢO

1. 曾亚维. H13 激光微织构下的类石墨烯固体润滑机理研究[D]. 镇江: 江苏大学, 2017.
2. Merlo A.M. The Contribution of Surface Engineering to the Product Performance in the Automotive Industry [J]. *Surface and Coatings Technology*, 2003, 174/175, PP. 21-26.
3. Hamilton D.B., Walowit J.A., Allen C.M. A Theory of Lubrication by Micro Irregularities [J]. *Journal of Basic Engineering*, 1996, 88(1), PP. 177-185.
4. Wang X.L., Kato K. Improving the Anti-Seizure Ability of SiC Seal in Water with RIE Texturing [J]. *Tribology Letters*, 2003, 14(4), PP. 275-280.
5. Uehara Y., Wakuda M., Yamauchi Y., et al. Tribological Properties of Dimpled Silicon Nitride under Oil Lubrication [J]. *Journal of the European Ceramic Society*, 2004, 24(2), PP. 369-373.
6. 李凯凯. 混合型表面织构对发动机缸套摩擦性能的影响[D]. 南京: 南京航空航天大学, 2013.
7. Cho M.H., Park S. Micro CNC Surface Texturing on Polyoxymethylene (POM) and its Tribological Performance in Lubricated Sliding [J]. *Tribology International*, 2011, 44(7/8), PP. 859-867.
8. Etsion I., Halperin G., Drizmer V., et al. Experimental Investigation of Laser Surface Textured Parallel Thrust Bearings [J]. *Tribology Letters*, 2004, 17(2), PP. 295-300.
9. Ryk G., Kligerman Y., Etsion I., et al. Experimental Investigation of Partial Laser Surface Texturing for Piston-Ring Friction Reduction [J]. *Tribology Transactions*, 2005, 48(4), 583-588.
10. Etsion I. State of the Art in Laser Surface Texturing [J]. *Journal of Tribology*, 2005, 127(1), PP. 248-253.

11. **Fatima A., Mativenga P.T.** A Comparative Study on Cutting Performance of Rake-Flank Face Structured Cutting Tool in Orthogonal Cutting of AISI/SAE 4140. *The International Journal of Advanced Manufacturing Technology*, 2015, 78(9-12), PP. 2097-2106.
12. **Dong G.N., Zhang J.F., Zhang D.Y., et al.** Tribological Performances of Molded Micro-Cratered Surface of Superelasticity TiNi Alloy [J]. *Rare Metal Materials and Engineering*, 2011, 40(8), PP. 1334-1338.
13. **Suh N.P., Mosleh M., Howard P.S.** Control of Friction [J]. *Wear*, 1994, 175(1/2), PP. 151-158.
14. **Sugihara T., Singh P., Enomoto T.** Development of Novel Cutting Tools with Dimple Textured Surface for Dry Machining of Aluminum Alloys [J]. *Procedia Manufacturing*, 2017, 14, PP. 111-117.
15. **连峰, 张会臣, 庞连云.** Ti6Al4V 表面激光织构化及其干摩擦特性研究[J]. *润滑与密封*, 2011, 36(9), 1-5.
16. **宋起飞, 周宏, 李跃, 等.** 仿生非光滑表面铸铁材料的常温摩擦磨损性能[J]. *摩擦学学报*, 2006, 26(1), 24-27.
17. **韩志武, 任露泉, 刘祖斌.** 激光织构仿生非光滑表面抗磨性能研究[J]. *摩擦学学报*, 2004, 24(4), 289-293.
18. **王素华, 吴新跃, 郭静.** 滑动轴承表面织构润滑理论模型[J]. *轴承*, 2012 (5), 56-60.
19. **吴泽, 邓建新, 邢佑强, 等.** 椭圆状微织构自润滑车刀切削性能试验[J]. *农业机械学报*, 2012, 43(7), 228-234.
20. **于海武.** 基于流体动压润滑效应的表面织构优化设计[D]. 南京: 南京航空航天大学, 2012.
21. **刘一静, 袁明超, 王晓雷.** 表面织构对发动机活塞/缸套摩擦性能的影响[J]. *中国矿业大学学报*, 2009, 38(6), 866-871.
22. **Grabon W., Koszela W., Pawlus P., et al.** Improving Tribological Behaviour of Piston Ring-Cylinder Liner Frictional Pair by Liner Surface Texturing [J]. *Tribology International*, 2013, 61, PP. 102-108.
23. **魏晓凤.** 激光干涉制备人工髌关节仿生微纳结构表面技术的研究[D]. 长春: 长春理工大学, 2016.
24. **高元, 王文中, 赵自强, 等.** 表面织构对滑动轴承润滑性能的影响[J]. *润滑与密封*, 2016, 41(8), 6-13.
25. **于海武, 袁思欢, 孙造, 等.** 微凹坑形状对试件表面摩擦特性的影响[J]. *华南理工大学学报(自然科学版)*, 2011, 39(1), 106-110.
26. **彭龙龙, 汪久根, 彭娟娟, 等.** 表面织构对油水混合液润滑轴承湍流润滑性能的影响[J]. *润滑与密封*, 2015, 40(11), 30-34
27. **王丽丽, 郭少辉, 魏聿梁, 等.** 表面微织构对 45# 钢摩擦副表面摩擦学性能影响的实验研究[J]. *表面技术*, 2018, 47(12), 149-154.

