

**ĐẠI HỌC QUỐC GIA HÀ NỘI
TRƯỜNG ĐẠI HỌC CÔNG NGHỆ**

Lã Trung Sơn

**NGHIÊN CỨU ẢNH HƯỞNG CỦA HÌNH DÁNG
THÂN VỎ ĐẾN ĐẶC TÍNH KHÍ ĐỘNG HỌC
CỦA ĐOÀN XE CHỖ CONTAINER**

LUẬN VĂN TỐT NGHIỆP CAO HỌC

Ngành: Cơ kỹ thuật

HÀ NỘI - 2016

**ĐẠI HỌC QUỐC GIA HÀ NỘI
TRƯỜNG ĐẠI HỌC CÔNG NGHỆ**

Lã Trung Sơn

**NGHIÊN CỨU ẢNH HƯỞNG CỦA HÌNH DÁNG THÂN VỎ
ĐẾN ĐẶC TÍNH KHÍ ĐỘNG HỌC CỦA
ĐOÀN XE CHỖ CONTAINER**

LUẬN VĂN TỐT NGHIỆP CAO HỌC

Ngành: Cơ kỹ thuật

Mã Ngành: 60520101

Cán bộ hướng dẫn: TS. Ngô Văn Hệ

HÀ NỘI - 2016

LỜI CAM ĐOAN

Tôi xin cam đoan đây là nghiên cứu của riêng tôi. Các số liệu, kết quả nêu trong luận văn là trung thực, là kết quả nghiên cứu của tôi đã thực hiện được dưới sự hướng dẫn của Giáo viên hướng dẫn luận văn và chưa từng được ai công bố trong các công trình nào khác.

Hà Nội, tháng 9 năm 2016

Học viên

Lã Trung Sơn

LỜI CẢM ƠN

Để hoàn thành luận văn tốt nghiệp này, với tư cách là tác giả của luận văn, tôi xin gửi lời cảm ơn chân thành và sâu sắc nhất đến thầy giáo hướng dẫn TS. Ngô Văn Hệ viện Cơ khí Động lực – Trường Đại học Bách khoa Hà Nội, người đã trực tiếp hướng dẫn tôi tận tình và chu đáo trong suốt thời gian thực hiện luận văn, để tôi có thể hoàn thành luận văn này.

Đồng thời tôi cũng xin gửi lời cảm ơn chân thành đến tập thể Thầy, Cô giáo của Khoa Cơ học Kỹ thuật và Tự động hóa - Trường Đại học Công nghệ - Đại học Quốc Gia Hà Nội, viện Cơ khí Động lực Trường Đại học Bách khoa Hà Nội đã tận tình dạy dỗ, truyền đạt kiến thức, giúp đỡ tôi suốt thời gian học tập và đã tạo điều kiện tốt nhất cho tôi trong quá trình hoàn thành luận văn này.

Cuối cùng tôi xin chân thành cảm ơn gia đình, bạn bè và đồng nghiệp đã giúp đỡ, ủng hộ tôi hết lòng, động viên và chia sẻ trong suốt thời gian tôi học tập và làm luận văn.

