



**Tạp chí**

**NGHIÊN CỨU KHOA HỌC**

**ĐẠI HỌC SAO ĐỎ**

**SCIENTIFIC JOURNAL - SAO DO UNIVERSITY**

P. ISSN 1859-4190  
E. ISSN 2815-553X

SỐ 2 (81) 2023

TẠP CHÍ NGHIÊN CỨU KHOA HỌC

P.ISSN 1859-4190 - E.ISSN 2815-553X



**BỘ CÔNG THƯƠNG**  
**TRƯỜNG ĐẠI HỌC SAO ĐỎ**

Địa chỉ:

- Số 1: Số 76, Nguyễn Thị Duệ, Thái Học 2, phường Sao Đỏ, thành phố Chí Linh, tỉnh Hải Dương.
- Số 2: Số 72, đường Nguyễn Thái Học, phường Thái Học, thành phố Chí Linh, tỉnh Hải Dương.
- Điện thoại: (02220) 3882 269 Fax: (02220) 3882 921 Website: <http://saodo.edu.vn> Email: [info@saodo.edu.vn](mailto:info@saodo.edu.vn)

P. ISSN 1859-4190  
E. ISSN 2815-553X



**Tạp chí Sao Đỏ**

Trường Đại học Sao Đỏ.

Số 76, Nguyễn Thị Duệ, Thái Học 2, phường Sao Đỏ, thành phố Chí Linh, tỉnh Hải Dương.

Điện thoại: (0220) 3587213; Fax: (0220) 3882 921; Hotline: 0912 107858/0936 847980.

Website: <http://tapchikhcn.saodo.edu.vn>/Email: [tapchikhcn@saodo.edu.vn](mailto:tapchikhcn@saodo.edu.vn).

Giấy phép xuất bản số: 620/GP-BTTTT ngày 17/9/2021 của Bộ Thông tin và Truyền thông.  
In 2.000 bản, khổ 21 x 29,7cm, tại Công ty TNHH In Trẻ Xanh, cấp ngày 17/02/2011.

# THẺ LỆ GỬI BÀI

## TẠP CHÍ NGHIÊN CỨU KHOA HỌC, TRƯỜNG ĐẠI HỌC SAO ĐỎ

P. ISSN 1859-4190  
E. ISSN 2815-553X

### Tổng Biên tập

TS. Đỗ Văn Đĩnh

### Phó Tổng biên tập

TS. Nguyễn Thị Kim Nguyễn

### Thư ký Tòa soạn

TS. Ngô Hữu Mạnh

### Hội đồng Biên tập

NGND.TS. Đinh Văn Nhung - Chủ tịch Hội đồng

GS.TS. Phạm Thị Ngọc Yến

PGS.TSKH. Trần Hoài Linh

PGS.TS. Nguyễn Quốc Cường

PGS.TS. Nguyễn Văn Liên

GS.TSKH. Trần Ngọc Hoàn

GS.TSKH. Bành Tiến Long

GS.TS. Trần Văn Địch

GS.TS. Phạm Minh Tuấn

PGS.TS. Nguyễn Đoàn Ý

GS.TS. Đinh Văn Sơn

PGS.TS. Trần Thị Hà

PGS.TS. Trương Thị Thủy

TS. Vũ Quang Thập

PGS.TS. Nguyễn Thị Bất

GS.TS. Đỗ Quang Kháng

TS. Bùi Văn Ngọc

PGS.TS. Ngô Sỹ Lương

PGS.TS. Khuất Văn Ninh

GS.TSKH. Phạm Hoàng Hải

PGS.TS. Đoàn Ngọc Hải

PGS.TS. Nguyễn Ngọc Hà

GS.TS. Yu Ming Zhang

TS. Nguyễn Văn Anh

### Ban Biên tập

ThS. Đoàn Thị Thu Hằng - Trưởng ban

ThS. Đào Thị Vân

### Editor-in-Chief

Dr. Do Van Dinh

### Vice Editor-in-Chief

Dr. Nguyen Thi Kim Nguyen

### Office Secretary

Dr. Ngo Huu Manh

### Editorial Board

People's Teacher, Dr. Dinh Van Nhung - Chairman

Prof. Dr. Phạm Thị Ngọc Yến

Assoc. Prof. Dr. Trần Hoài Linh

Assoc. Prof. Dr. Nguyễn Quốc Cường

Assoc. Prof. Dr. Nguyễn Văn Liên

Prof. Dr. Sc. Trần Ngọc Hoàn

Prof. Dr. Sc. Bành Tiến Long

Prof. Dr. Trần Văn Địch

Prof. Dr. Phạm Minh Tuấn

Assoc. Prof. Dr. Nguyễn Đoàn Ý

Prof. Dr. Đinh Văn Sơn

Assoc. Prof. Dr. Trần Thị Hà

Assoc. Prof. Dr. Trương Thị Thủy

Dr. Vũ Quang Thập

Assoc. Prof. Dr. Nguyễn Thị Bất

GS.TS. Đỗ Quang Kháng

Prof. Dr. Do Quang Kháng

Dr. Bùi Văn Ngọc

Assoc. Prof. Dr. Ngô Sỹ Lương

Assoc. Prof. Dr. Khuất Văn Ninh

Prof. Dr. Sc. Phạm Hoàng Hải

Assoc. Prof. Dr. Đoàn Ngọc Hải

Assoc. Prof. Dr. Nguyễn Ngọc Hà

Prof. Dr. Yu Ming Zhang

Dr. Nguyễn Văn Anh

### Editorial

MSc. Đoàn Thị Thu Hằng - Head

MSc. Đào Thị Vân

### Địa chỉ Tòa soạn:

Trường Đại học Sao Đỏ.

Số 76, Nguyễn Thị Duệ, Thái Học 2, phường Sao Đỏ, thành phố Chí Linh, tỉnh Hải Dương.

Điện thoại: (0220) 3587213, Fax: (0220) 3882 921, Hotline: 0912.107858/0936.847980.

Website: <http://tapchikhn.saodo.edu.vn/> / Email: [tapchikhn@saodo.edu.vn](mailto:tapchikhn@saodo.edu.vn).

Giấy phép xuất bản số: 620/GP-BTTTT ngày 17/9/2021 của Bộ Thông tin và Truyền thông.  
In 2.000 bản, khổ 21 x 29,7cm, tại Công ty TNHH In Tre Xanh, cấp ngày 17/02/2011.