28. 李俊玲, 陈平, 邵天敏, 等. 葫芦形微凹坑对不锈钢表面摩擦学性能的影响[J]. *摩擦学学报*, 2016, 36(2), 207-214
29. Uddin M.S., Liu Y.W. Design and Optimization of a New Geometric Texture Shape for the Enhancement of Hydrodynamic Lubrication Performance of Parallel Slider Surfaces [J]. *Biosurface and Biotribology*, 2016, 2(2), PP. 59-69.
30. Schuh J.K., Ewoldt R.H. Asymmetric Surface Textures Decrease Friction With Newtonian Fluids In Full Film Lubricated Sliding Contact [J]. *Tribology International*, 2016, 97, PP. 490-498.
31. 胡天昌, 胡丽天, 丁奇. 45#钢表面激光织构化及其干摩擦特性研究[J]. *摩擦学学报*, 2010, 30(1), 46-52.
32. 李亚军, 逢显娟, 孙乐民, 等. 激光表面织构化对 45 钢摩擦磨损性能的影响[J]. *表面技术*, 2018, 47(8), 147-154.
33. 周元凯, 朱华, 唐玮, 等. 往复运动下圆凹坑形表面织构减摩性能研究[J]. *润滑与密封*, 2012, 37(3), 45-48.
34. 苏峰华, 毛川, 李助军. 织构深度对不锈钢表面油润滑条件下摩擦学性能影响的试验和仿真研究 [J]. *摩擦学学报*, 2019, 39(2), 181-187.
35. 于海武, 邓海顺, 黄巍, 等. 微凹坑相对位置变化对表面减摩性能的影响[J]. *中国矿业大学学报*, 2011, 40(6), 943-948.
36. Ripoll M.R., Simic R., Brenner J., et al. Friction and Lifetime of Laser Surface-Textured and MoS₂-Coated Ti₆Al₄V under Dry Reciprocating Sliding [J]. *Tribology Letters*, 2013, 51(2), PP. 261-271.
37. 王洪涛. 油润滑条件下减摩织构表面的优化设计[D]. 徐州: 中国矿业大学, 2015.
38. Yue Hong-zhi, Deng Jian-xin, Ge Dong-liang, et al. Effect of Surface Texturing on Tribological Performance of Sliding Guideway under Boundary Lubrication [J]. *Journal of Manufacturing Processes*, 2019, 47, PP. 172-182
39. 万轶. 表面织构与合金化改善密封材料摩擦学性能研究[D]. 南京: 南京理工大学, 2008.
40. 胡天昌, 丁奇, 胡丽天. 激光表面织构化对 GCr15 钢摩擦磨损性能的影响[J]. *摩擦学学报*, 2011, 31(5), 447-451.
41. 徐文静. 圆形微凹坑织构对动压滑动轴承润滑性能的影响[D]. 洛阳: 河南科技大学, 2017.
42. 王劲孚, 钱炜, 熊磊, 等. 表面织构排布形式对其润滑特性的影响[J]. *润滑与密封*, 2015, 40(4), 86-90.
43. 梁志强, 李蒙招, 陈碧冲, 等. 基于微磨削方法的微织构刀具制备与切削性能研究[J]. *表面技术*, 2020, 49(2), 143-150.

ĐẶC TÍNH CỦA COMPOSITE TỔNG HỢP TẠI CHỖ NỀN THÉP AUSTENIT MANGAN CAO Mn13 CỐT HẠT CACBIT TiC 10%

TS. Lê Thanh Bình – Viện Cơ khí Năng lượng và Mỏ - Vinacomin

Tóm tắt: Composite nền thép austenit mangan cao Mn13 gia cường bằng cacbit titan Mn13-TiC được tổng hợp tại chỗ bằng phương pháp nấu chảy và đúc thông thường. Đặc trưng của cấu trúc vi mô được chỉ ra bằng cách sử dụng kính hiển vi quang học, kính hiển vi điện tử quét kết hợp đầu thu phổ tán xạ năng lượng, máy nhiễu xạ tia X, cùng với thiết bị đo độ cứng và thử nghiệm mài mòn. Cấu trúc vi mô của vật liệu composite bao gồm austenit cùng với các hạt TiC. Kết quả cho thấy độ cứng và khả năng chịu mài mòn của composite Mn13-10%TiC tốt hơn đáng kể so với thép Mn13.

Từ khóa: Cacbit titan, composite nền thép tổng hợp tại chỗ, khả năng chịu mài mòn, thép austenit mangan cao Mn13.

1 Giới thiệu

Vật liệu composite nền thép gia cường bằng hạt gốm mang lại khả năng sản xuất vật liệu chống mài mòn tương đối rẻ tiền. Gần đây, người ta quan tâm rất nhiều đến sự phát triển của chúng làm vật liệu kết cấu cho các ứng dụng công nghiệp. Loại composite này có độ bền và khả năng chống mài mòn cao hơn so với vật liệu nền của nó, bởi vì các pha hạt có thể chống mài mòn mạnh [1, 2]. Thép austenit mangan cao có độ bền và độ dẻo dai tuyệt vời cùng với khả năng chống mài mòn tốt. Việc kết hợp các hạt gốm cứng vào nền thép austenit có thể nâng cao hơn nữa khả năng chống mài mòn của nó.

Các hạt gốm được sử dụng phổ biến nhất để gia cường các loại nền thép khác nhau bao gồm các loại oxit (Al_2O_3 , ZrO_2), nitrit (TiN , Si_3N_4), và cacbit (TiC , Cr_3C_2 , VC, B_4C) [3]. Trong số đó, TiC đã chứng minh được tính phù hợp của nó do độ cứng cao, khối lượng riêng thấp, nhiệt độ nóng chảy lớn và khả năng chống ăn mòn tốt [4]. Chính các hạt pha thứ hai rất cứng này đã làm độ cứng của composite tăng lên và cải thiện khả năng chống mài mòn của nó. Ví dụ như bổ sung cacbit titan (TiC), cacbit niobi (NbC) hoặc cacbit vanadi (VC) với độ cứng tương ứng là 2.900-3.200 HV, 2.400-2.850 HV và 2.460-3.150 HV [5, 6] có thể cải thiện khả năng chống mài mòn của nhiều hệ hợp kim khác nhau.

Composite nền thép thường được chế tạo bằng luyện kim bột [7, 8]. Tuy nhiên, phương pháp này có những hạn chế nội tại về kích thước sản phẩm, chi phí sản xuất và chất lượng vật liệu [8, 9]. Do đó, các nỗ lực đã được hướng đến để tạo ra những vật liệu composite bằng cách xử lý đồng đặc, mang lại cơ hội tạo ra các hạt TiC tại chỗ trong hợp kim nóng chảy [10]. Kỹ thuật tại chỗ “In-situ” bao gồm một phản ứng hóa học dẫn đến sự hình thành một pha gốm rất mịn và ổn định về mặt nhiệt động lực học trong nền kim loại. Do đó, bề mặt gia cường có khả năng không bị hấp thụ khí, oxy hóa hoặc chịu phản ứng bề mặt bất lợi khác và mặt phân cách giữa nền và cốt có xu hướng bền [11].