Hà Nội, tháng 9 năm 2016

Học viên

Lã Trung Sơn

MỤC LỤC

| | |
|--|-------------------------------------|
| LỜI CAM ĐOAN..... | 1 |
| LỜI CẢM ƠN..... | 2 |
| MỤC LỤC | 3 |
| DANH MỤC CÁC KÝ HIỆU VÀ CHỮ VIẾT TẮT..... | 5 |
| DANH MỤC CÁC BẢNG..... | 7 |
| DANH MỤC CÁC HÌNH VẼ, ĐỒ THỊ..... | 8 |
| MỞ ĐẦU..... | 10 |
| 1. Tính cấp thiết của đề tài | 10 |
| 2. Lịch sử nghiên cứu | 10 |
| 3. Mục đích nghiên cứu của luận văn, đối tượng và phạm vi nghiên cứu | 11 |
| 4. Tóm tắt cô đọng các luận điểm cơ bản và đóng góp mới của tác giả | 11 |
| 5. Phương pháp nghiên cứu..... | 12 |
| Chương 1: TỔNG QUAN NGHIÊN CỨU..... | Error! Bookmark not defined. |
| 1.1. Tổng quan nghiên cứu trong và ngoài nước | Error! Bookmark not defined. |
| 1.2. Khái niệm khí động lực học | Error! Bookmark not defined. |
| 1.3. Một số phương trình khí động học cơ bản .. | Error! Bookmark not defined. |
| 1.3.1. Động học và động lực học chất lỏng | Error! Bookmark not defined. |
| 1.3.2. Lực cản khí động | Error! Bookmark not defined. |
| 1.4. Kết luận chương 1 | Error! Bookmark not defined. |
| Chương 2: CÔNG CỤ MÔ PHỎNG SỐ CFD VÀ CƠ SỞ PHƯƠNG PHÁP NGHIÊN CỨU..... | Error! Bookmark not defined. |
| 2.1. Giới thiệu chung về CFD..... | Error! Bookmark not defined. |
| 2.1.1. Công cụ trong Ansys-Fluent | Error! Bookmark not defined. |
| 2.1.2. Nguyên lý tính toán trong phần mềm Ansys-Fluent | Error! Bookmark not defined. |
| 2.2. Trình tự giải quyết bài toán CFD | Error! Bookmark not defined. |
| 2.3. Phương pháp chia lưới trong bài toán mô phỏng | Error! Bookmark not defined. |
| 2.4. Một số mô hình rối trong Ansys-Fluent | Error! Bookmark not defined. |

| | |
|---|---|
| 2.4.1. Mô hình rối một phương trình (one equation turbulence models) | Error! |
| Bookmark not defined. | |
| 2.4.2. Mô hình hai phương trình (two equations model) | Error! Bookmark not defined. |
| 2.4.3. Mô hình k-epsilon..... | Error! Bookmark not defined. |
| 2.5. Cơ sở phương pháp nghiên cứu ảnh hưởng của hình dáng thân vỏ đến đặc tính khí động học thân vỏ đoàn xe chở container | Error! Bookmark not defined. |
| 2.6. Kết luận chương 2..... | Error! Bookmark not defined. |
| Chương 3. MÔ HÌNH ĐOÀN XE CHỖ CONTAINER SỬ DỤNG TRONG NGHIÊN CỨU VÀ QUÁ TRÌNH MÔ PHỎNG SỐ CFD | Error! Bookmark not defined. |
| 3.1. Đoàn xe chở container..... | Error! Bookmark not defined. |
| 3.2. Mô hình đoàn xe chở container sử dụng trong nghiên cứu | Error! Bookmark not defined. |
| 3.3. Quá trình mô phỏng số CFD thân vỏ đoàn xe chở container | Error! Bookmark not defined. |
| 3.4. Kết luận chương 3 | Error! Bookmark not defined. |
| Chương 4. NGHIÊN CỨU ẢNH HƯỞNG CỦA HÌNH DÁNG THÂN VỎ ĐẾN ĐẶC TÍNH KHÍ ĐỘNG LỰC ĐOÀN XE..... | Error! Bookmark not defined. |
| 4.1. Ảnh hưởng của hình dáng thân vỏ đến đặc tính khí động học đoàn xe | Error! Bookmark not defined. |
| 4.1.1. Mô hình đoàn xe chở container khảo sát.. | Error! Bookmark not defined. |
| 4.1.2. Kết quả so sánh về phân bố áp suất và dòng bao quanh thân đoàn xe | Error! Bookmark not defined. |
| 4.1.3. Kết quả so sánh lực cản khí động tác động lên thân đoàn xe..... | Error! Bookmark not defined. |
| 4.2. Ảnh hưởng của khoảng cách tương đối giữa container 20 feet và cabin đến đặc tính khí động học đoàn xe | Error! Bookmark not defined. |
| 4.2.1. Mô hình đoàn xe khảo sát..... | Error! Bookmark not defined. |
| 4.2.2. Một số kết quả so sánh phân bố áp suất và dòng bao quanh đoàn xe | Error! Bookmark not defined. |
| 4.2.3. Kết quả tính toán lực cản khí động tác động lên đoàn xe | Error! Bookmark not defined. |
| 4.3. Kết luận chương 4..... | Error! Bookmark not defined. |
| KẾT LUẬN | Error! Bookmark not defined. |

