

ỨNG DỤNG PHẦN MỀM SOLIDWORKS MÔ PHỎNG KHÍ ĐỘNG LỰC HỌC TRÊN XE SUV

ThS. Phạm Văn Trọng *, SV Dương Tiên Dũng
SV Nguyễn Xuân Nam, SV. Nguyễn Huy Toàn

Đại học Sao Đỏ

*Email: ttrongbk2010@gmail.com

TÓM TẮT

Khí động lực học ô tô đã phát triển trong nhiều thập kỷ qua và đã trở thành một yếu tố quan trọng đối với các dòng xe hơi nên rất nhiều các công trình khoa học trong lĩnh vực này được công bố. Khi ô tô chuyển động trong môi trường không khí sẽ bị các lực và mô men khí động học tác dụng làm ảnh hưởng đến tính năng chuyển động của ô tô và lượng tiêu hao nhiên liệu. Tổng trọng lượng và hình dạng bên ngoài xe là một trong những yếu tố quan trọng nhằm cải tiến đặc tính khí động lực học của xe. Trong bài viết này tác giả sử dụng phần mềm Solidwoks flow simulation để mô phỏng xe Suzuki Vitara. Kết quả nghiên cứu có thể ứng dụng để đánh giá khí động lực học của xe ô tô khi thiết kế, hoàn cải hay đưa ra một số khuyến nghị trong khai thác sử dụng ô tô.

Từ khóa: *Solidwoks flow simulation, khí động lực học, động lực học ô tô*

SUMMARY

Automotive aerodynamics has developed over the past decades and has become an important factor for car models, so many scientific works in this field have been published. When a car moves in the air, aerodynamic forces and moments will affect the car's movement and fuel consumption. The total weight and exterior shape of the vehicle are one of the important factors to improve the vehicle's aerodynamic characteristics. In this article, the author uses Solidwoks flow simulation software to simulate the Suzuki Vitara car. The research results can be applied to evaluate the aerodynamics of cars when designing, converting or making some recommendations in the exploitation and use of cars.

1. ĐẶT VẤN ĐỀ

Trong những năm gần đây với công cuộc Công nghiệp hóa- hiện đại hóa, số lượng phương tiện tham gia giao thông cũng tăng lên theo thời gian đặc biệt là những dòng xe con. Bên cạnh đó, cơ sở hạ tầng, đường xá giao thông cũng đã có những bước phát triển tích cực. Một số tuyến đường cao tốc được xây dựng nhằm nâng cao tốc độ di chuyển của các phương tiện.

Để đáp ứng nhu cầu thực tế, trong tháng 7/2014 Chính phủ đã ban hành 2 văn bản quan trọng là “Quy hoạch phát triển ngành công nghiệp ô tô Việt Nam đến năm 2020, tầm nhìn đến 2030” và “Chiến lược phát triển ngành công nghiệp ô tô Việt Nam đến năm 2025, tầm nhìn đến năm 2035”, trong đó lĩnh vực sản xuất ô tô con được nhận nhiều sự quan tâm đặc biệt.

Hiện nay, có một số doanh nghiệp đầu tư sản xuất lắp ráp. Mặc dù đã có sự đầu tư về công nghệ và đạt được một số thành tựu trong sản xuất, nhưng nhìn chung vào thực trạng các cơ sở lắp ráp đều dựa trên các bộ phận phụ tùng nhập khẩu. Phần công việc thực hiện trong nước là sản xuất khung vỏ với các công nghệ hàn, sơn và lắp ráp nội thất, tuy nhiên chất lượng còn ở mức hạn chế. Vấn đề nghiên cứu, tối ưu hóa kết cấu của vỏ xe nhằm nâng cao các chỉ tiêu kỹ thuật vận hành của ô tô chưa nhận được sự quan tâm đầu tư của các nhà sản xuất.

Trước những tình trên, để có thể cạnh tranh được với ô tô nhập khẩu thì cần phải có đầu tư chiều sâu, đặc biệt là đầu tư cho lĩnh vực nghiên cứu phát triển sản

phẩm có chất lượng cao. Một trong những vấn đề cần được ưu tiên là tối ưu hóa dạng khí động học vỏ xe nhằm giảm mức tiêu thụ nhiên liệu và nâng cao tính an toàn chuyển động.

2. ĐỐI TƯỢNG VÀ PHƯƠNG PHÁP NGHIÊN CỨU

2.1. Đối tượng nghiên cứu

- Đối tượng nghiên cứu: khí động học vỏ ô tô SUV.

