

ĐẠI HỌC ĐÀ NẴNG
TRƯỜNG ĐẠI HỌC BÁCH KHOA
KHOA CƠ KHÍ GIAO THÔNG

ĐỒ ÁN TỐT NGHIỆP

ĐỀ TÀI:

**SỬ DỤNG PHẦN MỀM ANSYSFLUENT
THIẾT KẾ HỆ THỐNG LÀM MÁT TRÊN XE
BUS THACO**

Giáo viên hướng dẫn: GS. TS Trần Văn Nam

Sinh viên thực hiện: Dương Văn Dũng

Lớp: 18C4A

Đà Nẵng, 2023

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

TÓM TẮT

Tên đề tài: sử dụng phần mềm ansys fluent thiết kế hệ thống làm mát động cơ xe bus Thaco

Sinh viên thực hiện: Dương Văn Dũng

Số thẻ SV: 103180016.

Lớp: 18C4A

Trong Đồ án này sẽ thiết kế, mô phỏng và thiết kế tối ưu lại hệ thống làm mát cho xe buýt, ô tô du lịch và ô tô tải sử dụng phương pháp điều khiển dòng chảy chủ động.

Các bước tiến hành đồ án là ta tìm hiểu về hệ thống làm mát trên xe Bus Thaco, tìm hiểu về động học lưu chất, nghiên cứu sử dụng phần mềm. Sau đó ta tiến tới tính toán cần thiết cho quá trình mô phỏng và đưa ra phương án tối ưu cho toàn bộ hệ thống. Sau cùng là các hư hỏng và sửa chữa để dễ dàng cho khác phục sau này.

LỜI NÓI ĐẦU

Trong bối cảnh phát triển bền vững hiện nay, các ngành chịu trách nhiệm về ô nhiễm bầu khí quyển càng bị hạn chế nhiều hơn. Do các quy định của thế giới về kiểm soát lượng khí thải CO₂ và hiệu ứng khí nhà kính. Các nhà sản xuất xe hơi phải tìm giải pháp mới để giảm lượng khí thải xe. Một cách để đạt được mục tiêu này là tối ưu khả năng làm việc của động cơ, trong đó có việc phải tối ưu khả năng làm mát của hệ thống làm mát.

Ngày nay các công nghệ phần mềm trên máy tính rất phát triển và chính xác, vậy nên không thể cứ thiết kế rồi sản xuất thực nghiệm rồi sửa lại, sản xuất rồi lại thí nghiệm lại được. Chúng ta cần áp dụng công nghệ máy tính để giảm thiểu quá trình thực nghiệm sau khi thiết kế, các phần mềm máy tính như phần mềm mô phỏng, trong đó có phần mềm Ansys của công ty ANSYS. Được biết như vậy em đã áp dụng phần mềm để thiết kế tối ưu khả năng làm mát của động cơ xe buýt.

Được sự hướng dẫn của giảng viên GS.TS.Trần Văn Nam em đã tiến hành nghiên cứu đề án “Sử dụng phần mềm Ansys Fluent để thiết kế tối ưu hệ thống trên xe Bus Thaco” để nhằm giảm thiểu các vấn đề đã nêu trên.

Lĩnh vực lực cản khí động học là lĩnh vực còn khá mới mẻ vậy nên trong quá trình nghiên cứu, đánh giá của nhóm em không thể tránh khỏi sai sót vì vậy rất mong được sự thông cảm và đóng góp ý kiến của quý thầy cô giáo và các bạn.

Em xin gửi lời cảm ơn chân thành đến thầy giáo GS.TS. Trần Văn Nam cùng toàn thể quý thầy cô giáo trong khoa Cơ khí Giao thông cũng như các bạn đã giúp đỡ nhóm em rất nhiều trong quá trình thực hiện Đồ án này.

CAM ĐOAN

Em xin cam đoan đề tài này là công trình nghiên cứu của em, đề tài được thực hiện dưới sự hướng dẫn của thầy GS.TS.Trần Văn Nam. Đề tài này không trùng lặp với bất kỳ đề tài đồ án tốt nghiệp nào trước đây. Các thông tin, số liệu được sử dụng và tính toán đều trung thực và được lấy từ các tài liệu có nguồn gốc rõ ràng, theo quy định.

Sinh viên thực hiện

Dương Văn Dũng

MỤC LỤC

| | |
|---|-----------|
| Tóm tắt | |
| Nhiệm vụ đồ án | |
| Lời nói đầu và cảm ơn | i |
| Lời cam đoan liêm chính học thuật | ii |
| Mục lục | iii |
| Danh sách các bảng biểu, hình vẽ và sơ đồ | v |
| Danh sách các cụm từ viết tắt | vi |
| CHƯƠNG 1. TỔNG QUAN VỀ HỆ THỐNG LÀM MÁT TRÊN XE BUS..... | 1 |
| 1.1. Mục đích và ý nghĩa của đề tài..... | 1 |
| 1.2. Lịch sử ra đời và phát triển của hệ thống làm mát trên..... | 1 |
| 1.3. Cấu tạo, chức năng, sơ đồ hệ thống của hệ thống làm mát..... | 2 |
| 1.3.1. Cấu tạo. | 2 |
| 1.3.2. Chức năng của hệ thống làm mát..... | 5 |
| 1.3.3. Sơ đồ hệ thống làm mát trên xe Bus | 7 |
| 1.4. Kết cấu, phương thức bố trí của hệ thống làm mát trên xe Bus Thaco..... | 7 |
| 1.5. Đặc điểm quá trình trao đổi nhiệt giữa động cơ với hệ thống làm mát và hệ thống làm mát với môi trường..... | 9 |
| 1.5.1. Đặc điểm quá trình trao đổi nhiệt giữa động cơ và nước làm mát..... | 9 |
| 1.5.2. Đặc điểm quá trình trao đổi nhiệt giữ hệ thống làm mát với môi trường..... | 10 |
| CHƯƠNG 2. TỔNG QUAN VỀ ĐỘNG HỌC CHẤT LƯU CFD, TRAO ĐỔI NHIỆT..... | 12 |
| 2.1. Tổng quan về phương pháp tính toán động học lưu chất CFD..... | 12 |
| 2.2. Các phương trình cơ bản của phương pháp tính toán động học lưu chất. 12 | |
| 2.2.1. Phương trình chủ đạo cho động lực học chất lỏng..... | 12 |
| 2.2.2. Lớp biên..... | 15 |

| | |
|---|-----------|
| 2.3. Trình tự giải bài toán động học lưu chất..... | 17 |
| 2.3.1. Thuật toán SIMPLE(Semi-Implicit Methods for Pressure-Linked Equation). | 17 |
| 2.3.2. Thuật toán PISO..... | 19 |
| CHƯƠNG 3. NGHIÊN CỨU SỬ DỤNG PHẦN MỀM ANSYS FLUENT | 22 |
| 3.1. Tổng quan về phần mềm Ansys và Ansys Fluent..... | 22 |
| 3.1.1. Phần mềm Ansys là gì?..... | 22 |
| 3.1.2. Tổng quan Ansys Fluent..... | 23 |
| 3.2. Các modul trên Ansys..... | 24 |
| 3.2.1. Ansys Design Modeler và Ansys Meshing | 24 |
| 3.2.2. ANSYS Mechanical Workbench. | 24 |
| 3.2.3. ANSYS MECHANICAL APDL. | 25 |
| 3.3. Khả năng ứng dụng của phần mềm ANSYS trong kỹ thuật..... | 26 |
| 3.3.1. Fluids: Tính toán động lực học của lưu chất..... | 26 |
| 3.3.2. Structures: Kết cấu, tính bền..... | 26 |
| 3.3.3. Electronics: Điện, từ trường..... | 27 |
| 3.3.4. Semiconductors: Công nghệ bán dẫn..... | 27 |
| 3.3.5. Systems: Hệ thống | 28 |
| 3.3.6. Embedded Software: Phần mềm nhúng..... | 28 |
| 3.3.7. Multiphysics: Đa Phương | 28 |
| 3.3.8. Platform: Phần nền tảng..... | 29 |
| 3.4. Nghiên cứu về Ansys Fluent và xây dựng mô hình mô phỏng số..... | 29 |
| 3.4.1. Nghiên cứu sử dụng Ansys Fluent..... | 29 |
| 3.4.2. Xây dựng mô hình mô phỏng số..... | 30 |
| CHƯƠNG 4. NGHIÊN CỨU SỬ DỤNG PHẦN MỀM ANSYS FLUENT THIẾT KẾ HỆ THỐNG LÀM MÁT ĐỘNG CƠ XE BUS THACO..... | 32 |
| 4.1. Chọn động cơ xe Bus Thaco, các thông số về xe và động cơ..... | 32 |
| 4.1.1. Chọn xe Bus Thaco Garden 79s..... | 32 |

| | |
|---|-----------|
| 4.1.2. Các thông số về xe và động cơ Thaco Garden Bus 79s. | 33 |
| 4.2. Xác định lượng nhiệt truyền cho nước làm mát động cơ..... | 35 |
| 4.3. Tính kết nước: | 36 |
| 4.4. Tính bơm nước:..... | 40 |
| 4.5. Tính quạt gió: | 45 |
| 4.6. Mô phỏng và tính toán tối ưu hệ thống làm mát..... | 47 |
| 4.6.1. Xây dựng mô hình trên phần mềm Catia. | 47 |
| 4.6.2. Nhập mô hình vào Ansys Fluent..... | 48 |
| 4.6.3. Tiến hành chia lưới cho mô hình..... | 50 |
| 4.6.4. Cài đặt các thông số cho quá trình tính toán,mô phỏng. | 52 |
| 4.6.5. Kết quả mô phỏng..... | 57 |
| 4.7. Kết luận..... | 58 |
| CHƯƠNG 5. TỐI ƯU KHẢ NĂNG LÀM MÁT CỦA HỆ THỐNG THIẾT KẾ..... | 59 |
| 5.1. Tối ưu khoang lấy gió hệ thống làm mát..... | 59 |
| 5.2. Tối ưu khả năng hút gió của quạt làm mát..... | 61 |
| 5.2.1. Xây dựng mô hình quạt 3D..... | 61 |
| 5.2.2. Xây dựng vùng không gian mô phỏng..... | 62 |
| 5.2.3. Xây dựng mô hình chia lưới trên Ansys Meshing. | 62 |
| 5.2.4. Thiết lập thông số và thực hiện tính toán trên Ansys Fluent..... | 65 |
| 5.2.5. Xử lý kết quả và mô phỏng..... | 69 |
| 5.3. Kết luận..... | 71 |
| CHƯƠNG 6. KIỂM TRA BẢO DƯỠNG SỬA CHỮA CÁC CỤM CHI TIẾT TRONG HỆ THỐNG LÀM MÁT..... | 72 |
| 6.1. Các hư hỏng thường gặp và cách khắc phục. | 72 |
| 6.1.1. Bơm nước. | 72 |
| 6.1.2. Kết nước làm mát..... | 73 |
| 6.1.3. Quạt làm mát kết nước..... | 74 |
| 6.1.4. Thùng tiêu hao và các đường ống nước làm mát..... | 74 |

| | |
|--|-----------|
| 6.2. Bảo dưỡng hệ thống làm mát..... | 75 |
| 6.3. Các phương pháp cấp xả nước làm mát..... | 76 |
| 6.3.1. Cấp nước làm mát..... | 76 |
| 6.3.2. Xả nước ra khỏi hệ thống..... | 76 |
| KẾT LUẬN..... | 77 |
| TÀI LIỆU THAM KHẢO..... | 78 |

DANH SÁCH HÌNH VẼ

| | |
|---|----|
| Hình 1.1. Két nước..... | 3 |
| Hình 1.2. Nước làm mát động cơ..... | 5 |
| Hình 1.3. Nhiệt lượng thất thoát khi động cơ hoạt động..... | 5 |
| Hình 1.4. Nhiệt độ các chi tiết khi động cơ hoạt động..... | 6 |
| Hình 1.5. Hệ thống làm mát trên xe Bus bố trí dọc theo thân xe. | 8 |
| Hình 1.6. Hệ thống làm mát thiết kế ngang so với thân xe. | 8 |
| Hình 1.7. Trao đổi nhiệt giữa môi trường và két làm mát..... | 10 |
| Hình 2.1. Biểu diễn lớp biên..... | 15 |
| Hình 2.2. Sơ đồ thuật toán SIMPLE | 19 |
| Hình 2.3. Sơ đồ thuật toán PISO..... | 21 |
| Hình 3.1. Phần mềm Ansys..... | 22 |
| Hình 3.2. Thiết kế mô phỏng trên Ansys Design Modeler | 24 |
| Hình 3.3. Mô phỏng trên ANSYS Mechanical Workbench..... | 25 |
| Hình 3.4. Mô phỏng trên Ansys Mechanical Apdl. | 26 |
| Hình 3.5. Trình tự mô phỏng | 30 |
| Hình 3.6. Cấu trúc trong mô phỏng bằng Ansys Fluent..... | 31 |
| Hình 4.1. Xe Bus Thaco Garden 79s..... | 32 |
| Hình 4.2. Nội thất của Thaco Garden 79s..... | 33 |
| Hình 4.3. Động cơ xe Bus Thaco Garden 79s..... | 35 |
| Hình 4.4. Quan hệ của hệ số truyền nhiệt k với tốc độ không khí ω_{kk} | 39 |
| Hình 4.5. Sơ đồ tính toán bơm nước li tâm..... | 42 |
| Hình 4.6. Sơ đồ tính toán quạt gió. | 46 |
| Hình 4.7. Quan hệ $\eta_{kk} = f\left(\frac{f_n}{\pi.R^2}\right)$ | 47 |
| Hình 4.8. Xây dựng mô hình trên Catia V5R21..... | 48 |
| Hình 4.9. Môi trường bắt đầu quá trình mô phỏng. | 49 |

| | |
|---|----|
| Hình 4.10. Nhập mô hình lên môi trường | 50 |
| Hình 4.11. Mô hình khi chưa Meshing | 50 |
| Hình 4.12. Hoàn thành chia lưới tự động..... | 51 |
| Hình 4.13. Chế độ mô phỏng. | 52 |
| Hình 4.14. Thiết lập mô hình nhót..... | 53 |
| Hình 4.15. Chọn vật chất mô phỏng. | 54 |
| Hình 4.16. Chọn vật chất cho kết nước. | 54 |
| Hình 4.17. Thông số điều kiện biên vào. | 55 |
| Hình 4.18. Nhiệt độ vào kết nước. | 55 |
| Hình 4.19. Thiết lập phương pháp giải..... | 56 |
| Hình 4.20. Thiết lập phương thức khởi tạo. | 56 |
| Hình 4.21. Bài toán hội tụ..... | 57 |
| Hình 4.22. Kết quả nhiệt độ sau mô phỏng..... | 57 |
| Hình 5.1. Miền CFD- Cửa hút gió. | 59 |
| Hình 5.2. Mô phỏng vận tốc qua cánh gió..... | 60 |
| Hình 5.3. Tổn thất áp suất so với vận tốc gió đi vào..... | 60 |
| Hình 5.4. Thiết kế mô hình quạt 3D trên Catia..... | 61 |
| Hình 5.5. Vùng không gian mô phỏng quạt | 62 |
| Hình 5.6. Khởi chạy Ansys Meshing | 63 |
| Hình 5.7. Màn hình bắt đầu của Ansys Meshing | 63 |
| Hình 5.8. Cài đặt thông số của lưới..... | 64 |
| Hình 5.9. Chia lưới tất cả các biên dạng | 64 |
| Hình 5.10. Chế độ mô phỏng | 65 |
| Hình 5.11. Thiết lập thông số cho mô hình..... | 66 |
| Hình 5.12. Chọn trường vật liệu | 66 |
| Hình 5.13. Thiết lập góc toạ độ và trục quay | 67 |
| Hình 5.14. Khởi tạo giá trị ban đầu..... | 68 |

| | |
|---|----|
| Hình 5.15. Chọn số vòng lặp và tính..... | 68 |
| Hình 5.16. Bài toán hội tụ..... | 69 |
| Hình 5.17. Kết quả mô phỏng..... | 69 |
| Hình 5.18. Đường dòng trên mô phỏng dòng lưu chất của Ansys Fluent..... | 70 |
| Hình 5.19. Mô phỏng vận tốc dòng lưu chất..... | 70 |