1. Kết luận**Error! Bookmark not defined.**
2. Kiến nghị**Error! Bookmark not defined.**

DANH MỤC CÁC KÝ HIỆU VÀ CHỮ VIẾT TẮT

| TT | Ký hiệu | Tên gọi | Đơn vị |
|----|-------------------------|--|---------------|
| 1 | <i>CFD</i> | Chương trình tính toán động lực học chất lỏng (Computation Fluid Dynamic). | |
| 2 | <i>ANSYS</i> | Bộ chương trình tính toán, mô phỏng số ứng dụng trong nghiên cứu, khảo sát và thiết kế với nhiều lĩnh vực khác nhau. | |
| 3 | <i>CN0-CN9</i> | Ký hiệu mô hình đoàn xe chở container từ mô hình nguyên bản số 0 đến mô hình cải tiến số 9 | |
| 4 | <i>feet</i> | Đơn vị đo độ dài, 1feet = 0.3048m | |
| 5 | <i>Container 20feet</i> | Loại container dài 20 feet | |
| 6 | <i>Container 40feet</i> | Loại container dài 40 feet | |
| 7 | P_w | Công suất | <i>cv, hp</i> |
| 8 | L, l | Chiều dài | <i>m</i> |

| | | | |
|----|----------------------|--|----------------------|
| 9 | B, b | Chiều rộng | m |
| 10 | H, h | Chiều cao | m |
| 11 | S | Diện tích | m^2 |
| 12 | R_T | Lực cản khí động tổng cộng | N |
| 13 | R_p | Lực cản khí động do áp suất gây ra | N |
| 14 | R_f | Lực cản khí động do ma sát gây ra | N |
| 15 | M | Mômen lực | Nm |
| 16 | V | Vận tốc | $m/s,$ km/h |
| 17 | u_x, u_y, u_z | Các thành phần vận tốc tức thời tương ứng theo các phương của hệ trục tọa độ | m/s |
| 18 | $C_p, C_f, C_T(C_d)$ | Hệ số lực cản khí động tương ứng do áp suất, ma sát gây ra và hệ số lực cản khí động tổng cộng | |
| 19 | ν | Độ nhớt động học | m^2/s |
| 20 | μ | Độ nhớt động lực học | $kg.s/m^2$ |
| 21 | ρ | Khối lượng riêng | kg/m^3 |
| 22 | γ | Trọng lượng riêng | N/m^3 |
| 23 | p | Áp suất | $N/m^2,$ Pa, at |
| 24 | $k-\varepsilon$ | Mô hình rối $k-\varepsilon$ | |
| 25 | k | Hệ số đặc trưng cho động năng rối | |
| 26 | ε | Hệ số đặc trưng cho mức độ tiêu tán rối của dòng chảy | |
| 27 | R_n | Số Reynolds | |

| | | | |
|----|-------|------------|--|
| 28 | P_r | Số Prandtl | |
|----|-------|------------|--|

DANH MỤC CÁC BẢNG

| | |
|--|----|
| Bảng 2.1 Các thông số đầu vào tính toán | 40 |
| Bảng 2.2 Hệ số lực cản khí động tác động lên vật thể cơ bản hình hộp | 42 |
| Bảng 3.1 Thông số kích thước cơ bản của đoàn xe chở container..... | 50 |
| Bảng 3.2 Một số điều kiện sử dụng trong tính mô phỏng số CFD..... | 53 |
| Bảng 4.1 Lực cản khí động tác động lên đoàn xe..... | 69 |
| Bảng 4.2 Khoảng cách tương đối giữa container 20 feet và cabin xe | 71 |
| Bảng 4.3 Hệ số lực cản khí động và công suất tiêu hao tương ứng của đoàn xe | 78 |