Tạp chí Nghiên cứu Khoa học, Trường Đại học Sao Đỏ (P. ISSN 1859-4190, E. ISSN 2815-553X), thường xuyên công bố kết quả, công trình nghiên cứu khoa học và công nghệ của các nhà khoa học, cán bộ, giảng viên, nghiên cứu sinh, học viên cao học, sinh viên ở trong và ngoài nước.

1. Tạp chí xuất bản 01 số/quý bằng hai ngôn ngữ tiếng Việt và tiếng Anh. Tạp chí nhận đăng các bài báo khoa học thuộc các lĩnh vực: Điện - Điện tử - Tự động hóa; Cơ khí - Động lực; Kinh tế; Triết học - Xã hội học - Chính trị học; Các lĩnh vực khác gồm: Công nghệ thông tin; Hóa học - Công nghệ thực phẩm; Ngôn ngữ học; Toán học; Vật lý; Văn hóa - Nghệ thuật - Thể dục thể thao...

2. Bài nhận đăng là những công trình nghiên cứu khoa học chưa công bố trong bất kỳ ấn phẩm khoa học nào. 3. Tòa soạn chỉ nhận bài báo gửi online trên website <http://tapchikhn.saodo.edu.vn>. Bài báo gửi về toà soạn dưới dạng file điện tử (.doc \*.docx và \*.pdf); cuối bài báo, tác giả ghi rõ thông tin địa chỉ liên hệ, số điện thoại, email và cập nhật thông tin trên website. Bài báo phải được trình bày đúng định dạng, rõ ràng; Trường hợp bài báo phải chỉnh sửa theo thể lệ hoặc theo yêu cầu của Phán biên thì tác giả sẽ cập nhật trên website. Người phản biện sẽ do toà soạn mời. Toà soạn không gửi lại bài nếu không được đăng.

4. Các công trình thuộc đề tài nghiên cứu có Cơ quan quản lý cần kèm theo giấy phép cho công bố của cơ quan (Tên đề tài, mã số, tên chủ nhiệm đề tài, cấp quản lý,...).

5. Tên bài báo trình bày bằng hai ngôn ngữ (tiếng Việt và tiếng Anh), font Arial, cỡ chữ 14, in đậm, căn giữa.

6. Tên tác giả (không ghi học hàm, học vị), font Arial, cỡ chữ 10, in đậm, căn lề phải; cơ quan công tác của các tác giả, font Arial, cỡ chữ 9, in nghiêng, căn lề phải.

7. Chữ "Tóm tắt" in đậm, font Arial, cỡ chữ 10; Nội dung tóm tắt của bài báo không quá 10 dòng, trình bày bằng hai ngôn ngữ (tiếng Việt và tiếng Anh), font Arial, cỡ chữ 10, in thường.

8. Chữ "Từ khóa" in đậm, nghiêng, font Arial, cỡ chữ 10; Có từ 03÷05 từ khóa, font Arial, cỡ chữ 10, in nghiêng, ngăn cách nhau bởi dấu chấm phẩy, cuối cùng là dấu chấm.

9. Nội dung bài báo viết bằng tiếng Việt hoặc tiếng Anh; Nếu là bài báo viết bằng tiếng Việt: Tiêu đề tiếng Việt trước, tiếng Anh sau; Tóm tắt tiếng Việt trước, tiếng Anh sau; Từ khóa tiếng Việt trước, tiếng Anh sau; Nội dung bài báo viết bằng tiếng Anh: Tiêu đề tiếng Anh trước, tiếng Việt sau; Tóm tắt tiếng Anh trước, tiếng Việt sau; Từ khóa tiếng Anh trước, tiếng Việt sau.

10. Bài báo được đánh máy trên khổ giấy A4 (21 x 29,7cm) có độ dài không quá 8 trang, font Arial, cỡ chữ 10, giãn dòng At least 12pt, Before 3pt, After 3pt; căn lề trên 2.5cm, dưới 2.5cm, trái 3cm, phải 2cm; hình vẽ phải rõ ràng, đủ nét và được định dạng dưới dạng file ảnh (.jpg); Phương trình, công thức phải soạn thảo bằng MathType hoặc Equation; Phần nội dung bài báo được chia thành 02 cột, khoảng cách cột là 1cm; Trong trường hợp hình vẽ, hình ảnh có kích thước lớn, bảng biểu có độ rộng lớn hoặc công thức, phương trình dài thì cho phép trình bày dưới dạng 01 cột.

11. Tài liệu tham khảo được sắp xếp theo thứ tự tài liệu được trích dẫn trong bài báo.  
- Nếu là sách/luận án: Tên tác giả (năm), Tên sách/luận án/luận văn, Nhà xuất bản/Trường/Viện, lần xuất bản/tái bản.

- Nếu là bài báo/báo cáo khoa học: Tên tác giả (năm), Tên bài báo/báo cáo, Tạp chí/Hội nghị/Hội thảo, Tập/Kỳ yếu, số, trang.

- Nếu là trang web: Phải trích dẫn đầy đủ tên website và đường link, ngày cập nhật.

12. Định dạng mẫu bài báo tham khảo tại địa chỉ [http://tapchikhn.saodo.edu.vn/news/detail/198/format\\_paper](http://tapchikhn.saodo.edu.vn/news/detail/198/format_paper)  
Bài báo sau khi xuất bản sẽ được công bố trên <http://tapchikhn.saodo.edu.vn>.

### THÔNG TIN LIÊN HỆ:

Ban Biên tập Tạp chí Nghiên cứu Khoa học, Trường Đại học Sao Đỏ

Phòng 203, Tầng 2, Nhà B1, Trường Đại học Sao Đỏ.

Địa chỉ: Số 76, Nguyễn Thị Duệ, Thái Học 2, phường Sao Đỏ, thành phố Chí Linh, tỉnh Hải Dương.

Điện thoại: (0220) 3587213, Fax: (0220) 3882921, Hotline: 0912 107858/0936 847980.