DANH SÁCH CÁC BẢNG

| | |
|--|----|
| Bảng 4-1. thông số kỹ thuật của xe Thaco Garden 79s..... | 33 |
| Bảng 4-2. Chất lượng lưới. | 51 |
| Bảng 5-1. Đánh giá chất lượng lưới..... | 64 |

DANH SÁCH CÁC KÝ HIỆU, CHỮ VIẾT TẮT

| STT | Chữ viết tắt | Chữ viết đầy đủ |
|------------|---------------------|---------------------------------|
| 1 | ANSYS | : Analysis System. |
| 2 | WB | : Workbench |
| 3 | CFD: | : Computational Fluid Dynamics. |
| 4 | FEA: | : Finite Element Analysis |
| 5 | CPU | : Central Processing Unit |
| 6 | GPU | : Graphics Processing Unit |

MỞ ĐẦU

Sau thời gian học tập vừa qua chúng em đã trang bị những kiến thức về chuyên ngành động lực, sinh viên chúng em được giao nhiệm vụ thiết kế đồ án tốt nghiệp, nhằm giúp cho chúng em tổng hợp và khái quát lại những kiến thức đã học, từ kiến thức cơ sở đến kiến thức chuyên ngành. Qua quá trình thực hiện đồ án sinh viên tự rút ra nhận xét và kinh nghiệm cho bản thân trước khi bước vào công việc thực tế.

Em được nhận đề tài tốt nghiệp: “SỬ DỤNG PHẦN MỀM ANSYS FLUENT THIẾT KẾ HỆ THỐNG LÀM MÁT TRÊN XE BUS THACO”

Trong phạm vi đồ án này, em thiết kế mô phỏng một động cơ xe Bus một cách tổng quát về các phương pháp làm mát trong động cơ, các cơ cấu và hệ thống của động cơ xe Bus Thaco, trong đó đi sâu vào tính toán tối ưu kết làm mát, tối ưu khoang lấy gió và tối ưu khả năng hút gió của quạt làm mát của hệ thống làm mát.

Do kiến thức còn hạn chế, tài liệu tham khảo còn ít và điều kiện thời gian không cho phép nên đồ án tốt nghiệp của em không tránh khỏi những thiếu sót, kính mong các thầy cô trong bộ môn chỉ bảo để đồ án em được hoàn thiện hơn. Cuối cùng, em xin chân thành cảm ơn thầy GS.TS. Trần Văn Nam các thầy cô giáo bộ môn cùng các bạn đã giúp em hoàn thành đồ án này.

Đà Nẵng, ngày tháng năm 2022.

Sinh viên thực hiện.

Dương Văn Dũng

CHƯƠNG 1. TỔNG QUAN VỀ HỆ THỐNG LÀM MÁT TRÊN XE BUS

1.1. Mục đích và ý nghĩa của đề tài.

Một động cơ nói chung muốn hoạt động đạt hiệu suất cao nhất chính là nhờ sự hỗ trợ và làm việc tốt của các hệ thống như: hệ thống nhiên liệu, hệ thống thống bôi trơn, hệ thống khởi động, hệ thống làm mát,... Vì vậy công suất, sức bền, tuổi thọ, hiệu suất làm việc của động cơ phụ thuộc rất lớn vào sự làm việc của các thống này. Hệ thống làm mát là một trong những hệ thống quan trọng của động cơ đó.

Mục đích của đề tài là:

- Nắm vững các kiến thức về hệ thống làm cho động cơ đốt trong.
- Thiết kế một hệ thống làm mát cho động cơ xe Bus dựa trên nền tảng áp dụng kỹ thuật, sức mạnh máy tính.
- Tính toán tối ưu được hệ thống làm mát nhằm tăng tối đa hiệu suất làm việc của động cơ.
- Vận dụng lý thuyết truyền nhiệt, tính toán kiểm tra nhiệt kết làm mát theo các thông số thực tế và rút ra nhận xét.

Với mục đích trên đề tài này có ý nghĩa rất lớn đối với sinh viên ngành động lực chúng ta.

Thông qua việc giải quyết đề tài này đã góp phần cho sinh viên chúng em củng cố lại những kiến thức đã được học và thực tập, giúp cho chúng em các nghiên cứu, làm việc một cách độc lập. Từ đó, tạo điều kiện thuận lợi cho công việc sau này của người kỹ sư tương lai.

1.2. Lịch sử ra đời và phát triển của hệ thống làm mát trên.

Xe buýt đã xuất hiện trong cuộc sống của chúng ta gần hai thế kỉ và trở thành một phần không thể thiếu trong vận tải công cộng đặc biệt trong các thành phố lớn. Từ những chiếc xe ngựa đơn giản nhất cho đến những chuyến xe buýt hai tầng hiện đại, xe buýt đã liên tục phát triển và nâng cấp để trở thành một phương tiện hữu ích trong cuộc sống hằng ngày.

Rồi sau đó, ý tưởng này tiếp tục được mở rộng ở Paris, Bordeaux, Lyons và mau chóng chuyển sang nước khác. Thành phố London với biểu tượng của chiếc xe buýt hai tầng

đã đưa tin vào ngày 4 tháng 7 năm 1829 rằng "loại phương tiện mới, được gọi là omnibus, đã bắt đầu chạy sáng hôm nay từ Paddington tới thành phố". Dịch vụ xe buýt này ở London do George Shillibeer điều hành.

Và cứ như vậy, xe buýt đã có mặt trên khắp thế giới, mỗi nước một đặc trưng riêng nhưng đều có mục đích chung vận tải hành khách công cộng. Từ "buýt" trong tiếng Việt lấy từ autobus trong tiếng Pháp; các từ bus, autobus... trong các ngôn ngữ châu Âu có gốc từ omnibus trong tiếng Latinh, có nghĩa là "dành cho mọi người".

Hệ thống vận chuyển công cộng (bằng omnibus) có tổ chức đầu tiên có thể đã bắt đầu ở Nantes, Pháp vào năm 1826, khi một cựu viên chức xây dựng các nhà tắm công cộng ở ngoại ô và lập ra một tuyến xe ngắn chạy từ trung tâm thành phố tới các nhà tắm đó. Tuy nhiên, ông phát hiện phần lớn hành khách chỉ xuống ở những điểm giữa đường chứ không phải đến nhà tắm, ông liền mở rộng và phát triển tuyến xe đó. Những chiếc omnibus của ông có đặc trưng bởi những hàng ghế dài bằng gỗ để dọc hai bên thành xe; lối lên ở phía sau.

Việc phát minh ra bộ tản nhiệt nước ô tô được quy cho Karl Benz và Wilhelm Maybach đã thiết kế bộ tản nhiệt tổ ong đầu tiên cho chiếc Mercedes 35 mã lực. Carl Friedrich Benz; 25 tháng 11 năm 1844 – 4 tháng 4 năm 1929), đôi khi cũng là Karl Friedrich Benz, là một nhà thiết kế động cơ và kỹ sư ô tô người Đức. Benz Patent Motorcar của ông từ năm 1885 được coi là chiếc ô tô hiện đại thực dụng đầu tiên và là chiếc ô tô đầu tiên được đưa vào sản xuất hàng loạt. Ông đã nhận được bằng sáng chế cho ô tô vào năm 1886.

1.3. Cấu tạo, chức năng, sơ đồ hệ thống của hệ thống làm mát.

1.3.1. Cấu tạo.

Hệ thống làm mát trên xe Bus là hệ thống làm mát bằng nước. Đây là hệ thống có mặt trên hầu hết động cơ xe Bus, được hợp thành bởi 2 bộ phận chính là bộ tản nhiệt và bơm nước. Nước (có pha chất chống đông) được dẫn qua hệ thống ống tới các áo nước quanh xy lanh để hấp thụ nhiệt. Sau đó nước nhiệt độ cao sẽ được dẫn trở về bộ tản nhiệt để hạ nhiệt độ nước xuống và tiếp tục lặp lại chu trình khép kín trên. Bên cạnh đó, một quạt gió cũng được bố trí tại vị trí bộ tản nhiệt để hỗ trợ đẩy dòng khí nóng và nhanh chóng làm mát dòng nước bên trong. Trong quá trình lưu thông trong động cơ, dung dịch làm mát cũng chảy qua một van hằng nhiệt có nhiệm vụ giữ cho nhiệt độ nước giải nhiệt luôn ở trong một khoảng nhất định. Gồm có 5 bộ phận chính:

- Két nước

Két nước trong hệ thống làm mát trên oto có tác dụng để chứa nước, truyền nhiệt lượng ra nước và ra không khí bên ngoài.



Hình 1.1. Két nước.

Két nước được cấu tạo từ những ống nhỏ, hẹp và các lá nhôm mỏng xếp kề nhau. Các lá nhôm này có tác dụng giúp quá trình tản nhiệt nhanh hơn.

Két nước là bộ phận chứa nước để cung cấp nước làm mát cho động cơ trong quá trình vận hành, đồng thời truyền nhiệt từ nước ra không khí để hạ nhiệt độ động cơ.

Mỗi dòng xe khác nhau mà kích thước két nước sẽ khác nhau.

- **Nắp két nước**

Nắp két nước có tác dụng đóng kín, ngăn không cho nước trong hệ thống làm mát ô tô bị bốc hơi. Đồng thời, điều áp hệ thống làm mát, giúp tăng nhiệt độ sôi của nước giúp quá trình làm mát có hiệu quả hơn.

Nắp két nước có hai van:

Van áp suất: đưa nước từ két nước vào bình phụ khi áp suất trong két nước và nhiệt độ nước tăng.

Van chân không: có nguyên lý hoạt động ngược lại với van áp suất, hút nước từ bình phụ vào két nước để duy trì hoạt động làm mát khi nhiệt độ nước tăng cao nhưng áp suất trong két nước thấp.

- **Van hằng nhiệt**

Van hằng nhiệt được thiết kế tại vị trí giữa nắp xi lanh (giữa bình làm mát).

Van hằng nhiệt có chức năng kiểm soát sự lưu thông của nước làm mát giữa động cơ và két nước:

Khi động cơ mới khởi động, van hằng nhiệt sẽ đóng đường trao đổi nước giữa động cơ tới két làm mát để động cơ nhanh đạt tới nhiệt độ làm việc.

Khi động cơ hoạt động được một khoảng thời gian, nhiệt độ tăng, cao hơn mức cho phép (khoảng 75 – 102 độ C), van hằng nhiệt sẽ mở đường trao đổi nước giữa động cơ và két nước, bắt đầu quá trình làm mát.

- **Bơm nước**

Bơm nước được bố trí phía trước động cơ, thường là loại cánh gạt, có tác dụng hút và đẩy một lượng lớn khối lượng nước làm mát từ két làm mát đến động cơ mà không làm gia tăng áp suất trong hệ thống đi nhờ tận dụng lực ly tâm.

Khi tốc độ động cơ tăng, tốc độ bơm tăng, vận chuyển nhanh một lượng lớn lượng nước làm mát vào động cơ, giúp quá trình làm mát động cơ được đáp ứng tương đương với tốc độ nóng lên của động cơ trong quá trình vận hành.

- **Quạt gió**

Quạt gió có tác dụng tăng tốc độ lưu thông không khí qua két nước, giúp tăng hiệu suất làm mát của nước làm mát khi chảy từ két làm mát vào động cơ.

Quạt làm mát hoạt động với 2 cơ chế cụ thể:

Hoạt động bằng điện với chế độ tự động khi nước làm mát đạt đến một giới hạn hoạt động nhất định.

Hoạt động bằng khớp chất lỏng khi động cơ quay đủ số vòng tua.

Ngoài các bộ phận chính được liệt kê bên trên, hệ thống làm mát ô tô bằng nước còn có các đường ống dẫn nước, bình nước phụ và các bộ phận liên quan đến điều hòa không khí hơi nước bên trong khoang xe.

- **Cảm biến nhiệt độ nước làm mát:**

Cảm biến nhiệt độ nước làm mát giữ vai trò đo nhiệt độ của nước làm mát, truyền tín hiệu đến bộ xử lý trung tâm giúp tính toán đưa ra thời gian phun nhiên liệu, góc đánh lửa sớm, tốc độ chạy không tải ...

- **Dung dịch làm mát động cơ, nước làm mát:**

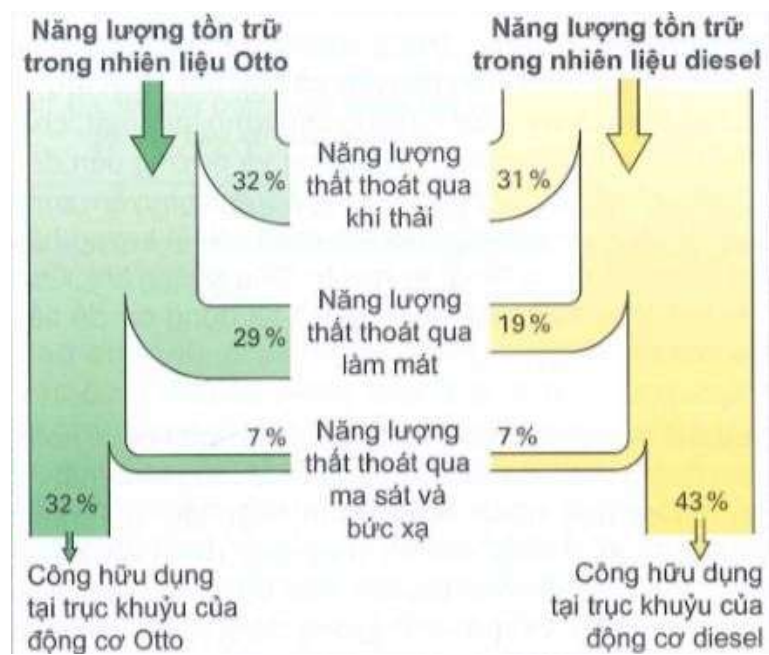
Đây là một loại chất lỏng đặc biệt có tác dụng truyền dẫn nhiệt .



