



**Tạp chí**

**NGHIÊN CỨU KHOA HỌC**

**ĐẠI HỌC SAO ĐỎ**

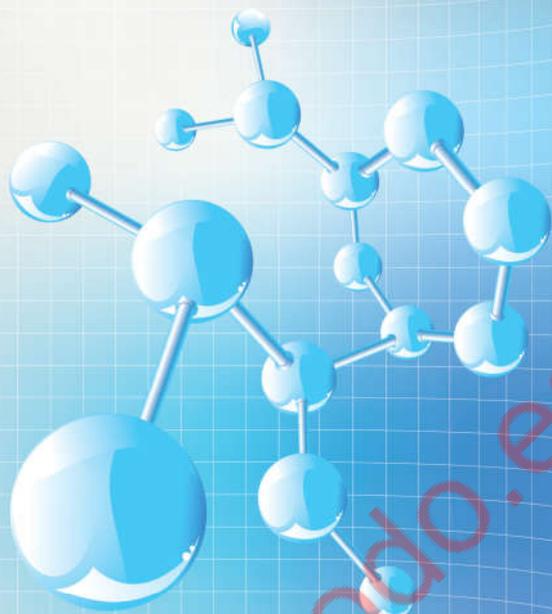
**SCIENTIFIC JOURNAL - SAO DO UNIVERSITY**

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://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 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

Assoc. Prof. Dr. Đỗ Quang Kháng

Prof. 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

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. Tập 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://tapchikhoc.saodo.edu.vn>. Bài báo gửi về tòa 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 tòa soạn mời. Tòa 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; Nếu là 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://tapchikhoc.saodo.edu.vn/news/detail/198/format\\_paper](http://tapchikhoc.saodo.edu.vn/news/detail/198/format_paper). Bài báo sau khi xuất bản sẽ được công bố trên <http://tapchikhoc.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://tapchikhoc.saodo.edu.vn>

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

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://tapchikhoc.saodo.edu.vn>/Email: [tapchikhoc@saodo.edu.vn](mailto:tapchikhoc@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, 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 Hùng  
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

## Study aerodynamics on the car

## Nghiên cứu khí động học trên xe ô tô

Do Tien Quyet\*, Nguyen Luong Can, Le Duc Thang

\*Corresponding Author: gvsdc87@gmail.com

Sao Do University

Received date: 03/01/2023

Accepted date: 12/4/2023

Published date: 30/6/2023

**Abstract**

The aerodynamic drag acting on the body of the car moving at high speeds consumes a significant portion of the engine's power. This is one of the causes of increased fuel consumption and environmental pollution. Aerodynamic lift acting on the tire will change the grip weight at the axles which can lead to wheel lift. This paper presents the method and some calculation results to determine the drag coefficient and lift coefficient on some popular cars in Vietnam using Fluent software. The calculation results show that, when the moving speed of the passenger car increases, the value of the drag coefficient, the corresponding lift coefficient. The research results are important parameters in in-depth studies on aerodynamics in order to reduce drag and increase the traction weight of cars when moving at high speed.

*Keywords: Drag force; lift force; drag coefficient; lift coefficient; Fluent.*

**Tóm tắt**

Lực cản khí động tác dụng lên vỏ xe ô tô chuyển động với vận tốc cao tiêu thụ một phần đáng kể công suất của động cơ. Đây là một trong những nguyên nhân làm gia tăng mức tiêu thụ nhiên liệu và ô nhiễm môi trường. Lực nâng khí động tác dụng lên vỏ xe sẽ thay đổi trọng lượng bám tại các cầu xe có thể dẫn tới nhấc bánh xe. Bài báo trình bày phương pháp và một số kết quả tính toán xác định hệ số lực cản, hệ số lực nâng trên một số xe ô tô thông dụng tại Việt Nam bằng phần mềm Fluent. Kết quả tính toán cho thấy, khi vận tốc chuyển động của xe tăng lên giá trị hệ số lực cản, hệ số lực nâng giảm tương ứng. Các kết quả nghiên cứu là thông số quan trọng trong các nghiên cứu chuyên sâu về khí động học nhằm giảm lực cản và tăng trọng lượng bám của xe ô tô khi chuyển động ở tốc độ cao.