Website: <http://tapchikhn.saodo.edu.vn>

Email: [tapchikhn@saodo.edu.vn](mailto:tapchikhn@saodo.edu.vn)

Tạp chí Nghiên cứu Khoa học, Trường Đại học Sao Đỏ, Số 2 (81) 2023

#### LIÊN NGÀNH ĐIỆN - ĐIỆN TỬ - TỰ ĐỘNG HÓA

- Ứng dụng các mô hình tính toán lượng tử phối hợp với thuật toán one - versus - all để xây dựng công cụ nhận dạng và phân loại 5 Trần Hoài Linh
- Ứng dụng xử lý ảnh và mô hình faster P-CNN trong hệ thống chẩn đoán lỗi chi tiết sản phẩm cơ khí 12 Đỗ Văn Đình  
Phạm Văn Nam  
Nguyễn Văn Thành  
Nguyễn Huy Nam  
Nguyễn Văn Dũng
- Ứng dụng học sâu trong phát hiện bệnh trên cây lúa sử dụng YOLOv5 19 Trịnh Công Đồng  
Mạc Tuấn Anh  
Giáp Đăng Khánh  
Nguyễn Thanh Hoàng  
Nguyễn Trọng Các  
Bùi Đăng Thành
- Nghiên cứu hiệu quả thay thế động cơ phòng nổ không đồng bộ 3 pha bằng động cơ đồng bộ nam châm vĩnh cửu khởi động trực tiếp 24 Trần Hữu Phúc  
Trần Thanh Tuyền  
Trần Hữu Phan  
Nguyễn Trọng Các

#### NGÀNH CÔNG NGHỆ THÔNG TIN

- Phân lớp người dùng tiềm năng của hệ thống học trực tuyến vuihoc 29 Hoàng Thị Ngọc Diệp  
Trần Duy Khánh  
Phạm Huy Hoàng  
Trần Đình Khang

#### LIÊN NGÀNH CƠ KHÍ - ĐỘNG LỰC

- Nghiên cứu ảnh hưởng của chế độ cắt đến độ nhám bề mặt khi gia công vật liệu hợp kim đồng - Crom (C18150) trên máy phay CNC cao tốc 37 Mạc Văn Giang
- Ứng dụng mô phỏng số kết hợp với công nghệ Synchronous trong thiết kế và tối ưu hóa cơ cấu Cam 44 Nguyễn Văn Hình  
Mạc Văn Giang
- Nghiên cứu khí động học trên xe ô tô 50 Đỗ Tiến Quyết  
Nguyễn Lương Căn  
Lê Đức Thắng

Xác định thông số công nghệ may tối ưu cho đường may 301 trên quan điểm giảm thiểu độ trượt trên vải tơ tằm

55 Nguyễn Thị Hiền  
Tạ Văn Hiến  
Đỗ Thị Tàn

### NGÀNH TOÁN HỌC

Tính chất toán tử tích chập của phép biến đổi Fourier cosine và Laplace

61 Nguyễn Kiều Hiền

### NGÀNH KINH TẾ

Chính sách an sinh xã hội đối nông dân Việt Nam, kinh nghiệm từ Trung Quốc

67 Phạm Thị Hồng Hoa  
Nguyễn Minh Tuấn

Giải pháp thúc đẩy thực hành ESG (Environmental - Social - Governance) tại doanh nghiệp

75 Nguyễn Thị Ngọc Mai  
Trần Thị Hằng

Nghiên cứu các nhân tố ảnh hưởng đến thu nhập của người lao động tại các khu công nghiệp tỉnh Hải Dương

83 Nguyễn Thị Huệ

Thực trạng chuyển đổi số ngành ngân hàng tại Việt Nam

89 Lương Thị Hoa

### LIÊN NGÀNH HÓA HỌC - CÔNG NGHỆ THỰC PHẨM

Tổng hợp, nghiên cứu tính chất quang học và độ bền của tế bào năng lượng mặt trời dựa trên vật liệu cluster và perovskite

96 Phạm Thị Điệp

### NGÀNH GIÁO DỤC

Nâng cao chất lượng dạy học các học phần thực hành cho sinh viên khối ngành kỹ thuật tại Trường Đại học Sao Đỏ

104 Phạm Thị Hường  
Nguyễn Thị Phương Oanh  
Nguyễn Thị Hồng Nhung

### LIÊN NGÀNH TRIẾT HỌC - XÃ HỘI HỌC - CHÍNH TRỊ HỌC

Tư tưởng Hồ Chí Minh về sử dụng trí thức yêu nước của xã hội cũ phục vụ sự nghiệp kháng chiến, kiến quốc - sự vận dụng của Đảng Cộng sản Việt Nam trong thời kỳ đổi mới đất nước

111 Phạm Văn Dự  
Vũ Văn Chương

Vận dụng tư tưởng Hồ Chí Minh về văn hóa vào xây dựng lối sống văn hóa cho sinh viên Việt Nam hiện nay

117 Phùng Thị Lý

Sự vận dụng tư tưởng Hồ Chí Minh về giáo dục của Đảng trong đổi mới giáo dục đại học ở Việt Nam hiện nay

123 Nguyễn Thị Hải Hà

**TITLE FOR ELECTRICITY - ELECTRONICS - AUTOMATION**

- Application of quantum computation models and one-versus-all approach to implement multi-class pattern recognition solutions 5 Tran Hoai Linh
- Application of image processing and faster R-CNN network model in error diagnosis system for mechanical product components 12 Do Van Dinh  
Pham Van Nam  
Nguyen Van Thanh  
Nguyen Huy Nam  
Nguyen Van Dung
- Using deep learning for rice leaf diseases detection using YOLOv5 19 Trinh Cong Dong  
Mac Tuan Anh  
Giap Dang Khanh  
Nguyen Thanh Huong  
Nguyen Trong Cac  
Bui Dang Thanh
- Effectiveness research replacement of explosion – proof ventilation fan asynchronous motor 3 phase by line-start permanent magnet synchronous motor 24 Tran Huu Phuc  
Tran Thanh Tuyen  
Tran Huu Phan  
Nguyen Trong Cac

**TITLE FOR INFORMATION TECHNOLOGY**

- Classify potential users of online learning system vuihoc 29 Hoang Thi Ngoc Diep  
Tran Duy Khanh  
Pham Huy Hoang  
Tran Dinh Khang