- Sử dụng phần mềm Solidworks Flow Simulation mô phỏng khí động lực học ô tô SUV.

2.2. Phương pháp nghiên cứu

2.2.1. Phương pháp kế thừa tài liệu

Thu thập, sưu tầm các tài liệu chuyên môn liên quan đến lĩnh vực động lực học của xe ô tô để làm cơ sở cho việc nghiên cứu lý thuyết.

2.2.2. Phương pháp nghiên cứu lý thuyết

Sử dụng lý thuyết ô tô, cơ học kỹ thuật để xây dựng mô phỏng đúng khí động lực học xe SUV.

3. KẾT QUẢ VÀ THẢO LUẬN

3.1. Các thông số đầu vào và một số giả thiết của bài toán mô phỏng

3.1.1. Lựa chọn các thông số của xe

Thông số kích thước của xe con được lấy theo mẫu xe Suzuki vitara với các kích thước sau:

Kích thước dài x rộng x cao là 4.175 x 1.775 x 1.610 (mm).

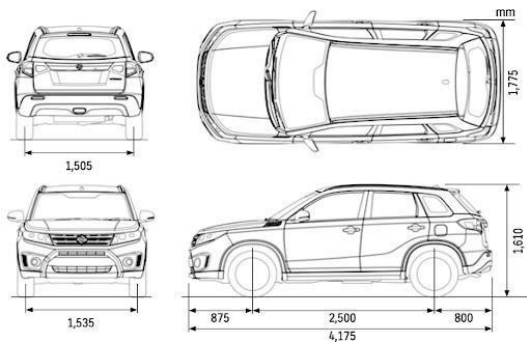
Chiều dài cơ sở 2.500 (mm).

Chiều rộng cơ sở trước 1.535 (mm).

Chiều rộng cơ sở sau 1.505 (mm).

Bán kính vòng quay tối thiểu 5.2 (m).

Khoảng cách gầm xe 185 (mm).



Hình 1. Xe ô tô con tham khảo (Suzuki vitara)

3.1.2. Các giả thiết và giới hạn nghiên cứu của bài toán mô phỏng

Khi thực hiện mô phỏng, để phù hợp với khả năng tính toán của máy tính nhưng vẫn đảm bảo được tính đúng đắn, độ tin cậy và sự tương thích của bài toán nghiên cứu với thực tế, khóa luận đưa ra các giả thiết dưới đây:

Mô hình vỏ xe là tuyệt đối cứng, vỏ xe không được biến dạng trong quá trình mô phỏng.

Bỏ qua quá trình trao đổi nhiệt giữa vỏ xe và không khí.

Bề mặt vỏ xe là bề mặt nhẵn, gầm xe được bọc phẳng.

Vận tốc dòng khí tại đầu vào của không gian mô phỏng có hướng song song với trục dọc của xe, thổi theo hướng từ đầu xe tới đuôi xe và có giá trị không đổi.

Vận tốc không khí tại bề mặt vỏ xe và bề mặt giới hạn của vùng không gian mô phỏng bằng 0 m/s.

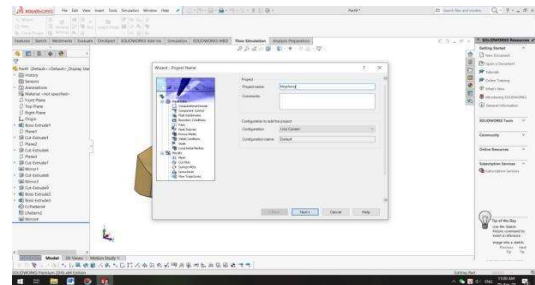
Không xét đến bán kính cong của kính chắn gió phía trước và kính phía sau xe.

3.2. Mô phỏng và tính toán khí động học vỏ xe cơ sở

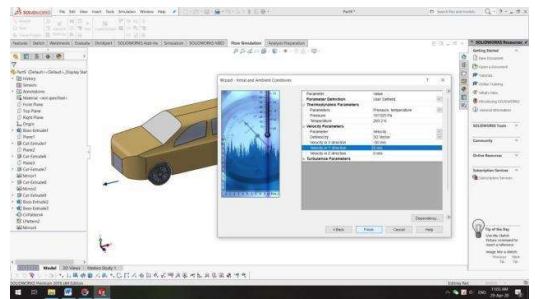
3.2.1. Các bước thiết lập các thông số mô phỏng

a. Thiết lập các thông số đầu vào

Với các bước trình bày từ mục 2.1 và mục 2.2 trên đây, thực hiện việc mô phỏng đối với mô hình kích thước thật của xe cơ sở tham khảo Suzuki vitara để đánh giá chất lượng khí động học của vỏ xe này.



