# THỂ LỆ
# VỀ CÔNG BỐ CÔNG TRÌNH KHOA HỌC VÀ ĐĂNG BÀI BÁO KHOA HỌC TRÊN TẠP CHÍ CƠ KHÍ VIỆT NAM

**1. Khái quát về Tạp chí Cơ khí Việt Nam:**

Tạp chí Cơ khí Việt Nam là cơ quan báo chí thực hiện ngôn luận - lý luận của Tổng hội Cơ khí Việt Nam, đồng thời là tiếng nói, kênh thông tin chính thống của ngành Cơ khí Việt Nam. Tạp chí cũng còn là diễn đàn nghiên cứu khoa học của các nhà quản lý-khoa học-chuyên gia-nghiên cứu sinh, học viên cao học, … trên cả nước, do đó đã được *Bộ Khoa học và Công nghệ cấp ISSN 2615 - 9910 (mã số chuẩn quốc tế đối với xuất bản phẩm nhiều kỳ) và Hội đồng Chức danh Giáo sư Nhà nước công nhận tính điểm công trình khoa học-bài báo khoa học.*

Tạp chí Cơ khí Việt Nam có nhiệm vụ tuyên truyền, phổ biến chủ trương chính sách của Đảng, pháp luật của Nhà nước và định hướng phát triển, hoạt động của ngành Cơ khí Việt Nam; công bố công trình khoa học, kết quả nghiên cứu và chuyển giao công nghệ, chuyên đề khoa học và công nghệ có hàm lượng khoa học và giá trị thực tiễn cao của nhà quản lý-khoa học-chuyên gia, giảng viên, nghiên cứu sinh, học viên cao học, … trong ngành Cơ khí và liên quan đến lĩnh vực Cơ khí. Ngoài ra, Tạp chí cũng còn là nơi công bố những phát minh, sáng chế, kết quả, thành tích, điển hình tiên tiến trong hoạt động nghiên cứu khoa học, quản lý, đào tạo và sản xuất, kinh doanh lĩnh vực Cơ khí ở trong và ngoài nước tới đông đảo bạn đọc.

**2. Việc công bố công trình khoa học/ đăng bài báo khoa học trong ngành Cơ khí và liên quan đến lĩnh vực Cơ khí trên Tạp chí Cơ khí Việt Nam:**

Tạp chí Cơ khí Việt Nam nhận công bố công trình khoa học/ đăng bài báo khoa học trong ngành Cơ khí và liên quan đến lĩnh vực Cơ khí của nhà quản lý-khoa học-chuyên gia-nghiên cứu cứu sinh, học viên cao học,… trên Tạp chí Cơ khí Việt Nam (bản in giấy), gồm: *[1]Cơ khí Chế tạo máy, [2]Cơ khí Quốc phòng, [3]Cơ khí Giao thông, [4]Cơ khí Nông-lâm nghiệp, [5]Cơ khí Xây dựng, [6]Cơ khí Thủy sản, [7]Cơ khí Địa chất, [8]Cơ khí Hóa chất, [9]Cơ khí Bảo quản chế biến nông lâm thủy sản, [10]Cơ khí Động cơ đốt trong, [11]Cơ khí Ô tô - Máy kéo, [12]Cơ khí Máy thủy khí, [13]Cơ khí Công nghệ nhiệt lạnh, [14]Cơ khí máy năng lượng, [15]Cơ khí Công nghệ dệt, [16]Cơ khí Công nghệ cắt may, [17]Cơ khí Cơ-điện tử, [18]Cơ khí Kỹ thuật hệ thống công nghiệp, [19]Cơ khí đào tạo nguồn nhân lực và nghiên cứu chuyển giao.*

**3. Thể lệ về công bố công trình khoa học/ đăng bài báo khoa học trong ngành Cơ khí và liên quan đến lĩnh vực Cơ khí trên Tạp chí Cơ khí Việt Nam. Do đó, công trình khoa học/ bài báo khoa học khi được đăng trên Tạp chí Cơ khí Việt Nam phải đảm bảo các yêu cầu, như sau:**

**3.1. Yêu cầu chung:** Công trình khoa học/ bài báo khoa học đăng trên Tạp chí Cơ khí Việt Nam phải là kết quả nghiên cứu gốc; bài báo tổng quan hoặc bài viết thông tin khoa học *(short communications)*.

**3.2. Bản thảo:** Bài báo đăng trên Tạp chí Cơ khí Việt Nam, gồm có các phần:

1. Tên bài báo (bằng tiếng Việt và bằng tiếng Anh).
2. Tên tác giả, đồng tác giả (kèm theo ghi chú về chức danh khoa học, học hàm, học vị, tên cơ quan công tác, email).
3. Tóm tắt bài báo bằng tiếng Việt và tiếng Anh không quá 350 từ (bao gồm có từ khóa tiếng Việt và tiếng Anh, đối với cụm từ khóa có khoảng 5 - 15 từ khóa).
4. Đặt vấn đề.
5. Vật liệu và phương pháp nghiên cứu.
6. Kết quả và thảo luận (có thể tách thành 2 phần riêng biệt: Kết quả, Thảo luận).
7. Kết luận.
8. Tài liệu tham khảo (trích dẫn theo đúng quy định bài báo quốc tế).

Bản thảo được soạn trên máy vi tính, sử dụng Unicode, kiểu chữ Time New Roman, cỡ chữ 14, trên giấy A4 - một mặt, chế độ dãn dòng: "1.5 lines spacing", căn lề trái phải mỗi bên: 3 cm, căn lề trên dưới: 2,5 cm, chế độ lề: "justified". Dung lượng mỗi bài báo khoảng 1.600-2.500 từ. Các đồ thị, hình và ảnh cần trình bày rõ ràng.

Các thuật ngữ khoa học nếu chưa được Việt hóa thì ưu tiên dùng nguyên bản tiếng Anh. Các ký hiệu viết tắt cần phải giải thích khi xuất hiện lần đầu.

Thứ tự bảng và hình được đánh số theo trình tự trong bài, không đánh theo thứ tự đề mục. Không được viết tắt các tiểu mục, tên bảng, hình vẽ. Tên bảng được ghi bên trên bảng, tên hình vẽ được ghi bên dưới hình. Chú thích in nghiêng.

Chỉ có những tài liệu được trích dẫn thực sự trong nội dung bài viết mới đưa vào phần tài liệu tham khảo. Tài liệu tham khảo được sắp xếp theo thứ tự trích dẫn (tài liệu tiếng nước ngoài được sắp xếp theo họ của tác giả, tài liệu tiếng Việt sắp xếp theo tên tác giả) và theo trình tự: tên tác giả, năm xuất bản trong ngoặc đơn (…), tên sách, tên nhà xuất bản, nơi xuất bản (đối với sách), hoặc tên bài báo, tên tạp chí, tập, số (đối với bài báo), trang đầu và trang cuối của tài liệu. Đối với những tài liệu không có tác giả thì xếp theo chữ cái của từ đầu tiên của cơ quan ban hành tài liệu. Trong bản thảo, ở những nội dung tác giả đã tham khảo hoặc sử dụng kết quả nghiên cứu từ các tài liệu khoa học khác, cần đánh dấu bằng số (đặt trong dấu […]) - là số thứ tự của tài liệu xếp trong danh mục các tài liệu tham khảo. Tài liệu tham khảo cần ghi theo ngôn ngữ gốc, không phiên âm, không dịch.

**3.3. Gửi hoặc nộp bài:** Bản thảo gồm 2 bản in và 1 bản điện tử. Khi đăng kí nộp bài, các tác giả có thể đề xuất 2 phản biện. Việc chọn các phản biện chuyên môn phù hợp thuộc quyền của Hội đồng Biên tập Tạp chí Cơ khí Việt Nam.

**3.4. Phản biện:** Sau khi nhận bài viết gửi đăng đúng với Thể thức quy định của Tạp chí Cơ khí Việt Nam, Hội đồng Biên tập sẽ gửi bài viết cho các phản biện.

Những bài viết được chấp nhận đăng, các tác giả sẽ nhận được thư phản hồi của Hội đồng Biên tập với thời gian sửa chữa được yêu cầu tùy theo chất lượng của bài viết. Bản sửa chữa lần cuối của tác giả sẽ được coi là bản gốc.

Bản thảo có thể nộp trực tiếp hoặc gửi qua E-mail của Tạp chí.

Quý tác giả muốn biết thêm thông tin, xin vui lòng liên hệ với **TÒA SOẠN TẠP CHÍ CƠ KHÍ VIỆT NAM**

**Địa chỉ:** Số 4 Phạm Văn Đồng (trong Viện Nghiên cứu Cơ khí), Mai Dịch, Cầu Giấy, Hà Nội
**Điện thoại:** (024) 37 920 650 - 0985 696 263 / 0982 254 465
**Email:** Tcckvn.bbkh@gmail.com * **Website:** cokhivietnam.vn / tapchicokhi.com.vn

**TỔNG BIÊN TẬP**
**HÀ DUY KHÁNH**

**PHÓ TỔNG BIÊN TẬP**
**ĐẶNG VĂN LONG**

**HỘI ĐỒNG BIÊN TẬP**
TS. **ĐỖ HỮU HÀO** (Chủ tịch)
GS,TSKH. **BÀNH TIẾN LONG** (P. Chủ tịch)
TSKH. **PHAN XUÂN DŨNG**
PGS,TS. **HÀ MINH HÙNG**
PGS,TS. **TRƯƠNG VIỆT ANH**
GS,TS. **ĐINH VĂN CHIẾN**
GS,TSKH. **PHẠM VĂN LANG**
GS,TS. **CHU VĂN ĐẠT**
PGS,TS. **TRẦN VĨNH HƯNG**
PGS,TS. **ĐÀO QUANG KẾ**
PGS,TS. **NGUYỄN VĂN BÀY**
PGS,TS. **ĐÀO DUY TRUNG**
PGS,TS. **LÊ THU QUÝ**
PGS,TS. **BÙI TRUNG THÀNH**
PGS,TS. **LÊ VĂN ĐIỂM**
GS,TS. **LÊ ANH TUẤN**
GS,TS. **NGUYỄN HỮU LỘC**
PGS,TS. **DƯƠNG VĂN TÀI**
TS. **PHAN ĐĂNG PHONG**
TS. **TẠ NGỌC HẢI**
PGS,TS. **TRẦN NGỌC HIỀN**
PGS,TS. **TRƯƠNG HOÀNH SƠN**
TS. **HỒ TRẦN ANH NGỌC**

**THIẾT KẾ MỸ THUẬT**
NGÂN GIANG

*Tạp chí Cơ khí Việt Nam:
- In tại Công ty Cổ phần In Khoa học Công nghệ Hà Nội
- Khuôn khổ 20,5cm x 28,5cm
- 150 trang
- Xuất bản mỗi tháng một kỳ
- Giá bán 60.000 đồng/quyển Tạp chí

**TÒA SOẠN TẠP CHÍ CƠ KHÍ VIỆT NAM**
Số 4 Phạm Văn Đồng (trong Viện Nghiên cứu Cơ khí), P. Mai Dịch, Cầu Giấy, Hà Nội
**Điện thoại:** (024) 3792 0650 **Hotline:** 0985 696 263 - 0982 254 465
**Email:** tcckvietnam@gmail.com
**Website:** cokhivietnam.vn / tapchicokhi.com.vn

* * *
**Giấy phép hoạt động Tạp chí in và Tạp chí Điện tử của Bộ Thông tin và Truyền thông**
Số 378/GP-BTTTT, ngày 22 tháng 6 năm 2021

Văn bản chấp thuận tăng trang số 1837/CBC-QLBC ngày 17 tháng 12 năm 2024 của Cục Báo chí, Bộ Thông tin và Truyền thông, để xuất bản số 323 tháng 12 năm 2024

**Văn phòng đại diện:**

**1. Tại TP. Hồ Chí Minh:**
- PGS,TS. **Bùi Trung Thành**
Phòng T4.0, Nhà T, Trường Đại học Công nghiệp TP. Hồ Chí Minh
Số 12 Nguyễn Văn Bảo, phường 4, quận Gò Vấp, TP. Hồ Chí Minh
**Điện thoại:** 0913 921 407
**Email:** tcck.tphcm@gmail.com

- GS,TS. **Nguyễn Hữu Lộc**
Phòng 205, Nhà B11, Trường Đại học Bách khoa, Đại học Quốc gia TP. Hồ Chí Minh,
số 268 Lý Thường Kiệt, phường 14, Quận 10, TP. Hồ Chí Minh.
**Điện thoại:** 0913 603 264
**Email:** nhloc@hcmut.edu.vn

**2. Tại tỉnh Quảng Ninh:**
- TS. **Hoàng Minh Thuận**
Trường Cao đẳng Công nghiệp và Xây dựng, Liên Phương, Phương Đông, Uông Bí, Quảng Ninh
**Điện thoại:** 0904 116 189
**Email:** minhthuan.tcckvn@gmail.com

**3. Tại Thái Nguyên:**
- GS,TS. **Vũ Ngọc Pi**
Số 234 Phú Xá, TP. Thái Nguyên, tỉnh Thái Nguyên
**Điện thoại:** 0974 905 578
**Email:** vungocpi@tnut.edu.vn

**Phóng viên thường trú:**

**1. Tại Hải Phòng:**
**- Lê Thế Hiệp**
**Điện thoại:** 0913 063 747
**Email:** daidientcck@gmail.com

# MỤC LỤC
# TẠP CHÍ CƠ KHÍ VIỆT NAM SỐ 323, THÁNG 12 NĂM 2024

Trang


**NGHIÊN CỨU – TRAO ĐỔI (5 - 143)**

1. TS. **Phạm Văn Tiến**: Phương pháp nâng cao khả năng lợi dụng điện áp một chiều cho nghịch lưu nguồn áp trên phương tiện đường sắt..... 5
2. **Trần Thế Anh, Lê Thượng Hiền, Lại Năng Vũ**: Thiết kế robot tạo xung lực để đẩy vật di chuyển vào các tọa độ định trước..... 10
3. **Luong Van Toi, Huynh Cong Lon**: Factorial design experiment using Taguchi method approach in passion fruit cutting slicing machine..... 16
4. **Lê Đức Hạnh, Bùi Hoàng Long, Nguyễn Hoàng Minh, Lê Đức Đạo**: Ứng dụng thị giác máy tính cho tay máy nhận dạng và gắp vật cụ thể trong hỗn hợp rác thải trên băng chuyền..... 22
5. **Phạm Tuấn Đạt:** Một mạng nơron tăng cường mức tương phản của ảnh số..... 29
6. **Phan Đình Kiệt, Nguyễn Thế Bảo**: Nghiên cứu, thiết kế hệ thống tự động tắt máy lạnh trong trường hợp không có người trong không gian điều hòa..... 33
7. **Đỗ Duy Hà**: Ứng dụng CFD nghiên cứu dòng khí qua bộ turbine của động cơ xăng tăng á..... 39
8. **Phạm Thế Hùng, Trần Công Thức, Nguyễn Ngọc Hiển, Nguyễn Trung Kiên, Phạm Sỹ Liên**: Xe điện, ô tô điện và vị thế trong tương lai..... 42
9. **Vũ Văn Khoa, Vũ Trung Tuyến*, Đinh Viết Hải**: Thực trạng và giải pháp phát triển ngành chế tạo thiết bị phục vụ ngành công nghiệp năng lượng tái tạo cho khu vực ven biển, hải đảo Việt Nam đến năm 2030, tầm nhìn đến năm 2045..... 47
10. **Bùi Thị Thu Hiền**: Đánh giá tổng quan ảnh hưởng của các thông số đến chất lượng đường may..... 57
11. **Trần Công Thức, Tạ Thị Yến, Nguyễn Văn Ngạn, Tống Thị Lan**: Nghiên cứu thiết kế và chế tạo máy cắt plasma sử dụng công nghệ CNC..... 64
12. ThS. **Nguyễn Đức Trung**: Xây dựng giải pháp chẩn đoán ô tô trên đa nền tảng bằng máy tính con Orange Pi 3B ..... 70
13. ThS. **Nguyễn Thanh Hải**: Nghiên cứu đánh giá chất lượng của một số loại vải thông dụng cho may mặc trên phương diện độ mềm rủ..... 75
14. **Ngô Xuân Quang, Nguyễn Quý Ngọc**: Nghiên cứu ứng dụng phần mềm Solidworks trong thiết kế ngược cánh turbine thủy điện..... 80
15. **Hoàng Thị Trang**: Nghiên cứu ảnh hưởng của mòn dao đến lực cắt khi tiện thép 9XC qua tôi bằng dao gắn mảnh PCBN..... 86
16. **Trần Nguyên Lân, Nguyễn Thu Thủy**: Phân tích tổng quan về cấu trúc vải và các phương pháp dệt trong dệt may..... 91
17. ThS. **Nguyễn Gia Phong**: Nghiên cứu đánh giá chất lượng của một số loại vải thông dụng cho may mặc trên phương diện độ hút hơi nước..... 98
18. **Nguyễn Thị Hòa**: Nghiên cứu ảnh hưởng của cấu trúc dệt đến tính chất cơ lý của vải..... 102
19. ThS. **Đặng Thị Lý**: Nghiên cứu đánh giá chất lượng của một số loại vải thông dụng cho may mặc trên phương diện độ thoáng khí..... 106
20. **Trương Văn Thành, Nguyễn Việt Tuấn Anh, Trần Chí Bảo, Phạm Sơn Minh**: Mô phỏng phân bố nhiệt độ của khuôn phun ép nhựa..... 111
21. ThS. **Đỗ Thị Tuyết Lan**: Nghiên cứu đánh giá chất lượng của một số loại vải thông dụng cho may mặc trên phương diện độ truyền nhiệt ..... 116
22. **Nguyễn Thị Hòa**: Nghiên cứu đặc tính cơ học và tỷ số Poisson của sợi auxetic có cấu trúc lõi/bện..... 121
23. **Lê Viết Phi, Cao Phạm Đức Hiếu, Vũ Đức Hoàn, Bùi Văn Hiếu, Trần Minh Thế Uyên**: Phương pháp xác định bố cục cho khuôn ép nhựa nhiều lòng khuôn..... 125
24. **Vu Duc Binh, Luu Anh Tung**: Determining best dressing parameters for internal grinding SKD11 tool steel using topsis method ..... 130
25. **Lê Anh Vũ, Vũ Đình Thắng, Nguyễn Ngọc Duy, Nguyễn Võ Thành Công, Lê Bá Tân**: Nghiên cứu ứng dụng WAAM trong chế tạo mẫu kiểm tra độ bền uốn..... 139

**DOANH NGHIỆP – DOANH NHÂN (144 – 146)**

– LILAMA 10 khẳng định năng lực và uy tín trong thi công và lắp đặt các dự án hạ tầng năng lượng trọng điểm 144

**DANH SÁCH**
**NHÀ KHOA HỌC THAM GIA PHẢN BIỆN KHOA HỌC CÁC BÀI BÁO KHOA HỌC ĐĂNG TẢI TRÊN CHUYÊN MỤC NGHIÊN CỨU – TRAO ĐỔI TẠP CHÍ CƠ KHÍ VIỆT NAM, SỐ 323, THÁNG 12 NĂM 2024**

| TT | HỌC HÀM, HỌC VỊ; HỌ VÀ TÊN | ĐƠN VỊ CÔNG TÁC |
|---|---|---|
| 1 | TS. **Nguyễn Thanh Tú** | Trường Đại học Kỹ thuật Công nghiệp, Đại học Thái Nguyên |
| 2 | TS. **Hoàng Trung Kiên** | Viện Nghiên cứu Cơ khí, Bộ Công Thương |
| 3 | PGS,TS. **Hà Minh Hùng** | |
| 4 | TS. **Nguyễn Đăng Quý** | Học viện Kỹ thuật Quân sự |
| 5 | TS. **Ngô Văn Tuân** | |
| 6 | TS. **Trần Văn Hoàng** | Trường Đại học Kinh tế - Kỹ thuật Công nghiệp |
| 7 | TS. **Nguyễn Tường Vi** | |
| 8 | TS. **Hồ Minh Tuấn** | Trường Đại học Bách khoa, Đại học Quốc gia Thành phố Hồ Chí Minh |
| 9 | TS. **Trần Ngọc Huy** | |
| 10 | PGS,TS. **Lưu Thanh Tùng** | |
| 11 | TS. **Nguyễn Trần Phú** | Trường Đại học Sư phạm Kỹ thuật Thành phố Hồ Chí Minh |
| 12 | TS. **Mai Văn Thắm** | Trường Đại học Giao thông Vận tải |
| 13 | TS. **Nguyễn Thiết Lập** | |
| 14 | TS. **Vũ Ngọc Thương** | Trường Đại học Thủy lợi |
| 15 | TS. **Nguyễn Công Nguyên** | |
| 16 | TS. **Dương Quang Minh** | Trường Đại học Công nghệ Giao thông Vận tải |
| 17 | TS. **Nguyễn Chung** | Trường Đại học Sư phạm Kỹ thuật Vinh |
| 18 | TS. **Hồ Thị Hương Thơm** | Trường Đại học Hàng hải Việt Nam |

# PHƯƠNG PHÁP NÂNG CAO KHẢ NĂNG LỢI DỤNG ĐIỆN ÁP MỘT CHIỀU CHO NGHỊCH LƯU NGUỒN ÁP TRÊN PHƯƠNG TIỆN ĐƯỜNG SẮT

AN ALGORITHM TO ENHANCE DC VOLTAGE UTILIZATION CAPABILITY FOR VOLTAGE SOURCE INVERTER IN RAILWAY VEHICLES

TS. **Phạm Văn Tiến**
Khoa Cơ khí, Trường Đại học Giao thông Vận tải

**TÓM TẮT**

*Nghịch lưu trong hệ thống truyền động phương tiện đường sắt thường sử dụng kỹ thuật quá điều chế véc-tơ không gian nhằm nâng cao khả năng lợi dụng điện áp một chiều, từ đó mở rộng phạm vi làm việc của động cơ điện kéo. Bài báo nghiên cứu kỹ thuật quá điều chế véc-tơ không gian hai chế độ dựa trên nguyên lý xếp chồng giữa các quỹ đạo giới hạn. Ưu điểm của kỹ thuật này là khả năng điều khiển tuyến tính trong vùng quá điều chế nên hàm lượng sóng hài trong điện áp xoay chiều đầu ra thấp, ngoài ra do thuật toán điều khiển đơn giản nên dễ dàng thực hiện số hóa. Phân tích lý thuyết và kết quả mô phỏng đã đánh giá được tính chính xác và hiệu quả của kỹ thuật quá điều chế. Kết quả của nghiên cứu này chỉ ra rằng, kỹ thuật quá điều chế này là một lựa chọn hiệu quả khi áp dụng vào điều khiển nghịch lưu trong hệ thống truyền động phương tiện đường sắt.*

**Từ khóa:** *Quá điều chế; Điều chế véc-tơ không gian; Nghịch lưu nguồn áp hai mức; Phương tiện đường sắt.*

**ABSTRACT**

*Space vector overmodulation technique is often used for source voltage interver in railway vehicle drive system to enhance DC voltage utilization capability, which leads to expand the operating range of traction motor. The paper does a research on two – mode space vector overmodulation technique basing on superposition principle between limit trajectories. The advantage of this technique is linear control capability in overmodulation region. As a result, the harmonic content in AC voltage of the output is low. Besides, thanks to simple control algorithms, digitalization is easily done. The accuracy and efficiency of overmodulation technique are demonstrated by both theoretical analysis and simulation results. The research results in this paper show that overmodulation technique is an effective choice when applied in controlling source voltage interver in railway vehicle drive system.*

**Keywords:** *Overmodulation; Space vector pulse width modulation; Two-level voltage source inverter; Railway vehicle.*

## 1. ĐẶT VẤN ĐỀ

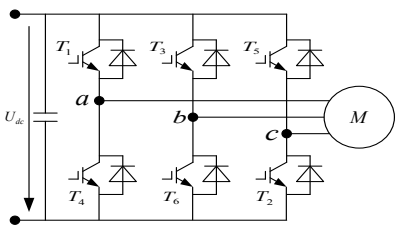
Nghịch lưu trong hệ thống truyền động điện trên phương tiện đường sắt thường sử dụng kết hợp nhiều mô hình điều chế véc-tơ không gian (space vector pulse width modulation – SVPWM) trong toàn bộ phạm vi làm việc [1-3]. Trong đó, mô hình quá điều chế SVPWM có vai trò kết nối giữa mô hình SVPWM tuyến tính và mô hình sáu xung. Các nghiên cứu về kỹ thuật quá điều chế SVPWM đối với nghịch lưu nguồn áp rất đa dạng, mức độ phức tạp hay hiệu quả điều chế cũng khác nhau [4]. Ở Việt Nam, các nghiên cứu về kỹ thuật quá điều chế SVPWM còn ít, đặc biệt là hầu như chưa được đề cập tới trong lĩnh vực giao thông đường sắt.

Kỹ thuật quá điều chế SVPWM hai chế độ dựa trên nguyên lý xếp chồng giữa các quỹ đạo giới hạn có ưu điểm là khả năng điều khiển tuyến tính trong vùng quá điều chế, nên hàm lượng sóng hài trong điện áp xoay chiều đầu ra thấp, ngoài ra do thuật toán điều khiển đơn giản nên dễ dàng thực hiện số hóa [4, 5].

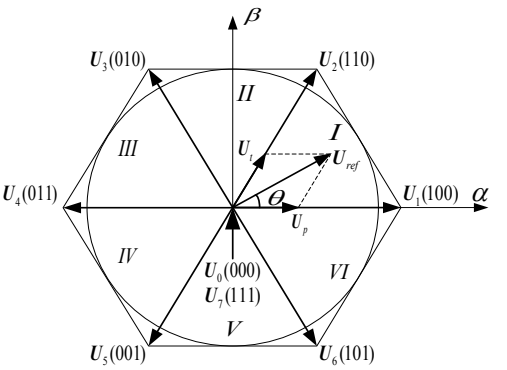
## 2. KỸ THUẬT ĐIỀU CHẾ VÀ QUÁ ĐIỀU CHẾ VÉC-TƠ KHÔNG GIAN

### 2.1. Khái quát kỹ thuật SVPWM

Sơ đồ mạch điện nghịch lưu cấp điện cho động cơ điện kéo xoay chiều ba pha được mô tả như hình 1, vị trí của các véc-tơ điện áp được tạo ra trong hệ tọa độ cố định α - β như thể hiện ở hình 2.




*Hình 1. Sơ đồ mạch điện nghịch lưu – động cơ.*




*Hình 2. Véc-tơ không gian điện áp.*

Trong mỗi chu kỳ điều chế T, véc-tơ điện áp đặt $U_{ref}$ sẽ được tổng hợp từ hai véc-tơ biên phải $U_p$ và véc-tơ biên trái $U_t$ với thời gian $T_1$, $T_2$ theo tổ hợp tuyến tính như công thức (1), và thời gian còn lại $T_0$ thực hiện véc-tơ không. Với $T_1$, $T_2$ và $T_0$ được tính theo các công thức (2), (3) và (4).

$$\boldsymbol{U}_{\text{ref}}T = \boldsymbol{U}_{\text{p}}T_1 + \boldsymbol{U}_{\text{t}}T_2 \tag{1}$$

$$T_1 = \frac{2\sqrt{3}}{\pi} mT \sin\left(\frac{\pi}{3} - \theta\right) \tag{2}$$

$$T_1 = \frac{2\sqrt{3}}{\pi} mT \sin\theta \tag{3}$$

$$T_0 = T - (T_1 + T_2) \ (T_0 \geq 0) \tag{4}$$

Trong đó, θ là góc kẹp giữa véc-tơ đặt và véc-tơ biên phải; m là hệ số điều chế và được tính theo công thức (5).

$$m = \frac{\left|\boldsymbol{U}_{ref}\right|}{U_{1m_six\text{-}step}} = \frac{\left|\boldsymbol{U}_{ref}\right|}{\left(2U_{dc}/\pi\right)} \tag{5}$$

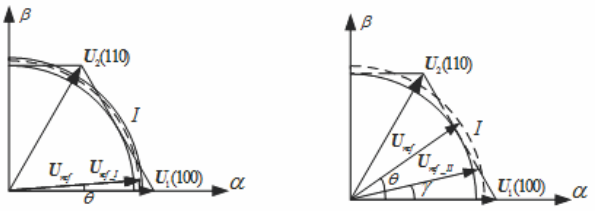
Với $\left|\mathrm{U}_{\text{ref}}\right|$ là biên độ của véc-tơ đặt; $U_{1m_six\text{-}step}$ là biên độ của sóng điều hòa cơ bản khi nghịch lưu làm việc ở chế độ six-step (chế độ sáu xung).


ISSN 2615 - 9910 (bản in), ISSN 2815 - 5505 (online)
**TẠP CHÍ CƠ KHÍ VIỆT NAM**, Số 323, tháng 12 năm 2024
**cokhivietnam.vn / tapchicokhi.com.vn**

## 2.2. Kỹ thuật quá điều chế SVPWM dựa trên nguyên lý xếp chồng

### *2.2.1. Quá điều chế SVPWM vùng I*

Do tính đối xứng nên chỉ cần xem xét trong một phân vùng không gian I. Quá điều chế vùng I tương ứng với hệ số điều chế 0.907 ≤ m < 0.952. Như trên hình 3(a) thể hiện, trong đó quỹ đạo của véc-tơ điện áp đặt $U_{ref}$ là cung tròn nét đứt mảnh, quỹ đạo của véc-tơ điện áp đặt hiệu chỉnh $U_{ref_I}$ là phần đường nét liền đậm, hai véc-tơ này khác nhau về biên độ nhưng có cùng góc pha.




(a) (b)

*Hình 3. Quỹ đạo véc-tơ điện áp đặt trong vùng quá điều chế: a) vùng I; b) vùng II.*

Định nghĩa hệ số hiệu chỉnh $k_1$ là:

$$k_1 = \frac{m - 0.907}{0.952 - 0.907} \ (0 \le k_1 < 1) \qquad (6)$$

Trong đó, khi quỹ đạo của véc-tơ điện áp đặt hiệu chỉnh $U_{ref_I}$ là vòng tròn nội tiếp với hình lục giác đều thì $k_1 = 0$, và là hình lục giác đều thì $k_1 = 1$. Từ hình 3(a) cho thấy, vòng tròn nội tiếp với hình lục giác đều tương ứng với quỹ đạo của véc-tơ $U_{ref_I\text{-}sin}$.

$$\boldsymbol{U}_{ref_I-sin} = \frac{U_{dc}}{\sqrt{3}} e^{j\theta} \qquad (7)$$

Hình lục giác đều tương ứng với quỹ đạo của véc-tơ $U_{ref_I\text{-}hex}$.

$$\boldsymbol{U}_{ref_I-hex} = \frac{U_{dc}}{\sqrt{3}\cos\left(\frac{\pi}{6} - \theta\right)} e^{j\theta} \qquad (8)$$

Dựa vào nguyên lý xếp chồng, $U_{ref_I}$ được tạo thành bởi hai thành phần, một là $U_{ref_I\text{-}sin}$ với hệ số $(1- k_1)$, phần khác là $U_{ref_I\text{-}hex}$ với hệ số $k_1$.

$$\boldsymbol{U}_{ref_I} = (1-k_1)\boldsymbol{U}_{ref_I\text{-}sin} + k_1\boldsymbol{U}_{ref_I\text{-}hex} \qquad (9)$$

Thời gian tác động $T_1$, $T_2$ của các véc-tơ biên và $T_0$ của véc-tơ không được tính như công thức (2), (3), (4). Tuy nhiên, trong công thức (5) cần thay $|U_{ref}|$ bằng $|U_{ref_I}|$.

### *2.2.2. Quá điều chế SVPWM vùng II*

Quá điều chế vùng II tương ứng với hệ số điều chế 0.952 ≤ m < 1. Quỹ đạo của véc-tơ điện áp đặt $U_{ref}$ và quỹ đạo của véc-tơ điện áp đặt hiệu chỉnh $U_{ref_II}$ như trên hình 3(b) thể hiện, hai véc-tơ này khác nhau về cả biên độ và góc pha. Định nghĩa hệ số hiệu chỉnh $k_2$ là:

$$k_2 = \frac{m - 0.952}{1 - 0.952} \ (0 \le k_2 \le 1) \qquad (10)$$

Trong đó, khi quỹ đạo của véc-tơ điện áp đặt hiệu chỉnh $U_{ref_II}$ là hình lục giác đều thì $k_2 = 0$, và trùng với các véc-tơ biên (các đỉnh của hình lục giác) thì $k_2 = 1$. Trong vùng điều chế này, để bù cho phần điện áp đặt kỳ vọng $U_{ref}$ mà thực tế không thể đáp ứng thì điện áp đặt hiệu chỉnh $U_{ref_II}$ cần phải dừng lại tại các đỉnh của hình lục giác một khoảng thời gian.

Các đỉnh của hình lục giác đều tương ứng với quỹ đạo của véc-tơ $U_{ref_II\text{-}six}$.

$$U_{ref_II-six} = \begin{cases} \frac{2}{3}U_{dc}e^{j\theta}, & 0 \le \theta < \frac{\pi}{6} \\ \frac{2}{3}U_{dc}e^{j\frac{\pi}{3}}, & \frac{\pi}{6} \le \theta < \frac{\pi}{3} \end{cases} \qquad (11)$$

Vị trí của quỹ đạo véc-tơ điện áp đặt hiệu chỉnh $U_{ref_II}$ nằm giữa hai quỹ đạo của $U_{ref_II\text{-}six}$ và ☞

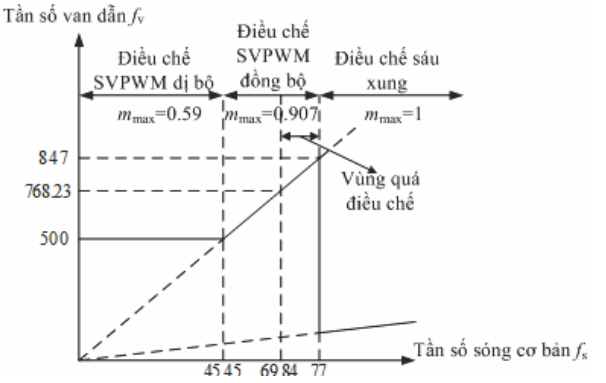
$U_{ref_I\text{-}hex}$, dựa vào nguyên lý xếp chồng, lúc này $U_{ref_II}$ được hình thành bởi hai thành phần, một là $U_{ref_I\text{-}hex}$ với hệ số $(1- k_2)$, phần khác là $U_{ref_II\text{-}six}$ với hệ số $k_2$.

$$U_{ref_II} = (1-k_2)U_{ref_I\text{-}hex} + k_2 U_{ref_I\text{-}six} \quad (12)$$

Trong quá điều chế vùng II, do quỹ đạo của véc-tơ áp đặt hiệu chỉnh vẫn được giới hạn bởi hình lục giác, nên khi tính toán các thời gian tác động vẫn sử dụng các công thức (2), (3), (4). Tuy nhiên, lúc này sử dụng điện áp đặt hiệu chỉnh $U_{ref_II}$ thay thế $U_{ref}$, và góc kẹp hiệu chỉnh γ thay thế θ. Trong đó, góc kẹp hiệu chỉnh γ là góc hợp bởi véc-tơ đặt hiệu chỉnh $U_{ref_II}$ và véc-tơ biên phải.

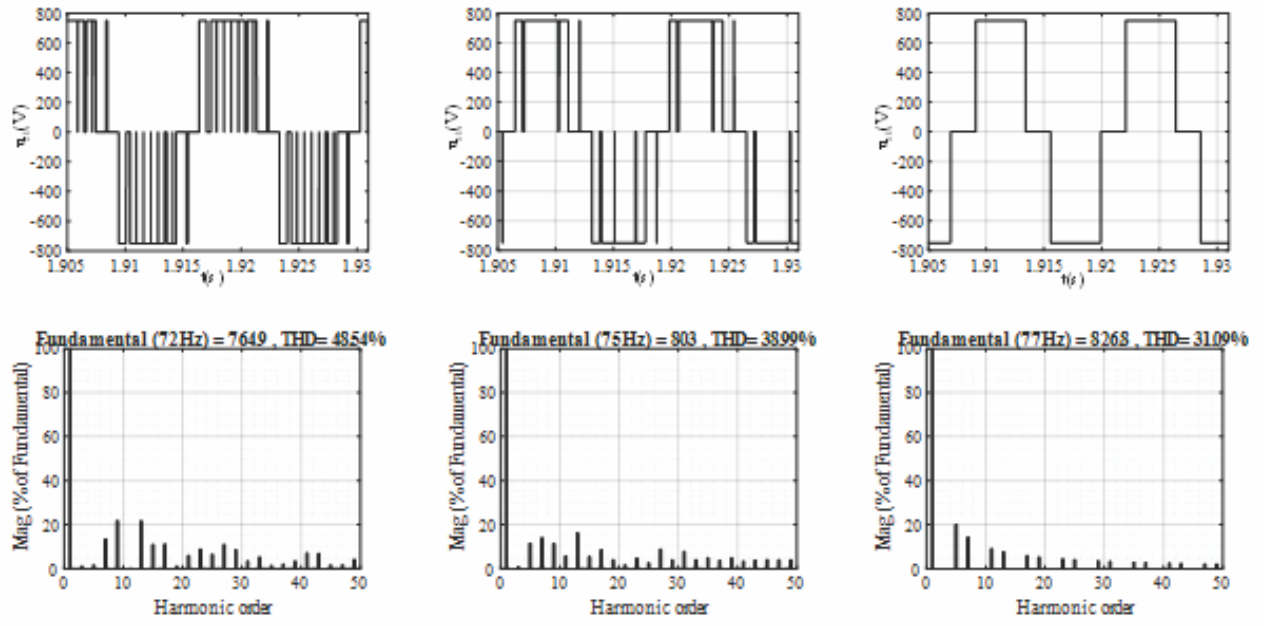
## 3. KẾT QUẢ MÔ PHỎNG

Bài báo sử dụng mô hình điều chế phân đoạn kết hợp trong toàn bộ dải tần số làm việc như hình 4 [1], điện áp một chiều đầu vào của nghịch lưu là $U_{dc}$ = 750 V.




*Hình 4. Mô hình điều chế phân đoạn kết hợp SVPWM trong toàn dải tần số.*

Từ hình 5 cho thấy, trong vùng quá điều chế do áp dụng kỹ thuật quá điều chế nên khi hệ số điều chế tăng lên thì trên đồ thị sóng điện áp số lượng xung ít đi và độ rộng của các xung cũng tăng lên, kết quả là điện áp tăng lên, cải thiện rất tốt sai số giữa biên độ điện áp sóng cơ bản thực tế với điện áp đặt kỳ vọng. Ngoài ra, khi hệ số điều chế m = 1 nghịch lưu chuyển sang chế độ sáu xung, điều này phù hợp với phân tích lý thuyết.




*b) m = 0.936, $U_{ref}$ = 774.1* *c) m = 0.975, $U_{ref}$ = 806.3* *d) m = 1, $U_{ref}$ = 827*

*Hình 5. Kết quả mô phỏng kỹ thuật quá điều chế SVPWM với các giá trị m khác nhau.*


ISSN 2615 - 9910 (bản in), ISSN 2815 - 5505 (online)
**TẠP CHÍ CƠ KHÍ VIỆT NAM**, Số 323, tháng 12 năm 2024
**cokhivietnam.vn / tapchicokhi.com.vn**

## 4. KẾT LUẬN

Trong nghiên cứu này, trước tiên đi trình bày khái quát kỹ thuật điều chế SVPWM, mô tả kỹ thuật quá điều chế SVPWM hai chế độ dựa trên nguyên lý xếp chồng giữa các quỹ đạo giới hạn. Sau đó, tác giả tiến hành mô phỏng trên phần mềm Matlab/Simulink với các thông số là mô hình điều chế phân đoạn kết hợp khi áp dụng kỹ thuật SVPWM vào nghịch lưu hệ thống truyền động điện trên phương tiện giao thông đường sắt. Kết quả mô phỏng đã thể hiện tính chính xác và khả thi của kỹ thuật quá điều chế SVPWM được đề cập.

**Lời cảm ơn:**

Nghiên cứu này được tài trợ bởi Trường Đại học Giao thông Vận tải trong đề tài mã số T2024-CK-014.❖

Ngày nhận bài: **17/10/2024**
Ngày phản biện: **19/11/2024**

**Tài liệu tham khảo:**

[1]. Jie Chen, Ruizheng Ni, Ting Li Ruichang Qiu, Zhigang Liu, "*The Harmonic Characteristic of the Advanced Synchronous SVPWM Overmodulation Strategy*". IEEE Access, 7, 148934-148949, 2019.

[2]. Chen jie, Li Jun, Qiu Ruichang, Xu Chunmei, Liu Zhigang, "*Research on space vector PWM synchronous overmodulation in rail transit traction system*". Transactions of China Electrotechnical Society, 35(1), 91-100, 2020.

[3]. "*Thiết kế kỹ thuật cho đầu máy toa xe Đoạn Bến Thành – Suối Tiên (Tuyến 1)*", 2015.

[4]. Jin Zhou, Shanhu Li, Jianning Zhang, Tianrui Fang, and Xiuyun Zhang, "*Research on Space Vector Overmodulation Technology of Two-Level PWM Converters*". Energies, 15(19), 7086, 2022.

[5]. Fang Hui, Feng Xiaoyun, Ge Xinglai, Song Wensheng, "*Relationship Studies Between Two-level SVPWM and CBPWM in the Over-modulation Region*". Proceedings of the CSEE, 32(18), 23-30, 2012.

# THIẾT KẾ ROBOT TẠO XUNG LỰC ĐỂ ĐẨY VẬT DI CHUYỂN VÀO CÁC TỌA ĐỘ ĐỊNH TRƯỚC

DESIGNING ROBOT TO CREATE IMPULSE TO PUSH MOVING OBJECTS INTO PREDEFINED COORDINATES

**Trần Thế Anh[1], Lê Thượng Hiền[2], Lại Năng Vũ[3]**
[1]Trường Đại học Công nghệ Đông Á
[2]Trường Đại học Điện lực
[3]Trường Đại học Hòa Bình

**TÓM TẮT**

*Các nhà sản xuất đang lựa chọn nghiên cứu chuyên sâu về robot với các tính năng đa dạng. Nghiên cứu về robot tạo xung lực để đẩy vật di chuyển đến các tọa độ định trước, cho phép đặt các vật thể và chi tiết vào vị trí xác định trong dây chuyền sản xuất hoặc các cụm máy. Kết quả nghiên cứu này giúp tạo ra các thuật toán tối ưu và kết cấu điển hình cho loại robot đặc trưng, có khả năng thay đổi tọa độ định trước khi đưa vật vào.*

**Từ khóa:** *Robot; Xung lực; Tọa độ.*

**ABSTRACT**

*Manufacturers are opting for in-depth research on robots with various features. The research on impulse-generating robots, which push objects to predetermined coordinates, allows for the placement of objects and components into specified positions in production lines or machine clusters. This research outcome helps create optimal algorithms and typical structures for specific types of robots, which can change predetermined coordinates when placing objects.*

**Keywords:** *Robotics; Impulse; Coordinate.*

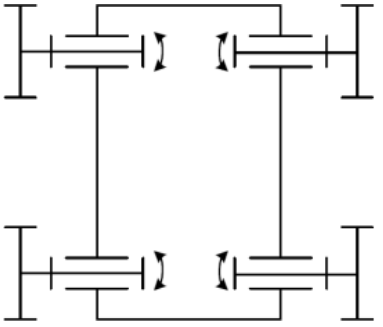
## 1. MỞ ĐẦU

Nghiên cứu về robot tạo xung lực để đẩy vật vào một vị trí cụ thể là một lĩnh vực đang phát triển nhanh chóng trong lĩnh vực robot học. Ý tưởng cơ bản là thiết kế và chế tạo một robot có khả năng tạo ra một lực tác động mạnh trong thời gian ngắn (xung lực) lên một vật thể để đẩy nó đến một vị trí mong muốn. Đây là lĩnh vực đầy tiềm năng với nhiều ứng dụng thực tế. Việc tiếp tục nghiên cứu và phát triển công nghệ này sẽ giúp chúng ta tạo ra các robot thông minh hơn, hiệu quả hơn và an toàn hơn [1, 2]. Việc phát triển các thuật toán để điều khiển robot thực hiện xung lực với độ chính xác cao, đặc biệt trong các tác vụ yêu cầu độ tinh vi cao cũng như áp dụng các kỹ thuật học máy để robot có khả năng tự học và thích ứng với các tình huống khác nhau, cải thiện hiệu suất làm việc, đồng thời cho phép dùng thuật toán tối ưu để tìm ra các thông số điều khiển tốt nhất cho từng nhiệm vụ cụ thể [2, 3].

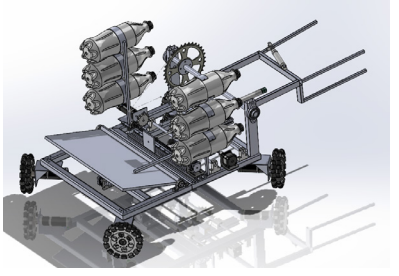
## 2. THIẾT KẾ MÔ HÌNH

### 2.1. Thiết kế chung

Hệ thống bánh xe được dẫn động bởi 4 động cơ điện DC giảm tốc thông qua mạch điều khiển. Để thiết bị tránh được vật cản khi chuyển cần có các cảm biến hồng ngoại, bộ phận này có nhiệm vụ nhận biết vật cản, nó có chức năng giống như đôi mắt của con người giúp cho thiết bị có thể xác định được đường đi, đưa tín hiệu điện tương ứng về mạch điều khiển. Mạch điều khiển có nhiệm vụ thu nhận thông tin phản hồi từ bộ phận cảm biến, từ đó điều khiển tốc độ và chiều quay của bốn động cơ điện một chiều. Ngoài ra, để đi đúng đường thiết lập sẵn, AGV có một hệ thống dò line được gắn phía dưới thân đảm nhiệm nhiệm vụ này.



*Hình 1. Sơ đồ truyền động*



*Hình 2. Thiết kế trên Solidworks*

Thiết bị có nhiệm vụ là vận chuyển hàng hóa trong nhà kho, di chuyển đến tọa độ có sẵn và đẩy hàng vào vị trí đó, nên cần có kích thước phạm vi vừa phải.

- Chiều dài từ 1300 mm;
- Chiều rộng: 740 mm;
- Chiều cao thiết bị: 580 mm.

Khung robot đã được thiết kế mô phỏng 3D bằng phần mềm Solidworks (Hình 2). Dựa vào mô hình 3D đã thiết kế trên, nhóm lựa chọn và mua vật liệu bằng khung nhôm 30x30 mm để hoàn thành khung robot như ý tưởng đặt ra.

### 2.2. Thuật toán điều khiển robot

Robot tự động thực hiện các nhiệm vụ dịch chuyển hoặc các thao tác. Các hoạt động của robot thường được lập trình, việc thực hiện các nhiệm vụ thường làm thay đổi một phần hoặc toàn bộ vị trí của robot trong không gian. Quá trình điều khiển phải đảm bảo bộ điều khiển sẽ thực hiện điều khiển chuyển động các khớp theo quỹ đạo, sao cho quỹ đạo robot chuyển động luôn bám với quỹ đạo đã đặt (hình 3).

Nhiệm vụ đặt ra đối với hệ thống điều khiển:

- Hoàn thành xây dựng hệ thống điều khiển cho robot tạo xung lực đẩy vật đến tọa độ định sẵn;

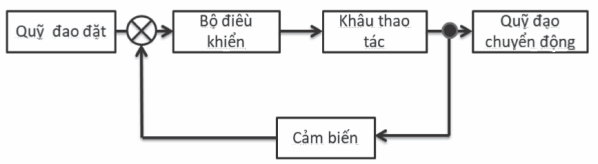
- Thực hiện mô phỏng chuyển động;

- Kiểm tra tính ổn định của hệ thống điều khiển;

- Thiết kế mạch điện cho hệ thống điều khiển;

- Lập trình điều khiển robot;

- Lập trình mô phỏng một số dạng chuyển động cơ bản. ☞



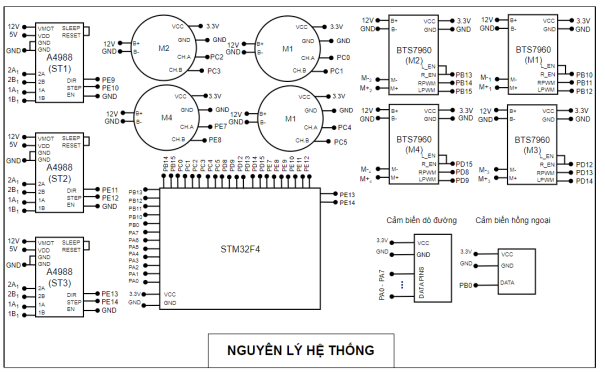

*Hình 3. Nguyên lý điều khiển kín robot*

Sơ đồ kết nối toàn hệ thống trên hình 4.

**Từ tín hiệu điều khiển:** Người điều khiển quan sát robot, bật công tắc hoạt động của hệ thống robot gắp hàng, thực hiện cấp phôi vào các vị trí. Tín hiệu điều khiển động cơ được thực hiện và hành trình di chuyển nhờ các cảm biến dò đường được xử lý, ngay sau đó được gửi sang STM32.

**Mã hóa:** là quá trình xử lý tín hiệu của STM32 (hệ thống điều khiển).

**Truyền tín hiệu điều khiển:** Thực chất đây là quá trình trao đổi thông tin giữa module STM32 và các động cơ. Tín hiệu điều khiển nhận từ các cảm biến được truyền tới STM32 thu tín hiệu đó, chuyển thành tín hiệu đó chuyển thành tín hiệu và gửi về các động cơ.




*Hình 4. Sơ đồ kết nối toàn hệ thống*

Khối điều khiển: Nhận tín hiệu điều khiển từ STM32, điều khiển nguồn động lực cung cấp cho driver A4988 và BTS7960 và động cơ hoạt động.

Nhiệm vụ của từng khối:

- Khối nguồn 5VDC: Nhận điện áp từ nguồn Pin qua 5V cung cấp điện áp cho toàn bộ mạch;

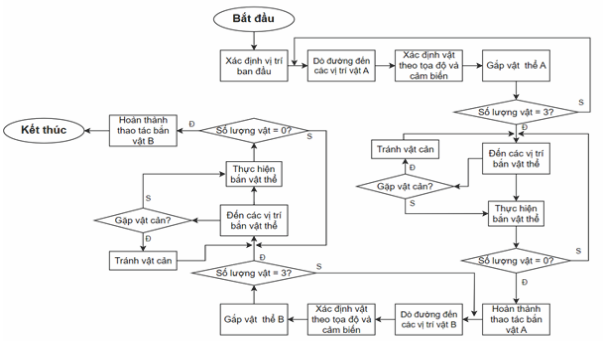
- Khối xử lý STM32: Nhận tín hiệu từ Input và điều khiển động cơ;

- Input: Đưa tín hiệu từ các cảm biến cần xử lý vào STM;

- Output: Nhận tín hiệu điều khiển từ STM32 điều khiển nguồn động lực cung cấp cho các động cơ.

Lưu đồ thuật toán (Hình 5):

Để bắt đầu thực hiện, Robot sẽ được đặt vào đúng vị trí xuất phát để xác định vị trí ban đầu, từ đó dựa vào tọa độ mà encoder của 4 động cơ thu được để xác định các vị trí tiếp theo.




*Hình 5. Lưu đồ thuật toán điều khiển*

Robot thực hiện dò đường đến từng vị trí của vật thể A, xác định vị trí của từng vật thể theo tọa độ định sẵn và theo trạng thái của cảm biến vật cản hồng ngoại. Nếu cảm biến vật cản hồng ngoại phát hiện vật thể và tọa độ của Robot lệch với tọa độ định sẵn với sai số chấp nhận được, Robot sẽ tiến hành gắp vật thể và đưa lên kệ chứa vật.


ISSN 2615 - 9910 (bản in), ISSN 2815 - 5505 (online)
**TẠP CHÍ CƠ KHÍ VIỆT NAM**, Số 323, tháng 12 năm 2024
**cokhivietnam.vn / tapchicokhi.com.vn**

Thực hiện dò đường, xác định tọa độ, gắp từng vật thể và đưa lên kệ chứa đến khi đủ số lượng vật thể, Robot sẽ chuyển sang nhiệm vụ dò đường và tránh vật cản để đến các tọa độ bắn từng vật thể A.

Robot thực hiện nhiệm vụ dò đường đến từng vị trí bắn vật thể A, nếu tọa độ lệch tọa độ định sẵn với độ lệch chấp nhận được, Robot sẽ thực hiện bắn 1 vật thể và đi đến các vị trí còn lại để bắn các vật thể còn lại. Nếu trên đường đi Robot gặp chướng ngại vật, Robot sẽ thực hiện tránh chướng ngại vật và tiếp tục đến các vị trí bắn vật thể tiếp theo.

Sau khi hoàn tất quá trình bắn các vật thể A đến đúng vị trí, Robot thực hiện nhiệm vụ dò đường đến các vị trí của từng vật thể B.

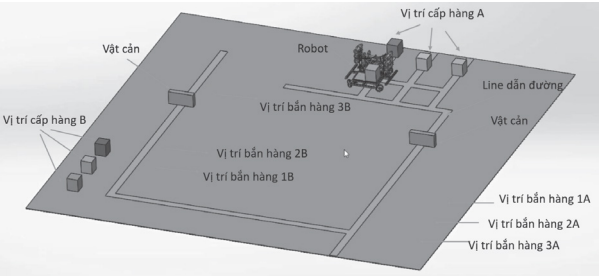
Robot thực hiện dò đường đến từng vị trí của vật thể B, xác định vị trí của từng vật thể theo tọa độ định sẵn và theo trạng thái của cảm biến vật cản hồng ngoại. Nếu cảm biến vật cản hồng ngoại phát hiện vật thể và tọa độ của Robot lệch với tọa độ định sẵn với sai số chấp nhận được, Robot sẽ tiến hành gắp vật thể và đưa lên kệ chứa vật.

Thực hiện dò đường, xác định tọa độ, gắp từng vật thể và đưa lên kệ chứa đến khi đủ số lượng vật thể, Robot sẽ chuyển sang nhiệm vụ dò đường và tránh vật cản để đến các tọa độ bắn từng vật thể B.

Robot thực hiện nhiệm vụ dò đường đến từng vị trí bắn vật thể B, nếu tọa độ lệch tọa độ định sẵn với độ lệch chấp nhận được, Robot sẽ thực hiện bắn 1 vật thể và đi đến các vị trí còn lại để bắn các vật thể còn lại. Nếu trên đường đi Robot gặp chướng ngại vật, Robot sẽ thực hiện tránh chướng ngại vật và tiếp tục đến các vị trí bắn vật thể tiếp theo.

Sau khi hoàn tất quá trình bắn các vật thể B đến đúng vị trí, Robot đã hoàn tất nhiệm vụ.

Mô phỏng động Robot (Hình 6):




*Hình 6. Sơ đồ hoạt động của robot*

**2.3. Đánh giá**

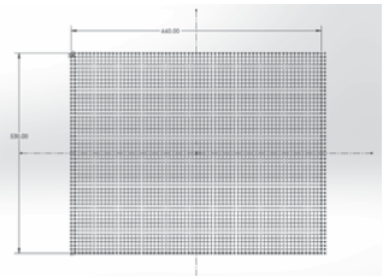
***1) Phương pháp kiểm tra độ chính xác của robot tại điểm đích:***

Cho robot thực hiện di chuyển liên tục từ điểm A (vị trí bắt đầu) đến điểm B (điểm đích). Tính toán sai lệch trung bình của tâm robot so với điểm đích ban đầu được lưu tọa độ trong bản đồ tĩnh để đưa vào chương trình điều khiển robot di chuyển từ A đến B.

***2) Cách kiểm tra sai lệch vị trí tâm của robot tại điểm đích:***

Do không nhìn thấy tâm của robot nên khó có thể đo chính xác được sai số của robot so với vị trí ban đầu. Nhưng robot tự hành cũng không quá cần chính xác trong việc di chuyển tới điểm đích. Vì thế, nhóm quyết định đo tương đối độ sai lệch vị trí bằng cách quan sát đường viền của khung robot có chiều rộng là 530, 660mm. Sử dụng một hệ tọa độ có 2 trục x, y, và một số vòng tròn để quan sát vị trí của đường viền của khung robot. Đường bao có kích thước 53cm, 66cm, độ chia nhỏ nhất là ☞

1cm (Hình 7). Bước đầu, ta sẽ điều khiển robot di chuyển vào chính giữa của hệ tọa độ (sao cho nhìn từ trên xuống sẽ không nhìn thấy đường bao hình chữ nhật 53cm, 66cm). Lúc này, ta có thể coi tâm của robot trùng với điểm O(0;0).

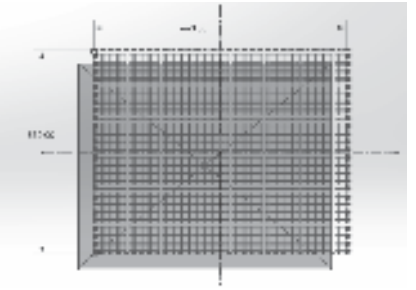


*Hình 7. Hệ tọa độ quan sát sai lệch vị trí của robot ở điểm đích*

Sau đó, ta lưu tọa độ của điểm này trên bản đồ tĩnh để đưa vào chương trình điều khiển robot di chuyển. Khi robot sai lệch xuống dưới, nhìn từ trên xuống ta sẽ nhìn được tọa độ của đường bao của khung robot là các giá trị x, y dương. Khi đó, tọa tâm của robot trong hệ tọa độ kiểm tra sai lệch vị trí là ($X_{robot}$ ; $Y_{robot}$).

$$X_{robot} = X - R_{robot}$$
$$Y_{robot} = Y - R_{robot}$$

Tương tự, với trường hợp robot bị lệch tâm lên trên, ta sẽ nhìn thấy tọa độ x, y âm, khi đó tọa độ tâm robot là ($X_{robot} = X + R_{robot}$; $Y_{robot} = Y + R_{robot}$).



*Hình 8. Hình ảnh quan sát từ trên xuống khi tâm robot bị lệch xuống dưới điểm gốc tọa độ*

***3) Quá trình thực hiện đánh giá:***

- Đánh dấu 2 điểm trên mặt đất bằng hệ tọa độ kiểm tra độ chính xác khi robot đến điểm đích (gọi hệ tọa độ này là hệ tọa độ đo). Hệ tọa độ đo được in trên khổ giấy A2 và dán cố định trên mặt đất;

- Lưu tọa độ của từng điểm trong bản đồ tĩnh và đưa vào chương điều khiển robot tự di chuyển qua 2 điểm này;

- Cho robot tự động di chuyển đến 2 điểm liên tục khoảng 10 đến 20 lần, ghi lại giá trị x, y quan sát được;

- Đặt một vật cản gần điểm đích để robot đi theo một quỹ đạo mới, sau đó cũng cho robot di chuyển đến 2 điểm 10 đến 20 lần, ghi lại các giá trị x, y quan sát được.

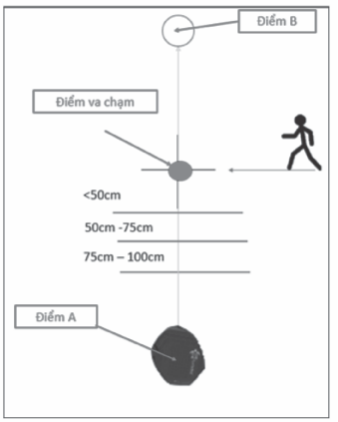
Với điểm O(0;0) trên hệ tọa độ đo nên sai lệch vị trí tâm của robot trong quá trình di chuyển với vị trí được lưu lại chính là tọa độ tâm của robot trên hệ tọa độ đo.

***4) Đánh giá khả năng tránh vật cản chuyển động của robot:***

** Phương pháp đánh giá:*

Điều khiển robot di chuyển cố định từ điểm A đến điểm B. Trong khi Robot đang di chuyển thì người thực hiện bài đánh giá sẽ đi bộ vào quỹ đạo của Robot và dừng lại tại một điểm đã xác định từ trước, khi dừng lại sẽ quan sát xem vị trí dừng lại cách robot một khoảng là bao nhiêu.


ISSN 2615 - 9910 (bản in), ISSN 2815 - 5505 (online)
**TẠP CHÍ CƠ KHÍ VIỆT NAM**, Số 323, tháng 12 năm 2024
**cokhivietnam.vn / tapchicokhi.com.vn**




*Hình 9. Sơ đồ đánh giá khả năng tránh vật cản động của Robot*

*Quá trình kiểm tra:*

- Chọn 2 điểm A, B bất kỳ, lưu lại tọa độ trong bản đồ tĩnh của robot. Sau đó viết một chương trình điều khiển robot di chuyển từ điểm A đến điểm B;

- Khi robot di chuyển đánh dấu một vị trí nằm trên quỹ đạo di chuyển của robot (gọi là điểm va chạm). Đánh đấu thêm các vạch cách điểm vừa đánh dấu các khoảng: nhỏ hơn 50cm, lớn hơn 50cm và nhỏ hơn 75cm, lớn hơn 75cm và nhỏ hơn 100cm;

- Khi robot đang di chuyển, người làm bài đánh giá sẽ đi bộ đến điểm va chạm theo hai quỹ đạo. Quỹ đạo thứ nhất vuông góc với đường thẳng nối hai điểm A, B. Quỹ đạo thứ hai song song với đường thẳng AB và có chiều từ B đến A;

- Khi đến điểm va chạm, người thực hiện bài đánh giá sẽ quan sát xem robot đang nằm trong khoảng nào trong các khoảng kích thước đã được vạch từ trước. Ghi lại khoảng kích thước này vào bảng kết quả. Sau đó, người thực hiện bài đánh giá tiếp tục đứng tại điểm va chạm đến khi robot di chuyển qua.

## 3. KẾT LUẬN

Thiết kế mô phỏng hoạt động của mô hình robot tạo xung lực đẩy vật vào tọa độ định sẵn. Quy trình hoạt động mô tả chi tiết, rõ ràng, từ lúc robot di chuyển đến vị trí gắp hàng, cũng như lúc robot di chuyển và thực hiện xong quá trình đẩy hàng vào vị trí có tọa độ cho trước. Ngoài ra, nhóm nghiên cứu còn đề xuất một số bài toán và phương pháp tính toán sai lệch khi robot di chuyển giữa các vị trí và trong các trường hợp có vật cản trên đường đi. Qua các bài toán kiểm thử trên, ta nhận ra một số yếu tố có thể ảnh hưởng tới độ chính xác của robot như: chất lượng hệ thống cảm biến, sai số cơ khí, sai số khi điều khiển động cơ. Vì vậy, nhóm nghiên cứu đã thiết kế hoàn chỉnh robot tạo xung đẩy vật hợp lý.❖

Ngày nhận bài: **22/8/2024**
Ngày phản biện: **12/9/2024**

**Tài liệu tham khảo:**

[1]. PGS,TS. Nguyễn Trường Thịnh; "*Kỹ thuật robot*", NXB. Đại học Quốc gia TP. Hồ Chí Minh, năm 2014.

[2]. Francisco Rubio, Francisco Valero; "*A review of mobile robots: Concepts, methods, theoretical framework, and applications*". International Journal of Advanced Robotic Systems, https://doi.org/10.1177/17298814198395.

[3]. Brian Vincent Mirtic; "*Impulsebased Dynamic Simulation of Rigid Body System*". A dissertation submitted in partial satisfaction of the requirements for the degree of Doctor of Philosophy, the University of California, 1996.

[4]. GS,TSKH. Nguyễn Thiện Phúc; "*Robot công nghiệp*", NXB. Khoa học và Kỹ thuật, Hà Nội. 2006.

[5]. Mair G.; "*Industrial Robotics*". Prentic Hall, 1988.