**TITLE FOR MECHANICAL AND DRIVING POWER ENGINEERING**

- Study on the effect of cutting mode to rough surface when machining copper - chromium alloy materials (C18150) on high speed CNC milling machines 37 Mac Van Giang
- Application of digital simulation combined with Synchronous technology in designing and optimizing of the Cam mechanism 44 Nguyen Van Hinh  
Mac Van Giang
- Study aerodynamics on the car 50 Do Tien Quyet  
Nguyen Luong Can  
Le Duc Thang
- Determination of optimal sewing technology parameters for seam 301 from the point of view of minimizing slip on silk fabrics 55 Nguyen Thi Hien  
Ta Van Hien  
Do Thi Tan

**TITLE FOR MATHEMATICS**

Convolution operator properties of the Fourier cosine transform and the Laplace 61 Nguyen Kieu Hien

**TITLE FOR ECONOMICS**

Social security policy for Vietnamese farmers, experience from China 67 Pham Thi Hong Hoa  
Nguyen Minh Tuan

Solutions to promote ESG (Environmental - Social - Governance) practice at Enterprises 75 Nguyen Thi Ngoc Mai  
Tran Thi Hang

Research on factors affecting the income of workers in industrial zones in Hai Duong province 83 Nguyen Thi Hue

The current situation of digital transformation of the banking industry in Vietnam 89 Luong Thi Hoa

**TITLE FOR CHEMISTRY AND FOOD TECHNOLOGY**

Synthesis and study of optical properties, durability of solar cells based on cluster and perovskite materials 96 Pham Thi Diep

**TITLE FOR EDUCATION**

Improving the quality of teaching and learning practical modules for engineering students at Sao Do University 104 Pham Thi Huong  
Nguyen Thi Phuong Oanh  
Nguyen Thi Hong Nhung

**TITLE FOR PHILOSOPHY - SOCIOLOGY - POLITICAL SCIENCE**

Ho Chi Minh's thought on using patriotic intellectuals of the old society to serve the cause of resistance war and national construction - the application of the Communist Party of Vietnam in the period of national renewal 111 Pham Van Du  
Vu Van Chuong

Applying Ho Chi Minh's thought on culture to build a cultural lifestyle for Vietnamese students today 117 Phung Thi Ly

The application of Ho Chi Minh's thought on education by the Party in the reform of higher education in Vietnam today 123 Nguyen Thi Hai Ha

# Ứng dụng mô phỏng số kết hợp với công nghệ Synchronous trong thiết kế và tối ưu hóa cơ cấu Cam

## Application of digital simulation combined with Synchronous technology in designing and optimizing of the Cam mechanism

Nguyễn Văn Hình\*, Mạc Văn Giang

\*Tác giả liên hệ: [nvhinh@saodo.edu.vn](mailto:nvhinh@saodo.edu.vn)

Trường Đại học Sao Đỏ

Ngày nhận bài: 12/4/2022

Ngày nhận bài sửa sau phản biện: 19/9/2022

Ngày chấp nhận đăng: 30/6/2023

### Tóm tắt

Ứng dụng công nghệ mô phỏng số kết hợp với công nghệ thiết kế Synchronous (thiết kế đồng bộ) đã đem lại tính trực quan độ chính xác thiết kế. Từ các điều kiện biên, nhóm tác giả tiến hành xây dựng mô hình khởi thủy của cơ cấu Cam, thông qua các ràng buộc về động học mô phỏng biên dạng Cam. Từ biên dạng Cam này chúng ta tiến hành xây dựng hình bề mặt Cam, mô hình vật lý của Cam và hoàn thiện mô hình vật lý của toàn bộ cơ cấu, với các điều kiện biên đã cho, tiến hành đặt lực, mô phỏng áp lực khớp động, phân tích trường ứng suất và thực hiện tối ưu hóa kết cấu cơ khí theo chỉ tiêu độ cứng đạt được lớn nhất. Kết quả nghiên cứu này được ứng dụng trong việc thiết kế cơ cấu Cam phẳng góp phần giải quyết được các vấn đề phức tạp trong thiết kế cơ cấu Cam và đem lại tính trực quan cũng như độ chính xác thiết kế, làm cơ sở cho việc xây dựng hệ thống bản vẽ và tạo điều kiện gia công trên các máy điều khiển số (CNC).

*Từ khóa:* Thiết kế; cơ cấu; Cam; phân tích; mô phỏng; tối ưu hóa; điều khiển số.

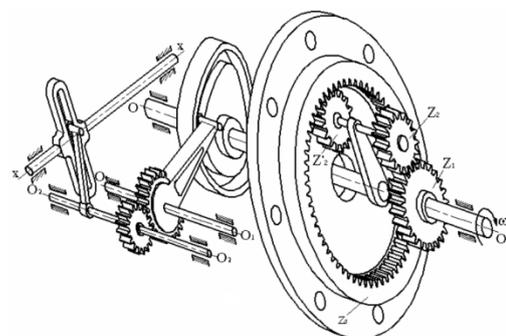
### Abstract

The application digital simulation technology combined with Synchronous design technology (synchronous design) has brought about intuitive design accuracy. From the boundary conditions, the authors proceed to build the initial model of the Cam mechanism, through the constraints of kinematics to simulate the Cam profile. From this Cam profile, we proceed to build the Cam surface shape, the physical model of the Cam and complete the physical model of the whole mechanism, with the given boundary conditions, apply force, simulate Dynamic joint pressure, stress field analysis and optimization of mechanical structures according to the highest achieved hardness criteria. The results of this study, applied in the design of the flat Cam mechanism, contribute to solving the complex problems in the design of the Cam mechanism and provide the visualization as well as the design accuracy, as the basis for this study for building drawing systems and facilitating machining on computer numerical control machines (CNC).

*Keywords:* Design; mechanism; CAM; analysis; digital simulation; optimization; computer numerical control.

### 1. ĐẶT VẤN ĐỀ

Cơ cấu Cam là một loại cơ cấu khớp cao dùng để truyền chuyển động. Cơ cấu này có thể tạo nên chuyển động qua lại (có thời điểm dừng) theo 1 quy luật xác định trước của khâu bị động. Cam là khâu chủ động, cần khâu bị động. Khi Cam và cần ở trong cùng 1 mặt phẳng, hoặc ở trên các mặt phẳng song song ta có cơ cấu Cam phẳng, khi Cam và cần không cùng nằm trên 1 mặt phẳng hoặc 2 mặt phẳng không song song ta có cơ cấu Cam không gian [1].



