

# 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 nghiêm túc của 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 chuyên gia 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 đồng bào 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 sinh, học viên cao học, ... trên Tạp chí Cơ khí Việt Nam (bản in giấy), gồm: <sup>1</sup>Cơ khí Chế tạo máy, <sup>2</sup>Cơ khí Quốc phòng, <sup>3</sup>Cơ khí Giao thông, <sup>4</sup>Cơ khí Nông-lâm nghiệp, <sup>5</sup>Cơ khí Xây dựng, <sup>6</sup>Cơ khí Thủy sản, <sup>7</sup>Cơ khí Địa chất, <sup>8</sup>Cơ khí Hóa chất, <sup>9</sup>Cơ khí Bảo quản chế biến nông lâm thủy sản, <sup>10</sup>Cơ khí Động cơ đốt trong, <sup>11</sup>Cơ khí Ô tô - Máy kéo, <sup>12</sup>Cơ khí Máy thủy khí, <sup>13</sup>Cơ khí Công nghệ nhiệt lạnh, <sup>14</sup>Cơ khí máy năng lượng, <sup>15</sup>Cơ khí Công nghệ dệt, <sup>16</sup>Cơ khí Công nghệ cắt may, <sup>17</sup>Cơ khí Cơ-điện tử, <sup>18</sup>Cơ khí Kỹ thuật hệ thống công nghiệp, <sup>19</sup>Cơ khí đào tạo nguồn nhân lực và nghiên cứu chuyên gia.

## 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 dẫn 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 tiêu 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 ký 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 - 0904 177 637 / 0982 254 665

**Email:** Tockvn.bbk@gmail.com \* **Website:** cokhivietnam.vn / tapchicokhi.com.vn

ISSN 2615 - 9910 (bản in), ISSN 2815 - 5505 (online)

TẠP CHÍ CƠ KHÍ VIỆT NAM, Số 306, tháng 8 năm 2023

cokhivietnam.vn / tapchicokhi.com.vn

**TỔNG BIÊN TẬP  
DƯƠNG THANH BÌNH**

**HỘI ĐỒNG BIÊN TẬP**

TS. **ĐỖ HỮU HẢO** (Chủ tịch)  
GS, TSKH. **BÀNH TIÊN LONG** (P. Chủ tịch)  
KS. **TẠ QUANG MAI** (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**  
TS. **LƯƠNG VĂN TIẾN**  
GS, TS. **CHU VĂN ĐẠT**  
PGS, TS. **TRẦN VĨNH HƯNG**  
PGS, TS. **ĐÀO QUANG KẾ**  
PGS, TS. **NGUYỄN VĂN BẦY**  
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**  
PGS, 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
- 304 trang
- Xuất bản mỗi tháng một kỳ
- Giá bán 50.000 đồng/quyển Tạp chí

TẠP CHÍ



ISSN 2615 - 9910 (bản in)  
ISSN 2815 - 5505 (online)

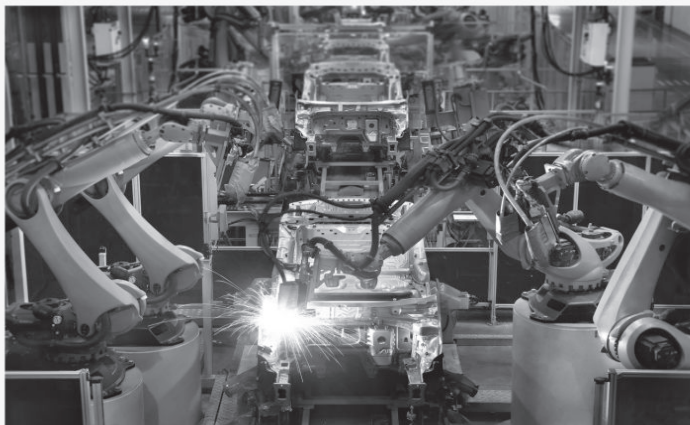
# CƠ KHÍ

VIỆT NAM

VIETNAM MECHANICAL ENGINEERING JOURNAL

CƠ QUAN CỦA TỔNG HỘI CƠ KHÍ VIỆT NAM

• <http://cokhivietnam.vn> / [tapchicokhi.com.vn](http://tapchicokhi.com.vn)