DANH MỤC CÁC HÌNH VẼ, ĐỒ THỊ

Hình 1.1 Hệ trục tọa độ Oxyz sử dụng trong nghiên cứu **Error! Bookmark not defined.**

Hình 1.2 Một số hình dáng khí động và hệ số lực cản khí động tương ứng **Error! Bookmark not defined.**

Hình 2.1 Mô hình vật thể cơ bản sử dụng trong nghiên cứu, $l/h=1$, N_0 **Error! Bookmark not defined.**

Hình 2.2 Phân bố áp suất bao quanh vật thể khảo sát tại mặt cắt dọc tâm, N_0 **Error! Bookmark not defined.**

Hình 2.3 Đường dòng bao quanh vật thể khảo sát tại mặt cắt dọc tâm, N_0 .**Error! Bookmark not defined.**

Hình 2.4 Mô hình vật thể với hình dạng bán cầu phát triển từ hình hộp, N_1 **Error! Bookmark not defined.**

Hình 2.5 Phân bố áp suất bao quanh vật thể trong miền không gian khảo sát**Error! Bookmark not defined.**

Hình 2.6 Đường dòng bao quanh vật thể khảo sát tại mặt cắt dọc tâm, N_1 .**Error! Bookmark not defined.**

- Hình 2.7 Hình dạng vật thể khí động phát triển từ hình dạng hình hộp, N2 **Error! Bookmark not defined.**
- Hình 2.8 Phân bố áp suất bao quanh vật thể trong miền không gian khảo sát **Error! Bookmark not defined.**
- Hình 2.9 Đường dòng bao quanh vật thể khảo sát tại mặt cắt dọc tâm, N2. **Error! Bookmark not defined.**
- Hình 2.10 Hệ số lực cản khí động tổng C_T tác động lên các vật thể có hình dạng hình học khác nhau trong khảo sát, N0, N1, N2 **Error! Bookmark not defined.**
- Hình 3.1 Các phân chính tháo rời của đoàn xe chở container **Error! Bookmark not defined.**
- Hình 3.2 Mô hình đoàn xe chở container 40 feet nguyên bản, sử dụng trong nghiên cứu, mô hình CN0 **Error! Bookmark not defined.**
- Hình 3.3 Miền không gian tính toán mô phỏng CFDE**Error! Bookmark not defined.**
- Hình 3.4 Chia lưới trên bề mặt thân vỏ đoàn xe trong không gian mô phỏng số CFD với kiểu lưới không cấu trúc với 4,7 triệu lưới không cấu trúc kiểu T **Error! Bookmark not defined.**
- Hình 3.5 Phân bố áp suất động tại mặt cắt dọc tâm đoàn xe ở vận tốc $V=80\text{km/h}$ **Error! Bookmark not defined.**
- Hình 3.6 Phân bố vận tốc dòng bao quanh đoàn xe nguyên bản NC0 ở vận tốc khai thác $V=80\text{km/h}$ **Error! Bookmark not defined.**
- Hình 3.7 Đồ thị lực cản khí động và hệ số lực cản khí động tổng theo dải vận tốc khai thác của đoàn xe trong trường hợp có chở theo container và không chở container trên xe **Error! Bookmark not defined.**
- Hình 4.1 Hình dáng đoàn xe cải tiến CN1 **Error! Bookmark not defined.**
- Hình 4.2 Hình dáng đoàn xe cải tiến CN2 **Error! Bookmark not defined.**
- Hình 4.3 Hình dáng đoàn xe cải tiến CN3 **Error! Bookmark not defined.**
- Hình 4.4 Hình dáng đoàn xe cải tiến CN4 **Error! Bookmark not defined.**
- Hình 4.5 Hình dáng đoàn xe cải tiến CN5 **Error! Bookmark not defined.**
- Hình 4.6 Hình dáng đoàn xe cải tiến CN6 **Error! Bookmark not defined.**

Hình 4.7 Phân bố áp suất bao quanh đoàn xe tại mặt cắt dọc tâm.....**Error! Bookmark not defined.**