*Từ khóa: Lực cản; lực nâng; hệ số lực cản; hệ số lực nâng; Fluent.*

**1. INTRODUCTION**

When the vehicle is moving on the road, the aerodynamic force adversely affects the working quality of the car. Frontal air resistance increases the vehicle's total resistance to the vehicle's movement, thereby increasing the vehicle's fuel consumption, especially at high speeds, because this resistance is proportional to the square of the transportation speed of the motion of the car. Frontal air resistance increases the vehicle's total resistance to the vehicle's movement, thereby increasing the vehicle's fuel consumption, especially at high speeds, because this resistance is proportional to the square of the transportation speed [1]. Theoretically, aerodynamic drag is determined by the formula:

$$D = \frac{1}{2} AC_D \rho v^2 \quad (1)$$

Where:

D: Aerodynamic Drag;

A: Front Bumper Area;

$C_D$ : Drag Coefficient;

$\rho$ : Air Density;

v: Air Flow Velocity.

When the car is in motion, the airflow above the hood moves longer distances than the airflow below the car, and the front is faster than the rear. So, according to Bernoulli's principle, the different velocities of the airflow will pressure difference to create a lift force that reduces the tire's grip on the road. Like drag, the lift is proportional to the vehicle's floor area, the square of the velocity, and the coefficient of lift ( $C_L$ ) – which depends on the vehicle's shape. The lift can be excessive at high speeds and adversely affect vehicle movement. The lifting force is concentrated mainly in the rear. If the

Reviewer: 1. Prof.Dr. Nguyen Thanh Cong  
2. Dr. Dao Duc Thu

lift is too large, the rear wheels will slip, which is very dangerous, especially when the vehicle runs at high speed. Manufacturers have installed a rear spoiler on cars to reduce the lift value without affecting too much drag [2]. The formula determines the aerodynamic lift force:

$$L = \frac{1}{2} AC_L \rho v^2 \quad (2)$$

Where:

L: Aerodynamic Lift;

$C_L$ : Lift Coefficient.

In order to reduce  $C_D$ ,  $C_L$  needs to have in-depth studies in both theory and experiment to identify the influencing factors, on that basis, to propose appropriate structural improvement solutions.

To describe the turbulent flow surrounding the tire, the researchers used the Reynolds Navier - Stokes averaged equation (Reynolds Average Navier Stokes, abbreviated RANS):

$$\partial_i \bar{u}_i = 0 \quad (3)$$

$$\partial_i \bar{u}_i + \bar{u}_j \partial_j \bar{u}_i = -\frac{1}{\rho} \partial_j \bar{p} + \frac{1}{\rho} \partial_j (\tau_{ij} - \rho \overline{u'_i u'_j}) \quad (4)$$

In the above equations, the three-direction velocity components  $u_i$  and liquid pressure  $p$  are described as follows:

$$u_i = \bar{u}_i + u'_i; p = \bar{p} + p' \quad (5)$$

Where  $\bar{u}_i$ ,  $\bar{p}$  is the mean value and  $u'_i$ ,  $p'$  is the variable component of velocity and pressure.

To describe the stress of turbulent currents  $\tau_{ij}^t = -\rho \overline{u'_i u'_j}$  different models are used depending on the specific requirements of the problem

However, the current theoretical studies are based on numerically solving the Navier - Stokes equation with the support of super-powerful computers. In addition, experimental studies require suitable equipment and are very expensive, which is a great difficulty for researchers in Vietnam.

With the above difficulties, the authors used specialized software Ansys - Fluent to simulate the airflow around the tire and, from there, calculate and determine the drag coefficient  $C_D$ , the lift coefficient  $C_L$ . This efficient and highly accurate flow simulation tool is accepted and used by many researchers worldwide [3]. In this article, the authors will study and calculate the drag and lift coefficients on three commonly used models in Vietnam: Toyota Corolla Altis, Toyota Innova, and Honda CRV at moving speeds: 60 km/h, 80 km/h, 100 km/h and 120 km/h.

## 2. MODEL, COMPUTATIONAL SPACE, MESHING, AND BOUNDARY CONDITIONS

### 2.1. Building 3D models

In the computational simulation of CFD numbers, it is necessary to build a simulated computational model. In this study, based on the dimensions of the reference bus. The car model is simulated in 3D space using SolidWorks 2016 software. This is the first step and also an essential step in the process of numerical simulation CFD calculation.

When performing the simulation, in order to match the computing power of the computer but still ensure the correctness, reliability, and compatibility of the research problem with reality, the paper uses the following assumptions.