- ❖ Nghiên cứu, thiết kế máy in 3D FDM khổ rộng
- ❖ Chế tạo module chứa con lăn cho máy uốn ống
- ❖ Phân tích động học robot công nghiệp bằng lý thuyết trực vít

Số 306, tháng 8 năm 2023

Tạp chí Cơ khí Việt Nam phát hành ngày 25 tháng 8 năm 2023

## 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:** 0904 177 637 - 0982 254 465

**Email:** [teckvietnam@gmail.com](mailto:teckvietnam@gmail.com)

**Website:** [cokhivietnam.vn](http://cokhivietnam.vn) / [tapchicokhi.com.vn](http://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 919/CBC-QLBC ngày 22 tháng 8 năm 2023 của Cục Báo chí,  
Bộ Thông tin và Truyền thông

### 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:** [teck.tphcm@gmail.com](mailto:teck.tphcm@gmail.com)

**2. Tại tỉnh Quảng Ninh:**

- TS. **Hoàng Minh Thuận**  
Trường Cao đẳng Công nghiệp và Xây dựng,  
Liên Phường, Phường Đông, Uông Bí, Quảng Ninh  
**Điện thoại:** 0904 116 189  
**Email:** [minhthuan.teckvn@gmail.com](mailto:minhthuan.teckvn@gmail.com)

**3. Tại Thái Nguyên:**

- PGS, TS. **Vũ Ngọc Pi**  
Số 234 Phú Xá, TP. Thái Nguyên, tỉnh Thái Nguyên  
**Điện thoại:** 0974 905 578  
**Email:** [vungocpi@tnut.edu.vn](mailto:vungocpi@tnut.edu.vn)

- PGS, 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](mailto:nhloc@hcmut.edu.vn)

### Phóng viên thường trú:

**1. Tại Hải Phòng:**

- Lê Thế Hiệp  
**Điện thoại:** 0913 063 747  
**Email:** [daiienteck@gmail.com](mailto:daiienteck@gmail.com)

