

NGHIÊN CỨU MÔ PHỎNG BIÊN DẠNG VỎ XE ĐUA CÔNG THỨC 1 BẰNG PHẦN MỀM ANSYS

RESEARCH FORMULA 1 RACING CAR FRAME SIMULATION BY ANSYS

Phan Văn Dương¹, Tô Minh Thắng¹, Phan Huy Thiệp²,
Phạm Hải Triều³, Nguyễn Đức Mạnh², Phạm Minh Hiếu^{4,*}

TÓM TẮT

Giải đua xe công thức 1 là một sự kiện truyền hình lớn, thu hút hàng triệu người hâm mộ theo dõi trên khắp thế giới. Mỗi đội đua hàng năm cũng phải tiêu tốn hàng trăm triệu USD để nghiên cứu và cho ra đời những kỹ thuật tiên tiến nhất cho chiếc xe đua. TP Hà Nội ký kết hợp tác và trở thành đơn vị đăng cai chính thức giải đua công thức 1 vào tháng 4-2020, Hợp đồng giữa thành phố Hà Nội và Tập đoàn F1 có thời hạn 10 năm. Hai bên có thể xúc tiến việc gia hạn vào năm thứ 8, dù F1 chưa quá phổ biến tại Việt Nam nhưng với việc đăng cai một chặng đua, trong tương lai chắc chắn người hâm mộ sẽ chú ý và quan tâm nhiều hơn tới môn thể thao này. Tại Việt Nam gần như chưa có công trình nghiên cứu nào về những chiếc xe đua công thức 1 được công bố chính thức. Vì vậy, trong nghiên cứu này, nhóm tác giả đã thiết lập cơ sở lý thuyết, mô phỏng thành công biên dạng xe đua công thức 1 sử dụng phần mềm mô phỏng ANSYS-CFD mang đến cho người hâm mộ trong nước một góc nhìn sâu hơn về những chiếc xe đua công thức.

Từ khóa: Đua xe, mô phỏng, biên dạng.

ABSTRACT

Formula 1 racing is a major televised event, attracting millions of fans around the world. Every year, each racing team has to spend hundreds of millions of dollars to research and produce the most advanced techniques for racing cars. Hanoi City has just signed a cooperation agreement and became the official host of the Formula 1 race in April 2020, The contract between Hanoi city and F1 Group has a term of 10 years. The two sides can promote the extension to the 8th year, although F1 is not too popular in Vietnam, but with the hosting of a race, in the future, fans will surely pay more attention and interest in the sport. this sport. In Vietnam, almost no research work on Formula 1 racing cars has been officially published. Therefore, in this study, the authors have established a theoretical basis, Successfully Simulating the profile of a Formula 1 racing car using ANSYS-CFD simulation software gives domestic fans a perspective. more about formula racing cars.

Keywords: Racing, simulation, formatting.

¹Lớp ĐH Kỹ thuật Ô tô 03 - K13, Khoa Công nghệ Ô tô, Trường Đại học Công nghiệp Hà Nội

²Lớp ĐH Kỹ thuật Ô tô 01 - K12, Khoa Công nghệ Ô tô, Trường Đại học Công nghiệp Hà Nội

³Lớp ĐH Kỹ thuật Ô tô 05 - K12, Khoa Công nghệ Ô tô, Trường Đại học Công nghiệp Hà Nội

⁴Khoa Công nghệ Ô tô, Trường Đại học Công nghiệp Hà Nội

*Email: minhhiu186@gmail.com

1. GIỚI THIỆU

Trong quá trình ô tô chuyển động, sự tương tác của vỏ xe với không khí sinh ra các lực và mô men ảnh hưởng xấu đến chất lượng vận hành ô tô. Thành phần tác động lớn nhất phải kể đến đó là lực cản không khí. Lực cản không khí làm giảm hiệu năng, tăng mức tiêu hao nhiên liệu, giảm khả năng bám đường gây mất an toàn đặc biệt là với những xe đua thì điều này lại vô cùng quan trọng.

Hiện nay ở Việt Nam đã xây dựng đường đua F1 theo tiêu chuẩn quốc tế hứa hẹn có những giải đua mãn nhãn. Từ đó mở ra một bước ngoặt mới trong ngành ô tô của Việt Nam. Việc nghiên cứu mô phỏng cải thiện hiệu năng của xe cũng là một vấn đề cấp thiết. Xuất phát từ vấn đề trên nhóm tác giả đã tiến hành nghiên cứu mô phỏng biên dạng vỏ xe đua F1 bằng phần mềm Ansys - Fluent với hy vọng tạo ra một cơ sở lý thuyết vững chắc để sinh viên, những người mới bước chân vào lĩnh vực này có một cái nhìn tổng quan từ đó có thể nghiên cứu chuyên sâu về công nghệ khung vỏ và khí động học thân vỏ ô tô Việt Nam.