# FACTORIAL DESIGN EXPERIMENT USING TAGUCHI METHOD APPROACH IN PASSION FRUIT CUTTING SLICING MACHINE

## ỨNG DỤNG PHƯƠNG PHÁP TAGUCHI THIẾT KẾ THÍ NGHIỆM NHÂN TỐ CHO CỤM CẮT LÁT CHANH DÂY

**Luong Van Toi, Huynh Cong Lon**
The faculty of Mechanical Engineering-Ho Chi Minh City University of Technology - Vietnam National university Ho Chi Minh City

**ABSTRACT**

*In the process of producing drinks with raw materials from passion fruit, the stage of slicing passion fruit is a very important stage. Therefore, when designing the cutting cluster for the passion fruit slicing machine, we need to consider the structural parameters and working parameters of the cutting knife cluster that affect the efficiency and quality of the passion fruit slices after cutting. Parameters that can affect the quality of the product after cutting are: clearance between the knives, knife size, rotation speed of the knife shaft... In this article, the author will focus on researching to find out the structural parameters and working parameters of the passion fruit cutting cluster that greatly affect the efficiency and quality of the passion fruit slicing process. The Taguchi method is also applied in this study.*

**Keywords:** *Passion fruit pulping machine; Passion fruit slicer; Passion fruit cutter; Taguchi method.*

**TÓM TẮT**

*Trong quá trình sản xuất đồ uống có nguyên liệu từ chanh dây, công đoạn thái lát chanh dây là công đoạn rất quan trọng. Do đó, khi thiết kế cụm cắt cho máy thái lát chanh dây, chúng ta cần xem xét các thông số cấu trúc và thông số làm việc của cụm dao cắt ảnh hưởng đến hiệu quả và chất lượng của lát chanh dây sau khi cắt. Các thông số có thể ảnh hưởng đến chất lượng sản phẩm sau khi cắt là: khoảng cách giữa các dao, kích thước dao, tốc độ quay của trục dao... Trong bài viết này, tác giả sẽ tập trung nghiên cứu để tìm ra các thông số cấu trúc và thông số làm việc của cụm dao cắt chanh dây ảnh hưởng lớn đến hiệu quả và chất lượng của quá trình thái lát chanh dây. Nghiên cứu này cũng áp dụng phương pháp Taguchi.*

**Từ khóa:** *Máy nghiền chanh dây; Máy thái lát chanh dây; Máy cắt chanh dây; Phương pháp Taguchi.*

## 1. INTRODUCTION

Numerous species of passion fruit are commercially grown generating jobs and revenue in the cities and country side (Figure 1). Brazil, Colombia and Vietnam are the most traditional countries growing passion fruit (Bernacci et al., 2005) and presenting high economic and social relevance, serving as an alternative crop mainly for family-based agriculture.

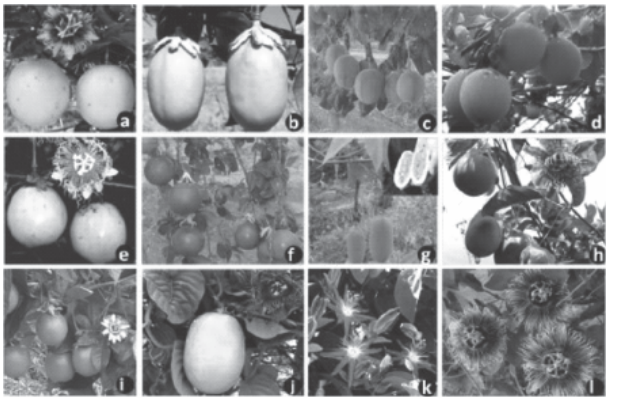


*Figure 1. Main commercial species Passiflora: P. edulis Sims (a); P. alata Curtis (b); P. setacea DC. (c); P. ligularis Juss (d); P. nitida Kunth (e); P. cincinnata Mast. (f); P. tripartita (Juss.) Poir. (g); P. maliformis L. (h); P. edulis Sims f. edulis (i); P. quadrangularis L. (j); P. setacea x P. coccinea cv. BRS Estrela do Cerrado ornamental hybrid (k); P. edulis x P. incarnata cv. BRS Céu do Cerrado – BRS CC ornamental hybrid (l). Photos: Nilton Junqueira, Fábio Faleiro, Ana Maria Costa, Embrapa Cerrados.*

Currently in the world, there are more than 9000 types of drinks, foods and flavors derived from passion fruit (6). Therefore, people are increasingly using passion fruit products because they bring many health benefits. Among them, passion fruit pulp is the most used. Previously, by manual methods, businesses producing passion fruit products removed the passion fruit pulp from the lemon by having workers cut the lemon in half and use a spoon or specialized tool to scoop the pulp out of the peel. This method is simple, the initial investment cost is low, the efficiency of removing the pulp from the peel is very high and almost absolute. However, this method has very low productivity, depending entirely on the skill level of the workers. Currently, businesses producing passion fruit products mostly use machinery and equipment to replace manual labor. Although this has a high initial investment cost, it helps increase productivity, efficiency and stable quality. In the machinery and equipment chain, the passion fruit cutting cluster before screening plays an important role and directly contributes to determining the quality and efficiency of the entire process of separating the passion fruit pulp from the peel. In this article, the author applies the Taguchi method to design experiments with the aim of determining the parameters that most affect the working mode of the passion fruit slicing cluster.

## 2. MATERIALS AND METHODS

### 2.1. Materials

Passion fruit used for research is fresh purple-skinned passion fruit, not wilted, the stem can be removed or the stem is intact. Samples of passion fruit used for research are shown in Figure 1. Survey of passion fruit characteristics: Passion fruit is oval in shape, with an average length (L) of 61.6mm to 67.6mm, average diameter (D) of passion fruit from 49.6mm to 59mm, survey data is shown in Table 1 and survey images are shown in Figure 2.

☞

*Figure 2. Passion fruit samples used for research*

*Table 1. Geometric parameters of passion fruit*

| No. | L (mm) | D (mm) | No. | L (mm) | D (mm) |
|---|---|---|---|---|---|
| 1 | 67.6 | 59.0 | 11 | 64.0 | 56.0 |
| 2 | 63.0 | 58.3 | 12 | 65.2 | 55.7 |
| 3 | 63.5 | 54.2 | 13 | 62.7 | 53.2 |
| 4 | 64.1 | 56.4 | 14 | 63.3 | 54.9 |
| 5 | 63.8 | 55.0 | 15 | 65.5 | 56.2 |
| 6 | 61.6 | 49.6 | 16 | 63.6 | 55.1 |
| 7 | 62.3 | 50.1 | 17 | 63.7 | 54.7 |
| 8 | 64.5 | 55.5 | 18 | 62.1 | 51.8 |
| 9 | 62.7 | 51.3 | 19 | 63.1 | 54.9 |
| 10 | 66.8 | 57.7 | 20 | 62.0 | 50.3 |

Average weight of lemon: 80g/fruit. Friction angle between passion fruit and metal: using experiments to determine the friction angle between lemon and metal, experimental results are shown in table 2. Average friction angle between passion fruit and metal is 28.80.

*Table 2. Experimental results of friction angle between passion fruit and metal*

| No. | Results (°) | No. | Results (°) |
|---|---|---|---|
| 1 | 27.0 | 6 | 28.5 |
| 2 | 31.5 | 7 | 33.0 |
| 3 | 29.0 | 8 | 28.0 |
| 4 | 27.0 | 9 | 29.5 |
| 5 | 24.0 | 10 | 30.5 |

The structural parameters of the cutter and the working parameters of the cutter assembly that affect the quality of passion fruit slices are the cutter shaft speed n (rpm) and the cutter diameter D (mm). Their maximum and minimum values are given in Table 3.

*Table 3. Level of control parameters*

| Symbol | Cutter speed and diameter of shaft | Parameter | |
|---|---|---|---|
| | | Level 1 | Level 2 |
| n ($x_1$) | Cutter shaft speed (rpm) | 180 | 220 |
| D ($x_2$) | Cutter diameter D (mm) | 760 | 800 |

## 2.2. Methods

Cutting knife: The disc knife will cut the passion fruit continuously, making the cut beautiful and not creating any debris. Therefore, the disc knife was chosen for the study.


ISSN 2615 - 9910 (bản in), ISSN 2815 - 5505 (online)
**TẠP CHÍ CƠ KHÍ VIỆT NAM**, Số 323, tháng 12 năm 2024
**cokhivietnam.vn / tapchicokhi.com.vn**

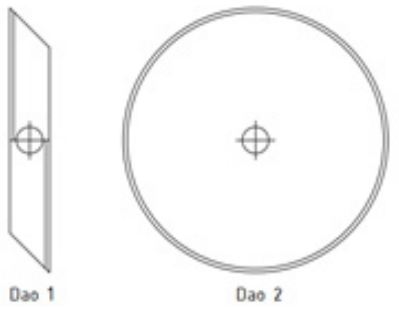



*Figure 3. Cutting knife*

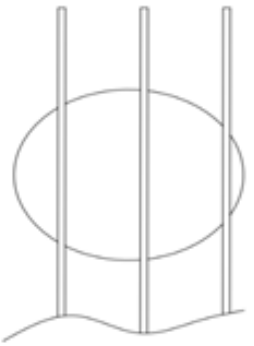


*Figure 4. Passion fruit cutting slicing*

To ensure that the lemon does not slip during the cutting process, the geometric parameters must be ensured, the blade diameter (D) is an important factor determining this issue. Figure 5 shows the forces acting on the lemon during the cutting process, including: the weight of the lemon P, the reaction forces $N_1$, $N_2$, the friction forces $F_{ms1}$, $F_{ms2}$.

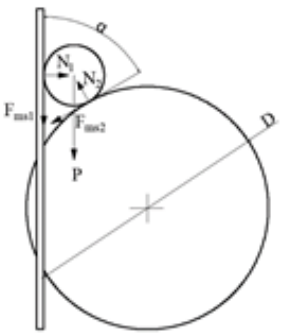



*Figure 5. Analysis of the force acting on passion fruit during slicing*

Considering the balance of passion fruit, we have:

$$\vec{P}+\vec{N}_1+\vec{N}_2+\vec{F}_{ms1}+\vec{F}_{ms2}=0 \quad (1)$$

To ensure that the lemon always goes down regardless of the mass of the lemon itself, the component is removed when projecting equation (1) onto the two directions Ox and Oy.

Projecting the forces acting on the passion fruit onto the ox and oy axes, we have the following equilibrium equations:

$$\sum F_{Ox}=0 \Leftrightarrow N_1-N_2.\cos\alpha-F_{ms2}.\sin\alpha=0 \quad (2)$$

$$\sum F_{Oy}=0 \Leftrightarrow N_2.\sin\alpha-F_{ms2}.\cos\alpha-F_{ms1}=0 \quad (3)$$

Solving equations (2) and (3) we find the condition: α = 2φ with the angle φ being the angle of friction between the passion fruit and the metal (φ = 28.80). When α = 2φ the passion afruit is in equilibrium, it is necessary to take α < 2φ. In addition, when the machine is working, it will generate vibration so the coefficient of friction will decrease. In fact, it is necessary to take 60% of the angle α to ensure the condition of cutting the passion fruit, so the maximum angle α is 34°.

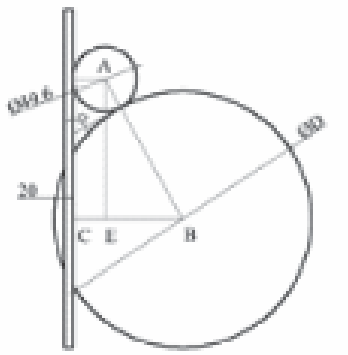



*Figure 6. Geometric parameters determining the diameter D of the disc knife*

Based on figure 6, considering triangle AEB, we have:

$$\sin \hat{EAB} = \frac{EB}{AB}$$

From here find the cutter diameter, D (mm):

$$D = \frac{49.6\cos\alpha + 89.6}{1 - \cos\alpha} \quad (4)$$

### 2.3. Experimental model and Taguchi method

The passion fruit cutting cluster model is designed, manufactured and assembled as shown in Figure 7.

*Figure 7. Passion fruit cutting cluster model*

Taguchi orthogonal array L4 is given in Table 4, where parameters affecting the process and their levels are specified.

*Table 4. Taguchi orthogonal array L4 ($2^2$)*

| No. | $x_1$ (rpm) | $x_2$ (mm) |
|---|---|---|
| 1 | $n_1$ | D1 |
| 2 | $n_1$ | D2 |
| 3 | $n_2$ | D1 |
| 4 | $n_2$ | D2 |

## 3. EXPERIMENT AND RESULTS

The quality of the cut is considered based on the experimental results according to the structural parameter of the cutter diameter and the working parameter of the cutting unit is the rotational speed of the cutter shaft. Let H% be the percentage of the cut achieved by the cutter compared to the quality of the sample cut (the sample cut is made by hand - ideal conditions). The experimental results are presented in Table 5.

*Table 5. Experimental results*

| No. | (n, rpm) | D (mm) | Cut quality (H%) |
|---|---|---|---|
| 1 | 180 | 769 | 89 |
| 2 | 180 | 800 | 92 |
| 3 | 220 | 769 | 94 |
| 4 | 220 | 800 | 98 |

Correspondence to Taguchi orthogonal array L4, standard deviation (S) and signal-to-noise ratio (S/N ratio) were calculated for each cutting quality H% sample (Table 6). S/N ratio was determined following larger-the-better category with help of (5).

$$\frac{S}{N_{ratio}} = -10\log\left(\frac{1}{n}\sum_{i=1}^{n}\frac{1}{y_i^2}\right) \quad (5)$$


ISSN 2615 - 9910 (bản in), ISSN 2815 - 5505 (online)
**TẠP CHÍ CƠ KHÍ VIỆT NAM**, Số 323, tháng 12 năm 2024
**cokhivietnam.vn / tapchicokhi.com.vn**

*Table 6. Sample statistic according to Taguchi method for cutting quality H% samples*

| No. | Factors affecting slice quality | | Coding factor | | Cutting quality (H%) | $\frac{S}{N_{ratio}}$ |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | (n, rpm) | D (mm) | $x_1$ | $x_2$ | | |
| 1 | 180 | 769 | 1 | 1 | 89 | 39.38 |
| 2 | 180 | 800 | 1 | 2 | 92 | 40.76 |
| 3 | 220 | 769 | 2 | 1 | 94 | 42.65 |
| 4 | 220 | 800 | 2 | 2 | 98 | 45.48 |

To determine the factors affecting the productivity of the cutting cluster, we conducted a variance analysis of the variables (ANOVA). The results and variance analysis are presented in Table 7.

*Table 7. The results and variance analysis ANOVA*

| No. | Factor value level | Factor | | Optimal mode |
|---|---|---|---|---|
| | | n | D | |
| 1 | 1 | 40.07 | 41.01 | $n_2D_1$ $n_2 = 220$ $D_1 = 760$ |
| 2 | 2 | 44.06 | 43.12 | |
| 3 | Mean (m) | 42.06 | 42.06 | |
| 4 | Max (1,2) | 44.06 | 43.06 | |
| 5 | Max-m | 2 | 1 | |
| 6 | Percentage (%) of Factor | 66.67 | 0.33 | |
| 7 | Max-min | 3.99 | 2.11 | |
| 8 | Rank | 1 | 2 | |

## 4. CONCLUSION

The research results show that the parameter that most affects the working mode of the cutting cluster in the passion fruit pulping line is the rotation speed of the blade shaft n = 220 (rpm). In addition, the structural parameters of the cutting blade also affect the mode of the cutting cluster with the diameter parameter D = 769mm.

## References:


[1]. Lê Ngọc Nam; "*Nghiên cứu thiết kế và chế tạo máy cắt và tách vỏ chanh dây*". Luận văn tốt nghiệp, Trường Đại học Bách Khoa, Đại học Quốc gia TP. Hồ Chí Minh.

[2]. Trần Văn Hào, Mạc Cẩm Lộc; "*Nghiên cứu và thiết kế máy múc ruột chanh dây*". Luận văn tốt nghiệp, Trường Đại học Bách Khoa, Đại học Quốc gia TP. Hồ Chí Minh.

[3]. Nguyễn Hồng Ngân; "*Máy sản xuất vật liệu và cấu kiện xây dựng*". NXB. Đại học Quốc gia TP. Hồ Chí Minh.

[4]. Nguyễn Hữu Lộc; "*Giáo trình quy hoạch và phân tích thực nghiệm*". NXB. Đại học Quốc gia TP. Hồ Chí Minh.

[5]. Bernacci, L.C.; Cervi, A.C.; Milward-De Azevedo, M.A.; Nunes, T.S.; Imig, D.C.; Mezzonato, A.C. "*Passifloraceae in List of Species of the Flora of Brazil*". Rio de Janeiro Botanical Garden, 2015. Available at: <http://floradobrasil.jbrj.gov.br/jabot/floradobrasil/FB12506>.

[6]. https://www.stringer-flavour.com/flavours/flavour-list/passion-fruit/

[7]. Passion Fruit By-Products, Nutritive Values and Utility of Passion Fruit By-Products.

[8]. David Lesmana, Yoanes M. Vianney, Yohanes A. Goenawan, Karina Natalie, Johan Sukweenadhi, Gisela Buschle-Diller, Yayon P. Mukti, Christina M. Erawati, Maria G. M. Purwanto. "*Valorization of Peel-Based Agro-Waste Flour for Food Products: A Systematic Review on Proximate Composition and Functional Properties*". ACS Food Science & Technology 2022, 2 (1).

[9]. M. Cavazzuti, "*Optimization methods: From Theory to design*". Springer, 2012, pp. 29.

[10]. Lương Văn Tới, Huỳnh Công Lớn, "*Nghiên cứu các thông số chính của cơ cấu cắt nhỏ quả chanh dây trong hệ thống tách ruột chanh dây*", Tạp chí Cơ khí Việt Nam, số 306, 08-2023.

[11]. Lương Văn Tới, Huỳnh Công Lớn, "*Xác định các thông số hợp lý của máy sàng tách ruột chanh dây trong hệ thống máy tách ruột chanh dây*", Tạp chí Cơ khí Việt Nam, số 306, 08-2023.

# ỨNG DỤNG THỊ GIÁC MÁY TÍNH CHO TAY MÁY NHẬN DẠNG VÀ GẮP VẬT CỤ THỂ TRONG HỖN HỢP RÁC THẢI TRÊN BĂNG CHUYỀN

COMPUTER VISION FOR ROBOTIC ARM TO RECOGNIZE AND PICK UP SPECIFIC OBJECTS IN A MIXED WASTE ON A CONVEYOR BELT

***Lê Đức Hạnh, Bùi Hoàng Long, Nguyễn Hoàng Minh, Lê Đức Đạo**
Khoa Cơ khí, Trường Đại học Bách Khoa, Đại học Quốc gia Thành Phố Hồ Chí Minh

**TÓM TẮT**

*Nhận dạng các vật trong suốt hay chai nhựa đã qua sử dụng trong hỗn hợp rác thải là một trong những nghiên cứu nhận được nhiều sự quan tâm hiện nay do sự phức tạp về hình dạng cũng như tính trong suốt của nó. Nghiên cứu này trình bày một phương pháp nhận dạng đơn giản hơn với tốc độ ứng dụng xử lý nhanh hơn so với các phương pháp hiện có. Hệ thống bao gồm một camera đặt trên cao dùng để phát hiện có sự xuất hiện của chai nhựa. Sau đó, tọa độ của chai sẽ được tính toán và truyền về robot Delta để thực thi việc gắp chai ra. Tọa độ của chai sẽ được tính toán dựa trên tốc độ băng chuyền. Qua thực nghiệm kiểm chứng, độ chính xác cũng như thời gian nhận dạng, hệ thống chứng minh là có khả năng áp dụng vào môi trường công nghiệp phân loại rác thải, hỗ trợ cho công nhân.*

**Từ khóa:** *Thị giác máy tính; Nhận dạng chai; Tay máy; Điều khiển; Xử lý ảnh.*

**ABSTRACT**

*Recognizing transparent objects or used plastic bottles in the waste mixture is one of the studies that has received much attention today due to its complexity in shape and transparency. This study presents a simpler recognition method with a faster processing speed than existing methods. The system includes a camera placed high up to detect the presence of a plastic bottle. Then the coordinates of the bottle will be calculated and transmitted to the Delta robot to perform the bottle picking. The coordinates of the bottle will be calculated based on the conveyor speed. Through experimental verification, accuracy as well as recognition time, the system proves to be applicable to the industrial environment of waste classification, supporting workers.*

**Keywords:** *Computer vision; Haar-Cascade; Manipulator; Control; Image processing.*

## 1. GIỚI THIỆU

Nhựa thường chiếm một lượng lớn chất thải được tìm thấy trong các bãi chôn lấp, nơi nó tích tụ và không bao giờ phân hủy đúng cách. Gần như tất cả vật liệu nhựa từng được tạo ra vẫn tồn tại ở một dạng nào đó vì nhựa phải mất hàng trăm năm để phân hủy. Vì vậy, việc phân loại chai nhựa là rất quan trọng trước khi tái chế hay chôn lấp. Tuy nhiên, do đặc thù là rác thải sinh hoạt ở nước ta chưa được phân loại tại nguồn, nên hiện nay ở trong nước, việc phân loại riêng và lấy các chai nhựa ra vẫn sử dụng phương pháp thủ công do con người tiến hành trong các nhà máy [1, 2]. Việc này làm cho năng suất phân loại không cao, hơn nữa người phân loại phải tiếp xúc với môi trường ô nhiễm độc hại, ảnh hưởng đến sức khỏe. Việc tự động hóa quá trình này trở nên cần thiết và hữu ích. Ứng dụng robot và công nghệ thị giác máy tính để tự động hóa việc phân loại chai nhựa là một trong những giải pháp đầy hứa hẹn được sử dụng nhiều trên thế giới của hãng Fanuc, ABB, v.v… [3, 4].

Để hỗ trợ công nhân phân loại, việc sử dụng thị giác máy để nhận biết vật là một trong những nghiên cứu nhận được nhiều sự quan tâm hiện nay. Gần đây, ở trong nước, các tác giả trong [5] ứng dụng công nghệ xử lý hình ảnh nhận dạng màu sắc để nhận biết vật thể. Một cánh tay máy được tích hợp thêm camera để thực hiện quá trình xử lý ảnh phân loại màu dựa trên thư viện xử lý ảnh của LabVIEW. Hay trong [6], các tác giả ứng dụng trí tuệ nhân tạo để nhận biết hàng hóa, giúp ích cho việc thanh toán nhanh hơn. Nghiên cứu sử dụng các mạng YOLOv4, TResNet và FAISS lần lượt ở các giai đoạn phát hiện vật thể, trích xuất đặc trưng, phân loại hình ảnh đầu ra và kết quả thử nghiệm ban đầu, bộ nhận dạng có độ chính xác trung bình 94,54%. Ngoài ra, các tác giả [7] ứng dụng công nghệ xử lý hình ảnh kết hợp A.I để nhận biết và phân loại hạt điều trên băng chuyền. Nghiên cứu đã xây dựng một tập dữ liệu để phân loại hạt điều tốt, hoặc bị vỡ, hoặc bị sót vỏ (chưa tách hết vỏ lụa). Thực nghiệm cho thấy thuật toán đề xuất có khả năng nhận dạng hạt điều với độ chính xác 97,34%. Tuy trong nước đã có một số nghiên cứu về vấn đề này, nhưng vẫn chỉ dừng ở mức nhận dạng trên máy tính. Trên thế giới cũng có một số nghiên cứu đáng ghi nhận. Maganda và các cộng sự [8] phát triển giải thuật xử lý ảnh kết hợp với các camera IR để tái tạo lại hình ảnh chai nước. Hình ảnh đầu vào có thể có độ phân giải cao 8K, tuy nhiên thời gian xử lý quá cao dẫn đến việc ứng dụng trong thực tế không khả thi. Trong nghiên cứu [9], một hệ thống để phân loại một hình ảnh chai nhựa đã được đề xuất bằng cách sử dụng 5 phương pháp trích xuất tính năng đã được triển khai, bao gồm: Phân tích thành phần chính (PCA), Phân tích phân biệt tuyến tính của Fisher (FLDA), Phân tách giá trị số ít (SVD) và Bản đồ bản địa Laplacian (LEMAP). Sau đó, Support vector machine (SVM) thực hiện phân loại. Việc sử dụng kiến trúc mạng có tên là RecycleNet để phân loại các lớp đối tượng có thể tái chế đã chọn đã được thực hiện [10]. Phương pháp được đề xuất làm giảm các tham số cần thiết trong kiến trúc CNN thông thường, nhưng nhược điểm của nó là lượng dữ liệu cần thiết cho đào tạo, ngay cả với phiên bản được tối ưu hóa do các tác giả đề xuất. He Xiangyu [11] đã đề xuất phương pháp trích xuất vùng quan tâm trong ảnh chai nhựa dựa trên phân đoạn ngưỡng kép, trong đó ba kênh của ảnh nền được hàm Gauss điều chỉnh để xác định ngưỡng cao và thấp cho phân đoạn. Sau đó, trọng tâm của mỗi chai nhựa thu được bằng phương trình trọng tâm sau khi có được vùng quan tâm.

Tuy công nghệ này bước đầu đã được ứng dụng trên thế giới nhưng chưa phổ biến, đặc biệt là ở Việt Nam do tính đặc thù, độ khó ☞

của công nghệ cũng như chi phí chuyển giao. Để có thể tự chủ về mặt khoa học công nghệ cũng như giảm chi phí, việc phát triển robot tay máy tự động nhận dạng để phân loại rác thải chai nhựa là cần thiết. Việc ứng dụng công nghệ nhận dạng hiện nay tốn rất nhiều thời gian cũng như chi phí để thực hiện do bộ dữ liệu thu thập đa dạng nhiều và độ chính xác chưa cao. Nghiên cứu này sẽ ứng dụng phương pháp xử lý ảnh truyền thống kết hợp với giải thuật Haar Cascade để nhận dạng vật do ưu điểm của giải thuật này có tốc độ huấn luyện và ứng dụng nhanh và không cần bộ dữ liệu quá lớn. Khác biệt lớn nhất so với các phương pháp nhận dạng sử dụng machine learning hiện tại, đó chính là nếu cần nhận dạng nhiều loại chai khác nhau, thì loại chai mới sẽ được huấn luyện riêng cho bộ mới mà không bị ảnh hưởng bởi bộ dữ liệu đã học cũ.

## 2. XỬ LÝ ẢNH

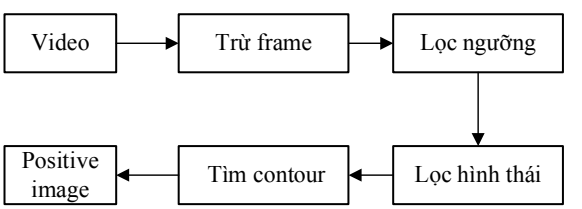
Haar Cascades là một loại nhận dạng đối tượng học máy có thể được sử dụng để tìm những thứ trong hình ảnh hoặc video. Giải thuật Haar Cascade nhận diện đối tượng không phụ thuộc vào tỷ lệ và vị trí của đối tượng trên ảnh được giới thiệu bởi Paul Viola và Michael Jones vào năm 2001. Giải thuật này sử dụng các kernel phát hiện cạnh, phát hiện đường thẳng được gọi là đặc trưng Haar like. Đặc trưng này được tính bằng tổng cường độ pixel vùng trắng trừ tổng cường độ pixel vùng đen, ta sẽ trượt các kernel này ở các vị trí khác nhau với các kích thước khác nhau thay đổi trên 3 kênh màu trên vùng cần lấy đặc trưng và ta sẽ thu được vector đặc trưng của vùng, từ đó phát hiện ra được sự chênh lệch về các đặc trưng ảnh và từ đó nhận diện được vật. Từ Cascade (xếp tầng) xuất phát từ cách các tính năng được thiết lập theo một số bước. Một bộ tính năng khác nhau được thêm vào hình ảnh ở mỗi giai đoạn. Nếu khu vực đó vượt qua tất cả các bước thì nó được gọi là khám phá. Một trong những điểm mạnh của Haar là tốc độ tính toán của chúng. Bởi vì cấu trúc xếp tầng nhanh chóng loại bỏ các phần không phải đối tượng nên nó có thể được sử dụng trong các tình huống thời gian thực. Ngoài ra, Haar có thể hoạt nhận dạng khi vật bị chồng lấn và không bị ảnh hưởng bởi những thay đổi về ánh sáng. Để nhận dạng một chai nhựa cụ thể, các bước được thực hiện như sau:

Bước 1 - Tự động lưu hình ảnh positive image:

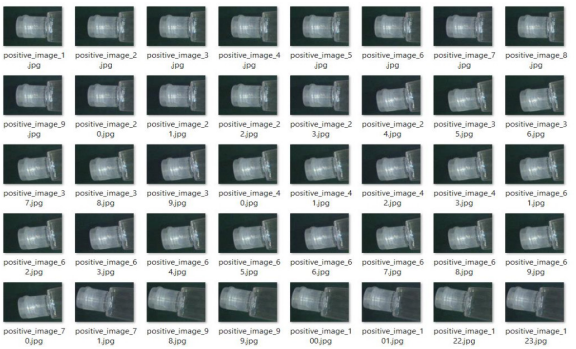
Để phát hiện chai, đầu tiên nhiều đoạn phim chai nhựa chạy qua băng tải với nhiều cường độ sáng và hướng khác nhau được lưu lại. sau đó tiến hành xử lý hình các đoạn frame của phim như phân ngưỡng, lọc nhiễu Gaussian, sau đó tìm ra contour của đầu chai nơi các pixel sáng nhất, từ đó khoanh vùng được vị trí chai nhựa. Lưu các hình ảnh vị trí đầu chai nhựa ở các frame này lại với kích thước 20x20 pixel. Các hình ảnh chỉ chứa đầu chai nhựa này gọi là các ảnh positive image. Quá trình tự động lưu ảnh này được tóm tắt trong hình 1 và kết quả của bước này được minh học như hình 2.

Bước 2 - Lưu hình ảnh negative image:

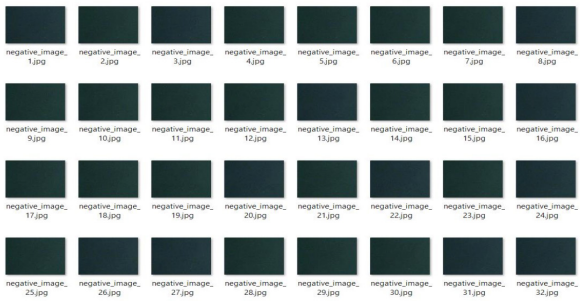
Cũng làm nhiều đoạn phim không có hình chai nhựa, sau đó sẽ tiến hành chụp ảnh từng frame negative không chứa chai để thu thập dữ liệu cho việc rút trích đặc trưng hình dạng của chai.




*Hình 1. Giải thuật tự động trích xuất hình positive (hình chai).*



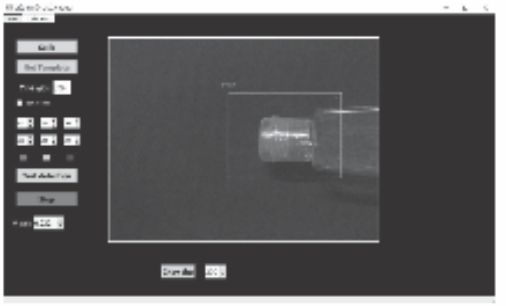
*Hình 2. Các hình các chai được lưu lại cho huấn luyện (positive image)*



*Hình 3. Các hình không chứa chai được lưu lại cho huấn luyện (negative image)*

Bước 3 - Huấn luyện các hình ảnh vừa thu được:

Ở bước này, phần mềm Cascade training Gui được sử dụng đề huấn luyện. Sau khi đã huấn luyện xong, ta sẽ được file: file cascade.xml, sau đó dùng file train.xml và thư viện OpenCV Haar Cascade để thực hiện nhận dạng vật. Kết quả sẽ là tọa độ của chai như hình 4.



*Hình 4. Kết quả nhận dạng chai*

## 3. TÍNH TOÁN TỌA ĐỘ THẬT CHO ROBOT

### 3.1. Tinh chỉnh camera

Do ảnh thu được từ camera ở dạng điểm ảnh (pixel) mà hoạt động của robot dựa trên hệ tọa độ milimet nên ta sẽ chuyển đổi từ hệ tọa độ pixel sang hệ tọa độ mm.

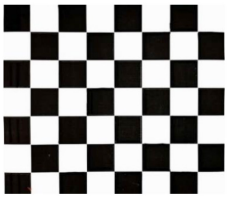
Công thức tổng quát:

$$s\begin{bmatrix} u \\ v \\ 1 \end{bmatrix} = K\,[R \quad T]\begin{bmatrix} X \\ Y \\ Z \end{bmatrix} \tag{1}$$

Trong đó: K - Ma trận thông số nội camera; [R T] - Ma trận thông số ngoại camera.

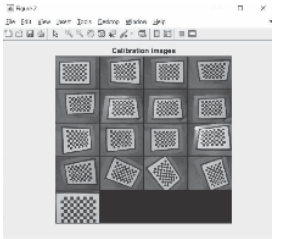
Để thực hiện việc chuyển đổi này, ta cần thực hiện việc hiệu chỉnh camera (camera calibration) để tìm được ma trận thông số nội của camera trước.

Bước 1: Ta sẽ sử dụng chest board kích thước 20x20mm như hình 5, bên dưới để hiệu chỉnh.



*Hình 5. Hình chest board để tinh chỉnh camera*

Bước 2: Chụp lần lượt bàn cờ này ở các vị trí khác nhau như hình 6.



*Hình 6. Các hình ảnh bàn cờ cho quá trình calib*

Sau đó, ta lấy 4 góc của bàn cờ nhằm tìm ma trận thông số nội, làm liên tục với 15 hình còn lại, sau khi xong quá trình trên, ta thu được ma trận thông số nội.

Do vị trí tọa độ X, Y = 0 của robot và tọa độ X, Y = 0 của camera không trùng nhau, do đó ta cần thực hiện dời hệ tọa độ camera về tọa độ robot. Để thực hiện dời tọa độ camera, ta cần điều khiển robot vào nơi có tọa độ biết trước trên ảnh. Từ đó, ta xác định được điểm tọa độ (X, Y) robot tương ứng với tọa độ (X, Y) camera là bao nhiêu. Bằng thực nghiệm, ta tìm ra được:

$$x_{robot} = x_{camera} - 115 \text{ mm}$$
$$y_{robot} = y_{camera} + 140 \text{ mm}$$

### 3.2. Tính toán vận tốc di chuyển của vật

Do chai liên tục di chuyển trên băng tải và động, bên cạnh đó, tọa độ của robot cũng nằm ngoài tọa độ của camera nên ta phải dự đoán điểm gắp chai. Quá trình tính toán vận tốc được kích hoạt qua điều kiện "Check speed". Chương trình sẽ liên tục lấy dữ liệu vị trí và thời gian của đối tượng trên băng tải. Khi kết thúc quá trình này, ta sẽ tiến hành tính ra vận tốc của băng tải qua hồi quy tuyến tính. Giá trị vận tốc được cập nhật lên hệ thống để dùng cho các mục đích tính toán khác.

Ta giả định việc setup vận tốc băng tải được thực hiện qua núm xoay biến trở và trong quá trình hoạt động, vận tốc băng tải không đổi bởi các điều kiện khác nhau. Ở phần trước, việc tiền xử lý ảnh đưa ra được các đối tượng trên băng tải, ta có thể tìm được tâm của đối tượng đó qua việc tính các moment ảnh ở mỗi thời điểm khác nhau.

Khi một đối tượng di chuyển trên băng tải, với vận tốc v là hằng số, ta có phương trình:

$$X = v.t + x_0 \quad (4)$$

Từ đó, ta thu thập được bảng số liệu sau:

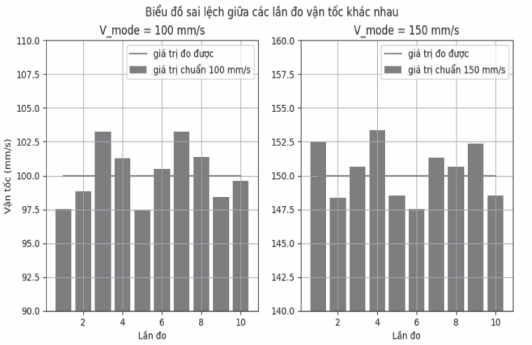
*Bảng 1. Bảng số liệu thu thập*

| Vị trí | Thời gian |
|---|---|
| X1 | T1 |
| X2 | T2 |
| ….. | ….. |
| X4 | T4 |

Các giá trị thu được là kết quả quan sát của một đối tượng.

Do hệ thống tách biệt vùng làm việc của camera và vùng làm việc của robot nên việc xác định vận tốc của của băng tải hết sức quan trọng. Nó là một thông số quan trọng để xác định vị trí của vật theo thời gian và phải có sai số nhỏ để đảm bảo robot có thể bắt chính xác được vị trí của vật.

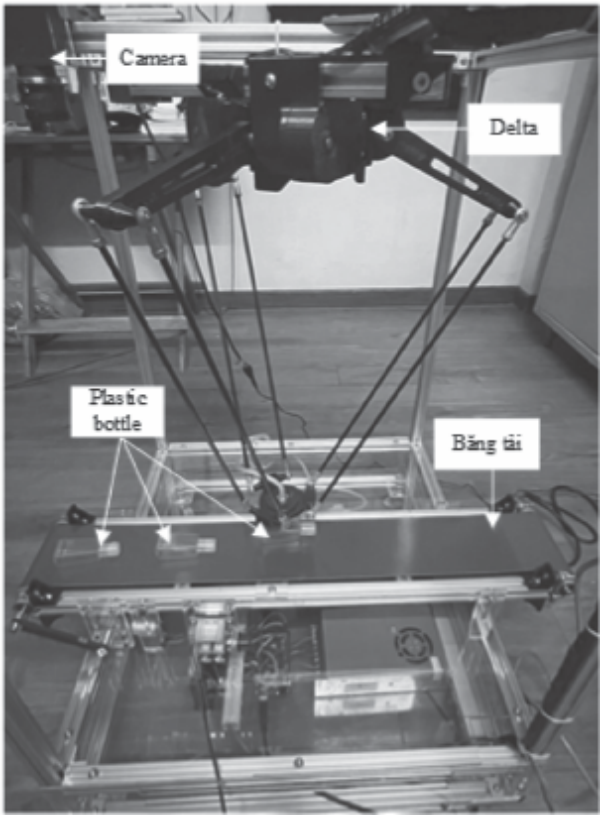
Để xác định chỉ tiêu này, ta sử dụng thêm một encoder ngoài hệ thống và cho băng tải chạy ở các mức vận tốc khác nhau để tiến hành so sánh kết quả giữa hai phép đo như hình 7.




*Hình 7. Sai số của vận tốc đo bằng camera*

## 4. KẾT QUẢ VÀ THẢO LUẬN

Quá trình thực nghiệm được thực hiện trên robot Delta, camera 2D được đặt cố định trên cao như hình 6. Chai cần gắp ra được đặt di chuyển trên băng tải. Tốc độ di chuyển của băng tải là 50mm/s. Băng tải không dừng trong suốt quá trình nhận dạng.




*Hình 8. Hình thực nghiệm*

Khi kết nối phần mềm điều khiển và arduino, robot lập tức sẽ về vị trí home. Điểm home của robot được xác định dựa vào 3 công tắc hành trình, khi cả ba khâu dẫn của robot đồng loạt chạm vào công tắc hành trình thì điểm home sẽ được xác lập. Lúc này, ta sẽ lấy góc nâng 3 cánh tay robot và tính động học thuận để xác định vị trí home của robot theo hệ tọa độ xyz. Sau đó, robot sẽ được điều khiển về vị trí gần với băng tải hơn bằng cách giảm z để thiết lập vị trí chờ nhằm giảm quãng đường di chuyển của robot khi gắp vật. Sau đó, khi camera nhận diện được tọa độ chai bằng giải thuật Haar Cascade, tọa độ tâm vật sẽ được trả về ở dạng pixel sau đó chuyển qua dạng x,y và dời về cùng hệ tọa độ robot. Sau đó, phần mềm sẽ dự đoán vị trí gắp robot cho phù hợp về tốc độ cánh tay và băng tải. Từ vị trí dự đoán, phần mềm sẽ tính động học nghịch để trả về góc xoay và quy đổi sang xung để truyền xuống cho arduino. Khi đã tiến được đến vị trí gắp đầu hút sẽ được điều khiển bắt đầu hút. Sau đó, robot di chuyển đến vị trí lập trình trước và ngừng hút để thả vật. Sau đó, robot sẽ di chuyển quay về vị trí chờ để đợi chai tiếp theo để nhận dạng. Thời gian xử lý được thể hiện trong bảng 2.

*Bảng 2. Thời gian xử lý của hệ thống*

| | **Thời gian nhận dạng và tính toán vị trí (ms)** | **Thời gian robot thực thi (s)** |
|---|---|---|
| Lần 1 | 17.67 | 1.58 |
| Lần 2 | 18.23 | 1.81 |
| Lần 3 | 19.25 | 2.12 |
| Lần 4 | 18.1 | 1.83 |
| Lần 5 | 18.39 | 1.88 |

Dựa vào kết quả xử lý bảng 2, ta thấy: Thời gian xử lý của giải thuật rất nhanh đảm bảo thời gian thực cho nhiệm vụ thật ngoài công nghiệp.

## 5. KẾT LUẬN

Nghiên cứu đã trình bày một phương pháp hiệu quả để tự động hóa quá trình phân loại chai nhựa trong hỗn hợp rác thải. Kết quả xử lý nhanh và chính xác. Qua thực nghiệm có thể thấy phương pháp có thể thay thế việc phân loại thủ công của người lao động, tăng năng suất cho quá trình phân loại, cũng như bảo ☞

vệ sức khỏe người lao động tốt hơn. Cách làm cũng đơn giản và dễ thực hiện cũng như dễ bảo trì. Để tăng tốc độ hệ thống hay phân loại nhiều loại chai khác nhau, hệ thống camera có thể dễ dàng thay đổi cũng như huấn luyện thêm bộ Cascade mà không ảnh hưởng tới bộ dữ liệu cũ.

**Lời cảm ơn:**

Chúng tôi xin cảm ơn Trường Đại học Bách khoa, Đại học Quốc gia Thành phố Hồ Chí Minh đã hỗ trợ thời gian, phương tiện và cơ sở vật chất cho nghiên cứu này.

**Xung đột lợi ích:**

Nhóm tác giả xin cam đoan rằng không có bất kỳ xung đột lợi ích nào trong công bố bài báo.

**Đóng góp của tác giả:**

**Lê Đức Hạnh:** Đưa ra ý tưởng, phân tích và viết bài.
**Lê Đức Đạo:** Thực nghiệm, thu thập dữ liệu và phân tích.

Ngày nhận bài: **19/10/2024**
Ngày phản biện: **01/11/2024**

**Tài liệu tham khảo:**

[1]. "*Thị trường tái chế nhựa tại Việt Nam vẫn đang bỏ ngỏ*", https://tainguyenvamoitruong.vn/thi-truong-tai-che-nhua-tai-viet-nam-van-dang-bo-ngo-cid15722.html

[2]. "*Mối nguy hại khủng khiếp từ rác thải công nghiệp*", https://www.thiennhien.net/2022/02/12/moi-nguy-hai-khung-khiep-tu-rac-thai-cong-nghiep/

[3]. "*AI assisted trash sorting with ABB industrial and collaborative robots*", https://www.youtube.com/watch?v=SVHVMVuhXjA

[4]. "*Recycling Robots - Companies Turn to Robots to Help Sort Recyclables & Waste - Waste Robotics*", https://www.youtube.com/watch?v=QbKA9uNgzYQ&t=59s

[5]. Thịnh, P. T., & Quang, Đ. V. (2020), "*Điều khiển và phân loại vật thể dựa trên màu sắc sử dụng cánh tay robot 3 bậc tự do của Fischertechnik*". Tạp chí Khoa học Đại học cần Thơ, 56(1), 11-20. https://doi.org/10.22144/ctu.jvn.2020.002

[6]. Nguyễn Trí Bằng, Nguyễn Đình Vinh, Trần Trọng Đức, "*Nghiên cứu ứng dụng học sâu xây dựng bộ nhận dạng vật thể giúp thanh toán hàng hóa nhanh*". Tạp Chí Khoa học và Công nghệ - Đại học Đà Nẵng, vol 19, số p.h 9, tháng 9/2021, tr 31-36, https://jst-ud.vn/jst-ud/article/view/7578.

[7]. Đinh Quốc Quân, Nguyễn Thu Hà, Nguyễn Đình Bảo, Nguyễn Vũ Linh, Phạm Văn Hùng, "*Nhận dạng hạt điều trong dây chuyền đóng gói và kiểm tra chất lượng sản phẩm dựa trên mạng nơ ron tích chập*". Khoa học và Công nghệ (Đại học Công nghiệp Hà Nội) - 2022 - no.4 - tr.65-69 - ISSN.1859-3585.

[8]. Nuño-Maganda, M.A., Jiménez-Arteaga, J.H., Barron-Zambrano, J.H. et al., "*Implementation and integration of image processing blocks in a real-time bottle classification system*". Sci Rep 12, 4868 (2022). https://doi.org/10.1038/s41598-022-08777-x

[9]. Özkan, K., Ergin, S., Işık, Şahin & Işıklı, İdil, "*A new classification scheme of plastic wastes based upon recycling labels*". Waste Manage. 35, 29–35. https://doi.org/10.1016/j.wasman.2014.09.030 (2015).

[10]. Bircanoğlu, C., Atay, M., Beşer, F., Genğ, O. & Kızrak, M. A., "*Recyclenet: Intelligent waste sorting using deep neural networks*". In 2018 Innovations in Intelligent Systems and Applications (INISTA), 1-7, https://doi.org/10.1109/INISTA.2018.8466276 (2018).

[11]. He, Xiangyu, He, Zaixing, Zhang, Shuyou, Zhao, Xinyue, "*A novel vision-based PET bottle recycling facility*". Measurement Science and Technology, 2017.

# MỘT MẠNG NƠRON TĂNG CƯỜNG MỨC TƯƠNG PHẢN CỦA ẢNH SỐ

A NEURAL NETWORK ENHANCES THE CONTRAST OF DIGITAL IMAGES

**Phạm Tuấn Đạt**
Khoa Công nghệ Thông tin, Trường Đại học Hàng hải Việt Nam

**TÓM TẮT**

*Tăng cường mức tương phản của ảnh số có thể ứng dụng cho phục chế và lưu trữ cũng như phát hiện và phân đoạn đối tượng. Do đó, bài báo này trình bày một mô hình mạng huấn luyện nhằm cải thiện chất lượng hình ảnh tối màu có dải mức xám hẹp. Kết quả thử nghiệm trên tập kiểm thử cho tỷ lệ tín hiệu trên tạp âm là tương đối ấn tượng, xấp xỉ 32.5 dB. Mặt khác, mô hình mạng này có những ưu thế nhất định khi so sánh với phương pháp xử lý trên biểu đồ tần suất mức xám và một mô hình mạng học khác đã được công bố trước đó.*

**Từ khóa:** *Mã hóa tự động; Sai số tuyệt đối; Tỷ lệ tín hiệu trên tạp âm; Suy thoái.*

**ABSTRACT**

*Enhancing the contrast of digital images can be applied to restoration and storage, as well as object detection and segmentation. Therefore, this paper presents a training network model to improve the quality of dark images with a narrow gray level range. The test results on the test set show a relatively impressive signal-to-noise ratio, approximately 32.5 dB. On the other hand, this network model has certain advantages when compared with the gray-level frequency histogram processing method and another previously published network model.*

**Keywords:** *Auto-encoder; Absolute error; Signal-to-noise ratio; Degradation.*

## 1. GIỚI THIỆU

Hình ảnh thu nhận trong cuộc sống không phải luôn cho chất lượng tốt. Những bức ảnh được chụp quét từ sách cũ cho tông màu nghèo nàn vì dải mức sáng hạn chế. Một trường hợp khác là khi người dùng muốn phục chế ảnh cũ sau nhiều năm hoặc rửa ảnh từ phim âm bản không được bảo quản trong điều kiện tiêu chuẩn. Vấn đề này nảy sinh ứng dụng thực tế đó là cải thiện hình ảnh cho lưu trữ tái bản, hoặc tạo ra những bức ảnh như vừa mới chụp. Hơn nữa, trong lĩnh vực học sâu, cải thiện độ tương phản còn hỗ trợ cho bài toán phát hiện đối tượng và phân đoạn.

Kỹ thuật phổ biến [1] để tăng cường mức tương phản dựa trên các thao tác xử lý trên biểu đồ mức xám. Giải thuật cân bằng biểu đồ thích ứng giới hạn độ tương phản [2] cũng ☞

là một đại diện điển hình. Ưu điểm của hướng tiếp cận truyền thống là không cần dữ liệu học và tính toán nhanh nhưng có thể cho ảnh đầu ra với chất lượng rất cao. Tuy vậy, các kỹ thuật trên không đem đến hiệu quả tương xứng nếu những hình ảnh đã có suy giảm đồng thời các đặc trưng cường độ và mức bão hòa.

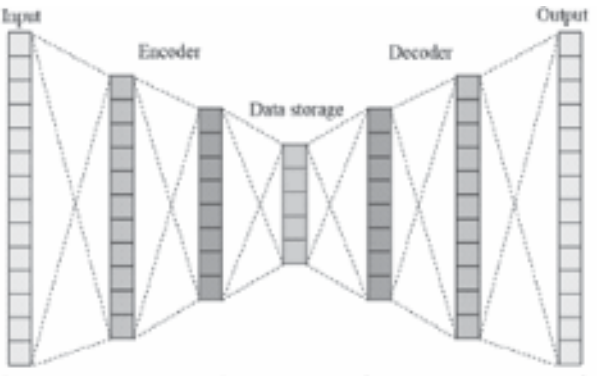
Phương pháp huấn luyện dựa trên các mô hình học sâu đòi hỏi dữ liệu phù hợp và chi phí tính toán rất lớn. Để khắc phục vấn đề đó, gần đây có một hướng giải quyết [3] kết hợp mạng học với kỹ thuật xử lý ảnh truyền thống để tự huấn luyện tập ảnh đầu vào có mức xám thấp, nhờ đó giảm bớt một nửa khối lượng dữ liệu đào tạo.

Bài báo này đề xuất một mô hình mã hóa tự động (auto-encoder [9]) đào tạo trên một tập dữ liệu chứa các cặp hình ảnh có mức tương phản thấp và cao. Những ảnh tối màu có dải mức xám hẹp được sản sinh dựa trên điều chỉnh giảm cường độ sáng và mức bão hòa. Mô hình được thử nghiệm và cho sai số tuyệt đối [11] nhỏ cũng như tỷ lệ tín hiệu trên tạp âm [10] tương đối cao, PSNR tổng thể cỡ 32.5 dB. Kết quả này tốt hơn nếu so sánh với việc xử lý trên biểu đồ tần suất mức xám và một mô hình mạng áp dụng giải pháp kết hợp nêu trên.

## 2. MÔ HÌNH THỬ NGHIỆM VÀ SO SÁNH

### 2.1. Mô hình mạng auto-encoder

Tùy theo ứng dụng cụ thể mà kiến trúc của mô hình mạng huấn luyện sẽ tùy biến khác nhau, nhưng các mô hình học sâu luôn chứa các tầng cơ sở [5] của mạng nơ ron nhân chập. Trong khi mô hình tạo sinh [7, 8] chủ yếu dùng để sản sinh hình ảnh chứa nội dung mới trên cơ sở dữ liệu cho trước và từ khóa gợi ý, thì mô hình mã hóa tự động áp dụng cho các ứng dụng phục chế hay cải thiện ảnh. Điểm tương đồng giữa các mô hình trên là đầu vào và đầu ra của mạng đều nhận và sản sinh dữ liệu ảnh.




*Hình 1. Kiến trúc tổng quan mạng mã hóa tự động.*

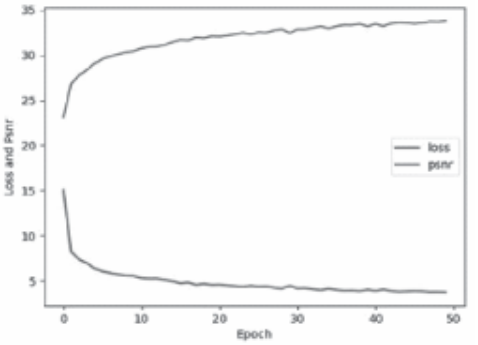
Hình ảnh trong hình 1 cho biểu diễn tổng quan nhưng không hoàn toàn giống cấu trúc của mô hình mạng được thử nghiệm. Thực tế, khối mã hóa chứa 3 tầng convolutional và 3 tầng spooling có trật tự xen kẽ, tương tự thế cho 3 tầng convolutional và 3 tầng upsampling của khối giải mã. Các tầng nhân chập trong mỗi khối này có từ 64 tới 256 ma trận lọc kích thước 3x3, khối lưu trữ dữ liệu thô (giữa khối mã hóa và giải mã) chỉ chứa 32 ma trận lọc. Tới nay, mặc dù đã có nhiều cải tiến cho mạng nhân chập nhưng quá trình huấn luyện của mạng nơ ron nhìn chung luôn đi kèm sai số tính toán. Nhằm loại trừ suy thoái huấn luyện, khối giải mã có thêm những kết nối cần thiết (skip connection [6]) của mạng Resnet. Mô hình cũng điều chỉnh khắc phục overfitting [12] cùng với giải thuật Adam [4] tối ưu độ chính xác.

### 2.2. Thử nghiệm

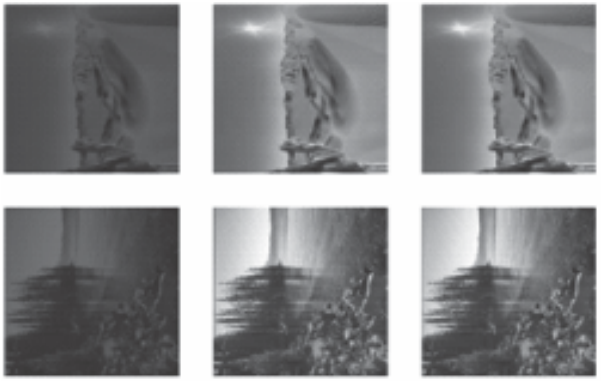
Tập dữ liệu thử nghiệm gồm 12000 cặp ảnh (24 bit màu theo phân giải 192x192, và được lưu trữ theo định dạng không mất dữ liệu) có tương phản thấp và cao tương ứng, có thể tải từ địa chỉ "https://www.kaggle.com/datasets/tuandat/archive". Những hình ảnh có

mức tương phản thấp được sản sinh sau khi suy giảm đồng thời cường độ và mức bão hòa trên hệ màu HSV. Tập dữ liệu được chia thành tập huấn luyện và tập kiểm thử theo tỷ lệ 2:1. Trong đó, tập kiểm thử gồm có dữ liệu kiểm thử xác nhận (validation data) trong quá trình huấn luyện và dữ liệu kiểm thử độc lập (test data) sau huấn luyện, với tỷ lệ 1:3.

Kết quả thử nghiệm cho thấy không nảy sinh vấn đề overfitting vì độ lệch PSNR tổng thể giữa tập huấn luyện và tập kiểm thử xác nhận ít hơn 2.5 dB. Bên cạnh đó, sai số tuyệt đối tổng thể (Loss) trên tập huấn luyện và tập kiểm thử độc lập xấp xỉ nhau. Mặt khác, tiến trình đào tạo cũng không bắt gặp tình huống suy thoái, độ chính xác tỷ lệ thuận với số lượng vòng học. Hình 2 biểu diễn xu hướng của Loss và PSNR trong 50 vòng lặp trên tập huấn luyện.




*Hình 2. Xu hướng tiến trình huấn luyện.*



*Hình 3. Minh họa thử nghiệm dựa trên mạng mã hóa tự động.*

*Bảng 1. Loss và PSNR trên tập huấn luyện và kiểm thử độc lập.*

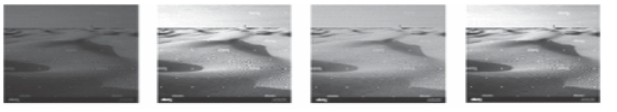
| **Tập huấn luyện** | | **Tập kiểm thử độc lập** | |
|---|---|---|---|
| Loss | PSNR | Loss | PSNR |
| 4.3 | 33.0 | 4.4 | 32.5 |

Ở hình 3, theo các cột từ trái qua phải, lần lượt chứa ảnh màu tối, ảnh sau cải thiện và ảnh có dải mức sáng cao. Theo chỉ số PSNR trên tập này (Bảng 1) tuy không xuất sắc nhưng khá cao. Từ quan sát thực, ảnh được bảo tồn rất tốt các chi tiết và dải mức xám, gần giống ảnh chụp ở điều kiện lý tưởng.

### 2.3. So sánh

Để có đánh giá khách quan về hiệu quả của mạng auto-encoder này, thử nghiệm so sánh mô hình với một giải thuật tương phản tự động cài đặt bởi thư viện lập trình Pillow và một mạng học kết hợp, cùng tiến hành trên tập dữ liệu đã cho.

Giải thuật tương phản tự động thực hiện tính tần suất của các mức xám trong ảnh. Tiếp theo, nó ánh xạ các mức xám trở lại hình ảnh kết quả. Phép ánh xạ cho hình ảnh cần thỏa mãn mục tiêu: những điểm ảnh nổi bật sẽ sáng hơn, còn những điểm ảnh tối màu sẽ tối hơn. Nhằm bảo tồn các chi tiết trong bức ảnh thì giải thuật chuyển đổi từ ảnh màu 24 bit sang ảnh xám 8 bit trước khi tiến hành các biến đổi xử lý ảnh. Kỹ thuật này cho kết quả PSNR rất cao trên hình ảnh suy giảm cường độ sáng hoặc độ bão hòa nhưng lại không cho hiệu quả tối ưu trên tập dữ liệu thử nghiệm độc lập, PSNR xấp xỉ 25.0 dB.



*Hình 4. Minh họa thử nghiệm dựa trên tương phản tự động và mô hình học kết hợp.*

*Bảng 2. PSNR của giải thuật và các mạng học.*

| Tương phản tự động | Mạng học kết hợp | Mạng học Auto-encoder |
|---|---|---|
| 25.0 | 20.0 | 32.5 |

Hướng kết hợp giữa mô hình mạng học và các phép lọc số chỉ tiếp nhận dữ liệu ảnh màu tối có dải mức sáng hẹp. Không tham chiếu tới tập hình ảnh có mức sáng tiêu chuẩn, mạng thực hiện quá trình tự đào tạo để điều chỉnh độ lệch màu tiềm ẩn, độ lệch giữa cường độ xám trung bình của mỗi vùng cục bộ và ngưỡng chọn trước, bảo toàn sự trơn mịn cũng như sự tương phản màu. Do đó, ước lượng tổn thất không dựa theo sai số tuyệt đối. Tiến trình đào tạo trên dữ liệu huấn luyện đã dẫn tới suy thoái sau vài vòng lặp, tổn thất ước lượng không có điều chỉnh đáng kể, kết quả là giá trị PSNR trên tập thử nghiệm độc lập khoảng 20.0 dB.

Trong hình 4, các hình ảnh theo thứ tự gồm có: ảnh màu tối, ảnh cải thiện với tương phản tự động, ảnh cải thiện bằng mạng học kết hợp, và ảnh có tương phản cao. Có thể thấy hình ảnh được tăng cường theo những kỹ thuật này vẫn giữ được chi tiết biên nhưng độ sáng cũng như màu sắc của ảnh cải thiện không giống được ảnh ban đầu có tương phản cao. Cũng từ những thử nghiệm liên quan, nhận thấy mô hình mạng huấn luyện kết hợp cần có phân giải hình ảnh phù hợp và tập tham số như hàm kích hoạt hoặc ma trận lọc số tương ứng với mỗi tập dữ liệu cụ thể.

## 3. KẾT LUẬN

Bài báo đã nêu một mô hình mã hóa tự động và thử nghiệm kết quả tăng cường trên một tập dữ liệu chứa hình ảnh đã suy giảm cường độ và mức bão hòa. Mạng huấn luyện của mô hình cho PSNR không thật xuất sắc nhưng rất ấn tượng và hình ảnh tăng cường được cải thiện rõ rệt. So với kỹ thuật xử lý ảnh số truyền thống cũng như mạng học kết hợp, mô hình cần nhiều dữ liệu huấn luyện và thời gian tính toán nhưng không đòi hỏi hiểu biết sâu đối với đặc trưng màu sắc và có thể thích nghi với nhiều tập dữ liệu đào tạo cải thiện hoặc phục chế ảnh. Hơn nữa, mô hình này còn hỗ trợ được cho các bài toán phát hiện và phân đoạn đối tượng.

**Lời cảm ơn:**

Tác giả gửi lời cảm ơn tới những đồng nghiệp tại Khoa Công nghệ Thông tin và Trường Đại học Hàng hải đã giúp đỡ, góp ý cho nội dung bài báo.❖

Ngày nhận bài: **25/10/2024**
Ngày phản biện: **22/11/2024**

**Tài liệu tham khảo:**

[1]. Fredrik Lundh, "*Secret Labs AB*". Python Imaging Library, 2024.
[2]. Karel Zuiderveld, "*Contrast limited adaptive histogram equalization*". Computer Vision Research Group, Utrecht University, 1994.
[3]. Chunle Guo, Chongyi Li, Jichang Guo, Chen Change Loy, Junhui Hou, Sam Kwong, và Runmin Cong, "*Zero-reference deep curve estimation for low-light image enhancement*". Computer Vision Foundation Open Access, 2020.
[4]. Diederik P. Kingma và Jimmy Lei Ba, "*Adam: a method for stochastic optimization*". International Conference on Learning Representations (ICLR), 2015.
[5]. Jiuxiang Gua, Zhenhua Wang, Jason Kuen, Lianyang Ma, Amir Shahroudy, Bing Shuai, Ting Liu, Xingxing Wang, Li Wang, Gang Wang, Jianfei Cai và Tsuhan Chen, "*Recent advances in convolutional neural networks*". Nanyang University, 2017.
[6]. Kaiming He, Xiangyu Zhang, Shaoqing Ren và Jian Sun, "*Identity mappings in deep residual networks*". European Conference on Computer Vision, 2016.
[7]. Mehdi Mirza và Simon Osindero, "*Conditional generative adversarial nets*". https://arxiv.org/pdf/1411.1784, 2014.
[8]. Alec Radford, Luke Metz, và Soumith Chintala, "*Unsupervised representation learning with deep convolutional generative adversarial networks*". ICLR, 2016.
[9]. Umberto Michelucci, "*An introduction to autoencoders*". https://arxiv.org/pdf/2201.03898, 2022.
[10]. Umme Sara, Morium Akter, và Mohammad Shorif Uddin, "*Image quality assessment through FSIM, SSIM, MSE and PSNR - A comparative study*". Journal of Computer and Communications, Vol. 7, No. 3, 2019.
[11]. Jun Qi, Jun Du, Sabato Marco Siniscalchi, Xiaoli Ma, và Chin-Hui Lee, "*On mean absolute error for deep neural network based vector-to-vector regression*". IEEE Signal Processing Letters, Vol. 27, pp. 1485-1489, 2020.
[12]. Xue Ying, "*An Overview of Overfitting and its Solutions*". Journal of Physics: Conference Series, 2019.