26. ThS. <b>Phạm Hồng Thao</b> , ThS. <b>Phạm Tạo</b> , ThS. <b>Lê Văn Thoại</b> : Nghiên cứu thiết kế tối ưu kết cấu an toàn lật nghiêng ô tô khách ghế ngồi Universe trên cơ sở tiêu chuẩn an toàn châu Âu ECE R66.....	143
27. <b>Trần Minh Thế Uyên, Dương Thị Vân Anh</b> : Chất lượng sản phẩm hàn hồ quang cho liên kết ống chữ T	153
28. <b>Lưu Thanh Tùng, Lê Quý Phương, Nguyễn Đức Thiên Ân, Đặng Long Khang Huy</b> : Nghiên cứu nhận diện hư hỏng bất thường trong dầm thép bằng Variational Autoencoder (VAE).....	158
29. <b>Trần Minh Thế Uyên, Dương Thị Vân Anh</b> : Biến dạng ống trong quy trình hàn hồ quang trường hợp hàn sử dụng core nổi.....	163
30. <b>Lương Văn Tới, Huỳnh Công Lớn</b> : Nghiên cứu các thông số chính của cơ cấu cắt nhỏ quả chanh dây trong hệ thống tách ruột chanh dây.....	168
31. ThS. <b>Mai Văn An</b> , ThS. <b>Bùi Sĩ Giang</b> , ThS. <b>Vũ Huy Khôi</b> , ThS. <b>Tạ Bá Dũng</b> : Nghiên cứu tính toán động lực học pháo 73mm kiểu 2A28 trên xe chiến đấu bộ binh.....	174
32. <b>Phạm Thị Thủy*</b> , <b>Nguyễn Thanh Tùng</b> : Một phương pháp gia công bánh răng trụ thân khai bằng kỹ thuật CAD/CAM/EDM.....	179
33. <b>Lương Văn Tới, Huỳnh Công Lớn</b> : Xác định các thông số hợp lý của máy sàng tách ruột chanh dây trong hệ thống máy tách ruột chanh dây.....	185
34. <b>Nguyễn Phú Sinh, Nguyễn Thị Hải Vân</b> : Phân tích động học robot công nghiệp bằng lý thuyết trục vít.....	189
35. <b>Hoàng Trọng Hiếu, Nguyễn Trần Hoài Bảo, Bùi Minh Dũng, Trần Minh Hiếu, Nguyễn Phạm Hùng Vĩ, Nguyễn Phú Sinh</b> : Thiết kế và chế tạo máy phay CNC chi phí thấp sử dụng bộ điều khiển đa nhiệm QS-H7KA	194
36. <b>Lê Thị Tuyết Nhung</b> : Mô phỏng quá trình va chạm của ba-đơ-sóc của xe ô tô vào tường thép sử dụng tương tác giữa phần mềm Moldflow và Abaqus.....	200
37. <b>Nguyễn Mai Bích Tiên, Huỳnh Phước Hiền, Nguyễn Thế Bảo*</b> : Đánh giá khả năng thu hồi nhiệt lạnh từ quá trình tái hóa khí LNG để cấp lạnh và phát điện.....	205
38. <b>Nguyễn Tiến Dũng, Trịnh Minh Hoàng, Lê Bảo Việt</b> : Sử dụng phương pháp mô phỏng số để đánh giá hiệu quả phanh của hệ thống phanh dẫn động khí nén trên xe tải.....	215
39. <b>Trần Thế Nam</b> : Ứng dụng công cụ số để đánh giá các đặc tính cháy cho động cơ sử dụng nhiên liệu kép Biodiesel và LNG.....	222
40. <b>Nguyễn Thị Lan Anh, Trần Thanh Hải, Đặng Thị Lý</b> : Nghiên cứu thiết kế quy trình công nghệ chế tạo lụa từ sợi tơ sen tại Việt Nam.....	231
41. ThS. <b>Trần Đình Kiên</b> , TS. <b>Phan Thế Sơn</b> , TS. <b>Nguyễn Hanh Hoàn</b> : Tính toán thiết kế mẫu cơ cấu bảo hiểm quán tính sử dụng trong vũ khí chống tăng.....	237
42. <b>Lê Thị Tuyết Nhung</b> : Mô phỏng vết nứt và sự lan truyền vết nứt trên dầm đối với dầm kim loại chữ I trên kết cấu máy bay.....	242
43. ThS. <b>Nguyễn Đức Toàn</b> , GS, TS. <b>Đỗ Đức Tuấn</b> : Kiểm định giả thuyết thống kê có tham số, một mẫu trong đánh giá độ tin cậy của phương tiện đường sắt.....	246
44. <b>Nguyễn Văn Quang*</b> , <b>Nguyễn Thanh Tùng</b> : Tính toán, thiết kế và xây dựng mô hình hệ thống phun sương dập bụi cho lò chợ khai thác than.....	256
45. <b>Nguyễn Thị Hải Vân</b> : Phân tích uốn tĩnh của vỏ hai độ cong có lỗ rỗng sử dụng phần tử hữu hạn.....	262
46. <b>Nguyễn Thu Thủy</b> : Nghiên cứu thiết kế quy trình công nghệ chế tạo vải dầy tại Việt Nam.....	269
47. <b>Lê Phan Hoàng Chiêu</b> : Thiết bị hỗ trợ quét cặng bàn chân ba chiều với máy quét quay 360 độ sử dụng ánh sáng trắng.....	275
48. <b>Nguyễn Thu Thủy, Nguyễn Thị Lan Anh</b> : Nghiên cứu thiết kế quy trình công nghệ đo chất lượng vải đũi bằng thiết bị Tester.....	282
49. TS. <b>Phạm Hữu Truyền</b> , TS. <b>Lưu Đức Lịch</b> : Phân tích độ ổn định chuỗi: Ứng dụng cho hệ thống theo dõi xe tự động.....	287
50. <b>Thân Văn Toàn, Nguyễn Mạnh Dũng, Vũ Tú Nam, Đào Mạnh Lân</b> : Dao động riêng của tấm có chiều dày biến đổi.....	292

#### DOANH NGHIỆP – DOANH NHÂN (299-300)

- Hoàn thành EPC dự án kênh đào "Panama" Việt Nam, LILAMA 10 viết tiếp truyền thống vẻ vang.....	299
--	-----

# MỘT PHƯƠNG PHÁP GIA CÔNG BÁNH RĂNG TRỤ THÂN KHAI BẰNG KỸ THUẬT CAD/CAM/EDM

## ONE METHOD OF MANUFACTURING CYLINDER INVOLUTE GEAR BY USING CAD/CAM/EDM TECHNOLOGY

Phạm Thị Thủy\*, Nguyễn Thanh Tùng  
Khoa Cơ – Điện, Trường Đại học Mở – Địa chất