2. PHƯƠNG PHÁP THẢO LUẬN

2.1. Các phương pháp nghiên cứu khí động học trên thân vỏ Ô tô

Hiện nay, trong lĩnh vực khí động học ô tô thường sử dụng hai phương pháp nghiên cứu khí động học ô tô: Phương pháp nghiên cứu lý thuyết và phương pháp nghiên cứu thực nghiệm. Đối với phương pháp nghiên cứu lý thuyết, khó khăn trong việc nghiên cứu khí động học thân vỏ xe nằm ở mức độ phức tạp của bài toán lý thuyết dựa trên phương trình Navier - Stokes. Kể cả đối với những mô hình đã được đơn giản hóa, khối lượng tính toán cần thực hiện là rất lớn đòi hỏi phải có công cụ tin học đủ mạnh cả về phần mềm và phần cứng. Đối với phương pháp thực nghiệm sự thiếu thốn về cơ sở vật chất, trang thiết bị thí nghiệm cũng là một khó khăn không nhỏ đối với các nhà khoa học.

Nghiên cứu thực nghiệm với các xe có kích thước thực đã được một số hãng sản xuất ô tô lớn trên thế giới tiến hành. Đối với các cơ sở giáo dục hay viện nghiên cứu việc đầu tư xây dựng các phòng thí nghiệm hiện đại giường như là không thể. Ngày nay, trong nghiên cứu khí động học

thân vỏ ô tô thường áp dụng cả hai phương pháp lý thuyết và thực nghiệm. Nghiên cứu lý thuyết với sự trợ giúp của các phần mềm ANSYS để xây dựng các mô hình mô phỏng thí nghiệm với tỉ lệ phù hợp. Phần nghiên cứu thực nghiệm sẽ lựa chọn kích thước mô hình, ống khí động và so sánh đánh giá kết quả giữa lý thuyết và thực nghiệm dựa trên cơ sở lý thuyết đồng dạng và thứ nguyên.

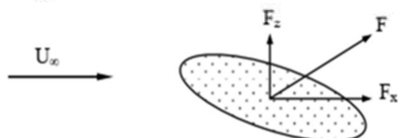
2.2. Phương pháp xác định thông số khí động học

Khi ô tô chuyển động trong môi trường không khí, sự tương tác của vỏ xe với môi trường sinh ra các lực và mô men có ảnh hưởng xấu tới chất lượng vận hành của ô tô. Dòng chảy không khí tác dụng lên vật một lực F, được phân tích thành 2 thành phần F_x (lực cản) song song với phương chuyển động của dòng khí và F_z (lực nâng) là thành phần

vuông góc với phương chuyển động. Các lực này được tính như sau:

$$F_x = C_d A \frac{\rho U_\infty^2}{2} \tag{1}$$

$$F_z = C_z A \frac{\rho U_\infty^2}{2} \tag{2}$$



Hình 1. Các lực tác dụng lên vật nằm trong dòng chảy

Trong đó: F_x là lực cản; F_z là lực nâng; C_d và C_z là các hệ số; ρ - khối lượng riêng không khí; U_∞ - vận tốc chuyển động (m/s); A là diện tích cản chính diện (m²).

Như vậy để giảm lực tác động lên xe cần quan tâm đến các hệ số C^d và C^z các hệ số này phụ thuộc vào biên dạng hay hình dáng khí động học của xe.

3. KẾT QUẢ THẢO LUẬN

3.1. Quy trình mô phỏng

3.1.1. Đối tượng mô phỏng

Qua quá trình tìm hiểu nhóm đã lựa chọn mẫu xe RED BULL RACING RB7

Với các kích thước: dài 4536 (mm); rộng 1802 (mm); cao 988 (mm)

3.1.2. Tiến hành thiết lập các thông số mô phỏng

Quy trình thực hiện bao gồm:

1. Xây dựng xe cơ sở để mô phỏng
2. Xác định vùng không gian mô phỏng lý thuyết, và thực tế
3. Thực hiện chia lưới tính toán
4. Đặt các điều kiện tính toán
5. Thực hiện tính toán và xuất kết quả

Lựa chọn vận tốc dòng khí tại điểm bắt đầu thực hiện mô phỏng: vận tốc của dòng khí tại điểm bắt đầu mô phỏng là 72,2m/s (tương đương với 260km/h). Việc lựa chọn vận tốc này nhằm đảm bảo một số mục đích:

+ Vận tốc mô phỏng phù hợp với vận tốc chuyển động thực tế của xe đua công thức 1 trong 1 giải đua xe công thức 1.