Hình 4.9 Phân bố vận tốc dòng bao quanh đoàn xe tại mặt cắt dọc tâm miền không gian tính toán, CN0-CN3**Error! Bookmark not defined.**

Hình 4.10 Phân bố vận tốc dòng bao quanh đoàn xe tại mặt cắt dọc tâm miền không gian tính toán, CN4-CN6**Error! Bookmark not defined.**

Hình 4.11 Phân bố áp suất trên bề mặt thân đoàn xe**Error! Bookmark not defined.**

Hình 4.12 Phân bố áp suất trên bề mặt thân đoàn xe**Error! Bookmark not defined.**

Hình 4.13 Lực cản khí động tác động lên đoàn xe tại vận tốc khai thác 80km/h ...
.....**Error! Bookmark not defined.**

Hình 4.14 Mô hình đoàn xe chở container 20 feet với các vị trí đặt container 20 feet khác nhau, CN7, CN8, CN9**Error! Bookmark not defined.**

Hình 4.15 Phân bố áp suất bao quanh đoàn xe tại mặt cắt dọc tâm**Error! Bookmark not defined.**

Hình 4.16 Phân bố áp suất bao quanh đoàn xe tại mặt cắt dọc $y=1.176m$...**Error! Bookmark not defined.**

Hình 4.17 Phân bố áp suất bao quanh đoàn xe tại mặt cắt bằng $z=2.5m$**Error! Bookmark not defined.**

Hình 4.18 Phân bố vận tốc dòng bao quanh đoàn xe tại mặt cắt dọc tâm ...**Error! Bookmark not defined.**

Hình 4.19 Phân bố vận tốc dòng bao quanh đoàn xe tại mặt cắt dọc $y=1.176m$
.....**Error! Bookmark not defined.**

Hình 4.20 Phân bố vận tốc dòng bao quanh đoàn xe tại mặt cắt bằng $z=2.5m$
.....**Error! Bookmark not defined.**

Hình 4.21 Các thành phần lực cản khí động tác động lên đoàn xe tại vận tốc khai thác 80km/h**Error! Bookmark not defined.**

Hình 4.22 Lực cản khí động tác động lên xe trong quá trình vận tải container
.....**Error! Bookmark not defined.**

MỞ ĐẦU

1. Tính cấp thiết của đề tài

Trong quá trình giao thông vận tải nói chung và giao thông đường bộ nói riêng, để nâng cao hiệu quả khai thác cho đoàn xe chở hàng, cần thiết phải giảm tiêu hao nhiên liệu cần thiết tiêu tốn trong quá trình chạy xe. Để giảm tiêu hao nhiên liệu trong quá trình khai thác này thì giảm lực cản, tối ưu tốc độ đoàn xe là một trong những biện pháp hữu ích và mang lại nhiều lợi ích thiết thực nhất hiện nay. Vấn đề nghiên cứu giảm lực cản, tiết kiệm nhiên liệu hiện đang được nhiều nhà nghiên cứu, thiết kế và khai thác kinh doanh vận tải quan tâm.

Trong những năm gần đây, việc phát triển giao thông vận tải container được chú trọng rất nhiều. Quá trình vận tải hàng hóa xuất nhập khẩu qua các cảng nội địa đường bộ và đường thủy ngày càng tăng cao. Kéo theo sự phát triển đó là sự phát triển đa dạng hóa của đoàn xe chở container. Trên các tuyến vận chuyển container nước ta đã xuất hiện và đa dạng hóa các chủng loại xe đầu kéo có thiết kế hình dáng khí động khác nhau, xe nhập khẩu, xe nội địa ... sự đa dạng hóa này có phải là sự đầu tư nhằm mang lại hiệu quả kinh tế cao từ các thiết kế kiểu dáng đoàn xe hay không. Tốc độ khai thác nào của đoàn xe thì tương ứng với kiểu dáng thiết kế đó có hiệu quả kinh tế trong vận tải. Đây còn là các vấn đề cần đặt ra và phải được giải quyết không chỉ với các nhà thiết kế chế tạo mà còn cần thiết cho các ngành kinh doanh vận tải xe ô tô.