Bài báo này tập trung vào cấu trúc vi mô và khả năng chống mài mòn của composite nền thép austenit mangan cao Mn13 gia cường bằng cacbit TiC được tổng hợp tại chỗ bằng phương pháp nấu chảy và đúc thông thường.

2 Quy trình thực nghiệm

Quá trình tổng hợp composite nền thép austenit mangan cao Mn13 được thực hiện trong lò cảm ứng cao tần, kim loại nung chảy được bảo vệ bởi khí Ar để tránh khỏi quá trình oxy hóa. Việc tính toán phối liệu cho quá trình tổng hợp composite được thực hiện bằng phương pháp cân khối lượng đơn giản với mục tiêu đạt được hàm lượng 10% cacbit TiC trong thép austenit

mangan cao Mn13. Quy trình nấu luyện như sau: Cấp khí Ar đuổi hết không khí trong nồi lò và duy trì liên tục với lưu lượng thích hợp trong quá trình nấu đến khi rót khuôn; xếp phối liệu vào lò theo thứ tự ferro FeTi70 dưới đáy lò, tiếp đến là điện cực graphite, phía trên là thép phế liệu; sau khi phối liệu chảy lỏng, bổ sung ferro FeMn65 đã được sấy từ từ vào cho đến hết. Khi toàn bộ phối liệu đã chảy lỏng, lập tức rót ra khuôn. Thành phần hóa học của thép austenit mangan cao Mn13 và composite gia cường bằng cabit TiC được trình bày trong bảng 1.

Bảng 1: Thành phần hóa học thép Mn13 và composite Mn13-10%TiC

Vật liệu	% khối lượng						
	C	Si	Mn	P	S	Cr	Ti
Thép Mn13	1,09	0,98	12,24	0,029	0,006	0,38	-
Composite Mn13-10%TiC	3,80	0,37	11,40	0,040	0,032	0,33	10,34

Các mẫu thí nghiệm được cắt từ phần giữa của vật đúc. Mẫu phân tích cấu trúc vi mô có kích thước $\phi 12 \times 10$ mm, được mài, đánh bóng theo tiêu chuẩn và cuối cùng được tẩy thực bằng dung dịch Nital 2%, sau đó kiểm tra bằng kính hiển vi quang học (OM) và kính hiển vi điện tử quét (SEM) kết hợp đầu thu phổ tán xạ năng lượng (EDS).

Mẫu phân tích thành phần pha có kích thước $12 \times 2 \times 50$ mm, sử dụng thiết bị nhiễu xạ tia X (XRD) bức xạ $Co K_{\alpha}$.

Độ cứng thô đại được đo bằng máy đo độ cứng Vickers ở tải trọng tác dụng 30 N và thời gian tải 20 s tại nhiệt độ phòng. Đầu tiên, các mẫu được hoàn thiện bề mặt và sau đó 5 phép đo được thực hiện ngẫu nhiên trong mỗi mẫu. Giá trị trung bình của năm phép đo được biểu thị dưới dạng độ cứng của mẫu thử.

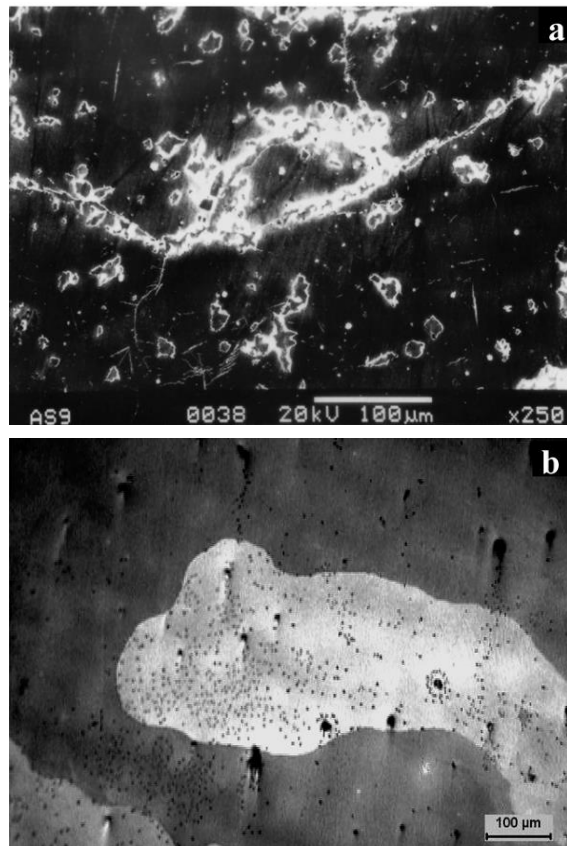
Thử nghiệm mài mòn được thực hiện trên các mẫu $\phi 12 \times 10$ mm trên giấy mài SiC 240 grit được dán vào một đĩa phẳng quay có đường kính 80 mm. Tốc độ quay và đường kính vết mài được cố định lần lượt là 300 vòng/phút và 40 mm. Vận tốc trượt tương ứng là 0,628 m/s.

Các thí nghiệm được thực hiện ở tải 20 N. Cường độ mòn của các mẫu được tính toán bằng kỹ thuật tổn thất khối lượng. Quãng đường mài 1.000 m. Vì độ cứng các hạt TiC trong composite (2.900-3.200 HV) cao hơn hạt mài SiC (2.850 HV [12]), giấy mài SiC bị mòn sau khi trượt chỉ 30 giây. Để đảm bảo cung cấp mới các hạt mài, giấy mài SiC đã mòn được thay bằng giấy mới sau 30 s. Dữ liệu mòn được vẽ biểu đồ dưới dạng tổn thất thể tích tích lũy (được chuyển đổi từ tổn thất khối lượng) như một hàm của khoảng cách trượt. Cường độ mòn được tính toán bằng công thức:

$$W \text{ (mm}^3/\text{m)} = \frac{\text{Tổn thất khối lượng (g)/Khối lượng riêng (g/mm}^3\text{)}}{\text{Quãng đường trượt}} \quad (1)$$