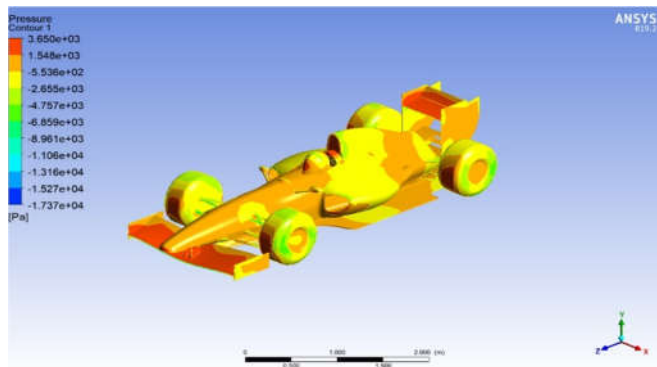
+ Vận tốc dòng khí đủ lớn để tạo ra ảnh hưởng đáng kể của lực cản khí động tới chuyển động của xe.

3.1.3. Kết quả mô phỏng

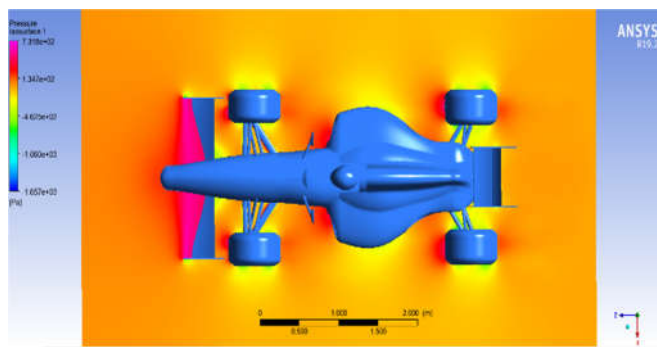
Kết quả tính toán được thể hiện dưới các dạng sau:

Dạng hình ảnh: hình ảnh phân bố vận tốc, áp suất, đường dòng bao quanh vỏ xe, đồ thị hệ số C_p theo chiều dọc xe, đồ thị vận tốc lớp biên của không khí;

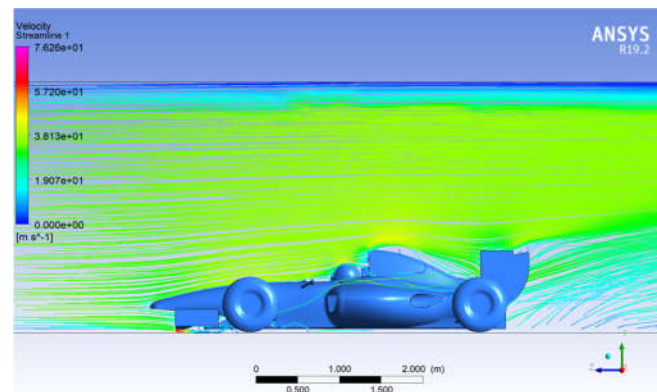
Số liệu dưới dạng bảng số: các lực và mô men theo 3 trục của hệ tọa độ x, y, z; hệ số cản khí động C_x (trong ANSYS FLUENT, trục tọa độ x song song với trục dọc của xe; trục tọa độ y là trục thẳng đứng, vuông góc với mặt đường nằm ngang; trục tọa độ z vuông góc với mặt phẳng tạo bởi trục x và trục y).



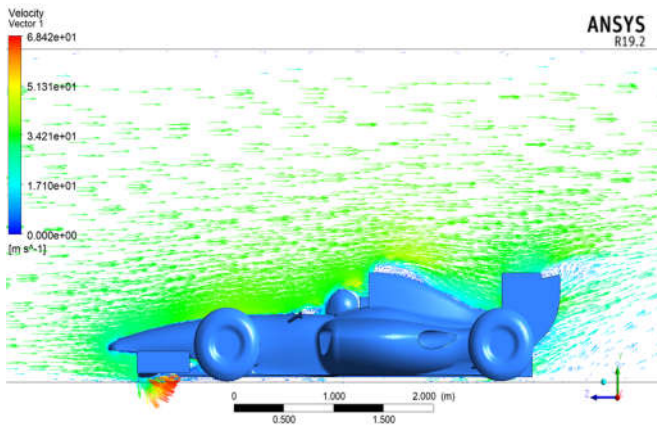
Hình 2. Phân bố áp suất trên bề mặt vỏ xe