Hình 1.2. Nước làm mát động cơ.

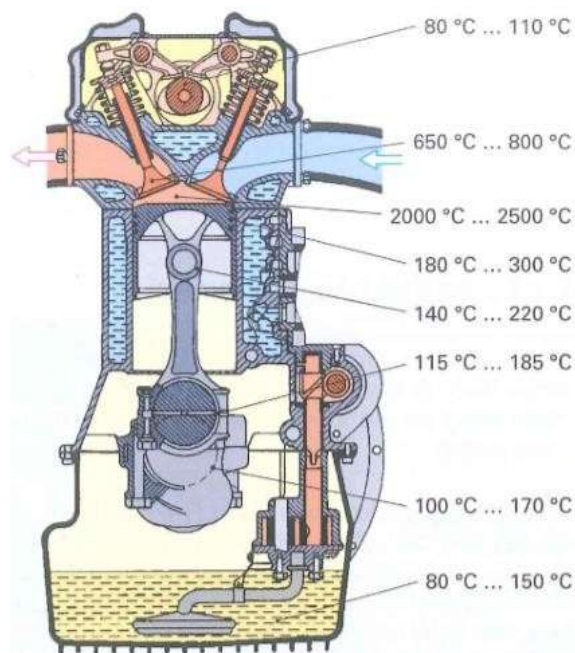
1.3.2. Chức năng của hệ thống làm mát.

Nhiệt lượng thất thoát khi động cơ hoạt động:



Hình 1.3. Nhiệt lượng thất thoát khi động cơ hoạt động.

Sơ đồ nhiệt độ của các chi tiết đang hoạt động của động cơ khi nhiệt độ nước làm mát là 90°C.



Hình 1.4. Nhiệt độ các chi tiết khi động cơ hoạt động

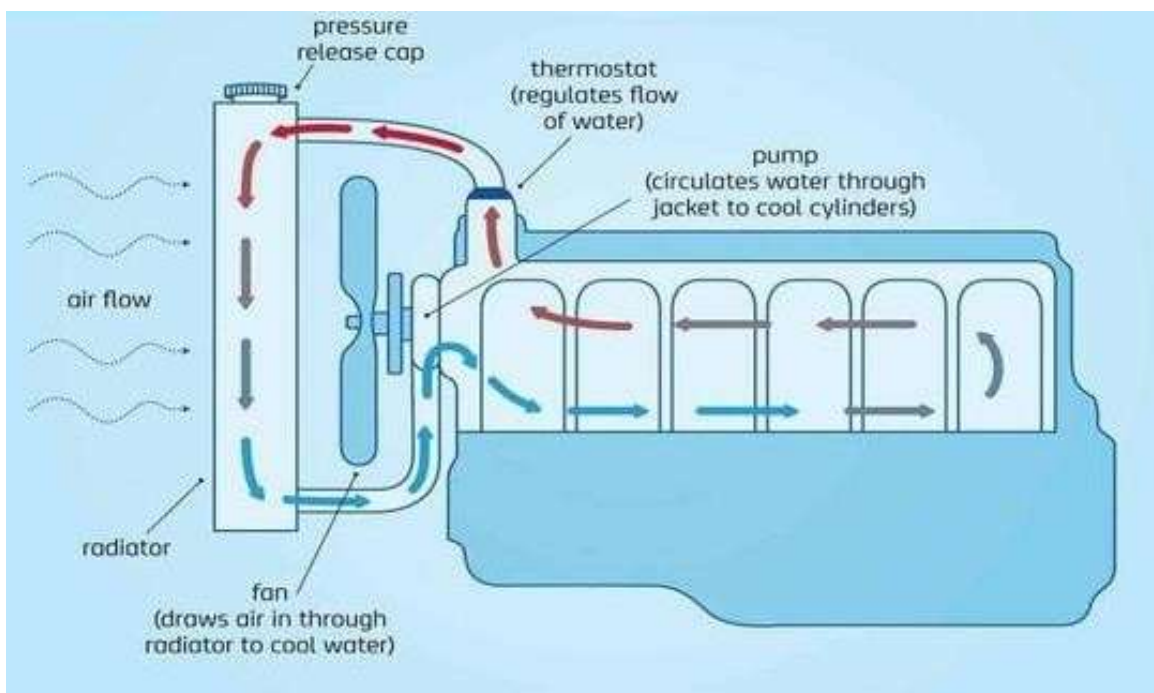
Khi nhiệt độ cao sẽ gây ra các vấn đề sau:

- Phụ tải nhiệt lớn → Giảm sức bền, độ cứng vững & tuổi thọ.
- Độ nhớt của dầu bôi trơn dưới → Tăng tổn thất ma sát.
- Gây bó kẹt Piston.
- Giảm hệ số nạp.
- Phát sinh kích nổ.

Hệ thống làm mát bằng nước hoạt động trên nguyên lý vận chuyển nước làm mát liên tục tuần hoàn xung quanh thân máy.

Trong quá trình vận hành, khi nhiệt độ của động cơ tăng cao, van hằng nhiệt sẽ tự động mở ra để nước làm mát tuần hoàn qua thân máy. Nhiệt lượng tỏa ra từ thân máy sẽ được nước làm mát hấp thụ, sau đó lượng nước này được đẩy về két nước để làm mát. Sau đó, bên trong két nước, lượng nước nóng này tiếp tục được đẩy vào các ống dẫn nước nhỏ và được làm mát nhờ quạt gió, tiếp tục luân chuyển sử dụng trong chu kỳ làm mát ngay sau đó nhờ bơm nước. Quá trình này diễn ra liên tục và lặp lại trong suốt quá trình hoạt động của xe.

1.3.3. Sơ đồ hệ thống làm mát trên xe Bus.



Khi động cơ làm việc, hệ thống làm mát được kích hoạt, bơm cao áp hoạt động và bơm nước làm mát vào lớp vỏ làm mát của động cơ. Lúc này nhiệt độ của nước làm mát vẫn thấp hơn nhiệt độ làm việc ổn định của động cơ (với các xe thế hệ cũ nhiệt độ làm việc ổn định là 80 ± 5 oC; với động cơ thế hệ mới là 85 ± 5 oC) nên van hằng nhiệt đóng lại và nước làm mát lại được dẫn trực tiếp đến bơm cao áp mà không được dẫn qua két nước (thiết bị trao đổi nhiệt), sau đó được đưa vào làm mát cho động cơ.

Khi nhiệt độ của nước làm mát tăng lên cao quá nhiệt độ làm việc ổn định của động cơ, nước làm mát sau khi lấy nhiệt từ thành động cơ được dẫn qua van hằng nhiệt (lúc này van hằng nhiệt mở ra) đến két nước (thiết bị trao đổi nhiệt) và truyền nhiệt cho bộ tản nhiệt.

Sau đó quạt gió sẽ làm mát bộ. Tại đây nước làm mát sẽ truyền nhiệt cho hệ thống tản nhiệt. Nhiệt lượng trên hệ thống tản nhiệt sẽ được tỏa ra không khí. Để tăng hiệu quả tản nhiệt của hệ thống tản nhiệt, sử dụng quạt gió để tạo luồng không khí cưỡng bức.

Khi nước làm mát ra khỏi bộ tản nhiệt thì nhiệt độ giảm xuống. Sau đó, nước làm mát lại được bơm cao áp bơm vào khoang vỏ của hệ thống phát nhiệt. Quá trình được lặp lại tuần hoàn.

1.4. Kết cấu, phương thức bố trí của hệ thống làm mát trên xe Bus Thaco.

Để nhằm đảm bảo sự thoải mái cho hành khách, giảm tiếng ồn tác động lên khoang hành khách và nhiệt từ động cơ tác động làm nóng trong khoang xe động cơ trên

xe Bus được gắn ở phía sau khung xe. Do đó hệ thống làm mát động cơ cũng sẽ được bố trí phía sau cùng với động cơ. Hiện nay có hai phương thức bố trí hệ thống làm mát như sau:

- Bố trí két làm mát và quạt làm mát dọc theo thân xe



Hình 1.5. Hệ thống làm mát trên xe Bus bố trí dọc theo thân xe.

Với thiết kế này thì động cơ và hệ thống làm mát sẽ chiếm diện tích nhỏ hơn so với các phương thức bố trí khác, do đó chiều rộng thiết kế xe bus sẽ nhỏ hơn. Khả năng làm mát động cơ sẽ phức tạp hơn do khi không khí đi qua két làm mát sẽ vẫn có sự tiếp xúc tiếp với thân máy gây ra tổn thất nhiệt và sự tối ưu làm mát sẽ phải tính toán phức tạp hơn.

- Bố trí két làm mát và quạt làm mát vuông góc với thân xe.



Hình 1.6. Hệ thống làm mát thiết kế ngang so với thân xe.

Khác với thiết kế hệ thống làm mát dọc so với thân xe thì thiết kế này cần một khoang dẫn không khí làm mát để đến với két làm mát do kết cấu két làm mát và quạt đặt ngang so với thân xe.

Sự bố trí ngang so thân xe này mà quạt làm mát tận dụng được công do động cơ tạo ra, do đó kết cấu sẽ bớt đi chi phí chế tạo từ đó cũng giảm xuống và khi lắp đặt sửa chữa cũng dễ dàng hơn.

1.5. Đặc điểm quá trình trao đổi nhiệt giữa động cơ với hệ thống làm mát và hệ thống làm mát với môi trường.

1.5.1. Đặc điểm quá trình trao đổi nhiệt giữa động cơ và nước làm mát.

Trong quá trình làm việc của động cơ, nhiệt truyền cho các chi tiết tiếp xúc với khí cháy như: piston, xecmăng, xupap, nắp xilanh, thành xilanh chiếm khoảng $25 \div 35\%$ nhiệt lượng do nhiên liệu cháy tỏa ra. Vì vậy các chi tiết đó thường bị đốt nóng mãnh liệt-nhiệt độ đỉnh pittông có thể lên tới 600°C , còn nhiệt độ của nắp xupap có thể lên 900°C .

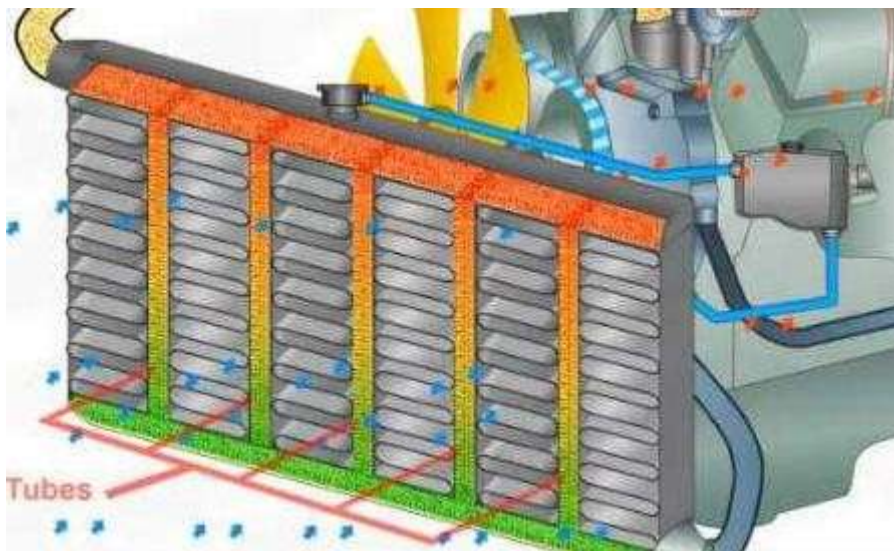
Rất khó xác định số lượng nhiệt truyền qua các chi tiết (pittông, xupáp v. v..) để qua đó làm rõ phụ tải nhiệt của chúng. Do tính phức tạp và đa dạng về mặt cấu tạo của các chi tiết, và vô tính chất trao đổi nhiệt giữa môi chất công tác với mặt tiếp xúc nên không thể dùng biện pháp tính lý thuyết để xác định dòng nhiệt rồi dựa vào kết quả tính để tìm cách kéo dài tuổi thọ các chi tiết và tuổi thọ động cơ, mặc dù tuổi thọ các chi tiết lại phụ thuộc chính vào nhiệt độ làm việc và gradien nhiệt độ do phụ tải nhiệt gây ra.

Nhiệt độ trung bình trên bề mặt chi tiết được tính theo phương trình truyền nhiệt, không gây ra ứng suất nhiệt thực của các chi tiết. Biến dạng và nứt hỏng không phải do nhiệt độ trung bình của bề mặt chi tiết vượt quá một nhiệt độ cực đại nào đó gây ra, mà là do nhiệt độ cục bộ thực tế của chi tiết gây ra ứng suất cục bộ làm biến dạng và làm nứt hỏng chi tiết. Vì vậy đối với mỗi động cơ cụ thể, thông thường phải dùng biện pháp thực nghiệm trong điều kiện vận hành nhằm xác minh đối với các chi tiết và các cụm chi tiết chịu phụ tải nhiệt lớn nhất

Thực nghiệm chỉ rằng: với các điều kiện khác giống nhau thì trị số dòng nhiệt truyền cho môi chất làm mát tỷ lệ nghịch với nhiệt độ trong hệ thống làm mát. Nếu tăng hoặc giảm nhiệt độ của môi chất làm mát thì nhiệt độ xilanh và các chi tiết của nhóm pittông cũng tăng hoặc giảm theo. Phụ tải nhiệt của các chi tiết càng thấp khi hiệu số giữa nhiệt độ môi chất công tác trong xilanh động cơ và nhiệt độ môi chất trong hệ thống làm mát càng nhỏ.

Dòng nhiệt phân bố không đều trên các phần của xilanh động cơ. Khoảng 60% nhiệt lượng làm mát (nhiều nhất) được truyền qua nắp xilanh vì diện tích nằm trong buồng cháy của nắp xilanh tiếp thu nhiệt trong suốt chu trình. Vì vậy công suất nhiệt lớn nhất xuất hiện ở nắp xilanh. Do đó mặt đáy của nắp xilanh, nơi tiếp xúc với buồng cháy, cần có nhiệt độ đồng đều còn mặt ngoài tiếp xúc với nước làm mát cần có nước với nhiệt độ tương đối cao đi qua liên tục nhằm tránh xuất hiện ứng suất nhiệt lớn.