# NGHIÊN CỨU, THIẾT KẾ HỆ THỐNG TỰ ĐỘNG TẮT MÁY LẠNH TRONG TRƯỜNG HỢP KHÔNG CÓ NGƯỜI TRONG KHÔNG GIAN ĐIỀU HÒA

RESEARCH AND DESIGN OF A SYSTEM TO AUTOMATICALLY TURN OFF THE AIR CONDITIONER IN CASE THERE IS NO ONE IN THE CONDITIONED SPACE

**Phan Đình Kiệt, Nguyễn Thế Bảo**
Trường Đại học Bách Khoa, Đại học Quốc gia Thành phố Hồ Chí Minh

**TÓM TẮT**

*Hệ thống tự động tắt máy lạnh dựa trên cảm biến $CO_2$ và cảm biến chuyển động nhằm phát triển một giải pháp tiết kiệm năng lượng cho không gian điều hòa. Hệ thống này sử dụng cảm biến $CO_2$ và cảm biến chuyển động để xác định sự hiện diện của người trong phòng. Nếu không có chuyển động trong một thời gian dài và chỉ số $CO_2$ dưới ngưỡng cho phép, hệ thống sẽ tự động ngắt máy lạnh, tránh lãng phí điện khi phòng trống. Giải pháp này không chỉ giúp giảm chi phí năng lượng mà còn góp phần bảo vệ môi trường.*

**Từ khóa:** *Hệ thống tự ngắt máy lạnh; Giải pháp giảm thiểu năng lượng cho điều hòa; Cảm biến $CO_2$ MH-Z19C; Cảm biến chuyển động PIR HC-SR501.*

**ABSTRACT**

*Automated Air Conditioner Shut-Off System Based on $CO_2$ and Motion Sensors aims to develop an energy-saving solution for air-conditioned spaces. This system uses a $CO_2$ sensor and a motion sensor to detect the presence of people in the room. If no motion is detected for an extended period and the $CO_2$ level falls below a set threshold, the system automatically turns off the air conditioner, preventing unnecessary energy use when the room is empty. This solution not only helps reduce energy costs but also contributes to environmental protection.*

**Keywords:** *Automatic air conditioner shut-off system; An energy-saving solution for air conditioning; $CO_2$ sensor MH-Z19C; PIR motion sensor HC-SR501.*

## 1. ĐẶT VẤN ĐỀ

Trong bối cảnh công nghệ phát triển mạnh mẽ, nhu cầu về các giải pháp tiết kiệm năng lượng và giảm chi phí sinh hoạt ngày càng trở nên quan trọng, đặc biệt trong các gia đình, văn phòng, và không gian công cộng. Máy lạnh (điều hòa không khí) là một thiết bị tiêu thụ nhiều điện năng nhất trong một tòa nhà [1]. Tuy nhiên, việc quên tắt máy lạnh khi không có người trong phòng là tình trạng phổ biến, gây ra sự lãng phí điện năng nghiêm trọng. ☞

Hệ thống "tắt máy lạnh tự động khi không có người trong không gian điều hòa" được xây dựng dựa trên việc ứng dụng cảm biến chuyển động và cảm biến nồng độ $CO_2$ cho phép thiết bị tự động nhận biết thực tế đang có hoặc không có người trong không gian điều hòa và tự động tắt máy lạnh.

## 2. PHƯƠNG PHÁP NGHIÊN CỨU

### 2.1. Lý thuyết

Hệ thống tự động tắt máy lạnh khi không có người được thiết kế để tối ưu hóa việc sử dụng máy lạnh trong phòng, bao gồm các thành phần chính là cảm biến chuyển động (PIR), cảm biến $CO_2$, vi điều khiển và relay để điều khiển nguồn máy lạnh. Mục tiêu là tiết kiệm năng lượng bằng cách tắt máy lạnh khi không có người và đảm bảo máy lạnh vẫn hoạt động khi có người trong phòng, ngay cả khi họ không di chuyển, ví dụ như trong trường hợp khi đang ngủ.

Cảm biến PIR sẽ phát hiện chuyển động trong phòng. Khi có chuyển động, cảm biến gửi tín hiệu đến Arduino để xác nhận có người và duy trì trạng thái bật cho máy lạnh. Nếu không phát hiện chuyển động trong một khoảng thời gian nhất định (ví dụ, 10 phút), hệ thống sẽ kiểm tra nồng độ $CO_2$. Cảm biến $CO_2$ sẽ đo nồng độ khí $CO_2$ trong không khí. Nếu nồng độ $CO_2$ vượt một ngưỡng nhất định (thường từ 400-1000 ppm khi có người, dựa trên giá trị thực tế đo được), hệ thống xác định vẫn có người trong phòng và giữ máy lạnh hoạt động. Nếu cả hai cảm biến không phát hiện có người trong phòng (không có chuyển động và nồng độ $CO_2$ dưới ngưỡng), Arduino sẽ gửi lệnh tắt máy lạnh.

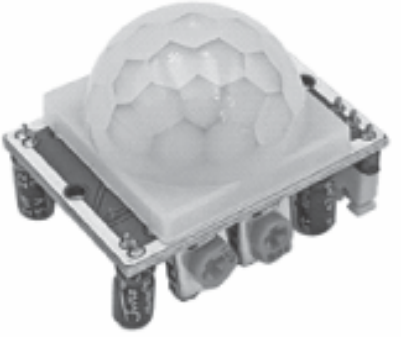
*Hình 1. Sơ đồ nguyên lý cơ bản*

Arduino sẽ đóng vai trò điều khiển, nhận tín hiệu từ cả hai cảm biến và xử lý điều kiện để điều khiển Relay (hoặc thiết bị điều khiển khác) kết nối với máy lạnh, thực hiện việc bật hoặc tắt máy lạnh dựa trên đầu vào từ các cảm biến.

### 2.2. Thực nghiệm

#### *2.2.1. Lựa chọn thiết bị*

Để thiết kế cho hệ thống này, ngoài việc chọn vi xử lý thì việc phải sử dụng cảm biến để phát hiện sự hiện diện của con người trong khu vực điều hòa là tất yếu. Để làm được điều này, ta chọn cảm biến chuyển động HC-SR501 với các tiêu chí như dễ dàng tìm kiếm, hoạt động đơn giản, giá cả phù hợp với hệ thống chỉ cần báo cáo có trạng thái chuyển động và tương thích với vi điều khiển được lựa chọn.

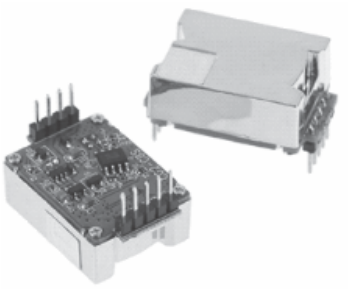


*Hình 2. Cảm biến HC-SR501*

Tuy nhiên, cảm biến chuyển động này có nhược điểm chỉ phát hiện được chuyển động mà không trực tiếp phát hiện sự hiện diện của con người, do đó trong trường hợp có người nhưng không có chuyển động trong một thời gian (như lúc ngủ vào buổi tối) thì cảm biến này sẽ không còn hữu dụng.

Để khắc phục nhược điểm này, ta chọn thêm cho hệ thống cảm biến đo nồng độ $CO_2$

MH-Z19C. Con người thải ra khoảng 900g (hoặc 0.9kg) $CO_2$ mỗi ngày thông qua quá trình thở. Cụ thể, mỗi lần thở ra, không khí thải chứa khoảng 4.6-5.9% $CO_2$ so với khoảng 0.038% trong không khí mà chúng ta hít vào. Đây là ước tính trung bình cho một người trưởng thành không hoạt động mạnh [2].

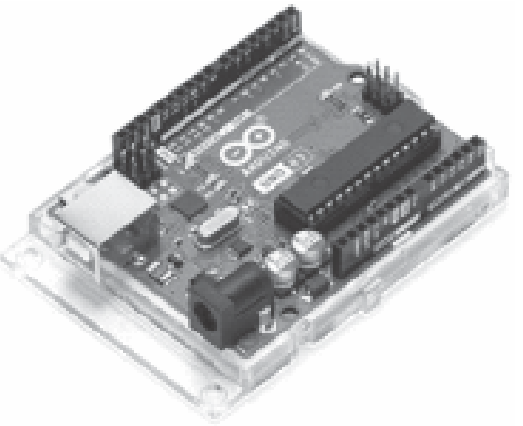


*Hình 3. Cảm biến MH-Z19C*

*Bảng 1. Thông số cảm biến nồng độ $CO_2$ MH-Z19C [3].*

| Model | MH-Z19C |
|---|---|
| Khí phát hiện | $CO_2$ |
| Điện áp hoạt động | 5.0 ± 0.1V DC |
| Dòng điện trung bình | < 40mA (@ nguồn cấp 5V) |
| Dòng điện cực đại | 125mA (@ nguồn cấp 5V) |
| Mức giao diện | 3.3V (tương thích với 5V) |
| Phạm vi phát hiện | 400 ~ 5000 ppm (tùy chọn) |
| Tín hiệu đầu ra | Serial Port (UART) (mức TTL 3.3V) |
| PWM | Có |
| Thời gian khởi động | 1 phút |
| Thời gian phản hồi | T90 < 120 giây |
| Nhiệt độ làm việc | -10 ~ 50 °C |
| Độ ẩm làm việc | 0 ~ 95% RH (không ngưng tụ) |
| Trọng lượng | 5g |
| Tuổi thọ | > 5 năm |

Chọn vi xử lý là Arduino Uno R3 và Relay JQC- 3FF- S -Z kèm điện trở 10k và diode 1N4007. Ngoài ra, hệ thống còn có led báo hiệu khi có người trong không gian điều hòa.



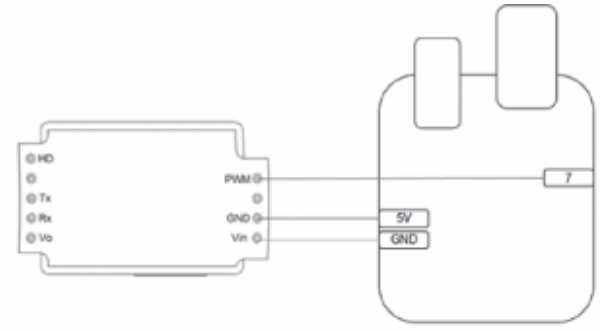
*Hình 4. Arduino Uno R3*

*Hình 5. Relay JQC- 3FF- S -Z*

### *2.2.2. Thiết kế sơ đồ lắp đặt*

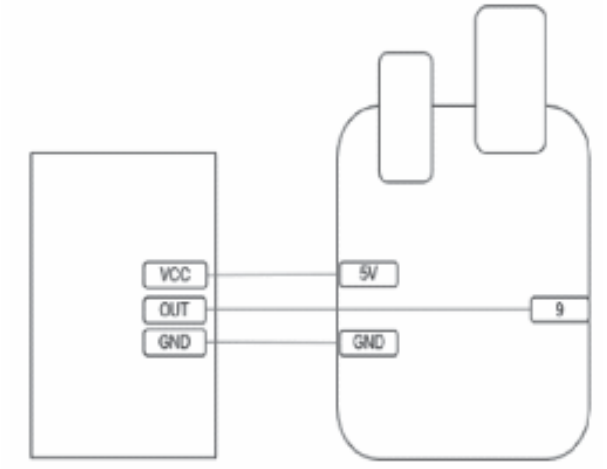
Dựa trên catalogue của từng thiết bị [3], [4], [5], ta thiết kế được sơ đồ lắp đặt cho các thiết bị đã lựa chọn.

Kết nối cảm biến $CO_2$ MH - Z19C: chân PWM kết nối với chân số 7 trên Arduino (sử dụng chân này để truyền tín hiệu). Chân Vin và chân GND kết nối với chân 5V và GND trên Arduino. ☞



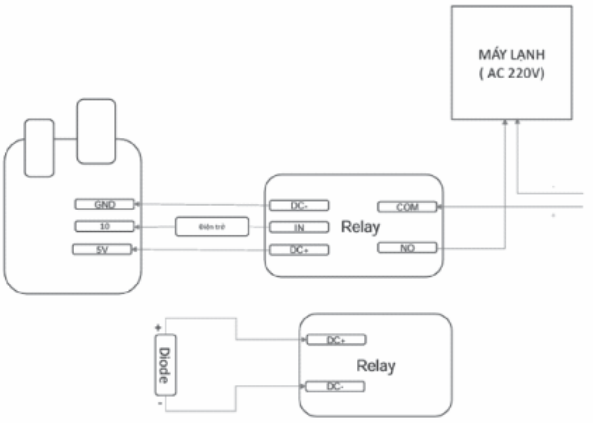

*Hình 6. Sơ đồ kết nối cảm biến $CO_2$*

Kết nối cảm biến chuyển động HC-SR501: Chân VCC và chân GND kết nối chân 5V và chân GND trên Arduino. Kết nối chân tín hiệu với chân số 9 của vi xử lý.




*Hình 7. Sơ đồ kết nối cảm biến chuyển động HC-SR501*

Kết nối Relay, diode và điện trở 10k vào vi xử lý Arduino: Chân DC+ và DC- của Relay được nối với chân 5V và GND của Arduino, đồng thời hai chân này cũng kết nối với 1 diode 1N4007. Chân In của Relay sẽ kết nối với một điện trở 10K và kết nối tới chân số 10 của Arduino. Chân COM của rơ-le nối với một trong hai dây cấp nguồn cho máy lạnh (thường là dây nóng hoặc dây lửa). Chân NO nối với đầu còn lại của dây dẫn đến máy lạnh.




*Hình 8. Sơ đồ kết nối Relay*

Led 5mm được kết nối điện trở 220R và kết nối với chân 13 của Arduino.

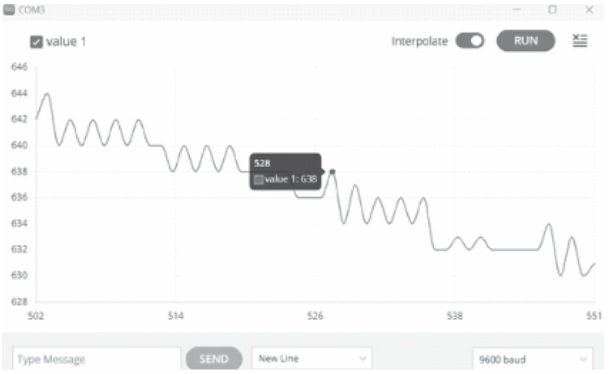
### *2.2.3. Hiệu chỉnh cảm biến $CO_2$ và viết code cho vi xử lý*

Cảm biến $CO_2$ dễ bị ảnh hưởng bởi các yếu tố của môi trường. Hiệu chỉnh cho phép nó đo chính xác nồng độ $CO_2$ trong môi trường thực tế mà nó sẽ được sử dụng. Sau khi kết nối cảm biến, để cảm biến hoạt động trong 20 phút để cảm biến đo nồng độ ổn định. Để kiểm tra lựa chọn thông số nồng độ $CO_2$ tối thiểu khi có người, ta cho cảm biến chạy trong các trường hợp có người và không có người trong không gian điều hòa.

*Hình 9. Hình ảnh kiểm tra nồng độ $CO_2$ ở ngoài trời*


ISSN 2615 - 9910 (bản in), ISSN 2815 - 5505 (online)
**TẠP CHÍ CƠ KHÍ VIỆT NAM**, Số 323, tháng 12 năm 2024
**cokhivietnam.vn / tapchicokhi.com.vn**

Kết quả cho thấy nồng độ $CO_2$ ở mức không có người, không gian thoáng dao động dưới mức 400ppm. Mức này là phù hợp với các nghiên cứu khi chỉ ra mức ppm trong môi trường ngoài nhà là từ 350 đến 450ppm [7].




*Hình 10. Nồng độ $CO_2$ trong phòng kín khi có 2 người*

Kết quả kiểm tra cho thấy nồng độ $CO_2$ trong phòng kín 12m$^2$ khi có 1 người dao động từ 600-650 ppm. Kết quả kiểm tra này là phù hợp với không gian sinh hoạt bình thường của con người [6], do đó chứng minh được cảm biến đang hoạt động ổn định.

*Bảng 2. Bảng giá trị thông số cảm biến $CO_2$ trích từ nhà sản xuất [3]*

| **Ví dụ lấy $CO_2$ trong khoảng** | **400~2000ppm** |
|---|---|
| Dải đầu ra $CO_2$ | 400~2000ppm |
| Chu kỳ | 1004ms ±5% |
| Xung cao ở đầu chu kỳ | 2ms (giá trị lý thuyết) |
| Giữa chu kỳ | 1000ms ±5% |
| Xung thấp ở cuối chu kỳ | 2ms (giá trị lý thuyết) |

Công thức:

$$C_{ppm} = 2000 \times \frac{(TH - 2ms)}{(TH + TL - 4ms)} \quad [3]$$

$C_{ppm}$: ($CO_2$ concentration could be calculated by PWM output)

Nồng độ $CO_2$ được tính bằng đầu ra PWM.

TH: (High level output time during cycle) Thời gian mức cao trong chu kỳ.

TL: (Low level output time during cycle) Thời gian mức thấp trong chu kỳ.

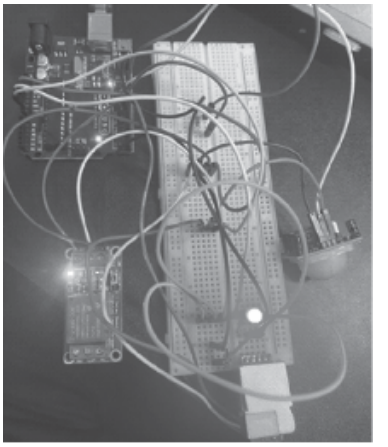
***Viết code cho hệ thống:**

Để chính xác nhất cho thời gian chờ từ lúc cảm biến chuyển động phát hiện có chuyển động lần cuối tới lúc tắt Relay là 10 phút, ở đây ta kiểm tra nhanh bằng cách đổi thời gian chờ thành 10 giây. Dựa trên phân tích nồng độ $CO_2$ ở trên, ta lấy giá trị 600ppm là mức thấp nhất phát hiện có người.

Nếu cảm biến chuyển động phát hiện trong 10 giây không có chuyển động, Arduino sẽ kiểm tra cảm biến nồng độ $CO_2$ trong không gian điều hòa. Nếu giá trị ppm đọc được dưới 600ppm thì tắt máy lạnh và đèn led tắt.

Từ những ý tưởng đó, ta viết được code cho hệ thống.

## 3. KẾT QUẢ VÀ THẢO LUẬN

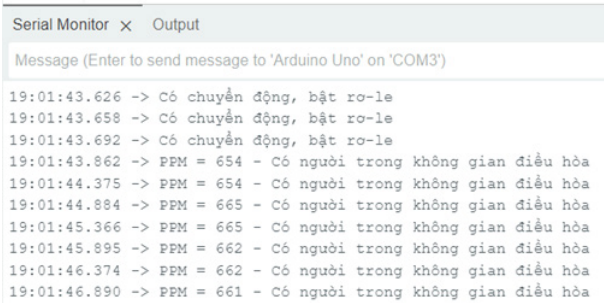


*Hình 11. Kết nối cảm biến và Arduino*

Sử dụng BreakBoard để tăng số lượng chân cắm 5V và GND của Arduino. Kết nối cảm biến vào vi xử lý theo mô hình lý thuyết ở trên.

Kết quả thực nghiệm cho thấy khi có chuyển động mặc định là máy lạnh sẽ được mở mà không cần đến kết quả từ cảm biến $CO_2$. Trên màn hình sẽ xuất hiện các thông báo "Có chuyển động" và hệ thống sẽ giữ cho Relay mở, máy lạnh vẫn duy trì trạng thái hoạt động.

Khi có người trong không gian điều hòa (căn phòng đang lấy ví dụ với diện tích khoảng 12m$^2$ và có 2 người trong không gian điều hòa). Nồng độ $CO_2$ sẽ phụ thuộc vào không gian và mật độ người trong phòng. Khi không có chuyển động nhưng chỉ số ppm từ cảm biến $CO_2$ vẫn ở mức cao > 600 thì Relay vẫn được mở. Sau một khoảng thời gian không có chuyển động và chỉ số ppm < 600 thì Relay tắt. Relay sẽ tự động được bật lại sau khi có người nhưng máy lạnh vẫn giữ trạng thái tắt.




*Hình 12. Hình ảnh kết quả khi có người trong không gian điều hòa*

## 4. KẾT LUẬN

Dự án hệ thống tắt máy lạnh tự động đã cung cấp một giải pháp hiệu quả để tiết kiệm năng lượng trong không gian điều hòa. Bằng cách kết hợp cảm biến $CO_2$ MH-Z19C và cảm biến chuyển động PIR HC-SR501, hệ thống có thể xác định chính xác sự hiện diện của con người trong phòng. Khi không có chuyển động hoặc nồng độ $CO_2$ dưới ngưỡng quy định, máy lạnh sẽ được tắt tự động, giảm lãng phí điện năng. Hệ thống không chỉ giúp tiết kiệm chi phí mà còn góp phần bảo vệ môi trường bằng cách giảm lượng khí thải carbon. Đây là một giải pháp thông minh và thực tế để áp dụng vào các hộ gia đình và doanh nghiệp hiện nay, đặc biệt là các không gian văn phòng hoặc phòng họp nơi mà rất dễ quên tắt máy lạnh.❖

Ngày nhận bài: **18/11/2024**
Ngày phản biện: **06/12/2024**

**Tài liệu tham khảo:**

[1]. Điều hòa là thiết bị tiêu thụ điện nhiều nhất trong gia đình, https://vnexpress.net/dieu-hoa-la-thiet-bi-tieu-thu-dien-nhieu-nhat-trong-gia-dinh-3928638.html
[2]. Release of carbon dioxide by individual humans,https://www.globe.gov/explore-science/scientists-blog/archived-posts/sciblog/2008/08/11/release-of-carbon-dioxide-by-individual-humans/comment-page-1/index.html
[3]. Infrared $CO_2$ Sensor Module (Model: MH-Z19C) MH-Z19C datasheet (1/7 Pages) WINSEN | Infrared $CO_2$ Sensor Module.
[4]. Catalogue của Arduino Uno R3, https://docs.arduino.cc/resources/datasheets/A000066-datasheet.pdf
[5]. Catalogue của cảm biến chuyển động HC-SR501,https://www.mpja.com/download/31227sc.pdf
[6]. Acceptable Levels of $CO_2$ in Your Home: What Is Safe? https://youriaq.com/acceptable-levels-of-co$_2$-in-home/
[7]. Residential indoor air quality guidelines: Carbon dioxide, https://www.canada.ca/en/health-canada/services/publications/healthy-living/residential-indoor-air-quality-guidelines-carbon-dioxide.html

# ỨNG DỤNG CFD NGHIÊN CỨU DÒNG KHÍ QUA BỘ TURBINE CỦA ĐỘNG CƠ XĂNG TĂNG ÁP

APPLICATION OF CFD STUDYING GAS FLOW THROUGH THE TURBINE OF THE GASOLINE ENGINE WHEN THE TURBOCHARGER

**Đỗ Duy Hà**
Viện Cơ khí Động lực, Trường Đại học Công nghệ Giao thông Vận tải

**TÓM TẮT**

*Tăng áp ngày càng đóng một vai trò quan trọng trong sự phát triển của động cơ xăng. Động cơ xăng EcoBoost trang bị bộ Turbocharger đã mang lại hiệu quả giúp công suất của động cơ tăng trong khi thể tích động cơ không thay đổi. Khi xe hoạt động trong thành phố, động cơ với dung tích nhỏ sẽ giúp tiết kiệm nhiên liệu và giảm khí thải. Khi xe hoạt động trên đường cao tốc, hệ thống tăng áp hoạt động giúp động cơ hoạt động như với động cơ có dung tích xylanh lớn. Đối với tính toán thiết kế bộ Turbocharger, nếu biết được quá trình vận động của dòng khí sẽ giúp tối ưu về kết cấu, giảm bớt các tổn thất mà vẫn đảm bảo điều kiện hoạt động của hệ thống tăng áp. Trong nghiên cứu này, tác giả sử dụng modul CFD Fluent trong phần mềm Ansys để nghiên cứu về vận động của dòng khí qua Turbine lắp trên động cơ xăng dung tích 1,4 lít. Kết quả nghiên cứu thể hiện về vận tốc dòng khí xả, trường nhiệt độ và áp suất trong bộ Turbine.*

**Từ khoá:** *Động cơ xăng; Turbine; CFD Fluent; Tiêu thụ nhiên liệu.*

**ABSTRACT**

*Turbocharging is playing an increasingly vital role in the development of gasoline engines. The EcoBoost petrol engine equipped with a Turbocharger has brought the efficiency to help the engine's capacity increase while the engine volume does not change. When the car operates in a small engine city, it will save fuel and reduce emissions. When the vehicle operates on the highway, the turbocharged system works to help the engine operate like a large-cylinder engine. For design calculations of the Turbocharger, if you know the movement of the airflow, it will help optimize the structure and reduce the losses while ensuring the operating conditions of the Turbocharger. In this study, the author uses the CFD Fluent module in Ansys software to study the movement of the gas flow through the turbine mounted on a 1.4-liter petrol engine. The research results show the turbine's exhaust, temperature, and pressure field velocity.*

**Keywords:** *Gasoline engine; Turbine; CFD Fluent; Fuel consumption.*

## 1. ĐẶT VẤN ĐỀ

Một trong những giải pháp tiết kiệm năng lượng và bảo vệ môi trường là nâng cao hiệu quả sử dụng động cơ đốt trong trên phương tiện giao thông bằng tăng áp cho động cơ [1]. Động cơ xăng khi tăng áp sẽ giảm kích thước nhưng vẫn hoạt động như động cơ có công suất lớn. Trong những năm gần đây, một số nhà sản xuất ô tô đã giới thiệu động cơ xăng tăng áp 1,4 lít đến 1,6 lít [2, 3]. Hiệu suất của những động cơ tăng áp này tương tự như của động cơ dung tích 2,0 lít. Mức tiêu thụ nhiên liệu giảm hơn 10% [4].

Trong bài báo này, tác giả đi vào nghiên cứu sử dụng modul CFD Fluent trong phần mềm Ansys để nghiên cứu về vận động của dòng khí qua Turbine lắp trên động cơ xăng dung tích 1,4 lít. Kết quả nghiên cứu thể hiện về vận tốc dòng khí, trường nhiệt độ và áp suất trong bộ Turbine.

## 2. THÔNG SỐ TURBINE CHO TÍNH TOÁN

Trong nghiên cứu này, bộ tăng áp ứng dụng cho động cơ xăng được nghiên cứu cho động cơ xăng 4 kỳ tăng áp 4 xy-lanh thẳng hàng 1,4 lít hoạt động từ 880 đến 6000 vòng/phút. Turbine được thiết kế để phù hợp với động cơ xăng 1,4 lít và với hệ số tăng áp là 1,5. Khí thải sau khi ra khỏi động cơ được gom lại mà đưa vào Turbine, Turbine được thiết kế để có thể mở hoàn toàn ở tốc độ động cơ 6000 vòng/phút. Bảng 1 cho thấy các thông số thiết kế chính của Turbine.

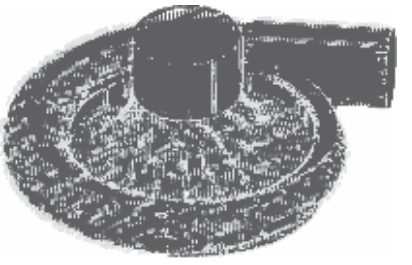
*Bảng 1. Các thông số thiết kế Turbine.*

| Tên gọi | Giá trị | Đơn vị |
|---|---|---|
| Số vòng quay Turbine | 87000 | vòng/phút |
| Nhiệt độ đầu vào Turbine | 1250 | °K |
| Nhiệt độ đầu ra Turbine | 1226 | °K |
| Áp suất đầu vào Turbine | 0,161 | Mpa |
| Áp suất đầu ra Turbine | 0,146 | Mpa |
| Vận tốc dòng khí đầu vào Turbine | 196,9 | m/s |
| Vận tốc dòng khí đầu ra Turbine | 156,3 | m/s |
| Số lượng cánh Turbine | 12 | - |
| Đường kính ngoài của miệng vào Turbine | 61,58 | mm |
| Đường kính trung bình của miệng ra Turbine | 27,78 | mm |

## 3. KẾT QUẢ VÀ THẢO LUẬN

### 3.1. Chia lưới khi tính toán động lực học (CFD)

Sau khi nhập mô hình vào phần mềm CFD Fluent, tác giả tiến hành chia lưới cho tính toán; lưới dạng lục diện được chọn để tính toán cho Turbine như thể hiện trong Hình 1. Trong nghiên cứu này, các tác giả sử dụng chia lưới là 500000 ô, thể tích một ô lưới là $2{,}779\times10^{-8}m^3$, 289245 nút, 1586290 phần tử.



*Hình 1. Các tế bào khí thải và các tế bào chia lưới.*

### 3.2. Phân tích động học dòng khí chuyển động qua Turbine

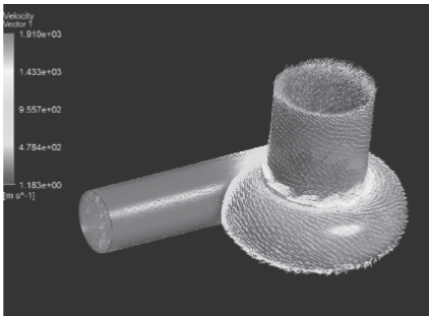
Mô phỏng các thông số tốc độ dòng khí, áp suất, nhiệt độ trên các cánh của Turbine được tính toán tại tốc


ISSN 2615 - 9910 (bản in), ISSN 2815 - 5505 (online)
**TẠP CHÍ CƠ KHÍ VIỆT NAM**, Số 323, tháng 12 năm 2024
**cokhivietnam.vn / tapchicokhi.com.vn**

độ 6000 vg/phút và 100% tải của động cơ. Kết quả của tính toán CFD sẽ được phân tích như sau:

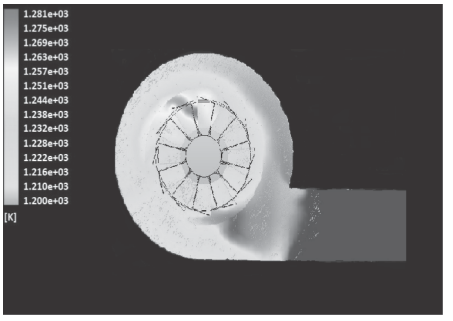
**- Mô phỏng vận tốc:**

Kết quả về vận tốc dòng khí thải trong Turbine được thể hiện như trên Hình 2, vận tốc của dòng khí ở phía dưới Turbine bị chậm lại và hình thành chuyển động xoáy trong Turbine. Vận tốc dòng khí biến thiên từ 1,183 m/s và có những vị trí có thể đạt 1910 m/s.




*Hình 2. Mô phỏng hướng dòng khí thải di chuyển.*

**- Mô phỏng nhiệt độ:**




*Hình 3. Mô phỏng nhiệt độ không khí.*

Đối với tốc độ quay của Turbine là 87000 vòng/phút, nhiệt độ đầu vào Turbine 1250 °K. Sự phân bố nhiệt độ trong bộ Turbine có thể được nhìn thấy như trên Hình 3 với sự biến thiên nhiệt độ từ 1220 °K đến 1281 °K, dòng không khí thải bị giãn nở trong Turbine khiến nhiệt độ đầu ra của Turbine là 1226 °K.

**- Mô phỏng áp suất:**

*Hình 4. Đường phân bố áp suất trong Turbine.*

Trên Hình 4 cho thấy áp suất khí thải ở đầu vào của cánh Turbine là 0,161 Mpa và ở đầu ra của Turbine là 0,146 Mpa. Việc chuyển đổi động năng quay thành áp suất đã tạo ra một lượng khí bị nén có áp suất lớn nhất trong Turbine là 0,181 Mpa.

## 4. KẾT LUẬN

Kết quả nghiên cứu cho thấy việc sử dụng động học chất lỏng tính toán (CFD Fluent) đã giúp hiểu rõ hơn về chuyển động của dòng chảy qua Turbine của động cơ cơ tăng áp. Khi xét vận tốc, nhiệt độ, áp suất dòng khí thải qua Turbine, ta có thể đánh giá được mật độ dòng khí, giá trị tại các vị trí trong Turbine.❖

Ngày nhận bài: **14/10/2024**
Ngày phản biện: **05/11/2024**

**Tài liệu tham khảo:**

[1]. Leduc P, Dubar B, Ranini A, 2023. "*Downsizing of gasoline engine: An efficient way to reduce $CO_2$ emissions*". Oil & Gas Science and Technology, 58, 115-127.

[2]. Kasseris E P, Heywood J B, 2007. "*Comparative analysis of automotive powertrain choices for the next 25 years*". SAE Technical Paper, 116(5), 626-647.

[3]. Petitjean, D., Bernardini, L., Middlemass, C., and Shahed, S., 2004. "*Advanced gasoline engine turbocharging technology for fuel economy improvements*". SAE Technical Paper, 2004-01-0988.

[4]. Lake, T., Stokes, J., Murphy, R., Osborne, R. et al., 2004. "*Turbocharging concepts for downsized DI gasoline engines*". SAE Technical Paper, 2004-01-0036.

# XE ĐIỆN, Ô TÔ ĐIỆN VÀ VỊ THẾ TRONG TƯƠNG LAI

ELECTRIC VEHICLES, ELECTRIC CARS AND POSITION IN THE FUTURE

**Phạm Thế Hùng, Trần Công Thức, Nguyễn Ngọc Hiển,**
**Nguyễn Trung Kiên, Phạm Sỹ Liên**
Trường Đại học Thái Bình

**TÓM TẮT**

*Bài báo này trình bày tổng quan về lịch sử quá trình chuyển đổi từ xe chạy xăng sang xe điện, để thấy được xu hướng phát triển xe điện trong tương lai là tất yếu. Tiếp theo, những vấn đề về ảnh hưởng do ô tô tới môi trường được phân tích, từ đó thấy được tầm quan trọng của xe điện - những phương tiện đáp ứng được yêu cầu về chất lượng khí thải. Bên cạnh đó, nghiên cứu cho thấy xe điện phát triển giúp cho nhân loại giảm phụ thuộc vào dầu mỏ. Sơ đồ nguyên lý chung và kết cấu của xe điện được đề cập trong nghiên cứu cho thấy ưu điểm và xu hướng phát triển mạnh mẽ trong tương lai của xe điện.*

**Từ khóa:** *Xu hướng xe điện; Xe điện; Ô tô điện; An toàn môi trường.*

**ABSTRACT**

*This article provides an overview of the history of the transition from gasoline-powered cars to electric vehicles, highlighting the inevitable trend of electric vehicle development in the future. It then analyzes the environmental impacts of automobiles, emphasizing the importance of electric vehicles as they meet emission standards. Furthermore, the study shows that the advancement of electric vehicles will help humanity reduce its dependence on oil. The general schematic and structure of electric vehicles are also discussed, demonstrating their advantages and the strong development potential of electric vehicles in the future.*

**Keywords:** *Vehicles Trend; Electric Vehicles; Electric Cars; Environmental Safety.*

## 1. TỔNG QUAN

Thực tế ô tô điện trên thế giới đã xuất hiện rất nhiều năm trước, chiếc xe chạy điện đầu tiên xuất hiện năm 1880 được James Starley (người Anh) đã thiết kế chiếc xe chạy điện ba bánh đầu tiên. Tuy nhiên, đến năm 1884 chiếc ô tô điện đầu tiên được ra đời, do nhà phát minh Thomas Parker ở Anh. Sau đó, Anh và Pháp là hai quốc gia đầu tiên ủng hộ việc sử dụng xe điện cho giao thông [1].

Chiếc xe điện đầu tiên tại Mỹ được chế tạo vào những năm 1890 do nhà chế tạo William Morrison, chiếc xe đầu tiên này có thể di chuyển được với vận tốc 23 km/h [1].

Vào thập niên 1900, xe điện là trào lưu, xu thế nhờ những đặc điểm lợi thế như: không gây tiếng ồn, không tạo ra khói bụi, không cần quay tay để khởi động, không rung lắc, hơn nữa thời điểm đó xe xăng chưa có tốc độ cao.

Nhưng ngay sau thời điểm đó, ngành ô tô điện có bước thoái trào theo nhu cầu sử dụng chưa cao, cùng sự phát triển mạnh mẽ của ngành công nghiệp ô tô sử dụng xăng. Chẳng hạn như năm 1908, hãng Ford sản xuất hàng loạt model T, hoặc một ví dụ khác như nhà phát minh Charles Kettering giới thiệu bộ khởi động mới giúp loại bỏ việc người sử dụng ô tô phải quay tay để khởi động.

Mặt khác giá thành ô tô điện lúc đó cũng là một điều đáng nói, năm 1910 giá của một chiếc ô tô điện bình quân khoảng 1800 USD, trong khi đó một chiếc xe chạy xăng giá bình quân vào khoảng 600 USD. Với sự chênh lệch giá như vậy nên những chiếc ô tô điện chủ yếu được sử dụng bởi những gia đình có thu nhập cao.

Từ năm 1920, ngành công nghiệp khai thác hóa dầu phát triển giúp cho giá nhiên liệu xăng, dầu rẻ đi rất nhiều. Bên cạnh đó, cơ sở hạ tầng giao thông được phát triển mạnh mẽ. Do đó, xe chạy xăng hoặc chạy dầu cũng được ưa chuộng nhiều hơn. Đến những năm 1930, xe chạy nhiên liệu hóa thạch bùng nổ, trong khi ô tô điện gần như mất hoàn toàn thị phần.

Như vậy, ô tô điện đã được nghiên cứu và phát triển sớm bởi nhiều nhà khoa học trên thế giới. Tuy nhiên, khi lưu hành trong thực tế vẫn còn nhiều hạn chế cần được cải tiến như tốc độ, thời gian sử dụng pin, phạm vi hoạt động. Hơn nữa, giá thành so với xe sử dụng nhiên liệu hóa thạch cũng là vấn đề được quan tâm. Những năm gần đây, khoa học công nghệ ngày càng phát triển, một số nhược điểm của xe điện đã được khắc phục. Do đó, cách nhìn nhận về xe điện của người dùng, ô tô điện có nhiều thiện cảm hơn bởi những lợi ích nó đem lại trong quá trình khai thác, sử dụng trong tương lai.

## 2. NHỮNG LỢI ÍCH VÀ YÊU CẦU KINH TẾ, KỸ THUẬT KHI SỬ DỤNG XE ĐIỆN, Ô TÔ ĐIỆN

### 2.1. Xe điện thường gắn liền với các lợi ích về môi trường

Ngày nay, trên toàn thế giới đang có nhiều lo ngại về ô nhiễm từ các phương tiện giao thông sử dụng nhiên liệu hóa thạch, ô nhiễm đó đến từ khí thải ra như carbon dioxide ($CO_2$), carbon monoxide (CO), nitrogen oxides (NOx), và hydrocarbon. Trong khi, khí $CO_2$ là nguyên nhân chính gây ra biến đổi khí hậu trên toàn cầu [2].

Việc sử dụng xe điện giúp giảm phát thải khí nhà kính và ô nhiễm không khí trong đô thị, cải thiện chất lượng không gian sống. Nhờ sử dụng động cơ điện, xe điện vận hành êm dịu, không gây tiếng ồn. Đây được coi là một giải pháp hữu hiệu để làm sạch chất lượng không khí, giảm ô nhiễm tiếng ồn, cải thiện chất lượng cuộc sống và sức khỏe của con người.

### 2.2. Tiết kiệm năng lượng và giảm phát thải carbon tổng thể

Thay thế xe sử dụng động cơ đốt trong bằng xe điện giúp tiết kiệm năng lượng, cụ thể sử dụng hiệu quả điện từ hệ thống điện lưới quốc gia giúp tiết kiệm khối lượng lớn xăng dầu hàng ngày. Hiện nay, có nhiều nhà máy điện hiện đại với công suất cao thân thiện với môi trường như là thủy điện, điện gió, điện năng lượng mặt trời, điện hạt nhân. Các nguồn ☞

năng lượng này làm giảm lượng khí thải carbon cho môi trường.

Sử dụng xe điện có thể nâng cao an ninh năng lượng bằng cách giảm sự phụ thuộc vào dầu mỏ nhập khẩu. Nó khuyến khích sử dụng năng lượng tái tạo, làm tăng nguồn cung năng lượng nội địa và giảm rủi ro từ biến động giá dầu. Tuy nhiên, cần phát triển hạ tầng sạc và nguồn điện bền vững để tối ưu hóa tác động này. Năng lượng của xe điện đến từ pin, bởi vậy trong quá trình xe hoạt động hoàn toàn không diễn ra quá trình đốt cháy, nhờ đó xe có khả năng giảm thiểu tối đa nguy cơ cháy nổ.

### 2.3. Mô hình sử dụng phương tiện giao thông đường bộ chạy bằng điện

Nhiều nước trên thế giới đã áp dụng các phương tiện giao thông công cộng bằng xe điện, do đó ô tô điện đã được sử dụng nhiều. Nước ta hiện nay, ô tô điện cũng đang dần chiếm lĩnh thị phần và được người dân ưa chuộng, VinFast đã cho ra đời các mẫu xe điện khác nhau giúp cho người sử dụng có nhiều lựa chọn. Phạm vi và thời gian sạc của pin xe điện là vô cùng quan trọng và các dòng xe điện tập trung phát triển công nghệ sạc mới.

Với những lợi ích mà xe điện mang lại thì việc sử dụng rộng rãi cần đảm bảo tốt các yêu cầu kỹ thuật sau:

- Hạ tầng sạc: Cần phát triển mạng lưới trạm sạc để đảm bảo tiện lợi cho người dùng.

- Chi phí sản xuất: Cần giảm giá thành sản xuất xe điện và pin để tăng tính cạnh tranh.

- Hiệu suất pin: Nâng cao dung lượng và thời gian sạc của pin để tối ưu hóa quãng đường đi.

- Tính bền vững: Đảm bảo quy trình sản xuất và tái chế pin thân thiện với môi trường.

- Chính sách hỗ trợ: Cần có chính sách ưu đãi từ chính phủ như giảm thuế, hỗ trợ tài chính để khuyến khích người tiêu dùng.

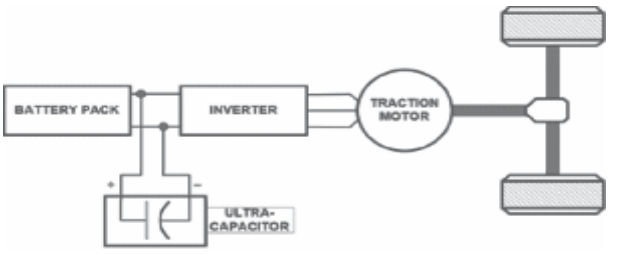
- Đào tạo và phát triển: Đào tạo nhân lực để bảo trì và sửa chữa xe điện.

## 3. KẾT CẤU Ô TÔ ĐIỆN

Các ô tô chạy hoàn toàn bằng điện đều được trang bị một hoặc nhiều motor điện thay thế cho động cơ đốt trong. Những chiếc xe này sử dụng một bộ nguồn ắc quy kéo để truyền năng lượng cho motor điện và phải được cắm ở các trạm sạc hoặc mạng điện lưới. Bởi vì chạy bằng điện cho nên phương tiện không có khí thải và lược bỏ đi những bộ phận của hệ thống nhiên liệu lỏng thông thường như bình nhiên liệu, bơm nhiên liệu, đường ống nhiên liệu. Về kết cấu của ô tô điện gồm các hệ thống cơ bản sau:

### 3.1. Sơ đồ bố trí chung hệ truyền động

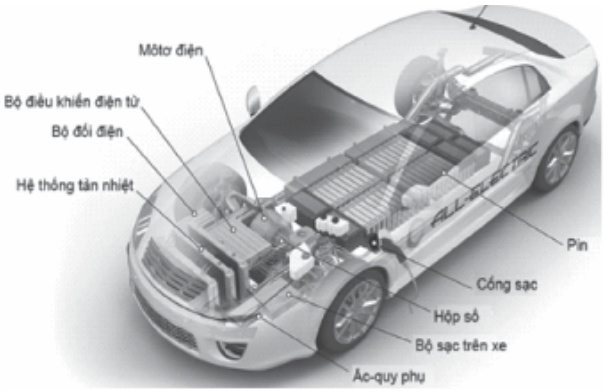
Cấu hình cơ bản hệ truyền động bộ biến đổi - động cơ và hệ thống năng lượng phân phối cho xe điện có thể theo sơ đồ hình 1.




| | |
|---|---|
| Battery pack | Bộ pin |
| Inverter | Biến tần |
| Traction motor | Động cơ kéo |
| Ultra-capacitor | Siêu tụ điện |

*Hình 1. Sơ đồ nguyên lý hệ truyền động cho xe điện [3]*

### 3.2. Cấu tạo tổng quát xe ô tô điện




*Hình 2. Cấu tạo xe ô tô điện [4], [6]*

Động cơ điện/Motor điện: Sử dụng năng lượng từ bộ nguồn ắc quy, motor này dẫn động các bánh xe. Vài phương tiện còn sử dụng tổ hợp động cơ – máy phát thực hiện cả hai chức năng truyền động và tái sinh/hồi phục năng lượng.

Bộ điều khiển điện tử công suất: Bộ phận này quản lý dòng năng lượng điện được cung cấp bởi ắc quy, điều khiển tốc độ của motor điện và momen xoắn mà nó tạo.

Bộ chuyển đổi DC/DC: Thiết bị này chuyển đổi nguồn DC áp cao từ ắc quy thành nguồn DC áp thấp cần thiết để các thiết bị trên xe hoạt động và sạc lại cho ắc quy phụ.

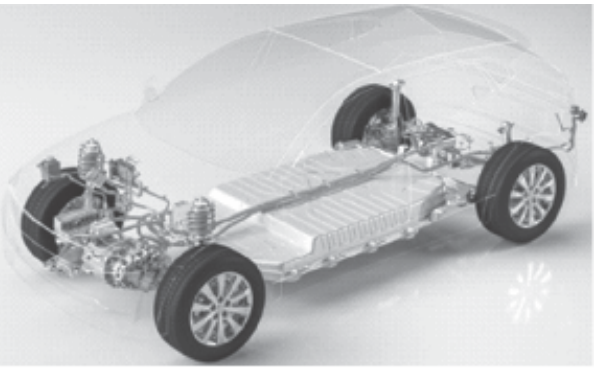
Hệ thống làm mát: Hệ thống này duy trì một phạm vi nhiệt độ hoạt động thích hợp của động cơ/motor điện và các bộ phận khác.

Ắc quy phụ: Trong một chiếc xe truyền động điện, nguồn pin phụ cung cấp năng lượng cho các thiết bị trên xe hoạt động.

Bộ sạc tích hợp: Lấy nguồn điện AC được cung cấp qua cổng sạc và biến đổi chúng thành nguồn DC để sạc cho ắc quy. Bộ phận này theo dõi các thông số của ắc quy như điện áp, dòng, nhiệt độ và trạng thái sạc.

Truyền động (điện), cổng sạc: Cổng sạc cho phép phương tiện kết nối với nguồn điện bên ngoài để sạc ắc-quy.

Bộ ắc quy kéo (Pin): Lưu trữ điện để cung cấp cho motor.



*Hình 3. Sơ đồ hệ thống điện của ô tô điện [5], [7]*

Với những cấu tạo của xe ô tô điện như trên cho chúng ta thấy xe điện có nhiều ưu điểm nổi bật như:

- Đơn giản và hiệu quả: Ít bộ phận cơ khí hơn, giảm khả năng hỏng hóc và chi phí bảo trì.

- Trọng lượng nhẹ: Thiết kế pin và động cơ giúp giảm trọng lượng tổng thể, nâng cao hiệu suất.

- Phân bổ trọng lượng tối ưu: Pin thường được đặt thấp và phân bổ đều, cải thiện khả năng điều khiển và độ ổn định.

- Công nghệ hiện đại: Tích hợp dễ dàng với các công nghệ thông minh như tự lái và kết nối.

- Thân thiện với môi trường: Không phát thải khí độc hại, góp phần vào giảm ô nhiễm không khí. ☞

Tất cả những ưu điểm này giúp xe ô tô điện trở thành lựa chọn hấp dẫn cho tương lai.

## 4. KẾT LUẬN

Hiện nay, ô tô điện đang dần thay thế xe chạy bằng nhiên liệu hóa thạch bởi ưu điểm thân thiện môi trường và đảm bảo an ninh năng lượng. Xe điện được cho là tương lai tất yếu của ngành công nghiệp sản xuất ô tô. Ngoài vấn đề chi phí sản xuất, công nghệ pin chính là bộ phận quan trọng nhất của một chiếc xe điện. Bởi vì, quãng đường xe có thể chạy sau mỗi lần sạc điện chính là mối quan tâm lớn của khách hàng. Để giảm thời gian sạc, một số hãng đã có hình thức đổi bộ pin cạn lấy bộ đã sạc đầy sẵn tại trạm sạc. Hiện công nghệ này vẫn chưa phổ biến rộng rãi, nhưng sẽ trở nên quen thuộc trong tương lai không xa. Công nghệ sạc dự phòng cho xe điện như với điện thoại di động dự kiến cũng sẽ có mặt trên thị trường trong một vài năm tới, tạo tâm lý yên tâm cho người dùng trong những chuyến đi xa, ở những nơi chưa được lắp đặt trạm sạc cố định, hoặc khi tài xế quên để ý đến dung lượng pin trên xe. Và khi đó, xe điện sẽ trở thành lựa chọn số một của người tiêu dùng.❖

Ngày nhận bài: **19/10/2024**
Ngày phản biện: **12/11/2024**

**Tài liệu tham khảo:**

[1]. https://vinfastauto.com/vn_vi/lich-su-xe-dien-su-ra-doi-va-hanh-trinh-phat-trien.
[2]. https://evbattery.vn/tam-quan-trong-cua-xe-dien-doi-voi-moi-truong/
[3]. http://oto.saodo.edu.vn/tin-moi/ket-cau-xe-o-to-dien-418.html
[4]. https://katavina.com/tin-xe/cau-tao-xe-o-to-dien
[5]. https://greencharge.vn/cau-tao-o-to-dien/
[6]. Electric vehicle technology explained - second edition. James Larminie Oxford Brookes University, UK John Lowry Consultant Engineer, Swindon, UK-2023.
[7]. Electric vehicles – Technological innovations. Electric vehicles – Design and construction. I. Lowry, John. II. Title. TL220.L37 2012. 629.22′93 – dc23.
[8]. Electric vehicle technology explained / James Larminie, John Lowry – Second Edition, 2020.
[9]. Xe điện Wuling và Hướng dẫn sử dụng No: WL392703001.
[10]. VinFast tích cực đón đầu xu hướng công nghệ ô tô tương lai. Khu Kinh tế Đình Vũ - Cát Hải, Thị trấn Cát Hải, Huyện Cát Hải, TP. Hải Phòng. Chịu trách nhiệm nội dung: Phạm Minh Ngọc, Giấy phép thiết lập MXH số: 463/GP-BTTTT, ký ngày 21/09/2022.

# THỰC TRẠNG VÀ GIẢI PHÁP PHÁT TRIỂN NGÀNH CHẾ TẠO THIẾT BỊ PHỤC VỤ NGÀNH CÔNG NGHIỆP NĂNG LƯỢNG TÁI TẠO CHO KHU VỰC VEN BIỂN, HẢI ĐẢO VIỆT NAM ĐẾN NĂM 2030, TẦM NHÌN ĐẾN NĂM 2045

CURRENT STATUS AND SOLUTIONS FOR DEVELOPING THE EQUIPMENT MANUFACTURING INDUSTRY SERVING THE RENEWABLE ENERGY INDUSTRY FOR COASTAL AND ISLAND AREAS OF VIETNAM UNTIL 2030, WITH A VISION TO 2045

**Vũ Văn Khoa, Vũ Trung Tuyến*, Đinh Viết Hải**
Viện Nghiên cứu Cơ khí

**TÓM TẮT**

*Bài báo giới thiệu kết quả điều tra, khảo sát, tổng hợp tình hình phát triển ngành công nghiệp năng lượng tái tạo tại Việt Nam nói chung và vùng ven biển, hải đảo Việt Nam nói riêng, qua đó nhận định về nhu cầu phát triển ngành công nghiệp năng lượng tái tạo, đáp ứng quy hoạch phát triển năng lượng quốc gia và chiến lược phát triển bền vững kinh tế biển Việt Nam đến năm 2030, tầm nhìn đến năm 2045. Bài báo cũng trình bày kết quả khảo sát thực trạng, nhu cầu ngành chế tạo thiết bị phục vụ ngành công nghiệp năng lượng tái tạo, từ đó đề xuất các giải pháp phát triển ngành chế tạo thiết bị phục vụ ngành công nghiệp năng lượng tái tạo cho khu vực ven biển, hải đảo Việt Nam.*

**Từ khóa:** *Chế tạo thiết bị; Năng lượng tái tạo.*

**ABSTRACT**

*The article introduces the results of the investigation, survey, and synthesis of the development situation of the renewable energy industry in Vietnam in general and in coastal and island areas of Vietnam in particular, thereby assessing the need to develop the renewable energy industry, meeting the national energy development plan and the strategy for sustainable development of Vietnam's marine economy to 2030, with a vision to 2045. The article also presents the results of the survey of the current situation and needs of the equipment manufacturing industry serving the renewable energy industry, thereby proposing solutions to develop the equipment manufacturing industry serving the renewable energy industry for coastal and island areas of Vietnam.*

**Keywords:** *Equipment manufacturing; Renewable energy.*

## 1. MỞ ĐẦU

Trong khi nhu cầu về điện năng ngày càng tăng cao, việc sản xuất điện năng truyền thống từ nguồn nhiên liệu hóa thạch (than đá, dầu,…) ngày càng bị hạn chế do các tác động xấu của dạng nhiên liệu này khi đốt tới môi trường, tới sức khỏe con người; do nguồn cung cấp dần cạn kiệt, do đó việc sản xuất điện năng từ các nguồn năng lượng tái tạo (NLTT) là rất cần thiết, đang là xu thế tất yếu trong sự phát triển năng lượng mới (sạch) toàn cầu. Với các văn bản đã ban hành, Chính phủ đã thể hiện quyết tâm theo đuổi và phát triển ngành công nghiệp NLTT có tính hội nhập sâu rộng với thế giới.

Muốn phát triển được tốt, bền vững ngành công nghiệp NLTT, song song chúng ta cần phải phát triển mạnh ngành chế tạo thiết bị trong nước nhằm nâng cao tỷ trọng nội địa hóa, chủ động trong cung cấp vật tư, thiết bị. Qua việc khảo sát tình hình cũng như nhu cầu cấp thiết của việc phát triển ngành công nghiệp năng lượng tái tạo tại Việt Nam, đặc biệt là các khu vực ven biển, hải đảo, nhận thấy tiềm năng phát triển ngành chế tạo thiết bị trước mắt và trong tương lai vài chục năm tới là rất lớn. Để phát triển được ngành chế tạo thiết bị phục vụ ngành công nghiệp NLTT, Chính phủ, các bộ ban ngành cũng đã ban hành được một số các cơ chế chính sách, chiến lược và giải pháp phát triển ngành chế tạo thiết bị, nhưng về cơ bản nội dung được triển khai trong các văn bản đó chưa được toàn diện, còn khá mờ nhạt, thiếu và thậm chí đã cũ, nhiều điểm không phù hợp với thực tế mới, nên rất khó đáp ứng được hết và đầy đủ các yêu cầu mới đặt ra.

Như vậy, thực tế khách quan đòi hỏi Chính phủ, các bộ ban ngành liên quan cần phải có những cơ chế, chính sách mới, đi kèm là các giải pháp phù hợp và trong khuôn khổ bài báo sẽ nghiên cứu, đề xuất các giải pháp phát triển ngành chế tạo thiết bị phục vụ ngành công nghiệp năng lượng tái tạo cho các khu vực ven biển, hải đảo Việt Nam giai đoạn đến năm 2030, tầm nhìn đến năm 2045.

## 2. NỘI DUNG

### 2.1. Tình hình phát triển ngành công nghiệp NLTT sản xuất điện năng tại Việt Nam

Tại Việt Nam, với nhiều tiềm năng đa dạng và phong phú để có thể khai thác sản xuất điện năng từ các nguồn NLTT. Chính phủ và các bộ ban ngành liên quan đã ban hành nhiều văn bản liên quan để phát triển ngành công nghiệp sản xuất điện năng từ các nguồn NLTT, gần nhất là Dự thảo "Quy hoạch phát triển điện lực quốc gia thời kỳ 2021-2030, tầm nhìn đến năm 2045" [1] đã cho thấy quy hoạch phát triển nguồn điện NLTT và năng lượng mới: Tiếp tục phát triển các nguồn điện NLTT và năng lượng mới, gia tăng tỷ trọng điện năng sản xuất từ các nguồn NLTT; Tiếp tục triển khai các dự án điện gió, chất thải rắn, điện sinh khối, điện rác, các dạng năng lượng tái tạo khác.

Theo báo cáo của Tập đoàn Điện lực Việt Nam (EVN) [2], tính đến cuối năm 2022, tổng công suất nguồn điện toàn hệ thống đạt khoảng 77.800 MW, tăng ~1.400 MW so với năm 2021. Trong đó, tổng công suất các nguồn điện NLTT (điện gió, điện mặt trời) là 20.165 MW - chiếm tỷ trọng 26,4%, thủy điện (bao gồm thủy điện nhỏ) là 22.544 MW - chiếm tỷ trọng 29,0%. Quy mô hệ thống điện Việt Nam đứng đầu khu vực ASEAN.

Như vậy, tỷ trọng phát điện của NLTT không ngừng tăng cao với tốc độ rất nhanh trong cơ cấu phát điện của hệ thống điện Việt


ISSN 2615 - 9910 (bản in), ISSN 2815 - 5505 (online)
**TẠP CHÍ CƠ KHÍ VIỆT NAM**, Số 323, tháng 12 năm 2024
**cokhivietnam.vn / tapchicokhi.com.vn**

Nam, trong giai đoạn 2010-2022, từ 27% vào năm 2010 lên hơn 48% vào năm 2022, đặc biệt với sự đóng góp rất lớn từ điện gió, mặt trời vào các năm 2019-2022. Cụ thể tổng hợp tình hình chung và được đánh giá như sau [1]:

- Tình hình phát triển điện mặt trời: Công suất nguồn điện mặt trời tính tới cuối năm 2020 đạt 15.400MW (đạt 22.2%), được đánh giá là cao hơn nhiều so với mục tiêu đề ra (hơn 8.700MW), tập trung chủ yếu ở khu vực miền Trung và miền Nam. Như vậy, cùng với các dạng NLTT khác, điện mặt trời đã phát triển mạnh trong những năm gần đây, từng bước góp phần giảm phát thải khí gây hiệu ứng nhà kính. Tuy nhiên, sự phát triển đó lại được đánh giá là phát triển nóng, vì tính đồng bộ trong phát triển nguồn và lưới điện còn hạn chế, không kịp giải tỏa công suất điện, tỷ trọng cao của nguồn điện mặt trời gây khó khăn trong công tác vận hành, điều độ.

- Tình hình phát triển điện điện gió: Tính tới cuối năm 2020 đạt 538MW (đạt 0.8% công suất), cùng với điện mặt trời, được đánh giá là phát triển mạnh trong mấy năm gần đây, cũng được đánh giá là có bước phát triển nóng, nên một mặt nào đó vẫn gây hiện tượng mất cân bằng, gây khó khăn trong công tác vận hành, điều độ. Tính đến thời điểm tháng 12/2022, điện gió trên bờ và ngoài khơi, công suất điện gió đang vận hành là 4.126MW, trong quy hoạch điện VIII [1] cũng ưu tiên phát triển mạnh nguồn điện này dự kiến năm 2030 công suất điện gió trên bờ đạt 21.480MW, điện gió ngoài khơi là 7.000MW.

- Thực trạng về điện rác: Trong bối cảnh điện gió, mặt trời gặp nhiều khó khăn do không còn cơ chế hỗ trợ giá mua điện, điện rác thải trong năm 2022 là một điểm sáng, đã có sự phát triển đáng kể với công suất phát điện tính đến 11/2022 là khoảng 60 MW so với 7,5 MW của năm 2021.

+ Thực trạng về điện sinh khối: Điện sinh khối cũng được đẩy mạnh phát triển trong năm 2022, với công suất phát điện tính đến 11/2022 là khoảng 60 MW so với 7,5 MW của năm 2021, trong đó có thể kể đến các dự án được khởi công, hoàn thiện thủ tục đầu tư trong năm như: Điện sinh khối Hậu Giang 20 MW, điện sinh khối Trà Vinh 25 MW, cùng hàng loạt các dự án điện sinh khối khác được đề xuất xây dựng tại Quảng Bình, Yên Bái, Đắk Lắk, Thanh Hóa.

**2.2. Tổng hợp nhu cầu phát triển ngành công nghiệp NLTT tại Việt Nam**

**a) Tổng hợp nhu cầu thực tế:**

- Trong năm 2022, NLTT mặc dù các điều kiện ưu đãi về cơ chế mua điện FIT đều đã hết hiệu lực, nhưng vẫn tiếp tục phát triển. Ước tính đến hết tháng 12/2022, sản lượng điện phát của NLTT dự kiến đạt được 130 tỷ kWh, chiếm tỷ trọng gần 48% sản lượng điện phát của hệ thống điện Việt Nam.

- Theo [2], báo cáo của EVN tính đến năm 2022, tổng hợp nhu cầu thực tế sản lượng điện tiêu thụ của các dạng NLTT như sau:

+ Thủy điện: Đạt 95.054 triệu kWh;

+ NLTT đạt 34.757 triệu kWh, trong đó: Điện gió đạt 8.852 triệu kWh; điện mặt trời 25.526 triệu kWh; điện sinh khối 379 triệu kWh.

Kết luận: Như vậy, nhu cầu về ngành công nghiệp NLTT Việt Nam trước mắt đang rất cần thiết, chính vì nhu cầu sử dụng NLTT ngày một tăng cao, nên nhiều dự án năng lượng ☞

tái tạo đã được hình thành và phát triển mạnh trong thời gian qua, nhất là tại các khu vực ven biển, hải đảo Việt Nam.

**b) Tổng hợp nhu cầu trong tương lai:**

Như đã nói, tỷ trọng công suất phát điện của NLTT không ngừng tăng cao, đặc biệt tập trung chủ yếu vào các khu vực ven biển, hải đảo Việt Nam. Trên cơ sở tính toán, đánh giá nhu cầu điện năng thực tế đã và đang sử dụng, đã tính toán và dự báo về nhu cầu sử dụng điện năng từ nguồn NLTT trong tương lai, đó cũng là mục tiêu quốc gia đặt ra cho sự phát triển ngành NLTT trong tương lai. Tổng hợp các dự báo nhu cầu sử dụng điện năng từ nguồn NLTT như sau:

Công suất cực đại ($P_{max}$): Năm 2025 đạt khoảng 59.300-61.400MW; năm 2030 đạt khoảng 86.500-93.300MW; năm 2045 đạt khoảng 155.000-189.900MW; năm 2050 đạt 170.800 - 209.300MW, trong đó theo [5] các nguồn điện NLTT được dự báo như sau:

***1) Trong trường hợp kịch bản phụ tải cơ sở:***

+ Điện mặt trời tập trung đạt 8.736MW (7.2%) vào năm 2030, lên đến 100.651MW (27.3%) vào năm 2050.

+ Điện gió trên bờ 11.905MW (9.8%) vào năm 2030, lên đến 49.170MW (13.3%) vào năm 2050. Tới năm 2030 chưa phát triển điện gió ngoài khơi, nhưng sẽ đạt tới 46.000MW (12.5%) vào năm 2050.

+ Điện sinh khối, điện sản xuất từ rác, các loại hình năng lượng tái tạo khác đạt 1.230MW (1%) năm 2030, đạt 6.015MW (1.6%) vào năm 2050.

+ Thủy điện tích năng đạt 1.500MW (1.2%) vào năm 2030, lên 22.950MW (6.2%) vào năm 2050.

***2) Trong trường hợp kịch bản phụ tải cao:***

Điện gió trên bờ 13.925MW (10.3%) vào năm 2030, lên đến 66.050MW (13.3%) năm 2050. Điện gió ngoài khơi đạt 4.000MW (3%) năm 2030 và đạt 83.500MW (16.8%) vào năm 2050. Điện mặt trời và điện gió vẫn giữ nguyên biên độ so với phụ tải kịch bản cơ sở.

Như vậy, ta có thể thấy nhu cầu điện năng trước mắt và tương lai được dự báo là rất lớn, trong bối cảnh điện từ nguồn năng lượng hóa thạch đang dần bị hạn chế, thì nhu cầu cung cấp điện năng từ nguồn NLTT lại càng lớn, đóng vai trò quan trọng trong việc cung cấp năng lượng nói chung và trong sản xuất điện năng nói riêng.

**2.3. Các giải pháp phát triển ngành chế tạo thiết bị phục vụ ngành công nghiệp năng lượng tái tạo**

Để phát triển tốt ngành công nghiệp NLTT, hội nhập bền vững, rất cần thiết phải xây dựng một chiến lược cả trong ngắn hạn và dài hạn. Chiến lược trong ngắn hạn nhằm tăng tốc, bắt kịp với xu hướng phát triển công nghiệp NLTT trên thế giới (đến năm 2030), chiến lược dài hạn nhằm đảm bảo phát triển một nền công nghiệp NLTT bền vững đạt cả hai chỉ tiêu quan trọng là bảo vệ môi trường toàn cầu và có hiệu quả kinh tế cao đối với quốc gia (giai đoạn 2030 đến 2045). Một trong những định hướng quan trọng nhất trong chiến lược phát triển ngành NLTT là chiến lược phát triển ngành chế tạo thiết bị (hay ngành cơ khí chế tạo) trong nước phục vụ cho ngành NLTT.