Hình 1. Cam trong cơ cấu cấp phối tự động

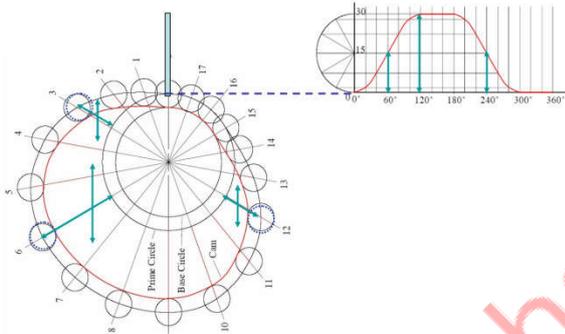
Trong cơ cấu Cam, Cam và cần được nối với giá bằng khớp thấp (khớp trượt, khớp quay) và nối với nhau

Người phản biện: 1. PGS.TS. Lê Hồng Kỳ  
2. GS.TS. Trần Văn Địch

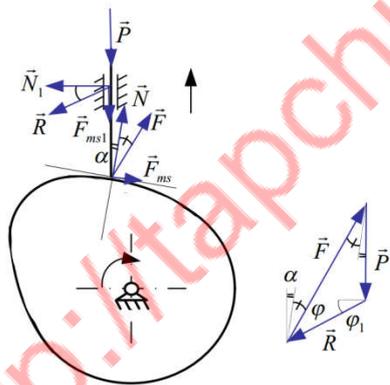
bằng khớp cao. Thông thường Cam nối với giá bằng khớp quay; khi cần nối với giá bằng khớp trượt ta được cơ cấu Cam cần đẩy, cần khi đó sẽ chuyển động tịnh tiến qua lại; khi cần nối với giá bằng khớp quay ta được cơ cấu Cam cần lắc, cần khi đó chuyển động lắc qua lắc lại [1].

Cơ cấu Cam được sử dụng nhiều trong chế tạo động cơ, máy thực phẩm, máy công cụ, máy dệt vải, cơ cấu cấp phối tự động và được sử dụng trên một số thiết bị khác.

Để thiết kế cơ cấu Cam, thông thường được thực hiện theo phương pháp giải tích kết hợp với phương pháp dựng hình [1], phương pháp này có nhược điểm là dựng biên dạng Cam và tính toán áp lực khớp động mất nhiều thời gian (Hình 2, 3), việc biên dạng Cam được xây dựng dựa vào một số điểm giới hạn và điểm trung gian do đó biên dạng Cam còn nhiều sai số hình học, ảnh hưởng đến độ chính xác làm việc, việc tính toán kiểm nghiệm bền cho cơ cấu phức tạp, kết cấu cơ cấu thừa bền nhiều so với yêu cầu.



Hình 2. Dựng hình xác định biên dạng Cam



Hình 3. Tính toán áp lực khớp động

Theo Hình 3, áp lực khớp động được tính toán theo công thức sau:

$$N = P \times \frac{\cos \varphi_1 \times \cos \varphi}{\cos(\alpha + \varphi_1 + \varphi)} \quad (1)$$

Do các góc  $\alpha$ ,  $\varphi$ ,  $\varphi_1$  trong công thức (1) thay đổi dẫn tới việc xác định chính xác áp lực khớp động (N) còn khó khăn.

Ngoài phương pháp tính toán truyền thống như trên còn sử dụng phần mềm hỗ trợ thiết kế cơ cấu Cam

như phần mềm CamTrax, ưu điểm của phần mềm này là nhanh chóng tạo ra biên dạng Cam và các đồ thị về động học trên cơ sở các điều kiện biên thiết kế. Tuy nhiên, trên phần mềm này không tính toán được các thông số về lực, điều kiện bền, tối ưu hóa kết cấu, chưa đem lại giải pháp tổng thể trong thiết kế. Để khắc phục những nhược điểm trên tác giả nghiên cứu ứng dụng mô phỏng số kết hợp với công nghệ Synchronous trong thiết kế và tối ưu hóa cơ cấu Cam.

## 2. THIẾT KẾ SƠ BỘ CƠ CẤU CAM

### 2.1. Điều kiện biên

- Thiết kế một cơ cấu Cam cần đẩy để điều khiển hành trình của mũi khoan, điều kiện về động học như sau: Hành trình cắt  $H = 15(\text{mm})$  trong thời gian  $t_1 = 10(\text{s})$ , dừng ở đáy lỗ trong thời gian  $t_2 = 1(\text{s})$ , hành trình lùi mũi khoan  $H = 15(\text{mm})$  trong thời gian  $t_3 = 2(\text{s})$ , chờ gia công chi tiết tiếp theo trong thời gian  $t_4 = 5(\text{s})$ .

- Đường kính vòng cơ sở Cam:  $d = 75(\text{mm})$ .

- Công suất động cơ dẫn động:  $P = 2(\text{kW})$ .

- Phản lực của cần tác động lên Cam  $P_0 = 4.000(\text{N})$ .

- Vật liệu chế tạo Cam và cần là thép C40 (AISI 1040).

### 2.2. Cơ sở tính toán

- Chu kỳ làm việc của cơ cấu:  $T = \sum_{i=1}^4 t_i = 18(\text{s})$ .