### TÓM TẮT

Nội dung bài báo trình bày một phương pháp ứng dụng công nghệ CAD/CAM/EDM để thiết kế và chế tạo bánh răng trụ thân khai. Bằng việc ứng dụng kỹ thuật CAD/CAM và các phương trình toán học, bài báo đã đưa ra được phương trình bề mặt bánh răng thân khai, từ đó xây dựng được đường chạy dao gia công bánh răng bằng phương pháp cắt dây (EDM). Kết quả gia công cho thấy sai lệch profile của bánh răng gia công theo phương pháp này có dung sai nhỏ hơn 0,01 mm. Sai số này phù hợp với yêu cầu kỹ thuật của bánh răng đang ứng dụng trong thực tế.

**Từ khóa:** CAD; CAM; EDM; Bánh răng thân khai.

### ABSTRACT

The content of the article presents a method of applying CAD/CAM/EDM technology to design and manufacture gears. By applying CAD/CAM techniques and mathematical equations, the article has given the equation of the involute gear surface. Thereby building the toolpath program for gear machining by wire cutting method (EDM). The machining results show that the profile deviation of the gears machined by this method has a tolerance of less than 0.01 mm. This tolerance is consistent with the technical requirements of the gears.

**Keywords:** CAD; CAM; EDM; Involute gear.

### 1. ĐẶT VẤN ĐỀ

Gia công chế tạo máy, truyền động bánh răng chiếm một vị trí rất quan trọng, chúng là những cơ cấu đóng vai trò chủ yếu trong hầu hết các máy. Có rất nhiều các loại bánh răng khác nhau, trong đó bánh răng trụ thân khai là loại phổ biến nhất [5]. Các bánh răng chủ yếu được gia công trên các máy cắt răng chuyên dùng. Trong thực tế, nhiều khi chúng ta gặp

phải các bánh răng phi tiêu chuẩn, việc đầu tư các máy móc cũng như dụng cụ chuyên dùng để gia công các bánh răng này sẽ gây lãng phí. Ở nước ta hiện nay, công nghệ CAD/CAM/EDM đang được sử dụng khá rộng rãi. Một vấn đề được đặt ra đó là nếu ứng dụng được công nghệ CAD/CAM/EDM trong việc thiết kế và chế tạo bánh răng thì sẽ đem lại rất nhiều lợi ích [6]:





- Sử dụng các loại dụng cụ vạn năng rẻ tiền.
- Có thể gia công được các bánh răng phi tiêu chuẩn mà không cần đầu tư máy móc cũng như các dụng cụ gia công răng chuyên dùng.
- Không có hiện tượng cắt lẹm chân răng. Có thể tối ưu hóa góc lượn chân răng để tăng độ bền.

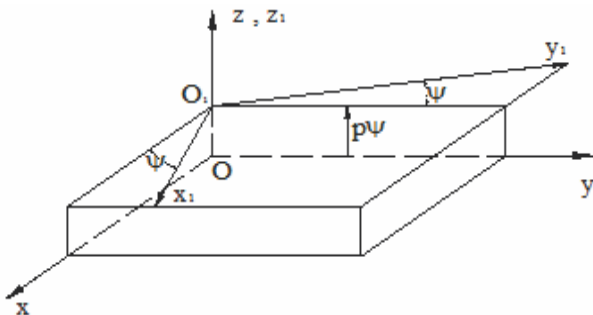
Bài báo này trình bày một phương pháp gia công bánh răng trụ thân khai bằng ứng dụng công nghệ CAD/CAM/EDM, từ đó đưa ra đánh giá về hiệu quả của phương pháp.

## 2. XÂY DỰNG MÔ HÌNH TOÁN CHO BỀ MẶT BÁNH RĂNG

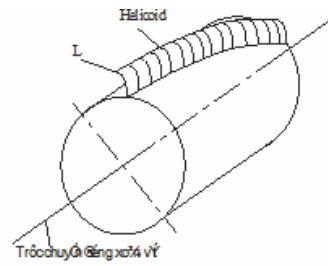
### 2.1. Mô hình toán bề mặt bánh răng trụ thân khai

Để thiết lập phương trình, ta dùng hai hệ trục tọa độ: Hệ trục tọa độ Oxyz là hệ trục tọa độ cố định; Hệ trục  $O_1x_1y_1z_1$  là hệ trục chuyển động gắn với đường thân khai (Hình 1) mà biểu diễn sự chuyển động xoắn vít có quan hệ với hệ cố định.