Để phát triển được tốt ngành chế tạo thiết bị phục vụ cho lĩnh vực NLTT mới, Nhà nước cần phải có những cơ chế, chính sách mới, đi kèm là các giải pháp phù hợp.

Đề xuất một số giải pháp về cơ chế chính sách nhằm phát triển ngành chế tạo thiết bị phục vụ ngành công nghiệp NLTT trên cơ sở các giải pháp hiện hành còn thiếu hoặc không còn phù hợp nữa như sau:

***1) Đề xuất giải pháp phát triển khoa học công nghệ (KHCN)***

Một số đề xuất về giải pháp phát triển KHCN:

**a - Giải pháp về cơ chế, chính sách, hệ thống quản lý khoa học công nghệ**

- Cơ chế về tài chính: Với các dự án/ đề tài sử dụng nguồn vốn ngân sách nhà nước (NSNN) cần được xếp loại riêng để được hưởng các chính sách ưu đãi, trong thanh toán cần gỡ bỏ các hạn chế đang tồn tại lâu nay như cơ chế thanh toán chi phí thuê các chuyên gia nước ngoài tham gia thực hiện các nhiệm vụ.

- Cơ chế đấu thầu, tuyển chọn: Cần có cơ chế đặc thù trong quá trình tuyển chọn tổ chức, cá nhân chủ trì thực hiện nhiệm vụ, đấu thầu mua sắm, đảm bảo được nhanh, gọn, bởi lĩnh vực NLTT là lĩnh vực.

- Cơ chế tự chủ trong hoạt động: Các dự án/ đề tài này cần có cơ chế giao quyền tự chủ cho doanh nghiệp trong việc sử dụng quỹ phát triển KH&CN của doanh nghiệp.

- Cơ chế quản lý: Cần có cơ chế lập kế hoạch, đề xuất, phê duyệt, tuyển chọn các đề tài nhanh, linh hoạt đảm bảo tính cấp bách của thực tiễn; cơ chế khuyến khích các doanh nghiệp tham gia chuỗi cung ứng thiết bị cho ngành NLTT.

**b - Giải pháp về đào tạo, phát triển nguồn nhân lực**

- Xác định nhu cầu nhân lực của lĩnh vực NLTT ở ven biển và hải đảo Việt Nam, về số lượng, quy mô, chất lượng,… để có kế hoạch đào tạo nguồn nhân lực có chuyên môn phù hợp.

- Xây dựng và tổ chức thực hiện các chương trình, kế hoạch đào tạo ở các nước có trình độ KHCN tiên tiến về NLTT cho đội ngũ cán bộ làm công tác quản lý, kỹ thuật, khoa học và công nghệ.

- Phối hợp chặt chẽ công tác đào tạo - nghiên cứu - chuyển giao.

- Xây dựng cơ chế thu hút nguồn nhân lực chất lượng cao, các nhà khoa học giỏi ở trong và ngoài nước đóng góp cho sự phát triển lĩnh vực NLTT ở ven biển và hải đảo Việt Nam.

**c - Giải pháp về đầu tư và tài chính**

- Cần đầu tư có tính tập trung nguồn lực tài chính, đầu tư trọng điểm, có chiều sâu vào công tác nghiên cứu KH&CN tại các cơ sở như viện/ trường; vào công tác ứng dụng trong các doanh nghiệp. Đặc biệt tập trung cao độ vào hai lĩnh vực chính là điện gió và điện mặt trời, ngoài ra tiếp tục phát triển các nguồn NLTT khác.

- Sử dụng có hiệu quả, đúng mục đích nguồn lực từ NSNN chi cho khoa học, công nghệ và đổi mới sáng tạo; ưu tiên kinh phí lĩnh vực NLTT ở ven biển và hải đảo Việt Nam. ☞

- Tăng cường việc hướng dẫn doanh nghiệp, đơn vị sự nghiệp có thu trong ngành Công Thương trích lập và sử dụng hiệu quả Quỹ phát triển KH&CN của tổ chức để đầu tư phát triển các phòng thí nghiệm và triển khai các chương trình, nhiệm vụ KH&CN cấp cơ sở; tham gia đối ứng một phần kinh phí thực hiện các nhiệm vụ KHCN.

**d - Giải pháp về hợp tác, hội nhập quốc tế**

- Chủ động, tích cực triển khai các hoạt động xúc tiến, trao đổi, hội thảo, kết nối, ký kết, triển khai các dự án, chương trình hợp tác về KHCN và đổi mới sáng tạo với các tổ chức quốc tế, các quốc gia có trình độ công nghệ công nghiệp tiên tiến trong lĩnh vực NLTT ở ven biển và hải đảo Việt Nam để góp phần huy động nguồn lực, nâng cao trình độ nghiên cứu trong nước, thu hút chuyển giao công nghệ tiên tiến từ nước ngoài.

- Tăng cường phối hợp, liên kết giữa tổ chức KH&CN, doanh nghiệp ngành Công Thương với các trường đại học, viện nghiên cứu uy tín trên thế giới để thực hiện một số nhiệm vụ nghiên cứu chung hướng tới giải quyết các vấn đề cấp bách, thực tiễn trong lĩnh vực năng lượng tái tạo ở ven biển và hải đảo Việt Nam.

- Phát huy hiệu quả hoạt động của mạng lưới đại diện thương vụ ở nước ngoài trong việc khai thông, khai thác các quan hệ hợp tác nghiên cứu, tìm kiếm, giải mã và chuyển giao công nghệ trong lĩnh vực năng lượng tái tạo ở ven biển và hải đảo Việt Nam.

**e - Xây dựng chuỗi đề tài KH&CN trong lĩnh vực năng lượng tái tạo ở ven biển và hải đảo Việt Nam**

Khuyến khích, động viên các doanh nghiệp/ đơn vị tham gia thường xuyên các hoạt động KHCN các cấp trong lĩnh vực NLTT, Nhà nước cần xây dựng chuỗi đề tài KH&CN trong lĩnh vực năng lượng tái tạo ở ven biển và hải đảo Việt Nam để định hướng tốt cho các doanh nghiệp khi tham gia.

Thông qua việc thực hiện các nhiệm vụ KH&CN để đào tạo đội ngũ các nhà khoa học, công nghệ chuyên sâu về NLTT, từng bước làm chủ công nghệ NLTT, nội địa hóa từng phần thiết bị NLTT ở ven biển và hải đảo Việt Nam, đề xuất được chính sách phù hợp để phát triển NLTT ở ven biển và hải đảo Việt Nam.

Đặc biệt chú trọng phát triển các dự án điện NLTT là điện gió, điện mặt trời cho các khu vực duyên hải, ven biển và ngoài khơi Việt Nam.

**f - Giải pháp về thông tin, truyền thông, hoạt động tôn vinh**

a) Đẩy mạnh hoạt động thông tin, truyền thông dưới nhiều hình thức đa dạng để phổ biến rộng rãi, kịp thời các chủ trương, cơ chế, chính sách, văn bản hướng dẫn của Đảng, Chính phủ, các Bộ, ngành về khoa học, công nghệ và đổi mới sáng tạo; tăng cường cập nhật và phổ biến thông tin về nhu cầu đổi mới, cải tiến kỹ thuật, công nghệ của doanh nghiệp ngành Công Thương, các công nghệ mới trong nước và thế giới, các kết quả nghiên cứu khoa học, công nghệ và mô hình ứng dụng thành công kết quả nghiên cứu trong hoạt động sản xuất, kinh doanh.

b) Tăng cường hoạt động tôn vinh, động viên, khen thưởng kịp thời, xứng đáng những nhà khoa học tài năng; công trình khoa học, công nghệ và đổi mới sáng tạo được áp dụng vào thực tiễn mang lại hiệu quả cao.


ISSN 2615 - 9910 (bản in), ISSN 2815 - 5505 (online)
**TẠP CHÍ CƠ KHÍ VIỆT NAM**, Số 323, tháng 12 năm 2024
**cokhivietnam.vn / tapchicokhi.com.vn**

c) Nâng cao hiệu quả và đi vào thực chất phong trào lao động sáng tạo, phát huy sáng kiến, cải tiến kỹ thuật ở mọi lĩnh vực với sự tham gia của mọi đối tượng, đặc biệt là phong trào sáng tạo trong đội ngũ cán bộ kỹ thuật, công nhân tại doanh nghiệp sản xuất công nghiệp. Khuyến khích các doanh nghiệp tham gia các giải thưởng về sở hữu trí tuệ, các cuộc thi sáng tạo; trong đó có cơ chế hỗ trợ, ưu tiên các doanh nghiệp siêu nhỏ, nhỏ và vừa.

***2) Đề xuất giải pháp phát triển tiềm lực***

Một số đề xuất về giải pháp phát triển tiềm lực:

**a - Chính sách phát triển con người**

- Đầu tư phát triển nguồn nhân lực cho thị trường: Đầu tư đào tạo nguồn nhân lực chuyên sâu về lĩnh NLTT, đặc biệt là lĩnh vực điện gió, điện mặt trời.

- Cần tăng cường hợp tác địa phương và tuyên truyền giáo dục cộng đồng.

**b - Chính sách đầu tư sản xuất, ứng dụng**

- Có chính sách thúc đẩy phát triển ngành chế tạo, sản xuất thiết bị NLTT, đặc biệt là ngành điện gió và điện mặt trời.

- Tập trung đầu tư một số lĩnh vực ưu tiên và cơ sở hạ tầng (cảng biển, bến bãi, giao thông…) thuộc sở hữu nhà nước hoặc cho phép các doanh nghiệp tư nhân đầu tư.

**c - Đổi mới trong cơ chế, chính sách hiện hành**

- Có chính sách thúc đẩy phát triển ngành công nghiệp chế tạo, sản xuất thiết bị NLTT.

- Cải cách hành chính: Các thủ tục phê duyệt, cấp phép và giám sát cũng cần được đơn giản hoá.

- Tiếp tục rà soát, xây dựng hoàn thiện các cơ chế, chính sách về phát triển ngành chế tạo thiết bị cho ngành NLTT.

**d - Chính sách đổi mới trong quản lý**

Tiếp tục nâng cao hiệu quả quản lý nhà nước trong lĩnh vực phát triển ngành chế tạo thiết bị phục vụ phát triển chiến lược phát triển nguồn NLTT quốc gia. Hoàn thiện cơ chế, chính sách hỗ trợ thị trường và công nghệ. Tăng cường công tác thông tin tuyên truyền trong ngành chế tạo thiết bị và ngành NLTT.

**e - Chính sách phát triển quan hệ hợp tác quốc tế**

- Duy trì và tăng cường hợp tác quốc tế, hợp tác với các nước tiên tiến về KHCN trong lĩnh vực chế tạo thiết bị cho ngành NLTT, qua đó được đào tạo, chuyển giao công nghệ, nắm bắt được quy trình công nghệ từ thiết kế tới chế tạo lắp đặt vận hành, thúc đẩy các doanh nghiệp trong nước sản xuất các thiết bị này.

- Tạo thuận lợi, khuyến khích doanh nghiệp Việt Nam hợp tác với các đối tác nước ngoài có năng lực và kinh nghiệm đầu tư, phát triển các dự án về NLTT, đặc biệt về điện gió ngoài khơi, điện mặt trời ở Việt Nam.

***3) Đề xuất về chính sách tài chính; ưu đãi thuế***

Một số đề xuất về chính sách tài chính; ưu đãi thuế:

- Chính sách ưu đãi về vốn, phí; ưu đãi về hạ tầng thuê đất đai cho các doanh nghiệp ☞

đầu tư vào lĩnh vực sản xuất thiết bị để phát triển ngành NLTT.

- Chính sách trợ giá đối với sản phẩm KHCN phục vụ cho ngành NLTT.

- Chính sách miễn, giảm thuế nhập khẩu thiết bị, nguyên vật liệu phục vụ ngành chế tạo thiết bị phục vụ ngành NLTT.

- Chính sách thu hút vốn: Vốn vay từ các tổ chức tài chính nước ngoài; vốn kêu gọi đầu tư, đối ứng,…

Chính sách tài chính cần tập trung, rõ ràng: Chính sách tài chính phát triển NLTT hiện đang nằm rải rác ở rất nhiều văn bản với nội dung hỗ trợ khá tương đồng. Do đó, để tạo thuận lợi cho doanh nghiệp, nhà đầu tư chế tạo thiết bị phục vụ ngành NLTT trong quá trình rà soát và thụ hưởng các ưu đãi tài chính, thì cần phải có một chính sách tài chính cần tập trung, rõ ràng, khoa học hơn nữa.

***4) Đề xuất giải pháp về thu hút đầu tư***

Một số đề xuất về giải pháp thu hút đầu tư:

**a - Giải pháp thu hút từ thị trường**

Nhà nước cần có chính sách cụ thể về bảo hộ thị trường trong nước, giúp doanh nghiệp cơ khí tạo dựng và đứng vững trong việc chế tạo trong nước về thiết bị cho các nhà máy điện sử dụng NLTT.

**b - Giải pháp về hỗ trợ chuyển giao công nghệ**

Nhà nước cần có các giải pháp cụ thể trong công tác hỗ trợ chuyển giao công nghệ trong ngành NLTT.

**c - Giải pháp hỗ trợ về vốn và thuế**

Các doanh nghiệp cơ khí chế tạo phần lớn chưa làm chủ được nguồn vốn, đa phần thiếu hụt vốn, phải đi vay để đầu tư với lãi suất cao và bị ràng buộc bởi các điều kiện bất lợi của nhà tài trợ hay đối tác tài chính. Do đó, để giải quyết vấn đề khó khăn này, Nhà nước cần có cơ chế chính sách hỗ trợ về vốn vay dài hạn với lãi suất ưu đãi cho các doanh nghiệp thực hiện công tác gia công, chế tạo thiết bị cho ngành công nghiệp NLTT đảm bảo chất lượng theo yêu cầu của dự án.

***5) Đề xuất giải pháp về hợp tác quốc tế***

Một số đề xuất về giải pháp về hợp tác quốc tế:

**a - Hoàn thiện thể chế, chính sách:**

+ Về đầu tư nước ngoài: Hoàn thiện, bổ sung những quy định về thủ tục, điều kiện đầu tư, về các hoạt động đầu tư, về danh mục địa bàn, lĩnh vực, đối tượng được áp dụng ưu đãi đầu tư trong các luật về đầu tư nước ngoài và các luật có liên quan.

+ Về thu hút đầu tư: Những cơ chế, chính sách ưu đãi đầu tư cho toàn ngành cơ khí chế tạo cần được đổi mới, bổ sung cho ngành chế tạo thiết bị phục vụ lĩnh vực công nghiệp NLTT mới. Xây dựng cơ chế khuyến khích tăng liên kết giữa đầu tư nước ngoài và đầu tư trong nước; cơ chế khuyến khích đối với các doanh nghiệp hoạt động có hiệu quả. Xây dựng thể chế, chính sách cạnh tranh quốc tế tạo điều kiện kinh doanh thuận lợi thu hút các doanh nghiệp đầu tư quốc tế.


ISSN 2615 - 9910 (bản in), ISSN 2815 - 5505 (online)
**TẠP CHÍ CƠ KHÍ VIỆT NAM**, Số 323, tháng 12 năm 2024
**cokhivietnam.vn / tapchicokhi.com.vn**

**b - Xây dựng lộ trình hợp tác quốc tế:**

Xây dựng nên được lộ trình hợp tác trong việc nghiên cứu, đào tạo ứng dụng và chuyển giao công nghệ trong lĩnh vực chế tạo thiết bị trong nước cho ngành NLTT.

**c - Mở rộng, đa dạng hóa hợp tác:**

Mở rộng, đa dạng hóa để xây dựng, phát triển công nghiệp chế tạo thiết bị phục vụ lĩnh vực NLTT. Coi trọng hợp tác song phương và đa phương, củng cố mối quan hệ hợp tác với các đối tác truyền thống; mở rộng hợp tác với các đối tác chiến lược, có thế mạnh về khoa học, công nghệ.

**d - Nâng cao hiệu quả hợp tác quốc tế:**

Khuyến khích đối với doanh nghiệp đầu tư nước ngoài đào tạo, nâng cao kỹ năng, trình độ cho lao động Việt Nam. Chú trọng hợp tác đào tạo, đội ngũ cán bộ quản lý, chuyên gia đầu ngành khoa học, công nghệ; chuyên gia công nghệ, kỹ sư trong các lĩnh vực trọng điểm, như: cơ khí chế tạo, vật liệu mới, luyện kim; gia công áp lực,... nhằm từng bước chế tạo, sản xuất thành công trang bị kỹ thuật đáp ứng yêu cầu. Bên cạnh đó cần thúc đẩy chuyển giao công nghệ mạnh mẽ trong ngành chế tạo thiết bị phục vụ lĩnh vực công nghiệp NLTT.

**e - Chính sách thu hút vốn đầu tư nước ngoài**

Việc thu hút nguồn vốn FDI vào lĩnh vực cơ khí, cơ khí chế tạo nói chung trong nhiều năm qua đã đạt được những kết nhất định, tuy nhiên lĩnh vực NLTT còn mới, nên các ngành công nghiệp phụ trợ, công nghiệp chế biến, chế tạo phục vụ cho ngành này nói riêng là mới bắt đầu, nên cần phải có ngay các chính sách cụ thể, mang tính đặc thù riêng để thu hút vốn đầu tư nước ngoài cho ngành công nghiệp chế tạo thiết bị phục vụ cho lĩnh vực NLTT.

**f - Tiêu chuẩn đánh giá, hợp tác:**

Cần phải xây dựng nên các tiêu chuẩn, quy chuẩn mới cho ngành chế tạo thiết bị phục vụ ngành công nghiệp NLTT, song song cần nâng cao các tiêu chuẩn, quy chuẩn hiện hành để phù hợp với tiêu chuẩn của khu vực và thế giới.

**3. KẾT LUẬN**

- Nhu cầu về điện năng đang ngày càng tăng cao, trong khi phương thức sản xuất điện truyền thống từ nguồn nhiên liệu hóa thạch (than, dầu) đang ngày càng bị hạn chế, nên việc sản xuất điện năng từ nguồn NLTT được dự báo sẽ dần trở thành phương thức sản xuất điện chính, nhất là từ điện mặt trời và điện gió. Hai phương thức sản xuất điện năng này tập trung chủ yếu tại các vùng ven biển, hải đảo Việt Nam, nên việc phát triển NLTT sẽ góp phần phát triển kinh tế vùng biển đảo Việt Nam trong giai đoạn đến năm 2030, tầm nhìn đến năm 2045.

- Nhu cầu phát triển ngành công nghiệp sản xuất điện năng từ NLTT là rất lớn. Theo các báo cáo chuyên ngành cập nhật thường xuyên, tình hình phát triển ngành công nghiệp NLTT là rất khả quan, tỷ trọng phát điện của NLTT không ngừng tăng cao với tốc độ rất nhanh trong cơ cấu phát điện của hệ thống điện Việt Nam.

- Để phát triển tốt ngành công nghiệp NLTT, hội nhập bền vững, đạt các chỉ tiêu quan trọng là bảo vệ môi trường toàn cầu và có hiệu quả kinh tế cao đối với quốc gia, rất cần phát triển những ngành công nghiệp phụ trợ, chế ☞

biến chế tạo, một trong những định hướng quan trọng là chiến lược phát triển ngành chế tạo thiết bị trong nước phục vụ cho ngành NLTT.

- Để phát triển được tốt ngành chế tạo thiết bị phục vụ cho lĩnh vực NLTT mới, Nhà nước cần phải có những cơ chế, chính sách mới, đi kèm là các giải pháp phù hợp. Một số đề xuất về giải pháp phát triển ngành chế tạo thiết bị phục vụ ngành công nghiệp NLTT đã được đưa ra, các giải pháp dựa trên các các văn bản pháp lý đã ban hành và trên cơ sở sửa đổi, bổ sung các văn bản đã cũ thiếu tính hiệu lực.❖

Ngày nhận bài: **15/11/2024**
Ngày phản biện: **06/12/2024**

**Tài liệu tham khảo:**

[1]. Báo cáo số 1562/BC-VPCP, ngày 13/3/2022, về việc quy hoạch phát triển điện lực quốc gia thời kỳ 2021-2030 tầm nhìn đến năm 2045 (Quy hoạch điện VIII).
[2]. https://cosodulieu.evn.com.vn/pages/cms/news-tap-doan-dien-luc-viet-nam-nam-2022---thu-thach-huong-phat-trien-id-6448.html
[3]. Theo Tờ trình số 8129/TTr-BCT, ngày 16/12/2022, về việc phê duyệt Đề án quy hoạch phát triển điện lực quốc gia thời kỳ 2021-2030, tầm nhìn đến năm 2050.
[4]. Quyết định số 428/QĐ-TTg, ngày 18/3/2016 về việc phê duyệt điều chỉnh quy hoạch phát triển điện lực Quốc gia giai đoạn 2011-2020 có xét đến năm 2030.
[5]. Quyết định số 500/QĐ-TTg, ngày 15/5/2023, về việc phê duyệt quy hoạch phát triển điện lực quốc gia thời kỳ 2021-2030, tầm nhìn đến năm 2050.
[6]. http://vpdf.org.vn/tin-tuc-su-kien/moi-truong-sinh-thai/nang-luong-tai-tao-viet-nam-nam-2022-cac-su-kien-thanh-tuu-va-nhan-dien-thach-thuc.html
[7]. Tờ trình Số 4778/TTr-BCT, Ngày 11/8/2022 của Bộ Công Thương về việc phê duyệt đề án quy hoạch phát triển điện lực quốc gia thời kỳ 2021-2030, tầm nhìn đến năm 2045.
[8]. Quyết định số Số: 37/2011/QĐ-TTg, Ngày 29/6/2011, về cơ chế hỗ trợ phát triển các dự án điện gió tại Việt Nam.
[9]. Nghị quyết số 36-NQ/TW ngày 22/10/2018, Hội nghị lần thứ tám Ban Chấp hành Trung ương Đảng (khóa XII) về Chiến lược phát triển bền vững kinh tế biển Việt Nam đến năm 2030, tầm nhìn đến năm 2045.
[10]. https://manfusi.com/cac-nha-may-dien-mat-troi-lon-o-viet-nam-2/

# ĐÁNH GIÁ TỔNG QUAN ẢNH HƯỞNG CỦA CÁC THÔNG SỐ ĐẾN CHẤT LƯỢNG ĐƯỜNG MAY

OVERVIEW OF THE INFLUENCE OF PARAMETERS ON SEWING FLUID QUALITY

**Bùi Thị Thu Hiền**
Khoa Dệt may Thời trang, Trường Đại học Kinh tế - Kỹ thuật Công nghiệp

**TÓM TẮT**

*Bài báo này tập trung vào phân tích các nghiên cứu tác động của nhiều thông số khác nhau lên chất lượng đường may. Qua đó, tác giả nhận thấy ảnh hưởng của một bộ thông số dẫn cho kết quả khác hẳn với ảnh hưởng của một thông số đơn lẻ. Ngoài ra, việc thay đổi một số thông số có thể có tác động tích cực đến chất lượng đường may nhưng lại có tác động tiêu cực đến các yếu tố đầu ra khác. Vì lý do này, việc lựa chọn đúng bộ thông số theo mục đích cụ thể của sản phẩm may mặc là rất quan trọng. Kết quả nghiên cứu sẽ hữu ích cho các nhà sản xuất trong việc cải thiện năng suất lao động và nâng cao chất lượng sản phẩm.*

**Từ khóa:** *Vải; Chất lượng đường may; Máy khâu; Chỉ khâu.*

**ABSTRACT**

*This paper focuses on analyzing the studies on the impact of various parameters on seam quality. The author finds that the impact of a set of parameters leads to results that are quite different from the impact of a single parameter. In addition, changing some parameters may have a positive impact on seam quality but a negative impact on other output factors. For this reason, choosing the right set of parameters according to the specific purpose of the garment product is very important. The research results will be useful for manufacturers in improving labor productivity and enhancing product quality.*

**Keywords:** *Fabric; Seam quality; Sewing machine; Sewing thread.*

## 1. GIỚI THIỆU CHUNG

Ngành may mặc đang đối mặt với kỷ nguyên mà chất lượng, chi phí rất được coi trọng. Xu hướng hiện nay thì quy mô đơn hàng ít, thời gian giao hàng ngắn nhưng chất lượng phải cao, chất lượng tốt hơn và chi phí thấp hơn là những yếu tố cơ bản nhất cho sự thành công của doanh nghiệp [1, 2].

Trung tâm của quá trình may là máy may và người vận hành để thiết lập các thông số máy may để may đúng từng loại vải. Hiệu suất may tốt phụ thuộc vào việc thiết lập các ☞

thông số may và kỹ năng của người vận hành khi xử lý vật liệu may [4]. Chất lượng đường may cao là điều cần thiết cho độ bền của một sản phẩm may mặc, cùng với sự hài lòng của người tiêu dùng ảnh hưởng đến khả năng tiêu thụ sản phẩm. Các vấn đề về chất lượng đường may như mũi khâu bị bỏ qua, đứt chỉ, hỏng vải, đường may lỗi, hỏng kim, v.v., có thể tốn thời gian và công sức sửa chữa. Chúng có thể làm hỏng vẻ ngoài của một sản phẩm may mặc và là nguyên nhân dẫn đến hỏng hóc và từ chối cuối cùng làm giảm năng suất và chất lượng sản phẩm [3].

Do đó, một đường may chất lượng tốt phải có độ linh hoạt và độ bền, không có khuyết tật đường may và hình thức tổng thể của đường may phải đáp ứng các yêu cầu thiết kế của sản phẩm may mặc [5].

Bài báo này tập trung vào phân tích các nghiên cứu tác động của nhiều thông số khác nhau lên chất lượng đường may làm tài liệu tham khảo hữu ích cho các nhà sản xuất trong việc cải thiện năng suất lao động và nâng cao chất lượng sản phẩm.

## 2. CÁC THÔNG SỐ ẢNH HƯỞNG ĐẾN CHẤT LƯỢNG ĐƯỜNG MAY

Các thông số ảnh hưởng đến chất lượng đường may có thể được chia thành năm loại như thể hiện trong Bảng 1 [1]. Trong nghiên cứu này, thông số máy may, chỉ may và vải được phân tích chi tiết để làm rõ ảnh hưởng của chúng.

*Bảng 1. Các thông số đến chất lượng đường may*

| **Thông số máy khâu** | **Thông số chỉ khâu** | **Thông số vải** | **Nhân sự và máy móc** | **Các yếu tố bên ngoài** |
|---|---|---|---|---|
| • Mật độ mũi khâu, kích thước và điểm của kim khâu<br>• Bề mặt hoàn thiện của kim khâu, hướng khâu<br>• Cơ chế đưa chỉ, tốc độ khâu<br>• Tải trọng lên chân vịt<br>• Độ căng của chỉ khâu, mặt kim và kích thước lỗ trên mặt kim | • Loại chỉ khâu<br>• Bề mặt hoàn thiện chỉ<br>• Kích thước chỉ khâu<br>• Số lớp<br>• Độ xoắn và độ bền kéo<br>• Độ giãn dài<br>• Độ co rút<br>• Độ cứng khi uốn | • Hàm lượng chất xơ<br>• Cấu trúc<br>• Hệ số che phủ<br>• Trọng lượng, độ dày, khả năng mở rộng<br>• Độ cứng uốn, cắt<br>• Khả năng định hình, khả năng nén<br>• Số lớp và bề mặt hoàn thiện vải | • Trình độ<br>• Động lực<br>• Tình trạng máy móc<br>• Điều chỉnh máy | • Thời gian trong ngày<br>• Nhiệt độ môi trường<br>• Mức độ tiếng ồn |


ISSN 2615 - 9910 (bản in), ISSN 2815 - 5505 (online)
**TẠP CHÍ CƠ KHÍ VIỆT NAM**, Số 323, tháng 12 năm 2024
**cokhivietnam.vn / tapchicokhi.com.vn**

**2.1. Thông số máy khâu**

***2.1.1. Mật độ mũi khâu***

Mật độ mũi khâu là số mũi khâu trên một đơn vị chiều dài trong một hàng mũi khâu ở đường may. Đây là thuộc tính duy nhất có thể thay đổi ở các vị trí đường may khác nhau và có tác động trực tiếp đến mức chất lượng của sản phẩm may mặc. Chiều dài mũi khâu dài làm kim bị uốn cong và tăng độ căng, trong khi các mũi khâu ngắn tạo ra một đường mũi khâu ổn định hơn, độ bền đường khâu lớn hơn. Tuy nhiên, mật độ mũi khâu rất ngắn có thể gây ra nguy cơ hư hỏng cho cấu trúc và đường khâu nhăn.

Mặc dù độ bền đường may tăng lên khi mật độ mũi khâu tăng, nhưng vẫn có giới hạn trên cho điều này. Mật độ mũi khâu cao quá một giới hạn nhất định có thể khiến kim đâm thủng vải nhiều lần hơn. Vì vậy, độ bền kéo của vải giảm do cắt sợi và làm hỏng cấu trúc vải.

Mật độ mũi khâu cũng có tác động sâu sắc đến nếp nhăn đường may. Các nhà nghiên cứu phát hiện ra rằng khi mật độ mũi khâu tăng lên, nếp nhăn đường may phản ứng theo cùng một cách [6]. Điều này là do sự biến dạng của sợi vải do sự xâm nhập của chỉ và kim trong quá trình may [6].

***2.1.2. Kích thước và điểm kim khâu***

Kim khâu là một trong những yếu tố cơ bản góp phần trực tiếp vào việc hình thành đường may. Vai trò của nó là xuyên qua vật liệu dệt bằng mũi kim, đẩy sợi chỉ ra và truyền chỉ khâu dưới tấm họng. Việc lựa chọn kim phù hợp đã được chứng minh là một trong những thông số quan trọng nhất trong quá trình sản xuất các mối ghép của hàng may mặc [7]. Nhiều nhà nghiên cứu đã nghiên cứu ảnh hưởng của kích thước và mũi kim đến chất lượng đường may phát hiện ra rằng khi kích thước kim tăng lên, độ bền đường may, hiệu quả đường may và độ giãn dài đường may giảm xuống. Trong nghiên cứu, việc tăng kích thước kim từ 12 lên 16 dẫn đến độ bền kéo của đường may giảm khoảng 5%. Tình trạng này có thể được giải thích bằng khả năng làm đứt sợi vải khi sử dụng kim có đường kính lớn hơn. Ngược lại, Germanova-Krateva và Petrov (2008) đã tiếp cận chất lượng đường may tốt nhất bằng cách sử dụng kim có kích thước lớn nhất. Lý do cho hiệu ứng này là sự ổn định của kim dày hơn chống lại sự biến dạng trong quá trình may.

Kết quả nghiên cứu của Seif (2014) khẳng định kích thước kim có ảnh hưởng đáng kể đến độ trượt đường may [8]. Người ta thấy rằng kích thước kim càng nhỏ thì lực cần thiết để trượt đường may càng cao.

Ảnh hưởng của hình dạng kim đến khả năng may của vải dệt kim cũng đã được Braun nghiên cứu, người đã phát hiện ra rằng kim tối ưu có thể giảm tới 35% hư hỏng khi may [7], phát hiện ra rằng hư hỏng hàng dệt kim hầu như không thấy trên các mẫu được may bằng kim có kích thước nhỏ.

***2.1.3. Bề mặt của kim khâu***

Khi khâu vải, vải cản trở sự đâm xuyên của kim. Ma sát giữa kim khâu và vật liệu dệt hoạt động ở tốc độ khâu cao gây ra hiện tượng kim nóng lên. Nhiệt độ của kim có thể vượt quá điểm nóng chảy của sợi, dẫn đến hư hỏng vật liệu [8]. Do đó, độ hoàn thiện bề mặt kim được coi là biến số kim quan trọng nhất.

Các phương pháp xử lý hoàn thiện làm giảm nhiệt của kim bằng cách giảm ma sát, làm ☞

cho các sợi trơn hơn trong khi kim đâm vào vải [9]. Do đó, chúng là một trong những yếu tố quan trọng không chỉ ảnh hưởng đến tuổi thọ của kim may mà còn ảnh hưởng đến chất lượng của quy trình may và sau đó là tuổi thọ của các sản phẩm được may như túi khí, ghế ngồi, ghế bọc ô tô [8].

### *2.1.4. Tốc độ may*

Tốc độ may: Để tiết kiệm thời gian, công nhân máy may vận hành máy may ở tốc độ cao. Trong quá trình may, nhiệt sinh ra là hiện tượng tự nhiên do ma sát giữa kim máy may, chỉ may và vải được may. Trong quá trình may tốc độ cao, nhiệt và tải trọng động chủ yếu làm giảm độ bền của chỉ may, từ đó khiến các đường may bị hỏng sớm. Trong quá trình may tốc độ cao, chỉ may phải đi qua lỗ kim, vải và cơ cấu hộp suốt 50-80 lần trước khi trở thành một phần của đường may. Tổng quan tài liệu cung cấp cho chúng ta bằng chứng về độ bền của chỉ may giảm sau khi may. Độ bền của chỉ may giảm 60% sau khi may và giảm 30-40% sau khi may bằng sợi cotton. Rõ ràng là độ bền của đường may giảm khi tốc độ may tăng.

Một số tác giả nhấn mạnh rằng mức độ nhăn đường may tăng nhẹ khi tốc độ may tăng [8]. Các phát hiện thực nghiệm cho thấy rằng việc tăng tốc độ may làm tăng sự khác biệt giữa các loại vải dẫn đến mức độ nhăn đường may cao hơn. Việc tăng tốc độ may đòi hỏi phải tăng áp lực của chân vịt để kiểm soát tốc độ đưa vải và ngăn không cho chân vịt nảy lên dưới tác động của chuyển động của răng đưa vải. Sự nảy lên của chân vịt làm xáo trộn quá trình đưa vải dẫn đến đường may nhăn và các điều kiện may không được kiểm soát. Ngoài những thông số trên, chất lượng đường may còn phụ thuộc vào hướng may, cơ chế đưa vải, tải trọng chân vịt, độ căng của chỉ.

## 2.2. Thông số chỉ may

### *2.2.1. Loại chỉ may*

Mỗi loại chỉ may có những đặc tính riêng biệt, là yếu tố chính góp phần tạo nên chất lượng đường may. Do đó, việc lựa chọn loại chỉ may phù hợp và vừa vặn với mục đích sử dụng có tầm quan trọng đáng kể đối với hiệu suất sản phẩm [6].

Behera và Chand (1997) đã so sánh sợi polyester, sợi cotton và sợi polyester kéo lõi. Họ phát hiện ra rằng sợi lõi-xoắn cho thấy giá trị cao nhất về độ bền đứt và độ giãn dài, tiếp theo là sợi polyester và sợi cotton. Độ bền cao của sợi lõi-xoắn và sợi polyester được cho là do sự hiện diện của các sợi mạnh hơn trong lõi và sợi polyester mạnh hơn.

Loại chỉ khâu cũng ảnh hưởng đến độ nhăn đường may. Độ nhăn đường may cao hơn đối với các loại vải được khâu bằng chỉ se lõi so với các loại vải được khâu bằng chỉ cotton và chỉ se sợi do đường kính lớn hơn và đặc tính biến dạng thuận nghịch của chỉ se lõi. Đường kính lớn hơn của chỉ se lõi có thể gây ra nhiều hạn chế cơ học và biến dạng hơn của các sợi trong vải khi được kim đưa vào. Ngoài ra, sau khi độ căng giảm dần theo thời gian, chỉ khâu polyester se lõi có xu hướng co lại nhiều hơn do độ biến dạng thuận nghịch cao của nó [9].

Tóm lại, sợi lõi se được thấy là phù hợp nhất xét về hiệu quả đường may, trong khi sợi cotton được thấy là phù hợp nhất để may vải denim xét về độ nhăn đường may [8]. Đề xuất may vải denim nhẹ bằng sợi polyester mịn hoặc sợi cotton thô hơn; vải denim nặng bằng sợi lõi se thô hoặc sợi polyester thô.

*2.2.2. Bề mặt chỉ may*

Sự hiện diện của chất bôi trơn trên chỉ may cũng là một biến số quan trọng và chất bôi trơn mang lại một số đặc tính mong muốn cho chỉ may, đặc biệt là cải thiện khả năng may. Một số đồng nghiệp đã nghiên cứu tác động của chất bôi trơn trên chỉ may đối với chất lượng đường may. Họ tuyên bố rằng chất bôi trơn được sử dụng trên chỉ may để đảm bảo chất lượng đường may tốt hơn do bản chất bảo vệ của nó khỏi nhiệt trong quá trình sản xuất hàng may mặc.

Chất bôi trơn trên chỉ khâu ảnh hưởng rất lớn đến độ cứng của chỉ khâu. Gurarda và cộng sự (2011) nhận thấy rằng loại chất bôi trơn rất quan trọng đối với độ cứng của chỉ khâu. Mazari và cộng sự (2015) phát hiện ra rằng chất bôi trơn làm giảm ma sát giữa sợi và kim loại [4].

Sự giảm ma sát này làm nhiệt độ kim giảm. Nhiệt độ kim giảm tuyến tính theo lượng chất bôi trơn tăng; nhiệt độ kim giảm gần 30% khi lượng chất bôi trơn là 7% so với nhiệt độ kim của chỉ may không có chất bôi trơn. Sự giảm nhiệt độ kim này rất quan trọng đối với ngành may công nghiệp nặng, nơi tốc độ may cao hơn 3.000 vòng/phút. Việc sử dụng chất bôi trơn làm giảm nhiệt độ kim và có thể tăng năng suất của ngành may.

*2.2.3. Kích thước chỉ may*

Kích thước chỉ may là yếu tố quan trọng nhất đối với chất lượng đường may vì việc lựa chọn kích thước chỉ may không phù hợp sẽ ảnh hưởng trực tiếp đến chất lượng đường may của sản phẩm may mặc [8].

Nhìn chung, các nhà nghiên cứu nhận thấy rằng kích thước chỉ khâu càng lớn thì đường may càng bền hơn đối với bất kỳ loại trang phục nào. Chất bôi trơn trên chỉ khâu ảnh hưởng rất lớn đến độ cứng của chỉ khâu. Gurarda và cộng sự (2011) nhận thấy rằng loại chất bôi trơn rất quan trọng đối với độ cứng của chỉ khâu.

Độ dài uốn cong và độ cứng của chỉ khâu giảm sau khi bôi trơn. Trong quá trình may, ứng suất kéo liên tục tạo ra trong sợi có tác động tiêu cực đến các đặc tính chức năng của sợi, dẫn đến giảm độ bền của sợi sau khi may. Eryuruk và Kalaoglu (2010) phát hiện ra rằng theo xu hướng chung đối với tất cả các loại chỉ, khi lượng bôi trơn tăng từ 0,5 đến 1,9, độ bền đứt đường may và độ bền đứt sợi của chỉ may đã khâu và chưa khâu cũng tăng lên [2].

**2.3. Thông số vải**

*2.3.1. Hàm lượng sợi*

Vai trò của các loại sợi và tỷ lệ phần trăm của chúng có ý nghĩa quan trọng đối với hiệu suất may và đặc tính do ảnh hưởng của chúng đến các đặc tính cơ học của vải thành phẩm. Vải polyester có độ bền đường may và đặc tính giãn cao hơn và cũng cho thấy kết quả nhăn đường may cao so với vải cotton [4, 6]. Pasayev và cộng sự (2012) phát hiện ra rằng do cấu trúc mịn hơn của sợi polyester, độ trượt đường may cao hơn ở vải sợi ngang polyester so với vải có sợi ngang cotton.

*2.3.2. Cấu trúc*

Dệt vải có ảnh hưởng đáng kể đến độ bền đường may. Các loại vải dệt trơn có độ bền đường may cao nhất theo cả hai hướng, tiếp theo là vải chéo. Vì dệt trơn có số lượng đan xen cao nhất trên một đơn vị diện tích nên nó không cho phép sợi dễ dàng di chuyển khi một ☞

đường may chịu tải. Ngược lại, dệt chéo có độ nổi dài hơn cho phép có nhiều không gian trống hơn để sợi di chuyển [7].

Kết quả nghiên cứu của Cheng và Poon chứng minh rằng có mối tương quan đáng kể giữa cấu trúc dệt và độ nhăn của đường may. Bằng cách khâu, các sợi chỉ sẽ kéo vật liệu sợi vào vị trí mới, đưa nó vào cấu trúc vật liệu và có xu hướng thay đổi nó. Khi so sánh tác động của các kiểu dệt khác nhau lên độ trượt đường may và thấy rằng dệt trơn có khả năng chống trượt tốt nhất.

### *2.3.3. Hệ số che phủ*

Hệ số che phủ cho thấy độ khít của cấu trúc vải. Hệ số che phủ cao thể hiện cấu trúc vải khít hơn với hệ số che phủ thấp. Một số học giả chứng minh rằng độ khít của vải có tác động trực tiếp đến hành vi của đường may.

Hệ số che phủ vải có tác động đáng kể đến độ bền đường may và hiệu quả đường may. Nghiên cứu của họ cho thấy rằng các loại vải có hệ số che phủ cao có xu hướng làm đứt sợi vải tại thời điểm may [7, 8, 9].

Việc giảm hệ số che phủ sợi ngang có thể chỉ ra sự gia tăng của hệ số che phủ sợi dọc và do đó, ma sát giữa sợi dọc và sợi ngang tăng lên, điều này làm cho đường may bị trượt. Vì những lý do tương tự và đối với các loại vải có những đặc điểm này, độ trượt đường may của sợi ngang tăng lên (độ trượt của sợi dọc trở nên dễ dàng hơn). Ngoài những thông số trên, chất lượng đường may còn phụ thuộc vào trọng lượng, độ giãn dài, ứng suất uốn, ứng suất cắt, khả năng định hình, số lớp và bề mặt của vải.

## 3. KẾT LUẬN

Qua nghiên cứu này, tác giả có thể đưa ra kết luận sau đây:

Việc thay đổi một số thông số có thể có tác động tích cực đến chất lượng đường may nhưng lại có tác động tiêu cực đến các yếu tố đầu ra khác. Vì vậy, nên lựa chọn đúng các thông số theo mục đích sử dụng cụ thể của hàng may mặc.

Khi ghép các loại vải lại với nhau, cần phải tính đến một số yếu tố như tính chất của vải, tính chất của chỉ may, lựa chọn mũi khâu và đường may... Tất cả các yếu tố này đều quan trọng như nhau trong việc tạo ra một đường may chất lượng.

Tóm lại, để đạt được mức chất lượng mong muốn, không có một giải pháp duy nhất nào có khả năng loại bỏ các vấn đề không mong muốn về đường may trên vải. Các nhà sản xuất hàng may mặc cần lựa chọn các thông số phù hợp để sản xuất ra các sản phẩm chất lượng cao.❖

Ngày nhận bài: **05/9/2024**
Ngày phản biện: **05/10/2024**

**Tài liệu tham khảo:**

[1]. Esra Zeynep Yıldız, Oktay Pamuk (2021), "*The parameters affecting seam quality: A comprehensive review*". Research Journal of Textile and Apparel Vol. 25 No. 4, 2021 pp. 309-329.

[2]. Al Sarhan, T.M. (2011), "*A study of seam performance of micro-polyester woven fabrics*". Journal of American Science, Vol. 7 No. 12, pp. 41-46.

[3]. Ali, N., Rehan, A.M., Ahmed, Z., Memon, H. and Hussain, A. (2014), "*Effect of different*

*types of seam, stitch class and stitch density on seam performance*". Journal of Applied and Emerging Sciences, Vol. 5 No. 1, pp. 32-43.

[4]. Hui, P.C.L., Chan, K.C.C., Yeung, K.W. and Ng, F.S.F. (2007), "*Application of artificial neural networks to the prediction of sewing performance of fabrics*". International Journal of Clothing Science and Technology, Vol. 19 No. 5, pp. 291-318.

[5]. Bharani, M. and Mahendra Gowda, R.V. (2012), "*Characterization of seam strength and seam slippage on pc blend fabric with plain woven structure and finish*". Research Journal of Recent Sciences, Vol. 1 No. 12, pp. 7-14.

[6]. Jebali, N., Babay Dhouib, A. and Ben Hassen, M. (2016), "*Modeling the overall seam quality of woven cotton fabric*". International Journal of Applied Research on Textile, Vol. 4 No. 1, pp. 47-61.

[7]. Stjepanovic, Z. and Strah, H. (1998), "*Selection of suitable sewing needle using machine learning techniques*". International Journal of Clothing Science and Technology, Vol. 10 No. 3/4, pp. 209-218.

[8]. Seif, M.A. (2014), "*Investigating the seam slippage of satin fabrics*". International Journal of Textile and Fashion Technology, Vol. 4 No. 5, pp. 1-10.

[9]. Mukhopadhyay, A., Sikka, M. and Karmakar, A.K. (2004), "*Impact of laundering on the seam tensile properties of suiting fabrics*". International Journal of Clothing Science and Technology, Vol. 16 No. 4, pp. 394-403.

# NGHIÊN CỨU THIẾT KẾ VÀ CHẾ TẠO MÁY CẮT PLASMA SỬ DỤNG CÔNG NGHỆ CNC

## A STUDY DESIGN AND MANUFACTURING OF PLASMA CUTTING MACHINE USING CNC TECHNOLOGY

**Trần Công Thức*, Tạ Thị Yến, Nguyễn Văn Ngạn, Tống Thị Lan**
Trường Đại học Thái Bình

**TÓM TẮT**

*Máy cắt plasma sử dụng công nghệ CNC được thiết kế, chế tạo để phục vụ sản xuất và giảng dạy thực hành. Máy sử dụng màn hình điều khiển độc lập và bộ nâng hạ mỏ cắt tự động điều chỉnh được chiều cao khi cắt trên các bề mặt kim loại bị cong vênh, cắt được chiều dày tấm thép 12mm. Kích thước tổng thể máy 2400x1800x1000mm, kích thước làm việc các trục XYZ 2000x1400x100mm, trọng lượng máy 272kg, tốc độ cắt plasma 50÷4000mm/phút, độ chính xác làm việc ± 0,3 mm/m. Công suất nguồn cắt 17,8KVA, điện áp 380V, động cơ 3 trục loại AC Servo. Mô hình máy được thiết kế bằng phần mềm Inventor và đưa ra các bản vẽ chế tạo. Tiến hành chế tạo các chi tiết và lắp ráp chúng lại thành máy hoàn chỉnh.*

**Từ khóa:** *Máy cắt plasma; CNC; Thiết kế; Chế tạo; Lắp ráp.*

**ABSTRACT**

*Plasma cutting machines using CNC technology was designed and manufactured to serve production and practical teaching. The machine uses an independent control screen and an automatic cutting torch lifter that adjusts the height when cutting on warped metal surfaces, can cut 12mm steel plate thickness. Overall size of the machine is 2400x1800x1000mm, working size XYZ axis 2000x1400x100mm, machine weight 272kg, plasma cutting speed 50-4000mm/min, working accuracy ± 0,3 mm/m. Cutting power capacity is 17.8KVA and voltage 380V, 3 axis AC servo motor. The Inventor software is used to design overall model of the machine and detailed drawings. Fabricating the parts and assembling them into a complete machine.*

**Keywords:** *Plasma cutting machine; Computer Numerical Control; Design; Manufacture; Assembly.*

## 1. ĐẶT VẤN ĐỀ

Hiện nay, công nghệ cắt plasma CNC đang được ứng dụng rộng rãi trong ngành cơ khí như kết cấu thép, nhà tiền chế, đóng tàu, cắt bản mã, cắt hoa văn cổng cửa để trang trí nội ngoại thất, làm sắt mỹ thuật.

Máy cắt plasma CNC hoạt động dựa trên chương trình được số hóa, các bộ phận chấp hành điều khiển tự động sẽ di chuyển đầu cắt theo bản vẽ đã được cài đặt sẵn trên máy. Nhờ đó, quá trình cắt kim loại trở nên nhanh hơn nhưng vẫn đảm bảo được độ chính xác từ sản phẩm đầu đến sản phẩm cuối cùng. Máy sử dụng bộ điều khiển độc lập nên lưu được nhiều tọa độ ứng với nhiều vị trí phôi. Dễ dàng dừng chi tiết đang cắt, để cắt chi tiết khác gấp hơn, sau đó quay lại tọa độ đã lưu để cắt tiếp phần còn lại.

Máy đang cắt mà bị mất điện không bị mất tọa độ. Có thể chỉnh dòng cắt plasma ngay trên màn hình điều khiển, tự động điều chỉnh chiều cao đầu cắt khi cắt các chi tiết bị cong vênh. Các thông số cắt được lưu sẵn theo độ dày vật liệu, khi cắt người vận hành chỉ việc lựa chọn thông số có sẵn từ thư viện hoặc bộ nhớ ngoài qua cổng USB [1, 2].

*Hình 1. Một số sản phẩm cắt trên máy plasma CNC [3]*

Trong nước, một số xưởng cơ khí cũng đã thiết kế và chế tạo loại máy này như: máy cắt plasma CNC PK-PCL; máy cắt sắt CNC mini EMC 1530; máy cắt CNC plasma Maxpro - 3512. Các loại máy này kết cấu nhỏ, độ ổn định khi cắt chưa cao, dung sai cắt lớn.

## 2. PHƯƠNG PHÁP NGHIÊN CỨU

Nghiên cứu các tài liệu về công nghệ CNC; cơ sở thiết kế chi tiết máy, trang bị điện trong máy công nghiệp.

Tham khảo các loại máy plasma CNC hiện có trên thị trường. Nghiên cứu từng quá trình công nghệ cắt bằng tia plasma, nguyên lý hoạt động của máy plasma CNC làm cơ sở cho việc thiết kế kết cấu máy, lựa chọn động cơ servor và bộ truyền bánh răng thanh răng làm động cơ dẫn động cho các trục [4, 5, 6].

Sử dụng phần mềm Inventor để thiết kế các chi tiết máy, lắp ráp, chỉnh sửa hoàn chỉnh mô hình thiết kế. Sử dụng các nguyên vật liệu sẵn có để chế tạo toàn bộ kết cấu máy, sử dụng màn hình điều khiển độc lập và bộ nâng hạ mỏ cắt để điều khiển các cơ cấu máy. Sản xuất thử nghiệm, hiệu chỉnh lại máy [7, 8].

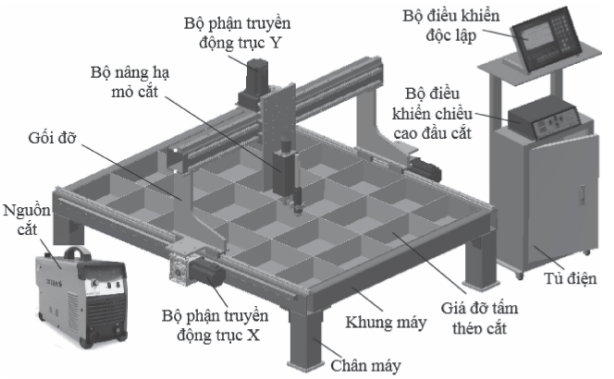
## 3. KẾT QUẢ VÀ BÀN LUẬN

### 3.1. Kết quả thiết kế và chế tạo sản phẩm

Nghiên cứu các thiết bị có sẵn trên thị trường, để phù hợp với yêu cầu máy cắt plasma CNC phục vụ trong sản xuất, lựa chọn kết cấu máy (hình 2).

Hình 2 thể hiện mô hình máy cắt plasma CNC. Kích thước máy 2400x1800x1000mm, kích thước làm việc trục XYZ 2000x1400x100mm, trọng lượng máy 305kg, tốc độ chạy dao nhanh 36m/phút, công suất nguồn cắt 17,8KVA, điện áp 380V, động cơ 3 trục loại AC Servo.

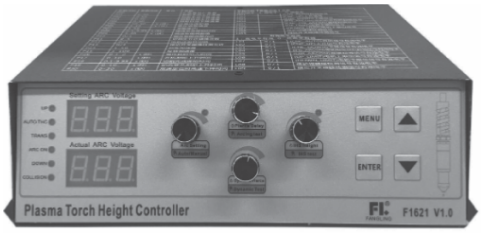
☞




*Hình 2. Mô hình máy cắt plasma CNC*

Các chi tiết của máy cắt plasma CNC.

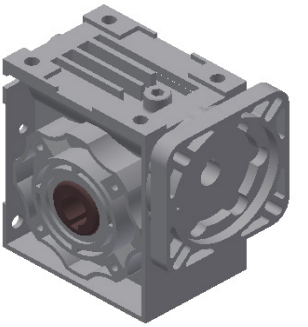
*Màn điều khiển F2100B*



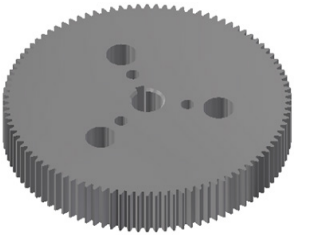

*Bộ điều khiển nâng hạ chiều cao cắt THC F1621*

*Động cơ AC Servo, Driver*

*Nguồn cắt Plasma Cut100 L201 Jasic*



*Bộ truyền trục vít - bánh vít*



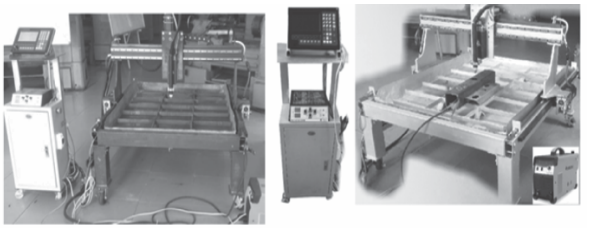
*Bánh răng nhựa z = 100*

*Hình 3. Một số chi tiết của máy cắt plasma CNC*

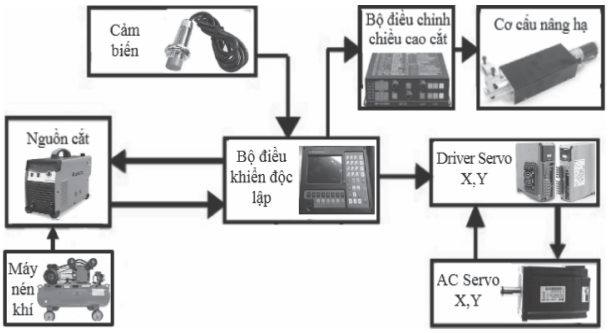
- Thiết kế chế tạo khung máy: Khung máy được chế tạo bằng thép hộp 100x100x5; thép V100x100x5mm; thép hộp 50x50x5 được cắt theo kích thước bản vẽ và hàn lại với nhau tạo thành một khối có độ cứng vững cao, có khả năng giảm rung động khi gia công.

- Trên cơ sở bản thiết kế tiến hành chế tạo các bộ phận của máy, lắp ráp máy, kiểm tra độ song song, vuông góc và hiệu chỉnh sự ăn khớp của các chi tiết máy, kết quả thể hiện như hình 4.

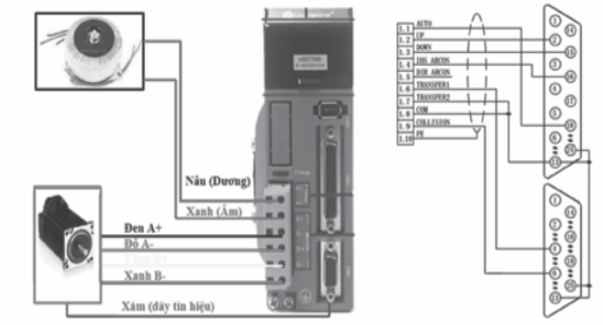

ISSN 2615 - 9910 (bản in), ISSN 2815 - 5505 (online)
**TẠP CHÍ CƠ KHÍ VIỆT NAM**, Số 323, tháng 12 năm 2024
**cokhivietnam.vn / tapchicokhi.com.vn**



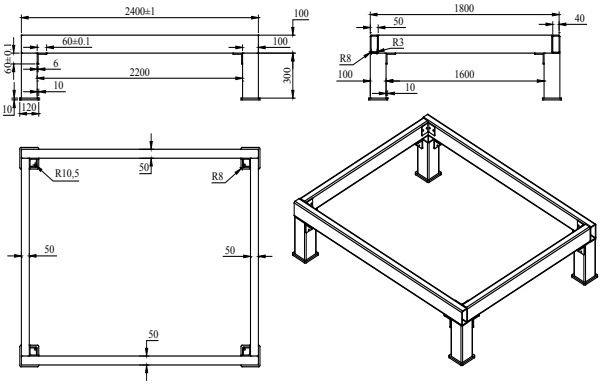
*Hình 4. Tổng thể máy cắt plasma CNC sau khi chế tạo, lắp ráp, sơn hoàn thiện*



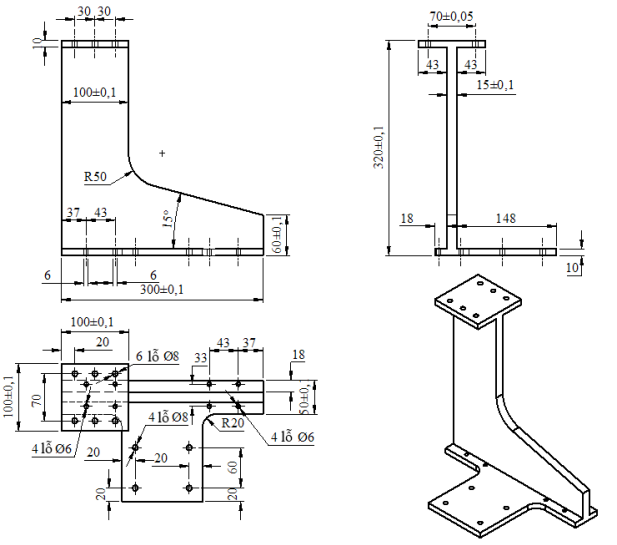

*Hình 5. Sơ đồ điều khiển máy cắt plasma*




*Hình 6. Sơ đồ kết nối Driver, động cơ trục X, Y và bộ THC F1621 với F2100B*



*Hình 7. Kết cấu và kích thước khung máy*



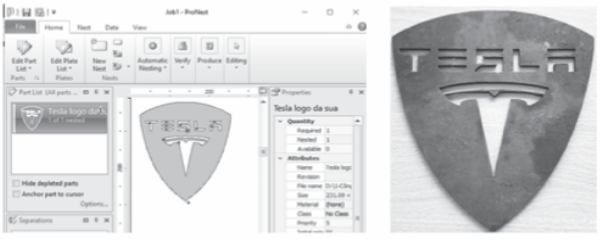
*Hình 8. Giá đỡ trục X*

### 3.2. Chạy thử nghiệm

Lập trình cắt một số sản phẩm tranh khóm trúc, tranh thư pháp, logo:

*Hình 9. Lập trình và gia công tranh khóm trúc*

*Hình 10. Lập trình và gia công tranh thư pháp*



*Hình 11. Lập trình và cắt logo*

### 3.3. Bàn luận kết quả thực nghiệm

- Kết quả vận hành thử nghiệm máy cắt plasma CNC cho thấy: Máy có độ cứng vững cao, chuyển động các trục XY dùng bộ truyền bánh răng - thanh răng, ray vuông - con trượt bi đảm bảo di chuyển các trục êm và chính xác, không gây ra rung động và tiếng ồn khi làm việc.

- Có thể chỉnh dòng cắt plasma ngay trên màn hình điều khiển mà không cần phải vặn núm chỉnh trên nguồn plasma, Tự động lưu tọa độ khi mất điện, tự động điều chỉnh chiều cao khe hở đầu cắt khi cắt các chi tiết bị cong vênh. Các thông số cắt được lưu sẵn theo độ dày vật liệu.

- Sản phẩm sau khi cắt trên máy đảm bảo được độ chính xác từ sản phẩm đầu đến sản phẩm cuối cùng, máy cắt được các bản mã, cắt hoa văn cổng cửa để trang trí nội ngoại thất, làm sắt mỹ thuật, các chi tiết thép tấm dày tới 12mm.

- Giảm được nhân công lao động, nâng cao năng suất, từ đó giảm được giá thành sản phẩm.

*Bảng 1. Các thông số chính của máy plasma CNC*

| | |
|---|---|
| Công suất cắt plasma; nguồn cắt | 17,8KVA; 380V, Cut100 L201 JASIC |
| Kích thước máy | 2400x1800x1000mm |
| Phạm vi làm việc của máy | 2000x1400x100mm |
| Màn hình điều khiển độc lập | F2100B |
| Bộ điều khiển; bộ nâng hạ | THC F1621; Hành trình 100mm, tốc độ 240mm/phút, điện áp DC 24V |
| Động cơ và Driver các trục | AC SERVO Hybrid 863HBM80H-1000 + Driver HB758 |
| Tốc độ; chiều dày vật liệu cắt | 50÷4000mm/phút; 12mm |
| Độ chính xác | ± 0,3 mm/m |
| Trọng lượng máy | 272kg |

## 4. KẾT LUẬN

- Máy cắt plasma được chế tạo với kích thước máy 2400x1800x1000mm, kích thước làm việc trục XYZ 2000x1400x100mm, với đầy đủ công dụng thiết kế, lập trình, mô phỏng và gia công, kết cấu máy nhỏ gọn, bộ điều khiển độc lập thuận tiện cho người vận hành. Giá thành rẻ hơn 1/2 so với một số máy có trên thị trường.

- Máy cắt plasma CNC ứng dụng bộ nâng hạ đầu cắt tự động điều khiển linh hoạt trong công nghiệp. Tự động điều chỉnh khe hở đầu cắt khi gặp các bề mặt cong vênh. Gia công được các tấm thép có bề dày lên tới 12mm. Sản phẩm được gia công chế tạo bởi máy cắt plasma tự động luôn có được sự chính xác hoàn hảo 96%.

- Máy cắt được nhiều sản phẩm như các chi tiết kết cấu thép, nhà tiền chế, đóng tàu, các bản mã, cắt hoa văn cổng cửa để trang trí nội ngoại thất, làm sắt mỹ thuật.❖


ISSN 2615 - 9910 (bản in), ISSN 2815 - 5505 (online)
**TẠP CHÍ CƠ KHÍ VIỆT NAM**, Số 323, tháng 12 năm 2024
**cokhivietnam.vn / tapchicokhi.com.vn**

Ngày nhận bài: **12/10/2024**
Ngày phản biện: **18/11/2024**

**Tài liệu tham khảo:**

[1]. Nguyễn Tấn Quý (2018), "*Giáo trình Cắt plasma CNC*". Trường Cao đẳng Kỹ thuật Công nghệ Quy Nhơn.
[2]. https://cncdongphuong.com/ huong-dan-su-dung-may-cnc-plasma
[3]. https://maxbco.com/cat-plasma-kim-loai.html
[4]. Trần Văn Địch (2007), "*Công nghệ CNC*". NXB. Khoa học và Kỹ thuật.
[5]. Nguyễn Hoài Niệm và các cộng sự (2021), "*Thiết kế và chế tạo máy cắt CNC bằng tia plasma*". Tạp chí khoa học Trường Đại học Cửu Long.
[6]. PGS,TS. Đặng Thiện Ngôn (2021), "*Trang bị điện - điện tử trong máy công nghiệp*". NXB. Đại học Quốc gia TP Hồ Chí Minh.
[7]. Nguyễn Văn Huyền (2002), "*Cẩm nang kỹ thuật cơ khí*". NXB. Xây dựng, Hà Nội.
[8]. Trần Công Thức và các cộng sự (2020), "*Thiết kế và vẽ trên máy tính với Autodesk Inventor*". NXB. Khoa học và Kỹ thuật.
[9]. Nguyễn Hữu Trí (2011), "*Thiết kế tính toán và chế tạo máy cắt plasma CNC dạng nhỏ*". Luận văn thạc sĩ, Trường Đại học Sư phạm Kỹ thuật TP. Hồ Chí Minh.