- Chu kỳ làm việc của cơ cấu tương ứng với 1 vòng quay của Cam ( $\varphi = 360^\circ$ ), do đó góc quay của Cam tương ứng với các thành phần trong chu kỳ làm việc như sau:

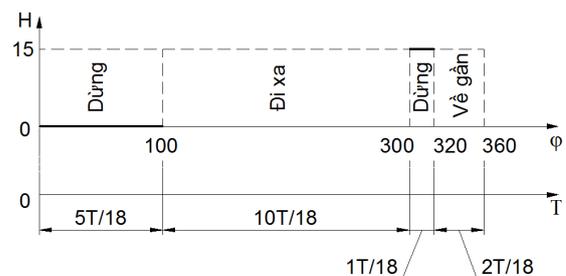
$$N = P \times \frac{\cos \varphi_1 \times \cos \varphi}{\cos(\alpha + \varphi_1 + \varphi)} \quad (2)$$

Thay các giá trị tính toán từ (2) được kết quả:

Bảng 1. Góc quay của Cam trong các chu kỳ

$t_1 = \frac{10}{18} \times T$	$t_2 = \frac{1}{18} \times T$	$t_3 = \frac{2}{18} \times T$	$t_4 = \frac{5}{18} \times T$
$\varphi_1 = 200^\circ$	$\varphi_2 = 20^\circ$	$\varphi_3 = 40^\circ$	$\varphi_4 = 100^\circ$

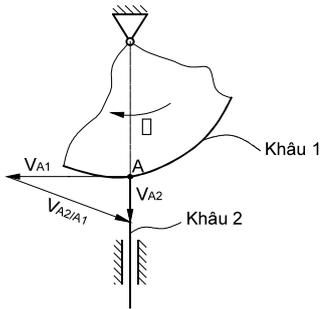
Từ các thông số đã cho, xây dựng được đồ thị DĐĐV (Dừng - Đi xa - Dừng - Về gần) của cơ cấu.



Hình 4. Đồ thị DĐĐV

- Quan hệ động học giữa cần và Cam: Gọi hệ tọa độ tuyệt đối gắn với cần (khâu 2), hệ tọa độ tương đối gắn với Cam (khâu 1). Xét tại thời điểm tức thời [1]:

$$\vec{V}_{A2} = \vec{V}_{A1} + \vec{V}_{A2/A1}$$



Hình 5. Sơ đồ quan hệ vận tốc

Trong đó:

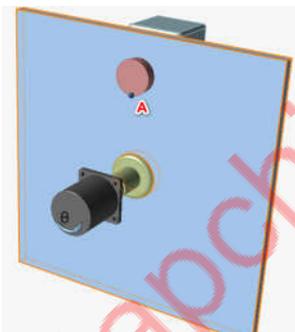
$\vec{V}_{A2}$  : Vectơ vận tốc tuyệt đối của điểm A (Vận tốc của cần);

$\vec{V}_{A1}$  : Vectơ vận tốc tương đối của điểm A;

$\vec{V}_{A2/A1}$  : Vectơ vận tốc theo.

### 2.3. Mô hình tính toán

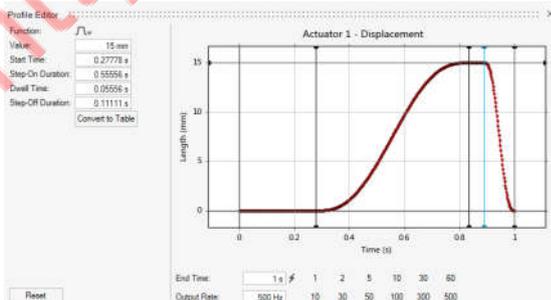
- Xây dựng mô hình khởi thủy: Từ các điều kiện biên đã cho, ứng dụng phần mềm Altair Inspire [5], dựng mô hình khởi thủy gồm 1 tấm phẳng quay 1 vòng quanh trục cố định, 1 cần đẩy chuyển động tịnh tiến với hành trình  $H = 15\text{mm}$  (Hình 6). Tại vị trí điểm tiếp xúc (A) thiết lập quan hệ vận tốc theo (2) với điều kiện ràng buộc theo Hình 4 với giả thiết vận tốc góc của Cam là  $\omega = 2\pi(\text{rad/s})$ .



Hình 6. Mô hình khởi thủy cơ cấu Cam

- Xây dựng đặc tính điều khiển vị trí theo thời gian.

Sử dụng công cụ Actuators thiết lập mối quan hệ về vị trí và đặc tính điều khiển vị trí cần đẩy theo thời gian như Hình 7.



Hình 7. Đồ thị đặc tính điều khiển vị trí cần đẩy theo thời gian

(3) Từ đồ thị ta thấy biên dạng đồ thị hoàn toàn chính xác với thực tế quá trình làm việc khi khoan.

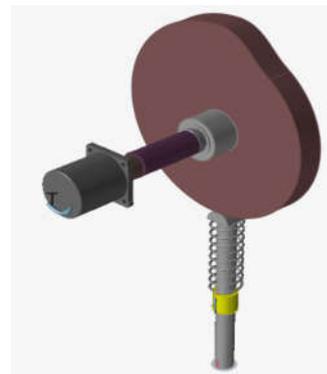
- Mô phỏng biên dạng Cam: Biên dạng Cam là tập hợp liên tiếp vị trí của điểm A trong một chu trình làm việc của cơ cấu, sử dụng công cụ Analyze Motion mô phỏng biên dạng Cam.

Biên dạng Cam được mô phỏng bởi vô số điểm đồng phẳng sắp xếp theo một quỹ đạo nhất định theo điều kiện ràng buộc hình học, do đó để tạo ra được đường cong vật lý, sử dụng công nghệ Synchronous, sau đó tạo ra mô hình đặc của Cam [2].



Hình 8. Biên dạng Cam

Hình 8 là kết quả của quá trình mô phỏng biên dạng Cam.



Hình 9. Mô phỏng biên dạng Cam

Với phương pháp thực hiện như trên đã đưa ra được mô hình khởi thủy dạng 3D của chi tiết Cam. So với phương pháp thiết kế truyền thống biên dạng Cam chính xác hơn bởi cơ chế tự động nội suy liên tục của phần mềm đã đảm bảo biên dạng đúng quy luật của đồ thị ĐDDV trên Hình 4.

### 2.3. Mô phỏng số cơ cấu Cam

Thông số dùng để mô phỏng cơ cấu Cam:

- Số vòng quay của Cam:

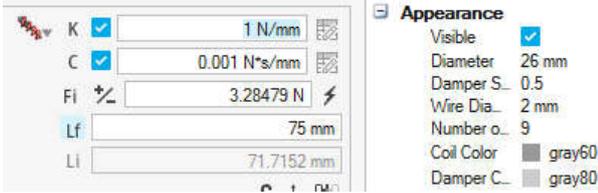
$$n = \frac{60}{T} = \frac{60}{18} = 3,333(\text{v/p}) \quad (4)$$

- Momen xoắn trên trục động cơ:

$$m = 9,55 \times \frac{P}{n} = 9,55 \times \frac{2 \times 18}{60} = 5,73(\text{kN.mm}) \quad (5)$$

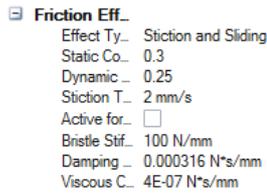
- Thông số cơ bản của lò xo chịu nén:

- + Vật liệu: Thép 65Mn.
- + Đường kính dây:  $d = 2(\text{mm})$ .
- + Đường kính ngoài:  $D = 26(\text{mm})$ .