Giả sử rằng mặt phẳng cong L được biểu diễn trong hệ tọa độ  $O_1(x_1, y_1, z_1)$  bằng phương trình (Hình 2):  $x_1 = x_1(\theta)$ ;  $y_1 = y_1(\theta)$ ;  $z_1 = 0$ ;  $\theta_1 \leq \theta \leq \theta_2$ .



Hình 1. Hệ trục tọa độ Oxyz và  $O_1x_1y_1z_1$



Hình 2. Mặt Helicoid

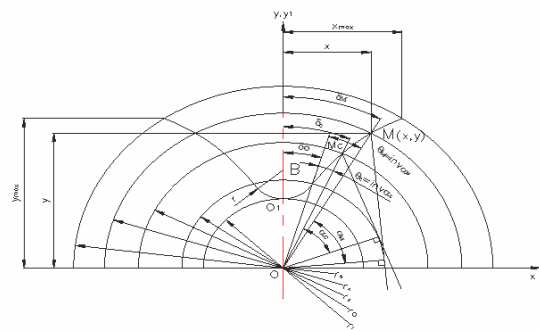
Trong đó, tham số  $\theta$  là biến số độc lập. Bề mặt biểu diễn được xác định trong hệ tọa độ Oxyz bằng phương trình sau [1]:  $r = M_1.r_1$ .

$$\text{với } r = \begin{bmatrix} x \\ y \\ z \\ 1 \end{bmatrix}; r_1 = \begin{bmatrix} x_1(\theta) \\ y_1(\theta) \\ z_1(\theta) \\ 1 \end{bmatrix};$$

$$M_1 = \begin{bmatrix} \cos \psi & -\sin \psi & 0 & 0 \\ \sin \psi & \cos \psi & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 1 & p\psi \\ 0 & 0 & 0 & 1 \end{bmatrix} \quad (1)$$

$$r = M_1.r_1 \rightarrow \begin{cases} x = x_1(\theta).\cos \psi - y_1(\theta).\sin \psi \\ y = x_1(\theta).\sin \psi + y_1(\theta).\cos \psi \\ z = p.\psi \end{cases} \quad (2)$$

Phương trình này biểu diễn một mặt cong Helicoid với hai tham số  $\theta$  và  $\psi$ , do đó một điểm trên bề mặt sẽ xác định bởi giá trị của  $\psi$  và  $\theta$ :



Hình 3. Sơ đồ tính profin bánh răng thân khai

Với:  $r_0$  là bán kính vòng cơ sở;  $r_c$  là bán kính vòng chia;  $r_x$  là bán kính ứng với điểm M bất kỳ trên prôfin;  $r_e$  là bán kính đỉnh răng;  $r_1$  là bán kính chân răng.

Xét một điểm  $M(x,y)$  trên prôfin thân khai phía phải của bánh răng có bán kính  $r_x$ . Tọa độ điểm M được xác định thông qua phương trình tham số như sau [2], [3], [6]:

$$\begin{cases} x_M = r_x \cdot \sin \delta_x = r_x \cdot \sin(\delta_0 + \theta_x) \\ y_M = r_x \cdot \cos \delta_x = r_x \cdot \cos(\delta_0 + \theta_x) \end{cases} \quad (3)$$

Trong đó:  $\theta_x = \text{inv} \alpha_x$

$$r_x = \frac{r_o}{\cos \alpha_x} \Rightarrow \alpha_x = \arccos(r_o/r_x) \quad (4)$$

$$\delta_0 = \delta_c - \text{inv} \alpha_c \quad \delta_c = \frac{S_c}{2r_c} = \frac{\pi \cdot m}{2 \cdot 2 \cdot r_c}$$

Từ đó, ta có:

$$\begin{cases} x = r_x \cdot [\sin(\theta_x + \delta_0) \cdot \cos \psi - \cos(\theta_x + \delta_0) \cdot \sin \psi] \\ y = r_x \cdot [\sin(\theta_x + \delta_0) \cdot \sin \psi + \cos(\theta_x + \delta_0) \cdot \cos \psi] \end{cases} \quad (5)$$

$$\Rightarrow \begin{cases} x = r_x \cdot [\sin(\theta_x + \delta_0 - \psi)] \\ y = r_x \cdot [\cos(\theta_x + \delta_0 - \psi)] \end{cases} \quad (6)$$