# XÂY DỰNG GIẢI PHÁP CHẨN ĐOÁN Ô TÔ TRÊN ĐA NỀN TẢNG BẰNG MÁY TÍNH CON ORANGE PI 3B

BUILDING A CROSS-PLATFORM CAR DIAGNOSTIC SOLUTION USING ORANGE PI 3B

ThS. **Nguyễn Đức Trung**
Trường Đại học Giao thông Vận tải

**TÓM TẮT**

*Trong chẩn đoán ô tô, đặc biệt chẩn đoán hệ thống cơ điện tử, thiết bị chẩn đoán OBD là thiết bị không thể thiếu để khoanh vùng hư hỏng, cùng với phần mềm chẩn đoán - cơ sở dữ liệu sửa chữa giúp định hướng sửa chữa và đưa ra phương án sửa chữa hợp lý.*

*Kết quả của bài báo có ý nghĩa lớn với kỹ thuật viên sửa chữa ô tô, đặc biệt đối với các gara ngoài do họ có thể sử dụng nhiều thiết bị cá nhân khác nhau, nhiều nền tảng để truy cập và chẩn đoán ô tô.*

**Từ khóa:** *OBD2; Orange Pi.*

**ABSTRACT**

*In car diagnostics, especially mechatronic system diagnostics, OBD diagnostic equipment is an indispensable device to localize damage, along with diagnostic software - repair database to help orient repairs and provide reasonable repair plans.*

*The results of the topic are of great significance to car repair technicians, especially for outside garages because they can use many different personal devices, many platforms to access and diagnose cars.*

**Keywords:** *OBD2; Orange Pi.*

## 1. ĐẶT VẤN ĐỀ

Trong chẩn đoán, sửa chữa hoặc thậm chí bảo dưỡng các hệ thống cơ điện tử trên ô tô hiện nay, việc sử dụng máy chẩn đoán là thiết yếu. Chẳng hạn như: đọc, xóa mã lỗi, reset cảm biến vị trí bướm ga sau sửa chữa.

Mục tiêu của bài báo là đưa ra một giải pháp giúp kỹ thuật viên ô tô có thể truy cập thiết bị chẩn đoán để thực hiện dịch vụ ô tô bằng nhiều thiết bị khác nhau chẳng hạn như laptop, điện thoại, máy tính bảng… để phục vụ sửa chữa ô tô. Giải pháp sử dụng những thiết bị sẵn có, hoặc với giá thành rẻ để cho các gara sửa chữa nhỏ cũng có thể áp dụng được.

## 2. CÁC CHẾ ĐỘ CHẨN ĐOÁN OBD2

- On-Board Diagnostics (OBD) là hệ thống tự chẩn đoán trên ô tô. Đây là một hệ thống gồm cả phần cứng gồm các cảm biến, mạch tự chẩn đoán… và phần mềm - chương trình được nạp vào trong hệ thống điều khiển động cơ ô tô, giúp cho ECU điều khiển động cơ có thể tự chẩn đoán được hư hỏng trong quá trình khai thác và sử dụng.

- Theo [1], hiện nay OBD2 chia làm 10 chế độ:

Mode $01 – Request Live Data
Mode $02 – Request Freeze Frames
Mode $03 – Request Stored Trouble Codes
Mode $04 – Clear/Reset Stored Emissions Related Data
Mode $05 – Request Oxygen Sensors Test Results
Mode $06 – Request On-Board System Tests Results
Mode $07 – Request Pending Trouble Codes
Mode $08 – Request Control of On-Board Systems
Mode $09 – Request Vehicle Information
Mode $0A – Request Permanent Trouble Codes

*Hình 1. Chế độ chẩn đoán OBD2*

+ Chế độ 01 là chế độ yêu cầu dữ liệu chẩn đoán. Khi máy chẩn đoán yêu cầu chế độ 01, hệ thống tự chẩn đoán trên ô tô cần cung cấp các dữ liệu bao gồm: dữ liệu cảm biến - chẳng hạn như nhiệt độ nước làm mát, dữ liệu chế độ điều khiển - chẳng hạn như chế độ vòng lặp đóng (điều khiển nhiên liệu dựa trên phản hồi cảm biến oxy)… và một số thông tin khác.

+ Chế độ 02 là chế độ yêu cầu dữ liệu lưu tức thời. Dữ liệu lưu tức thời là dữ liệu lưu khi mã lỗi xảy ra và lưu vào hệ thống. Việc truy cập dữ liệu lưu tức thời giúp kỹ thuật viên xác định được thời điểm, và điều kiện xảy ra lỗi.

+ Chế độ 03 là chế độ yêu cầu hiển thị mã lỗi. Đây là một trong các chế độ được sử dụng nhiều nhất. Khi hệ thống tự chẩn đoán phát hiện ra lỗi, hệ thống tự chẩn đoán phải có khả năng lưu lại code lỗi kể cả khi khóa điện được tắt trong thời gian dài. Phải có khả năng báo đèn check khi động cơ làm việc và hiện được mã lỗi khi máy chẩn đoán yêu cầu chúng.

+ Chế độ 04 yêu cầu hệ thống tự chẩn đoán có khả năng xóa các dữ liệu chẩn đoán và code lỗi liên quan đến khí xả. Chế độ này giúp cho hệ thống tự chẩn đoán có khả năng xóa lỗi khi được yêu cầu từ máy chẩn đoán.

+ Chế độ 05 là chế độ yêu cầu dữ liệu liên quan đến kiểm tra đến cảm biến oxy.

+ Chế độ 06 yêu cầu hệ thống điều khiển động cơ có khả năng thông báo các kết quả kiểm tra on-board khi được yêu cầu của máy chẩn đoán.

Các kiểm tra onboard bao gồm cả các bộ giám sát liên tục và bộ giám sát không liên tục. Khi các bộ giám sát này chạy hoàn thành mà kết quả kiểm tra bị "fail" sẽ khiến cho hệ thống điều khiển động cơ lưu mã lỗi và làm sáng đèn MIL.

+ Chế độ 07 yêu cầu máy chẩn đoán có khả năng lưu lại và hiển thị mã chờ.

+ Chế độ 08 yêu cầu hệ thống tự chẩn đoán phải có khả năng kích hoạt thành phần. Chế độ này là một sự bổ sung cho chế độ 01, chế độ 03 và chế độ 06. Chế độ này giúp các kỹ thuật viên sửa chữa ô tô có thể chẩn đoán nhanh các hư hỏng liên quan đến cơ cấu chấp hành bằng cách thử kích hoạt chúng trên máy chẩn đoán.

+ Chế độ 09 yêu cầu hệ thống tự chẩn đoán lưu giữ thông tin xe. Thông tin này bao gồm số nhận dạng xe (mã VIN), số phần mềm, phiên bản hiệu chỉnh phần mềm… Các dữ liệu này sẽ được cung cấp khi máy chẩn đoán yêu cầu.

+ Chế độ 10 hay chế độ 0x0A là chế độ được bổ sung theo tiêu chuẩn OBD-2 mở rộng. Chế độ này yêu cầu hệ thống tự chẩn đoán ô tô có khả năng lưu và hiển thị những mã lỗi không thể xóa được.

## 3. GIẢI PHÁP THIẾT KẾ HỆ THỐNG CHẨN ĐOÁN ĐA NỀN TẢNG

### 3.1. Khái niệm

Chẩn đoán đa nền tảng được hiểu là chẩn đoán mà có khả năng thực hiện không phải trên một thiết bị gắn với nền tảng duy nhất, mà có khả năng thực hiện chẩn đoán trên nhiều thiết bị, sử dụng các nền tảng khác nhau.

Các thiết bị chẩn đoán hiện nay, bao gồm 1 đầu đọc, và 1 thiết bị điều khiển. Thiết bị điều khiển là 1 máy tính bảng hoặc 1 máy tính cá nhân có chương trình phần mềm chẩn đoán cài lên nó. Chương trình được viết ra bởi một hoặc vài ngôn ngữ lập trình, sau đó được biên dịch ra và chỉ chạy trên một hệ điều hành duy nhất. Người dùng không có lựa chọn cài ra các hệ điều hành khác, cũng như thay máy tính bảng đi theo đầu đọc.

### 3.2. Ưu điểm của chẩn đoán đa nền tảng

- Có thể sử dụng nhiều thiết bị cá nhân truy cập để chẩn đoán, không giới hạn hệ điều hành.

- Vì thiết bị chẩn đoán đa nền tảng có một thiết bị làm server chẩn đoán - phần mềm cài hoàn toàn lên nó nên hoàn toàn không gây nên xung đột phần mềm như cài trên thiết bị cá nhân.

- Thiết bị cá nhân không yêu cầu cấu hình cao, miễn là có thể cài phần mềm client là có thể truy cập.

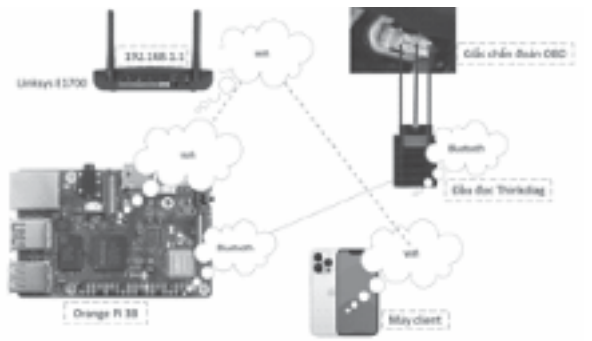
- Thiết bị làm server chẩn đoán có công suất thấp, lại hoạt động trên hệ điều hành Android nên thực tế không nhất thiết phải tắt thiết bị khi không dùng.

- Vì sử dụng thiết bị cá nhân là thiết bị client nên không cần ở gần xe và thiết bị làm server chẩn đoán, có thể sử dụng bất cứ đâu trong xưởng miễn là có mạng.

### 3.3. Giải pháp xây dựng hệ thống chẩn đoán đa nền tảng

Để minh họa giải pháp chẩn đoán đa nền tảng, bài báo sử dụng minh họa trên một đầu đọc chẩn đoán - sau đây gọi là đầu đọc X, phần mềm chẩn đoán minh họa chạy trên đầu đọc X - sau đây gọi là Y.

***a. Triển khai thiết bị phần cứng chẩn đoán đa nền tảng***



*Hình 2. Hệ thống chẩn đoán đa nền tảng xây dựng trên đầu đọc X và phần mềm chẩn đoán Y*

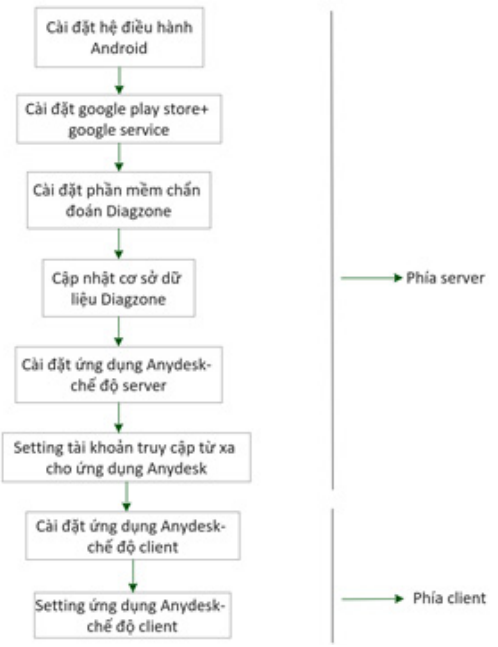

ISSN 2615 - 9910 (bản in), ISSN 2815 - 5505 (online)
**TẠP CHÍ CƠ KHÍ VIỆT NAM**, Số 323, tháng 12 năm 2024
**cokhivietnam.vn / tapchicokhi.com.vn**

Phần cứng hệ thống chẩn đoán đa nền tảng bao gồm: 1 router wifi Linksys E1700, 1 mạch SBC Orange Pi 3B, 1 đầu đọc X và 1 điện thoại hoặc laptop bất kỳ có hệ điều hành để cài đặt được phần mềm client.

Mạch SBC Orange Pi 3B được cài sẵn hệ điều hành Android, kết nối với router Linksys E1700 qua mạng wifi, được router cấp DHCP. Số lượng điện thoại hoặc laptop tùy thuộc điều kiện xưởng, được nối với router E1700 qua mạng wifi, được router cấp DHCP. Mạch SBC Orange Pi 3B được cài sẵn phần mềm chẩn đoán Y và nối kết với đầu đọc X qua giao tiếp Bluetooth.

Khi kỹ thuật viên chẩn đoán, chỉ cần cắm đầu đọc X vào giắc chẩn đoán ô tô, rồi truy cập vào phần mềm chẩn đoán Y qua SBC Orange Pi 3B.

***b. Triển khai hệ thống phần mềm hệ thống phần mềm chẩn đoán đa nền tảng***




*Hình 3. Trình tự cài đặt hệ thống chẩn đoán đa nền tảng*

Việc cài đặt chia làm hai bước: Cài đặt hệ thống chẩn đoán và cài đặt phần mềm truy cập từ xa - chế độ server, cài đặt phần mềm truy cập từ xa - chế độ client trên một thiết bị khách bất kỳ để truy cập chẩn đoán trên máy server.

Để cài đặt hệ thống phần mềm trên máy server, tiến hành cài đặt hệ điều hành Android 11 trên máy Orange Pi 3B như hướng dẫn từ [2], việc cài đặt được thực hiện qua phần mềm SDDiskTool và ảnh hệ điều hành Android được cung cấp từ nhà sản xuất vào thẻ nhớ Micro SD 32GB.

Để có thể cài đặt phần mềm chẩn đoán lên máy Orange Pi, hệ điều hành của máy cần Google Play Store và các dịch vụ Google service để cung cấp các dịch vụ cần thiết cho phần mềm chẩn đoán chạy. Tuy nhiên, ảnh hệ thống Android của Orange Pi nhà sản xuất không cung cấp gói phần mềm và các dịch vụ này. Bài báo sử dụng giải pháp cài đặt phần mềm Magisk để root máy từ [3], sau đó có thể cài đặt các gói phần mềm không được phép.

Có nhiều giải pháp để truy cập từ xa điều khiển máy Orange Pi, tuy nhiên bài báo chọn và sử dụng gói phần mềm AnyDesk. Lý do đây là phần mềm nhẹ, có phiên bản free cũng như có phiên bản đầy đủ đã được unlock hết các tính năng. Một yếu tố cực quan trọng nữa được xét đến vì đây là phần mềm hỗ trợ đa nền tảng. Phần mềm hiện hỗ trợ tất cả các nền tảng client phổ biến gồm: Windows, MacOS, Android, IOS, AppleTV, Linux, FreeBSD, Raspberry, ChromeOS. Việc chọn phần mềm này làm nền tảng truy cập từ xa khiến phần mềm chẩn đoán có thể được điều khiển bởi bất cứ thiết bị cá nhân, di động hay cố định miễn là thiết bị có một hệ điều hành.

Khi setting phần mềm truy cập từ xa ☞

Anydesk, theo hướng dẫn từ [4] cần chọn "Full acesss" + "Enable Unattended access" để máy client có thể đăng nhập mà không cần xác nhận của quản trị từ máy server. Sau khi tính năng này bật, một trở ngại kỹ thuật nữa gặp phải là hệ điều hành Android 11 không cho phép tính năng này. Bài báo đã dùng giải pháp dùng ứng dụng Shizuku và Apps Ops để tắt nó.

### 3.4. Kết quả hệ thống chẩn đoán đa nền tảng xây dựng

*Hình 4. Một số hình cài đặt hệ thống chẩn đoán đa nền tảng*

Trên hình số 4, 5 lần lượt là một số hình cài đặt và chạy thử hệ thống chẩn đoán đa nền tảng.

*Hình 5. Truy cập hệ thống chẩn đoán từ máy tính bảng*

***Nhận xét:***

- Như vậy hệ thống chẩn đoán đa nền tảng có thể hoạt động. Hệ thống có thể truy cập từ xa và chẩn đoán miễn là máy client có cài đặt phần mềm truy cập từ xa Anydesk và có tài khoản đăng nhập.

- Hệ thống chẩn đoán đa nền tảng giúp cho kỹ thuật viên sửa chữa ô tô có thể chẩn đoán xe với bất cứ thiết bị cá nhân có hệ điều hành. Việc chẩn đoán đơn giản, chỉ cần cắm giắc chẩn đoán lên ô tô, cắm máy tính SBC Orange Pi và đăng nhập trên thiết bị cá nhân.

## 4. KẾT LUẬN

- Bài báo đã tìm ra giải pháp sử dụng máy tính con Orange Pi 3B giúp chẩn đoán trên nhiều thiết bị có nền tảng khác nhau.

- Bài báo có ý nghĩa trong thực tiễn trong sửa chữa ô tô cũng như trong đào tạo.

**Lời cảm ơn:**

Nghiên cứu này được tài trợ bởi Trường Đại học Giao thông Vận tải trong đề tài mã số T2024-CK-KDN-002.❖

Ngày nhận bài: **19/11/2024**
Ngày phản biện: **11/12/2024**

**Tài liệu tham khảo:**

[1]. OBD Mode, OBD Solutions LLC, https://www.obdsol.com/knowledgebase/obd-software-development/obd-services-modes
[2]. Orange Pi 3B User Manual, Orange Pi LLC, http://www.orangepi.org/
[3]. How to install Magisk on Android, Magisk Manager, https://magiskmanager.com
[4]. Unattended Access, AnyDesk LLC, https://support.anydesk.com/knowledge/unattended-access

# NGHIÊN CỨU ĐÁNH GIÁ CHẤT LƯỢNG CỦA MỘT SỐ LOẠI VẢI THÔNG DỤNG CHO MAY MẶC TRÊN PHƯƠNG DIỆN ĐỘ MỀM RỦ

STUDY AND EVALUATION OF THE QUALITY OF SOME COMMON FABRIC TYPES FOR GARMENT IN ASPECT OF BREATHABILITY

ThS. **Nguyễn Thanh Hải**
Khoa Dệt may Thời trang, Trường Đại học Kinh tế - Kỹ thuật Công nghiệp

**TÓM TẮT**

*Một bộ trang phục có tính tiện nghi có thể được hiểu là khi người mặc sẽ cảm thấy dễ chịu và thoải mái về cả phương diện sinh lý và tâm lý, một trong những khía cạnh của tiện nghi là cách thức vật liệu ảnh hưởng đến độ mềm rủ của vải. Bài báo này nghiên cứu đến độ mềm rủ của một số loại vải thông dụng hiện nay, để người sử dụng có thể tính toán trước mục đích cho phù hợp. Kết quả nghiên cứu cho thấy: Độ mềm rủ phản ánh tính mềm mại của vải khi để vải rủ ở trạng thái tự do. Ngoài yếu tố nguyên liệu, những thông số cấu tạo vải như bề dày, khối lượng g/m², mật độ sợi trong vải có ý nghĩa quan trọng trong việc tạo ra tính mềm mại của vải. Trong nghiên cứu này, vải Viscose có nguồn gốc nhân tạo xenlulo có độ mềm rủ tốt nhất là nhờ cấu trúc vân điểm, bề dày vải mỏng, vải nhẹ nên vải mềm mại hơn những mẫu khác.*

**Từ khóa:** *Độ mềm rủ; Mật độ sợi của vải; Bề dày vải; Khối lượng vải.*

**ABSTRACT**

*A comfortable outfit can be understood as when the wearer will feel comfortable and at ease both physiologically and psychologically, one of the aspects of comfort is how the material affects the body, softness of the fabric. This article researches the drape softness of some popular fabrics today, so that users can calculate accordingly in advance. Research results show that: Drooping softness reflects the softness of the fabric when left to hang in a free state. In addition to raw materials, fabric structure parameters such as thickness, weight g/m², and fiber density in the fabric are important in creating the softness of the fabric. In this study, Viscose fabric made from artificial cellulose has the best drape softness thanks to its grain structure, thin fabric thickness, and light fabric, so the fabric is softer than other samples.*

**Keywords:** *Drooping softness; Fabric fiber density; Fabric thickness; Fabric volume.*

## 1. ĐẶT VẤN ĐỀ

Hiện nay, trong lĩnh vực dệt may, người ta quan tâm rất nhiều đến tính tiện nghi của trang phục. Một bộ trang phục có tính tiện nghi có thể được hiểu là khi người mặc sẽ cảm thấy dễ chịu và thoải mái về cả phương diện sinh lý và tâm lý. Trong rất nhiều yếu tố tạo nên tính tiện nghi của bộ trang phục không thể không nói đến tính tiện nghi của vải dùng để may trang phục.

Độ rủ của vải là một đặc trưng động thái của vải cho biết vải rơi hoặc treo hoặc đẩy theo hình dạng 3D. Chưa có phương pháp thử tiêu chuẩn được áp dụng để xác định độ rủ của vải. Tuy nhiên vẫn có phương pháp phi tiêu chuẩn sử dụng thiết bị đo độ rủ của vải.

Theo phương pháp này, một số mẫu vải thử, hình tròn được phủ lên một hình trụ. Có ánh sáng chiếu thẳng từ phía trên miếng vải xuống và miếng vải sẽ che mất một phần ánh sáng rọi xuống tạo ra bóng tối ở phía dưới.

Theo nền bóng tối phủ lên miếng giấy đặt dưới trụ, cắt theo đường viền này và ta có được 1 miếng giấy, sau đó cân lên.

Hệ số rủ được tính theo công thức:

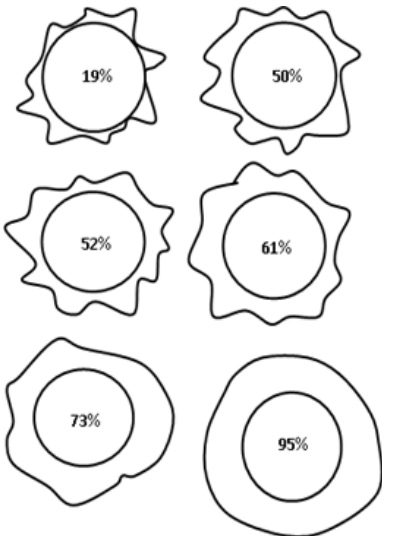
$F = (w_1/w_2) \times 100(\%)$

$W_1$ – Khối lượng tính ra gam của miếng giấy cắt theo viền bóng tối.

$W_2$ - Khối lượng tính ra gam của miếng giấy cắt theo hình tròn bên trong (phần phủ lên mặt trụ).

Hệ số rủ gần bằng 100% có nghĩa là vải cứng và kém rủ.

Hệ số rủ gần bằng không cho thấy vải mềm mại, gấp được và có độ rủ tốt hơn.




*Hình 1. Hình bóng rủ của vải với mức độ cứng của vải khác nhau [16]*

## 2. ĐỘ TRUYỀN NHIỆT CỦA VẢI

*Bảng 1. Thông số kỹ thuật của một số loại vải thông dụng*

| Thông số kỹ thuật | M1 | M2 | M3 | M4 | M5 |
|---|---|---|---|---|---|
| Kiểu dệt | Vân điểm | Vân điểm | Vân điểm | Vân điểm | Vân chéo |
| Chi số sợi dọc Ne | 22/2 | 40/3 | 28,2/1 | 22,0/1 | 16,5/1 |
| Chi số sợi ngang Ne | 22/2 | 10 | 30,3/1 | 36,5/1 | 12,9/1 |
| Mật độ sợi dọc, sợi/10cm | 133 | 520 | 290 | 268 | 411 |
| Mật độ sợi ngang, sợi/10cm | 135 | 160 | 272 | 186 | 222 |
| Khối lượng, $g/m^2$ | 250 | 160 | 124,9 | 108,2 | 281,2 |
| Bề dày vải, mm | 0,42 | 0,45 | 0,29 | 0,28 | 0,50 |


ISSN 2615 - 9910 (bản in), ISSN 2815 - 5505 (online)
**TẠP CHÍ CƠ KHÍ VIỆT NAM**, Số 323, tháng 12 năm 2024
**cokhivietnam.vn / tapchicokhi.com.vn**

* Xác định độ rủ của vải sau xử lý theo tiêu chuẩn BS 3320. Nguyên tắc: mẫu vải hình tròn được giữ đồng tâm giữa hai đĩa nhỏ nằm ngang, và phần mép ngoài vải hình khuyên rủ xuống quanh chiếc đĩa đỡ ở dưới. Bóng của mẫu rủ được chiếu lên phía trên vòng tròn giấy có kích thước tương ứng với mẫu thử khi không bị treo. Viền ngoài của bóng được đánh dấu trên vòng tròn giấy, giấy được cắt theo bóng và khối lượng của phần bên trong đại diện cho bóng được xác định. Hệ số độ rủ được tính từ hai phần khối lượng đó.

Độ rủ của vải: Là phần vải bị duỗi xuống bởi chính trọng lượng của nó khi bị treo lên.

- Hệ số độ rủ: Là phần trăm của phần vòng tròn khuyên vải có được bởi sự chiếu tạo bóng theo chiều thẳng đứng của mẫu thử độ rủ. Nghiên cứu sử dụng phương pháp đánh giá hệ số độ rủ theo tiêu chuẩn BS 3320.

- Điều kiện thí nghiệm: Nhiệt độ 20°C ± 2, độ ẩm 65% ± 2, số lượng mẫu ít nhất là hai mẫu thử.

- Dụng cụ và vật liệu thí nghiệm gồm:

+ Dưỡng tròn đường kính 15cm và 25cm.
+ Giấy can hoặc giấy mờ hình tròn đường kính 25cm.
+ Cân điện tử với độ chính xác 0,0001g.
+ Bút chì cứng, thước, kéo cắt giấy.

- Tính toán kết quả cho mỗi phép thử: Hệ số độ rủ = $M_2$ x100% / $M_1$

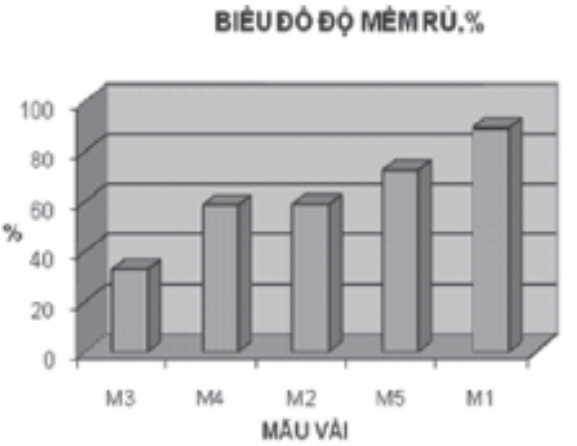
Với: $M_1$ - Tổng khối lượng của vòng giấy.

$M_2$ - Khối lượng của phần vòng giấy mà phần bóng in trên đó.

- Tính kết quả trung bình theo số mẫu thử.

## 3. KẾT QUẢ VÀ THẢO LUẬN

Độ mềm rủ được thể hiện trong biểu đồ hình 2 như sau:




*Hình 2. Biểu đồ đo độ mềm rủ*

Từ biểu đồ trên, ta thấy vải PES có độ mềm rủ kém nhất. Vải PECO có độ mềm rủ tốt hơn nhờ có thành phần bông. Vải tơ tằm và vải bông có độ mềm rủ tốt hơn. Vải VISCOSE có độ mềm rủ tốt nhất.

Phân tích nguyên nhân, ta thấy ngoài các yếu tố nguyên liệu, còn có các yếu tố về cấu tạo vải như kiểu dệt, bề dày, khối lượng g/m$^2$ vải.

Vải VISCOSE trong thực nghiệm này có bề dày nhỏ, khối lượng g/m$^2$ cũng thấp, vải mỏng nên có độ mềm rủ tốt hơn các mẫu khác.

Phân tích tương quan giữa độ mềm rủ (Y) và các thông số cấu tạo vải: Bề dày (X1), khối lượng g/m$^2$ (X2), mật độ vải (X3) (tổng mật độ dọc và mật độ ngang).

Tìm hệ số tương quan giữa các thông số trên các thông số cấu tạo vải. ☞

*Bảng 1. Hệ số tương quan giữa các thông số của độ mềm rủ*

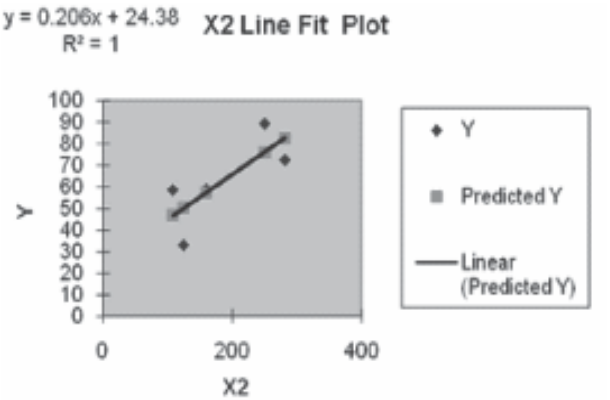
| Y | X1 | X2 | X3 |
|---|---|---|---|
| 89.3 | 0.4 | 250.0 | 268.0 |
| 58.9 | 0.5 | 160.0 | 680.0 |
| 33.0 | 0.3 | 124.9 | 562.0 |
| 58.6 | 0.3 | 108.2 | 454.0 |
| 72.6 | 0.5 | 281.2 | 633.0 |

| | Y | X1 | X2 | X3 |
|---|---|---|---|---|
| Y | 1.00 | | | |
| X1 | 0.62 | 1.00 | | |
| X2 | 0.76 | 0.84 | 1.00 | |
| X3 | -0.53 | 0.27 | -0.14 | 1.00 |

Qua bảng kết quả Hệ số tương quan R, ta thấy được sự tương quan giữa độ mềm rủ và bề dày vải R = 0.622, giữa độ mềm rủ và khối lượng vải R = 0.764 là tương đối đạt. Tuy nhiên, tương quan giữa độ mềm rủ và khối lượng vải có cao hơn nên chọn thông số vải này để phân tích hồi quy - tuyến tính.

Phân tích hồi quy tuyến tính giữa độ mềm rủ và thông số khối lượng vải để tìm ảnh hưởng của thông số này đến độ mềm rủ.

| Y | 89.34 | 58.94 | 33.02 | 58.64 | 72.56 |
|---|---|---|---|---|---|
| X2 | 250 | 160 | 124.9 | 108.2 | 281.2 |




*Hình 3. Biểu đồ đường xu hướng của độ mềm rủ*

SUMMARY OUTPUT:

| Regression | Multiple R | R Square | Adjusted R Square | Standard Error | Observations |
|---|---|---|---|---|---|
| Statistics | 0.764 | 0.584 | 0.445 | 15.428 | 5 |

ANOVA:

| | f | SS | MS | F | Significance F |
|---|---|---|---|---|---|
| Regression | 1 | 1004.154 | 1004.154 | 4.219 | 0.132 |
| Residual | 3 | 714.078 | 238.0262 | | |
| Total | 4 | 1718.233 | | | |

| | Coefficients | Standard Error | t Stat | P-value | Lower 95% | Upper 95% | Lower 95.0% | Upper 95.0% |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Intercept | 24.380 | 19.800 | 1.231 | 0.306 | - 38.634 | 87.394 | -38.634 | 87.394 |
| X2 | 0.206 | 0.100 | 2.054 | 0.132 | -0.113 | 0.526 | -0.113 | 0.526 |


ISSN 2615 - 9910 (bản in), ISSN 2815 - 5505 (online)
**TẠP CHÍ CƠ KHÍ VIỆT NAM**, Số 323, tháng 12 năm 2024
**cokhivietnam.vn / tapchicokhi.com.vn**

RESIDUAL OUTPUT:

| Observation | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 |
|---|---|---|---|---|---|
| Predicted Y | 75.933 | 57.374 | 50.136 | 46.692 | 82.366 |
| Residuals | 13.407 | 1.566 | - 17.116 | 11.948 | - 9.806 |

Độ mềm rủ của các mẫu vải thử nghiệm trong luận văn có quan hệ tuyến tính với thông số khối lượng vải theo PTHQ tuyến tính Y = 0.2062 X + 24.38 với hệ số tin cậy cao $R^2 = 1$.

Như vậy, ngoài những yếu tố khác ảnh hưởng đến độ mềm rủ thì khối lượng g/m$^2$ vải có ảnh hưởng quan trọng nhất.

## 4. KẾT LUẬN

Độ mềm rủ phản ánh tính mềm mại của vải khi để vải rủ ở trạng thái tự do. Ngoài yếu tố nguyên liệu, những thông số cấu tạo vải như bề dày, khối lượng g/m$^2$, mật độ sợi trong vải có ý nghĩa quan trọng trong việc tạo ra tính mềm mại của vải. Trong nghiên cứu này, vải Viscose có nguồn gốc nhân tạo xenlulo có độ mềm rủ tốt nhất là nhờ cấu trúc vân điểm, bề dày vải mỏng, vải nhẹ nên vải mềm mại hơn những mẫu khác.❖

Ngày nhận bài: **01/10/2024**
Ngày phản biện: **04/11/2024**

**Tài liệu tham khảo:**

[1]. ASTM: D 1518-85; "*Phương pháp thử tiêu chuẩn cho độ truyền nhiệt của vật liệu dệt*", 1998.
[2]. Bộ Công an; "*Tuyển tập báo cáo thăm dò ý kiến trang phục quần áo phòng cháy chữa cháy 54 tỉnh thành trong cả nước*", 2000.
[3]. Hoàng Thu Hà; "*Nghiên cứu các chỉ tiêu kỹ thuật sinh thái của sản phẩm Dệt May*". Viện Kinh tế Kỹ thuật Dệt May, 2005.
[4]. Đặng Văn Giáp; "*Phân tích dữ liệu khoa học bằng chương trình MS-Excel*". NXB. Giáo dục, 1997.
[5]. TCVN, Tiêu chuẩn quốc gia QCVN 01:2017.
[6]. Y.E.El Mogahzy; "*Engineering textiles*". Woodhead Publishing Limited Cambridge England 2, 2009.
[7]. WWW.indiantextilejournal. S.V Shalerao, "*Fabric drape & its measurement*".
[8]. Jian HU, "*Fabric testing*". Woodhead Publishing in Textiles, Cambridge England, 2010.
[9]. WD Schinder and PJ Hauser (2004), "*Chemical finishing of Textiles*". Wood head Publishing Limited Cambridge England.
[10]. Kadolf SaraJ, "*Quality assurance for textiles and apparel*". Fairchild Publications, New York, 2018.

# NGHIÊN CỨU ỨNG DỤNG PHẦN MỀM SOLIDWORKS TRONG THIẾT KẾ NGƯỢC CÁNH TURBINE THỦY ĐIỆN

## RESEARCH ON THE APPLICATION OF SOLIDWORKS SOFTWARE IN THE REVERSE DESIGN OF HYDRAULIC TURBINE BLADE

**Ngô Xuân Quang, Nguyễn Quý Ngọc**
Khoa Cơ khí, Trường Đại học Thủy lợi

**TÓM TẮT**

*Thiết kế ngược đang dần trở thành một phần quan trọng trong quy trình nghiên cứu và phát triển sản phẩm, đặc biệt là các sản phẩm phức tạp. Hiện nay ở Việt Nam, một số công ty và hãng phần mềm đã cung cấp một số phần mềm thiết kế ngược chuyên dụng. Tuy nhiên, mức độ phổ biến và khả năng áp dụng chưa rộng rãi. Solidworks hiện nay đã được sử dụng rất nhiều tại các trường đại học, các viện nghiên cứu và các doanh nghiệp, do đó việc nghiên cứu ứng dụng phần mềm Solidworks trong thiết kế ngược là cần thiết để mở rộng phạm vi áp dụng và phát triển công nghệ thiết kế ngược. Trong bài báo này, nhóm tác giả đã ứng dụng Solidworks để thiết kế ngược cánh turbine thủy điện.*

**Từ khoá:** *Thiết kế ngược; Turbine; Quét 3D.*

**ABSTRACT**

*Reverse engineering is gradually becoming an important part of product research and development, especially for complex products. Some companies and software manufacturers in Vietnam have provided specialized reverse engineering software. However, the popularity and applicability are not yet widespread. Solidworks is now widely used in universities, research institutes and enterprises, so it is necessary to research and apply Solidworks software in reverse engineering to expand and develop the scope of reverse engineering technology application. In this paper, the authors applied Solidworks software to reverse engineer hydroelectric turbine blades.*

**Keywords:** *Reverse Engineering; Turbine; 3D Scanning.*

## 1. ĐẶT VẤN ĐỀ

Ngày nay, thiết kế ngược đã trở thành một phần không thể thiếu trong quy trình phát triển sản phẩm của nhiều công ty công nghệ hàng đầu trên thế giới như Apple, Google, và Tesla. Tại các trường đại học và tổ chức nghiên cứu ở các nước phát triển như Mỹ, Anh, và Đức đã và đang dẫn đầu trong lĩnh vực nghiên cứu và ứng dụng thiết kế ngược. Cộng đồng nghiên cứu và phát triển thiết kế ngược đang ngày càng mở rộng và phát triển trên toàn thế giới, với sự tham gia của các nhà nghiên cứu và kỹ sư từ nhiều quốc gia.

Ở Việt Nam hiện nay, trong lĩnh vực thủy điện thì công nghệ sửa chữa, phục hồi và chế tạo mới bánh công tác turbine ở nước ta còn gặp khó khăn do hạn chế về công nghệ, thiết bị và thiếu bản vẽ thiết kế. Do đó, thiết kế ngược đóng vai trò quan trọng trong việc cải thiện chất lượng sản phẩm và tối ưu hóa quy trình sản xuất.

Thiết kế ngược đang dần trở thành một phần quan trọng của quy trình nghiên cứu và phát triển sản phẩm trong các doanh nghiệp và tổ chức nghiên cứu ở Việt Nam. Hiện nay ở Việt Nam, một số công ty và hãng phần mềm đã cung cấp một số phần mềm thiết kế ngược chuyên dụng. Tuy nhiên, mức độ phổ biến và khả năng áp dụng chưa rộng rãi.

Phần mềm Solidworks hiện nay đã được sử dụng rất nhiều tại các trường đại học, các viện nghiên cứu và các doanh nghiệp, do đó việc nghiên cứu ứng dụng phần mềm Solidworks trong thiết kế ngược là cần thiết để mở rộng phạm vi áp dụng công nghệ thiết kế ngược, tăng khả năng ứng dụng trong các cơ sở đào tạo và doanh nghiệp.

## 2. PHƯƠNG PHÁP NGHIÊN CỨU

### 2.1. Thực nghiệm quét 3D lấy mẫu bề mặt cánh tuabine

Quá trình lấy mẫu 3D cánh tuabine sử dụng thiết bị quét 3D ATOS Core MV3005M (hình 2.1). Đây là thiết bị lấy mẫu sử dụng ánh sáng xanh phản xạ để thu nhận dữ liệu bề mặt chi tiết. Thiết bị phù hợp cho nhiệm vụ đo quét các chi tiết kích thước nhỏ và trung bình. Một số thông số kỹ thuật của máy được trình bày trong bảng 2.1.

*Bảng 2.1. Một số thông số của máy quét 3D ATOS Core MV3005M*

| Thông số | Đơn vị | Giá trị |
|---|---|---|
| Phạm vi đo | mm | 300x230 |
| Khoảng cách hoạt động | mm | 440 |
| Khoảng cách các điểm đo | mm | 0.12 |
| Kích thước cảm biến nhận | mm | 361x205x64 |
| Độ chính xác khi đo | mm | 0.02 |

***Quá trình quét mẫu được tiến hành theo trình tự sau:***

Bước 1: Lựa chọn chi tiết để quét 3D, tiến hành làm sạch bụi bẩn để làm sáng bề mặt mẫu quét để đảm bảo khả năng thu thập dữ liệu quét của máy. Sau khi làm sạch bắt đầu dán các điểm tham chiếu lên bề mặt chi tiết, các ký hiệu điểm tham chiếu này góp phần tạo ra một khối 3D và là điểm chung để xác định vị trí của chi tiết khi thay đổi vị trí quét.

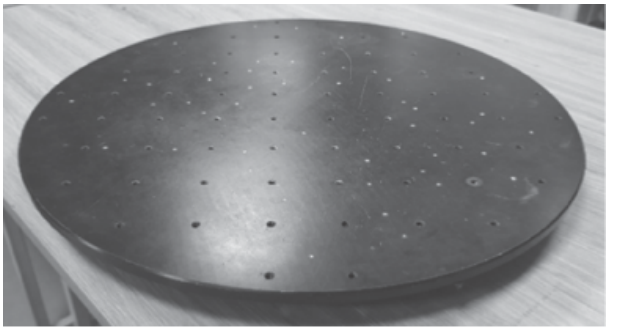
Bước 2: Gá đặt chi tiết lên bàn xoay, lắp ráp và điều chỉnh vị trí máy sao cho đảm bảo chi tiết được quét toàn bộ bề mặt. ☞

Bước 3: Khởi động máy tính và thiết bị quét. Bật đèn sensor để có chất lượng quét tốt nhất, điều chỉnh ánh sáng chiếu lên chi tiết sao cho độ sáng phù hợp, tiếp theo điều chỉnh vùng quét sao cho chi tiết được đảm bảo quét hết bề mặt.

Bước 4: Tiến hành quét, xử lý dữ liệu và lưu.

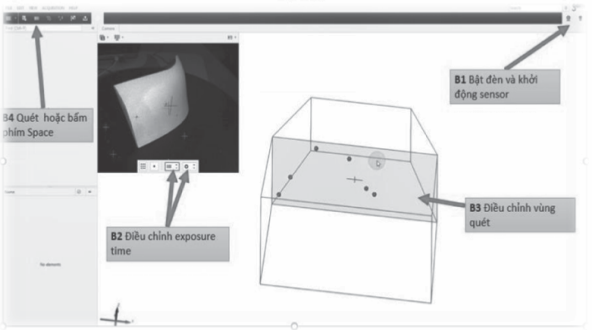
Lựa chọn mặt ngoài của chi tiết để quét trước vì mặt ngoài chi tiết đủ sáng và bao gồm các đường cong phức tạp ở nhiều vị trí khác nhau. Xoay bàn sao cho máy quét nhận dạng ít nhất 3 điểm tham chiếu trên bề mặt chi tiết, sau đó tiến hành quét lấy biên dạng. Quá trình quét điều chỉnh nguồn sáng và đảm bảo chi tiết không bị bóng, lóa hoặc tối quá. Dữ liệu quét mỗi vùng sẽ được máy tính tính toán và ghép lại với nhau sau mỗi lần quét và dần hình thành nên bề mặt của chi tiết.

*Máy và chân máy*



*Bàn xoay chi tiết*

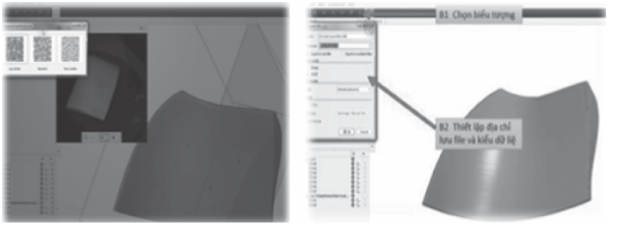
*Hình 2.1. Máy quét 3D ATOS Core MV3005M*




*Hình 2.2. Xác định vùng quét mẫu trên phần mềm*

Sau khi nhận được dữ liệu biên dạng đầu tiên, tiến hành xoay bàn sang vị trí tiếp theo nhưng đảm bảo thỏa mãn chứa 3 điểm tham chiếu ở lần quét trước để phần mềm có thể tính toán và ghép bề mặt ở các lần quét. Cứ tiến hành như vậy sao cho đến khi quét hết chi tiết.

Bước 5: Sau khi thu thập đầy đủ dữ liệu quét, xóa bỏ dữ liệu thừa và tính toán dữ liệu để tạo lưới cho các điểm tham chiếu. Lưu dữ liệu định dạng STL.



*Hình 2.3. Quá trình xử lý dữ liệu tạo lưới điểm, lưu file STL*

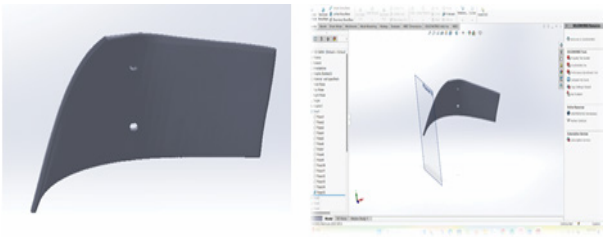

ISSN 2615 - 9910 (bản in), ISSN 2815 - 5505 (online)
**TẠP CHÍ CƠ KHÍ VIỆT NAM**, Số 323, tháng 12 năm 2024
**cokhivietnam.vn / tapchicokhi.com.vn**

Sau khi hoàn thành công việc quét mẫu sản phẩm, ta xuất file đã quét được sang định dạng file STL để xử lý trên phần mềm Solidworks.

**2.2. Thiết kế ngược trên phần mềm Solidworks**

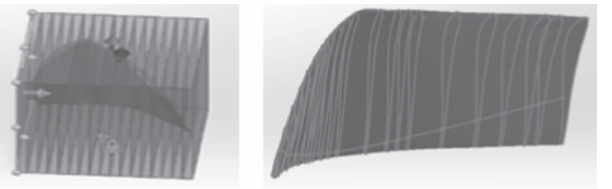
Solidworks là phần mềm thiết kế 3D mạnh mẽ và cung cấp cho người sử dụng những tính năng hỗ trợ đa dạng, được biết đến nhờ tính dễ sử dụng và trực quan. Phần mềm này được ứng dụng trong thiết kế ngược do có khả năng mở được dữ liệu quét, xử lý được dữ liệu và xuất được bản vẽ phục vụ cho quá trình sản xuất nhanh chóng. Dưới đây là các bước xử lý file quét trên phần mềm Solidworks:

1) Mở file STL trong phần mềm Solidworks dưới dạng graphic. Chọn một mặt phẳng làm mặt chuẩn hoặc tạo một mặt cơ sở mới để căn cứ vào đó chọn lấy mặt cơ sở làm mặt chuẩn, sau đó tiến hành chia cắt chi tiết. Đảm bảo cho mặt này có vị trí lấy mặt cắt của chi tiết đơn giản, dễ dàng và nhanh chóng.



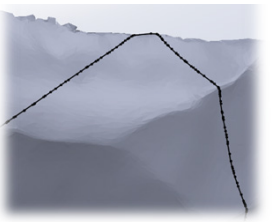
*Hình 2.4. Mở file quét, tạo mặt chuẩn*

2) Lấy mặt cơ sở đã tạo ở trên làm gốc, tiến hành chia cắt chi tiết để lấy biên dạng. Thiết lập số lượng mặt chia cắt và khoảng cách giữa chúng hợp lý sao cho thu được biên dạng mặt cắt. Sau khi chia cắt chi tiết, ta thu được các biên dạng là các đường thẳng và đường cong ở mỗi mặt cắt đã thiết lập trước.

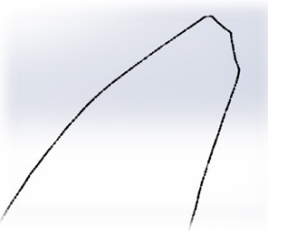


*Hình 2.5. Chia nhỏ đối tượng thành nhiều mặt cắt*

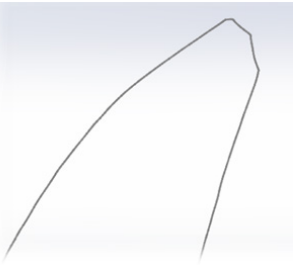
3) Do chi tiết gồm những đường cong phức tạp nên biên dạng mặt cắt thu được là tập hợp các đường thẳng liên tiếp nhau. Vì thế, ta tiến hành xử lý để thu được biên dạng cong đơn giản hơn của chi tiết.



*Biên dạng đầu chi tiết*



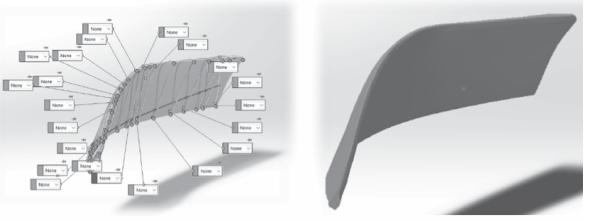
*Biên dạng chưa xử lý*



*Biên dạng sau khi xử lý*

*Hình 2.6. Biên dạng sau khi chia cắt và xử lý*

4) Căn cứ vào các mặt cắt của chi tiết, dựng lại hình dáng của chi tiết. Cuối cùng, ta thu được hình dạng 3D của chi tiết.



*Hình 2.7. Sản phẩm sau khi dựng lại 3D*

## 3. KẾT QUẢ VÀ THẢO LUẬN

Sau khi có dữ liệu CAD 3D từ quá trình thiết kế ngược, phần mềm Gom Inspect được sử dụng để so sánh dữ liệu quét và dữ liệu thiết kế ngược. Đây là phần mềm kiểm tra 3D thường được ứng dụng để kiểm tra các chi tiết có biên dạng phức tạp. Kết quả so sánh được trình bày trong hình 3.1 và hình 3.2.

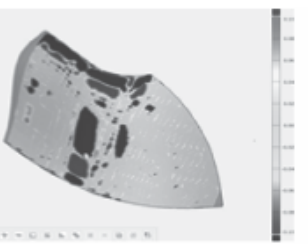
*a) Kiểm tra theo phạm vi sai lệch 0,1mm*

*b) Kiểm tra theo phạm vi sai lệch 0,7mm*

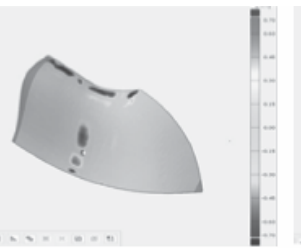
*Hình 3.1. Kết quả kiểm tra dữ liệu CAD thiết kế ngược với khoảng chia đều nhau*

Qua kết quả so sánh để xác định sai số giữa dữ liệu thiết kế và dữ liệu quét 3D, ta nhận thấy sai số tồn tại lớn hơn tại các vùng sát biên của chi tiết. Tại các vùng này, biên dạng chi tiết phức tạp, do đó quá trình thiết kế ngược thường gặp khó khăn và mất nhiều thời gian và cần có các phương pháp khác nhau để liên kết các điểm. Tại các vị trí đặc biệt như lỗ trên chi tiết thì quá trình xử lý dữ liệu thiết kế ngược cũng bị ảnh hưởng do số lượng mặt cắt qua vùng lỗ ít dẫn đến độ chính xác không cao. Kết quả so sánh cho thấy tại các vùng phức tạp vẫn tồn tại sai số lớn hơn 0,1mm. Một số vị trí sát biên và cạnh lỗ thì còn có sai số 0,6mm.

Hình 3.2 trình bày kết quả khi thay đổi cách chia cắt dữ liệu quét khi thiết kế ngược, vùng phức tạp thì tỷ lệ mặt cắt nhiều hơn vùng ít phức tạp. Với kết quả so sánh cho thấy sai số giữa dữ liệu thiết kế và dữ liệu quét 3D đã giảm tại nhiều vị trí so với cách chia thông thường. Tuy nhiên, tại các vùng biên phức tạp sai số vẫn còn tồn tại và cần phân tích cải thiện hơn nữa tại các vùng này.



*a) Kiểm tra theo phạm vi sai lệch 0,1mm*



*b) Kiểm tra theo phạm vi sai lệch 0,7mm*

*Hình 3.2. Kết quả kiểm tra dữ liệu CAD thiết kế ngược với khoảng chia không đều (chia nhỏ ở các vị trí phức tạp, độ cong lớn)*

Trong quá trình thiết kế ngược từ dữ liệu quét, do bị giới hạn về phần mềm và thiết bị nên thường gặp các sai số do một số nguyên nhân sau:

- Thứ nhất, sai số do tạo lưới từ các điểm quét: Khi xây dựng lưới, do phải liên kết và đơn giản hóa các điểm và xóa đi những điểm không cần thiết, mặt khác chi tiết còn tồn tại những vùng khác nhau (vùng giao nhau, gấp khúc, uốn lượn, lồi lõm,…) thì mật độ các điểm khác nhau và đó cũng là một trong nhiều nguyên nhân gây sai số.


ISSN 2615 - 9910 (bản in), ISSN 2815 - 5505 (online)
**TẠP CHÍ CƠ KHÍ VIỆT NAM**, Số 323, tháng 12 năm 2024
**cokhivietnam.vn / tapchicokhi.com.vn**

- Thứ hai, sai số khi đơn giản hóa lưới chi tiết: Khi đơn giản hóa lưới tam giác, cần giảm số lượng tam giác không cần thiết và tối ưu hóa vị trí các đỉnh, tại những mặt cong hoặc những chỗ lồi lõm phức tạp thì các biên dạng của lưới liền kề được nối trực tiếp với nhau bởi đường thẳng hoặc spline do đó cũng gây ra sai số.

- Thứ ba, sai số do xây dựng bề mặt: Quá trình xây dựng bề mặt từ các ô lưới tam giác, các bề mặt tạo thành đôi khi không trơn, không đồng nhất với nhau, đôi khi có vùng không lấy được biên dạng do đó có thể phải cắt phần bề mặt không phù hợp, tạo các bề mặt mới dẫn đến gây ra sai số tạo hình bề mặt.

## 4. KẾT LUẬN

Trong bài báo này, nhóm tác giả đã đưa ra các bước thực tế thực hiện quá trình thiết kế ngược cánh turbine, một trong những chi tiết có độ phức tạp cao. Quá trình thiết kế ngược được thực hiện trên phần mềm thiết kế 3D Solidworks. Bằng cách điều chỉnh quá trình thiết kế ngược trên phần mềm này, kết quả thiết kế được cải thiện và mở ra khả năng để mở rộng phạm vi ứng dụng thiết kế ngược, đồng thời có thể tiếp tục phát triển nghiên cứu, khắc phục các khó khăn và nhược điểm để nâng cao độ chính xác trong thiết kế ngược. Quá trình thiết kế ngược có sử dụng kết hợp công nghệ kiểm tra 3D tiên tiến để kiểm tra độ chính xác của bản vẽ thiết kế ngược.❖

Ngày nhận bài: **25/11/2024**
Ngày phản biện: **02/12/2024**

**Tài liệu tham khảo:**

[1]. Nguyễn Văn Long Giang, Phạm Sơn Minh, Trần Minh Thế Uyên, Nguyễn Văn Sơn; "*Giáo trình thực tập thiết kế ngược*", Đại học Quốc gia Tp. Hồ Chí Minh, 2019 222tr.; 24cm ISBN 9786047369447.

[2]. Võ Sỹ Huỳnh, Nguyễn Thị Xuân Thu, "*Tuabin nước*". NXB. Khoa học và Kỹ thuật, 2004.

[3]. Trường Đại học Thủy lợi, "*Giáo trình tuabin thủy lực*". NXB. Xây dựng, 2009; ISBN 978-604-82-4156-8.

[4]. Đề tài: "*Nghiên cứu, thiết kế, chế tạo tuabin hướng trục cột nước thấp công suất 2-5 MW*", mã số: KC.05.01/11-15. Đề tài thực hiện trong năm 2011-2016. Chủ nhiệm đề tài là TS. Phạm Phúc Yên, Viện Thủy điện và Năng lượng tái tạo.

[5]. Tạp chí Khoa học và Công nghệ, Số 1(49)/ năm 2009.

[6]. Nguyễn Trọng Nhân, Đồ án tốt nghiệp, Khoa Cơ khí, Trường Đại học Thủy lợi.

# NGHIÊN CỨU ẢNH HƯỞNG CỦA MÒN DAO ĐẾN LỰC CẮT KHI TIỆN THÉP 9XC QUA TÔI BẰNG DAO GẮN MẢNH PCBN

STUDY ON THE EFFECT OF TOOL WEAR ON CUTTING FORCES IN HARD TURNING OF HARDENED 9XC STEEL USING PCBN INSERT TOOLS

**Hoàng Thị Trang**
Khoa Cơ khí – Công nghệ Ô tô, Trường Cao đẳng nghề Nghi Sơn Thanh Hóa

**TÓM TẮT**

*Bài báo trình bày kết quả nghiên cứu ảnh hưởng của mòn dao đến lực cắt khi tiện thép 9XC qua tôi bằng dao gắn mảnh PCBN. Tiện cứng được xem là giải pháp thay thế cho mài truyền thống nhờ giảm chi phí và thời gian gia công. Nghiên cứu sử dụng phương pháp quy hoạch thực nghiệm, xác định mối quan hệ giữa các yếu tố như vận tốc cắt, lượng chạy dao, và chiều sâu cắt. Kết quả cho thấy, vận tốc cắt ảnh hưởng lớn nhất đến mòn dao và lực cắt, với tốc độ cao dẫn đến mòn nhanh và nguy cơ gãy dao. Mô hình thực nghiệm hỗ trợ giám sát mòn dao để tối ưu hoá chế độ gia công và duy trì tuổi thọ dao.*

**Từ khóa:** *Mòn dao; Lực cắt; Tiện thép 9XC.*

**ABSTRACT**

*The article presents the research results on the impact of tool wear on cutting forces during the hard turning of hardened 9XC steel using PCBN insert tools. Hard turning is considered an alternative to traditional grinding due to reduced costs and processing time. The study employs an experimental design method to determine the relationship between factors such as cutting speed, feed rate, and cutting depth. The results indicate that cutting speed has the most significant influence on tool wear and cutting forces, with higher speeds leading to rapid wear and potential tool breakage. The experimental model supports monitoring tool wear to optimize machining parameters and maintain tool longevity.*

**Keywords:** *Tool wear; Cutting forces; Turning 9XC steel.*

## 1. TỔNG QUAN

Tiện cứng là một phương pháp gia công được phát triển để thay thế cho công nghệ mài truyền thống trong gia công các chi tiết thép qua tôi. Ưu điểm của tiện cứng là giảm thời gian gia công, giảm chi phí dung dịch làm mát, và hạn chế ảnh hưởng đến môi trường. Tuy nhiên, mòn dao là một vấn đề quan trọng, ảnh hưởng trực tiếp đến chất lượng gia công, hiệu quả kinh tế và tuổi thọ dụng cụ. Sự gia tăng mòn dao không chỉ làm giảm độ chính xác mà còn tăng các thành phần lực cắt, dẫn đến các nguy cơ như quá tải, rung động, và gãy dụng cụ.

Nghiên cứu này nhằm tìm hiểu mối quan hệ giữa mòn dao và lực cắt khi tiện tinh thép 9XC qua tôi bằng dao gắn mảnh PCBN. Phương pháp thực nghiệm được sử dụng để xác định rõ các yếu tố ảnh hưởng và thiết lập hàm thực nghiệm, hỗ trợ việc giám sát và dự đoán mòn dao.

## 2. PHƯƠNG PHÁP NGHIÊN CỨU

### 2.1. Quy trình thực nghiệm

Nghiên cứu sử dụng phương pháp quy hoạch thực nghiệm, cụ thể là ma trận trực giao L9 để giảm thiểu số lượng thí nghiệm trong khi vẫn đảm bảo độ tin cậy. Các biến độc lập bao gồm: Tốc độ cắt, lượng chạy dao, chiều sâu cắt.

#### *2.1.1. Lựa chọn chế độ công nghệ*

Khi tiện cứng, nếu cắt với tốc độ thấp hơn quy định thì mảnh CBN sẽ bị mòn nhanh và hư hỏng. Thông thường, chế độ cắt khuyến cáo theo [2] là: với tiện tinh độ cứng vật liệu từ 55-67HRC, V = 80-160 (m/ph), S = 0.04-0.08 (mm/vòng), t = 0.1-0.5 (mm), với độ cứng vật liệu từ 40-60HRC, V = 80-120 (m/ph), S = 0.04-0.1 (mm/vòng), t = 0.5-1.0 (mm); dựa trên đề xuất của các nhà sản xuất dụng cụ và kết quả từ các thí nghiệm sàng lọc trong [4], [5] thì V = 100-170 (m/ph), S = 0.09-0.15 (mm/vòng), t = 0.07-0.15 (mm).

Nghiên cứu [3] chỉ ra rằng: Khi cắt với vận tốc 180m/phút sau 7.69 phút, trên mặt sau xuất hiện vùng bị "phồng" phía dưới lưỡi cắt chính và phụ nhưng vùng bị "phồng" dưới lưỡi cắt phụ lớn hơn và gần mũi dao hơn. Khi giảm vận tốc cắt xuống 160m/p sau 12.36 phút, trên mặt sau chỉ xuất hiện một vùng bị "phồng" ở phía dưới lưỡi cắt phụ. Tiếp tục giảm vận tốc cắt tới 140m/p, sau 19.72 phút, trên mặt sau chỉ tồn tại vùng dính vật liệu gia công. Từ nghiên cứu của mình, tác giả khẳng định, khi gia công tinh thép 9XC tôi cứng trên HRC = 50, không nên sử dụng vận tốc cắt ≥ 160 m/p vì ở vận tốc này dụng cụ sẽ bị phá hủy rất nhanh do nhiệt, điều này phù hợp với vận tốc khuyến cáo trong [2].

Trong nghiên cứu [1], sau khi tối ưu hóa đa mục tiêu chế độ cắt khi tiện thép 9XC qua tôi bằng dụng cụ PCBN đã xác định được bộ tối ưu Pareto và giải pháp tối ưu thỏa hiệp gần với giải pháp lý tưởng nhất tương ứng với vận tốc cắt v = 100.26m/ph, lượng chạy dao s = 0.15mm/v, chiều sâu cắt t = 0.09mm. Diện tích gia công tại đây đạt được là Sc = 12731.41cm$^2$, nhám bề mặt đạt được là Ra = 0.5421µm. Tuy nhiên, ta cũng có thể căn cứ vào tình hình thực tế để chọn chế độ gia công phù hợp. Ví dụ, khi yêu cầu đạt độ nhám bề mặt nhỏ nên chọn vận tốc cắt v = 100 m/ph, lượng chạy dao s = 0.07mm/v, chiều sâu cắt t = 0.15mm thì nhám bề mặt đạt được là Ra = 0.383µm.

Dựa theo các thông tin tiên nghiệm, các thí nghiệm sàng lọc và tài liệu liên quan (đã ☞

phân tích ở trên), mô hình thực nghiệm được xây dựng phụ thuộc vào ba nhân tố chính của chế độ cắt biến đổi trong miền giá trị (phù hợp với các khuyến cáo) sau:

- Vận tốc cắt: v = 80-170m/ph;
- Chiều sâu cắt: t = 0,09-0,15 mm;
- Lượng chạy dao: s = 0,07-0,15mm/vòng.

### *2.1.2. Chuẩn bị thí nghiệm*

Phôi thép 9XC (9CrSi) tôi đạt độ cứng từ 52HRC (dao động ±2.5 HRC). Tiến hành tiện tinh từng lớp liên tục; theo chuẩn ISO 3685-1993 (TCVN 11258:2015).

Dao gắn mảnh PCBN ký hiệu VNGA168408 (CW2015) của hãng WIDIA (Đức) được lắp đặt trên máy tiện CNC ST10, đảm bảo độ chính xác cao.

*Hình 1. Máy tiện CNC ST10*

Để đo lực cắt theo 3 hướng trực giao, chúng ta sử dụng thiết bị đo lực cắt 3 thành phần Kistler 9257-BA. Thiết bị đo lực Kistler bao gồm lực kế, bộ khuếch đại tín hiệu, bộ đồng bộ tín hiệu và phần mềm bảo đảm. Lực kế được lắp cố định trên máy, dao được gắn trên lực kế thông qua đồ gá dao.

Máy tiện được cài đặt với các tổ hợp tốc độ cắt, lượng chạy dao và chiều sâu cắt theo ma trận L9. Gia công trong điều kiện cắt khô để loại bỏ tác động của dung dịch làm mát.

### *2.1.3. Tiến hành thí nghiệm*

Các bước thí nghiệm:

- Lập trình, đặt chế độ công nghệ, mô phỏng;
- Gá lực kế, dao, phôi lên trên máy;
- Gia công, kiểm tra độ ổn định của hệ thống đồ gá, dao, phôi;
- Lập trình, mô phỏng gia công, đảm bảo các thông số công nghệ;
- Tiến hành gia công, ghi lại sự biến thiên lực cắt, tại từng thời điểm dừng máy đo mòn dao.

Thực hiện gia công với thời gian cố định. Dữ liệu lực cắt (Fx, Fy, Fz) được ghi nhận liên tục bằng hệ thống lực kế Kistler 9257-BA. Sau mỗi chu kỳ, tháo dao để đo chiều cao mòn mặt sau (hshshs) bằng kính hiển vi điện tử.

### *2.1.4. Phân tích dữ liệu*

Xử lý dữ liệu bằng phương pháp thống kê để xác định mối quan hệ giữa các thành phần lực cắt và mòn dao. Lập hàm thực nghiệm biểu diễn mối quan hệ giữa lực cắt và mòn dao.