Trước những nhu cầu cần thiết để nâng cao hiệu quả khai thác cho đoàn xe chở container, sự cần thiết để có cái nhìn tổng thể về hình dáng khí động phù hợp cho đoàn xe chở container, tác giả lựa chọn lĩnh vực nghiên cứu giảm lực cản khí động tác động lên đoàn xe chở container, nhằm nâng cao hiệu quả kinh tế khai thác vận tải hàng hóa cho đoàn xe.

2. Lịch sử nghiên cứu

Lĩnh vực tính toán lực cản xe ô tô nói chung, cũng như lực cản khí động tác động lên đoàn xe chở container nói riêng đã có một số tác giả trong nước và quốc tế quan tâm nghiên cứu [6, 7, 8, 9, 10, 12, 13, 14, 18]. Từ nhiều năm về trước khi công cụ hỗ trợ tính toán chưa phát triển, thì việc tính toán xác định lực cản khí động xe ô tô chủ yếu dựa trên kết quả thực nghiệm mô hình tại các phòng thử nghiệm khí động lực học ô tô. Trên cơ sở kết quả tổng hợp của rất nhiều thử nghiệm sẽ thu được các công thức thực nghiệm hay giá trị hệ số lực cản khí động tương ứng cho từng loại xe ô tô khác nhau. Trong những năm gần đây, với sự phát triển mạnh của các công cụ, phương tiện hỗ trợ tính toán số ra đời, tính toán động lực học chất lỏng CFD (Computation Fluid Dynamic) đã trở thành công cụ hữu dụng trong việc ước lượng, dự đoán lực cản khí động tác động lên xe ô tô. Ngày nay CFD đã trở thành công cụ phổ biến được nhiều nhà nghiên cứu sử dụng làm phương tiện hỗ trợ nghiên cứu đặc lực cho mình [6-16].

Ứng dụng CFD trong nghiên cứu tính toán giảm lực cản khí động tác động lên đoàn xe chở container là đề tài đã và đang là vấn đề đặt ra cho nhiều giới chuyên môn giải đáp [6, 7, 8, 9, 10, 12, 13, 14, 18]. Với mỗi loại xe ô tô khác nhau, cần có các biện pháp kỹ thuật khác nhau để làm giảm lực cản khí động tác động lên xe. Càng giảm được lực cản khí động tác động lên đoàn xe thì đồng nghĩa với việc nâng cao hiệu quả kinh tế khai thác cho đoàn xe. Đây cũng chính là vấn đề đặt ra cần giải quyết trong luận văn này.

3. Mục đích nghiên cứu của luận văn, đối tượng và phạm vi nghiên cứu

Mục đích nghiên cứu của đề tài là phân tích, đánh giá đặc tính khí động lực học tác động lên thân vỏ đoàn xe chở container. Thông qua các kết quả tính toán mô phỏng số CFD, đề xuất một số giải pháp làm giảm lực cản khí động tác động lên thân vỏ đoàn xe nhằm góp phần nâng cao hiệu quả kinh tế khai thác cho đoàn xe.

Đối tượng nghiên cứu trong luận văn là thân vỏ đoàn xe chở container, nghiên cứu giảm lực cản khí động tác động lên đoàn xe chở container nhằm góp phần nâng cao hiệu quả kinh tế khai thác của đoàn xe.

Do giới hạn về thời gian trong việc vẽ thiết kế các bản vẽ 3D cho đoàn xe, cũng như giới hạn về tốc độ máy tính cá nhân, thời gian chờ kết quả chạy mô phỏng số CFD, đề tài chỉ giới hạn phạm vi nghiên cứu trên một loại hình dáng

đoàn xe chở container nhất định và hạn chế một số trường hợp cụ thể để tính toán so sánh.