Hình 2. Tạo project mô phỏng



Hình 3. Thiết lập các thông số môi trường

3.2.2. Xác định vùng không gian mô phỏng và tiến hành phân tích

Xác định vùng không gian mô phỏng, với kích thước tham khảo ta tiến hành xây dựng mô hình học và xác định vùng không gian mô phỏng như sau:

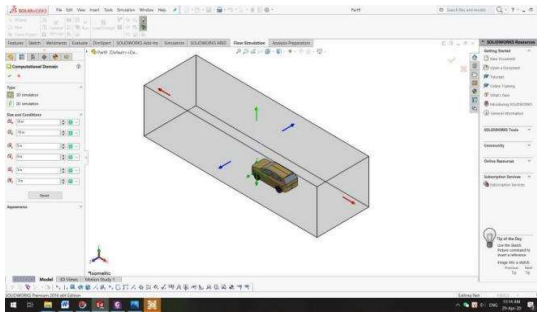
Ta gọi:

Chiều dài toàn bộ của xe là L

Chiều rộng toàn bộ của xe là W

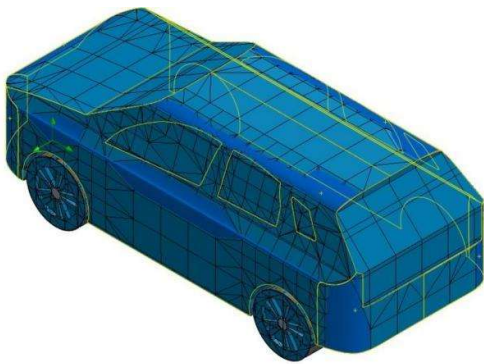
Chiều cao toàn bộ của xe là H

Vùng không gian mô phỏng ban đầu chọn kích thước (dài x rộng x cao) là 20 x 5 x 6 (m).



Hình 4. kích thước của vùng không gian mô phỏng

b. Chia lưới và đặt các điều kiện ràng buộc của bài toán mô phỏng



Hình 5. Mô hình vỏ xe sau khi đã được chia lưới

Sau khi phân tích dạng lưới, quyết định lựa chọn dạng Create Mesh fine và tiến hành chia lưới trên mô hình vỏ xe ô tô.

Sau khi có được mô hình chia lưới, ta tiến hành gán các thuộc tính cho mô hình bao gồm:

Thuộc tính của không khí: khối lượng riêng của không khí là 1,205 kg/m³, độ nhớt động học là 1,7894.10⁻⁵(kg.m/s-1).

Vận tốc dòng khí tại đầu vào. Giá trị vận tốc dòng khí tại đầu vào này do người dùng tự lựa chọn và hoàn toàn xác

định, có thể coi vận tốc này tương đương vận tốc dòng khí ổn định vô cùng ($V\infty$).

Áp suất không khí tại đầu ra của vùng không gian mô phỏng. Khi dòng khí tại đầu ra của vùng không gian mô phỏng chuyển động ổn định thì áp suất tại đó có thể xác định bằng áp suất khí quyển.

Thuộc tính của bề mặt vỏ xe: đảm bảo tính chất vỏ xe phù hợp với giả thiết đưa ra.

Sau khi thực hiện các bước chuẩn bị ta tiến hành chạy mô phỏng với vận tốc 60m/s.

3.3. Khảo sát ảnh hưởng của góc nghiêng kính trước

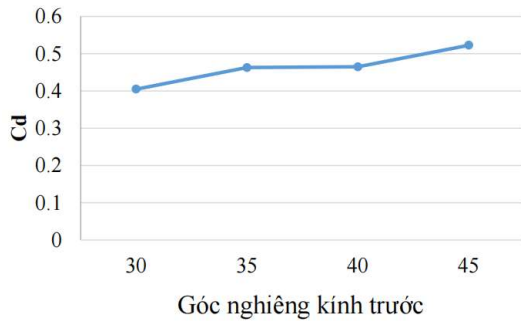
Vùng thay đổi giá trị góc nghiêng của kính trước (α) được lấy từ 30 đến 45 độ với bước nhảy của giá trị khảo sát là 5 độ. Góc nghiêng kính sau giữ cố định $\beta = 45$ độ. Thực hiện mô phỏng, tính toán theo phương pháp tương tự như đã trình bày trên đây, đề tài đã thu được các kết quả trong bảng 1.