3 Kết quả và thảo luận

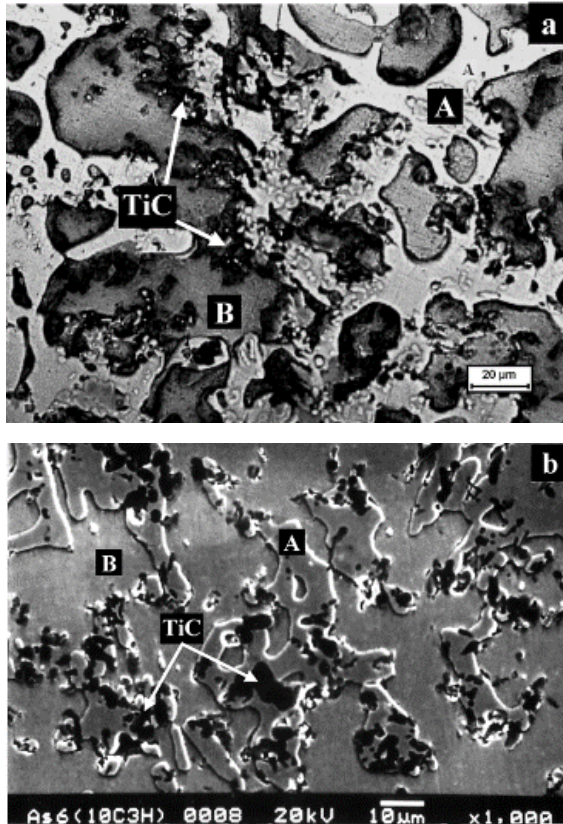
3.1 Cấu trúc vi mô



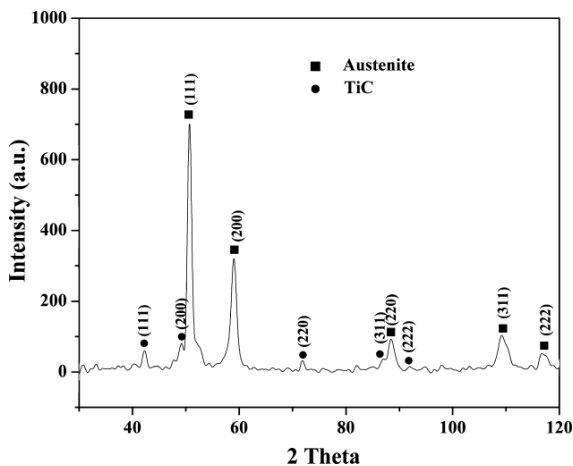
Hình 1: Ảnh SEM (a), ảnh OM (b) thép Mn13

Ảnh hiển vi điện tử quét của thép Mn13 được cho trong hình 1a và ảnh hiển vi quang học được cho trong hình 1b. Cấu trúc vi mô cho thấy

tổ chức đồng nhất của thép Mn13 là austenit γ và các hạt $(Fe, Mn)_3C$ chủ yếu nằm dọc theo ranh giới hạt austenit.



Hình 2: Ảnh OM (a), ảnh SEM (b) của composite Mn13-10%TiC



Hình 3: Giảm độ nhiễu xạ XRD của composite Mn13-10%TiC

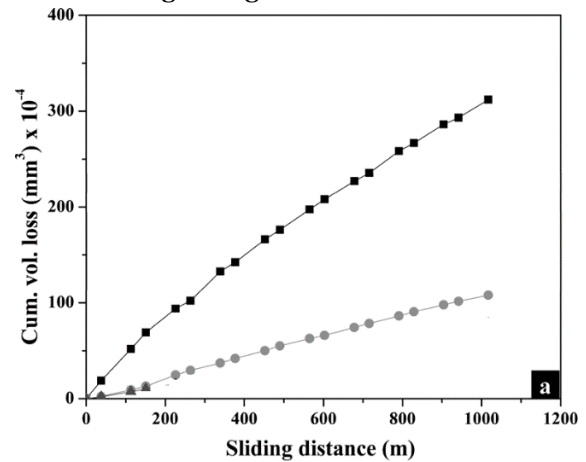
Hình 2a là ảnh hiển vi quang học và hình 2b là ảnh hiển vi điện tử quét của composite Mn13-

10%TiC. Các hình cho thấy cấu trúc vi mô đồng nhất bao gồm austenit và TiC. Điều này cũng được khẳng định thông qua phân tích nhiễu xạ tia X (XRD) (Hình 3).

3.2 Độ cứng

Độ cứng thô đại HV30 trung bình sau 5 lần đo của thép austenit mangan cao Mn13 đạt 263 HV, trong khi độ cứng của composite Mn13-10%TiC đạt 512 HV. Độ cứng cao hơn của vật liệu composite so với thép austenit mangan cao có thể do sự hiện diện của 10% các hạt TiC rất cứng. Ngoài ra, rất có thể mật độ lệch gia tăng được tạo ra trong quá trình nguội trong điều kiện đúc do sự khác biệt về hệ số giãn nở nhiệt giữa nền thép và cốt hạt TiC, dẫn đến độ cứng của composite tăng lên [13, 14]. Hệ số giãn nở nhiệt của thép Mn13 và TiC lần lượt là $1,7-2,5 \times 10^{-5}/^{\circ}C$ [15] và $5,5 \times 10^{-6}/^{\circ}C$ [16].

3.3 Khả năng chống mài mòn



Hình 3: Tổn thất thể tích tích lũy của thép Mn13 và composite Mn13-10%TiC

Hình 3 cho thấy tổn thất thể tích tích lũy so với quãng đường trượt của thép austenit mangan cao Mn13 và composite Mn13-TiC. Rõ ràng tổn thất vật liệu trong trường hợp thép Mn13 lớn hơn rất nhiều so với composite Mn13-TiC (bằng ~300%). Sự gia tăng khả năng chống mài mòn của composite là do khả năng chịu tải của các hạt TiC cứng và sự lưu giữ các hạt cacbit trên bề mặt trượt của composite. Bằng cách này,

các hạt TiC làm giảm diện tích tiếp xúc giữa nền của composite và hạt mài SiC trong quá trình trượt, nguyên nhân trực tiếp dẫn đến cải thiện khả năng chịu mài mòn của vật liệu composite gia cường bằng cacbit TiC.