4. Tóm tắt cô đọng các luận điểm cơ bản và đóng góp mới của tác giả

Trong luận văn này, tác giả tiến hành nghiên cứu tổng quan về khí động học đoàn xe chở container, thiết lập mô hình 3D của đoàn xe đã chọn, sau đó sử dụng các bước giải một bài toán mô phỏng số CFD để giải quyết vấn đề đặt ra. Cụ thể là, khi thiết lập xong mô hình 3D tác giả đã sử dụng công cụ phần mềm thương mại để chia lưới và đưa vào phần mềm Ansys-Fluent để thiết lập các thông số đầu vào tính toán, điều kiện biên cho bài toán, từ đó thực hiện chạy mô phỏng số trên máy tính để xác định được các phân bố vận tốc, áp suất và lực cản khí động tác động lên đoàn xe khảo sát.

Trên cơ sở phân tích kết quả thu được từ việc tính mô phỏng lực cản khí động tác động lên đoàn xe nguyên bản, tác giả đã đề xuất một số thay đổi hình dáng cho thượng tầng cabin của đoàn xe, thân xe và một số thay đổi vị trí, khoảng cách đặt container 20 feet so với cabin, sử dụng phần mềm chuyên dụng Ansys-Fluent để mô phỏng quá trình chuyển động của đoàn xe khi đã có thay đổi hình dáng tại tốc độ khai thác để xác định lực cản khí động cùng các đặc tính khí động của xe sau khi đã thay đổi hình dáng theo đề xuất.

Kết quả mô phỏng số đưa ra phân bố vận tốc, phân bố áp suất trên đoàn xe với hình dáng thân xe, cabin đề xuất thay đổi khác nhau. Trên cơ sở phân tích kết quả mô phỏng số thu được, tác giả đưa ra những kết luận quan trọng, những lưu ý và khuyến cáo cho việc thiết kế khí động học của đoàn xe.

5. Phương pháp nghiên cứu

Trong các nghiên cứu về đặc tính khí động lực học nói chung, các phương pháp nghiên cứu thường được sử dụng cho đến nay gồm: phương pháp nghiên cứu thực nghiệm mô hình trong các phòng thử nghiệm khí động học và phương pháp tính toán lý thuyết thuần túy. Bên cạnh đó, phương pháp nghiên cứu kết hợp giữa tính toán lý thuyết với thực nghiệm mô hình cũng được các nhà nghiên cứu sử dụng. Ngày nay, với sự phát triển của khoa học tính toán số và công cụ máy tính, phương pháp nghiên cứu sử dụng công cụ mô phỏng số đã được áp dụng phổ biến. Tuy nhiên việc sử dụng công cụ tính toán mô phỏng số cần được

thực hiện kết hợp chặt chẽ với lý thuyết tính toán và kinh nghiệm trong tính toán số để đảm bảo kết quả tính toán có độ tin cậy cao.

Trong luận văn này, tác giả sử dụng phương pháp nghiên cứu kết hợp nghiên cứu lý thuyết truyền thống và tính toán mô phỏng số. Đây là phương pháp nghiên cứu phổ biến và hiện đại trên thế giới mà nhiều nhà nghiên cứu trong nước và trên thế giới hiện đang quan tâm, sử dụng làm công cụ nghiên cứu cho mình. Trên cơ sở nghiên cứu tài liệu, lý thuyết khí động học và tính toán mô phỏng số CFD, tác giả tiến hành mô hình hóa các mô hình đoàn xe chở container, thiết kế bài toán tính mô phỏng số khảo sát đặc tính khí động học cho đoàn xe chở container và sau đó thực hiện các công việc để mô phỏng số CFD trên máy tính. Kết quả thu được từ mô phỏng số được đánh giá và phân tích thông qua so sánh kết quả tính toán giữa các mô hình với nhau dựa trên kinh nghiệm tính toán và tài liệu nghiên cứu đã có trong phạm vi nghiên cứu.