- The tire model is rigid; there is no deformation of the tire during the simulation.
- Ignore the heat exchange between the tire and the air.
- The tire's surface is smooth, and the undercarriage is flat (regardless of other elements of the car, such as wipers, ribs, ledges, door handles,...).
- The airflow velocity at the inlet of the simulation space has a direction parallel to the longitudinal axis of the vehicle, blows in the direction from the front to the rear of the vehicle and has a constant value during the simulation.
- The air velocity at the surface of the tire and the confines of the simulated space is 0 m/s.

The 3D model of the reference Toyota Corolla Altis is shown in Figure 1.

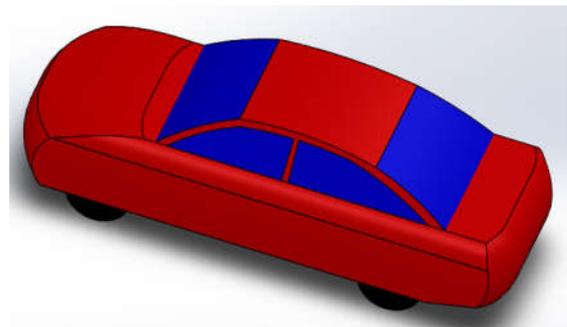


Figure 1. 3D model of Toyota Corolla Altis

### 2.2. Building the domain of computational space

If the calculation space is too large, it requires a powerful computer configuration and a long computation time. Therefore, in order to match the computer used in the research process and still ensure the accuracy of a CFD simulation problem, the meshing space is determined as follows: the simulation space's length  $\times$  width  $\times$  height dimensions are adjusted to 54000  $\times$  14000  $\times$  25000 (mm).

The meshed space is the area of the space surrounding

the object, which is limited during the simulation. The dimensions of this space are selected so that the simulation problem is close to the actual operating conditions to achieve the results with high accuracy and reliability and the computational volume.

### 3.2. Meshing the model

Meshing is the discretization of the simulation space into elements to perform numerical approximation (in Fluent, the finite volume method). The selection of grid type, number of elements, mesh size, and mesh density depends on the nature of the simulation problem, required accuracy of simulation results, available computer configuration, and time to perform the problem simulation.

With the current 3D model, the essential element types used to form the mesh are tetrahedral elements, prismatic elements, pyramidal elements (pyramids), and hexahedral and polyhedral elements. Because the surface of the car tire is complex (there are many small surfaces with different curvatures), the paper uses a tetrahedral mesh to ensure responsiveness to models with complex structures [4].

To ensure the convergence requirements of the simulation problem, Fluent recommends that users mesh according to the requirements: Min Orthogonal Quality > 0,1 and Max Skewness < 0,95.

During the paper’s simulation, the convergence evaluation index results are presented in Table 1. These values are consistent with the recommendations of Fluent software.

Table 1. Skewness and Orthogonal Quality indexes during simulation

Parameter	Min	Max	Average
Skewness	1,84e-4	0,83	0,22
Orthogonal Quality	0,14	0,98	0,79

### 2.3. Solution settings

Fluent software offers turbulent models (approximately solved by iterative method) as follows: k - epsilon (2 eqn); k - omega (2 eqn); Transition k-kl-omega (3eqn); Transition SST (4 eqn); Reynolds Stress (7 eqn); k – omega (2 eqn); Scale – Adaptive Simulation (SAS); Detached Eddy Simulation (DES); Large Eddy Simulation (LES).

The author chooses the algorithm of the k - turbulent epsilon model (2 eqn) with the boundary layer condition Non-Equilibrium Wall Functions [5].

Because the air velocity is not too large, the simulation is selected based on “Pressure” with some basic parameters as follows:

Table 2. Algorithm settings

Simulation	3D
Processing Option	Serial
Pressure - Velocity Coupling	
Scheme	Coupled
Time	Steady
Solver	
Gradient	Least Squares Cell Based
Pressure	Standard
Momentum	First Order Upwind
Turbulent Kinetic Energy	First Order Upwind
Turbulent Dissipation Rate	First Order Upwind
Iteration	First Order Upwind for 10000 Iterations

## 3. RESULTS AND DISCUSSION

### 3.1. Velocity, pressure spectrum

Figure 2 illustrates the pressure spectrum at the longitudinal plane of the reference vehicles. The results show slight pressure at the boundary layer close to the tire surface. The rear of the car has little pressure. This is consistent with claims about the aerodynamics of cars.