1.5.2. Đặc điểm quá trình trao đổi nhiệt giữ hệ thống làm mát với môi trường.



Hình 1.7. Trao đổi nhiệt giữa môi trường và két làm mát.

Bộ trao đổi nhiệt là thiết bị truyền nhiệt từ chất lỏng (lỏng hoặc khí) sang chất lỏng thứ hai mà không có hai chất lỏng trộn lẫn hoặc tiếp xúc trực tiếp. Bộ trao đổi nhiệt thường được sử dụng trong các hệ thống làm mát bằng chất lỏng để tản nhiệt từ chất lỏng đi qua một tấm lạnh gắn với bộ phận sinh nhiệt. Chất lỏng mát được bơm qua hệ thống và quay trở lại tấm lạnh.

Bộ trao đổi nhiệt được thiết kế để tối đa hóa diện tích bề mặt của bức tường giữa hai chất lỏng, đồng thời giảm thiểu lực cản đối với dòng chất lỏng chảy qua bộ trao đổi. Việc bổ sung các cánh tản nhiệt hoặc nếp gấp theo một hoặc cả hai hướng làm tăng diện tích bề mặt và tăng khả năng truyền nhiệt của bộ trao đổi nhiệt.

Loại bộ trao đổi nhiệt lỏng-không khí thông qua các chất truyền nhiệt như kim loại. Trong bộ trao đổi nhiệt kiểu vỏ và ống, một chất lỏng chảy qua một loạt ống kim loại và chất lỏng thứ hai được bơm qua lớp vỏ bao quanh chúng. Dòng chảy của chất lỏng có thể là song song (chảy cùng hướng), chảy ngược (chảy ngược hướng) hoặc chảy chéo (các dòng chảy vuông góc với nhau).

Bộ trao đổi nhiệt ống to sử dụng các lá tản nhiệt bao quanh hai ống dẫn chất lỏng. Các lá tản nhiệt làm tăng diện tích bề mặt và tối đa hóa khả năng truyền nhiệt ra môi trường xung quanh. Một số bộ trao đổi nhiệt dạng ống có vây sử dụng đối lưu tự nhiên và một số khác có thể bao gồm quạt để tăng luồng không khí và khả năng truyền nhiệt.

Bộ trao đổi nhiệt dạng tấm và khung có hai thành viên cuối hình chữ nhật giữ một loạt các tấm kim loại có lỗ ở mỗi góc để cho phép chất lỏng đi qua. Mỗi tấm có một miếng đệm để bịt kín các tấm và sắp xếp dòng chảy của chất lỏng giữa các tấm. Bộ trao đổi nhiệt dạng tấm hàn tránh khả năng rò rỉ bằng cách hàn các tấm lại với nhau.

CHƯƠNG 2. TỔNG QUAN VỀ ĐỘNG HỌC CHẤT LƯU CFD, TRAO ĐỔI NHIỆT.

2.1. Tổng quan về phương pháp tính toán động học lưu chất CFD.

CFD – Computational Fluid Dynamics: Đây là lĩnh vực khoa học sử dụng các phương pháp số kết hợp với công nghệ mô phỏng trên máy tính để giải quyết các bài toán liên quan đến các yếu tố chuyển động của môi trường, đặc tính lý hóa của các quá trình trong môi trường đang xét, đặc tính sức bền của môi trường, đặc tính nhiệt động, đặc tính động học hay đặc tính động lực học hoặc khí động lực học, đặc tính lực, hoặc đặc tính lực moment và tương tác của các môi trường với nhau phụ thuộc vào từng đối tượng và phạm vi cụ thể của từng vấn đề, từng lĩnh vực khoa học mà CFD có thể ứng dụng được.

Những khía cạnh vật lý của bất kỳ dòng chất lỏng nào đều được kiểm soát bởi ba nguyên lý cơ bản sau:

1. Bảo toàn khối lượng.
2. $F = ma$ (Định luật II Newton).
3. Bảo toàn năng lượng.

Những nguyên lý cơ bản này có thể biểu thị dưới dạng các số hạng của phương trình toán học, mà dạng tổng quát nhất của chúng là những phương trình đạo hàm riêng. Tính toán động lực học chất lỏng là thuật toán thay thế những phương trình đạo hàm riêng chủ đạo của dòng chất lỏng bằng số và đưa những số này vào không gian và hoặc thời gian để nhận được sự mô tả số cuối cùng của trường dòng chảy đầy đủ cần quan tâm.

2.2. Các phương trình cơ bản của phương pháp tính toán động học lưu chất.

2.2.1. Phương trình chủ đạo cho động lực học chất lỏng.

2.2.1.1. Phương trình đối với dòng nhớt

Những phương trình đã dẫn xuất trong những mục trước áp dụng cho dòng nhớt, tức là dòng xét đến hiện tượng vận chuyển, tiêu tán của nhớt và truyền nhiệt. Do đó những phương trình chủ đạo với dòng nhớt, chịu nén, không ổn định ba chiều là:

❖ *Phương trình liên tục:*

- Dạng bảo toàn:

$$\frac{\partial \rho}{\partial t} + \nabla(\rho \vec{V}^{\rightarrow}) = 0$$

- Dạng không bảo toàn:

$$\frac{\partial \rho}{\partial t} + \rho \vec{W}^{\rightarrow} = 0$$

❖ Phương trình động lượng:

- Dạng không bảo toàn:

$$\rho \frac{D_u}{D_t} = \frac{\partial p}{\partial x} + \frac{\partial \tau_{xx}}{\partial x} + \frac{\partial \tau_{yx}}{\partial y} + \frac{\partial \tau_{zx}}{\partial z} + \rho f_x$$

$$\frac{D_w}{D_t} = \frac{\partial p}{\partial z} + \frac{\partial \tau_{xz}}{\partial x} + \frac{\partial \tau_{yz}}{\partial y} + \frac{\partial \tau_{zz}}{\partial z} + \rho f_z$$

- Dạng bảo toàn:

$$\frac{\partial(\rho u)}{\partial t} + \nabla(\rho u \vec{V}^{\rightarrow}) = -\frac{\partial p}{\partial x} + \frac{\partial \tau_{xx}}{\partial x} + \frac{\partial \tau_{yx}}{\partial y} + \frac{\partial \tau_{zx}}{\partial z} + \rho f_x$$

$$\frac{\partial(\rho w)}{\partial t} + \nabla(\rho w \vec{V}^{\rightarrow}) = -\frac{\partial p}{\partial z} + \frac{\partial \tau_{xz}}{\partial x} + \frac{\partial \tau_{yz}}{\partial y} + \frac{\partial \tau_{zz}}{\partial z} + \rho f_z$$

❖ Phương trình năng lượng

- Dạng không bảo toàn:

$$\rho \frac{D}{D_t} \left(e + \frac{V^2}{2} \right)$$

$$= \rho q + \frac{\partial}{\partial x} \left(k \frac{\partial T}{\partial x} \right) + \frac{\partial}{\partial y} \left(k \frac{\partial T}{\partial y} \right) + \frac{\partial}{\partial z} \left(k \frac{\partial T}{\partial z} \right)$$

$$- \left(\frac{\partial(up)}{\partial x} + \frac{\partial(vp)}{\partial y} + \frac{\partial(wp)}{\partial z} \right) + \frac{\partial(u\tau_{xx})}{\partial x} + \frac{\partial(u\tau_{yx})}{\partial y} + \frac{\partial(u\tau_{zx})}{\partial z}$$

$$+ \frac{\partial(u\tau_{xy})}{\partial x} + \frac{\partial(v\tau_{yy})}{\partial y} + \frac{\partial(v\tau_{zy})}{\partial z} + \frac{\partial(w\tau_{xz})}{\partial x} + \frac{\partial(w\tau_{yz})}{\partial y} + \frac{\partial(w\tau_{zz})}{\partial z}$$

$$+ \rho \vec{f}^{\rightarrow} \cdot \vec{V}^{\rightarrow}$$

- Dạng bảo toàn:

$$\begin{aligned} & \frac{\partial}{\partial t} \left[\rho \left(e + \frac{V^2}{2} \right) \right] + \nabla \cdot \left[\rho \left(e + \frac{V^2}{2} \right) \vec{V} \right] \\ &= \rho q + \frac{\partial}{\partial x} \left(k \frac{\partial T}{\partial x} \right) + \frac{\partial}{\partial y} \left(k \frac{\partial T}{\partial y} \right) + \frac{\partial}{\partial z} \left(k \frac{\partial T}{\partial z} \right) \\ &- \left(\frac{\partial (up)}{\partial x} + \frac{\partial (vp)}{\partial y} + \frac{\partial (wp)}{\partial z} \right) + \frac{\partial (u\tau_{xx})}{\partial x} + \frac{\partial (u\tau_{yx})}{\partial y} + \frac{\partial (u\tau_{zx})}{\partial z} \\ &+ \frac{\partial (v\tau_{xy})}{\partial x} + \frac{\partial (v\tau_{yy})}{\partial y} + \frac{\partial (v\tau_{zy})}{\partial z} + \frac{\partial (w\tau_{xz})}{\partial x} + \frac{\partial (w\tau_{yz})}{\partial y} + \frac{\partial (w\tau_{zz})}{\partial z} \\ &+ \rho \vec{f} \cdot \vec{V} \end{aligned}$$

2.2.1.2. Phương trình đối với dòng không nhớt

Dòng không nhớt, theo định nghĩa là một dòng trong đó hiện tượng vận chuyển, tiêu tán nhớt, khuếch tán khối lượng và dẫn nhiệt được bỏ qua. Những phương trình chủ đạo cho dòng chảy không ổn định, không nhớt ba chiều, chịu nén nhận được bằng việc bỏ đi những số hạng nhớt trong những phương trình trên

❖ *Phương trình liên tục:*

- Dạng không bảo toàn:

$$\frac{D\rho}{D_t} + \rho \nabla \cdot \vec{V} = 0$$

- Dạng bảo toàn:

$$\frac{\partial \rho}{\partial t} + \nabla \cdot (\rho \vec{V}) = 0$$

❖ *Phương trình động lượng:*

- Dạng không bảo toàn:

• Thành phần x

$$\rho \frac{D_u}{D_t} = -\frac{\partial p}{\partial x} + \rho f_x$$

• Thành phần y

$$\rho \frac{D_v}{D_t} = -\frac{\partial p}{\partial y} + \rho f_y$$

• Thành phần z

$$\rho \frac{D_w}{D_t} = -\frac{\partial p}{\partial z} + \rho f_z$$

- Dạng bảo toàn:

- Thành phần x

$$\frac{\partial(\rho u)}{\partial t} + \nabla(\rho u \vec{V}) = -\frac{\partial p}{\partial x} + \rho f_x$$

- Thành phần y

$$\frac{\partial(\rho v)}{\partial t} + \nabla(\rho v \vec{V}) = -\frac{\partial p}{\partial y} + \rho f_y$$

- Thành phần z

$$\frac{\partial(\rho w)}{\partial t} + \nabla(\rho w \vec{V}) = -\frac{\partial p}{\partial z} + \rho f_z$$

❖ Phương trình năng lượng

- Dạng không bảo toàn:

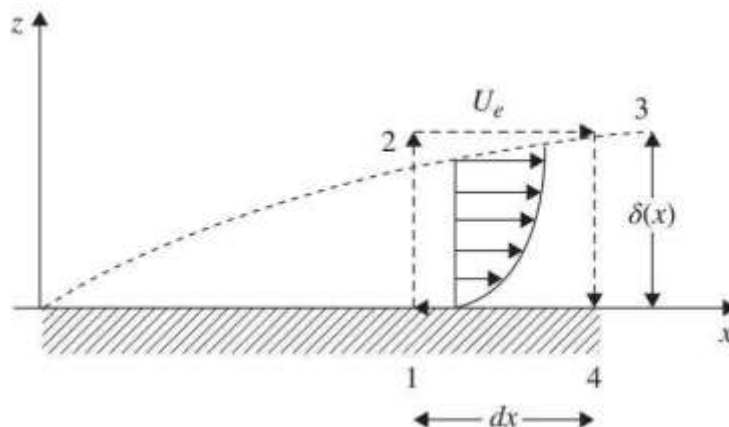
$$\rho \frac{D}{D_t} \left(e + \frac{v^2}{2} \right) = p \dot{q} - \left(\frac{\partial u p}{\partial x} + \frac{\partial v p}{\partial y} + \frac{\partial w p}{\partial z} \right) + \rho \vec{f} \cdot \vec{V}$$

- Dạng bảo toàn:

$$\frac{\partial}{\partial t} \left[\rho \left(e + \frac{v^2}{2} \right) \right] + \nabla \left[\rho \left(e + \frac{v^2}{2} \right) \vec{V} \right] = p \dot{q} - \left(\frac{\partial u p}{\partial x} + \frac{\partial v p}{\partial y} + \frac{\partial w p}{\partial z} \right) + \rho \vec{f} \cdot \vec{V}$$

2.2.2. Lớp biên:

2.2.2.1. Khái niệm lớp biên



Hình 2.1. Biểu diễn lớp biên.

Trong vật lý và cơ học lưu chất, lớp biên là lớp lưu chất gần vùng lân cận của một bề mặt biên nơi mà ảnh hưởng của độ nhớt là đáng kể. Lớp biên – là lớp chất lỏng (không khí) trên bề mặt vật thể, trong đó vận tốc của chất lỏng thay đổi từ giá trị 0 đến giá trị gần với vận tốc của dòng chất lỏng bên ngoài. Trên một chiếc ô tô lớp biên là phần dòng chảy gần bề mặt vỏ ô tô, lực nhớt làm sai lệch dòng chảy không nhớt xung quanh. Trong khí động học ô tô lớp biên là vùng chuyển tiếp giữa không khí và vỏ xe.

Độ dày của lớp bề mặt chỉ vào cỡ [mm] và phụ thuộc vào: Độ nhớt và áp suất của chất lỏng, hình dạng hình học của vật thể, trạng thái bề mặt, và vị trí của vật thể trong luồng chất lỏng. Độ dày của lớp bề mặt tăng lên theo hướng từ mép trước đến mép sau của vật thể. Các phần tử khí bên trong lớp bề mặt có các đặc tính chuyển động khác hoàn toàn so với dòng chất lỏng ở bên ngoài nó.

2.2.2.2. Điều kiện biên của lớp biên

Những phương trình cho ở trên kiểm soát dòng của một lưu chất. Những điều kiện biên, và đôi khi là điều kiện ban đầu, cho phép nhận được những lời giải đặc biệt từ những phương trình chủ đạo. Đối với một lưu chất nhớt, điều kiện biên trên một bề mặt giả thiết không có vận tốc tương đối giữa bề mặt và lưu chất ngay bề mặt. Điều này được gọi là điều kiện không trượt. Nếu bề mặt là tĩnh và dòng di chuyển qua nó, thì $u = v = w = 0$ tại bề mặt (cho một dòng nhớt).