*Bảng 1. Phân mức chế độ cắt*

| Ký hiệu | Tham số | Mức 1 | Mức 2 | Mức 3 |
|---|---|---|---|---|
| A | v | 80 | 120 | 170 |
| B | s | 0.07 | 0.1 | 0.15 |
| C | t | 0.09 | 0.11 | 0.15 |


ISSN 2615 - 9910 (bản in), ISSN 2815 - 5505 (online)
**TẠP CHÍ CƠ KHÍ VIỆT NAM**, Số 323, tháng 12 năm 2024
**cokhivietnam.vn / tapchicokhi.com.vn**

*Bảng 2. Dữ liệu đo dựa trên mảng trực giao L9*

| Số thí nghiệm | Cấu trúc thực nghiệm | | | Chế độ công nghệ | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | v (m/ph) | s (mm/vg) | t (mm) | v (m/ph) | s (mm/vg) | t (mm) |
| 1 | 1 | 1 | 1 | 80 | 0.07 | 0.09 |
| 2 | 1 | 2 | 2 | 80 | 0.1 | 0.11 |
| 3 | 1 | 3 | 3 | 80 | 0.15 | 0.15 |
| 4 | 2 | 1 | 2 | 120 | 0.07 | 0.11 |
| 5 | 2 | 2 | 3 | 120 | 0.1 | 0.15 |
| 6 | 2 | 3 | 1 | 120 | 0.11 | 0.09 |
| 7 | 3 | 1 | 3 | 170 | 0.07 | 0.15 |
| 8 | 3 | 2 | 1 | 170 | 0.1 | 0.09 |
| 9 | 3 | 3 | 2 | 170 | 0.11 | 0.11 |

## 3. KẾT QUẢ VÀ THẢO LUẬN

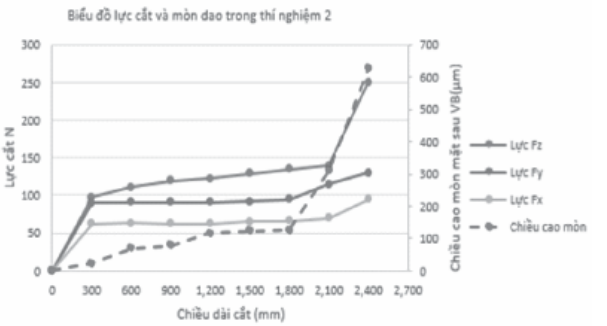
### 3.1. Tiến trình mòn dao

Mòn dao phát triển qua ba giai đoạn.

Giai đoạn đầu: Lớp bề mặt dao bị mài mòn nhanh do loại bỏ các nhấp nhô ban đầu, làm ổn định tiếp xúc giữa dao và phôi. Ở tốc độ cắt 80 m/phút, chiều cao mòn mặt sau tăng từ 0,05 mm lên 0,12 mm sau 5 phút gia công.

Giai đoạn ổn định: Tốc độ mòn dao giảm, lực cắt tăng nhẹ. Đây là giai đoạn tối ưu nhất để duy trì chất lượng gia công.

Giai đoạn mòn khốc liệt: Mòn dao tăng nhanh khi hs > 0,3mm. Các vết mòn sâu làm gia tăng ma sát, dẫn đến lực cắt tăng đột biến và nguy cơ gãy dao. Ở tốc độ 170 m/phút, đạt 0,4 mm chỉ sau 15 phút gia công.




*Hình 2. Biểu đồ lực cắt và mòn dao trong thí nghiệm 2 với chế độ cắt*
*v = 80 (vòng/ phút), s = 0.10 (mm), t = 0.11 (mm)*

### 3.2. Quan hệ giữa mòn dao và lực cắt

Từ dữ liệu thực nghiệm nhận thấy khi giữ nguyên vận tốc cắt v = 80m/ph, thay đổi lượng chạy dao s và chiều sâu cắt t, lực cắt và lượng mòn dao tăng khi lượng chạy dao s = 0.07 ÷ 0.15mm và chiều sâu cắt t = 0.09 ÷ 0.15mm. Điều này cho thấy lực cắt và chiều ☞

cao mòn dao phụ thuộc vào lượng chạy dao và chiều sâu cắt, phù hợp với các công bố trước đó.

Nếu tăng vận tốc cắt từ 80÷170 m/ph lực cắt tăng mạnh, giá trị lớn nhất có thể đạt đến gần 500 N. Ở vận tốc lớn nhất này cả 3 thành phần lực đều tăng, tuy nhiên lực cắt chính Fz lớn hơn nhiều, sự chênh lệch giữa 2 thành phần lực tăng mạnh. Mòn dao cũng tăng mạnh khi vận tốc tăng, tuổi bền dao giảm. Khi cắt với vận tốc 80÷170 m/ph chiều dài cắt của dao giảm từ 2100mm xuống còn 100mm.

Ở vận tốc 170m/ph, dao bị mòn nhanh không theo quy luật. Lực cắt chính tăng mạnh từ 0 lên gần 500N chỉ trong 100mm đầu, xuất hiện hiện tượng vỡ dao rất nguy hiểm (hình 2). Quan sát bên ngoài cho thấy máy có hiện tượng rung, phát ra tiếng "tít" cảnh bảo nguy hiểm. Vì vậy, khi tiện cứng không nên cắt ở vận tốc cắt này và lớn hơn.

## 4. KẾT LUẬN

Nghiên cứu mối quan hệ giữa mòn dao và lực cắt khi tiện cứng thép 9XC qua tôi bằng dao PCBN được thực hiện bằng phương pháp phân tích thống kê. Nghiên cứu được tiến hành trên sơ đồ cắt trực giao (Bảng 2).

Từ đồ thị chỉ ra rằng, chiều cao mòn phụ thuộc rất lớn vào tốc độ cắt. Ở tốc độ cắt thấp, mòn dao tiến triển chậm hơn. Tốc độ mòn dao sẽ tăng lên khi tăng tốc độ cắt, vì khi tăng tốc độ cắt, nhiệt độ tại vùng cắt sẽ tăng lên dẫn đến dao sẽ bị mòn nhanh hơn. Với tốc độ cắt cao nhất, dao sẽ có tuổi thọ nhỏ nhất so với hai vận tốc cắt còn lại. Tuổi bền dao là lớn nhất khi chọn vận tốc cắt nhỏ nhất.

Trong dải tốc độ khảo sát, lực cắt và chiều cao mòn ít bị ảnh hưởng bởi lượng chạy dao và chiều sâu cắt.

Lực cắt và mòn dao ảnh hưởng lớn nhất bởi vận tốc cắt.

Các đồ thị 1 thể hiện mối quan hệ giữa mòn dao và lực cắt: Khi mòn dao tăng thì lực cắt tăng. Khi vào giai đoạn mòn khốc liệt thì lực cắt tăng đột biến.

Tiện cứng không hiệu quả khi tiện ở vận tốc cắt cao v = 170m/ph.❖

Ngày nhận bài: **15/11/2024**
Ngày phản biện: **10/12/2024**

**Tài liệu tham khảo:**

[1]. Nguyễn Thị Quốc Dung (2012); "*Nghiên cứu quá trình tiện thép hợp kim qua tôi bằng dao PCBN*", Đại học Thái Nguyên.
[2]. Trần Văn Địch (2004); "*Gia công tinh bề mặt chi tiết máy*", NXB. Khoa học và Kỹ thuật, Hà Nội.
[3]. Nguyễn Thị Thanh Vân (2009); "*Nghiên cứu ảnh hưởng của vận tốc cắt tới cơ chế mòn dụng cụ PCBN sử dụng tiện tinh thép 9XC qua tôi*", Luận văn thạc sĩ Kỹ thuật, Đại học Thái Nguyên.
[4]. Dereli D., Filiz I. H., Bayakosoglu A. (2001); "*Optimizing cutting parameters in process planning of prismatic parts by using genetic algorithms*", International Journal of Production Research, 39(15), pp. 3303-3328.
[5]. Ramón Quiza Sardiñas, Pedro Reis, J Paulo Davim (2006); "*Multi-objective optimization of cutting parameters for drilling laminate composite materials by using genetic algorithms*", Composites Science and Technology, 66, pp. 3083-3088.

# PHÂN TÍCH TỔNG QUAN VỀ CẤU TRÚC VẢI VÀ CÁC PHƯƠNG PHÁP DỆT TRONG DỆT MAY

OVERVIEW OF FABRIC STRUCTURE AND WEAVING METHODS IN TEXTILE AND GARMENT INDUSTRY

**Trần Nguyên Lân*, Nguyễn Thu Thủy**
Khoa Dệt may Thời trang, Trường Đại học Kinh tế - Kỹ thuật Công nghiệp

**TÓM TẮT**

*Vải là vật liệu mềm dẻo được làm từ một mạng lưới sợi tổng hợp hoặc tự nhiên. Len, lanh, bông, gai dầu hoặc các vật liệu cơ bản khác được kéo dài để tạo thành sợi. Sau đó, để tạo ra một loại vải, người ta phải dệt, đan, móc, thắt nút, nỉ hoặc bện. Chất lượng vải chịu ảnh hưởng của quá trình tạo vải hoặc quy trình chế tạo và đặc biệt là cấu trúc của các loại vải. Cấu trúc vải là sự kết hợp giữa các sợi ngang (xửng), các sợi dọc (sợi chính) và các sợi chéo (sợi tiết). Cấu trúc vải ảnh hưởng đến đặc tính về độ bền, độ co giãn, độ mềm mại và độ thoáng của vải.*

*Ngoài ra, các kiểu dệt cũng mang lại cho vải có hình dáng, độ bền và đảm bảo mục đích sử dụng của người tiêu dùng. Bài báo này phân tích tổng quan về cấu trúc của các loại vải và các kiểu dệt khác nhau làm tài liệu tham khảo cho các nghiên cứu và thiết kế vải.*

**Từ khóa:** *Cấu trúc vải; Dệt; Đan; Móc; Thắt nút; Nỉ.*

**ABSTRACT**

*Fabric is a flexible material made from a network of synthetic or natural fibers. Wool, linen, cotton, hemp or other base materials are stretched to form yarns. Then, to create a fabric, people have to weave, knit, crochet, knot, felt or braid. The quality of the fabric is influenced by the fabric making process or manufacturing process and especially the structure of the fabrics. Fabric structure is a combination of weft (cross) yarns, warp (main yarns) and cross (separate yarns). Fabric structure affects the properties of fabric strength, elasticity, softness and breathability.*

*In addition, weaves also give the fabric its shape, durability and ensure the intended use of the consumer. This article analyzes the overview of the structure of different fabrics and weaves as a reference for fabric research and design.*

**Keywords:** *Fabric structure; Weaving; Knitting; Crochet; Knotting; Felting.*

## 1. GIỚI THIỆU CHUNG

Nhu cầu sử dụng vải là một trong những nhu cầu cơ bản và bắt buộc nhất của con người, nhu cầu ăn mặc và trang bị thẩm mỹ ngày càng cao theo sự phát triển nhanh chóng về đời sống tinh thần và vật chất của xã hội. Hình thức của vải, kết cấu, tính phù hợp cho mục đích sử dụng và các yếu tố khác bị ảnh hưởng bởi quy trình tạo vải hoặc quy trình chế tạo. Cấu trúc của các loại vải cũng thay đổi dựa trên kiểu đan của sợi [1, 2].

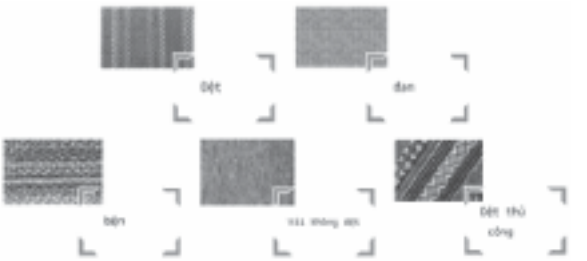
Chúng ta có thể thấy rằng vải được sử dụng trong nhiều ứng dụng, từ may áo sơ mi đến hàng dệt gia dụng và kỹ thuật. Các quy trình tạo vải (dệt và đan) tạo ra các loại vải có đặc điểm cấu trúc rất khác nhau. Vải đan có cấu trúc dạng vòng, trong khi các sợi dệt tương đối thẳng với một số nếp gấp. Do đó, vải dệt có độ co giãn thấp hơn vải đan. Một chút thay đổi trong kiểu đan xen/xen kẽ có thể tạo ra một loại vải khác có đặc điểm hoàn toàn khác nhau [1, 2, 3]. Vì vậy, bài báo này đi phân tích tổng quan về cấu trúc của các loại vải và các kiểu dệt khác nhau làm tài liệu tham khảo cho các nghiên cứu và thiết kế vải rất có ý nghĩa thực tiễn.

## 2. VẢI DỆT MAY VÀ ĐẶC ĐIỂM

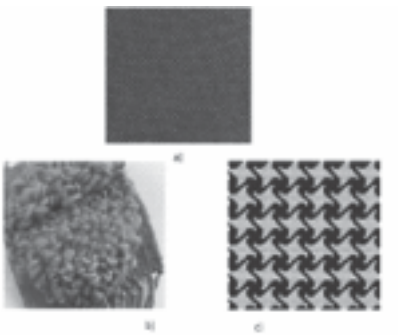
### 2.1. Các loại vải dệt may

Hiện nay, có nhiều loại vải khác nhau được sản xuất bao gồm: Vải dệt, vải không dệt, đan, vải được trang trí bề mặt, vải in, vải nhuộm chống thấm và vải dệt may kỹ thuật.

Các loại vải truyền thống (dệt, đan và bện) được làm bằng cách kéo thành sợi và sau đó dệt chúng thành vải. Mặt khác, vải cũng được sản xuất trực tiếp mà không cần chuyển thành sợi, các loại vải như vậy được gọi là vải không dệt (Hình 1) [1, 2]. Mỗi loại vải có cấu trúc và đặc điểm ứng dụng khác nhau tùy theo mục đích và nhu cầu sử dụng.



*Hình 1. Các loại vải dệt may khác nhau*



*Hình 2. Cấu trúc phức tạp được tạo ra bằng cách kết hợp các kiểu dệt cơ bản*

### 2.2. Cấu trúc vải

Vải là một cấu trúc hai chiều hoặc ba chiều được làm từ bất kỳ sợi dệt nào có thể rủ, có thể trải và mềm dẻo. Nó có thể được mặc, sử dụng như một sản phẩm tiện ích cho nội thất hoặc ngoại thất, làm đồ nội thất gia đình hoặc như một tác phẩm nghệ thuật hấp dẫn [4]. Vải chỉ được gọi là vải dệt nếu nó thường bao gồm hai sợi đan xen (sợi dọc và sợi ngang) [5]. Vải dệt được làm bằng cách đan xen hai bộ sợi vuông góc, cụ thể là sợi dọc được sắp xếp theo chiều dọc và sợi ngang được sắp xếp theo chiều ngang. Trên sợi ngang, sợi dọc được nâng lên và hạ xuống xen kẽ theo một kiểu mẫu được chỉ định. Thiết kế dệt của vải đề cập đến kiểu mẫu chính xác để phân phối đan xen. Kiểu dệt được biểu diễn dưới dạng một mảng trực giao của

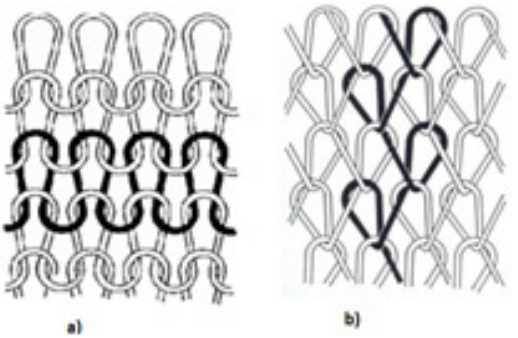

ISSN 2615 - 9910 (bản in), ISSN 2815 - 5505 (online)
**TẠP CHÍ CƠ KHÍ VIỆT NAM**, Số 323, tháng 12 năm 2024
**cokhivietnam.vn / tapchicokhi.com.vn**

các số nhị phân. Ví dụ, nếu sợi dọc nằm trên sợi ngang tại vị trí giao nhau, thì nó được biểu thị bằng "1" và "0" trong trường hợp ngược lại. Có thể tạo ra vô số kiểu dệt theo cách này [6].

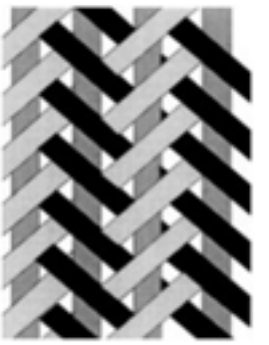
Có những cấu trúc phức tạp được tạo ra bằng cách kết hợp các kiểu dệt cơ bản này, chẳng hạn như (a) vải nhiều lớp, (b) cấu trúc dệt lông và (c) thiết kế jacquard (Hình 2). Các cấu trúc này được sử dụng rộng rãi trong nhiều lĩnh vực.

### *2.2.1. Vải dệt kim (đan)*

Vải dệt kim được tạo thành từ một loạt các vòng được tạo ra từ một hoặc nhiều sợi đan vào nhau, với mỗi hàng vòng đan vào hàng trước đó. Do đó, không giống như vải dệt, các sợi không theo một đường thẳng mà theo một kiểu uốn lượn. Khi tiếp xúc với ứng suất bên ngoài, các vòng này nhanh chóng giãn ra theo nhiều hướng, mang lại sự linh hoạt hơn so với vật liệu dệt. Vải dệt kim có thể giãn ra tới 500% chiều dài ban đầu của nó tùy thuộc vào cấu trúc đan và chất lượng sợi [7]. Các cấu trúc đan có thể dễ dàng phù hợp với các hình dạng phức tạp mà không có nếp gấp và dệt kim là một quy trình linh hoạt hơn để sản xuất các cấu trúc được định hình trước. Hiện nay, đan được chia thành hai loại: đan dọc (a) và đan ngang (b) (Hình 3) [8].




*Hình 3. Các loại vải dệt kim đan dọc (a) và đan ngang (b)*



*Hình 4. Cấu trúc bện*

*Hình 5. Hướng sợi dọc và sợi ngang*

### *2.2.2. Vải dệt thoi*

Là vải dệt được sản xuất bằng cách đan xen hai bộ sợi vuông góc với nhau, tức là sợi dọc và sợi ngang tạo thành một cấu trúc ổn định, dựa vào các cách dệt khác nhau, người ta sẽ phân loại vải này thành ba kiểu chính, bao gồm dệt trơn, tréo gỗ và satin.

Thông thường, hệ thống sợi vải dọc sẽ được sắp xếp nằm theo chiều dài của tấm vải. Trong khi đó, các sợi ngang sẽ được thiết kế nằm theo chiều ngang của vải. Nhờ vào quy luật này, sẽ giúp cho sợi dọc và sợi ngang được liên kết với nhau theo một quy tắc nhất định, trong khi vải dệt kim được tạo thành từ các vòng sợi được kết nối với nhau.

### *2.2.3. Vải bện*

Việc đan xen một, hai hoặc nhiều bộ sợi với nhau hoặc với các bộ sợi khác theo một góc tạo ra các cấu trúc bện. Góc tạo bởi các sợi và ☞

trục sản phẩm thường bằng một nửa góc này (gọi là góc bện). Các mẫu bện có số lượng thiết kế ít, thường sử dụng ít hơn. Cấu trúc bện có thể được sản xuất theo cấu trúc hình ống hoặc phẳng (Hình 4).

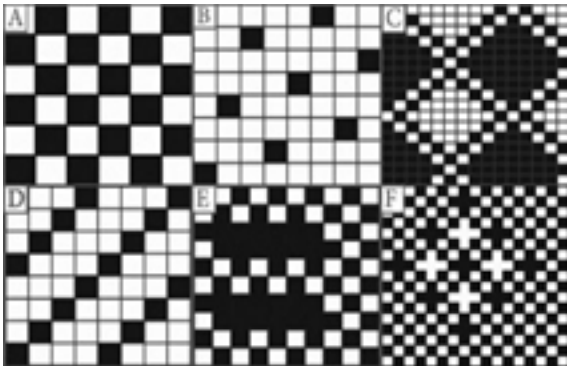
### *2.2.4. Vải không dệt*

Cấu trúc vải dệt được làm từ các lớp sợi được gọi là vải không dệt. Lớp sợi có thể được liên kết với nhau theo nhiều cách khác nhau, bao gồm cả việc quấn sợi cơ học, ứng dụng chất kết dính, nhiệt luyện và phát triển cấu trúc hóa học. Các đặc tính của vải không dệt có thể dễ dàng được kiểm soát và phụ thuộc vào đặc tính của sợi, cách sắp xếp sợi trong lớp vải và chất lượng của bất kỳ chất kết dính hoặc quy trình kết dính nào được sử dụng. Các sợi chạy dọc theo chiều dài của vải hoặc song song với mép vải được gọi là sợi dọc. Bên cạnh sợi dọc, một cặp sợi khác di chuyển vuông góc với sợi dọc trong vải dệt gọi là cặp Wefts. Khi sản xuất vải, chúng được đan xen với sợi dọc theo hướng ngang (Hình 5).

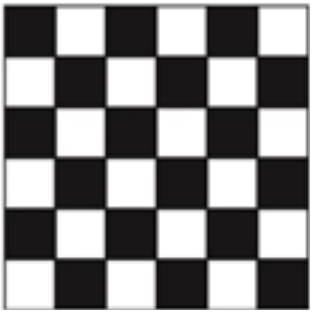
## 2.3. Các kiểu dệt cơ bản trong ngành dệt may

Vải có thể được làm bằng nhiều kiểu dệt khác nhau. Các kiểu dệt trong hình 6 là những kiểu ban đầu được sử dụng để làm vải, sau đó, người ta phát triển các kiểu khác phức tạp hơn để làm quần áo và các loại hàng may mặc. Điểm đen có nghĩa là sợi dọc nằm trên sợi ngang, và điểm trắng có nghĩa là sợi ngang nằm trên sợi dọc.

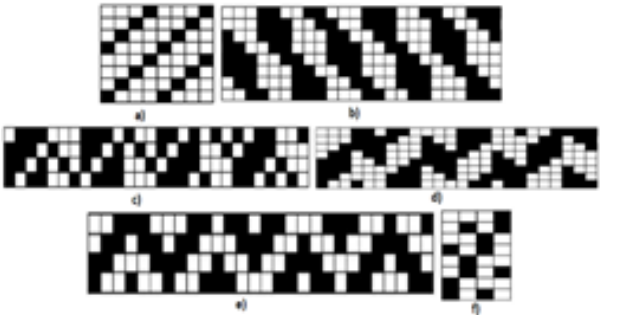
Dệt là quá trình đan xen các sợi dọc và sợi ngang để tạo thành vải dệt. Các mẫu này được tạo ra dựa trên các phẩm chất cần thiết của vải thành phẩm. Các thiết kế này có nhiều kiểu đan xen phức tạp, từ đan xen cơ bản đến đan xen phức tạp, tất cả đều mang lại mục đích riêng cho vải thành phẩm.




*Hình 6. Các kiểu dệt*
*(A) Dệt trơn, (B) Dệt satin, (C) Dệt tổ ong, (D) Dệt chéo, (E) Dệt dây và (F) Lưới*



*Hình 7. Cấu trúc vải dệt trơn*



*Hình 8. Cấu trúc vải dệt chéo*
*Dệt chéo cơ bản (a), dệt chéo chuyển vị (b), chéo xương cá (c), chéo đứt (d), chéo nhọn (e), chéo dài (f).*

### *2.3.1. Dệt trơn*

Là kiểu dệt cơ bản nhất, trong đó các sợi dọc và sợi ngang xen kẽ nhau tạo ra nhiều


ISSN 2615 - 9910 (bản in), ISSN 2815 - 5505 (online)
**TẠP CHÍ CƠ KHÍ VIỆT NAM**, Số 323, tháng 12 năm 2024
**cokhivietnam.vn / tapchicokhi.com.vn**

sự đan xen nhất. Cấu trúc này đạt được độ cứng và độ ổn định nhờ sự đan xen tối đa này (Hình 7).

Dệt trơn được đặc trưng bởi sự giao nhau của sợi dọc và sợi ngang theo góc vuông để tạo thành một kiểu dệt chéo đơn giản. Đây là kiểu dệt cơ bản và phổ biến nhất được sử dụng trong các loại vải dệt. Vải dệt trơn được biết đến với độ bền và chắc chắn, thích hợp cho nhiều ứng dụng khác nhau trong thời trang và vải nội thất.

Trong một kiểu dệt trơn cân bằng, sợi dọc và sợi ngang có cùng trọng lượng và cùng số lượng sợi trên một inch. Cấu trúc cân bằng này góp phần tạo nên sự ổn định và vẻ ngoài đồng đều của vải.

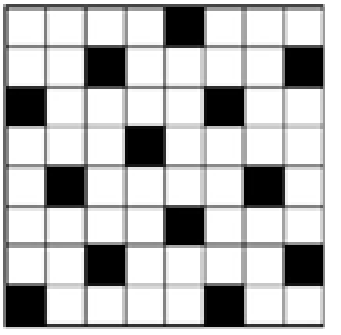
### *2.3.2. Dệt chéo*

Dệt chéo là một kiểu dệt cơ bản được biết đến với kiểu đan xen, tạo ra một đường chéo trên vải. Kiểu dệt này, cũng như các biến thể của nó, được sử dụng cho mục đích trang trí. Khi so sánh với kiểu dệt trơn, dệt chéo có vị trí sợi gần hơn do ít đan xen hơn, tạo cho nó nhiều trọng lượng và độ rủ hơn. Trong kiểu dệt chéo đơn giản như thể hiện trong Hình 11a, chuyển động hướng ra ngoài và hướng lên trên của kiểu đan xen luôn tạo ra một đường chéo cho thiết kế. Dệt chéo được phân loại là dệt chéo phải hoặc dệt chéo trái dựa trên cách đường dệt chéo lan truyền.

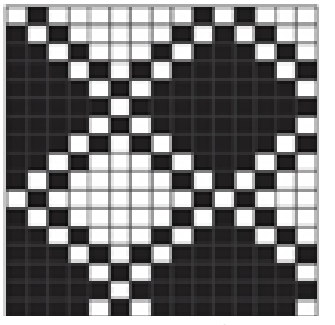
Có các kiểu dệt chéo như Hình 8: Dệt chéo chuyển vị (b), chéo xương cá (c), chéo đứt (d), chéo nhọn (e), chéo dài (f).

### *2.3.3. Dệt satin*

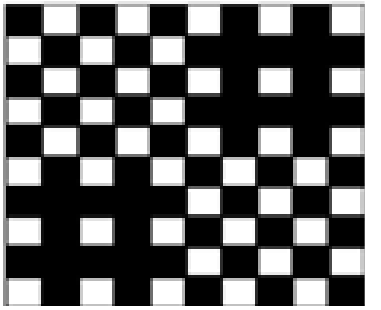
Satin/sateen là một loại vải dệt cơ bản, không giống như vải vân chéo, không có hoa văn thông thường (Hình 9), bề mặt vải có thể là sợi dọc hoặc sợi ngang. Vải satin là loại vải có sợi dọc, nghĩa là các sợi dọc có thể nhìn thấy trên toàn bộ bề mặt vải ngoại trừ một sợi đan xen với các loại sợi khác. Vải satin được gọi là vải sateen nếu là loại vải có sợi ngang, nghĩa là các sợi ngang có thể nhìn thấy phần lớn trên bề mặt vải. Sự đan xen đơn lẻ của các sợi dọc và sợi ngang trong một đơn vị lặp lại duy nhất tạo nên sự khác biệt của kiểu dệt này. Trong số các kiểu dệt cơ bản, loại vải này có ít điểm đan xen nhất.



*Hình 9. Cấu trúc vải dệt satin*



*Hình 10. Dệt tổ ong*



*Hình 11. Dệt Huck a Back*

### *2.3.4. Dệt tổ ong*

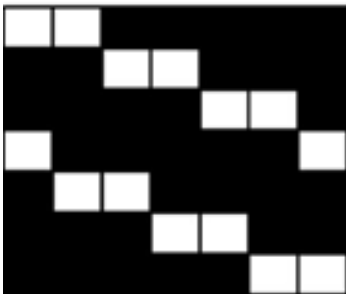
Do cấu trúc giống như mạng nhện của ong mật như thể hiện trong Hình 10, kiểu dệt này được tạo ra. Nó tạo ra các gờ và cấu trúc rỗng tạo ấn tượng về một tế bào. Cả sợi dọc và sợi ngang đều chuyển động tự do ở cả hai mặt của kiểu dệt này, kết hợp với cấu trúc thô. Kiểu dệt này tạo ra một tấm vải có độ nổi cao hơn trên khắp bề mặt.

### *2.3.5. Huck a back*

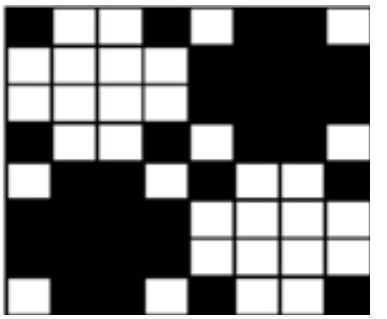
Chúng được gọi là hiệu ứng tổ ong vì chúng thường được kết nối với vải tổ ong. Chúng được tạo ra bằng cách xen kẽ giữa kiểu dệt nổi và kiểu dệt trơn như thể hiện trong Hình 11. Nhiều kiểu dệt khác nhau bắt nguồn từ những kiểu dệt này. Kiểu dệt Huck a Back có thể được sử dụng để tạo ra những kết cấu dày, chắc chắn.

### *2.3.6. Dệt Crepe*

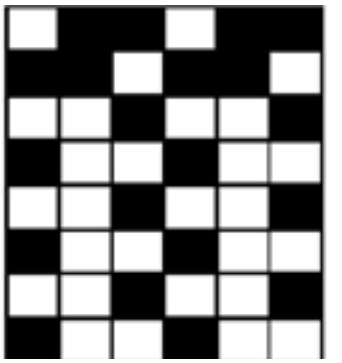
Vải dệt crepe (Hình 12) là thuật ngữ dùng để mô tả các loại vải dệt không có hoa văn xác định. Các loại vải dệt này có thể có vẻ ngoài giống vải vân chéo, nhưng chúng không nổi bật như vải vân chéo. [2] Vải dệt crepe, thường được gọi là vải "crape" hoặc "oatmeal", là một biến thể hữu ích của các loại vải dệt đơn giản với bề mặt sần sùi hoặc nhăn nheo (thô).



*Hình 12. Cấu trúc vải dệt Crepe (dựa trên vải sa tanh, 7 đầu)*



*Hình 13. Cấu trúc vải dệt Mock Leno*



*Hình 14. Cấu trúc vải dệt Welts và Pique*

### *2.3.7. Dệt Leno giả*

Vải này có kiểu dệt tương tự như vải gạc. Bốn góc phần tư tạo nên kiểu dệt như thể hiện trong Hình 13. Kiểu dệt đối xứng xuất hiện ở góc phần tư thứ nhất và thứ ba, trong khi kiểu dệt đối lập xuất hiện ở góc phần tư thứ hai và thứ tư.

### *2.3.8. Welts và Pique*

Một loại vải mặt đơn giản với một chuỗi sợi dọc và sợi ngang, cũng như một số sợi khâu, tạo nên kiểu dệt pique. Hình ảnh của kiểu dệt pique như vậy được hiển thị trong Hình 14.

## 3. KẾT LUẬN

Qua nghiên cứu tổng quan về cấu trúc vải và các kiểu dệt khác nhau và đặc điểm của chúng, có thể đưa ra các kết luận sau:


ISSN 2615 - 9910 (bản in), ISSN 2815 - 5505 (online)
**TẠP CHÍ CƠ KHÍ VIỆT NAM**, Số 323, tháng 12 năm 2024
**cokhivietnam.vn / tapchicokhi.com.vn**

Chất lượng vải chịu ảnh hưởng lớn từ cấu trúc vải như đặc tính về độ bền, độ co giãn, độ mềm mại và độ thoáng của vải. Do đó, khi lựa chọn cấu trúc vải, nhà thiết kế cần nghiên cứu nhu cầu, hiệu quả và đối tượng tiêu dùng vải cho phù hợp.

Các kiểu dệt cũng mang lại cho vải có hình dáng, độ bền, tính hiệu quả. Do đó, khi thiết kế cần đảm bảo năng suất, chất lượng và mục đích sử dụng của người tiêu dùng.❖

Ngày nhận bài: **05/10/2024**
Ngày phản biện: **04/11/2024**

**Tài liệu tham khảo:**

[1]. Fatma Mamdouh Ahmed, Maysa Mohamed Reda, Heba Atef Abd El-Aziz, and Hanan Ali Othman, "*Overview of different fabric structures*". Journal of Textiles, Coloration and Polymer Science, Vol. 19, No. 2, pp. 291-306 (2022).

[2]. Nawab, Y., Hamdani, S.T.A. and Shaker, K., "*Structural Textile Design: Interlacing and Interlooping*". CRC Press (2017).

[3]. Ahmad, H.S., "*Introduction to Knitting*". In Structural Textile Design CRC Press. p. 185-196 (2017).

[4]. Sachdeva, K., Suri, M. and Bhagat, S., "*Effect of fabric construction on the longevity of aged cotton fabric*". International Journal of Engineering Research and Applications, 10 49-61 (2020).

[5]. Cherif, C., "*Textile materials for lightweight constructions*". Technol Methods Mater Proper, (2016).

[6]. Lombaert, F., "*Woven fabrics and their applications in technical segments picanol today*". Dubai Techtextil Symposium, (2014).

[7]. Purchas, D.B. and Sutherland, K., "*Woven fabric media*". In Handbook of Filter Media Elsevier Science. p. Pages 35-80 (2002).

[8]. Gupta, B.S. and Edwards, J.V., "*Textile materials and structures for topical management of wounds*". In Advanced Textiles for Wound Care (Second Edition), S. Rajendran, Editor. p. Pages 55-104 (2019).

# NGHIÊN CỨU ĐÁNH GIÁ CHẤT LƯỢNG CỦA MỘT SỐ LOẠI VẢI THÔNG DỤNG CHO MAY MẶC TRÊN PHƯƠNG DIỆN ĐỘ HÚT HƠI NƯỚC

STUDY AND EVALUATION OF THE QUALITY OF SOME COMMON FABRIC TYPES FOR GARMENT IN ASPECT OF HEAT TRANSMISSION

ThS. **Nguyễn Gia Phong**
Khoa Dệt may Thời trang, Trường Đại học Kinh tế - Kỹ thuật Công nghiệp

**TÓM TẮT**

*Một bộ trang phục có tính tiện nghi có thể được hiểu là khi người mặc sẽ cảm thấy dễ chịu và thoải mái về cả phương diện sinh lý và tâm lý, một trong những khía cạnh của tiện nghi là cách thức vật liệu ảnh hưởng đến độ hút hơi nước. Độ hút hơi nước được hiểu là sự hấp thụ ẩm. Bài báo này nghiên cứu đến độ hút hơi nước của một số loại vải thông dụng hiện nay, để người sử dụng có thể tính toán trước mục đích cho phù hợp. Kết quả nghiên cứu cho thấy: Độ hút hơi nước của vải VISCOSE lớn nhất so với các mẫu vải thí nghiệm khác do chất liệu xenlulo nhân tạo có độ ẩm cao W = 13%, vải mỏng, nhẹ. Khi thiết kế vải, để đảm bảo độ hút nước cao, cần chú trọng chọn vật liệu dệt có độ hút ẩm cao, vải mỏng và nhẹ.*

**Từ khóa:** *Độ hút hơi nước; Mật độ sợi của vải; Bề dày vải; Khối lượng vải.*

**ABSTRACT**

*A comfortable outfit can be understood as when the wearer will feel comfortable and at ease both physiologically and psychologically, one of the aspects of comfort is how the material affects the body, steam absorption. Water vapor absorption is understood as moisture absorption. This article studies the water vapor absorption of some popular fabrics today, so that users can calculate in advance accordingly. Research results show that: The water vapor absorption of VISCOSE fabric is the highest compared to other experimental fabric samples because the artificial cellulose material has a high moisture content of W = 13%, the fabric is thin and light. When designing fabrics, to ensure high water absorption, it is necessary to focus on choosing textile materials with high moisture absorption, thin and light fabrics.*

**Keywords:** *Steam absorption; Fabric fiber density; Fabric thickness; Fabric volume.*

## 1. ĐẶT VẤN ĐỀ

Hiện nay, trong lĩnh vực dệt may, người ta quan tâm rất nhiều đến tính tiện nghi của trang phục. Một bộ trang phục có tính tiện nghi có thể được hiểu là khi người mặc sẽ cảm thấy dễ chịu và thoải mái về cả phương diện sinh lý và tâm lý. Trong rất nhiều yếu tố tạo nên tính tiện nghi của bộ trang phục không thể không nói đến tính tiện nghi của vải dùng để may trang phục.

Sự hấp thụ cũng được hiểu là hấp thụ ẩm, là khả năng của một vật liệu hấp thụ một vật liệu khác. Sự hấp thụ ẩm bao gồm khả năng của vật liệu giữ lại chất lỏng.

Một vài loại xơ có bề mặt không đều có thể giữ chất lỏng dọc theo bề mặt. Sự hấp thụ ẩm là thước đo của tính năng vật liệu về phương diện tiện nghi.

Xơ có hấp thụ ẩm tốt được sử dụng trong hàng may mặc có tiếp xúc trực tiếp với da vì nó giúp cho cơ thể được mát do hấp thụ mồ hôi dễ dàng. Vật liệu có độ hút ẩm tốt được sử dụng để làm các sản phẩm có yêu cầu cao về hút ẩm như khăn mặt, bỉm, khăn lau và nhiều sản phẩm khác...

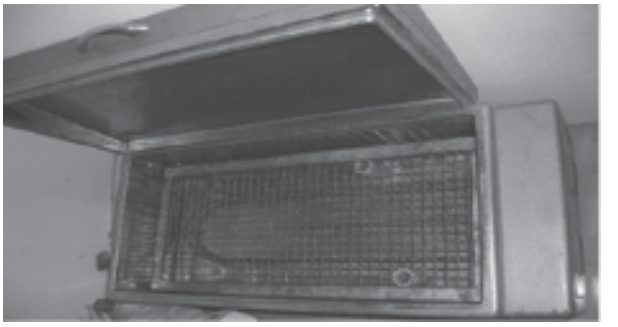
Vật liệu hấp thụ ẩm được đánh giá cả ở hai phương diện, tốc độ hấp thụ chất lỏng và lượng ẩm được hấp thụ. Chất lỏng và lượng ẩm hấp thụ được khi đạt đến điểm bão hòa. Vật liệu được gọi là bão hòa ẩm khi nó không thể tiếp nhận thêm lượng ẩm. AATCC 79 là tiêu chuẩn phương pháp thử "Hấp thụ ẩm của vật liệu dệt đã tẩy trắng" có thể sử dụng cho các vật liệu dệt tẩy trắng, nhuộm màu hoặc in.

Theo phương pháp này, một giọt nước rơi từ độ cao 1cm lên mặt vải đã được điều hòa và ở trạng thái căng mặt vải. Thời gian được tính bằng giây cho hạt nước đến lúc mất đi sự phản quang của nó.

Sự phản quang là bề mặt phản xạ bóng của giọt nước khi nó còn là hạt trên mặt vải. Sự phản quang sẽ mất hẳn hoàn toàn khi giọt nước được hấp thụ vào bên trong vật liệu cho đến khi xuất hiện một vệt ướt mờ.

## 2. VẬT LIỆU, THIẾT BỊ THÍ NGHIỆM

Xác định độ hút hơi nước theo tiêu chuẩn Việt Nam (QCVN 5091 năm 2017). Thí nghiệm được thực hiện tại Trung tâm thí nghiệm (TTTN) - Viện Dệt May.



*Hình 1. Thiết bị đo độ hút hơi nước*

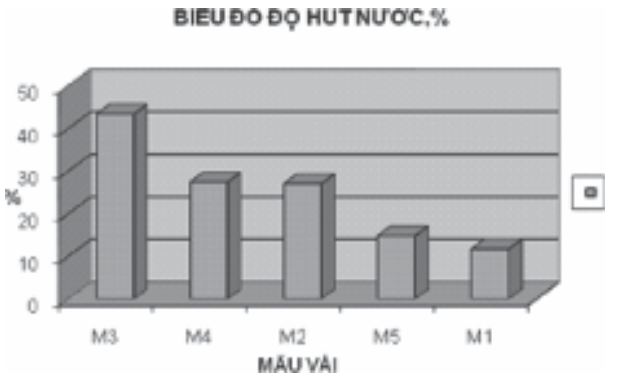
Kích thước mẫu: 30cm x 30cm, đặt mẫu trong điều kiện tiêu chuẩn. Nhiệt độ không khí 20°C, độ ẩm không khí 65%.

## 3. KẾT QUẢ VÀ THẢO LUẬN

*Bảng 1. Kết quả đo độ hút hơi nước*

| Mẫu | (%) |
|---|---|
| M1: Vải PES | 11,7 |
| M2: Vải tơ tằm | 27,0 |
| M3: Vải viscose | 43,4 |
| M4: Vải cotton | 27,4 |
| M5: Vải Peco | 14,8 |

Độ hút hơi nước được thể hiện trong biểu đồ hình 2 như sau:




*Hình 2. Biểu đồ đo độ hút hơi nước*

Độ hút hơi nước: Vải VISCOSE có độ hút hơi nước lớn nhất vì nó có tỷ lệ hồi ẩm cao so với các vật liệu dệt khác, vải tơ tằm và vải bông có độ hút hơi nước tương đương. Vải PES và vải PECO có thành phần PES cao nên hút nước ít hơn do tỷ lệ hồi ẩm của PES thấp.

Phân tích tương quan giữa Độ hút hơi nước của vải (Y) và các thông số cấu tạo vải: Bề dày (X1), khối lượng g/m$^2$ (X2), mật độ sợi (X3).

*Bảng 2. Các thông số cấu tạo vải của độ hút hơi nước*

| Y | X1 | X2 | X3 |
|---|---|---|---|
| 11.7 | 0.42 | 250 | 268 |
| 27 | 0.45 | 160 | 680 |
| 43.4 | 0.29 | 124.9 | 562 |
| 27.4 | 0.28 | 108.2 | 454 |
| 14.8 | 0.5 | 281.2 | 633 |

| | Y | X1 | X2 | X3 |
|---|---|---|---|---|
| Y | 1 | | | |
| X1 | -0.71079 | 1 | | |
| X2 | - 0.82657 | 0.843359 | 1 | |
| X3 | 0.380089 | 0.271141 | -0.13793 | 1 |

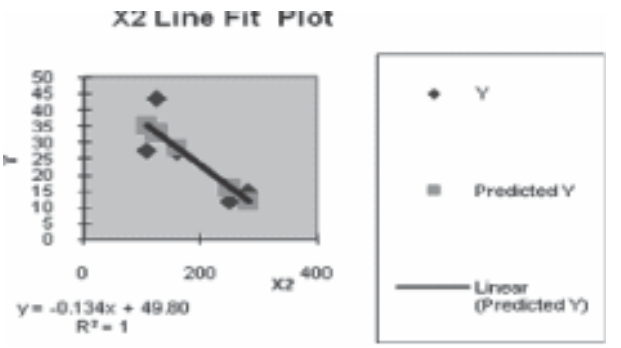
Độ hút hơi nước của vải (Y) có quan hệ tuyến tính ngược với bề dày vải (X1), R = - 0.71079 và quan hệ tuyến tính ngược với khối lượng vải g/m$^2$ (X2), R = - 0.82657 tương đối chặt chẽ. Vì X1 và X2 quan hệ chặt chẽ với hệ số tương quan R = 0.84336 nên chọn g/m$^2$ vải có hệ số tương quan lớn hơn nên chọn khối lượng vải để phân tích hồi quy một yếu tố X2.

Phân tích hồi quy một yếu tố để xem xét ảnh hưởng của khối lượng g/m$^2$ đến độ hút hơi nước của vải.

| Y | 11.7 | 27 | 43.4 | 27.4 | 14.8 |
|---|---|---|---|---|---|
| X2 | 250 | 160 | 124.9 | 108.2 | 281.9 |

SUMMARY OUTPUT:

| Regression Statistics | |
|---|---|
| Multiple R | 0.827 |
| R Square | 0.683 |
| Adjusted R Square | 0.578 |
| Standard Error | 8.151 |
| Observations | 5.000 |




*Hình 3. Biểu đồ đường xu hướng của độ hút hơi nước*


ISSN 2615 - 9910 (bản in), ISSN 2815 - 5505 (online)
**TẠP CHÍ CƠ KHÍ VIỆT NAM**, Số 323, tháng 12 năm 2024
**cokhivietnam.vn / tapchicokhi.com.vn**

ANOVA:

| | df | SS | MS | F | Significance F |
|---|---|---|---|---|---|
| Regression | 1 | 429.8437 | 429.8437 | 6.470031 | 0.084411535 |
| Residual | 3 | 199.3083 | 66.4361 | | |
| Total | 4 | 629.152 | | | |

| | Coefficients | Standard Error | t Stat | P-value | Lower 95% | Upper 95% | Lower 95.0% | Upper 95.0% |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Intercept | 49.801 | 10.461 | 4.761 | 0.018 | 16.510 | 83.092 | 16.510 | 83.092 |
| X2 | -0.135 | 0.053 | -2.544 | 0.084 | -0.304 | 0.034 | -0.304 | 0.034 |

RESIDUAL OUTPUT:

| Observation | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 |
|---|---|---|---|---|---|
| Predicted Y | 16.072 | 28.214 | 32.950 | 35.203 | 11.862 |
| Residuals | -4.372 | -1.214 | 10.450 | -7.803 | 2.938 |

Phân tích hồi quy một yếu tố cho thấy khối lượng g/m$^2$ vải ảnh hưởng khá quan trọng đến độ hút hơi nước của vải. Mối quan hệ này là tuyến tính ngược thể hiện bằng phương trình Y= - 0.134X + 49.80 với hệ số tin cậy của phương trình hồi quy rất cao $R^2 = 1$.

## 4. KẾT LUẬN

Độ hút hơi nước của vải VISCOSE lớn nhất so với các mẫu vải thí nghiệm khác do chất liệu xenlulo nhân tạo có độ ẩm cao W = 13%, vải mỏng, nhẹ. Khi thiết kế vải, để đảm bảo độ hút nước cao, cần chú trọng chọn vật liệu dệt có độ hút ẩm cao, vải mỏng và nhẹ.❖

Ngày nhận bài: **03/10/2024**
Ngày phản biện: **04/11/2024**

**Tài liệu tham khảo:**

[1]. ASTM: D 1518-85; "*Phương pháp thử tiêu chuẩn cho độ truyền nhiệt của vật liệu dệt*", 1998.

[2]. Bộ Công an; "*Tuyển tập báo cáo thăm dò ý kiến trang phục quần áo phòng cháy chữa cháy 54 tỉnh thành trong cả nước*", 2000.

[3]. Hoàng Thu Hà; "*Nghiên cứu các chỉ tiêu kỹ thuật sinh thái của sản phẩm Dệt May*". Viện Kinh tế Kỹ thuật Dệt May, 2005.

[4]. Đặng Văn Giáp; "*Phân tích dữ liệu khoa học bằng chương trình MS-Excel*". NXB. Giáo dục, 1997.

[5]. TCVN; Tiêu chuẩn quốc gia QCVN 01:2017.

[6]. Y.E.El Mogahzy; "*Engineering textiles*". Woodhead Publishing Limited Cambridge England 2, 2009.

[7]. WWW.indiantextilejournal. S.V Shalerao; "*Fabric drape & its measurement*".

[8]. Jian HU; "*Fabric testing*". Woodhead Publishing in Textiles, Cambridge England, 2010.

[9]. WD Schinder and PJ Hauser (2004); "*Chemical finishing of Textiles*". Wood head Publishing Limited Cambridge England.

# NGHIÊN CỨU ẢNH HƯỞNG CỦA CẤU TRÚC DỆT ĐẾN TÍNH CHẤT CƠ LÝ CỦA VẢI

STUDYING THE INFLUENCE OF STRUCTURE ON THE MECHANICAL PROPERTIES OF WOVEN FABRIC

**Nguyễn Thị Hòa**
Khoa Dệt may và Thời trang, Trường Đại học Kinh tế - Kỹ thuật Công nghiệp

**TÓM TẮT**

*Tính thẩm mỹ và hiệu suất sử dụng của vải phụ thuộc phần lớn vào vật liệu và các đặc tính vật lý của chúng. Do đó, các thông số kết cấu của vải trực tiếp quyết định các đặc tính của vải được sản xuất. Trong bài báo này, tác giả phân tích ảnh hưởng của các kiểu dệt khác nhau đến các tính chất cơ học của vải bao gồm các đặc tính chịu kéo, rách và mài mòn. Ở đây, hai kiểu dệt trơn và dệt thun silk mỏng (dệt vịt) được sử dụng để khảo sát ảnh hưởng cấu trúc dệt đến đặc tính cơ lý của vải.*

**Từ khóa:** *Dệt trơn; Dệt vịt; Độ bền kéo; Độ bền xé.*

**ABSTRACT**

*The aesthetics and performance of fabrics depend largely on the materials and their physical properties. Therefore, the structural parameters of the fabric directly determine the properties of the fabric produced. In this article, the author analyzes the influence of different textile types on the mechanical properties of fabrics, i.e. tensile, tearing and abrasion properties. Here, two types of weaves, plain weave and duck weave, are used to investigate the influence of weave structure on the mechanical properties of fabrics.*

**Keywords:** *Plain weave; Duck weave; Tensile strength; Tearing strength.*

## 1. GIỚI THIỆU CHUNG

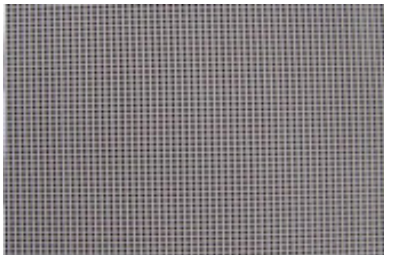
Phản ứng của vật liệu dệt phụ thuộc vào các tính chất cơ học như lực và phương pháp tác dụng tải trọng [1]. Những đặc tính cơ học này là những tính chất quan trọng quyết định đến chất lượng của các loại vải khác nhau. Cấu trúc và đặc tính của vải rất quan trọng để chống lại sự biến dạng vĩnh viễn dưới tác dụng của ứng suất khi sử dụng. Để sản xuất vải theo định hướng ứng dụng cụ thể, cần phải có đầy đủ thông tin về các tính chất cơ học của vải dệt thoi. Độ bền và độ giãn dài là những đặc tính quan trọng nhất của vải, những thông số này quy định cách sử dụng vải trong thực tế [2, 3]. Do vậy, mục đích của nghiên cứu này là xác định các tính chất cơ học quan trọng của vải trơn và vải chéo đồng thời so sánh chúng với các ứng dụng khác nhau. Trong đó, độ bền kéo, độ bền xé, khả năng chống mài mòn của vải trơn và vải vịt đã được thử nghiệm.

## 2. VẬT LIỆU VÀ THỬ NGHIỆM

### 2.1. Vật liệu

Sợi polyester-bông được sử dụng để dệt vải trơn và vải vịt trên máy dệt không thoi. Trong thí nghiệm này, mẫu được thử trong môi trường tiêu chuẩn với các điều kiện được kiểm soát để tránh thay đổi các thông số thử nghiệm. Các đặc tính của vải như mài mòn và độ bền là các thông số chất lượng quan trọng có thể thay đổi do quá trình hoàn thiện. Sau khi chuẩn bị mẫu thử, tất cả vải đã được thử nghiệm trong thử nghiệm tiêu chuẩn ở độ ẩm tương đối 65% và nhiệt độ 20 ± 2°C. Các thử nghiệm sau đây được thực hiện để đánh giá tính chất cơ học.

*Vải dệt thun Silk mỏng*



*Vải dệt trơn*
*Hình 1. Mẫu thử nghiệm*

### 2.2. Phương pháp thử vải

#### *2.2.1. Sức căng*

Phương pháp thử ASTM D5034 được sử dụng cho đặc tính kéo của vải và việc xác định lực tối đa được thực hiện bằng phương pháp này [4]. Máy thử độ bền kéo mã hiệu M002A của Trung Quốc được sử dụng cho thí nghiệm này. Cỡ mẫu thí nghiệm là 100×300 mm, số lượng mẫu là 5 hướng dọc và 5 hướng ngang (cho mỗi loại trơn, thun Silk mỏng). Khoảng cách giữa các kẹp là 75 + 1 mm, tốc độ tải (tốc độ) là 300 + 10 mm/phút và máy thử độ bền kéo với phạm vi làm việc của độ bền vải có khả năng hoạt động ở tốc độ 300 + 10 mm/phút và tốc độ được điều chỉnh sao cho mẫu bị đứt trong 20 ± 3 giây.

#### *2.2.2. Độ bền xé*

Phương pháp thử nghiệm tiêu chuẩn ISO 13937-1-2000 được sử dụng để xác định độ bền xé. Trong thí nghiệm này, độ bền xé của vải trơn và vải thun Silk mỏng (vải vịt) được xác định bằng cách sử dụng máy kiểm tra độ bền xé kỹ thuật số GT-C11B (Gester, Đức) và kích thước mẫu là (mẫu) 12 × 10 cm. Số lượng mẫu là 3 hướng dọc và 3 hướng ngang (đối với mẫu vải trơn và vải vịt).

#### *2.2.3. Tính mài mòn*

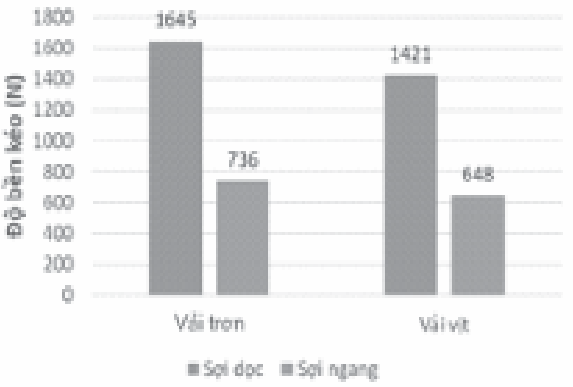
Mài mòn là sự phá hủy vật lý của sợi, sợi và vải, do sự cọ xát của bề mặt vải dệt trên bề mặt khác. Sự cọ xát của vật liệu dệt xảy ra trong quá trình mặc, làm sạch hoặc giặt và điều này có thể làm biến dạng vải, khiến các sợi hoặc sợi bị kéo ra hoặc loại bỏ các đầu sợi khỏi bề mặt. Kết quả cuối cùng của sự mài mòn là làm mất đi các đặc tính hoạt động như độ bền và hình thức bên ngoài của vải có liên quan trực tiếp đến khả năng sử dụng của vật liệu đó. Xác định độ bền mài mòn của vải theo tiêu chuẩn ISO 12947-1-1998 (Xác định khả năng chịu mài mòn của vải bằng phương pháp Martindale).

☞

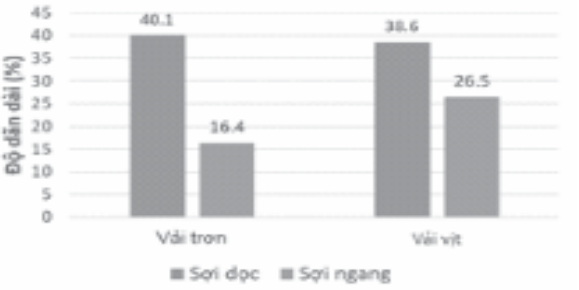
## 3. KẾT QUẢ VÀ THẢO LUẬN

### 3.1. Xác định độ bền kéo và độ giãn dài

Đo ứng suất kéo là phép đo cơ học phổ biến nhất trên vải. Nó được sử dụng để xác định trạng thái của vải mẫu khi chịu tải trọng kéo dọc trục, từ đó có thể xác định được tải trọng đứt và độ giãn dài. Nguyên lý của phép thử độ bền kéo rất đơn giản: một mẫu thử được giữ ở hai vị trí và kéo dài cho đến khi đứt. Kết quả phụ thuộc vào hình dạng mẫu, loại sợi và cách sắp xếp cũng như cấu trúc vải. Độ bền kéo của sợi hoặc vải được định nghĩa là tải trọng tối đa mà nó sẽ chịu mà không bị đứt khi chịu tải trọng kéo một chiều. Độ bền kéo của vải dệt thoi là một trong những đặc tính quan trọng nhất giúp nó vượt trội trong nhiều ứng dụng so với vải không dệt và vải dệt kim. Hình 2 biểu diễn sự so sánh độ bền kéo của vải dệt trơn và vải thun Silk mỏng (vải dệt vịt). Có thể thấy độ bền kéo (cả chiều dọc và chiều ngang) của vải dệt trơn cao hơn vì số lần đan xen trong cấu trúc dệt trơn lớn hơn. Hơn nữa, kiểu dệt trơn có độ bền cao nhất theo hướng dọc do số lượng điểm giao nhau tăng lên so với các kiểu dệt khác. Nhìn chung, độ bền kéo theo hướng dọc nhiều hơn so với độ bền theo hướng ngang.



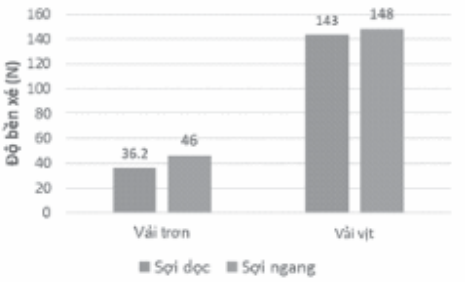

*Hình 2. So sánh độ bền kéo theo hướng sợi dọc và sợi ngang*




*Hình 3. So sánh độ dãn dài (%) theo hướng sợi dọc và ngang*

### 3.2. Xác định độ bền xé

Độ bền xé là khả năng chống rách của vải hoặc lực cần thiết để truyền vết rách khi nó bắt đầu. Hiện tượng rách vải có thể xảy ra ở nhiều loại sản phẩm và liên quan đến quá trình mỏi và mài mòn cũng như sự phát triển nghiêm trọng của vết cắt khi tác dụng lực. Độ bền xé là lực kéo cần thiết để bắt đầu xảy ra sự xé. Kiểm tra độ bền xé thường được yêu cầu đối với vải dệt thoi sử dụng cho các ứng dụng bao gồm quần áo quân đội, lều, buồm, ô và võng. Nó cũng có thể được sử dụng cho vải tráng phủ để đánh giá độ giòn và khả năng sử dụng. Hình 4 thể hiện kết quả kiểm tra độ bền xé của vải dệt trơn và dệt vịt. Độ bền xé (cả hướng dọc và hướng ngang) theo thứ tự từ thấp đến cao ở kiểu dệt trơn, dệt vịt và dệt giỏ. Theo hướng sợi dọc và sợi ngang, dệt trơn có độ bền xé ít hơn (36.2 N và 46 N) trong khi dệt vịt có khả năng xé mạnh hơn (143 N và 148 N).




*Hình 4. So sánh độ bền xé theo hướng sợi dọc và sợi ngang*


ISSN 2615 - 9910 (bản in), ISSN 2815 - 5505 (online)
**TẠP CHÍ CƠ KHÍ VIỆT NAM**, Số 323, tháng 12 năm 2024
**cokhivietnam.vn / tapchicokhi.com.vn**

### 3.3. Kiểm tra khả năng chống mài mòn

Sự mài mòn là do sự cọ xát của các sợi thành phần và sợi của vải. Nó được kiểm tra bằng cách xoắn sợi sau một số vòng quay. Mục chính của thử nghiệm này là loại cấu trúc dệt nào có khả năng chống mài mòn cao hơn và loại nào ít được thử nghiệm hơn. Đối với loại dệt trơn, dệt vịt không có sợi nào bị đứt. Chất lượng vải tốt. Trên 50000 lần không xảy ra hiện tượng đứt sợi.

## 4. KẾT LUẬN

Bài báo này tập trung vào sự biến đổi các tính chất cơ học (độ bền kéo, độ giãn dài, độ bền xé và khả năng chống mài mòn) của vải dệt thoi. Kết quả chỉ ra rằng kiểu dệt quyết định các tính chất cơ học của vải. Theo quy luật phổ quát của vải, độ đan xen càng nhiều thì độ bền của vải càng cao. Do đó, vải trơn có độ bền cao hơn so với dệt vịt nhưng độ bền xé của vải dệt vịt lại cao hơn vải dệt trơn rất nhiều.❖

Ngày nhận bài: **07/9/2024**
Ngày phản biện: **05/10/2024**

**Tài liệu tham khảo:**

[1]. Tan P, Tong L, Steven GP, "*Modelling for predicting the mechanical properties of textile composites - A review*". Compos Part A Appl Sci Manuf 1997;28:903-22. https://doi.org/10.1016/S1359-835X(97)00069-9.

[2]. Seo MH, Realff ML, Pan N, Boyce M, Schwartz P, Backer S, "*Mechanical Properties of Fabric Woven from Yarns Produced by Different Spinning Technologies: Yarn Failure in Woven Fabric*". Text Res J 1993;63:123-34. https://doi.org/10.1177/004051759306300301.

[3]. Triki E, Dolez P, Vu-Khanh T, "*Tear resistance of woven textiles - Criterion and mechanisms*". Compos Part B Eng 2011;42:1851-9. https://doi.org/10.1016/j.compositesb.2011.06.015.

[4]. Ghosh A, Mal P, "*Testing of Fibres, Yarns and Fabrics and Their Recent Developments*". Fibres to Smart Text, 2019, p. 221-56. https://doi.org/10.1201/9780429446511-12.

# NGHIÊN CỨU ĐÁNH GIÁ CHẤT LƯỢNG CỦA MỘT SỐ LOẠI VẢI THÔNG DỤNG CHO MAY MẶC TRÊN PHƯƠNG DIỆN ĐỘ THOÁNG KHÍ

STUDY AND EVALUATION OF THE QUALITY OF SOME COMMON FABRIC TYPES FOR GARMENT IN ASPECT OF BREATHABILITY

ThS. **Đặng Thị Lý**
Khoa Dệt may và Thời trang, Trường Đại học Kinh tế - Kỹ thuật Công nghiệp

**TÓM TẮT**

*Một bộ trang phục có tính tiện nghi có thể được hiểu là khi người mặc sẽ cảm thấy dễ chịu và thoải mái về cả phương diện sinh lý và tâm lý, một trong những khía cạnh của tiện nghi là cách thức vật liệu ảnh hưởng đến độ thoáng khí. Bài báo này nghiên cứu đến sự truyền nhiệt của một số loại vải thông dụng hiện nay, để người sử dụng có thể tính toán trước mục đích cho phù hợp. Kết quả nghiên cứu cho thấy: Độ thoáng khí là một tính chất vệ sinh quan trọng của vải ảnh hưởng đến tính tiện nghi của trang phục, đến sức khỏe người tiêu dùng. Nghiên cứu độ thoáng khí của một số mẫu vải thí nghiệm cho thấy vải polyester 100% có độ thoáng khí cao nhất do có mật độ sợi trong vải thấp hơn mặc dù bề dày vải, khối lượng g/m² không thấp.*

**Từ khóa:** *Độ thoáng khí; Mật độ sợi của vải; Bề dày vải; Khối lượng vải.*

**ABSTRACT**

*A comfortable outfit can be understood as when the wearer will feel comfortable and at ease both physiologically and psychologically, one of the aspects of comfort is how the material affects the body air permeability. This article studies the heat transfer of some popular fabrics today, so that users can calculate the appropriate purpose in advance. Research results show that: Air permeability is an important hygienic property of fabric that affects the comfort of clothing and the health of consumers. Research on the air permeability of some experimental fabric samples shows that 100% polyester fabric has the highest air permeability due to the lower fiber density in the fabric even though the fabric thickness and weight g/m² are not low.*

**Keywords:** *Air permeability; Fabric fiber density; Fabric thickness; Fabric volume.*

## 1. ĐẶT VẤN ĐỀ

Hiện nay, trong lĩnh vực dệt may, người ta quan tâm rất nhiều đến tính tiện nghi của trang phục. Một bộ trang phục có tính tiện nghi có thể được hiểu là khi người mặc sẽ cảm thấy dễ chịu và thoải mái về cả phương diện sinh lý và tâm lý. Trong rất nhiều yếu tố tạo nên tính tiện nghi của bộ trang phục không thể không nói đến tính tiện nghi của vải dùng để may trang phục.