Phương trình tổng quát của biên dạng thân khai phía phải có dạng:

$$\begin{cases} x = r_x \cdot \sin \left\{ \left( \text{tg} \left( \arccos \frac{r_0}{r_x} \right) \right) - \left( \arccos \frac{r_0}{r_x} \right) + \delta_0 - \psi \right\} \\ y = r_x \cdot \cos \left\{ \left( \text{tg} \left( \arccos \frac{r_0}{r_x} \right) \right) - \left( \arccos \frac{r_0}{r_x} \right) + \delta_0 - \psi \right\} \\ z = p \cdot \psi \end{cases} \quad (7)$$

Phương trình mặt xoắn vít phụ thuộc 2 tham số  $\psi$  và  $r_x$ :

$$0 \leq \psi \leq \psi_{\max}; r_0 \leq r_x \leq r_e \quad (8)$$

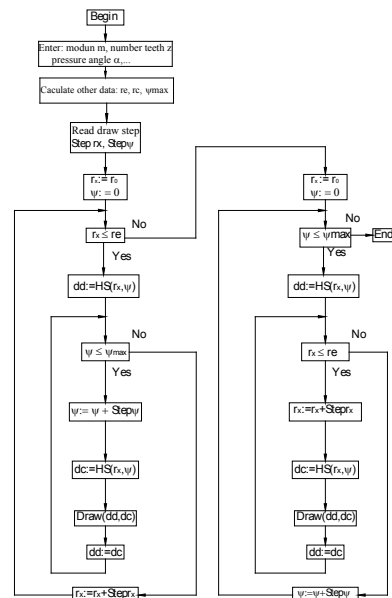
Bằng cách tương tự, ta xây dựng được phương trình của biên dạng thân khai phía trái có dạng như sau:

$$\begin{cases} x = -r_x \cdot \sin \left\{ \left( \text{tg} \left( \arccos \frac{r_0}{r_x} \right) \right) - \left( \arccos \frac{r_0}{r_x} \right) + \delta_0 + \psi \right\} \\ y = r_x \cdot \cos \left\{ \left( \text{tg} \left( \arccos \frac{r_0}{r_x} \right) \right) - \left( \arccos \frac{r_0}{r_x} \right) + \delta_0 + \psi \right\} \\ z = p \cdot \psi \end{cases} \quad (9)$$

## 2.2. Chương trình xác định bánh răng trụ thân khai

Từ các phương trình (7), (9) và điều kiện (8), ta xác định được sơ đồ thuật toán.

Bánh răng mẫu cần vẽ có các thông số như sau: Mô đun  $m = 10$ ; số răng  $Z = 17$ ; góc áp lực trên vòng chia  $\alpha = 20^\circ$ .



## Chương trình AUTLOLIST vẽ bánh răng

```
(defun grinfo()
(setq m (getreal "\nMô đun pháp mn: "))
(setq gak (getreal "\nGóc áp lực : "))
(setq bta (getreal "\n Goc nghieng cua rang: "))
)
.....
(
(cal)
(draw)
(draw1)
(draw2)
(draw3)
(command "circle" '(0 0 0) re)
(command "zoom" "e"))
```

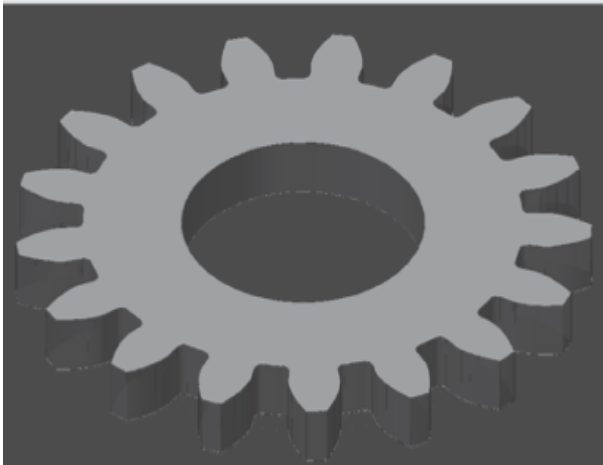
## Mô hình bánh răng trụ thân khai được xây dựng qua các bước sau:

Bước 1: Tải chương trình vào môi trường Autocad.

Bước 2: Tạo biên dạng 2D.