Hơn nữa, có một điều kiện không trượt tương tự kết hợp với nhiệt độ tại bề mặt. Nếu nhiệt độ bề mặt vật liệu được biểu thị bằng T_w (nhiệt độ vách), khi đó nhiệt độ ngay tại lớp lưu chất tiếp xúc với bề mặt cũng là T_w . Nếu trong bài toán được đề cập, biết được nhiệt độ vách, thì điều kiện biên thích hợp của nhiệt độ khí T là:

$$T = T_w \text{ (tại vách)}$$

Mặt khác, nếu không biết nhiệt độ vách, ví dụ nếu nó đang thay đổi như một hàm của thời gian do truyền nhiệt khí động lực học tới hoặc ra khỏi bề mặt, khi đó định luật Fourier về dẫn nhiệt cung cấp điều kiện biên tại bề mặt. Nếu chúng ta biểu thị q_w là thông lượng nhiệt tức thời tại vách, khi đó từ định luật Fourier:

$$q_w = -k \frac{\partial T}{\partial n_w} \text{ (tại vách)}$$

Trong đó, n biểu thị hướng pháp tuyến với vách. Ở đây, vật liệu bề mặt đang phản ứng lại sự truyền nhiệt đến vách, q_w , do đó đang thay đổi T_w , quay ngược lại ảnh hưởng đến q_w . bài toán truyền nhiệt không ổn định phải được giải bằng việc xử lý dòng nhớt và sự tác động nhiệt trở lại của vật liệu vách cùng lúc. Kiểu điều kiện biên này, là

điều kiện biên gradient nhiệt độ tại vách, trái với quy định về chính bản thân nhiệt độ vách là điều kiện biên. Nghĩa là, từ phương trình :

$$-\dot{q}_w/k = \frac{\partial T}{\partial n_w} \quad (\text{tại vách})$$

Cuối cùng khi nhiệt độ vách trở thành như vậy sẽ không có sự truyền nhiệt trên bề mặt, nhiệt độ vách này, theo định nghĩa, được gọi là nhiệt độ vách đoạn nhiệt (adiabatic wall temperature) T_{aw} . Điều kiện biên thích hợp cho trường hợp vách đoạn nhiệt đến từ phương trình (4-21) với $\dot{q}_w = 0$, bởi định nghĩa. Do đó, với vách đoạn nhiệt, điều kiện biên là:

$$\frac{\partial T}{\partial n} = 0 \quad (\text{tại vách})$$

Với lưu chất không nhớt, dòng trượt qua bề mặt (không có ma sát để đẩy 'sức dính' của nó tới bề mặt), do đó tại bề mặt dòng phải tiếp xúc với bề mặt:

$$\vec{v} \cdot \vec{n} = 0 \quad (\text{tại bề mặt})$$

Trong đó:

\vec{n} - Vectơ đơn vị thẳng góc với bề mặt.

Những điều kiện biên khác trong dòng phụ thuộc vào kiểu bài toán được xét, và thường gắn liền với biên chảy vào và chảy ra tại một khoảng cách hữu hạn từ bề mặt, hoặc một điều kiện biên 'vô hạn' xa vô tận kể từ bề mặt.

2.3. Trình tự giải bài toán động học lưu chất.

2.3.1. Thuật toán SIMPLE (Semi-Implicit Methods for Pressure-Linked Equation).

Được diễn giải qua trình tự các bước tính toán sau:

1. Dự đoán giá trị áp lực lần đầu P^* .
2. Tiến hành giải phương trình sau để tìm giá trị vận tốc U^* dựa trên cơ sở giá trị áp lực P^* ở bước 1.

$$\frac{\alpha_p}{\alpha_U} U_p^n + \sum_N a_N U_N^n = R_p + \frac{1 - \alpha_U}{\alpha_U} a_p a_p^o \quad (3.8)$$

$$R_p = a_p U_p^n + \sum_N a_N U_N^n$$

3. Tính toán lượng chất lỏng F^* chảy qua mặt ô theo công thức:

$$F^* = S \cdot \left[\left(\frac{H(U^*)}{a_p} \right)_f \right] \quad (3.9)$$

Điều này là cần thiết để có thể tính về phải của phương trình áp lực sau:

$$\sum_f S \left[\left(\frac{1}{a_p} \right)_f (\nabla P)_f \right] = \sum_f S \left(\frac{H(U)}{a_p} \right)_f \quad (3.10)$$

4. Giải phương trình áp lực để tìm giá trị áp lực mới P^{**} .

5. Chỉnh sửa lượng chất lỏng chảy qua mặt ô được cho bởi phương trình:

$$SU_f = S \cdot \left[\left(\frac{H(U)}{a_p} \right)_f - \left(\frac{1}{a_p} \right)_f (\nabla P)_f \right] \quad (3.11)$$

Bằng cách dùng giá trị áp lực P^{**} mới tìm được ở bước 4 theo công thức:

$$F = F^* - \left[\rho \frac{1}{a_p} \nabla P^{**} \right]_f S \quad (3.12)$$

6. Tính toán giá trị áp lực mới P^{new} trong mỗi ô tính toán dựa vào hệ số α_p theo công thức:

$$P^{new} = P^* + \alpha_p (P^{**} - P^*) \quad (3.13)$$

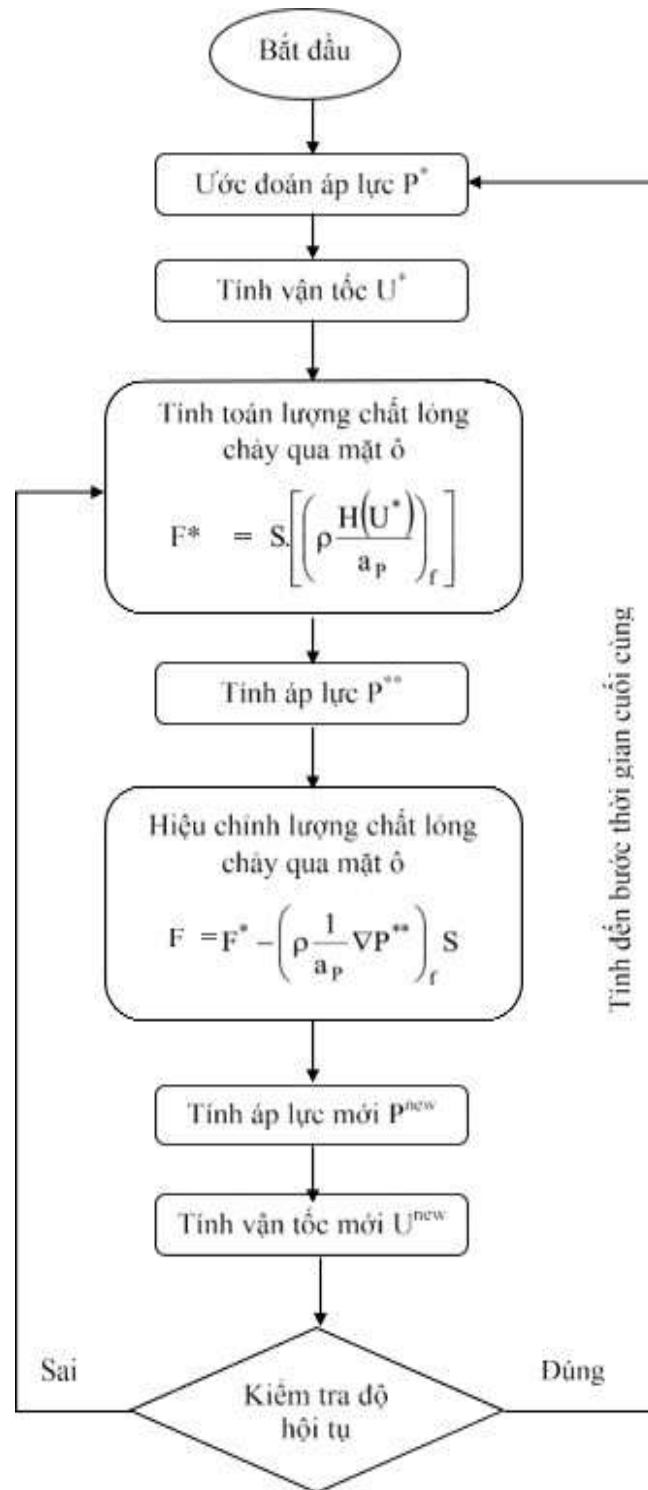
7. Tính toán giá trị vận tốc mới U^{new} theo công thức:

$$U_P = \frac{H(U)}{a_p} - \frac{1}{a_p} \nabla P \quad (3.14)$$

Với áp lực trong công thức này sẽ nhận giá trị bằng P^{new} vừa mới tìm được ở bước 6.

8. Kiểm tra độ hội tụ và lặp lại các bước từ bước 1 với áp lực ước đoán P^* nhận giá trị bằng giá trị áp lực P^{new} vừa tìm được.

Sơ đồ thuật toán SIMPLE (Semi-Implicit Methods for Pressure-Linked Equation) được mô tả như hình 3-1.



Hình 2.2. Sơ đồ thuật toán SIMPLE

2.3.2. Thuật toán PISO.

Khác với thuật toán SIMPLE, thuật toán PISO sử dụng việc hiệu chỉnh đại lượng vật lý nhiều hơn một lần chứ không như trong thuật toán SIMPLE chỉ hiệu chỉnh một lần. Trong mỗi bước thời gian, thuật toán PISO được mô tả như sau:

1. Dự đoán giá trị áp lực lần đầu P*.

2. Giải phương trình động lượng:

$$a_p U_p = H(U) - \sum_f S(P)_f \quad (3.15)$$

Với giá trị áp lực trong phương trình được lấy bằng giá trị P^* từ bước trước đó, thu được giá trị vận tốc xấp xỉ.

3. Tính xấp xỉ lượng chất lỏng chảy qua mặt ô:

$$F^* = S \cdot \left[\begin{array}{c} \left(\frac{H(U^*)}{\rho a} \right) \\ \left(\frac{P}{f} \right) \end{array} \right] \quad (3.16)$$

Điều này cần thiết để tính vế phải của phương trình áp lực (3.10).

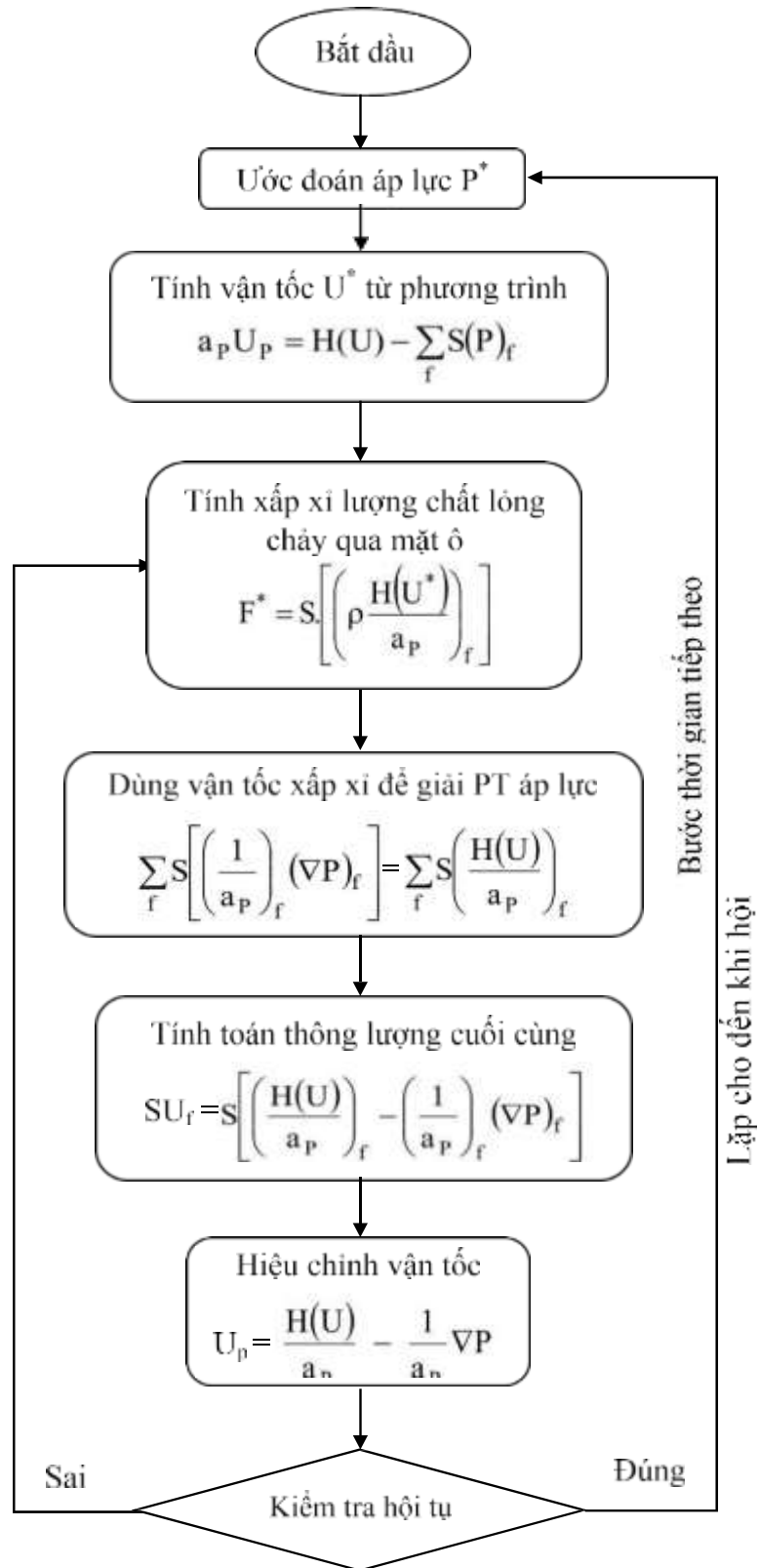
4. Sử dụng giá trị vận tốc xấp xỉ vừa tính được để giải phương trình áp lực (3.10) nêu trên.

5. Hiệu chỉnh các thông lượng gần đúng ở trên để tìm thông lượng cuối cùng dựa trên hiệu ứng áp lực bằng việc giải phương trình (3.11).

6. Hiệu chỉnh giá trị vận tốc bằng cách sử dụng giá trị áp lực mới, đây là một sự điều chỉnh hiện và được thực hiện bằng việc giải phương trình (3.14).