4 Kết luận

Composite nền thép austenit mangan cao Mn13 gia cường bằng cacbit TiC hoàn toàn có thể được tổng hợp tại chỗ (In-situ) bằng phương pháp nấu chảy và đúc thông thường. Cấu trúc vi mô của composite Mn13-10%TiC bao gồm austenit γ cùng với các hạt TiC. Độ cứng và đặc

biệt là khả năng chống mài mòn của vật liệu composite tốt hơn rất nhiều (bằng 3 lần) so với thép austenit mangan cao Mn13. Vật liệu composite nền thép austenit mangan cao Mn13 gia cường bằng cacbit TiC hứa hẹn khả năng ứng dụng trong các chi tiết làm việc trong điều kiện chịu va đập và mài mòn cao, nhằm cải thiện khả năng chịu mài mòn, nhưng vẫn đảm bảo độ dẻo dai cần thiết (nền thép Mn13), kéo dài tuổi thọ của chi tiết, giảm thời gian dừng sửa chữa, thay thế, nâng cao năng suất lao động.

TÀI LIỆU THAM KHẢO

1. **Degnan C.C, Shipway P.H.** A Comparison of the Reciprocating Sliding Wear Behaviour of Steel based Metal Matrix Composites Processed from Self-Propagating High-Temperature Synthesised Fe-TiC and Fe-TiB₂ Masteralloys. *Wear, Vol. 252, 2002, PP. 832-841.*
2. **Iwai Y., Yoneda H., Honda T.** Sliding Wear Behavior of SiC Whisker-Reinforced Aluminum Composite. *Wear, Vol. 181-183, 1995, PP. 594-602.*
3. **Pagounis E., Talvitie M., Lindross V.K.** Influence of Reinforcement Volume Fraction and Size on Thermostructure and Abrasion Wear Resistance of Hot Isostatic Pressed White Iron Matrix Composite. *Metallurgical and Materials Transactions A27, 1997, PP. 4171-4181.*
4. **Wen G., Li S.B., Zhang B.S., Guo Z.X.** Reaction Synthesis of TiB₂-TiC Composites with Enhanced Toughness. *Acta Materialia, Vol. 49, 2001, PP. 1463-1470.*
5. **Dogan O.N., Hawk J.A., Tylczak J.H., Wilson R.D., Govier R.D.** Wear of Titanium Carbide Reinforced Metal Matrix Composites. *Wear, Vol 225-229, 1999, PP. 758-769.*
6. **Dogan O.N., Hawk J.A., Tylczak J.H.** Wear of Cast Chromium Steels with TiC Reinforcement. *Wear, Vol. 250 (2001), PP. 462-469.*
7. **Jing W., Yisan W.** In-situ Production of Fe-TiC Composite. *Materials Letters, Vol. 61(22), 2007, PP. 4393-4395.*
8. **Mei Z., Yan Y.W., K. Cuia.** Effect of Matrix Composition on the Microstructure of In-situ Synthesised TiC Particulate Reinforced Iron-based Composites. *Materials Letters, Vol. 57, 2003, PP. 3175-3181.*
9. **Cheng F. Wang Y.** Microstructure of Fe-TiC Surface Composite Produced by Cast-Sintering. *Materials Letters, Vol. 61, 2007, PP. 1517-1521.*
10. **Terry B.S. Chinyamakobvu O.S.** In-situ Production of Fe-TiC Composites by Reactions in Liquid Iron Alloys. *Journal of Materials Science Letters, Vol. 10, PP. 628-629.*
11. **Xiaonong Z., Weijie L., Di Z., Renjie W., Yujun B., Pingwei F.** In-situ Technique for Synthesizing (TiB+TiC)/Ti Composites. *Scripta Materialia, Vol. 41, 1999, PP. 39-46.*
12. **Shackelford J.F.** CRC Materials Science and Engineering Handbook, 3rd. *CRC Press, Boca Raton, Florida, 2001, 471 p.*

13. **Arsenault R.J., Shi N.** Dislocation Generation due to Differences between the Coefficients of Thermal Expansion. *Materials Science and Engineering, Vol. 81, 1986, PP. 175-187.*
14. **Pagounis E., Lindroos V.K.** Processing and Properties of Particulate Reinforced Steel Matrix Composites. *Materials Science and Engineering: A. Vol. 246, 1998, PP. 221-234.*
15. **Castro R., Garnier P.** Decomposition Structures of Austenitic Manganese Steel. *Revue de Metall, Vol. 55, 1958, PP. 24-33.*
16. **Campbell I.E., Sherwood E.M.** High Temperature Materials and Technology. *New York: John Wiley and Sons Inc., 1967, 324 p.*

NGHIÊN CỨU KỸ THUẬT GIA CÔNG CƠ KHÍ CNC SẢN XUẤT CÁNH BƠM LY TÂM TRÊN VẬT LIỆU GỐM ZIRCONIA

*ThS. Bùi Trường Chinh, KS. Nguyễn Văn Duy, ThS. Bạch Vân
Viện Nghiên cứu Sản xuất Thủy tinh Công nghiệp*

Tóm tắt: Cánh bơm ly tâm là bộ phận quan trọng giúp vận chuyển chất lỏng trong máy bơm ly tâm. Cánh bơm ly tâm bằng vật liệu gốm Zirconia được sử dụng rộng rãi trong mọi lĩnh vực công nghiệp khai thác khoáng sản, hóa chất. Đặc điểm loại cánh bơm này có tính chịu mài mòn cao, kháng hóa chất trong thời gian dài. Bài viết này trình bày những kết quả nghiên cứu công nghệ chế tạo cánh bơm ly tâm dạng trụ hở có đường kính 125 mm bằng phương pháp ép bán khô phôi vật liệu gốm Zirconia kết hợp với quá trình gia công cơ khí chính xác và thiêu kết vật liệu ở 1.510 °C. Kết quả cho thấy cánh bơm ly tâm bằng vật liệu gốm Zirconia có lực ép phôi gốm ở 600 kg/cm², độ cứng phôi gốm cho quá trình gia công cơ khí 145,9 HV, độ cứng vật liệu cánh bơm ly tâm sau thiêu kết đạt 8 Mohs, độ hút nước nhỏ hơn 0,5%, khối lượng thể tích 5,85 g/cm³.