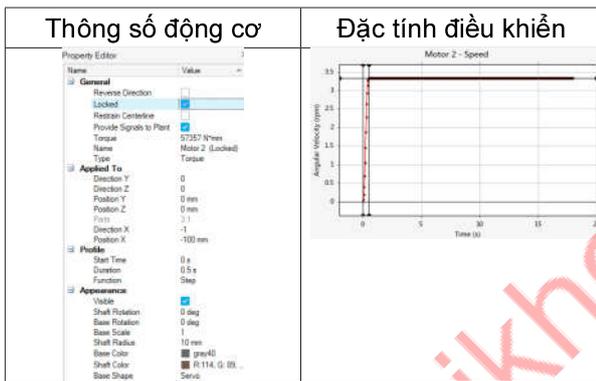
Hình 10. Nhập thông số lò xo

- Khai báo ma sát áp lực khớp động

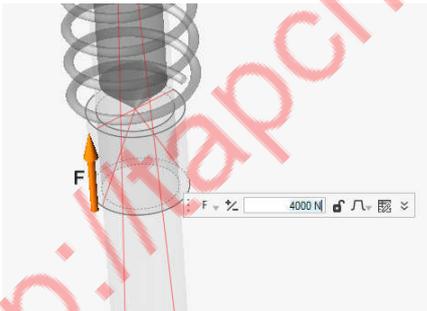


Hình 11. Ma sát áp lực khớp động

- Khai báo thông số điều kiện biên (mục 2.1).



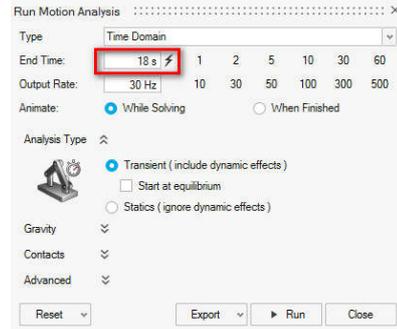
Hình 12. Khai báo thông số động cơ dẫn động



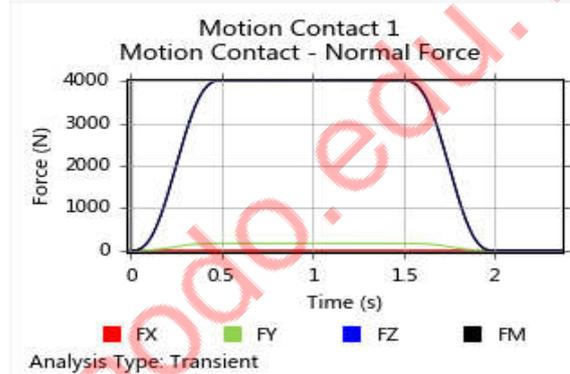
Hình 13. Khai báo phần lực của cần tác động lên Cam



Hình 14. Chia lưới phân tích với 566791 phần tử tam giác, số Nodes là 795529, độ chính xác 0,01mm



Hình 15. Đồng bộ thời gian mô phỏng với chu trình làm việc



Hình 16. Đồ thị áp lực khớp động

Từ đồ thị trên Hình 16 cho biết áp lực khớp động tăng dần đến 4.000(N) tính từ thời điểm bắt đầu khoan đến khi đạt được độ sâu tương ứng với 1/4 chu kỳ làm việc (4,5 giây) sau đó áp lực này được duy trì trong thời gian tương ứng với 1/2 chu kỳ (9 giây) lúc này đã khoan đạt độ sâu của lỗ, từ thời điểm mũi khoan dừng ở đáy lỗ và nhấc mũi khoan và chờ khoan lỗ tiếp theo thì áp lực khớp động giảm dần.

Ma sát áp lực khớp động.

Hệ số ma sát áp lực khớp động được tự động tính toán như sau:

Effect Type	Stiction and Sliding
Static Coefficient	0.201
Dynamic Coefficient	0.18
Stiction Transition Velocity	2 mm/s
Active for Static Analysis	<input checked="" type="checkbox"/>
Bristle Stiffness	100 N/mm
Damping Coefficient	0.000316 N*s/mm
Viscous Coefficient	4E-07 N*s/mm

Hình 17. Kết quả tính toán hệ số ma sát áp lực khớp động

Hệ số ma sát tĩnh cực đại:  $f_t = 0,21$ .

Hệ số ma sát động:  $f_d = 0,18$ .

Lực ma sát, theo [1]

$$F_{ms} = N \times f_d \quad (6)$$

Do  $f_d = 0,18$  là hằng số, vậy lực ma sát áp lực khớp động có cùng đặc tính với áp lực khớp động và trị số được tính theo công thức (6).

Phân tích ứng suất trên chi tiết Cam



Hình 18. Đồ thị ứng suất trên Cam

Nhận xét: Ứng suất lớn nhất trên Cam là 0,41 MPa, giá trị này nhỏ hơn rất nhiều so với giới hạn bền cho phép của thép C40 là  $\sigma_b = 580$  (MPa).

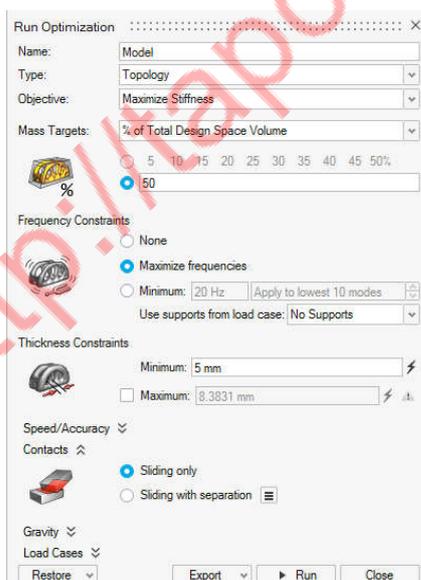
Xuất phát từ yêu cầu làm việc của cơ cấu Cam, đã xây dựng được mô hình khởi thủy của chi tiết Cam, phân tích ứng suất trong quá trình làm việc của chi tiết cho kết quả chi tiết thừa bền, kết cấu phần thân của chi tiết và độ dày của chi tiết chưa hợp lý, gây lãng phí vật liệu, do đó cần phải tối ưu hóa kết cấu của chi tiết để đảm bảo tính hiệu quả trong thiết kế.