Trong các bước, bốn bước cuối cùng (3-6) được lặp với một số lần cố định trước khi chuyển sang bước thời gian tiếp theo. Trong OpenFOAM, con số này được gọi tên là *nCorrectors* và được quy định có trong tập tin `<case>/system/fvSolution`. Trong thuật toán SIMPLE cũng vậy, cần phải xác định *nNonOrthogonalCorrectors* và đây là giá trị xác định bước 4 nên được lặp đi lặp lại bao nhiêu lần.

Sơ đồ thuật toán PISO dùng tính toán trong dòng lưu chất theo lý thuyết CFD được trình bày như trên hình 3-2.



Hình 2.3. Sơ đồ thuật toán PISO

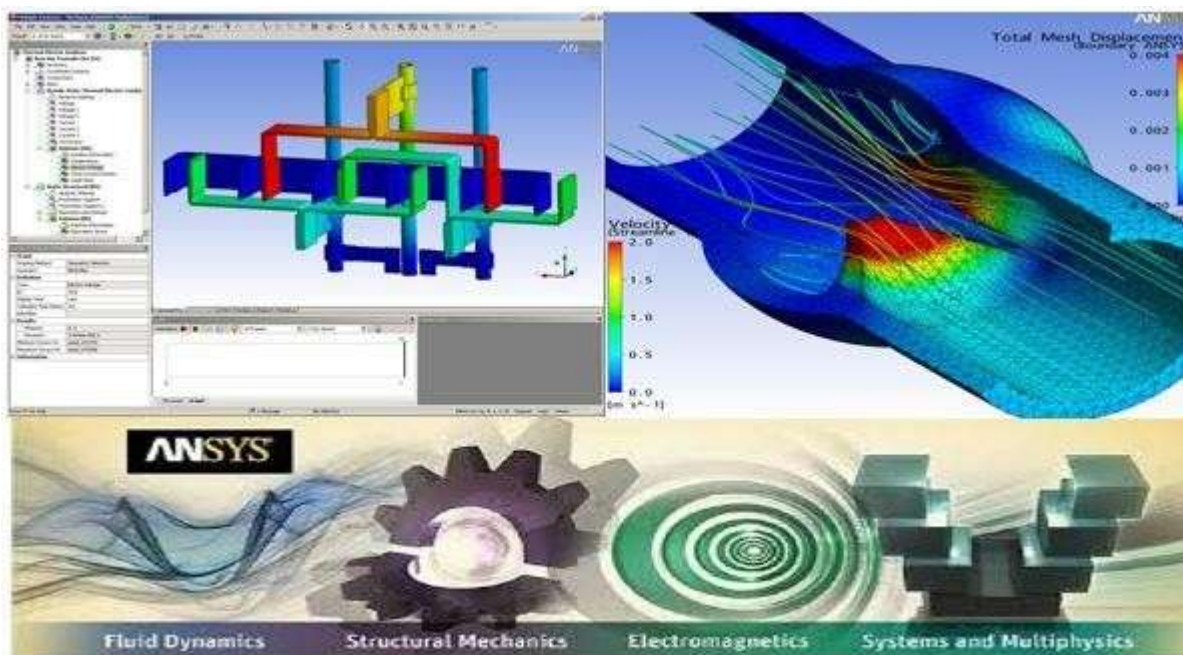
CHƯƠNG 3. NGHIÊN CỨU SỬ DỤNG PHẦN MỀM ANSYS FLUENT

3.1. Tổng quan về phần mềm Ansys và Ansys Fluent.

3.1.1. Phần mềm Ansys là gì?

ANSYS là một phần mềm toàn diện và bao quát hầu hết các lĩnh vực vật lý, giúp can thiệp vào thế giới mô hình ảo và phân tích kỹ thuật cho các giai đoạn thiết kế. Hầu hết các nhà đầu tư rất thích phần mềm phân tích kỹ thuật này so với những gì chúng làm được và số tiền họ phải bỏ ra.

Phần mềm phân tích mạnh này giúp quá trình thiết kế kỹ thuật qua một cấp độ mới, không chỉ làm việc với những môi trường, thông số biến động, các hàm nhiều cấp bậc, mà còn hỗ trợ làm việc mang tính thích nghi với những mô hình kỹ thuật mới, nhưng công cụ CAE nhiều tính năng. Dĩ nhiên Ansys sẽ giúp nâng cao hiệu quả khi thiết kế, nâng cao tính sáng tạo, giảm bớt ràng buộc, hạn chế vật lý, thực hiện các bài kiểm tra mô phỏng mà không thể thực hiện trên những phần mềm khác.



Hình 3.1. Phần mềm Ansys.

Ansys phát triển và tiếp thị phần mềm phân tích phần tử hữu hạn được sử dụng để mô phỏng các vấn đề kỹ thuật. Phần mềm này tạo ra các mô hình máy tính mô phỏng cấu trúc, thiết bị điện tử hoặc linh kiện máy để mô phỏng ứng suất, độ dẻo dai, độ đàn hồi, phân bố nhiệt độ, điện từ, lưu lượng chất lỏng và các thuộc tính khác. Ansys được

sử dụng để mô phỏng cách một sản phẩm hoạt động với các thông số kỹ thuật khác nhau, mà không cần làm các sản phẩm thử nghiệm hoặc tiến hành các thử nghiệm va chạm. Ví dụ, phần mềm Ansys có thể mô phỏng một cây cầu sẽ ra sao sau nhiều năm sử dụng, cách xử lý tốt nhất cá hồi trong thùng để tránh lãng phí, hoặc cách thiết kế một tấm ván trượt sử dụng ít vật liệu hơn mà không bị mất an toàn.

Hầu hết các mô phỏng trong Ansys được thực hiện bằng phần mềm Ansys Workbench, là một trong những sản phẩm chính của công ty. Thông thường, người dùng Ansys phá vỡ các cấu trúc lớn hơn thành các thành phần nhỏ được mô phỏng và thử nghiệm riêng lẻ. Người dùng có thể bắt đầu bằng cách xác định kích thước của đối tượng, và sau đó thêm trọng lượng, áp suất, nhiệt độ và các đặc tính vật lý khác. Cuối cùng, phần mềm Ansys mô phỏng và phân tích chuyển động, sự mỏi, tiêu chuẩn phá hủy, lưu lượng chất lỏng, phân bố nhiệt độ, hiệu quả điện từ và các hiệu ứng khác theo thời gian.

Ansys cũng phát triển phần mềm để quản lý và sao lưu dữ liệu, nghiên cứu và giảng dạy học thuật. Phần mềm này được bán trên cơ sở thuê bao hàng năm.

3.1.2. Tổng quan Ansys Fluent.

ANSYS FLUENT là một phần mềm với những khả năng mô hình hóa một cách rộng rãi các đặc tính vật lý cho mô hình dòng chảy chất lưu, rối, trao đổi nhiệt và phản ứng được áp dụng trong công nghiệp từ dòng chảy qua cánh máy bay đến sự cháy trong một lò lửa, từ các cột bọt khí đến các đệm dầu, từ dòng chảy của các mạch máu cho đến việc chế tạo các vật liệu bán dẫn và từ thiết kế các căn phòng sạch cho đến các thiết bị xử lý nước thải. Các mô hình đặc biệt giúp cho phần mềm có khả năng mô hình hóa buồng cháy động cơ cylinder, khí động học sự truyền âm, máy cánh và các hệ thống đa pha nhằm phục vụ cho việc mở rộng khả năng của phần mềm.

Các bộ giải kỹ thuật tiên tiến giúp đưa ra những kết quả CFD nhanh và chính xác, lưới chuyển động hay biến dạng và khả năng tăng tốc chạy song song. Các chức năng người dùng định nghĩa cho phép bổ sung những mô hình mới hay những tương tác người dùng trên mô hình đang tồn tại. Những khả năng thiết lập bộ giải tương tác, quá trình giải và hậu xử lý của Ansys Fluent làm cho dễ dàng có thể tạm dừng tính toán, kiểm tra kết quả với quá trình hậu xử lý đã được phân tích, thay đổi bất cứ thiết lập nào và sau đó tiếp tục tính toán với từng ứng dụng. Các tệp dữ liệu và các trường hợp tính có thể được đọc vào Ansys CFD-Post với mục đích phân tích kỹ hơn bằng các công cụ xử lý kết quả tiên tiến. Ta có thể xem xét đánh giá song song các trường hợp khác nhau.

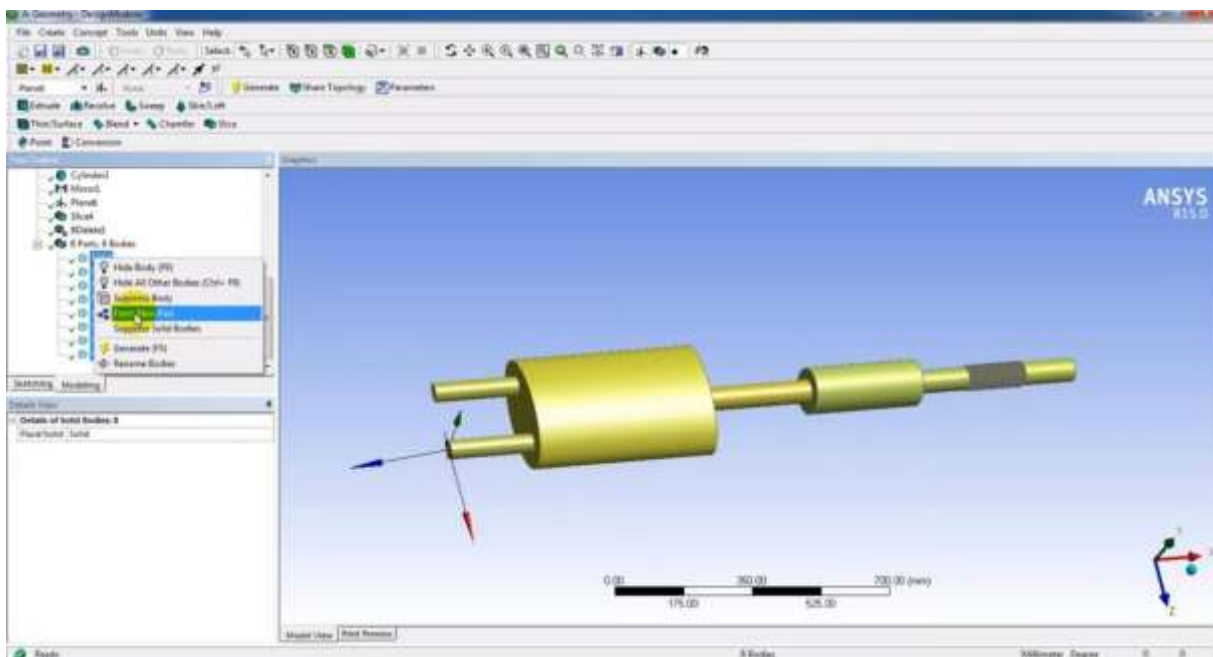
Sự kết hợp của những lợi ích này với hàng loạt các khả năng mô hình hóa mô hình vật lý và những kết quả CFD nhanh chóng, chính xác, phần mềm Ansys Fluent cung cấp các kết quả dưới dạng một trong những gói phần mềm toàn diện nhất cho quá trình mô hình hóa CFD trên thế giới hiện nay.

Phần mềm Ansys Fluent có khả năng mô hình hóa các mô hình vật lý cần thiết cho các mô hình dòng chảy, rối, truyền nhiệt, và phản ứng.

3.2. Các modul trên Ansys.

3.2.1. Ansys Design Modeler và Ansys Meshing.

Ansys Design Modeler và Ansys Meshing là hai module mở đầu khi chúng ta bắt đầu tiếp cận với Ansys. Đây là hai Module quan trọng giúp chúng ta có thể vẽ mô hình và chia lưới ngay trong ANSYS, phục vụ cho quá trình tính toán mô phỏng sau này. Khóa học này giúp cho sinh viên hiểu được khái niệm về mô hình hóa cũng như tận dụng được khả năng mô phỏng “gần như thật” của ANSYS, giúp cho học viên có được kỹ năng thành thạo khi vẽ mô hình cũng như chia lưới trong ANSYS.

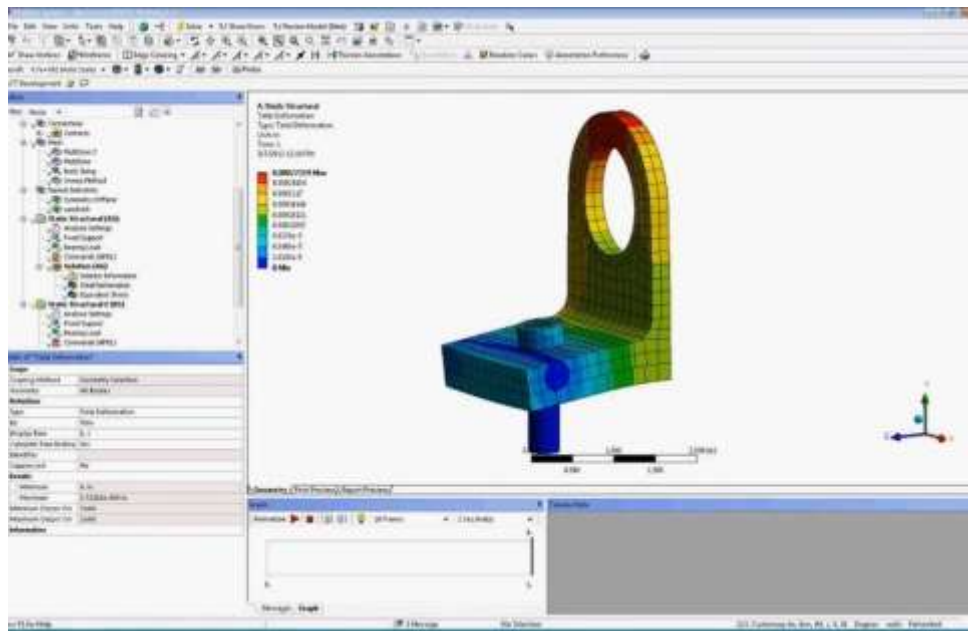


Hình 3.2. Thiết kế mô phỏng trên Ansys Design Modeler.