Từ khóa: Cánh bơm ly tâm, ép bán khô, vật liệu gốm zirconia.

1 Mở đầu

Cánh bơm là bộ phận quan trọng nhất của máy bơm ly tâm, giúp tăng tốc chất lỏng ra ngoài từ tâm quay, có tác dụng truyền năng lượng từ động cơ dẫn động máy bơm sang chất lỏng được bơm [1]. Cánh bơm nửa hở có một bức tường phía sau làm tăng thêm sức mạnh cho nó. Cánh bơm nửa hở thường được sử dụng với chất lỏng hoặc sản phẩm có chất rắn.

Vật liệu gốm Zirconia (oxit ZrO₂) là hệ vật liệu được đánh giá nổi trội nhất trong vật liệu gốm khi thể hiện tính dai (độ giòn thấp nhất trong các hệ vật liệu gốm sứ) ở nhiệt độ cao. Ngoài ra, hệ vật liệu Zirconia còn rất bền hóa học cả trong môi trường axit, môi trường kiềm và chịu được nhiệt độ cao [2]. Sự biến đổi thù hình của oxit ZrO₂ gây ra hiện tượng giãn nở nhiệt tương đối phức tạp. Do vậy, để ổn định dạng cấu trúc lập phương, chúng cần có thêm phụ gia cần thiết đi kèm Y₂O₃. Để tăng tính kết dính các hạt vật liệu trong quá trình ép mẫu, cần bổ sung một số hàm lượng chất kết dính PVA (Polyvinyl Alcol) và phụ gia bôi trơn parafin.

Quá trình tạo hình sản phẩm gồm sự kết hợp giữa phương pháp ép bán khô phôi và sau đó tiến hành gia công cơ khí chính xác. Phôi Zirconia

với công đoạn nung trước được kiểm soát có hệ thống và được cắt phay bằng máy gia công CNC ba trục. Tỷ lệ và nhiệt độ của phôi trong quá trình nung sơ bộ trước thiêu kết ảnh hưởng đến độ cứng và khả năng gia công [3]. Quá trình tạo hình một phôi sản phẩm hình trụ như sau: Nguyên liệu, phụ gia → cân định lượng theo đơn phối liệu → ép phôi → sấy → nung sơ bộ. Trong đó, ép phôi sản phẩm cần lực ép để tạo thành hình phôi, được đánh giá bằng cường độ cơ học của phôi. Kết quả sấy phôi nhằm giảm hàm lượng ẩm cần tốc độ phù hợp, kết hợp nung sơ bộ tăng độ cứng cho phôi sản phẩm. Quá trình tạo hình sản phẩm theo quy trình còn lại gồm: Gia công cơ khí chính xác (CNC) phôi → nung sản phẩm → kiểm tra đánh giá sản phẩm. Gia công CNC được thực hiện theo trình tự nhiều bước khác nhau sẽ cho ra sản phẩm có độ chính xác cao. Nung kết khối sản phẩm ở 1.510 °C để tăng cường độ cơ học và một số yếu tố đặc tính tốt của vật liệu. Sản phẩm sau nung cần đảm bảo độ sai số nhỏ nhất trong khoảng ±0,5 mm.

2 Thực nghiệm

2.1 Nguyên liệu và phụ gia

Các loại nguyên liệu sử dụng nghiên cứu gồm: Bột Zirconia + Ytri 5% mol, phụ gia kết

dính PVA, phụ gia bôi trơn bột parafin với thành phần hóa học và tính chất cơ lý được trình bày trong bảng 1 và 2:

Bảng 1: Thành phần hóa học của các nguyên liệu

Mẫu	Thành phần hóa học (% khối lượng)			
	ZrO ₂	Al ₂ O ₃	Y ₂ O ₃	SiO ₂
Zirconia+ Yttrioxit	88,6	0,58	7,95	0,16
	MgO	K ₂ O	HfO ₂	MKN
	0,12	0,08	1,91	0,46

Bảng 2: Thông số cơ lý của nguyên liệu

Nguyên liệu	Nhiệt độ nóng chảy (°C)	Tỷ trọng (g/cm ³)
Zirconia + Yttrioxit	1.800	6,02
Parafin	37	0,9
PVA	200	1,19-1,31

2.2 Thiết bị sử dụng trong nghiên cứu

Các thiết bị và dụng cụ chính sử dụng trong quá trình nghiên cứu bao gồm:

- Lò nung điện cực nhiệt độ nung tối đa 1.800°C;
- Tủ sấy;
- Máy ép thủy lực 200 tấn;
- Máy trộn cắt
- Khuôn ép mẫu trụ đường kính 164 mm, chiều cao 60 mm;
- Máy gia công CNC ba trục.

Các thiết bị, dụng cụ phân tích đo lường khác:

- Máy kiểm tra cỡ hạt Horiba SZ - 100;
- Cân kỹ thuật độ chính xác 10⁻² g;
- Máy phân tích thành phần hóa.

3 Kết quả và thảo luận

3.1 Kết quả nghiên cứu quá trình tạo mẫu phôi cho vật liệu gốm Zirconia

Lựa chọn hệ vật liệu Zirconia (hàm lượng ZrO₂ 85-90%) để nghiên cứu. Thành phần cỡ hạt D₅₀ = 213,7 nm. Độ ẩm của vật liệu từ 8-10%. Bài phối liệu lựa chọn gồm nguyên liệu chính Zirconia kết hợp với 5% mol Ytri Y₂O₃ 89,6%, phụ gia kết dính PVA 7,4%, bột parafin 3%. Bài phối liệu cho kết quả đánh giá độ cứng và khối lượng thể tích, độ hút nước tốt nhất trong quá trình sấy nung thành gốm cho sản phẩm.

3.1.1 Ảnh hưởng của lực ép một trục tới mức độ tạo hình phôi sản phẩm

Phôi sản phẩm được ép dưới dạng tấm trụ độ dày 2,5 mm, đường kính cơ bản cần cho gia công 164 mm. Dưới ảnh hưởng của lực ép, có thể nhận thấy phôi sản phẩm ở lực ép 600 kg/cm² cho hiệu quả tạo phôi tốt nhất (Bảng 3).