### 3. TỐI ƯU HÓA THIẾT KẾ

Theo kết luận ở tài liệu mục [2.3] kết cấu Cam thiết kế sơ bộ chưa hợp lý, thừa bền, lãng phí vật liệu, tính toán để đảm bảo cho chi tiết vừa đủ bền, tiết kiệm vật liệu, tổn hao công suất, bản thân.

Chọn mục tiêu (Objective) tối ưu hóa: Tối đa hóa độ cứng (Maximize Stiffness) và giảm thiểu khối lượng 50% (Minimize Mass) [3].

Trên cơ sở điều kiện làm việc của chi tiết và mục tiêu tối ưu hóa, phần mềm tự động phân tích kết cấu và giảm thiểu khối lượng, đưa ra mô hình dự báo, trên cơ sở đó thiết kế lại chi tiết mô hình dự báo, trên cơ sở đó thiết kế lại chi tiết.



Hình 19. Thiết lập các điều kiện tối ưu

Chạy chương trình tối ưu: Phần mềm giới thiệu mô hình dạng file “\*.stmod”.



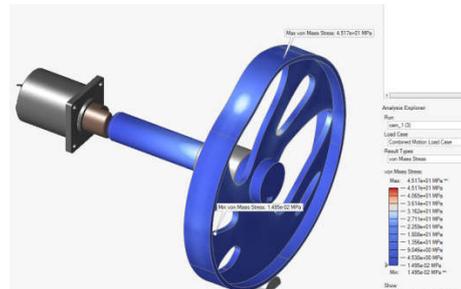
Hình 20. Mô hình tối ưu khởi thủy

Chuyển đổi sang định dạng “.stl”. sử dụng phần mềm thiết kế ngược Geomagic Design thiết kế lại mô hình chi tiết [4].



Hình 21. Mô hình chi tiết sau khi thiết kế lại trên phần mềm Geomagic Design

Kiểm nghiệm lại độ bền cho chi tiết.



Hình 22. Kiểm nghiệm chi tiết sau khi thiết kế lại

Nhận xét: Ứng suất lớn nhất trên chi tiết tăng lên do đã giảm khối lượng chi tiết, cụ thể ứng suất lớn nhất trên chi tiết là:  $\sigma_b = 580$  (MPa)

Chi tiết Cam đảm bảo điều kiện bền.

Đánh giá kết quả tối ưu thông qua khối lượng chi tiết [5]: Khối lượng chi tiết sau khi tối ưu là 0,65kg, khối lượng chi tiết trước khi tối ưu là 2,03kg và đạt tỷ lệ giảm khối lượng là 67,9% so với mục tiêu tối ưu là 50%.

### 4. KẾT LUẬN

- Đưa ra được phương pháp thiết kế biên dạng Cam với độ chính xác cao bằng phương pháp mô phỏng số xuất phát từ các điều kiện ràng buộc về quy luật hình học để tạo ra được biên dạng Cam (Hình 8) là tập hợp các vị trí liên tục của 1 điểm, từ đó làm cơ sở để xây dựng mô hình 3D dạng tối ưu của chi tiết Cam.

- Ứng dụng phương pháp mô phỏng số cho phép phối hợp được giữa việc dựng mô hình không gian 3 chiều, với mô phỏng động lực học, trong đó các điều kiện biên phản ánh được điều kiện thực tế như ma sát, tính ổn định của trọng tâm và có thể thiết lập được vật liệu mới.

- Các thông số động lực học làm đầu vào cho việc phân tích, tối ưu với sự trợ giúp của phần mềm Altair Inspire và phần mềm Geomagic Design.

- Ứng dụng mô phỏng số kết hợp với công nghệ Synchronous trong thiết kế cơ khí nói chung và cơ cấu Cam nói riêng đã tối ưu hóa chi tiết Cam với mục tiêu chi tiết đạt độ cứng tối đa trong điều kiện ràng buộc là tiết kiệm 50% (thực tế phân tích tối ưu đạt tỷ lệ 67,9%) khối lượng vật liệu, nâng cao độ bền đều, ứng suất lớn nhất trên chi tiết Cam tăng từ 0,41MPa đến 45,17MPa. Mô hình chi tiết được thiết kế đảm bảo độ chính xác biên dạng Cam, đảm bảo tính công nghệ và độ bền đều trong kết cấu, làm cơ sở cho việc lập trình gia công trên các máy CNC để nâng cao độ chính xác, góp phần

nâng cao hiệu quả kinh tế, kỹ thuật đặc biệt hiệu quả trong sản xuất với dạng sản xuất loạt.

#### TÀI LIỆU THAM KHẢO

- [1]. Tạ Ngọc Hải (2005), *Nguyên lý máy*, NXB Khoa học và Kỹ thuật.
- [2]. PGS.TS. Phạm Sơn Minh (2020), *Ứng dụng trí tuệ nhân tạo trong thiết kế chi tiết cơ khí*, NXB Đại học Quốc gia TP. Hồ Chí Minh.
- [3]. PGS.TS. Đặng Thành Chung (2014), *Comsol- Nền tảng và ứng dụng trong mô phỏng số*, NXB Đại học Quốc gia TP. Hồ Chí Minh.
- [4]. Rapidform XOR3, 3D Systems Inc, All rights reserved, April 2013.
- [5]. [https://2021.help.altair.com/2021.2/inspire/en\\_us/topics/inspire/tutorials/motion\\_tutorials\\_c.ht](https://2021.help.altair.com/2021.2/inspire/en_us/topics/inspire/tutorials/motion_tutorials_c.ht)

#### AUTHORS INFORMATION

Nguyen Van Hinh\*, Mac Van Giang

\*Corresponding Author: [nvnhinh@saodo.edu.vn](mailto:nvnhinh@saodo.edu.vn)

Sao Do University.