3.2.2. ANSYS Mechanical Workbench.

ANSYS Mechanical Workbench (WB) là một môi trường nền chung, trong đó có tích hợp rất nhiều module xử lý liên quan đến các lĩnh vực: kết cấu, nhiệt động lực học, va chạm, lưu chất...WB đang ngày càng phát triển, hướng tới một giao diện thân thiện với người dùng. Bằng cách liên kết các kiểu bài toán chỉ thông qua các thao tác kéo thả đơn giản nhưng vẫn đạt hiệu quả cao nên WB ngày càng được khách hàng tin

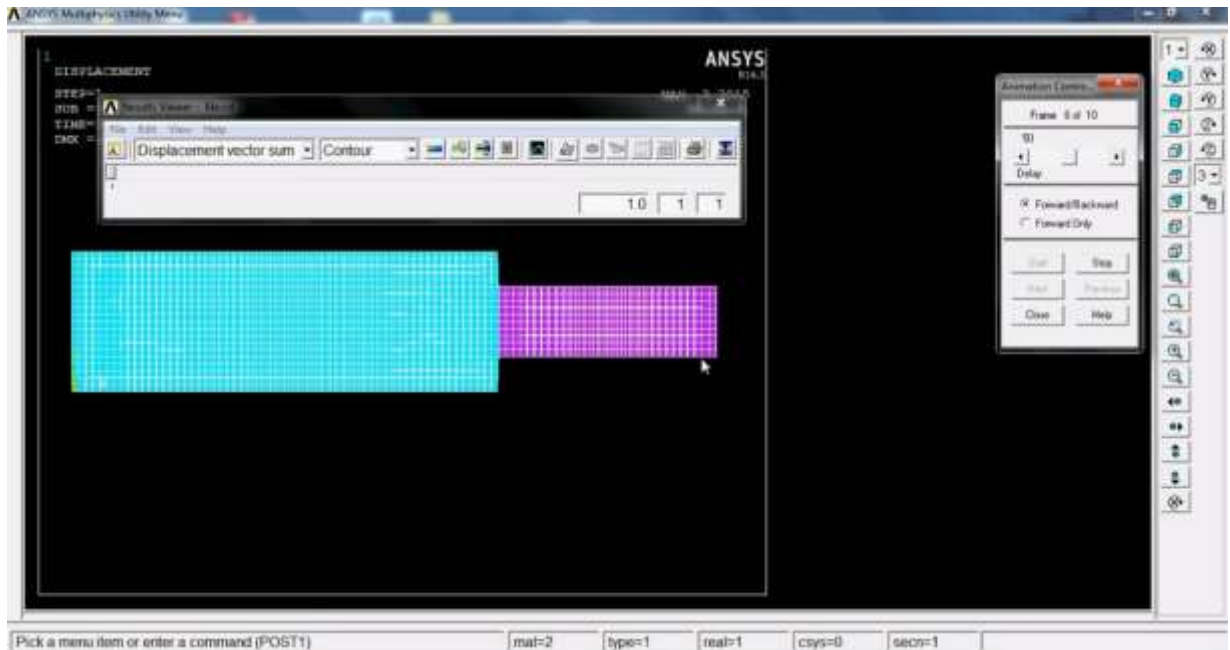
dùng. Ngoài ra WB còn có khả năng tương tác với các phần mềm CAD rất cao cho phép người dùng có thể đưa những mô hình phức tạp vào trong WB để tính toán, hướng tới mục tiêu “Mô phỏng đi đầu tạo nền tảng cho sự phát triển sản phẩm”



Hình 3.3. Mô phỏng trên ANSYS Mechanical Workbench.

3.2.3. ANSYS MECHANICAL APDL.

ANSYS MECHANICAL APDL (ANSYS Multiphysic) là một module mô phỏng đa trường ,đa vật lý.Modul này giúp chúng ta giải quyết tốt các vấn đề liên quan đến kết cấu ,nhiệt ,điện – từ,nổ ,va chạm ,vật liệu mới,..nhờ khả năng phân tích rất mạnh của nó.Ngoài ra ANSYS Mechanical APDL được tích hợp rất nhiều mô hình vật liệu và các loại phần tử dựa trên các lý thuyết nổi tiếng hiện tại.ANSYS Mechanical APDL đem lại cho chúng ta một chuỗi phân tích mô phỏng khá toàn diện ,đem lại cho người dùng một không gian mô phỏng rất thoải mái và tiện lợi.



Hình 3.4. Mô phỏng trên Ansys Mechanical Apdl.

3.3. Khả năng ứng dụng của phần mềm ANSYS trong kỹ thuật.

3.3.1. Fluids: Tính toán động lực học của lưu chất

Động lực học tính toán (CFD) là một công cụ có tính linh hoạt tuyệt vời, tính chính xác và độ bao quát của ứng dụng. Tuy nhiên, thực sự CFD, cung cấp thông tin chi tiết giúp bạn tối ưu hóa thiết kế của bạn, có thể nằm ngoài tầm với của bạn trừ khi bạn chọn phần mềm một cách cẩn thận. Để có được kết quả CFD một cách chính xác, bạn cần phải nghiên cứu nó nghiêm túc. ANSYS CFD vượt xa các kết quả định tính để cung cấp dự đoán định lượng chính xác về tương tác và tương tác chất lỏng. Những hiểu biết này tiết lộ cơ hội không mong đợi cho sản phẩm của bạn-cơ hội mà thậm chí cả các nhà phân tích kỹ thuật có thể bỏ lỡ.

3.3.2. Structures: Kết cấu, tính bền

Phần mềm phân tích cấu trúc của ANSYS cho phép bạn giải quyết các vấn đề kỹ thuật kết cấu phức tạp và đưa ra các quyết định thiết kế tốt hơn và nhanh hơn. Với các công cụ phân tích phần tử hữu hạn (FEA) có sẵn trong bộ phần mềm, bạn có thể tùy chỉnh và tự động hóa các giải pháp cho các vấn đề về cơ học kết cấu của mình và tham số hóa chúng để phân tích nhiều tình huống thiết kế. Bạn có thể kết nối dễ dàng với các công cụ phân tích vật lý khác để có thể thực hơn. Phần mềm phân tích cấu trúc của ANSYS được sử dụng trong toàn ngành để cho phép các kỹ sư tối ưu hóa thiết kế sản phẩm của họ và giảm chi phí kiểm tra thực tế.

3.3.3. Electronics: Điện, từ trường

Mô phỏng trường điện từ ANSYS giúp bạn thiết kế các sản phẩm sáng tạo điện và điện tử nhanh hơn và tiết kiệm chi phí hơn. Trong thế giới ngày nay của các thiết bị điện tử hiệu năng cao và các hệ thống điện khí tiên tiến, những ảnh hưởng của các trường điện từ trên các mạch và hệ thống không thể bỏ qua. Phần mềm ANSYS có thể mô phỏng độc đáo hiệu suất điện từ qua thiết kế thành phần, mạch và hệ thống và có thể đánh giá nhiệt độ, độ rung và các hiệu ứng cơ học quan trọng khác. Dòng thiết kế điện từ không đồng bộ này giúp bạn đạt được thành công thiết kế hệ thống tiên tiến cho các hệ thống truyền thông tiên tiến, các thiết bị điện tử tốc độ cao, các thành phần cơ điện và các hệ thống điện tử.

3.3.4. Semiconductors: Công nghệ bán dẫn

Bán dẫn: Nhu cầu thiết bị điện tử thông minh ngày càng tăng đang thúc đẩy quá trình hội nhập và thu nhỏ lại công nghệ mạch tích hợp (IC). Tương tác vật lý phát sinh từ thu nhỏ hình học, đặc biệt là FinFETs, cấu trúc chồng lên nhau và các cấu trúc 3D-IC, dẫn đến sự tích hợp bộ năng lượng và các thách thức thiết kế liên quan đến độ tin cậy. Bằng cách mô phỏng electromigration, các hiệu ứng nhiệt và các hiện tượng xả điện, bạn có thể xác minh độ toàn vẹn tiếng ồn điện và độ tin cậy của các IC phức tạp nhất. Các công cụ mô phỏng và mô phỏng của ANSYS cung cấp cho bạn phân tích ngân sách về phân bổ ngân sách sớm cho các quyết định thiết kế tác động cao và độ chính xác được chứng nhận của nhà sản xuất cần thiết cho việc ký kết IC. Tính toàn vẹn và độ tin cậy của hệ thống IC

Tính toàn vẹn và độ tin cậy của hệ thống IC: Phần quan trọng nhất của mỗi hệ thống điện tử là chip phải đáp ứng nhiều yêu cầu khó khăn, chẳng hạn như hiệu năng cao, chức năng tăng lên, hiệu suất năng lượng, độ tin cậy và chi phí thấp. Đảm bảo chip đáp ứng các yêu cầu về tính toàn vẹn và độ tin cậy khi cả hai thiết bị độc lập và trong hệ thống điện tử đòi hỏi phương pháp thiết kế chip hệ thống. ANSYS cung cấp một bộ đa giải pháp multiphysics để hỗ trợ dòng chảy thiết kế hệ thống chip (CPS)

Độ chính xác được các công ty chứng nhận: Với chi phí thiết kế và thực hiện một hệ thống trên chip (SoC) dao động từ 50 triệu đến 200 triệu USD, silic làm việc lần đầu là điều cần thiết. Các nhà thiết kế vi mạch yêu cầu giải pháp mô phỏng chính xác nhất và xem xét chứng nhận đúc như là bằng chứng chính xác cuối cùng. Các giải pháp bán dẫn của ANSYS đã được chứng nhận tại tất cả các xưởng sản xuất hàng đầu từ năm 2006.

3.3.5. Systems: Hệ thống

Mô phỏng Hệ thống: Khi sự phức tạp của sản phẩm tăng lên, thì thách thức của việc tích hợp các thành phần riêng lẻ trong một hệ thống để đảm bảo chúng hoạt động như mong đợi. Mô hình và mô phỏng hệ thống giúp bạn tạo ra một nguyên mẫu ảo hoàn chỉnh để hiểu và tối ưu hóa các tương tác quan trọng giữa vật lý, sự kiểm soát và môi trường trong suốt quá trình phát triển sản phẩm. Sau đó, bằng cách kết hợp mô hình hóa hệ thống với bộ cảm biến và dữ liệu lớn, bạn có thể phát triển một bộ đôi kỹ thuật số của sản phẩm để quản lý hiệu suất và bảo trì của nó sau khi nó đã được triển khai.

Vật lý 3-D, phần mềm nhúng và mô phỏng hệ thống: Các giải pháp ANSYS cho các hệ thống cho phép bạn xây dựng hệ thống mẫu hoàn chỉnh và kỹ thuật số. Chúng tôi cung cấp các công nghệ tiên tiến nhất cho mô phỏng vật lý 3-D, các hệ thống nhúng và thiết kế phần mềm. Bạn có thể lắp ráp các thành phần khác nhau thành mẫu hoàn chỉnh của các hệ thống điều khiển phần mềm đa phần, có thể được sử dụng trong toàn bộ vòng đời của sản phẩm, từ khái niệm ban đầu đến hoạt động của sản phẩm.

hệ thống

3.3.6. Embedded Software: Phần mềm nhúng

Phần mềm nhúng đang ngày càng được sử dụng trong các thiết bị thông minh, nhưng mã không hoàn hảo có thể là nguyên nhân dẫn đến nhiều thất bại của sản phẩm. Các nhà lãnh đạo ngành ước tính mỗi 1.000 dòng phần mềm nhúng chứa 8 lỗi. Để quản lý rủi ro về chất lượng, cũng như đáp ứng các tiêu chuẩn cao hơn về chứng nhận phần mềm, bạn cần phải tận dụng các công cụ phát triển phần mềm nhúng và các bộ xuất mã được chứng nhận. ANSYS cung cấp mô hình phát triển phần mềm dựa trên mô phỏng và môi trường mô phỏng với một bộ mã nguồn được xây dựng sẵn để đẩy nhanh các dự án phát triển phần mềm nhúng. Các kỹ sư hệ thống và phần mềm sử dụng các giải pháp ANSYS SCADE để thiết kế đồ họa, kiểm tra và tự động tạo các hệ thống và ứng dụng phần mềm quan trọng với yêu cầu độ tin cậy cao. Các giải pháp SCADE có tính tương hợp cao và có thể dễ dàng tích hợp, cho phép tối ưu hóa phát triển và tăng cường giao tiếp giữa các thành viên trong nhóm.

3.3.7. Multiphysics: Đa Phương

Chúng ta sống trong một thế giới đang có nhiều tác động vật lý, và các sản phẩm sản xuất thường phải chịu nhiều tác động vật lý cùng một lúc. Lực chất lỏng, hiệu ứng nhiệt, kết cấu và bức xạ điện từ có thể ảnh hưởng đến hiệu năng của sản phẩm và xử lý trong thực tế. Nếu bạn cố gắng cô lập nhiều lực trong môi trường, bạn sẽ không thể dự đoán chính xác về hành vi. Các giải pháp đa nhân của ANSYS có thể giúp các kỹ sư

kiểm tra những hiệu ứng này trong sự kết hợp và cách ly, đạt được giải pháp cao nhất khi cần thiết.

Công nghệ giải trình sâu, đã được chứng minh từ ANSYS là một công cụ tích hợp sẵn. Áp dụng công nghệ này để mô phỏng đa môi trường là bước tiếp theo cho giai đoạn công nghệ tiếp theo.

3.3.8. Platform: Phần nền tảng

Platform_ ANSYS Workbench là phần lõi cho việc cung cấp một hệ thống mô phỏng toàn diện và tích hợp cho khách hàng. Sử dụng Workbench để mô phỏng phát triển sản phẩm mang lại hiệu suất cao hơn từ các ứng dụng tích hợp sử dụng các mô hình dữ liệu phổ biến và tương thích. Workbench cung cấp cho bạn quyền truy cập vào hệ thống đa năng và hệ thống mà không thể đạt được trước đó. Các tổ chức CNTT nhận ra độ tin cậy cao hơn, chi phí hỗ trợ thấp hơn và giảm tổng chi phí sở hữu vì nền tảng của chúng tôi giải quyết các sự cố về phần cứng, phần mềm và dữ liệu gặp phải khi sử dụng nhiều ứng dụng độc lập.

3.4. Nghiên cứu về Ansys Fluent và xây dựng mô hình mô phỏng số.

3.4.1. Nghiên cứu sử dụng Ansys Fluent.

Ansys Fluent là một phần mềm tính toán động lực học chất lỏng (CFD) có mục đích chung được sử dụng để lập mô hình dòng chất lỏng, truyền nhiệt và khối lượng, phản ứng hóa học, v.v. Fluent cung cấp giao diện hiện đại, thân thiện với người dùng, giúp hợp lý hóa quy trình CFD từ trước đến sau xử lý trong quy trình làm việc một cửa sổ. Fluent được biết đến với khả năng mô hình hóa vật lý tiên tiến, bao gồm mô hình hóa nhiễu loạn, dòng chảy đơn và đa pha, quá trình đốt cháy, mô hình hóa pin, tương tác cấu trúc chất lỏng và hơn thế nữa. trên nhiều bộ xử lý trên CPU hoặc GPU. Nhiều tùy chọn bộ giải có sẵn, bao gồm bộ giải CPU dựa trên áp suất và mật độ để bao gồm các dòng tốc độ thấp đến siêu âm và bộ giải GPU gốc dựa trên áp suất.