Bảng 3: Ảnh hưởng của lực ép một bậc tạo phôi sản phẩm

Lực ép của máy ép (kg/cm ²)	Phôi sản phẩm (trực quan)	Cường độ nén của một sản phẩm (MPa)
400	Phôi yếu, cầm nắm dễ vỡ	0,2
500	Phôi cầm nắm được, vẫn có khả năng bị vỡ, nhưng sút mẻ thành phôi	2,2
600	Phôi cứng, cầm nắm được	4,6
700	Phôi nứt	-

3.1.2 Ảnh hưởng của quá trình sấy tới phôi của sản phẩm

Quá trình sấy phôi của sản phẩm được khảo sát theo thông số nhiệt độ ở bảng 4 và biểu thị bằng đường cong sấy (Hình 3). Có thể thấy rõ tốc độ thoát ẩm nhanh phụ thuộc khoảng thời gian sấy trở trên 40 °C. Hàm lượng mất đi nhiều nhất khi sấy ở 100 °C là 28%. Tổng thời gian cho quá trình sấy phôi hết 9,7 giờ.

Bảng 4: Lựa chọn thời gian sấy

Khoảng nhiệt độ (°C)	Thời gian (h)	Lượng ẩm giảm (%)
25 - 40	0,25	5,5
40 - 60	1,25	17,5
Lưu 60	2,00	22,6
60 - 100	0,60	24,5
Lưu 100	2,00	28,0
100 - 150	1,60	1,9
150 - 25	2,00	0,0

3.2 Kết quả nghiên cứu phương pháp gia công CNC trên phôi gốm tạo hình cánh bom

Do đặc thù hình dáng cánh bom ly tâm là những chi tiết hình trụ với đường cong cánh dẫn, lựa chọn phương án gia công phôi gốm bằng máy CNC ba trục. Để kẹp được phôi trong quá trình gia công, cần tăng độ cứng cho phôi gốm

bằng cách nung sơ bộ.

3.2.1 Ảnh hưởng độ cứng phôi sản phẩm cho quá trình gia công CNC

Dựa vào độ cứng của phôi gôm, chọn dao phay phù hợp khi gia công. Bảng 5 cho thấy nếu nung sơ bộ ở nhiệt độ 1.150 - 1.180 dễ dàng gia công nhất, độ cứng đạt từ 145,9 - 250,6 HV.

Bảng 5: Ảnh hưởng của nhiệt độ tới độ cứng của phôi gôm

Nhiệt độ (°C)	Khả năng gia công	Độ cứng (HV)
1.090	Phôi dễ vỡ khi kẹp, gia công dễ dàng	84,6
1.120	Phôi dễ vỡ khi kẹp, gia công dễ dàng	95,7
1.150	Gia công được	145,9
1.180	Gia công được	250,6
1.210	Phôi cứng, khả năng gia công kém	420,9
1.240	Phôi cứng, không thể gia công	588,0

3.2.2 Thiết lập quy trình gia công máy CNC 3 trục trên phôi gôm tạo hình cánh bơm ly tâm

Thông số cánh bơm đường kính 125 mm, chiều cao 18,5 mm. Lựa chọn phôi gôm có đường kính 165 mm, chiều cao 2,5 mm. Loại dao sử dụng gồm dao phay Ø8 để chạy thô, Ø1,5 chạy tinh, dao vát góc Ø1,5.



Hình 1: Quá trình phay sơ bộ

Thiết lập quy trình gia công:

- Bước 1: Lập trình điều khiển trên máy vi

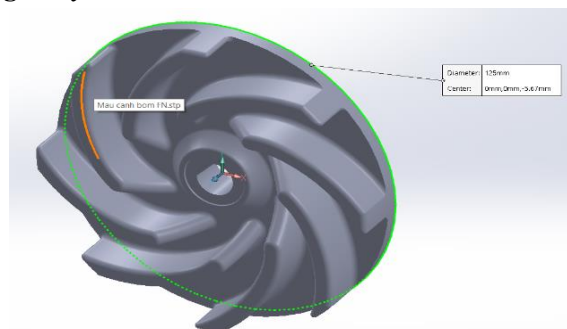
tính bằng phần mềm giả lập chạy CNC, sử dụng dao phay Ø8 gia công thô trong quá trình tạo hình sản phẩm, dao phay Ø1,5 gia công tinh.

- Bước 2: Kiểm tra chương trình điều khiển.
- Bước 3: Điều chỉnh máy CNC, căn chỉnh phôi gôm sao cho phù hợp với đế máy, kẹp chặt một lực vừa đủ giữ phôi gôm trên máy; tiến hành nhập thông số tọa độ gốc cho máy phù hợp với phôi.

- Bước 4: Gia công chi tiết trên máy CNC, quá trình chia làm hai giai đoạn. Giai đoạn 1 gồm gia công sơ bộ tạo hình sản phẩm bằng dao phay Ø8; giai đoạn 2 gia công tinh sản phẩm bằng dao phay Ø1,5.

- Bước 5: Đánh giá chất lượng cánh bơm gôm sau khi gia công, kiểm tra đo đạc các thông số gồm đường kính 125 mm, các đường uốn lượn bề mặt, kiểm tra độ sứt mẻ bằng mắt.

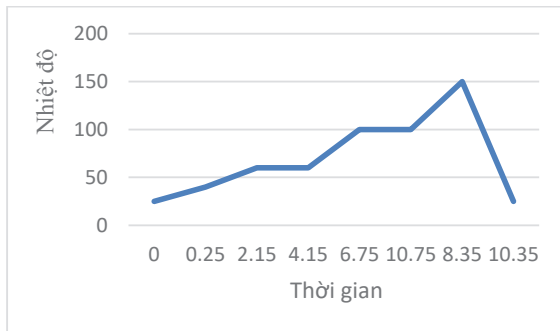
3.3 Sản xuất thử nghiệm sản phẩm cánh bơm gôm ly tâm



Hình 2: Bản vẽ thiết kế 3D sản phẩm cánh bơm

Các sản phẩm cánh bơm ly tâm bằng gôm được sản xuất thử nghiệm theo thiết kế sản phẩm (Hình 2) với các bước quy trình công nghệ như sau:

- Bước 1: Kiểm tra độ ẩm của các nguyên liệu.
- Bước 2: Cân lượng nguyên liệu được tính toán để ép phôi.
- Bước 3: Ép bán khô một trục tạo phôi ở lực ép 600 kg/cm².
- Bước 4: Sấy phôi ở nhiệt độ tăng dần theo đường cong sấy như ở hình 3.