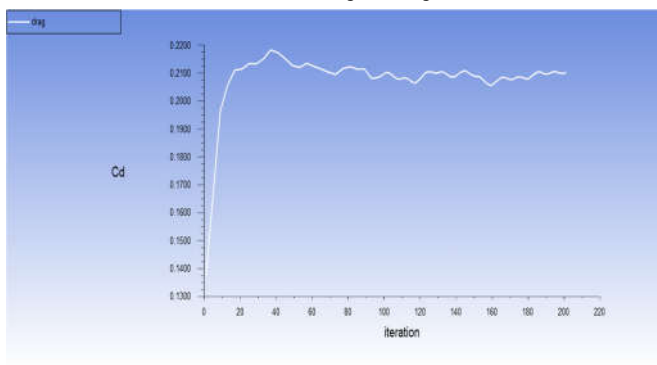
Hình 3. Phân bố áp suất mặt cắt ngang



Hình 4. Đường dòng tại mặt phẳng trung tuyến dọc vỏ xe



Hình 5. Phân bố vận tốc tại mặt phẳng đối xứng dọc vỏ xe



Hình 6. Hệ số cản Cd trên bề mặt vỏ xe

Các hình 2, 3, 4, 5 cho thấy trên vỏ xe tồn tại những vùng có áp suất dương, những vùng áp suất âm và các xoáy thấp áp. Chính sự chênh áp này là yếu tố cơ bản để tạo nên lực cản khí động.

Hình ảnh về trường vận tốc và đường dòng bao quanh vỏ xe chỉ rõ những nơi hình thành xoáy thấp áp có ảnh hưởng lớn đến lực cản khí động. Loại bỏ được hoặc giảm kích thước của những vùng xoáy này đồng nghĩa với việc giảm hệ số cản C_d .

Hình chiếu bằng 3 cũng cho thấy sự hình thành các xoáy có kích thước khá lớn tại các vùng tiếp giáp giữa mặt đầu của xe với các thành bên.

Kết quả tính toán còn được thể hiện dưới dạng đồ thị biến thiên hệ số áp suất C_p kết hợp với trường áp suất như trên hình 2. Đồ thị này cho thấy sự phân bố áp suất dọc theo chiều dài của vỏ xe. Có thể thấy rõ, ở vùng đầu xe áp suất là dương, sau đó áp suất hầu như là âm trên toàn bộ chiều dài của vỏ xe. Đặc biệt áp suất trở nên rất thấp ở các nơi hình thành vùng. Do hệ số C_p chỉ được lấy ra trên chiều dài của vỏ xe nên trên hình không thể hiện được xoáy thấp áp ở sau đuôi xe.

3.2. So sánh đánh giá

Kết quả so sánh các giá trị như trong bảng 1.

Bảng 1. Kết quả so sánh các giá trị

STT	Đại lượng so sánh	Giá trị của lý thuyết thực tế	Giá trị của tính toán bằng phần mềm ansys	Đánh giá
1	Hệ số cản	0,2 - 0,35	0,209	Đạt
2	Hệ số nâng	-0,2 đến -0,4	-0,348	Đạt

4. KẾT LUẬN

Bài báo đã nêu cơ sở lý thuyết để nghiên cứu các thành phần lực khí động lực học tác động lên thân vỏ ô tô xe ô tô trong quá trình di chuyển. Đánh giá được ảnh hưởng của các biên dạng xe đến hệ số cản không khí. Ứng dụng phần mềm chuyên dụng ANSYS-FLUENT để mô phỏng và tính toán được hệ số cản $C_d = 0,209$ của vỏ xe F1, đối tượng mà nhóm tác giả lựa chọn là tương đối hợp lý so với thông số mà các nhà sản xuất phương tiện công bố.

Đây là một trong số ít các nghiên cứu về khí động lực học thân vỏ ô tô, trước thực tế ngành công nghiệp sản xuất xe hơi tại Việt Nam hiện tại cũng chỉ sản xuất được phần khung vỏ theo mẫu sẵn có mà chưa có các công trình nghiên cứu bài bản.

TÀI LIỆU THAM KHẢO

- [1]. Tô Hoàng Tùng, Nguyễn Trọng Hoan, 2015. *Nghiên cứu mối quan hệ giữa hệ số cản khí động với các thông số bán kính góc lượn phía đầu xe ô tô khách cỡ lớn sản xuất tại Việt Nam bằng phần mềm ANSYS-FLUENT*. Tạp chí Cơ khí Việt Nam, số 8, trang 102-106.
- [2]. Quyết định số 1168/QĐ-TTg. *Chiến lược phát triển ngành công nghiệp ô tô Việt Nam đến năm 2025, tầm nhìn đến năm 2035* ngày 16/07/2014 của Thủ tướng Chính phủ.
- [3]. Quyết định số 1211/QĐ-TTg *quy hoạch phát triển ngành công nghiệp ô tô Việt Nam đến năm 2020, tầm nhìn đến năm 2030* ngày 24/07/2014 của Thủ tướng Chính phủ
- [4]. Henze, W. Schröder Fahrzeug, Windradaerodynamik Automobiles. Institute of Aerodynamics, RWTH Aachen University.