TÀI LIỆU THAM KHẢO

Tiếng việt

- [1] Lương Ngọc Lợi. *Cơ học thủy khí ứng dụng (2011)*. NXB Bách Khoa, Hà Nội.
- [2] Nguyễn Phước Hoàng, Phạm Đức Nhuận, Nguyễn Thạc Tân. *Thủy lực và máy thủy lực (1979)*. NXB đại học và trung học chuyên nghiệp, Hà Nội.
- [3] Vũ Duy Quang, Phạm Đức Nhuận (2009). *Kỹ Thuật Thủy khí*, NXB KHKT. Hà Nội.
- [4] Võ Văn Hường, Nguyễn Tiến Dũng, Dương Ngọc Khánh, Đàm Hoàng Phúc. *Động lực học ô tô (2014)*. NXB giáo dục Việt Nam.
- [5] Nguyễn Hữu Cẩn, Dư Quốc Thịnh, Phạm Minh Thái, Nguyễn Văn Tài, Lê Thị Vàng (2005). *Lý Thuyết Ô tô Máy Kéo*, NXB khoa học Kỹ thuật.
- [6] Ngô Văn Hệ, Lê Quang (2015). *Nghiên cứu ảnh hưởng của hình dáng thân vỏ đến đặc tính khí động của đoàn xe chở container*, Tạp chí Giao thông vận tải, năm thứ 56, số đặc biệt, ISSN:2354-0818, tr. 194-196.

Tiếng anh

- [7] Abdulhassan A. K. & Abdessamed K. W (2011). *Experimental Determination of Drag Coefficient on Different Automobiles Geometry*, Eng. & Tech. Journal, Vol.29, pp.3043-3057.
- [8] Chainani. A, Perera. N, (2008). “*CFD Investigation of Airflow on a Model Radio Control Race Car*”, Proceedings of the World Congress on Engineering, Vol II, London, U.K.

- [9] Ch. Hakansson, M.J. Lenngren (2010). *CFD analysis of aerodynamic trailer devices for drag reduction of heavy duty trucks*. Master thesis of Chalmers University of technology, Sweden.
- [10] Darko D., Dražan K., Marija Z., Zeljko I., Tomislav B (2010). “*CFD analysis of concept car in order to improve aerodynamics*”, *International Scientific and Expert Conference TEAM 2010, Kecskemot*.
- [11] H. Chowdhury, H. Moria, A. Ali, I. Khan, F. Alam, S. Watkins (2013). *A study on aerodynamic drag of a semi – trailer truck*. *Journal of Procedia Engineering*, Vol.56, pp. 201-205.
- [12] N.V. He, Y. Ikeda (2013). *A Study on Interaction Effects between Hull and Accommodation on Air Resistance of a Ship*. *Proceeding of the JASNAOE, Hiroshima, Japan, Vol.16, pp.278-281*.
- [13] K. Salari (2013). *DOE’s Effort to Improve Heavy Vehicle Aerodynamics though Joint Experiments and Computations*. DOE annual merit review, Lawrence Livermore National Laboratory.
- [14] European Federation for Transport and Environment AISBL (2010). *The case for the exemption of aerodynamic devices in future type – approval legislation for heavy goods vehicles*, pp. 1-25.
- [15] GM.R. Gandert, V. Raemdonck, J.L. Michel, V. Tooren (2008). *Design of an aerodynamic aid for the underbody of trainler within a tractor-trailer combination*. BBA VI International colloquium on Bluff bodies aerodynamic and applications, Milano, Italy, pp.1-14.
- [16] K. Mizutani, D. Arai, N.V. He, Y. Ikeda (2013). *A Study on Reduction of the Wind Resistance Acting on a Wood Chip Carrier*. *Proc. of the JASNAOE, Hiroshima, Japan, Vol.16, pp.282-285*.
- [17] K. Mizutani, Y. Akiyama, N.V. He, Y. Ikeda (2014). *Effects of cargo handling equipment on wind resistance acting on a wood chip carrier*. *Proceeding of the JASNAOE, Hiroshima, Japan, Vol.18, ISSN: 2185-1840, pp.421-424*.
- [18] P. J. Patten, B. McAuliffe, W. Mayda, B. Tanguay (2012). *Review of aerodynamic drag reduction devices for havy truck and buses*. Technical Report of NRC-CNRC, Canada, pp.1-120.
- [19] http://www.pilotfriend.com/training/flight_training/aero/aero_res.htm

[20] <http://hyundaitaya.com.vn/san-pham/dau-keo-hyundai-hd700>

[21] <http://www.cfd-online.com/>