Hình 3: Đường cong sấy phôi sản phẩm sau ép tạo hình

- Bước 5: Nung sơ bộ phôi ở nhiệt độ 1.150 °C, độ cứng của phôi sau nung sơ bộ đạt 145,9 HV.

- Bước 6: Phôi sản phẩm được gia công cơ khí chính xác trên máy gia công CNC ba trục

theo bản vẽ thiết kế với tổng thời gian 6 giờ.

- Bước 7: Sản phẩm sau khi gia công được nung trong lò nung ở nhiệt độ 1.510 °C.

- Bước 8: Sản phẩm cuối cùng được kiểm tra chất lượng về mặt hình thức và thông số cánh bơm ly tâm.

4 Kết luận

Các sản phẩm cánh bơm ly tâm có đường kính 125 mm bằng vật liệu gốm Zirconia được chế tạo theo quy trình: Ép bán khô một trục tạo phôi ở lực ép 600 kg/cm²; sấy phôi; nung sơ bộ phôi tại 1.150 °C; gia công tạo hình; thiêu kết sản phẩm tại 1.510 °C. Các sản phẩm cánh bơm ly tâm trên hệ vật liệu gốm Zirconia có độ hút nước đạt dưới 0,5%, độ cứng 8 Mohs, khối lượng thể tích đạt 5,85 g/cm³.

TÀI LIỆU THAM KHẢO

1. **Lê Danh Liên.** Bơm, quạt cánh dẫn. NXB Bách Khoa Hà Nội, 2014.
2. **Huỳnh Đức Minh, Nguyễn Thành Đông.** Công nghệ gốm sứ. NXB Khoa học và Kỹ thuật, 2009.
3. **Bordia Rajendra K., Olevsky Eugene A.** Những tiến bộ trong khoa học và công nghệ thiêu kết. Công nghệ CAD / CAM thiêu kết Zirconia cho nha khoa, 2009, tr. 291-303. DOI: 10.1002 / 9780470599730.ch29.

BỘ ĐIỀU KHIỂN BÈ GHI TỰ ĐỘNG

Thiết bị điều khiển tự động đóng, mở ghi đường sắt phòng nổ nhằm mục đích điều khiển, đóng, mở tự động các ghi rẽ trong hầm lò, nhằm giảm thiểu tối đa hiện tượng dừng đỗ không đáng có của hệ thống tàu điện, nâng cao năng suất vận chuyển, cải tạo điều kiện lao động, đảm bảo an toàn cho người lao động trong quá trình vận hành.

Thiết bị trong hệ thống được chế tạo và kiểm định theo:

- QCVN 01: 2011/BCT Quy chuẩn kỹ thuật Quốc gia về an toàn trong khai thác than hầm lò;
- TCVN 7079-0 và TCVN 7079-11 Thiết bị điện sử dụng trong môi trường có khí bụi nổ.



Tủ điều khiển bê ghi



Bộ nguồn phòng nổ an toàn tia lửa



Bảng LED chỉ thị hướng bê ghi;
Bộ xy lạnh dịch chuyển ghi

Thành phần và chức năng của bộ bê ghi điều khiển tự động:

- Điều khiển bê ghi từ xa qua các tín hiệu: Điều khiển RF, truyền thông RS485, hoặc tín hiệu điện on/off;
- Cơ cấu chấp hành sử dụng xy lạnh khí nén, cảm biến vị trí hành trình bằng công tắc từ;
- Bảng LED chỉ thị hướng bê ghi và cảnh báo dừng;
- Hoạt động một cách độc lập liên tục khi được cấp nguồn liên tục từ bộ nguồn an toàn tia lửa 12-18VDC Ex ia I, Ex ib I;
- Toàn bộ được thiết kế theo tiêu chuẩn an toàn tia lửa Ex ia I Mb, Ex ib I Mb.

CÁC THÔNG SỐ KỸ THUẬT

a. Tủ điều khiển bê ghi:

Kiểu; Mã hiệu: **ExCC ;** Dạng bảo vệ nổ: **Ex ib I Mb**

Đặc tính kỹ thuật:

Nguồn cấp: $U_i = 12,5 \text{ VDC}$; $I_i = 1,5 \text{ A}$; $C_i = 25 \mu\text{F}$; $L_i = 0,1 \text{ mH}$;

Khối mạch điều khiển LED: $U_0 = 12 \text{ VDC}$; $I_0 = 0,5 \text{ A}$; $C_0 = 0 \mu\text{F}$; $L_0 = 0 \text{ mH}$;

Cổng kết nối on/off: $U_i = 12 \text{ V}$; $I_i = 10 \text{ mA}$; **Cổng truyền thông RS 485:**

$U_0 = 6,3 \text{ VDC}$; $I_0 = 140 \text{ mA}$; $C_0 = 100 \mu\text{F}$; $L_0 = 10 \text{ mH}$;

b. Bảng LED điện tử:

Kiểu; Mã hiệu: **ExLED ;** Dạng bảo vệ nổ: **Ex ib I Mb**

Đặc tính kỹ thuật: $U_i = 12,5 \text{ VDC}$; $I_i = 0,5 \text{ A}$; $C_i = 0 \mu\text{F}$; $L_i = 0 \text{ mH}$;



TẬP ĐOÀN CÔNG NGHIỆP THAN - KHOÁNG SẢN VIỆT NAM

VIETNAM NATIONAL COAL - MINERAL INDUSTRIES HOLDING CORPORATION LIMITED

VIỆN CƠ KHÍ NĂNG LƯỢNG VÀ MỎ - VINACOMIN

VINACOMIN INSTITUTE OF MINING & ENERGY MECHANICAL ENGINEERING



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