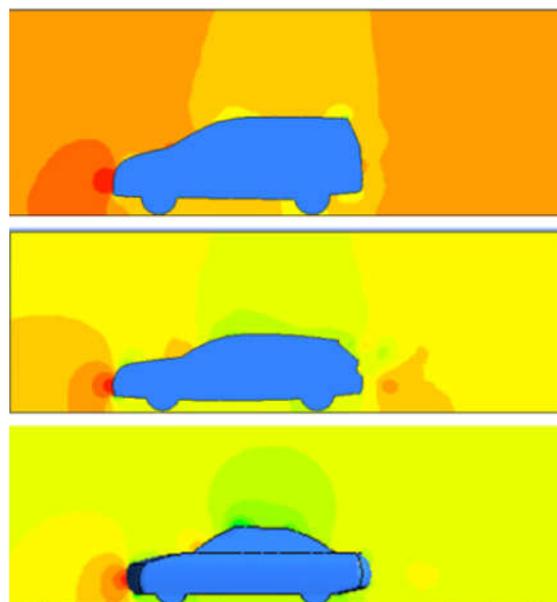


Figure 2. Pressure spectrum of reference vehicles at 20 m/s

Figure 2 illustrates the velocity vector at the longitudinal plane of the vehicle. The results show that, at the surface of the tire, the velocity vector is 0. At the rear of the vehicle, the velocity vector is small because this is the tangled area at the rear of the vehicle. The velocity vector above the car has a larger value than the velocity vector below the car (under the car).

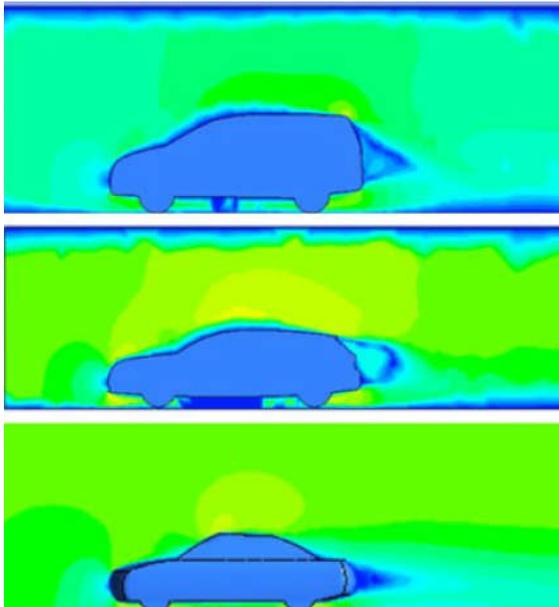


Figure 3. Velocity vector in the longitudinal plane of the vehicle

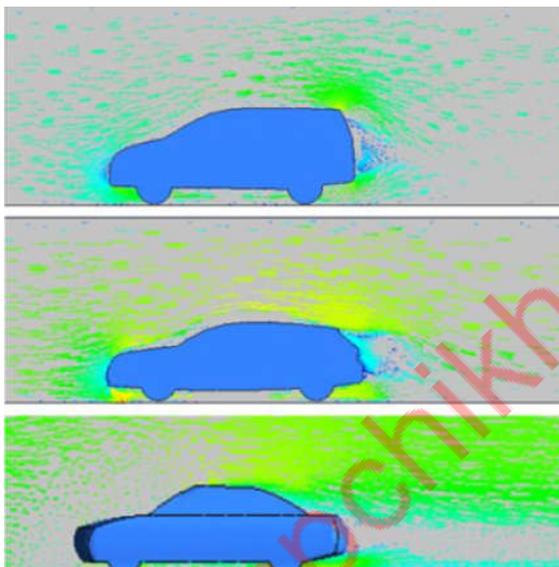


Figure 4. Velocity spectrum at vehicle longitudinal symmetry plane

Figure 4 illustrates the velocity spectrum at the longitudinal plane of vehicle symmetry. The result shows that the vehicle's rear has a small velocity value (shown in blue). This is entirely consistent with aerodynamic theories since this is the vortex on the side.

At the rear of the car, this area has a low speed and pressure. Velocity value increases when moving away rear.

### 3.2. Coefficient of aerodynamic drag

The coefficient of air resistance is determined from formula (1). The air resistance value is calculated using the specialized software Fluent.