Tính thấm không khí đặc biệt quan trọng đối với tính tiện nghi của quần áo mặc ngoài, lều, túi ngủ, chăn, mền và các sản phẩm dệt bảo vệ khác. Nó cũng rất quan trọng đối với một số sản phẩm công nghiệp khác như túi làm sạch, túi khí (air bag và vải buồm).

Độ thấm không khí là mức độ của dòng không khí đi qua diện tích một miếng vải đặt thẳng đứng khi có sự chênh lệch áp suất giữa hai phía của miếng vải.

Luồng không khí có ý nghĩa khác với sức kháng gió. Sức kháng gió ảnh hưởng đến động thái của vải khi chịu những điều kiện động lực của gió chuyển động rất nhanh. Tính thấm không khí đề cập đến động thái của vải khi nó được đặt trong dòng không khí tĩnh lặng hoặc chuyển động chậm.

Độ thấm không khí của vải được đo theo tiêu chuẩn Việt Nam TCVN 5092:2009 về Độ thấm không khí của vải dệt.

## 2. ĐỘ TRUYỀN NHIỆT CỦA VẢI

*Bảng 1. Thông số kỹ thuật của một số loại vải thông dụng*

| Thông số kỹ thuật | M1 | M2 | M3 | M4 | M5 |
|---|---|---|---|---|---|
| Kiểu dệt | Vân điểm | Vân điểm | Vân điểm | Vân điểm | Vân chéo |
| Chi số sợi dọc Ne | 22/2 | 40/3 | 28,2/1 | 22,0/1 | 16,5/1 |
| Chi số sợi ngang Ne | 22/2 | 10 | 30,3/1 | 36,5/1 | 12,9/1 |
| Mật độ sợi dọc, sợi/10cm | 133 | 520 | 290 | 268 | 411 |
| Mật độ sợi ngang, sợi/10cm | 135 | 160 | 272 | 186 | 222 |
| Khối lượng, g/m$^2$ | 250 | 160 | 124,9 | 108,2 | 281,2 |
| Bề dày vải, mm | 0,42 | 0,45 | 0,29 | 0,28 | 0,50 |

☞

Độ thẩm thấu hơi nước và khả năng truyền chất lỏng của vải liên quan đến nhiều tính thẩm thấu không khí của nó. Khi cơ thể mặc quần áo, sự đối lưu của lớp không khí vùng vi khí hậu làm tăng đáng kể sự truyền nhiệt qua quần áo. Tốc độ chuyển động của lớp không khí này càng lớn khi vải có độ thẩm thấu không khí càng cao.

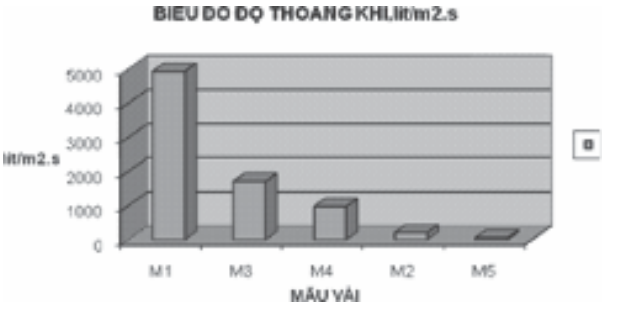
Xác định tính thoáng khí theo tiêu chuẩn ISO 9237:1995. Thí nghiệm được thực hiện trên thiết bị Air Permeability Tester MO 21A, tại Trung tâm thí nghiệm (TTTN) - Dệt May.

*Hình 1. Thiết bị đo độ thoáng khí*

Kích thước mẫu: 30cm x 30cm, đặt mẫu trong điều kiện tiêu chuẩn: Nhiệt độ không khí 20°C, độ ẩm không khí 65%. Mẫu được đặt trên thiết bị như quần áo mặc trên cơ thể, mặt trái của vải là phần tiếp xúc với thiết bị. Diện tích vải được thử: 20 $cm^2$. Áp lực dòng khí đi qua mẫu vải: 100 Pa.

Thiết bị sẽ tạo áp suất trên một bề mặt vải, đầu đo có đường kính 5 cm xác định lượng khí đi qua mẫu vải trên một đơn vị diện tích trong một khoảng thời gian. Tương tự như vậy, ta đo 10 vị trí khác nhau trên diện tích vải được thử, máy tính sẽ ghi lại kết quả. Từ đó, ta tính giá trị trung bình bằng phần mềm Microsoft Office Excel - 2023.

## 3. KẾT QUẢ VÀ THẢO LUẬN




*Hình 2. Biểu đồ đo độ thoáng khí*

Độ thoáng khí: Vải PES có độ thoáng khí cao nhất do có mật độ vải thấp so với các mẫu khác. Vải VISCOSE có độ thoáng khí kém hơn PES, vì tuy có mật độ cao nhưng bề dày vải thấp, khối lượng g/$m^2$ cũng thấp nên độ thoáng khí vẫn cao hơn các mẫu khác. Mẫu vải bông có bề dày mỏng, khối lượng g/$m^2$ cũng thấp hơn nên có độ thoáng khí cao hơn hai mẫu tơ tằm và PECO có mật độ vải cao nhất.

Phân tích tương quan giữa độ thoáng khí (Y) và các thông số cấu tạo vải: Bề dày (X1), khối lượng g/$m^2$ (X2) và mật độ sợi (X3) (tổng mật độ sợi dọc và mật độ sợi ngang).

*Bảng 2. Các thông số cấu tạo vải của độ thoáng khí*

| Y | X1 | X2 | X3 |
|---|---|---|---|
| 4935.0 | 0.4 | 250.0 | 268.0 |
| 209.0 | 0.5 | 160.0 | 680.0 |
| 1710.0 | 0.3 | 124.9 | 562.0 |
| 973.0 | 0.3 | 108.2 | 454.0 |
| 59.0 | 0.5 | 281.2 | 637.0 |

| | Y | X1 | X2 | X3 |
|---|---|---|---|---|
| Y | 1.00 | | | |
| X1 | -0.12 | 1.00 | | |
| X2 | 0.24 | 0.84 | 1.00 | |
| X3 | -0.91 | 0.28 | -0.13 | 1.00 |


ISSN 2615 - 9910 (bản in), ISSN 2815 - 5505 (online)
**TẠP CHÍ CƠ KHÍ VIỆT NAM**, Số 323, tháng 12 năm 2024
**cokhivietnam.vn / tapchicokhi.com.vn**

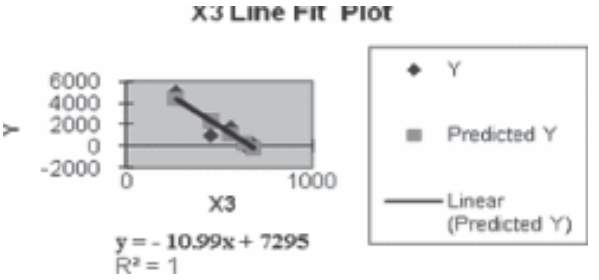
Bảng kết quả phân tích tương quan cho thấy giữa độ thoáng khí (Y) và mật độ sợi của vải (X3) có quan hệ tuyến tính ngược rất chặt chẽ, thể hiện trên hệ số tương quan R = - 0.91169.

Phân tích hồi quy một yếu tố để tìm ảnh hưởng của yếu tố mật độ sợi của vải đến độ thoáng khí của vải.

| | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| Y | 4935 | 4935 | 4935 | 4935 | 4935 |
| X3 | 268 | 268 | 268 | 268 | 268 |

SUMMARY OUTPUT:

| Regression | Multiple R | R Square | Adjusted R Square | Standard Error | Observations |
|---|---|---|---|---|---|
| Statistics | 0.911685706 | 0.831170827 | 0.774894436 | 943.9829607 | 5 |




*Hình 3. Biểu đồ đường xu hướng của độ thoáng khí*

ANOVA:

| | df | SS | MS | F | Significance F |
|---|---|---|---|---|---|
| Regression | 1 | 13161105.310 | 13161105.310 | 14.769 | 0.031 |
| Residual | 3 | 2673311.490 | 891103.830 | | |
| Total | 4 | 15834416.800 | | | |

| | Coefficients | Standard Error | t Stat | P-value | Lower 95% | Upper 95% | Lower 95.0% | Upper 95.0% |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Intercept | 7295.63 | 1546.70 | 4.72 | 0.02 | 2373.34 | 12217.93 | 2373.34 | 12217.93 |
| X3 | -10.99 | 2.86 | - 3.84 | 0.03 | -20.10 | -1.89 | -20.10 | -1.89 |

RESIDUAL OUTPUT:

| Observation | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 |
|---|---|---|---|---|---|
| Predicted Y | 4349.574 | - 179.443 | 1117.703 | 2304.921 | 293.246 |
| Residuals | 585.426 | 388.443 | 592.297 | - 1331.921 | - 234.246 |

Phân tích hồi quy tuyến tính một yếu tố cho thấy mối quan hệ tuyến tính ngược giữa độ thoáng khí và mật độ sợi trong vải là rất chặt chẽ với R= - 0.9116, đường hồi quy có phương trình Y = - 0.99X + 7295 và hệ số tin cậy rất cao $R^2 = 1$.

## 4. KẾT LUẬN

Độ thoáng khí là một tính chất vệ sinh quan trọng của vải ảnh hưởng đến tính tiện nghi của trang phục, đến sức khỏe người tiêu dùng. Nghiên cứu độ thoáng khí của một số mẫu vải thí nghiệm cho thấy vải polyester 100% có độ thoáng khí cao nhất do có mật độ sợi trong vải thấp hơn mặc dù bề dày vải, khối lượng g/$m^2$ không thấp.❖

Ngày nhận bài: **06/9/2024**
Ngày phản biện: **05/10/2024**

**Tài liệu tham khảo:**

[1]. ASTM: D 1518 – 85, "*Phương pháp thử tiêu chuẩn cho độ truyền nhiệt của vật liệu dệt*", 1998.
[2]. Bộ Công an, "*Tuyển tập báo cáo thăm dò ý kiến trang phục quần áo phòng cháy chữa cháy 54 tỉnh thành trong cả nước*", 2000.
[3]. Hoàng Thu Hà, "*Nghiên cứu các chỉ tiêu kỹ thuật sinh thái của sản phẩm Dệt May*". Viện Kinh tế Kỹ thuật Dệt May, 2005.
[4]. Đặng Văn Giáp, "*Phân tích dữ liệu khoa học bằng chương trình MS-Excel*". NXB. Giáo dục, 1997.
[5]. TCVN TIÊU CHUẨN QUỐC GIA QCVN 01:2017.
[6]. Y.E.El Mogahzy, "*Engineering textiles*". Woodhead Publishing Limited Cambridge England 2, 2009.
[7]. www.indiantextilejournal. S.V Shalerao, "*Fabric drape & its measu rement*".
[8]. Jian Hu, "*Fabric testing*". Woodhead Publishing in Textiles, Cambridge England, 2010.
[9]. WD Schinder and PJ Hauser (2004), "*Chemical finishing of Textiles*". Wood head Publishing Limited Cambridge England.

# MÔ PHỎNG PHÂN BỐ NHIỆT ĐỘ CỦA KHUÔN PHUN ÉP NHỰA

## SIMULATION OF TEMPERATURE DISTRIBUTION OF PLASTIC INJECTION MOLD FOR 2D PRODUCTS

**Trương Văn Thành*, Nguyễn Việt Tuấn Anh, Trần Chí Bảo, Phạm Sơn Minh**
Trường Đại học Sư phạm Kỹ thuật Thành phố Hồ Chí Minh (HCMUTE)

**TÓM TẮT**

*Bài báo này tập trung vào việc mô phỏng phân bố nhiệt độ trong quá trình phun ép nhựa cho sản phẩm dạng 2D, trình bày kết quả sự phân bố nhiệt độ của quá trình gia nhiệt bằng nước cho khuôn ép nhựa. Nhằm hiểu rõ hơn về cách đo nhiệt độ phân bố trong lòng khuôn phun ép nhựa, các nhà nghiên cứu đã thiết kế hệ thống đường nước kiểu cooling layer và sử dụng công cụ phần mềm mô phỏng ANSYS để xây dựng mô hình hóa và mô phỏng quá trình này. Phần mềm cung cấp kết quả dưới dạng biểu đồ đường viền phân bố nhiệt độ cho mô hình và cả sự thay đổi nhiệt độ thông qua chu trình gia nhiệt bằng cách vẽ đường cong phản ứng thời gian. Kết quả từ mô phỏng này cho thấy nhiệt độ khuôn từ 30°C đến 69.6°C trong 20s. Bằng cách này, bài báo đóng góp trong việc nâng cao hiệu quả sản xuất, cải thiện chất lượng sản phẩm nhựa.*

**Từ khóa:** *Phân bố nhiệt độ; Khuôn phun ép nhựa; Sản phẩm 2D.*

**ABSTRACT**

*This article focuses on simulating the temperature distribution during the plastic injection molding process for 2D products, presenting the results of the temperature distribution of the water heating process for plastic injection molds. In order to better understand how to measure temperature distribution within the cavity of a plastic injection mold, researchers designed a cooling layer-type water line system and used the ANSYS simulation software tool to build and simulate the simulate this process. The software provides results as a contour plot of the temperature distribution for the model and also the temperature change through the heating cycle by plotting the time response curve. Results from this simulation show that the mold temperature ranges from 30°C to 67.3°C in 10s. In this way, the article contributes to improving production efficiency and improving the quality of plastic products.*

**Keywords:** *Temperature distribution; Plastic injection molds; 2D products.*

## 1. GIỚI THIỆU

### 1.1. Tổng quan

Trong ngành công nghiệp sản xuất nhựa, quá trình phun ép nhựa đóng vai trò quan trọng trong việc tạo ra các sản phẩm nhựa có hình dạng phức tạp và chính xác. Đặc biệt, việc kiểm soát nhiệt độ trong quá trình này đóng một vai trò quan trọng trong việc đảm bảo chất lượng của sản phẩm cuối cùng. Trong nghiên cứu này, chúng tôi tập trung vào việc mô phỏng và phân tích phân bố nhiệt độ trong khuôn phun ép nhựa sản phẩm dạng 2D. Bằng cách sử dụng phần mềm ANSYS, một công cụ mô phỏng phổ biến trong ngành công nghiệp, chúng tôi có thể tạo ra mô hình chính xác của quá trình phun ép nhựa và đánh giá cách nhiệt độ thay đổi trong khuôn theo thời gian. Phần mềm này cung cấp các công cụ mạnh mẽ cho việc phân tích nhiệt độ và dòng chảy, giúp chúng tôi hiểu rõ hơn về các yếu tố ảnh hưởng đến quá trình sản xuất và tối ưu hóa quy trình. Từ việc mô phỏng này, chúng tôi mong muốn có thể cung cấp thông tin quý báu cho các nhà sản xuất nhựa, giúp họ cải thiện hiệu suất sản xuất, chất lượng sản phẩm và giảm thiểu lãng phí. Ngoài ra, nghiên cứu này cũng đóng góp vào việc phát triển của công nghệ mô phỏng trong ngành công nghiệp sản xuất nhựa.

### 1.2. Cơ sở lý thuyết

Quá trình ép phun nhựa là một quá trình tuần hoàn. Có bốn giai đoạn quan trọng trong quá trình này. Các giai đoạn này là nạp nguyên liệu (Material Charging), chảy nhựa (Melting/ Injection), ép (Injection), làm nguội và rút khuôn (Cooling and Ejection). Quá trình ép phun nhựa bắt đầu bằng việc cấp nhựa và các chất phụ gia thích hợp từ phễu đến hệ thống gia nhiệt/phun của máy ép phun nhựa. Tiếp theo, nguyên liệu nhựa được nung nóng trong một khoang nhiệt đới để chảy thành chất lỏng. Sau đó, chất nhựa nóng được ép vào khuôn phun với áp lực cao để lấp đầy các khuôn phun và tạo ra sản phẩm. Sau khi sản phẩm được đúc, nó được làm nguội trong khuôn phun cho đến khi cứng đủ để có thể rút ra khỏi khuôn một cách dễ dàng. Sau đó, sản phẩm được rút ra khỏi khuôn và quá trình phun ép nhựa của một chu kỳ hoàn tất. Đặc biệt trong đó, việc kiểm soát nhiệt độ trong quá trình này đóng một vai trò quan trọng trong việc đảm bảo chất lượng của sản phẩm cuối cùng.

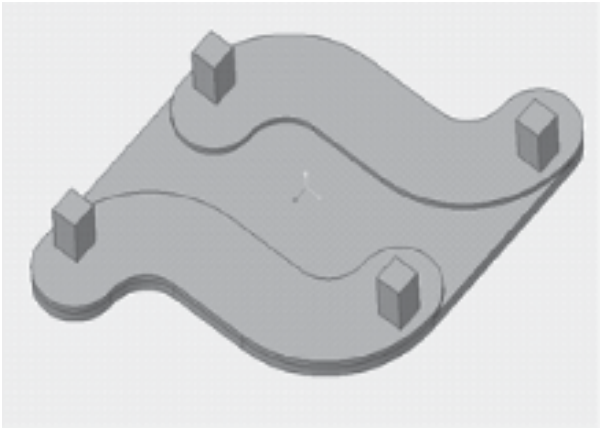
Nhiệt độ trong khuôn phụ thuộc vào nhiều yếu tố như nhiệt độ của vật liệu nhựa, nhiệt độ môi trường xung quanh, tốc độ đổ nhựa, thiết kế khuôn và chất liệu của khuôn. Sự biến thiên của nhiệt độ có thể ảnh hưởng đến chất lượng và độ chính xác của sản phẩm cuối cùng. Nghiên cứu về nhiệt độ khuôn (mold temperature) khi gia nhiệt bằng nước nóng. Trong đó, nhiệt độ nhựa nóng chảy thường được nhà sản xuất quy định nên là thông số rất khó thay đổi. Thay vào đó, nhiệt độ khuôn là yếu tố ảnh hưởng đến độ co rút và ứng suất dư của sản phẩm, dòng chảy nhựa khi điền vào lòng khuôn và quá trình giải nhiệt cho sản phẩm.

Nếu trong quá trình sau khi nhựa đã điền đầy lòng khuôn, nhiệt độ khuôn càng thấp, quá trình giải nhiệt cho sản phẩm sẽ càng thuận lợi hơn, và kết quả là độ cong vênh của sản phẩm sẽ giảm đáng kể. Nên nhóm chúng tôi đã thiết kế đường nước và tấm khuôn theo kiểu cooling layer để mô phỏng và phân tích nhiệt độ khuôn để có được sản phẩm chất lượng và chính xác nhất.

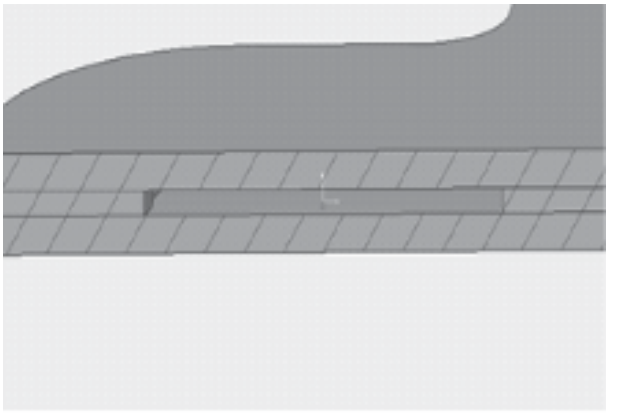
## 2. PHƯƠNG PHÁP MÔ PHỎNG MÔ HÌNH CÁC TẤM KHUÔN SẢN PHẨM DẠNG 2D

### 2.1. Thiết kế mô hình hoá mô phỏng

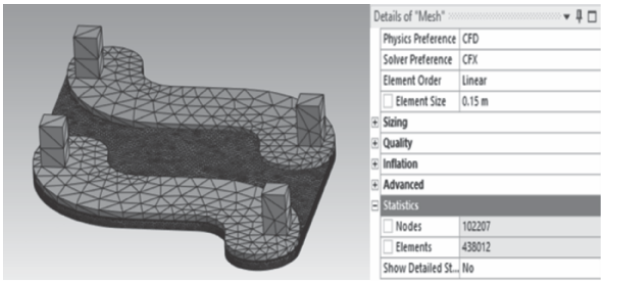
Xây dựng mô hình mô phỏng, thiết kế đường nước và tấm khuôn theo kiểu cooling layer như hình 1 và hình 2. Tạo mô hình lưới như hình 3 với số lượng element lên tới 438012. Việc đơn giản hóa mô hình sẽ có rất nhiều lợi ích. Mô hình đơn giản sẽ giảm thiểu đáng kể thời gian tính toán mô phỏng, xử lý kết quả sau mô phỏng. Vì mô hình này là mô hình đơn giản mô hình khuôn gốc nên sau khi mô phỏng, tính toán ta có thể suy ngược lại tính chất của mô hình khuôn gốc.



*Hình 1. Mô hình mô phỏng*

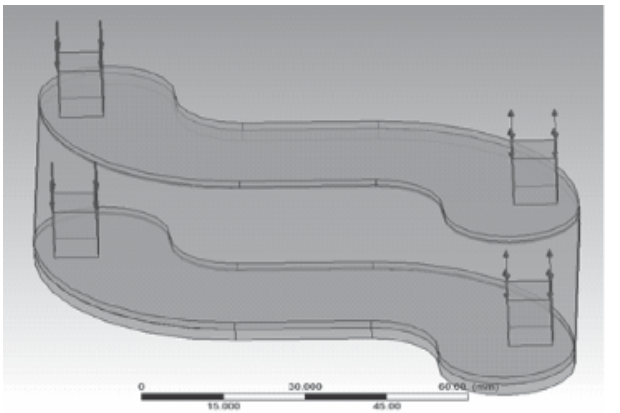


*Hình 2. Mặt cắt tấm khuôn với đường nước*

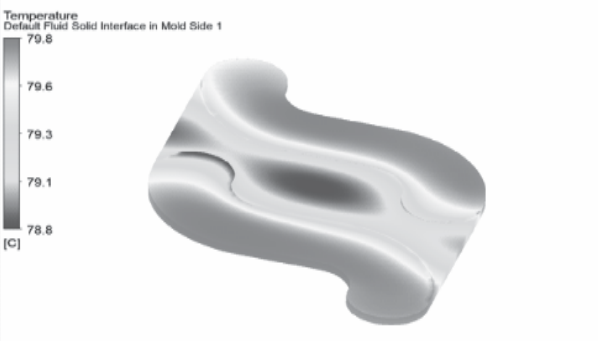



*Hình 3. Kết quả chia lưới.*

Thiết kế hệ thống đường nước vào khuôn như hình 4. Thiết lập khuôn ở 30°C gia nhiệt khuôn bằng nước ở nhiệt độ 80°C trong 70 giây, ta có kết quả mô hình mô phỏng như hình 5. Kết quả mô phỏng trả ra nhiệt độ lòng khuôn khá là đồng đều giữa hai bên lòng khuôn. Việc này đồng nghĩa gia nhiệt bằng nước ở 80°C tương đối hiệu quả.



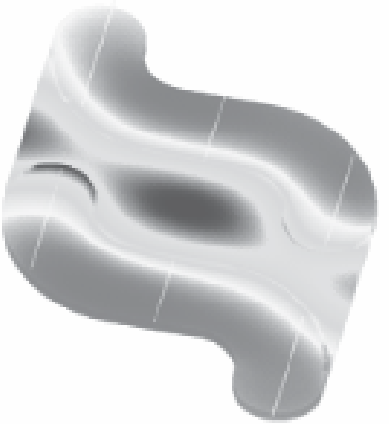
*Hình 4. Hệ thống đường nước vào khuôn*



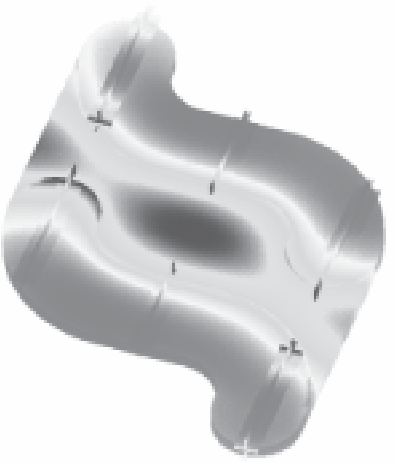

*Hình 5. Kết quả phân bố nhiệt độ sau khi gia nhiệt 70s.*

## 3. KẾT QUẢ MÔ PHỎNG

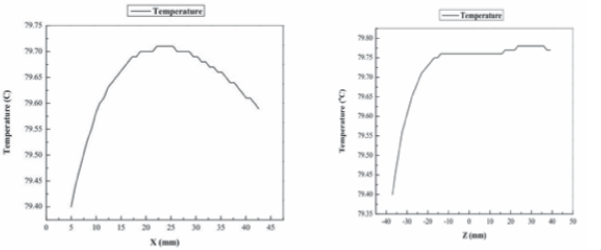
Để xem nhiệt độ bất kỳ trên bề mặt lòng khuôn, các nhà nghiên cứu phân tích theo kiểu Line nằm trên mặt phân bố nhiệt độ như hình 6. Phân tích kiểu Line thể hiện kết quả dưới dạng Point Cloud như hình 7 trong hệ thống đường nước. Cụ thể hơn là xem nhiệt độ tại các điểm cụ thể dưới dạng biểu đồ đường viền như hình 8, từ biểu đồ đường viền ta có được kết quả dữ liệu như hình 9. Kết quả cho thấy là nhiệt độ của hai bên lòng khuôn đồng đều và gia nhiệt bằng nước nóng là hiệu quả.



*Hình 6. Đường Line trên bề mặt phân bố nhiệt độ.*



*Hình 7. Các Point Cloud trên đường Line.*




*Hình 8. Kết quả dưới dạng biểu đồ*

| X [ mm ] | Temperature [ C ] | | |
|---|---|---|---|
| 42.55 | 79.59 | 28.67 | 79.7 |
| 41.73 | 79.6 | 27.86 | 79.7 |
| 40.92 | 79.61 | 27.04 | 79.7 |
| 40.1 | 79.61 | 26.22 | 79.7 |
| 39.29 | 79.62 | 25.41 | 79.71 |
| 38.47 | 79.63 | 24.59 | 79.71 |
| 37.65 | 79.64 | 23.78 | 79.71 |
| 36.84 | 79.64 | 22.96 | 79.71 |
| 36.02 | 79.65 | 22.14 | 79.71 |
| 35.2 | 79.66 | 21.33 | 79.7 |
| 34.39 | 79.66 | 20.51 | 79.7 |
| 33.57 | 79.67 | 19.69 | 79.7 |
| 32.76 | 79.67 | 18.88 | 79.7 |
| 31.94 | 79.68 | 18.06 | 79.69 |
| 31.12 | 79.68 | 17.24 | 79.69 |
| 30.31 | 79.69 | 16.43 | 79.68 |
| 29.49 | 79.69 | 15.61 | 79.67 |
| | | 14.8 | 79.66 |
| | | 13.98 | 79.65 |
| | | 13.16 | 79.64 |
| | | 12.35 | 79.63 |

*Hình 9. Bảng dữ liệu kết quả phân bố nhiệt độ*

## 4. KẾT LUẬN

Trong bài báo nghiên cứu này, chúng tôi đã thiết kế đường nước vào tấm khuôn theo kiểu cooling layer, thực hiện mô phỏng và phân tích phân bố nhiệt độ trong khuôn phun ép nhựa sản phẩm dạng 2D bằng cách sử dụng phần mềm ANSYS bằng phương pháp gia nhiệt bằng nước, đánh giá xu hướng và thay đổi nhiệt độ trong khuôn, cách hạn chế sai số khi mô phỏng. Kết quả của việc mô phỏng cho thấy khuôn sản phẩm dạng 2D có nhiệt độ từ 30°C lên đến 69.6°C trong 20 giây đầu tiên và nhiệt độ ổn định từ khoảng 78.8°C đến 79.8°C trong 50 giây tiếp theo. Với mô hình này và phương pháp mô phỏng này cho biết nhiệt độ tại vị trí và thời gian bất kỳ trên bề mặt lòng khuôn, tuy nhiên giữa kết quả mô phỏng và thực nghiệm thực tế vẫn còn là câu hỏi lớn. Vì vậy, trong các nghiên cứu tiếp theo, các phương pháp mô phỏng nhằm nâng cao độ chính xác cần được tiếp tục nghiên cứu cũng như chế tạo mô hình để đo thực nghiệm so sánh sai lệch với mô hình mô phỏng.

***(*) Đóng góp của tác giả:***

- Hình thành ý tưởng và mục tiêu nghiên cứu: Phạm Sơn Minh;

- Thực hiện nghiên cứu, thu thập dữ liệu, phân tích dữ liệu, viết và chỉnh sửa bài báo: Trương Văn Thành*, Nguyễn Việt Tuấn Anh, Trần Chí Bảo.

**Lời cảm ơn:**

Nhóm nghiên cứu xin cảm ơn Trường Đại học Sư phạm Kỹ thuật Thành phố Hồ Chí Minh đã tài trợ kinh phí cũng như hỗ trợ trong quá trình nhóm thực hiện nghiên cứu này. Bài báo này là sản phẩm của đề tài NCKH với mã số: SV2024-245.❖

Ngày nhận bài: **19/7/2024**
Ngày phản biện: **23/8/2024**

**Tài liệu tham khảo:**

[1]. TS. Phạm Sơn Minh, ThS. Trần Minh Thế Uyên (2014); "*Giáo trình Thiết kế và chế tạo khuôn phun ép nhựa*", NXB. Đại học Quốc gia, Thành phố Hồ Chí Minh, 286 page.

[2]. TS. Phạm Sơn Minh, PGS,TS. Đỗ Thành Trung (2017); *"Giáo trình ANSYS – Phân tích cơ cấu động*", NXB. Đại học Quốc gia, Thành phố Hồ Chí Minh, 252 page.

[3]. Silva, H.M.; Rodrigues, H.; Noversa, J.; Fernandes, L.; Pontes, A., "*2D Heat transfer of an injection mold: ANSYS Workbench and Mechanical APDL*", in Proceedings of the 4th International Electronic Conference on Applied Sciences, 27 October–10 November 2023, MDPI: Basel, Switzerland, doi:10.3390/ASEC2023-15355.

# NGHIÊN CỨU ĐÁNH GIÁ CHẤT LƯỢNG CỦA MỘT SỐ LOẠI VẢI THÔNG DỤNG CHO MAY MẶC TRÊN PHƯƠNG DIỆN ĐỘ TRUYỀN NHIỆT

STUDY AND EVALUATION OF THE QUALITY OF SOME COMMON FABRIC TYPES FOR GARMENT IN ASPECT OF HEAT TRANSMISSION

ThS. **Đỗ Thị Tuyết Lan**
Khoa Dệt may và thời trang, Trường Đại học Kinh tế - Kỹ thuật Công nghiệp

**TÓM TẮT**

*Một bộ trang phục có tính tiện nghi có thể được hiểu là khi người mặc sẽ cảm thấy dễ chịu và thoải mái về cả phương diện sinh lý và tâm lý, một trong những khía cạnh của tiện nghi là cách thức vật liệu ảnh hưởng đến sự truyền nhiệt. Nhiệt là năng lượng nội tại bên trong vật thể. Bài báo này nghiên cứu đến sự truyền nhiệt của một số loại vải thông dụng hiện nay, để người sử dụng có thể tính toán trước mục đích cho phù hợp. Kết quả nghiên cứu cho thấy: Độ truyền nhiệt của vải, ngoài các nguyên nhân về nguyên liệu, còn phụ thuộc khá chặt chẽ vào mật độ sợi của vải. Phân tích tương quan cho thấy, các thông số của vải: Bề dày, khối lượng g/m² ảnh hưởng thấp đến độ truyền nhiệt. Hệ số tương quan tương ứng độ truyền nhiệt - bề dày vải có R= - 0.4595; độ truyền nhiệt - khối lượng g/m² có R= - 0.2433; độ truyền nhiệt - mật độ sợi của vải có hệ số tương quan R = - 07115.*

**Từ khóa:** *Độ truyền nhiệt; Mật độ sợi của vải; Bề dày vải; Khối lượng vải.*

**ABSTRACT**

*A comfortable outfit can be understood as when the wearer will feel comfortable and at ease both physiologically and psychologically, one of the aspects of comfort is how the material affects the body heat transfer. Heat is the internal energy inside an object. This article studies the heat transfer of some popular fabrics today, so that users can calculate the appropriate purpose in advance. Research results show that: The heat transfer rate of fabric, in addition to material reasons, also depends quite closely on the fiber density of the fabric. Correlation analysis shows that fabric parameters: thickness, weight g/m² have a low influence on heat transfer. The correlation coefficient corresponding to heat transfer - fabric thickness is R= - 0.4595; heat transfer rate - mass g/m² has R= - 0.2433; The heat transfer rate - fiber density of the fabric has a correlation coefficient R = - 07115.*

**Keywords:** *Heat transfer; Fabric fiber density; Fabric thickness; Fabric volume.*

## 1. ĐẶT VẤN ĐỀ

Hiện nay, trong lĩnh vực dệt may, người ta quan tâm rất nhiều đến tính tiện nghi của trang phục. Một bộ trang phục có tính tiện nghi có thể được hiểu là khi người mặc sẽ cảm thấy dễ chịu và thoải mái về cả phương diện sinh lý và tâm lý. Trong rất nhiều yếu tố tạo nên tính tiện nghi của bộ trang phục không thể không nói đến tính tiện nghi của vải dùng để may trang phục.

Một trong những khía cạnh của tiện nghi là cách thức vật liệu ảnh hưởng đến sự truyền nhiệt. Nhiệt là năng lượng nội tại bên trong vật thể. Vật thể nóng có nhiều năng lượng (nội năng) hơn vật thể lạnh.

Nhiệt bao giờ cũng chuyển từ vật nóng sang vật lạnh hơn và ngược lại. Một trong những phương pháp thông thường nhất để đo nhiệt của một vật là đo nhiệt độ của vật đó.

Sự truyền nhiệt đề cập đến dòng nội năng giữa vật nóng và vật lạnh. Sự truyền nhiệt có thể xảy ra theo ba cách: Truyền dẫn nhiệt; Truyền nhiệt đối lưu; Truyền nhiệt bức xạ.

Sự thay đổi của pha truyền nhiệt xảy ra khi một vật thay đổi trạng thái vật lý của nó. Có nhiều kiểu thay đổi pha: Từ chất lỏng sang hơi (sự bốc hơi của nước), từ chất rắn sang chất lỏng (nóng chảy của đá), từ hơi sang lỏng (ngưng tụ của nước), hoặc từ rắn sang hơi hoặc khí (sự thăng hoa của đá khô). Làm mát bằng bốc hơi là một cơ chế quan trọng mà cơ thể con người áp dụng để giữ cho nhiệt độ bên trong không tăng lên quá cao.

Có hai phương pháp thử tiêu chuẩn để đánh giá xem xét vật liệu dệt ảnh hưởng đến sự truyền nhiệt theo cơ chế truyền dẫn nhiệt, đối lưu và bức xạ.

ASTM D1518 "Sự truyền nhiệt của vật liệu dệt" đánh giá tính năng của vải, mền, tấm xơ hoặc các vật liệu cách nhiệt khác dùng trong thời tiết lạnh. Phương pháp này cũng có thể dùng để đánh giá tính năng của sản phẩm gồm nhiều lớp. Có thể sử dụng phương pháp này để so sánh tương đối khi các vật liệu được cắt trong cùng điều kiện thí nghiệm.

Phương pháp thứ 2 được đề cập đến trong phần nói về an toàn của vật liệu.

## 2. ĐỘ TRUYỀN NHIỆT CỦA VẢI

*Bảng 1. Thông số kỹ thuật của một số loại vải thông dụng*

| Thông số kỹ thuật | M1 | M2 | M3 | M4 | M5 |
|---|---|---|---|---|---|
| Kiểu dệt | Vân điểm | Vân điểm | Vân điểm | Vân điểm | Vân chéo |
| Chi số sợi dọc Ne | 22/2 | 40/3 | 28,2/1 | 22,0/1 | 16,5/1 |
| Chi số sợi ngang Ne | 22/2 | 10 | 30,3/1 | 36,5/1 | 12,9/1 |
| Mật độ sợi dọc, sợi/10cm | 133 | 520 | 290 | 268 | 411 |
| Mật độ sợi ngang, sợi/10cm | 135 | 160 | 272 | 186 | 222 |
| Khối lượng, g/m$^2$ | 250 | 160 | 124,9 | 108,2 | 281,2 |
| Bề dày vải, mm | 0,42 | 0,45 | 0,29 | 0,28 | 0,50 |

Độ truyền nhiệt được xác định theo phương pháp thử DSTMD1518. Thí nghiệm này được đo trên thiết bị WARMTH RETAINING TESTER - Model - ASTM tại Trung tâm thí nghiệm (TTTN) - Viện Dệt May.

Thiết bị này mô phỏng lớp da của cơ thể người. Nhiệt trở và ẩm trở của vải được xác định theo nguyên tắc tạo sự chênh lệch nhiệt độ và độ ẩm ở hai bề mặt vải giống như khi quần áo được mặc trên cơ thể người, đo dòng nhiệt và dòng ẩm ổn định đi qua một diện tích xác định của mẫu vải trong thời gian xác định.

Chuẩn bị mẫu: Kích thước mẫu là 30cmx30cm. Đặt mẫu trong điều kiện tiêu chuẩn có nhiệt độ không khí 20°C, độ ẩm không khí 65%.

Tiến hành thí nghiệm: Mẫu được đặt trên đĩa nóng (da mô phỏng) giống như khi áo được mặc trên cơ thể người (mặt trái của vải tiếp xúc với đĩa nóng). Hơi nước không được bám dính trên vải, mẫu giữ phẳng, dùng băng dính dán kín 4 mép. Hệ thống được kết nối máy tính.

Xác định nhiệt trở $R_{ct}$;

Đặt nhiệt độ của khay $T_m$ = 35°C; Nhiệt độ không khí $T_a$ = 20°C;

Độ ẩm tương đối φ = 65%; Tốc độ không khí $V_a$ = 1 m/s.

Đợi cho thiết bị đạt được các điều kiện trên thì bắt đầu ghi lại kết quả. Khi đạt trạng thái cân bằng ổn định, số liệu về giá trị dòng nhiệt sẽ được máy tính ghi lại. Giá trị nhiệt trở và ẩm trở được máy tính tự động tính toán theo công thức và máy tính ghi lại.

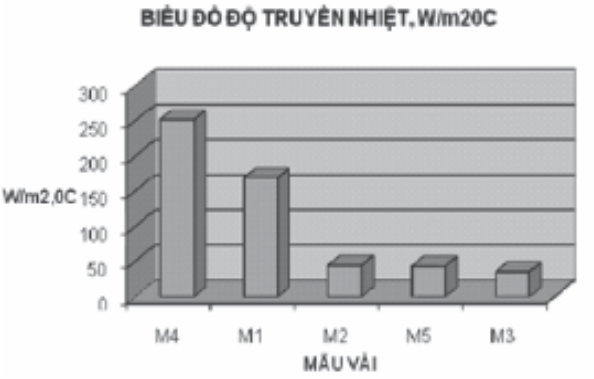
Xác định ẩm trở: Trên khay nóng phủ một lớp màng không thấm nước và chỉ có hơi nước đi qua để nước không dính vào mẫu vải.

Đặt nhiệt độ thiết bị và không khí $T_m$ = $T_a$ = 35°C;

Độ ẩm tương đối của không khí = 40%; Tốc độ không khí $V_a$ = 1 m/s.

Đợi cho thiết bị đạt được các điều kiện trên thì bắt đầu ghi lại kết quả. Khi đạt trạng thái cân bằng ổn định, kết quả xác định nhiệt trở và ẩm trở sẽ được máy tính tính toán và ghi lại.

## 3. KẾT QUẢ VÀ THẢO LUẬN




*Hình 1. Biểu đồ đo độ truyền nhiệt*

Độ truyền nhiệt của vật liệu dệt còn phụ thuộc cấu trúc vải. Vải bông có độ truyền nhiệt cao nhất. Vải PES cũng truyền nhiệt tốt. Vải tơ tằm, VISCOSE, vải PECO có độ truyền nhiệt tương đương. Mật độ vải PES và Bông thấp hơn so với ba loại vải kia nên độ truyền nhiệt của vải có mật độ thấp sẽ cao hơn.

*Bảng 2. Kết quả đo độ truyền nhiệt*

| Mẫu | M1: Vải PES | M2: Vải tơ tằm | M3: Vải viscose | M4: Vải cotton | M5: Vải Peco |
|---|---|---|---|---|---|
| (W/m$^2$.°C) | 169,33 | 43,92 | 43,91 | 251,48 | 42,99 |

Phân tích tương quan giữa độ truyền nhiệt (Y) và các thông số của vải: Bề dày (X1), khối lượng g/m$^2$ (X2) và mật độ sợi (X3) (Tổng mật độ sợi dọc và mật độ sợi ngang).

*Bảng 3. Hệ số tương quan giữa các thông số của độ truyền nhiệt*

| Y | X1 | X2 | X3 |
|---|---|---|---|
| 169.33 | 0.42 | 250.0 | 268.0 |
| 43.92 | 0.45 | 160.0 | 680.0 |
| 34.91 | 0.29 | 124.9 | 562.0 |
| 251.48 | 0.28 | 108.2 | 454.0 |
| 42.99 | 0.5 | 281.2 | 633.0 |

| | Y | X1 | X2 | X3 |
|---|---|---|---|---|
| Y | 1.0 | | | |
| X1 | - 0.5 | 1.0 | | |
| X2 | - 0.2 | 0.8 | 1.0 | |
| X3 | - 0.7 | 0.3 | - 0.1 | 1.0 |

Bảng hệ số tương quan cho thấy giữa độ truyền nhiệt Y và mật độ sợi trong vải X3 có Hệ số tương quan nghịch R= - 0.71151 tương đối cao, còn các hệ số tương quan khác thấp, chứng tỏ mật độ sợi ảnh hưởng quan trọng đến độ truyền nhiệt.

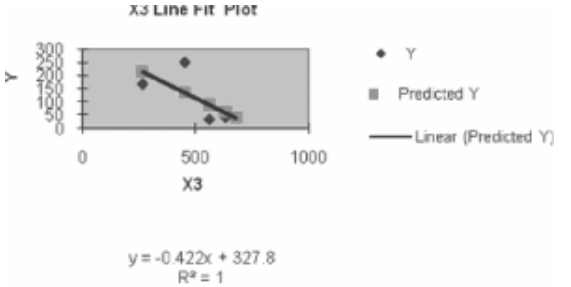
Phân tích hồi quy tuyến tính, tìm ảnh hưởng của yếu tố mật độ sợi (X3) đến độ truyền nhiệt (Y).

*Bảng 4. Ảnh hưởng của yếu tố mật độ sợi X3 đến độ truyền nhiệt Y*

| Y | 169.33 | 43.92 | 34.91 | 251.48 | 42.99 |
|---|---|---|---|---|---|
| X3 | 268 | 680 | 562 | 454 | 633 |

SUMMARY OUTPUT:

| Regression | Multiple R | R Square | Adjusted R Square | Standard Error | Observations |
|---|---|---|---|---|---|
| Statistics | 0.711 | 0.506 | 0.341 | 79.106 | 5 |




*Hình 2. Biểu đồ đường xu hướng của độ truyền nhiệt*

ANOVA:

| Coefficients | | Standard Error | t Stat | P-value | Lower 95% | Upper 95% | Lower 95.0% | Upper 95.0% |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Intercept | 27.807 | 129.939 | 2.523 | 0.086 | -85.716 | 741.331 | -85.716 | 741.331 |
| X3 | -0.422 | 0.241 | -1.754 | 0.178 | -1.188 | 0.344 | -1.188 | 0.344 |

RESIDUAL OUTPUT:

| Observation | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 |
|---|---|---|---|---|---|
| Predicted Y | 214.6626 | 40.7235 | 90.5410 | 136.1367 | 60.5661 |
| Residuals | -45.3326 | 3.1965 | -55.6310 | 115.3433 | -17.5761 |

Phân tích hồi quy tuyến tính một yếu tố cho thấy ảnh hưởng quan trọng của yếu tố mật độ sợi đến độ truyền nhiệt, tuyến tính.

$Y = - 0.422X + 327.81$ với hệ số tin cậy đạt yêu cầu theo quan hệ $R^2 = 0.506$.

## 4. KẾT LUẬN

Độ truyền nhiệt của vải, ngoài các nguyên nhân về nguyên liệu, còn phụ thuộc khá chặt chẽ vào mật độ sợi của vải. Phân tích tương quan cho thấy, các thông số của vải: Bề dày, khối lượng g/m$^2$ ảnh hưởng thấp đến độ truyền nhiệt. Hệ số tương quan tương ứng độ truyền nhiệt - bề dày vải có R= - 0.4595, độ truyền nhiệt - khối lượng g/m2 có R= - 0.2433. Độ truyền nhiệt - Mật độ sợi của vải có hệ số tương quan R = - 07115.

Độ truyền nhiệt của vải có quan hệ tuyến tính ngược với mật độ sợi của vải.❖

Ngày nhận bài: **01/9/2024**
Ngày phản biện: **05/10/2024**

**Tài liệu tham khảo:**

[1]. ASTM: D 1518 – 85, "*Phương pháp thử tiêu chuẩn cho độ truyền nhiệt của vật liệu dệt*", 1998.
[2]. Bộ Công an, "*Tuyển tập báo cáo thăm dò ý kiến trang phục quần áo phòng cháy chữa cháy 54 tỉnh thành trong cả nước*", 2000.
[3]. Hoàng Thu Hà, "*Nghiên cứu các chỉ tiêu kỹ thuật sinh thái của sản phẩm Dệt May*". Viện Kinh tế Kỹ thuật Dệt May, 2005.
[4]. Đặng Văn Giáp, "*Phân tích dữ liệu khoa học bằng chương trình MS-Excel*". NXB. Giáo dục, 1997.
[5]. TCVN TIÊU CHUẨN QUỐC GIA QCVN 01:2017.
[6]. Y.E.El Mogahzy, "*Engineering textiles*". Woodhead Publishing Limited Cambridge England 2, 2009.
[7]. www.indiantextilejournal. S.V Shalerao, "*Fabric drape & its measu rement*".
[8]. Jian Hu, "*Fabric testing*". Woodhead Publishing in Textiles, Cambridge England, 2010.
[9]. WD Schinder and PJ Hauser (2004), "*Chemical finishing of Textiles*". Wood head Publishing Limited Cambridge England.

# NGHIÊN CỨU ĐẶC TÍNH CƠ HỌC VÀ TỶ SỐ POISSON CỦA SỢI AUXETIC CÓ CẤU TRÚC LÕI/BỆN

## STUDY ON MECHANICAL PROPERTIES AND POISSON'S RATIO OF CORE/WRAP AUXETIC YARNS

**Nguyễn Thị Hòa**
Khoa Dệt may và Thời trang, Trường Đại học Kinh tế - Kỹ thuật Công nghiệp

**TÓM TẮT**

*Vải auxetic có tỷ số Poisson âm cho thấy khả năng hấp thụ năng lượng đáng kể nên có tiềm năng trong vật liệu bảo vệ vận động viên và các vật liệu làm việc trong môi trường chịu lực. Độ ổn định, độ tin cậy của cấu trúc và tính chất của vải auxetic cũng là một yếu tố quan trọng để đánh giá và thúc đẩy ứng dụng của nó. Trong nghiên cứu này, sợi auxetic có cấu trúc lõi/sợi bện được khảo sát để nghiên cứu mối quan hệ giữa cấu trúc và hiệu ứng auxetic của các mẫu sợi. Kết quả thí nghiệm cho thấy, tỷ số Poisson tối đa của sợi auxetic có cấu trúc bện được khảo sát là -3,0.*

**Từ khóa:** *Auxetic; Kéo; Sợi lõi; Sợi bện; Tỷ số Poisson.*

**ABSTRACT**

*Auxetic textiles with a negative Poisson's ratio demonstrate significant energy absorption, making them promising for use in athlete protection and load-bearing environments. The stability and reliability of the structure and properties of auxetic textiles is also an important factor to evaluate and promote their application. In this study, auxetic fibers with multiple core/wrap structures were investigated to study the relationship between the structure and the auxetic effect of the fiber samples. The experimental results showed that the maximum Poisson's ratio of the investigated auxetic fibers with braided structures was -3.0.*

**Keywords:** *Auxetic yarns; Tensile; Core; Wrap; Poisson's ratio.*

## 1. GIỚI THIỆU

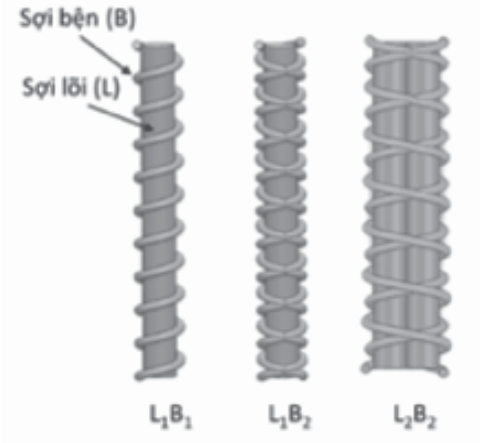
Vật liệu auxetic có tỷ số Poisson âm cho thấy hành vi biến dạng giãn khi chịu ứng suất kéo. Loại vật liệu này được ứng dụng trong quần áo bảo hộ, vật liệu lọc, vật liệu y sinh do các tính chất đặc biệt về cơ học và biến dạng cấu trúc [1, 2]. Đã có nhiều nghiên cứu về hàng dệt may [3, 4], với tỷ số Poisson âm về thiết kế cấu trúc, phương pháp chuẩn bị, tính chất cơ học và cơ chế biến dạng đã được thực hiện và báo cáo [5]. Sợi auxetic ban đầu được đề xuất có cấu trúc xoắn ốc hai thành phần. Thành phần cứng có mô-đun lớn hơn được quấn xoắn ốc trên bề mặt của sợi lõi đàn hồi. Dưới lực căng dọc trục, sự khác biệt về tính chất cơ học và hiệu ứng nén lẫn nhau giữa hai thành phần cũng khiến sợi lõi đàn hồi chuyển từ trạng thái ☞

thẳng sang trạng thái uốn cong. Khi đường kính đường viền tổng thể tăng lên, tỷ số Poisson của sợi tổng hợp cho thấy xu hướng thay đổi động từ dương sang âm. Nhìn chung, góc quấn xoắn ốc ban đầu, tỷ lệ đường kính và tỷ lệ mô-đun giữa hai thành phần được coi là các thông số cấu trúc chính để xác định hiệu ứng auxetic [6]. Đặc tính hấp thụ năng lượng và khả năng thích ứng của sợi tỷ số Poisson âm đàn hồi và linh hoạt đáp ứng các yêu cầu về độ bền, khả năng bảo vệ và sự thoải mái của vật liệu dùng cho đồ thể thao [7].

Trong bài báo này, tác giả tập trung nghiên cứu ảnh hưởng của cấu trúc lõi/sợi bện đến độ bền và tỷ số poisson của sợi auxetic được chế tạo bằng phương pháp bện.

## 2. VẬT LIỆU VÀ PHƯƠNG PHÁP

Sợi auxetic có cấu trúc xoắn ốc được kết cấu từ sợi lõi và sợi bện. Sợi lõi đàn hồi và sợi quấn cứng dẫn đến hiệu ứng auxetic. Như thể hiện trong Hình 1, cấu trúc của sợi auxetic được biểu diễn bằng LiBj, trong đó L có nghĩa là sợi lõi, B có nghĩa là sợi quấn (bện), i và j có nghĩa là số lượng sợi lõi và sợi quấn. Các hiệu ứng tương tác giữa nhiều sợi lên hành vi kéo và tính chất đã được nghiên cứu.



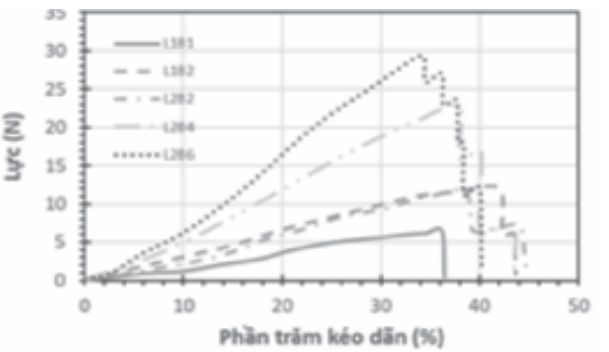

*Hình 1. Cấu trúc bện sợi auxetic*

Theo cấu trúc nhiều sợi, phương pháp bện được chọn để chuẩn bị sợi auxetic. Sợi PU (polyurethane, 840D) và Polyamide (120D) được sử dụng làm sợi lõi và sợi quấn tương ứng. Sau đó, sợi auxetic được chuẩn bị để thực hiện các thử nghiệm kéo giãn dọc trục và đường kính đường viền dưới ứng suất kéo dọc trục được ghi lại để tính hệ số Poisson.

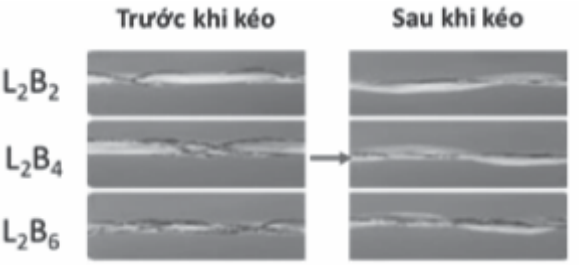
## 3. KẾT QUẢ VÀ THẢO LUẬN

### 3.1. Ảnh hưởng của cấu trúc đến tính chất cơ học

Cấu trúc của sợi là một trong những thông số quan trọng nhất liên quan đến tính chất cơ học. Như thể hiện trong Hình 2, hành vi kéo giãn dọc trục của sợi auxetic với các cấu trúc khác nhau đã được thực hiện. Độ giãn đứt của sợi auxetic là từ 32% đến 45% và lực đứt là từ 6 N đến 30 N. Sợi auxetic có cấu trúc L2B6 cho lực đứt và độ giãn dài cao nhất.




*Hình 2. Đặc trưng kéo giãn của sợi auxetic*



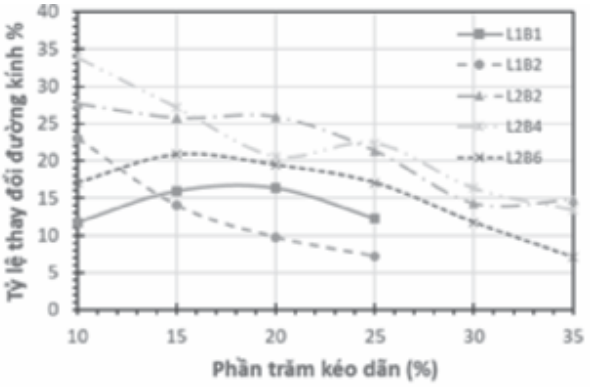

*Hình 3. Trạng thái ban đầu và trạng thái giãn của sợi auxetic*

Hình 2 cho thấy sợi auxetic cho lực đứt cao hơn khi số lượng sợi quấn tăng lên. Lực đứt của sợi phức hợp có sáu sợi quấn cao hơn nhiều so với sợi có một sợi quấn. Độ giãn đứt của sợi auxetic đầu tiên tăng lên và sau đó giảm đi khi số lượng sợi quấn tăng lên. Độ giãn đứt của sợi auxetic có 2 sợi lõi lớn hơn nhiều so với các loại khác. Tuy nhiên, lực đứt của sợi auxetic có số lượng sợi lõi khác nhau cho thấy một giá trị khá tương đồng. Điều này chỉ ra rằng số lượng sợi lõi có ít tác động đến lực đứt tổng thể của sợi phức hợp. So với sợi lõi đàn hồi, sợi quấn cứng bị đứt trước trong quá trình kéo giãn. Các yếu tố chính của lực đứt và độ giãn đứt của sợi auxetic là tính chất cơ học của sợi quấn và sợi lõi riêng biệt. Số lượng sợi quấn tăng lên đóng vai trò tích cực trong sợi auxetic, ngược lại, nó lại hạn chế hành vi giãn dài dọc trục. Đây là lý do chính khiến sợi auxetic có cấu trúc khác nhau có lực đứt tăng dần và độ giãn đứt tương tự nhau.

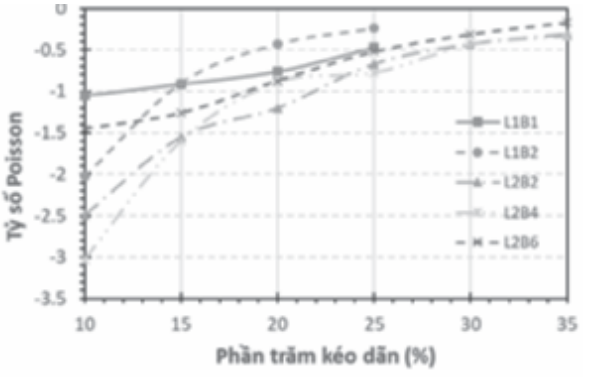
### 3.2. Ảnh hưởng của cấu trúc lên tỷ số Poisson

Sợi auxetic với nhiều cấu trúc lõi/bện được chuẩn bị bằng máy bện. Hình 3 mô tả trạng thái ban đầu và trạng thái kéo giãn của sợi auxetic. Dưới biến dạng dọc trục 15%, các sợi quấn xoắn ốc (bện) phải thể hiện trạng thái thẳng. Thay vào đó, do lực tác dụng từ các thành phần quấn, các sợi lõi thể hiện hành vi uốn cong. Đường kính đường viền của sợi auxetic lớn hơn giá trị ban đầu, dẫn đến tỷ số Poisson âm.

Đường kính đường viền của sợi auxetic dưới tác động của lực căng đã được thu thập và tỷ lệ thay đổi đường kính được thể hiện trong Hình 4. Giá trị dương liên tục của biến dạng dọc trục từ 10% đến 35% biểu thị xu hướng tăng của đường kính đường viền của sợi auxetic.




*Hình 4. Tỷ lệ thay đổi đường kính với độ biến dạng dọc của sợi auxetic*




*Hình 5. Tỷ số Poisson với độ biến dạng dọc của sợi auxetic*

Kết quả tính toán tỷ số Poisson theo phần trăm kéo giãn được cho trong hình 5. Có thể thấy rằng, tỷ số Poisson tối đa của sợi auxetic có cấu trúc L2B4 là -3,0 dưới biến dạng trục 10%, điều này do giá trị đường kính đường viền là lớn nhất tại biến dạng 10%. Khi biến dạng trục tăng, giá trị tỷ số Poisson âm giảm dần, điều này có nghĩa là hiệu ứng giãn nở của sợi auxetic yếu hơn. Lý do chính là trạng thái của sợi lõi từ uốn thẳng sang uốn hoàn toàn dưới tác động nén từ các sợi quấn. Sợi lõi giảm đường kính dưới sự kéo dài trục, dẫn đến đường kính đường viền của sợi auxetic giảm. So với sợi auxetic có hai thành phần cấu trúc L1B1, hầu hết các sợi có nhiều cấu trúc lõi/quấn đều cho thấy hành vi giãn nở đáng kể hơn nhiều. Hơn nữa, khi số lượng sợi lõi tăng, hiệu ứng ☞

auxetic của sợi phức tạp giảm khi số lượng sợi quấn tăng lên. Hiệu ứng auxetic của sợi phức tạp có 2 sợi quấn cao hơn sợi phức tạp có 6 sợi quấn. Tất cả các kết quả thử nghiệm đều ghi nhận hiệu ứng auxetic của sợi phức tạp có cấu trúc bện.

## 4. KẾT LUẬN

Biến dạng cấu trúc và tính chất cơ học của sợi auxetic có lõi và sợi quấn đã được nghiên cứu. Số lượng sợi lõi và sợi quấn có ích cho ứng suất đứt và độ bền đứt tương ứng. Dưới tải trọng dọc trục, trạng thái của sợi lõi chuyển từ duỗi thẳng sang uốn cong. Khi đường kính đường viền tăng lên, sợi phức hợp cho thấy hiệu ứng tỷ số Poisson âm. Tỷ số Poisson âm tối đa của sợi phức hợp là -3,0. Hầu hết các sợi có nhiều cấu trúc lõi/bọc cho thấy hành vi giãn nở đáng kể hơn nhiều so với sợi có hai thành phần cấu trúc L1B1.❖

Ngày nhận bài: **06/9/2024**
Ngày phản biện: **05/10/2024**

**Tài liệu tham khảo:**

[1]. Xin R, Das R, Tran P, Ngo TD, Xie YM, "*Auxetic metamaterials and structures: A review*". Smart Mater Struct 2021;27:0-10. https://doi.org/10.1088/1361-665X/aaa61c.

[2]. Steffens F, Oliveira FR, Fangueiro R, "*Energy absorption from composite reinforced with high performance auxetic textile structure*". J Compos Mater 2021;55:1003-13. https://doi.org/10.1177/0021998320964552.

[3]. Jiang N, Hu H, "*Auxetic Yarn Made with Circular Braiding Technology*". Phys Status Solidi Basic Res 2019;256:1-12. https://doi.org/10.1002/pssb.201800168.

[4]. Wang XT, Wang B, Wen ZH, Ma L, "*Fabrication and mechanical properties of CFRP composite three-dimensional double-arrow-head auxetic structures*". Compos Sci Technol 2018;164:92-102. https://doi.org/10.1016/j.compscitech.2018.05.014.

[5]. Zeng J, Hu H, "*A theoretical analysis of deformation behavior of auxetic plied yarn structure*". Smart Mater Struct 2018;27. https://doi.org/10.1088/1361-665X/aac23a.

[6]. Ming Z, Zhaoqun D, "*Effects of structural parameters and performance on Poisson's ratio of auxetic yarn*". Adv Mater Res 2013;821-822:252-8. https://doi.org/10.4028/www.scientific.net/AMR.821-822.252.

[7]. Ma P, Chang Y, Boakye A, Jiang G, "*Review on the knitted structures with auxetic effect*". J Text Inst 2017;108:947-61. https://doi.org/10.1080/00405000.2016.1204901.

# PHƯƠNG PHÁP XÁC ĐỊNH BỐ CỤC CHO KHUÔN ÉP NHỰA NHIỀU LÒNG KHUÔN

LAYOUT OF INJECTION MOLD WITH MULTI-CAVITIES

**Lê Viết Phi*, Cao Phạm Đức Hiếu, Vũ Đức Hoàn, Bùi Văn Hiếu, Trần Minh Thế Uyên**
Trường Đại học Sư phạm Kỹ thuật Thành phố Hồ Chí Minh (HCMUTE)

**TÓM TẮT**

*Bài báo này tập trung vào sự kết hợp giữa công nghệ in 3D và thiết kế khuôn phun ép nhựa trong ngành chế tạo. Sự phát triển của công nghệ in 3D đã mở ra những cơ hội mới cho việc tạo ra các mô hình khuôn phun ép nhựa một cách nhanh chóng và chính xác. Một trong những kết quả đáng chú ý là khả năng tạo ra các mô hình khuôn phun ép nhựa một cách nhanh chóng và chính xác hơn thông qua công nghệ in 3D. Qua quá trình nghiên cứu, chúng ta đã chứng minh được rằng việc sử dụng công nghệ in 3D trong thiết kế khuôn phun ép nhựa giúp tăng cường sự linh hoạt và sáng tạo, đồng thời giảm thiểu thời gian và chi phí sản xuất.*

**Từ khóa:** *Công nghệ in 3D kim loại; Khuôn phun ép nhựa; Lòng khuôn âm; Lòng khuôn dương; Chế tạo khuôn.*

**ABSTRACT**

*This paper focuses on the integration of 3D printing technology and plastic injection mold design in the manufacturing industry. The development of 3D printing technology has opened up new opportunities for rapidly and accurately creating plastic injection mold models. One of the notable results is the ability to produce plastic injection mold models more quickly and accurately through 3D printing technology. Through the research process, we have demonstrated that using 3D printing technology in plastic injection mold design enhances flexibility and creativity, while also reducing production time and costs.*

**Keywords:** *3D printing technology; Injection mold; Cavity plate; Core plate; Mold manufacturing.*

## 1. GIỚI THIỆU

### 1.1. Tổng quan

Hiện nay, việc sử dụng công nghệ in 3D trong thiết kế khuôn phun ép nhựa đang là một xu hướng phát triển đáng chú ý trong ngành công nghiệp. Công nghệ này cho phép sản xuất khuôn phun ép nhựa chính xác hơn và linh hoạt hơn so với các phương pháp truyền thống. Việc nghiên cứu sự kết hợp giữa công nghệ in 3D và thiết kế khuôn phun ép nhựa giúp tạo ra các khuôn phun ép nhựa có độ chính xác cao và chi tiết tinh xảo, cùng với đó cho phép thử nghiệm và tinh chỉnh thiết kế khuôn phun ép nhựa một cách dễ dàng và linh hoạt hơn, giúp tối ưu hóa quy trình sản xuất. Tuy nhiên, việc áp dụng công nghệ in 3D trong thiết kế khuôn phun ép nhựa cũng đặt ra một số thách thức như độ bền của khuôn, cũng như việc lựa chọn vật liệu phù hợp.