Bước 3: Tạo biên dạng 3D.

Kết quả bánh răng như hình 4.



Hình 4. Bánh răng thân khai

Bánh răng sau khi thiết kế hoàn thiện trong môi trường 3D sẽ được sử dụng vào tiếp trong kỹ thuật CAM mô phỏng gia công trước khi gia công trên các máy CNC.

## 3. THỰC NGHIỆM VÀ KIỂM TRA

### 3.1. Tạo chương trình NC cắt dây biên dạng răng và gia công bánh răng

Thông số bánh răng: Mô đun  $m = 10$ ; Số răng  $Z = 17$ ; Góc áp lực trên vòng chia  $\alpha = 17^\circ$ .

Chọn máy cắt dây DK7730: Tốc độ gia công tối đa: 120 (mm<sup>2</sup>/phút); Độ bóng bề mặt tốt nhất:  $Ra = 2,5$  ( $\mu\text{m}$ ); Độ chính xác gia công: 0,015 (mm).

Điện áp đánh tia lửa điện  $U_i = 90$  (vôn); Độ kéo dài xung  $t_i = 0,5$  (giây).

Khoảng cách xung  $t_0$ : Chọn  $t_0 = 10$  (giây); Tốc độ cắt 110 (mm<sup>2</sup>/phút).

Điện cực là dây môlipden đường kính 0,18 (mm).

Quá trình tạo chương trình NC và gia công bánh răng được thực hiện theo các bước:

Bước 1: Xuất vẽ bánh răng 2D từ Autocad sang môi trường Mastercam.

Bước 2: Thiết lập đường dụng cụ.

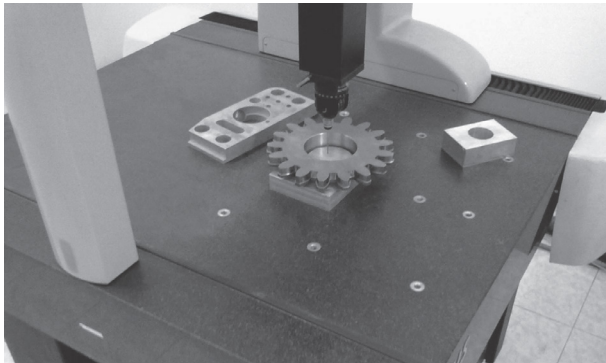
Bước 3: Xuất file NC cắt dây bánh răng trụ thân khai răng thẳng.

Bước 4: Cài đặt phôi trên máy.

Bước 5: Nhập chương trình gia công vào máy cắt dây và gia công.



Hình 5. Cắt dây biên dạng răng



Hình 6. Đo bánh răng trên máy đo tọa độ

### 3.2. Kiểm tra bánh răng trụ thân khai răng thẳng bằng máy đo tọa độ

Các bước quá trình đo và thuật toán kiểm tra:

Bước 1: Chuyển tọa độ các điểm đo từ gốc tọa độ máy ( $X_m, Y_m$ ) sang gốc tọa độ chi tiết ( $X_p, Y_p$ ).

Bước 2: Tính bán kính  $r_x$  tại mỗi điểm đo theo công thức  $r_{xi} = \sqrt{X_{pi}^2 + Y_{pi}^2}$  và so sánh với  $r_0$  để loại bỏ những điểm mà  $r_x < r_0$ .

Bước 3: Vẽ lại tọa độ các điểm đo trên phần mềm Autocad, vẽ đường tròn cơ sở bán kính  $r_0 = r \cdot \cos\alpha$ . Tại mỗi điểm đo, ta dựng hình