Bảng 1. Giá trị Cd phụ thuộc vào góc nghiêng kính chắn gió phía trước khi $\beta = 45$

Góc nghiêng kính sau ($^{\circ}$)	Lực cản chính diện theo phương X(N)	Hệ số cản chính diện Cd
30	1747,7	0,405
35	2000,4	0,463
40	2007,5	0,465
45	2256,8	0,523

Như vậy hệ số cản Cd tăng từ 0,405 lên 0,523 khi góc nghiêng bán kính chắn gió phía trước tăng từ 300 đến 450.

Dựa vào số liệu bảng 1, ta xây dựng được đồ thị sự phụ thuộc của C_d vào góc nghiêng chắn gió phía trước của xe.

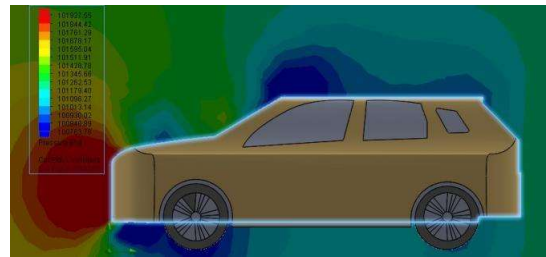


Hình 6. Ảnh hưởng của góc nghiêng kính chắn gió phía trước đến hệ số cản C_d

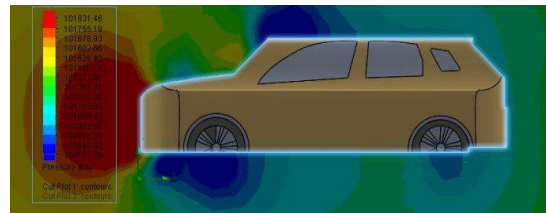
Thông qua bảng 1 và đồ thị hình 6 ta có thể nhìn thấy hệ số cản khí động học C_d phụ thuộc khá nhiều vào góc nghiêng phía trước của xe. Hệ số cản tăng dần theo góc nghiêng, giá trị lớn nhất ứng với trạng thái kính trước vuông góc với mặt đường $\alpha = 450$ và nhỏ nhất khi $\alpha = 300$.

Có thể nhận thấy rõ hơn quy luật biến thiên C_d theo α trên đồ thị. Quy luật này cho ta lựa chọn góc nghiêng cho phù hợp, bởi vì muốn có C_d nhỏ thì góc nghiêng nhỏ, từ đó khi thiết kế ta cần cân nhắc giữa việc giảm hoặc tăng C_d với không gian sử dụng của xe để lựa chọn góc nghiêng cho phù hợp.

Sự phân bố mạnh của hệ số cản không khí vào góc nghiêng của kính chắn gió được giải thích rõ trên các hình phân bố áp suất và hình ảnh đường dòng bao quanh vỏ xe.



Hình 7. Phân bố góc nghiêng kính chắn gió bằng 30^0



Hình 8. Phân bố góc nghiêng kính chắn gió bằng 450

Sau khi phân bố hình ảnh áp suất trên hình 7 và 8 có thể thấy sự thay đổi của vùng phân bố áp suất ở phần đầu cũng như giá trị áp suất tại các khu vực này.

Với góc nghiêng của kính chắn gió bằng 300 (hình 7) vùng áp suất có giá trị lớn nhất (vùng màu đỏ) áp suất ở khu vực này đạt 101927 Pa. Trong khi đó, nếu góc nghiêng của kính chắn gió bằng 450 (hình 8) vùng áp suất có giá trị nhỏ nhất (vùng màu đỏ) áp suất ở khu vực này đạt 101831 Pa. Như vậy có thể thấy, sự chênh lệch về áp suất giữa 2 trường hợp đã thay đổi đáng kể về giá trị.

3.4. Khảo sát ảnh hưởng của góc nghiêng kính sau

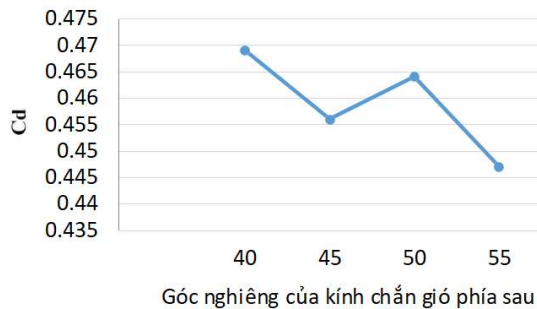
Để khảo sát ảnh hưởng của góc nghiêng kính sau đến hệ số cản chính diện, nghiên cứu cố định góc trước là $\alpha = 30$ và tiến hành thay đổi góc kính sau. Vùng thay đổi giá trị góc nghiêng của kính sau β được lấy từ 40 đến 55 độ với bước nhảy của giá trị khảo sát là 5 độ. Thực hiện mô phỏng, tính toán theo

phương pháp tương tự như đã trình bày trên đây, đề tài đã thu được các kết quả trong bảng 2.