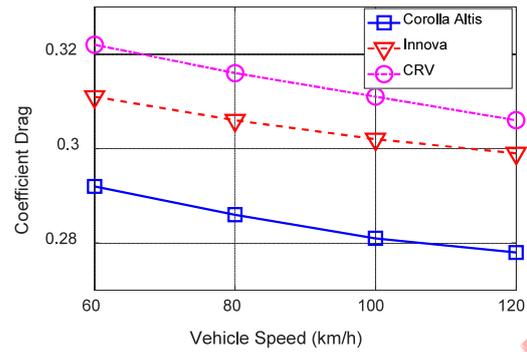


Figure 5. Drag coefficients of some cars

Figure 5 shows drag coefficients of popular cars Corolla Altis, Innova, CRV at different speeds. Comment: when the moving speed increases, the value of drag coefficient decreases accordingly.

Specifically, when the vehicle is moving at a speed of 60 km/h, the value of the drag coefficient of Toyota Corolla, Toyota Innova, Honda CRV are respectively 0,292; 0,311; 0,322. However, when the velocity increases to 120 km/h, the value of the drag coefficient of Toyota Corolla Altis, Toyota Innova, Honda CRV are respectively 0,278; 0,299; 0,307.

### 3.3. Coefficient of aerodynamic lift

The aerodynamic lift coefficient is determined from formula (2). The air resistance value is calculated using the specialized software Fluent.

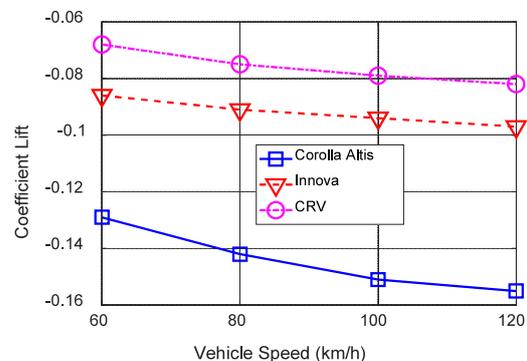


Figure 6. Lift coefficients of some cars

Figure 6 shows lift coefficients of popular cars Corolla Altis, Innova, CRV at different speed

Comment: when the moving speed increases, the value of the lift coefficient increases accordingly.

Specifically, when the vehicle is moving at a speed of 60 km/h, the value of the lift coefficient of Toyota Corolla Altis, Toyota Innova, and Honda CRV is respectively -0,129;- 0,086; -0,068. However, when the moving speed increases to 120km/h, the value of drag coefficient of Toyota Corolla Altis, Toyota Innova, Honda CRV is -0,155; -0,097; -0,082.

## 5. CONCLUSION

The content of the paper has achieved the following main results:

Determine the drag coefficient of 3 popular tourist cars at different moving speeds: 15:5:30m/s. The results show that the drag coefficient decreases accordingly as the moving speed increases.

Determine the lift coefficient of 3 popular cars at different moving speeds. The results show that when the speed of motion increases, the lift coefficient increases accordingly.

## REFERENCES

[1]. W.H. Hucho (1987), *Aerodynamics of Road Vehicles*, Butterworth Ltd, London, England.

[2]. H. Ahmed, S.Chacko (2012), *Computational Optimization of Vehicle Aerodynamics*, Proceedings of the 23<sup>rd</sup> International DAAAM Symposium, Austria, EU.

[3]. Georgios Iatrou, Anastasios Tzotzis, Panagiotis Kyratsis, Dimitrios Tzetzis<sup>1</sup> (2020), *Aerodynamic based shape optimization using cfd: a training case study*, Academic journal of manufacturing engineering, vol.18, issue 1.

[4]. D.T. Quyet, N.T. Hoan, T.M. Hoang (2018), *Study on computation of aerodynamic force acting on bus in crosswind conditions by using CFD*, International Conference on Fluid Machinery and Automation Systems ICFMAS2018, vol.1, pp. 522-527.

[5]. Do Tien Quyet (2021), *Research for determination of force coefficients of the car*, Tạp chí nghiên cứu khoa học Đại học Sao Đỏ số 3 -2021, 45-48.

## THÔNG TIN TÁC GIẢ

**Đỗ Tiến Quyết, Nguyễn Lương Căn, Lê Đức Thắng**

\*Tác giả liên hệ: gvsc87@gmail.com

Trường Đại học Sao Đỏ.