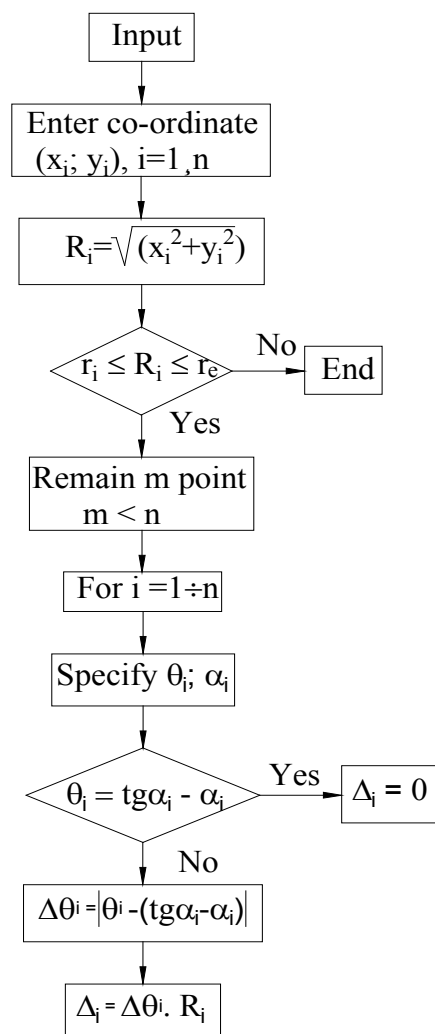
xác định góc hàm thân khai và góc áp lực tại điểm x là  $\theta_x$  và  $\alpha_x$ .

Bước 4: Tính giá trị  $\text{tg}\alpha_x - \alpha_x$  và so sánh với  $\theta_x$ . Điểm x nằm trên đường thân khai của vòng tròn cơ sở ( $O, r_0$ ) khi tọa độ của nó thỏa mãn phương trình của đường thân khai:  $\theta_x = \text{tg}\alpha_x - \alpha_x$ . Sai số góc  $\theta_x$  là  $\Delta\theta_x = \theta_x - (\text{tg}\alpha_x - \alpha_x)$ .

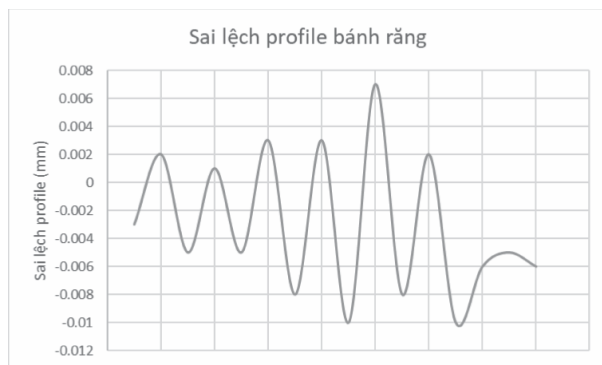
Bước 5: Tính sai số tại mỗi điểm đo.

$$\Delta = r_x \cdot \Delta\theta_x$$

#### Thuật toán kiểm tra







Hình 7. Sai số profile răng

Hình 7 thể hiện sai số profile răng của bánh răng cắt dây, sai số lớn nhất đạt 0,01 mm. Sai lệch được thể hiện cả sai số dương và sai số âm. Điều này giải thích được do sai số của bước cắt dây. Với sai số này thì chất lượng chế tạo bằng phương pháp EDM đáp ứng được yêu cầu.

#### 4. KẾT LUẬN

Nội dung bài báo đã xây dựng được mô hình toán bề mặt bánh răng thân khai. Từ đó, xây dựng được chương trình Aulolist để vẽ bánh răng. Quá trình thực nghiệm gia công dựa trên phương pháp cắt dây (EDM) cho sai lệch

profile biên dạng răng không quá 0,01 mm. Sai số này đáp ứng yêu cầu kỹ thuật về chế tạo bánh răng. ❖

Ngày nhận bài: **23/5/2023**

Ngày phản biện: **12/6/2023**

#### Tài liệu tham khảo:

- [1]. Chironis N. P; “*Gear Design and Application*”, McGraw-Hill, New York, 1967, pp. 375.
- [2]. B. M. H., Lê Cung; “*Phương pháp thiết lập đường chạy dao gia công cho máy phay CNC ba trục*”, Tạp chí Khoa học và Công nghệ, Trường Đại học Bách khoa, Đại học Đà Nẵng, vol. 2, 2009.
- [3]. Katori H., Yokogawa K. and Hayashi T., “*A simplified edsynthetic design method of pitch curves based on motion specifications for noncircular gears*”. Trans. Jap. Soc. Mech. Engng, 60 (570) (1994) 668–674.
- [4]. Trần Văn Địch, “*Công nghệ gia công CNC*”, NXB. Khoa học Kỹ thuật, 2003.
- [5]. Đinh Gia Tường; “*Nguyên lý máy*”; NXB. Khoa học Kỹ thuật.
- [6]. Nguyễn Trọng Hiệp; “*Chi tiết máy*”; NXB. Giáo dục, 1999.