Bảng 2. Giá trị Cd phụ thuộc vào góc nghiêng kính sau khi $\alpha = 300$

Góc nghiêng kính sau ($^{\circ}$)	Lực cản chính diện theo phương X (N)	Hệ số cản chính diện Cd
40	2023,8	0,469
45	1971,2	0,456
50	2002,7	0,464
55	1931,3	0,447

Các kết quả tính toán trên cũng được trình bày dưới dạng đồ thị hình.



Hình 9. Ảnh của góc nghiêng kính chắn gió phía sau đến hệ số Cd



Hình 10. Phân bố áp suất nghiêng kính chắn gió 400



Hình 10. Phân bố áp suất góc nghiêng kính chắn gió 550

Qua hình 9 và 10 phân bố áp suất có thể nhận thấy sự thay đổi của vùng phân bố áp suất ở góc nghiêng kính sau ảnh

hưởng không nhiều đến áp suất phân bố. Với góc nghiêng của kính chắn gió sau bằng 400 (hình 9) vùng áp suất có ở khu vực này đạt 101119 Pa và góc nghiêng của kính chắn gió sau bằng 550 (hình 10) vùng áp suất có áp có ở khu vực này đạt 101145 Pa. Như vậy có thể thấy sự chênh lệch góc nghiêng kính sau này ảnh hưởng không đáng kể đến vùng áp suất ta đang đề cập.

4. KẾT LUẬN

Kết quả mô phỏng, tính toán được mô hình vỏ xe ô tô (Suzuki vitara) đã cho hệ số Cd, vỏ xe này có hình dạng khí động học tương đối tốt. Tuy nhiên, các hình ảnh về phân bố áp suất, vận tốc và dòng khí bao quanh vỏ xe cho thấy còn khá nhiều khiếm khuyết trên vỏ xe cần được cải thiện để giảm lực cản khí động học.

Đã sử dụng mô hình đơn giản dạng hộp chữ nhật để nghiên cứu, tính toán, khảo sát và đã xác định được quy luật ảnh hưởng của một số thông số kết cấu (góc nghiêng của các mặt trước sau) tới lực cản không khí. Trên cơ sở các kết quả khảo sát ảnh hưởng của các thông số kết cấu tới lực cản khí động và qua phân tích kết cấu của một số loại vỏ xe đang được sản xuất, đã đề xuất lựa chọn một bộ thông số kết cấu mới nhằm cải thiện dạng khí động học để đạt được hệ số cản Cd nhỏ nhất trong khi vẫn thỏa mãn các yêu cầu về công năng sử dụng và tính thẩm mỹ của vỏ xe.

Kết quả tính toán mô phỏng cho thấy chất lượng khí động học của vỏ xe mới được cải thiện đáng kể. Hệ số cản Cd của vỏ xe đồng thời các hình ảnh về dòng khí bao quanh vỏ xe cũng cho thấy, dòng chảy bám sát hơn vào vỏ và kích thước của các vùng xoáy đã giảm đi nhiều.

TÀI LIỆU TRÍCH DẪN

- [1] Lã Trung Sơn (2016), *Nghiên cứu ảnh hưởng của hình dáng thân vỏ đến đặc tính khí động học của đoàn xe chở Container*, 2016.
- [2] Karamallah Abdulhassan A, Abdessamed Kacem Wahab (2011), “Experimental determination of drag coefficient on different automobiles geometry”, *Engineering and Technology Journal*. 29 (2011) 3043-3057.
- [3] Chainani A, Noel Perera (2008), *CFD investigation of airflow on a model radio control race car*, [London, U.K.](#)
- [4] Sharma Pranav, Saurabh Chhabra, *Aerodynamic Analysis of a Car*, [Publisher: ANSYS Inc., Canonsburg, PA, USA,](#)
- [5] Lombardi Giovanni, Marco Maganzi, Ferdinando Cannizzo, Enrico Cardile, *Use of the CFD for the Aerodynamic Optimization of the Car Shape: Problems and Application*, 4th European Automotive Simulation Conference. EASC. Publisher: ANSYS Inc., Canonsburg, PA, USA, 2009.