### 1.2. Cơ sở lý thuyết

Bài báo nghiên cứu về việc thiết kế khuôn phun ép nhựa khi sử dụng công nghệ in 3D.

*Trước tiên, nhóm sẽ tìm hiểu về Công nghệ phun ép nhựa:

- Phương pháp: Công nghệ phun ép nhựa là quá trình sản xuất các sản phẩm từ nhựa bằng cách phun vật liệu nhựa nóng chảy vào khuôn rồi làm nguội để tạo hình sản phẩm.

- Các thành phần: Gồm ba phần chính: khuôn (mold), máy ép (injection molding machine), và vật liệu nhựa (plastic material). Trong đề tài này, nhựa PP là vật liệu nhựa mà chúng tôi lựa chọn. Dưới đây là các thông số kỹ thuật của nhựa PP:

*Bảng 1. Bảng thông số kỹ thuật của nhựa PP*

| Tên đầy đủ | Polypropylen |
|---|---|
| Công thức hóa học | $(C_3H_6)n$ |
| Khối lượng riêng | |
| (Dạng vô định hình) | 0,85 g/cm$^3$ |
| Dạng tinh thể | 0,95 g/cm$^3$ |
| Độ bền kéo | 30 – 40 N/mm$^2$ |
| Độ dãn dài | 250 – 700 % |
| Điểm nóng chảy | ~ 165$^o$C |
| Độ co rút | 1,0 ~ 2,5 % |

- Chu kỳ phun ép: Bao gồm các bước chính: đóng khuôn, phun nhựa, làm nguội, mở khuôn và đẩy sản phẩm ra ngoài.

*Tiếp đến, ta sẽ tìm hiểu về công nghệ in 3D:

- Phương pháp: In 3D là quá trình tạo mẫu và sản phẩm bằng cách chồng từng lớp vật liệu theo thiết kế số hóa.

- Các loại công nghệ in 3D: Fused Deposition Modeling (FDM), Stereolithography (SLA), Selective Laser Sintering (SLS), Digital Light Processing (DLP), v.v.

- Vật liệu: Có thể sử dụng nhiều loại vật liệu như nhựa, kim loại, ceramic, v.v.

*Sau khi tìm hiểu về khuôn phun ép nhựa, ta sẽ tiếp tục tìm hiểu về quy trình thiết kế khuôn phun ép nhựa:

- Thiết kế khuôn: Bao gồm việc xác định hình dạng, kích thước, và cơ cấu của khuôn. Khuôn phun ép thường có hai phần chính:

+ Phần cavity (phần khuôn cái, phần khuôn cố định), được gá trên tấm cố định của máy ép nhựa;

+ Phần core (phần khuôn đực, phần khuôn di động), được gá trên tấm di động của máy ép nhựa.

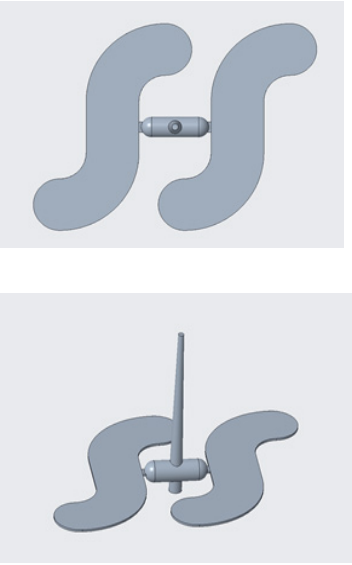
- Phân tích dòng chảy: Sử dụng các phần mềm mô phỏng như Creo, Modex 3D để dự đoán cách nhựa chảy vào khuôn và tìm ra các vấn đề như thiếu sót, cong vênh, và sự phân bố nhiệt độ không đều.

- Tối ưu hóa thiết kế: Tối ưu hóa các yếu tố như hệ thống kênh dẫn nhựa, lỗ thoát khí, và hệ thống làm nguội để đảm bảo sản phẩm chất lượng cao.

## 2. THIẾT KẾ KHUÔN PHUN ÉP NHỰA KẾT HỢP CÔNG NGHỆ IN 3D TRONG CHẾ TẠO

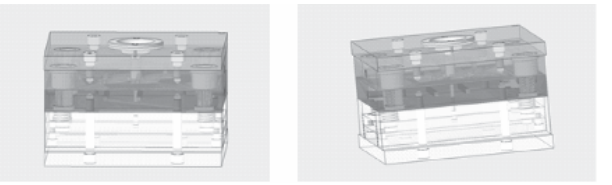
### 2.1. Thiết kế bộ khuôn trên phần mềm Creo Parametric

Đầu tiên, chúng tôi tạo mô hình 3D của sản phẩm và tiến hành tách khuôn, sau đó tiếp tục mô phỏng phân tích dòng chảy để tìm các vấn đề cần khắc phục của sản phẩm.



*Hình 1. Hình dạng sản phẩm*

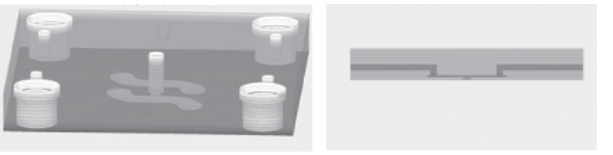
Tiếp theo là thiết kế áo khuôn, bộ khuôn kiểu futaba_s loại C, 2 tấm, 2 lòng khuôn có kích thước 320x300x200 mm.



*Hình 2. Bộ khuôn hoàn chỉnh được mô phỏng trên Creo*

### 2.2. Cắt lòng khuôn thành các tấm

Với việc áp dụng công nghệ in 3D trong chế tạo khuôn phun ép nhựa, bước tiếp theo của quy trình này là cắt lớp 2 tấm lòng khuôn (core, cavity). Các tấm được cắt với chiều dày từ 2-4mm. Với việc cắt lòng khuôn thành nhiều tấm sẽ giúp sản phẩm giảm nhiệt độ nhanh hơn vì nước làm nguội sẽ có thể chạy khắp lòng khuôn thông qua khe hở giữa các tấm. Tuy vậy, vấn đề hạn chế là nước sẽ tràn ra khỏi lòng khuôn thông qua những khe hở đó. Nhóm cũng đã nghiên cứu và tìm được những cách để hạn chế vấn đề trên như: hàn kín 4 mặt cạnh của lòng khuôn (hoặc hàn một phần và dùng keo bít các rãnh tránh nước tràn ra), thiết kế các trụ chặn nước ở những vị trí có lỗ khoan.

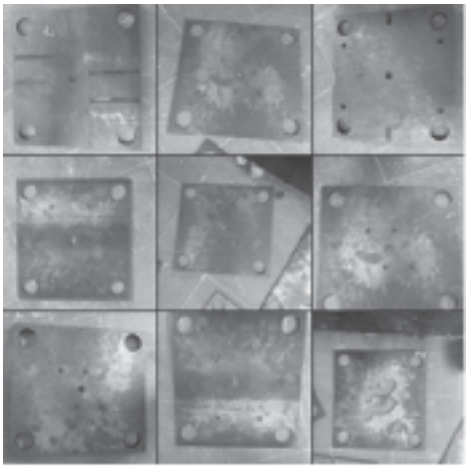


*Hình 3. Lòng khuôn sau khi được cắt lớp*

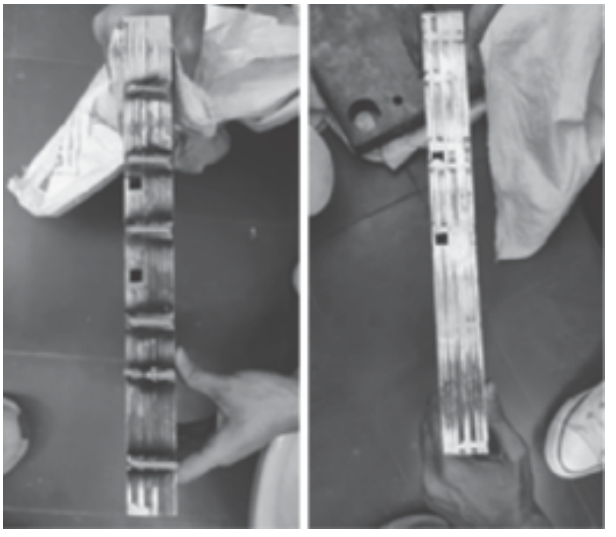
### 2.3. In 3D lòng khuôn

Sau khi cắt laser từng tấm của lòng khuôn, nhóm tiến hành xếp lớp các tấm để tạo hình và hàn 4 mặt cạnh của lòng khuôn.

☞



*Hình 4. Các tấm cắt laser*



*Hình 5. Các tấm sau khi lắp và hàn*

## 3. KẾT QUẢ THỰC NGHIỆM

Qua quy trình thiết kế khuôn ép nhựa kết hợp in 3D, có các kết quả đáng chú ý như sau:

- Bằng việc chia nhỏ tấm khuôn, in 3D cho phép tạo ra những thiết kế phức tạp mà các phương pháp truyền thống khó hoặc không thể thực hiện được, qua đó cho thấy được tính linh hoạt cao do phương pháp này đem lại;

- Dễ dàng thay đổi thiết kế: có thể dễ dàng thay đổi hoặc nâng cấp thiết kế bằng cách cắt, lắp ráp lại các tấm mới và hàn lại;

- Tối ưu hóa việc giải nhiệt cho nhựa khi phun vào, giúp giải quyết bài toán làm nguội sản phẩm, qua đó giúp tăng năng suất sản xuất lên nhiều lần.

Tuy nhiên, việc áp dụng công nghệ in 3D trong thiết kế khuôn phun ép nhựa cũng có một số khó khăn nhất định:

- Cắt laser từng tấm gây ra việc các tấm sẽ bị cong, sẽ khó khăn trong việc kẹp, gá các tấm để sau khi hàn lòng khuôn không bị vênh;

- Rủi ro mối hàn yếu: Mối hàn có thể là điểm yếu trong cấu trúc của khuôn, dễ bị nứt hoặc hỏng dưới áp lực và nhiệt độ cao trong quá trình phun ép;

- Thời gian lắp ráp: Quá trình cắt, lắp ráp và hàn các tấm kim loại có thể mất nhiều thời gian và công sức lao động hơn so với việc sử dụng các phương pháp tự động hóa cao.

## 4. KẾT LUẬN

Công nghệ in 3D mở ra nhiều cơ hội mới cho ngành công nghiệp sản xuất khuôn phun ép nhựa. Để khai thác tối đa các lợi ích của công nghệ này, cần tiếp tục nghiên cứu và cải tiến kỹ thuật, đồng thời đào tạo và nâng cao kỹ năng cho lực lượng lao động. Việc kết hợp công nghệ in 3D với các phương pháp truyền thống có thể là giải pháp tối ưu, giúp đạt được sự cân bằng giữa hiệu suất, chi phí và chất lượng sản phẩm. Trong tương lai, công nghệ in 3D hứa hẹn sẽ trở thành một công cụ đắc lực, thúc đẩy sự đổi mới và phát triển bền vững trong ngành sản xuất khuôn phun ép nhựa.


ISSN 2615 - 9910 (bản in), ISSN 2815 - 5505 (online)
**TẠP CHÍ CƠ KHÍ VIỆT NAM**, Số 323, tháng 12 năm 2024
**cokhivietnam.vn / tapchicokhi.com.vn**

***(*) Đóng góp của tác giả:***

- Hình thành ý tưởng và mục tiêu nghiên cứu: Trần Minh Thế Uyên;

- Thực hiện nghiên cứu, thu thập dữ liệu, phân tích dữ liệu, viết và chỉnh sửa bài báo: Lê Viết Phi, Cao Phạm Đức Hiếu, Vũ Đức Hoàn và Bùi Văn Hiếu.

**Lời cảm ơn:**

Nhóm nghiên cứu xin cảm ơn Trường Đại học Sư phạm Kỹ thuật Thành phố Hồ Chí Minh đã tài trợ kinh phí cũng như hỗ trợ trong quá trình nhóm thực hiện nghiên cứu này. Bài báo này là sản phẩm của đề tài NCKH với mã số: SV2024-267.❖

Ngày nhận bài: **15/7/2024**
Ngày phản biện: **23/8/2024**

**Tài liệu tham khảo:**

[1]. TS. Phạm Sơn Minh, ThS. Trần Minh Thế Uyên (2014); "*Giáo trình Thiết kế và chế tạo khuôn phun ép nhựa*", NXB. Đại học Quốc gia, Thành phố Hồ Chí Minh, trang 10.

[2]. Đặng Văn Nghìn; "*Hiện trạng và chiến lược phát triển công nghệ in 3D của nước ta trong xu thế cuộc các mạng 4.0*", Viện Cơ học và Tin học ứng dụng, Viện Hàn lâm Khoa học và Công nghệ Việt Nam, 2018, trang 23.

[3]. S.Yu, "*Wire Arc Additive Manufacturing and Its Application: Research Progress*", China, 2021.

[4]. Eleonora Desnica, "*3D Printing Technology: Materials, Application and Current Trends in Process Improvement*", 32nd International Conference on Organization and Technology of Maintenance (OTO 2023) (pp.259-268).

[5]. Oussama Trad, "*Control and optimization of the direct metal deposition additive manufacturing process based on the WAAM technique*", University of Sousse, 2023.

# DETERMINING BEST DRESSING PARAMETERS FOR INTERNAL GRINDING SKD11 TOOL STEEL USING TOPSIS METHOD

## XÁC ĐỊNH CÁC THÔNG SỐ SỬA ĐÁ TỐT NHẤT KHI MÀI LỖ THÉP SKD11 NHỜ SỬ DỤNG PHƯƠNG PHÁP TOPSIS

**Vu Duc Binh[1], Luu Anh Tung[2,*]**
[1]Viet Tri University of Industry, Vietnam
[2]Thai Nguyen University of Technology, Vietnam

**ABSTRACT**

*The results of a study that aimed to determine the ideal input parameters for the internal grinding process of cylindrical-shaped SKD11 tool steel components are presented in this paper. The MCDM problem was solved using the Technique for Order Preference by Similarity to Ideal Solution (TOPSIS) approach, and the cri-teria weights were determined using the MEREC method. Furthermore, three goals were investigated: wheel life (Lw), material removal rate (MRR), and surface roughness (SR). Additionally, the following six input components have been examined: dressing feed rate ($S_d$), non-feeding dressing ($n_0$), fine dressing depth ($a_f$), fine dressing times ($n_f$), coarse dressing depth ($a_p$), and coarse dressing times ($n_p$). The experiment was organized and the data were analyzed using the Taguchi method with the L16 ($4^4 + 2^2$) design and Minitab R19 software. Best process factors have been suggested, and the MCDM problem has been successfully tackled.*

**Keywords:** *Internal Grinding; MCDM method; TOPSIS; MEREC.*

**TÓM TẮT**

*Bài báo này trình bày kết quả của một nghiên cứu nhằm xác định các thông số đầu vào tốt nhất cho quá trình mài lỗ các chi tiết thép dụng cụ SKD11 hình trụ. Bài toán MCDM đã được giải quyết bằng cách sử dụng phương pháp TOPSIS và trọng số tiêu chí đã được xác định bằng phương pháp MEREC. Ngoài ra, ba mục tiêu đã được nghiên cứu: tuổi thọ đá mài (Lw), tốc độ bóc tách vật liệu (MRR) và độ nhám bề mặt (SR). Ngoài ra, sáu thành phần đầu vào sau đã được kiểm tra: lượng chạy dao khi sửa đá ($S_d$), sửa đá không ăn dao ($n_0$), chiều sâu sửa đá tinh ($a_f$), thời gian phay mịn ($n_f$), chiều sâu sửa đá thô ($a_p$) và thời gian sửa đá thô ($n_p$). Thí nghiệm đã được tổ chức và dữ liệu được phân tích bằng phương pháp Taguchi với thiết kế L16 ($4^4 + 2^2$) và phần mềm Minitab R19. Các thông số sửa đá tốt nhất đã được đề xuất và vấn đề MCDM đã được giải quyết thành công.*

**Từ khóa:** *Mài lỗ; Lý thuyết MCDM; TOPSIS; MEREC.*

## 1. INTRODUCTION

To date, a variety of studies have been performed to examine the grinding process. S. Zhang et al. [1] proposed a novel method for dressing diamond grinding wheels utilizing abrasive waterjet (AWJ) technology. This approach aims to mitigate the challenges of workpiece damage and wheel clogging that are commonly encountered when grinding difficult-to-machine materials with traditional diamond grinding wheels. The primary process parameters were established in accordance with the theoretical model for the dressing of diamond grinding wheels utilizing abrasive water jet (AWJ) technology. The response surface methodology (RSM) and backpropagation artificial neural network (BP-ANN) were utilized to develop regression models that correlate process parameters with microgroove characteristics. A comparison was conducted to assess the predictive performance of both RSM and BP-ANN. The findings demonstrate that both BP-ANN and RSM serve as effective methodologies for the prediction of microgroove characteristics. L. Hu et al. [2] performed a study that established a mathematical model for grinding force (GF) and grinding temperature (GT) of a single particle. The analysis of the relationship between grinding parameters, grinding force-thermal coupling, and residual stress of a single particle was conducted through numerical simulation. In the context of multi-grain grinding for aviation precision high-speed bearing rings, an experimental analysis was conducted focusing on crystal fragmentation, elemental composition, and residual stress in both service and non-service bearing rings. According to the findings presented, the simulation yielded the following results: the residual stress in the Y direction was greater than the residual stress in the X direction, which in turn was greater than the residual stress in the Z direction, all observed under identical grinding force and grinding temperature conditions. Hoang X.T. et al. [3] presented a study focused on the calculation of the optimal exchanged grinding wheel diameter for external grinding of 9CrSi tool steel. This study examines the impact of various grinding process parameters, specifically the initial grinding wheel diameter, total dressing depth, radial grinding wheel wear per dress, and wheel life, on the exchanged grinding wheel diameter. Additionally, the effects of cost components such as the machine tool hourly rate and the grinding wheel expense were examined. A model was proposed to determine the optimal exchanged grinding wheel diameter based on the results.

Le X.H. et al. [4] performed a study to analyze the impact of coolant parameters on surface roughness during the internal cylindrical grinding of annealed 9CrSi steel. The investigation of coolant concentration and flow rate is conducted through thirteen experiments utilizing central composite design and response surface methodology. The analysis of the effect of each parameter and their interaction on surface roughness is conducted through a regression model. Optimal parameters are derived from that model to achieve the minimum surface roughness. H. Liu et al. [5] conducted an investigation into the impact of speed on the formation of machined surfaces during ultra-high-speed grinding of the IN718 superalloy, with speeds reaching up to 240 m/s. This study provides a detailed examination of the grinding forces and surface integrity across different speed ranges. Various methods are utilized to characterize and analyze the subsurface microstructure. The findings indicate that the brittle-mode removal of IN718 ☞

superalloy takes place at grinding speeds greater than 190 m/s, successfully reducing work hardening and heat generation associated with increased plastic deformation. The machining speed has a significant impact on the formation mechanism of the recrystallization layer, leading to a gradual transition from a predominance of discontinuous dynamic recrystallization (dDRX) to a predominance of continuous dynamic recrystallization (cDRX) as grinding speed increases. Tran T.H. et al. [6] performed a study aimed at identifying the optimal dressing parameters necessary to achieve the minimal flatness tolerance during the grinding of SKD11 steel with a HaiDuong grinding wheel. This paper investigates the effects of six input parameters on flatness tolerance. The parameters include feed rate (S), depth of rough dressing cut ($a_r$), rough dressing times ($n_r$), depth of finish dressing cut ($a_f$), finish dressing times ($n_f$), and non-feeding dressing ($n_{non}$).

Tran T.H. et al. [7] performed a study to determine the optimal exchanged grinding wheel diameter aimed at minimizing grinding costs in the surface grinding process for stainless steel. The relationship between grinding cost and the optimal exchanged grinding wheel diameter has been analyzed and is presented in mathematical formulas. The optimal exchanged grinding wheel diameter has been established as a function of various grinding parameters. These parameters include the initial grinding wheel diameter, total dressing depth, radial grinding wheel wear per dress, wheel life, machine tool hour, and grinding wheel cost, all aimed at achieving minimal grinding costs. Nguyen T.T. et al. [8] conducted an investigation into the impact of dressing regime parameters on the roundness tolerance during the external grinding process of SKD11 steel. This study evaluated the impact of various factors on roundness tolerance, including rough dressing depth, dressing feed rate, fine dressing depth, the number of rough dressing cycles, the number of fine dressing cycles, and the number of non-feeding dressing cycles. The results indicate the following optimized dressing parameters: fine dressing times ($n_f$) set at 3, none-feeding dressing times ($n_o$) at 3, fine dressing depth ($a_f$) established at 0.01 mm, rough dressing times ($n_r$) at 3, rough dressing depth ($a_r$) at 0.03 mm, and dressing feed rate ($S_d$) at 1.0 m/min. Tran T.H. et al. [9] performed a study to determine the optimal dressing conditions for grinding SKD11 tool steel utilizing the Hai Duong grinding wheel. This study examines the impact of six input parameters: feed rate, depth of rough dressing cut, number of rough dressing cycles, depth of finish dressing cut, number of finish dressing cycles, and non-feeding dressing.

Yueming Liu et al. [10] utilized kinematic simulations to predict the surface roughness levels resulting from the grinding process. The research analyzed three specific geometries of abrasive grains: spherical, truncated conical, and conical shapes, alongside a model for single-point diamond dressing. The proposed surface roughness model underwent empirical verification, revealing a discrepancy ranging from 7 to 11 percent. L.M. Kozuro et al. [11] introduced a dressing method for external grinding capable of achieving a surface roughness of Ra = 0.32-1.25 (μm). The procedure consists of a longitudinal feed rate set at 0.4 m/min, executed over four passes of dressing with a dressing depth of 0.03 mm, followed by four runs of non-feeding dressing. Trieu Q.H. et al. [12] provided the findings of a multi-criteria decision-making (MCDM) analysis focused on CBN grinding of cylindrical components


ISSN 2615 - 9910 (bản in), ISSN 2815 - 5505 (online)
**TẠP CHÍ CƠ KHÍ VIỆT NAM**, Số 323, tháng 12 năm 2024
**cokhivietnam.vn / tapchicokhi.com.vn**

using CNC milling machines. In this work, three MCDM methods were applied: TOPSIS (Technique for Order of Preference by Similarity to Ideal Solution), MAIRCA (Multi-Attributive Ideal-Real Comparative Analysis), and EAMR (Evaluation by an Area-based Method of Ranking). Additionally, the MEREC (Method based on the Removal Effects of Criteria) and Entropy methods were employed to ascertain the weights of the criteria. Additionally, four input factors were examined: the depth of dressing cut, spindle speed, feed rate, and wheel diameter. Two criteria were selected as the response outputs: surface roughness (SR) and material removal speed (MRS). The analysis indicates that the optimal alternative has been identified to ensure both the minimum SR and the maximum MRS are achieved. D.T. et al. [13] conducted an investigation into the effects of various surface grinding parameters. These parameters included dressing parameters, grinding wheel velocity, workpiece velocity, and depth of cut, all of which were analyzed in relation to surface roughness. The study theoretically highlighted the impact of dressing parameters on surface roughness. An experiment was designed and conducted to assess the effects of the dressing parameters on surface roughness. The measured surface roughness from the experiment aligns with the calculated values.

The findings of an MCDM analysis of the internal grinding processes for SKD11 steel are presented in this paper. Three goals including minimal SR, minimum MRR, and maximum Lw were examined. The MCDM issue was solved using the TOPSIS method, and the criteria weights were determined using the MEREC method. The study's findings determined the best dressing mode for simultaneously maximizing MRR, maximizing Lw, and minimizing SR.

## 2. METHODOLOGY

### 2.1. TOPSIS method

This study employed the TOPSIS method to tackle the MCDM problem. Adhere to the subsequent steps [14] to implement this method:

+) Build the decision-making matrix by:

$$X = \begin{bmatrix} x_{11} & \cdots & x_{1n} \\ x_{21} & \cdots & x_{2n} \\ \vdots & \cdots & \vdots \\ x_{mn} & \cdots & x_{mn} \end{bmatrix} \quad (1)$$

In which, $x_{mn}$ is the value of criterion n in variant m.

+) Calculate the normalized values $k_{ij}$ by:

$$k_{ij} = \frac{x_{ij}}{\sqrt{\sum_{i=1}^{m} x_{ij}^2}} \quad (2)$$

+) Find the weighted normalized decision matrix by:

$$l_{ij} = w_j \times k_{ij} \quad (3)$$

In which, $w_j$ is the weight of the $j^{th}$ criterion.

+) Compute the best alternative $A^+$ and the worsts alternative $A^-$ by:

$$A^+ = \{l_1^+, l_2^+, \ldots, l_j^+, \ldots, l_n^+\} \quad (4)$$

$$A^- = \{l_1^-, l_2^-, \ldots, l_j^-, \ldots, l_n^-\} \quad (5)$$

With $l_i^+$ and $l_i^-$ are the best and worst values of the j criterion (j = 1, 2, ..., n).

+) Determine the better options $D_i^+$ and worse options $D_i^-$ by:

$$D_i^+ = \sqrt{\sum_{j=1}^{n}\left(l_{ij} - l_j^+\right)^2} \quad (6)$$

$$D_i^- = \sqrt{\sum_{j=1}^{n}\left(l_{ij} - l_j^-\right)^2} \quad (7)$$

Where i = 1, 2, …, m.

+) Determine the values $R_i$ of each option by:

$$R_i = \frac{D_i^-}{D_i^- + D_i^+} \quad (8)$$

In which, i = 1, 2, …, m; $0 \le R_i \le 1$

+) Rank the alternative's order by maximizing R.

### 2.2. MEREC method

The following steps can be employed to perform the MEREC method [15].

+) Create the first decision-making matrix:

$$X = \begin{bmatrix} x_{11} & \cdots & x_{1n} \\ x_{21} & \cdots & x_{2n} \\ \vdots & \cdots & \vdots \\ x_{mn} & \cdots & x_{mn} \end{bmatrix} \quad (9)$$

Where m and n are the number of options and criteria.

+) Determine the value of the normalized matrix by:

- For MRR and Lw objectives:

$$h_{ij} = \frac{\min x_{ij}}{x_{ij}} \quad (10)$$

- For SR objective:

$$h_{ij} = \frac{x_{ij}}{\max x_{ij}} \quad (11)$$

+) Calculate the effectiveness of the options $S_i$ by:

$$S_i = \ln\left[1 + \left(\frac{1}{n}\sum_j \left|\ln(h_{ij})\right|\right)\right] \quad (12)$$

+) Calculate the efficiency of the $i^{th}$ option $S_{ij}'$ by:

$$S'_{ij} = \mathrm{Ln}\left[1 + \left(\frac{1}{n}\sum_{k,k\neq j}\left|\ln(h_{ij})\right|\right)\right] \quad (13)$$

+) Find the removal effect of the $j^{th}$ criterion $E_j$:

$$E_j = \sum_i \left|S'_{ij} - S_i\right| \quad (14)$$

+) Compute the weight of criteria by:

$$w_j = \frac{E_j}{\sum_k E_k} \quad (15)$$

## 3. EXPERIMENTAL WORK

An experiment was conducted in this work to determine the input data for the MCDM problem. The experiment was designed utilizing the Taguchi method with an L16 ($4^4 + 2^2$) configuration. Table 1 displays the input parameters along with their corresponding levels. Figure 1 depicts the configuration of the experimental appa-ratus, including the specified equipment: A MACHT-701 grinding machine (Japan) is utilized for processing SKD11 tool steel workpieces with dimensions of Ø25 ×Ø36 × 22 mm and a hardness rating of 58-60 HRC. The grinding wheels employed are 19A 120L 8 ASI T S 1A (Japan), measuring 23×25×8 mm. A Mitutoyo SV-3100 surface roughness tester is used for quality assessment, alongside


ISSN 2615 - 9910 (bản in), ISSN 2815 - 5505 (online)
TẠP CHÍ CƠ KHÍ VIỆT NAM, Số 323, tháng 12 năm 2024
cokhivietnam.vn / tapchicokhi.com.vn

a diamond dresser DKB3E002110 and Caltex Aquatex 3180 oil for lubrication purposes.

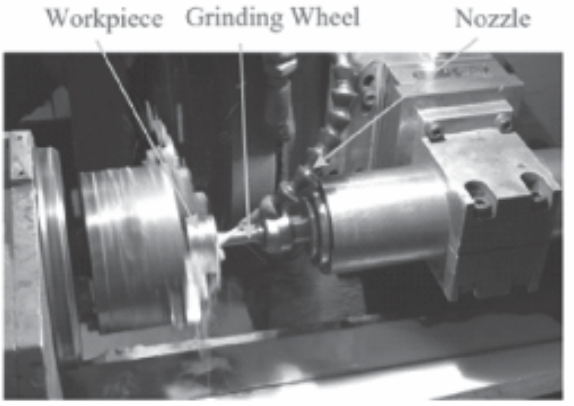



*Fig.1. Setup of experiment*

The procedure for the experiment was executed as outlined below: The SR of each sample was evaluated utilizing surface roughness measurement equipment. Each sample was ground until the SR exceeded 0.4 (μm) to ascertain Lw and MRR. The duration of processing for each sample was recorded throughout the experiment to determine Lw. The diameter of each sample was measured prior to and following each run to determine the MRR by:

$$MRR_i = \frac{\pi \cdot \left(d_{pbi}^2 - d_{pai}^2\right) \cdot l_{pi}}{4 \cdot T_{wi}} \quad (16)$$

In which, $d_{pbi}$ and $d_{pai}$ are the inner diameter of workpiece $i^{th}$ before and after grind-ing (mm); $l_{pi}$ is the length of workpiece $i^{th}$ (mm); $Lw_i$ is the wheel life (min.).

Table 2 describer the experimental plan and the output results (SR, MRR and Lw).

*Table 1. Input dressing parameters*

| No. | Input factors | Code | Unit | Levels | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | | 1 | 2 | 3 | 4 |
| 1 | Coarse dressing depth | $a_r$ | mm | 0.03 | 0.04 | - | - |
| 2 | Coarse dressing times | $n_r$ | times | 1 | 2 | 3 | 4 |
| 3 | Fine dressing depth | $a_f$ | mm | 0.005 | 0.01 | 0.015 | 0.02 |
| 4 | Fine dressing times | $n_f$ | times | 0 | 1 | 2 | 3 |
| 5 | Non-feeding dressing | $n_0$ | times | 0 | 1 | 2 | 3 |
| 6 | Dressing feed rate | $S_d$ | m/min | 1 | 1.5 | - | - |

*Table 2. Experimental plan and output results*

| No. | $a_f$ | $n_f$ | $n_0$ | $n_r$ | $a_r$ | $S_d$ | Ra (µm) | MRR ($mm^3/s$) | Lw (min.) |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 1 | 0.005 | 0 | 0 | 1 | 0.03 | 1 | 0.365 | 0.919 | 11.267 |
| 2 | 0.005 | 1 | 1 | 2 | 0.03 | 1.5 | 0.214 | 1.041 | 12.733 |
| 3 | 0.005 | 2 | 2 | 3 | 0.04 | 1 | 0.195 | 1.122 | 12.697 |
| 4 | 0.005 | 3 | 3 | 4 | 0.04 | 1.5 | 0.242 | 1.111 | 11.423 |
| 5 | 0.01 | 0 | 1 | 3 | 0.04 | 1.5 | 0.185 | 1.246 | 11.803 |
| 6 | 0.01 | 1 | 0 | 4 | 0.04 | 1 | 0.248 | 1.267 | 12.430 |
| 7 | 0.01 | 2 | 3 | 1 | 0.03 | 1.5 | 0.252 | 1.178 | 11.147 |
| 8 | 0.01 | 3 | 2 | 2 | 0.03 | 1 | 0.217 | 1.225 | 12.077 |
| 9 | 0.015 | 0 | 2 | 4 | 0.03 | 1.5 | 0.306 | 1.488 | 12.547 |
| 10 | 0.015 | 1 | 3 | 3 | 0.03 | 1 | 0.324 | 1.372 | 12.077 |
| 11 | 0.015 | 2 | 0 | 2 | 0.04 | 1.5 | 0.341 | 1.271 | 12.027 |
| 12 | 0.015 | 3 | 1 | 1 | 0.04 | 1 | 0.354 | 1.199 | 12.503 |
| 13 | 0.02 | 0 | 3 | 2 | 0.04 | 1 | 0.318 | 1.227 | 12.177 |
| 14 | 0.02 | 1 | 2 | 1 | 0.04 | 1.5 | 0.313 | 1.265 | 10.620 |
| 15 | 0.02 | 2 | 1 | 4 | 0.03 | 1 | 0.326 | 1.125 | 13.153 |
| 16 | 0.02 | 3 | 0 | 3 | 0.03 | 1.5 | 0.363 | 1.190 | 12.230 |

## 4. FINDING BEST DRESSING PARAMETERS

*Table 3. Calculated results and ranking of options by TOPSIS method*

| No. | $K_{ij}$ | | | $L_{ij}$ | | | Si+ | Si- | Ci* | Rank |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | Ra | MRR | Tw | Ra | MRR | Tw | | | | |
| 1 | 0.3133 | 0.1899 | 0.2333 | 0.1277 | 0.0768 | 0.0439 | 0.0793 | 0 | 0.030797 | 16 |
| 2 | 0.1833 | 0.2153 | 0.2636 | 0.0747 | 0.0870 | 0.0496 | 0.0387 | 0 | 0.585364 | 5 |
| 3 | 0.1671 | 0.2318 | 0.2629 | 0.0681 | 0.0937 | 0.0495 | 0.0308 | 0 | 0.669474 | 3 |
| 4 | 0.2074 | 0.2297 | 0.2365 | 0.0845 | 0.0928 | 0.0445 | 0.0378 | 0 | 0.549931 | 8 |
| 5 | 0.1587 | 0.2575 | 0.2444 | 0.0647 | 0.1041 | 0.0460 | 0.0209 | 0 | 0.767265 | 1 |
| 6 | 0.2125 | 0.2618 | 0.2574 | 0.0866 | 0.1058 | 0.0484 | 0.0288 | 0 | 0.638269 | 4 |
| 7 | 0.2162 | 0.2436 | 0.2308 | 0.0881 | 0.0984 | 0.0434 | 0.0358 | 0 | 0.558182 | 6 |
| 8 | 0.1859 | 0.2532 | 0.2501 | 0.0758 | 0.1024 | 0.0471 | 0.0249 | 0 | 0.699912 | 2 |
| 9 | 0.2629 | 0.3076 | 0.2598 | 0.1072 | 0.1243 | 0.0489 | 0.0425 | 0 | 0.551822 | 7 |
| 10 | 0.2779 | 0.2837 | 0.2501 | 0.1133 | 0.1147 | 0.0471 | 0.0497 | 0 | 0.45185 | 9 |
| 11 | 0.2922 | 0.2627 | 0.2490 | 0.1191 | 0.1062 | 0.0469 | 0.0575 | 0 | 0.351317 | 12 |
| 12 | 0.3038 | 0.2478 | 0.2589 | 0.1238 | 0.1002 | 0.0487 | 0.0639 | 0 | 0.27983 | 14 |
| 13 | 0.2727 | 0.2537 | 0.2521 | 0.1112 | 0.1025 | 0.0474 | 0.0515 | 0 | 0.37771 | 11 |
| 14 | 0.2682 | 0.2614 | 0.2199 | 0.1093 | 0.1057 | 0.0414 | 0.0494 | 0 | 0.409812 | 10 |
| 15 | 0.2796 | 0.2325 | 0.2723 | 0.1140 | 0.0940 | 0.0512 | 0.0579 | 0 | 0.294389 | 13 |
| 16 | 0.3118 | 0.2460 | 0.2532 | 0.1271 | 0.0994 | 0.0476 | 0.0673 | 0 | 0.259059 | 15 |


ISSN 2615 - 9910 (bản in), ISSN 2815 - 5505 (online)
**TẠP CHÍ CƠ KHÍ VIỆT NAM**, Số 323, tháng 12 năm 2024
**cokhivietnam.vn / tapchicokhi.com.vn**

Upon completion of the experiment, the SR, MRR, and Tw values will be utilized as input variables for the MCDM problem. Section 2.2 outlines the MEREC approach utilized to ascertain the weights for the criterion as detailed below: The values $h_j$ underwent normalization via the implementation of equations (10) and (11). The values of $S_i$ and $S_{ij}'$ were derived from equations (12) and (13). The effects of eliminating the criterion have been assessed using Equation (14). The criterion weights were determined through the application of Equation (15), which specifies them clearly. The weights allocated to SR, MRR, and Lw are 0.4076, 0.4042, and 0.1882, respectively, as established through calculations. Section 2.1 provides detailed instructions for the correct application of the TOPSIS technique to address the MCDM problem. The values of $k_{ij}$ are normalized as per Equation (2), and the weighted values of $l_{ij}$ are normalized according to Equation (3). The equations (4) and (5) provide the values for A+ and A− for SR and Lw, respectively. The values for A+ are 0.0440 for SR and 0.02927 for Lw. For A-, the corresponding values are 0.1035 for SR and 0.1460 for Lw. Formulas (6) and (7) were utilized to compute the $D_i$+ and $D_i$- values. Equation (8) was utilized to calculate the ratio $R_i$. Table 3 presents the outcomes of the parameter computation and option ranking conducted through the TOSIS methodology. From the table it was found that option 5 is the best choice, exhibiting the highest $Q_i$ value ($C_i$* = 0.77727).

According to the analysis and Table 2, the best input parameters for simultaneously achieving the minimum SR, maximum MRR, and maximum Lw are as follows: $a_r$ = 0.04 (mm); $n_r$ = 3 (times); $a_f$ = 0.01 (mm); $n_f$ = 0 (times); $n_0$ = 1 (times); and $S_d$ = 1.5 (m/min.).

## 5. CONCLUSIONS

This paper presents the results of a MCDM analysis aimed at identifying the optimal input parameters for the internal grinding process of cylindrical components made from SKD11 tool steel. This study examines three objectives: minimizing SR, maximizing MRR, and maximizing Lw. Additionally, six input parameters were analyzed: $a_r$, $n_r$, $a_f$, $n_f$, $n_0$, and $S_d$. The experiment utilized the Taguchi method, specifical-ly implementing an L16 ($4^4$ + $2^2$) design. The MCDM problem has been resolved, and the optimal input parameters have been identified. The findings of the study indicate that the optimal input parameters for concurrently achieving the lowest surface roughness (SR), maximum material removal rate (MRR), and maximum tool wear (Tw) are as follows: $a_r$ = 0.04 mm; $n_r$ = 3 times; $a_f$ = 0.01 mm; $n_f$ = 0 times; $n_0$ = 1 times; and $S_d$ = 1.5 m/min. The TOPSIS approach effectively addresses MCDM issues within the internal grinding process.

**Acknowledgment:**

The work was supported by Thai Nguyen University of Technology. ❖

**References:**

[1]. Zhang, S., et al. (2024), "*Analysis and optimization of abrasive waterjet dressing parameters for surface texturing of diamond grinding wheels*". Diamond and Related Materials, p. 111661.

[2]. Hu, L., et al. (2024), "*Effect of single/multi-particle grinding parameters on surface properties of bearing steel GCr15*". Engineering Science and Technology, an International Journal, 58: p. 101851.

[3]. Tu, H.X., et al. (2019), "*Calculation of optimum exchanged grinding wheel diameter* ☞

*when external grinding tool steel 9CrSi*". Int. J. Mech. Eng. Robot. Res, 8(1): p. 59-64.
[4]. Hung, L.X., et al. (2019), "*A study on coolant parameters in internal grinding of 9CrSi steel*". In Materials Science Forum. Trans Tech Publ.
[5]. Liu, H., et al. (2024), "*Mechanisms in the machinability improvement of Inconel 718 superalloy through ultra-high-speed grinding*". Journal of Materials Processing Technology, 333: p. 118614.
[6]. Tran, T.H., et al. (2021), "*Optimizing dressing conditions for minimum flatness tolerance when grinding SKD11 tool steel*". In Materials Science Forum. Trans Tech Publ.
[7]. Hong, T.T., et al. (2020), "*A Study on calculation of optimum exchanged grinding wheel diameter when surface grinding stainless steel*". In Materials Science Forum. Trans Tech Publ.
[8]. Nguyen, T.T., et al. (2021), "*Influence of dressing parameters on roundness tolerance in cylindrical external grinding SKD11 tool steel*". In Materials Science Forum. Trans Tech Publ.
[9]. Tran, T.H., et al. (2021), "*Influence of dressing conditions on surface roughness when surface grinding SKD11 steel*". In Materials Science Forum. Trans Tech Publ.
[10]. Liu, Y., et al. (3013), "*Investigation of different grain shapes and dressing to predict surface roughness in grinding using kinematic simulations*". Precision Engineering. 37(3): p. 758-764.
[11]. L.M. Kozuro, A.A.P., E.I. Remizovski, P.S. Tristosepdov (1981), Handbook of Grinding (in Russian), Minsk: Publish Housing of High-education.
[12]. Huy, T.Q., et al. (2022), "*Application of topsis, mairca and eamr methods for multi-criteria decision making in cubic boron nitride grinding*". Eastern-European Journal of Enterprise Technologies, 117(1).
[13]. Trung, D.D., et al. (2020), "*Calculating effects of dressing parameters on surface roughness in surface grinding*". In Advances in Engineering Research and Application: Proceedings of the International Conference on Engineering Research and Applications, ICERA 2019. Springer.
[14]. Hwang, C.-L.; Lai, Y.-J.; Liu, T.-Y. (1993), "*A new approach for multiple objective decision making*". Comput. Oper. Res., 20, 889-899.
[15]. Keshavarz-Ghorabaee, M., et al. (2021), "*Determination of objective weights using a new method based on the removal effects of criteria (MEREC)*". Symmetry, 13(4): p. 525.

# NGHIÊN CỨU ỨNG DỤNG WAAM TRONG CHẾ TẠO MẪU KIỂM TRA ĐỘ BỀN UỐN

RESEARCH ON WAAM APPLICATION IN MANUFACTURING SAMPLES FOR FLEXURAL DURABILITY TESTING

**Lê Anh Vũ*, Vũ Đình Thắng, Nguyễn Ngọc Duy, Nguyễn Võ Thành Công, Lê Bá Tân**
Trường Đại học Sư phạm Kỹ thuật Thành phố Hồ Chí Minh (HCMUTE)

**TÓM TẮT**

*Bài báo "Nghiên cứu ứng dụng WAAM trong chế tạo mẫu kiểm tra độ bền uốn" là một trong những hướng nghiên cứu được nhiều người quan tâm. WAAM là một phương pháp sản xuất gia công đặc biệt, trong đó vật liệu kim loại được nấu chảy từ một sợi dây và được chế tạo lớp trên lớp để tạo ra các chi tiết phức tạp. Việc áp dụng WAAM trong chế tạo mẫu kiểm tra độ bền uốn có thể mang lại nhiều lợi ích. Các mẫu kiểm tra độ bền uốn được tạo ra bằng phương pháp này có thể được tùy chỉnh dễ dàng để phù hợp với các yêu cầu cụ thể của ứng dụng. Ngoài ra, WAAM cũng cho phép sản xuất các mẫu kiểm tra có kích thước lớn và hình dạng phức tạp mà không cần đến nhiều giai đoạn gia công bổ sung. Trong quá trình nghiên cứu này, các vấn đề như tính chính xác của mẫu, đặc tính cơ học của vật liệu sử dụng trong WAAM, và quy trình sản xuất mẫu kiểm tra phù hợp sẽ được xem xét kỹ lưỡng. Đồng thời, việc đánh giá và so sánh các mẫu kiểm tra được sản xuất bằng WAAM với các phương pháp chế tạo truyền thống khác cũng là một phần quan trọng của nghiên cứu này.*

**Từ khóa:** *WAAM (Wire Arc Additive Manufacturing); In 3D kim loại; Mẫu kiểm tra độ bền uốn; Chế tạo kim loại gia công; Kiểm tra độ bền vật liệu kim loại.*

**ABSTRACT**

*The topic "Research and application of WAAM in manufacturing bending strength test samples" is a very interesting topic. WAAM is a special machining manufacturing method in which metal material is melted from a wire and fabricated layer upon layer to create complex parts. Applying WAAM in the fabrication of flexural test specimens can bring many benefits. Flexural test specimens produced using this method can be easily customized to suit the specific requirements of the application. In addition, WAAM also allows the production of large-sized and complex-shaped test samples without the need for many additional machining stages. During this research, issues such as the accuracy of the sample, the mechanical properties of the materials used in WAAM, and the appropriate production process of test samples will be carefully considered. At the same time, evaluating and comparing test samples produced using WAAM with other traditional fabrication methods is also an important part of this study.*

**Keywords:** *WAAM (Wire Arc Additive Manufacturing); Metal 3D printing; Flexural strength test sample; Machined metal fabrication; Metal material strength testing.*

## 1. GIỚI THIỆU

### 1.1. Tổng quan

- Trong nước: Công nghệ WAAM (Wire and Arc Additive Manufacturing) là công nghệ sản xuất bồi đắp, sử dụng các dây kim loại làm nguyên liệu và năng lượng cung cấp từ vỏ hàn plasma hoặc hồ quang để tạo hình sản phẩm theo lớp. Ở Việt Nam, công nghệ này còn khá mới mẻ [1].

► Một số công trình nghiên cứu về WAAM ở Việt Nam:

Nghiên cứu chế tạo phôi thép cácbon bằng công nghệ WAAM của nhóm tác giả Trần Hoài Nam (Trường Đại học Công nghiệp TP. Hồ Chí Minh, 2018).

Nghiên cứu sử dụng công nghệ WAAM để tạo hình kim loại của Viện Kỹ thuật Nhiệt đới, Đại học Bách khoa Hà Nội (2019).

► Một số đề tài nghiên cứu ứng dụng WAAM trong gia công khuôn mẫu của các trường đại học và viện nghiên cứu.

Nhìn chung, các công trình nghiên cứu về WAAM ở Việt Nam còn khá hạn chế, chủ yếu mới dừng lại ở giai đoạn thử nghiệm ban đầu.

- Ngoài nước: Công nghệ WAAM ra đời từ những năm 90 của thế kỷ 20 tại Đại học Cranfield, Anh và được nghiên cứu phát triển mạnh mẽ từ đó.

► Các công trình nghiên cứu chính về WAAM: Nhóm nghiên cứu của GS. Stewart Williams tại Đại học Cranfield tập trung vào các khía cạnh công nghệ cốt lõi của WAAM. Nhóm của GS. R. Kovacevic tại Đại học SMU, Mỹ nghiên cứu về cơ chế lắng đọng kim loại trong WAAM.

Nghiên cứu của TNO, Hà Lan về ứng dụng WAAM trong sản xuất các chi tiết ô tô.

Các nhóm nghiên cứu khác tại Anh, Đức, Úc, Nhật Bản, Trung Quốc, Ấn Độ... [2].

► Một số ứng dụng chính của WAAM:

+ Chế tạo các chi tiết ô tô, máy bay;

+ Gia công các chi tiết công nghiệp lớn;

+ Chế tạo khuôn mẫu, công cụ;

+ Sản xuất nhanh chóng các chi tiết gia công hoàn chỉnh.

► Các vật liệu thường dùng trong WAAM: Thép không gỉ, hợp kim nhôm, hợp kim titan, hợp kim niken...

► Các hướng nghiên cứu chính:

+ Tối ưu hóa thông số quá trình;

+ Cải thiện tính chất cơ học của sản phẩm;

+ Mô phỏng và kiểm soát quá trình;

+ Tự động hóa và sản xuất thông minh [3].

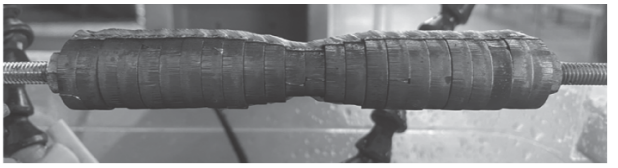
Nhìn chung, công nghệ WAAM đã được nghiên cứu và ứng dụng rộng rãi trên thế giới, tạo ra nhiều giá trị và tiềm năng lớn cho sản xuất. Đây chắc chắn là hướng nghiên cứu quan trọng và cần được chú trọng phát triển ở Việt Nam trong thời gian tới [4].

### 1.2. Cơ sở lý thuyết

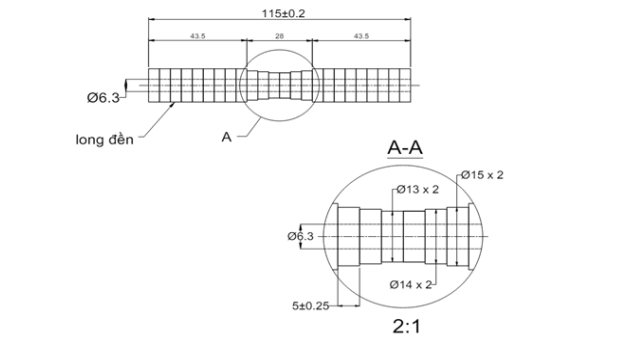
• Đề tài sẽ: Xác định yêu cầu kỹ thuật của mẫu kiểm tra độ bền uốn: kích thước, hình dạng, vật liệu, các tính chất cơ học cần đạt (độ bền uốn, độ cứng,...), sau đó thiết kế mô hình CAD 3D của mẫu kiểm tra theo tiêu chuẩn.

• Vật liệu: Kim loại phổ biến trong in 3D WAAM là thép hoặc sắt.

* Mô tả hình dạng ban đầu mẫu: Mẫu để hàn gồm 24 long đền sắt dày 5mm có các đường kính khác nhau nhỏ dần vào giữa phôi như Hình 1b, long đền được gia công theo phương pháp cắt laser. Ở giữa các long đền là lỗ Ø6.3 để kết nối tất cả các long đền bằng một trục ren dài (Hình 1a).



*Hình 1a. Mẫu thực tế*



*Hình 1b. Mô hình mẫu và hình ảnh thực tế sau khi chế tạo.*

## 2. QUY TRÌNH GIA CÔNG

• Chuẩn bị thiết kế: Xác định yêu cầu của mẫu kiểm tra độ bền uốn và tạo thiết kế cho mẫu này, đảm bảo rằng thiết kế phù hợp với yêu cầu kỹ thuật và tiêu chuẩn.

• Chuẩn bị vật liệu: Chọn vật liệu phù hợp cho mẫu kiểm tra độ bền uốn. Điều này có thể bao gồm kim loại hoặc hợp kim có tính năng cơ học phù hợp với ứng dụng cụ thể (Ở đây, vật liệu ta chọn là sắt).

• Chuẩn bị bề mặt: Làm sạch bề mặt vật liệu để loại bỏ bất kỳ chất bẩn, dầu mỡ hoặc bất kỳ tạp chất nào khác có thể ảnh hưởng đến quá trình hàn.

• Gia công WAAM: Sử dụng phương pháp hàn (WAAM) để tạo ra mẫu kiểm tra độ bền uốn. Trong quá trình này, máy hàn được sử dụng để định hình và hàn lớp kim loại hoặc hợp kim lên nhau để tạo ra mẫu cuối cùng.

• Kiểm tra chất lượng: Sau khi hoàn thành quá trình hàn, thực hiện kiểm tra chất lượng để đảm bảo rằng mẫu đã được sản xuất đúng cách và đáp ứng các yêu cầu kỹ thuật.

## 3. MÔ HÌNH CHẾ TẠO MẪU

### 3.1. Mô hình máy chế tạo mẫu

• Thông số máy:

- Hành trình trục: x:y:z ≈ 300:260:250 (mm);

- Công suất tiêu thụ max: 1.5KW;

- Tốc độ di chuyển các trục: Max 2500mm/p;

- Độ chính xác lặp lại: ≤ 0.03mm.

*Hình 2. Máy hàn MIG 4 trục*

## 4. KẾT QUẢ THỰC NGHIỆM

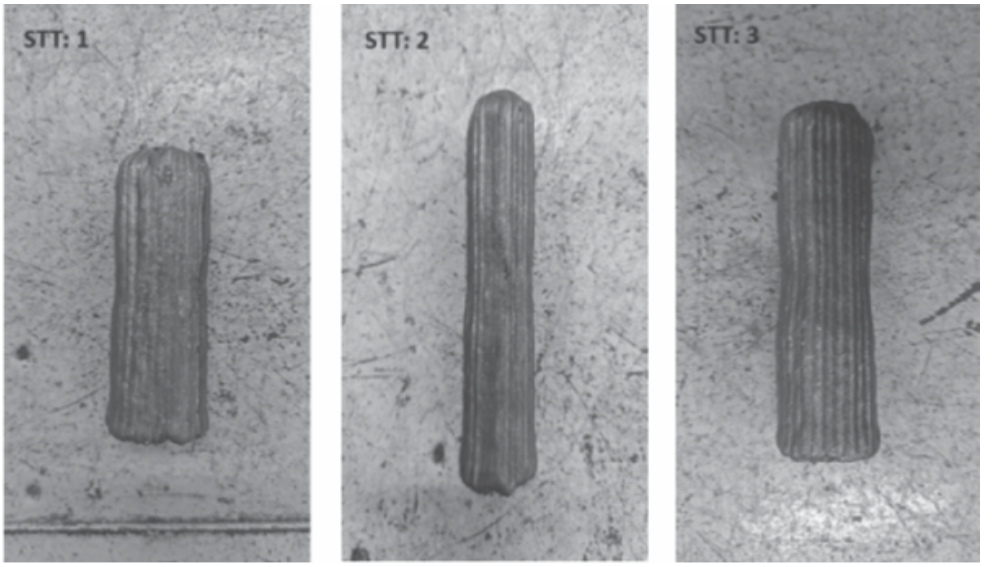
### 4.1. Mẫu vật

*Hình 3. Mẫu trước khi chế tạo*

• Thông số chế tạo:

*Bảng 1. Bảng thông số trong quá trình hàn*

| STT | I (A) | Offset (mm) | A (mm) | V (mm/phút) | D (mm) |
|---|---|---|---|---|---|
| 1 | 120 | 2 | Thẳng | 300 | 17 |
| 2 | 120 | 2 | Thẳng | 425 | 17 |
| 3 | 120 | 2 | Thẳng | 550 | 17 |




*Hình 4. Mẫu vật sau khi được hàn (chưa qua gia công tiện).*


ISSN 2615 - 9910 (bản in), ISSN 2815 - 5505 (online)
**TẠP CHÍ CƠ KHÍ VIỆT NAM**, Số 323, tháng 12 năm 2024
**cokhivietnam.vn / tapchicokhi.com.vn**

## 5. KẾT LUẬN

Nghiên cứu này giúp hiểu rõ hơn quá trình và cơ chế lắng đọng kim loại trong WAAM. Xác định được các thông số quá trình chế tạo phù hợp cho từng loại vật liệu, đánh giá được chất lượng và độ chính xác của sản phẩm WAAM so với yêu cầu thiết kế và cung cấp quy trình công nghệ, tạo tiền đề cho việc ứng dụng WAAM trong sản xuất.

(*) Đóng góp của tác giả:

- Hình thành ý tưởng và mục tiêu nghiên cứu: Lê Bá Tân;

- Thực hiện nghiên cứu, thu thập dữ liệu, phân tích dữ liệu, viết và chỉnh sửa bài báo: Lê Anh Vũ*, Vũ Đình Thắng, Nguyễn Ngọc Duy và Nguyễn Võ Thành Công.

**Lời cảm ơn:**

Nhóm nghiên cứu xin cảm ơn Trường Đại học Sư phạm Kỹ thuật Thành phố Hồ Chí Minh đã tài trợ kinh phí cũng như hỗ trợ trong quá trình nhóm thực hiện nghiên cứu này. Bài báo này là sản phẩm của đề tài NCKH với mã số: SV2024-252.❖

Ngày nhận bài: **15/5/2024**
Ngày phản biện: **03/6/2024**

**Tài liệu tham khảo:**

[1]. "*Công nghệ in 3D kim loại sử dụng nguồn năng lượng hồ quang (WAAM): triển vọng phát triển và áp dụng trong công nghiệp tại Việt Nam*", https://vnautomate.net/cong-nghe-in-3d-kim-loai-su-dung-nguon-nang-luong-ho-quang-waam-trien-vong-phat-trien-va-ap-dung-trong-cong-nghiep-tai-viet-nam.html, truy cập ngày 20/1/2024.

[2]. Treutler K, Wesling V (2021). "*The current state of research of Wire arc additive manufacturing (WAAM): a review*". Appl Sci 11(18):8619.

[3]. Jin W, Zhang C, Jin S, Tian Y, Wellmann D, Liu W (2020). "*Wire arc additive manufacturing of stainless steels: a review*". Appl Sci 10(5):1563.

[4]. Saleh, B., Fathi, R., Tian, Y. et al. "*Fundamentals and advances of Wire arc additive manufacturing: materials, process parameters, potential applications, and future trends*". Archiv.Civ.Mech.Eng 23, 96 (2023). https://doi.org/10.1007/s43452-023-00633-7.

# LILAMA 10 khẳng định năng lực và uy tín trong thi công và lắp đặt các dự án hạ tầng năng lượng trọng điểm

Là đơn vị thi công chủ chốt trong dự án Nhà máy Thủy điện Ialy Mở rộng – một trong những dự án thủy điện trọng điểm quốc gia – Công ty Cổ phần LILAMA 10 (LILAMA 10) đã thể hiện rõ năng lực vượt trội trong lĩnh vực lắp máy thủy điện. Với tinh thần trách nhiệm cao, đội ngũ kỹ sư và công nhân của LILAMA 10 đã không ngừng nỗ lực, phối hợp chặt chẽ cùng chủ đầu tư và các nhà thầu liên quan, để hoàn thành lắp đặt và chạy thử hai tổ máy với độ chính xác kỹ thuật cao, đảm bảo tiến độ khắt khe của dự án.

Dự án Nhà máy Thuỷ điện Ialy Mở rộng là dự án trọng điểm quốc gia có vốn đầu tư gần 6.400 tỷ đồng với quy mô 2 tổ máy, tổng công suất 360MW, được Thủ tướng Chính phủ phê duyệt chủ trương đầu tư tại Quyết định số 38/TTg-CN ngày 10/01/2018.

Trong vai trò là đơn vị thi công chính, LILAMA 10 đã đảm nhận và hoàn thành xuất sắc các hạng mục công việc quan trọng, bao gồm:

• Lắp đặt thiết bị cơ khí và thủy lực với độ chính xác cao, đảm bảo các tiêu chuẩn kỹ thuật nghiêm ngặt của dự án.

• Gia công và lắp ráp kết cấu thép tại công trường, vượt qua các thách thức về địa hình và điều kiện thời tiết khắc nghiệt.

•Tích hợp hệ thống công nghệ hiện đại, góp phần tối ưu hóa hiệu suất vận hành của tổ máy.

Dù việc triển khai thi công dự án trong bối cảnh vô vàn khó khăn, đội ngũ kỹ sư và công nhân của LILAMA 10 đã làm việc không ngừng nghỉ để đưa dự án vượt các mốc tiến độ. Công ty tổ chức làm việc 3 ca trong ngày, cả thứ Bảy, Chủ nhật và ngày lễ; đồng thời phối hợp với chủ đầu tư và các nhà thầu liên quan, đảm bảo an toàn lao động tuyệt đối, chất lượng và tiến độ trong suốt quá trình thi công.

Cùng với nhiều giải pháp thi công sáng tạo, trong đó, nổi bật là phương án tổ hợp đồng thời Rotor Tổ máy 1 và Tổ máy 2, ngày 26 tháng 11 năm 2024, tổ máy số 1 đã chính thức hòa điện thành công vào lưới điện quốc gia, đánh dấu một cột mốc quan trọng tại Dự án Nhà máy Thủy điện Ialy mở rộng. Đây không chỉ là kết quả của sự nỗ lực vượt bậc mà còn là minh chứng cho năng lực chuyên môn cao của LILAMA 10 trong việc triển khai các dự án công nghệ phức tạp. Thành công này là tiền đề quan trọng để triển khai các giai đoạn tiếp theo của dự án, đặc biệt là đẩy nhanh tiến độ phát điện Tổ máy 2, hướng tới mục tiêu đưa toàn bộ nhà máy vào vận hành đúng kế hoạch.

Tối ngày 13 tháng 12 năm 2024, vào lúc 20 giờ 28 phút, LILAMA 10 tiếp tục ghi dấu ấn trong ngành xây dựng và lắp máy khi góp phần quan trọng vào việc hòa lưới điện thành công tổ máy số 2 của Nhà máy Thủy điện Ialy Mở rộng, vượt tiến độ 18 ngày và rút ngắn tiến độ khoảng 3 tháng so với thông thường.


ISSN 2615 - 9910 (bản in), ISSN 2815 - 5505 (online)
**TẠP CHÍ CƠ KHÍ VIỆT NAM**, Số 323, tháng 12 năm 2024
**cokhivietnam.vn / tapchicokhi.com.vn**

*Lãnh đạo LILAMA 10 cùng cán bộ, công nhân viên Công ty chụp ảnh lưu niệm cùng với lãnh đạo EVN, lãnh đạo EVNPMB2.*

*Lãnh đạo chi nhánh Gia Lai thuộc Công ty cổ phần LILAMA 10 cùng kỹ sư, kỹ thuật viên tại dự án chụp ảnh trước khoảnh khắc Tổ máy 2 hoà lưới điện thành công.* ☞

Việc hòa lưới điện thành công cả hai tổ máy Thủy điện Ialy Mở rộng là một bước tiến lớn, đánh dấu sự hoàn thiện của một công trình lớn, góp phần cung cấp thêm nguồn năng lượng tái tạo ổn định và bền vững cho hệ thống điện quốc gia. Công trình khi đi vào hoạt động sẽ tăng khả năng phát điện cho hệ thống điện quốc gia, đặc biệt là trong các giờ cao điểm; góp phần tăng cường vận hành kinh tế của toàn hệ thống; tận dụng tối ưu khả năng của nguồn nước, tăng thêm sản lượng phát điện trung bình năm khoảng 233 triệu kWh/năm. Công trình cũng góp phần giảm phát thải $CO_2$; giảm bớt cường độ, thời gian làm việc của các tổ máy hiện hữu, qua đó kéo dài tuổi thọ của thiết bị, tiết kiệm chi phí bảo dưỡng, sửa chữa.

Đây cũng là minh chứng rõ nét cho năng lực vượt trội của LILAMA 10 trong lĩnh vực lắp máy thủy điện. LILAMA 10 không chỉ hoàn thành xuất sắc các nhiệm vụ phức tạp mà còn luôn giữ vững cam kết về "An toàn - Chất lượng - Tiến độ" trong mọi công trình. Sự phối hợp hiệu quả và ứng dụng những công nghệ tiên tiến đã giúp LILAMA 10 tiếp tục khẳng định vị thế hàng đầu trong ngành lắp máy tại Việt Nam.

*Chủ tịch Hội đồng quản trị LILAMA 10 - ông Đặng Văn Long (bên trái) nhận hoa, lời chúc mừng và cảm ơn từ Phó Tổng giám đốc EVN - ông Phạm Hồng Phương tại dự án.*

Thành công tại Dự án Nhà máy Thủy điện Ialy Mở rộng là niềm vinh dự, tự hào của LILAMA 10 và là nguồn động lực to lớn để Công ty tiếp tục tham gia vào các dự án trọng điểm quốc gia, góp phần nâng cao vị thế ngành Lắp máy Việt Nam trên trường quốc tế. ❖

**PV**


**ISSN 2615 - 9910 (bản in), ISSN 2815 - 5505 (online)**
**TẠP CHÍ CƠ KHÍ VIỆT NAM**, Số 323, tháng 12 năm 2024
**cokhivietnam.vn / tapchicokhi.com.vn**