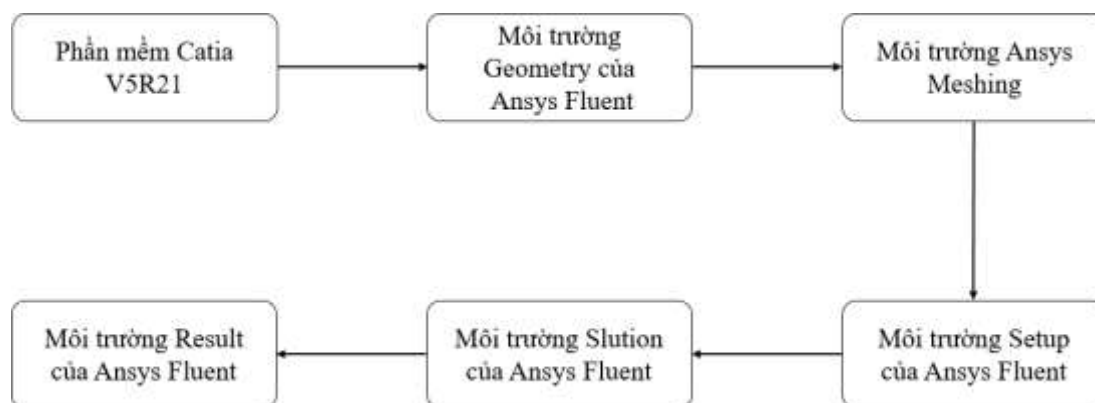
Việc thiết kế và phát triển kiểu dáng xe buýt cần đạt được sự cân bằng giữa nhiều mục tiêu về hiệu suất và kiểu dáng. Nó không chỉ cần đảm bảo lượng gió nạp đủ đáp ứng nhu cầu tản nhiệt của hệ thống mà còn cần giảm thiểu ảnh hưởng đến lực cản không khí và đáp ứng yêu cầu mô hình hóa, điều này đã thu hút đông đảo các học giả trong và ngoài nước thực hiện nghiên cứu. Đặc điểm khí động học của xe làm điểm đột phá; thông qua phân tích mô phỏng và nghiên cứu thực nghiệm, ảnh hưởng của hai trạng thái của lưới tản nhiệt hoàn toàn mở và đóng hoàn toàn đến các đặc điểm khí động học, và nghiên cứu về ảnh hưởng của kiểm soát độ mở của lưới tản nhiệt đối với quản lý nhiệt cũng được giới thiệu. Các nhà nghiên cứu đã trình bày việc sử dụng CFD như một công

cụ mô phỏng để điều tra và đánh giá các yếu tố khác nhau ảnh hưởng đến luồng không khí làm mát chưa thành công. Cụ thể, tác động của cấu hình mô-đun làm mát phía trước (quạt, tấm che quạt, bộ trao đổi nhiệt) đối với luồng không khí làm mát và mô-men xoắn của quạt đã được kiểm tra chặt chẽ. Sự nghiên cứu ảnh hưởng của việc đóng lưới tản nhiệt và vị trí của lưới tản nhiệt trên và dưới đến lực cản khí động học và sự thải nhiệt của khoang động cơ ,nhằm mục đích thiếu dòng chảy ở đáy và cả hai bên của bình ngưng; bằng cách tối ưu hóa lưới tản nhiệt, lượng không khí đã được tăng lên và giảm được sự thiếu hụt dòng chảy. Xây dựng một mô hình mô phỏng CFD cho thiết kế đầu xe ô tô. Thực hiện mô phỏng CFD về các thông số và hình thức cụ thể của lưới tản nhiệt, và tóm tắt ảnh hưởng của các thông số cụ thể của lưới tản nhiệt đến hệ số cản và lưu lượng của xe. Qua thử nghiệm, người ta đã chứng minh được rằng lượng không khí vào của bộ trao đổi nhiệt đã tăng lên đáng kể và giảm nhiệt độ nước ra của động cơ.

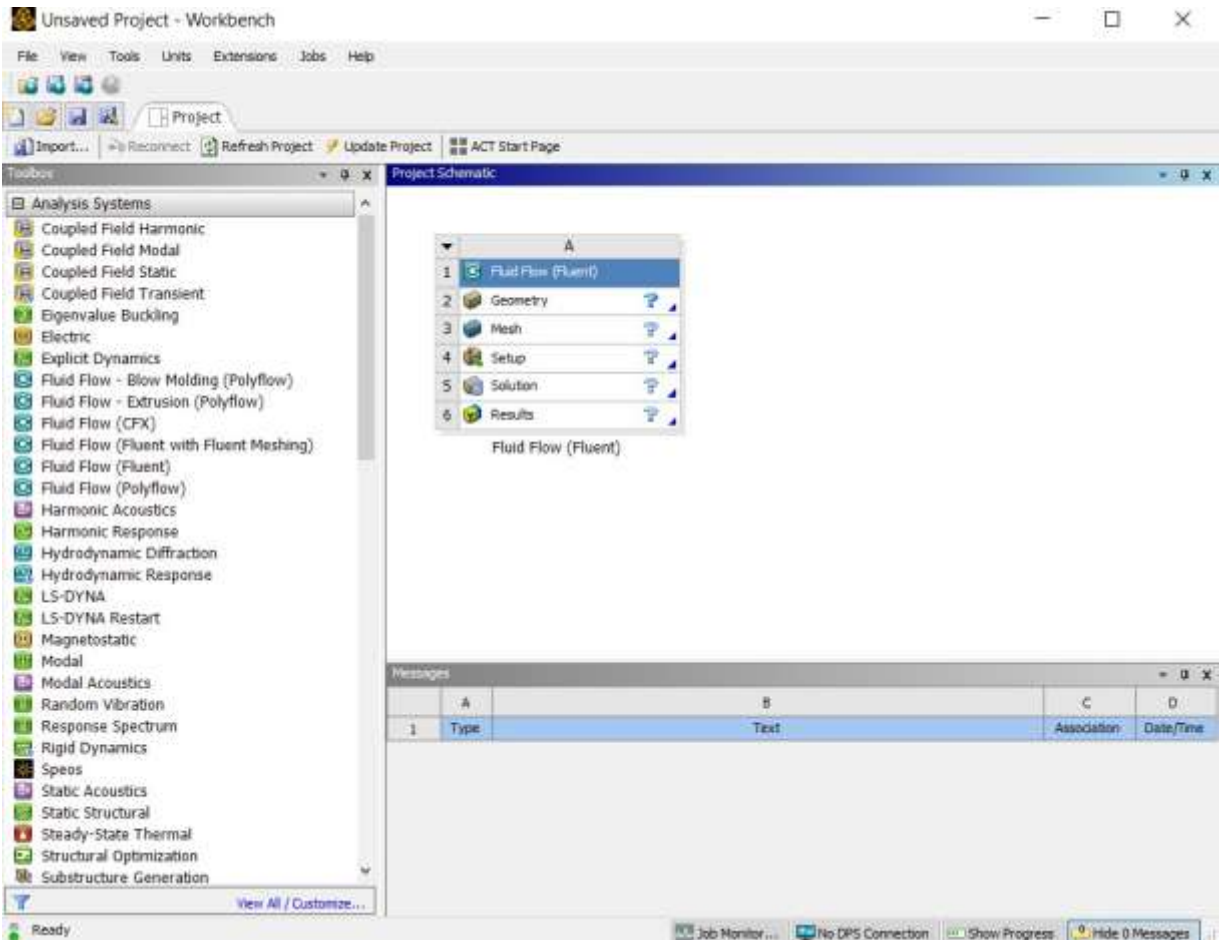
3.4.2. Xây dựng mô hình mô phỏng số.

3.4.2.1. Trình tự mô phỏng.

Để mô hình hóa và mô phỏng động lực học của các loại ô tô ta sử dụng các gói phần mềm thành phần trong môi trường Workbench của ANSYS 2022 R1 và phần mềm hỗ trợ xây dựng mô hình là Catia V5R21



Hình 3.5. Trình tự mô phỏng



Hình 3.6. Cấu trúc trong mô phỏng bằng Ansys Fluent.

Các bước thiết lập mô phỏng trên Ansys Fluent cụ thể như sau:

Bước 1 (Geometry): Xây dựng mô hình trên Catia V5R21 sau đó đưa vào Workbench thực hiện mô phỏng.

Bước 2 (Meshing): Chia lưới mô hình trong phần mềm Ansys Fluent (with Fluent Meshing).

Bước 3 (Setup): Chọn mô hình tính toán, thiết lập khai báo điều kiện biên trong Fluent.

Bước 4 (Solution): Thực hiện thiết lập và tính toán trong Fluent.

Bước 5 (Results): Kết xuất kết quả trong CFD-Post và Tecplot.

CHƯƠNG 4. NGHIÊN CỨU SỬ DỤNG PHẦN MỀM ANSYS FLUENT THIẾT KẾ HỆ THỐNG LÀM MÁT ĐỘNG CƠ XE BUS THACO.

4.1. Chọn động cơ xe Bus Thaco, các thông số về xe và động cơ.

4.1.1. Chọn xe Bus Thaco Garden 79s.



Hình 4.1. Xe Bus Thaco Garden 79s.

Thaco Garden 79s là dòng xe bus với 29 ghế ngồi, được thiết kế và sản xuất lắp ráp tại nhà máy Bus Thaco – nhà máy xe bus lớn và hiện đại lớn nhất Khu vực Đông Nam Á. Thiết kế dang trọng, hiện đại, Thaco Garden 79s có chiều dài 7,9m, động cơ được lắp đặt phía sau. Hệ thống treo khí nén được trang bị loại 6 bầu hơi (2 trước, 4 sau) bởi nhà cung cấp Komman – Đức, hệ thống lốp không ruột được cung cấp bởi tập đoàn Michelin cùng với mâm lốp bằng hợp kim nhôm Alcoa – Mỹ, tất cả yếu tố đó giúp xe vận hành êm dịu và ổn định trên nhiều điều kiện địa hình.



Hình 4.2. Nội thất của Thaco Garden 79s.

4.1.2. Các thông số về xe và động cơ Thaco Garden Bus 79s.

Khung Body và Chassis xe Thaco Garden 79s được thiết kế liền khối và xử lý nhúng tĩnh điện (ED), mang lại hiệu quả rõ rệt trong việc giảm nhẹ trọng lượng xe, kết hợp hệ thống treo khí nén 6 bầu hơi được cung cấp bởi tập đoàn Komman (Đức) giúp nâng cao độ bền và tăng độ ổn định Khi vận hành.

Động cơ Weichan công nghệ mới hệ thống phun nhiên liệu điều khiển điện tử CRDi (Common Rail Direct Injection) của hàng Bosch (Đức) và hệ thống xử lý khí thải hiện đại theo tiêu chuẩn Euro 4 của Châu Âu, giúp xe vận hành mạnh mẽ, tiết kiệm nhiên liệu và thân thiện với môi trường.

Bảng 4-1. thông số kỹ thuật của xe Thaco Garden 79s

| KÍCH THƯỚC | | |
|---------------------------------|----|----------------|
| Kích thước tổng thể (DxRxC) | mm | 7945x2200x3105 |
| Vệt bánh xe trước | mm | 1885 |
| Vệt bánh xe sau | mm | 1705 |
| Chiều dài cơ sở | mm | 3800 |
| Khoảng sáng gầm xe | mm | 144 |
| TRỌNG LƯỢNG | | |
| Trọng lượng không tải | Kg | 6600 |
| Trọng lượng toàn bộ | Kg | 8715 |

| | | |
|--------------------------------|-----|--|
| Số chỗ ngồi | Chỗ | 29 |
| KHUNG GẮM | | THACO |
| ĐỘNG CƠ | | |
| Tên động cơ | | WP4.1NQ170E40 |
| Loại động cơ | | Diesel, 4 kỳ, 4 xilanh thẳng hàng, có tăng áp, làm mát bằng nước. |
| Dung tích xilanh | cc | 4088 |
| Đường kính x hành trình piston | mm | 105 x 118 |
| Công suất cực đại/tốc độ quay | Ps | 170(ps ₀ / 2600 |
| Mô men xoắn/ tốc độ quay | Nm | 600 (N.m)/ 1300-1900 |
| TRUYỀN ĐỘNG | | |
| Ly hợp | | 1 đĩa, ma sát khô, dẫn động thủy lực, trợ lực khí nén |
| Hộp số | | Có khí, số sàn, 6 số tiến, 1 số lùi |
| Tỷ số truyền hộp số chính | | $i_{h1}=6,67; i_{h2}=4,01; i_{h3}=2,42; i_{h4}=1,52; i_{h5}=1; i_{h6}=0,78; i_R=6,13.$ |
| HỆ THỐNG LÁI | | |
| | | Trục vít ê cu bi, trợ lực thủy lực |
| HỆ THỐNG PHANH | | |
| | | Trang bị ABS |
| Phanh chính | | Trước: phanh đĩa. Sau: phanh tang trống dẫn động hai dòng |
| Phanh dừng | | Loại tang trống, khí nén + lò xo tích năng, tác động lên các bánh xe sau. |
| Phanh hỗ trợ | | Trang bị ABS |
| HỆ THỐNG TREO | | |
| Trước | | 2 bầu hơi, 2 giảm chấn thủy lực và thanh cân bằng |
| Sau | | 4 bầu hơi, 4 giảm chấn thủy lực và thanh cân bằng. |
| LỚP XE | | |
| | | 225/90R17.5?Dual 225/90R17.5 |
| ĐẶC TÍNH | | |
| Khả năng lao dốc | % | 40,6 |

| | | |
|-----------------------------|------|-----|
| Bán kính vòng quya nhỏ nhất | M | 7,4 |
| Tốc độ tối đa | Km/h | 120 |
| Dung tích thùng nhiên liệu | lít | 100 |



Hình 4.3. Động cơ xe Bus Thaco Garden 79s.

4.2. Xác định lượng nhiệt truyền cho nước làm mát động cơ.

Nhiệt độ từ động cơ truyền cho nước làm mát có thể coi gần bằng số nhiệt lượng đưa qua bộ tản nhiệt truyền vào không khí, lượng nhiệt truyền cho hệ thống làm mát của động cơ xăng chiếm khoảng 20 ÷ 30%, còn của động cơ điêzen chiếm khoảng 15 ÷ 25% tổng số nhiệt lượng do nhiên liệu toả ra. Nhiệt lượng Q_{lm} có thể tính theo công thức kinh nghiệm sau đây:

$$Q_{lm} = q'_{lm} N_e, (J/s) \quad (4-1)$$

Trong đó: q'_{lm} - Lượng nhiệt truyền cho nước làm mát ứng một đơn vị công suất trong 1 đơn vị thời gian (J/kW.s);

Đối với động cơ xăng:

$$q'_{lm} = 1263 \div 1360 \text{ J/kW.s (1300 } \div \text{ 860 kcal/ml.h)}$$

Đối với động cơ điêzen:

$$q'_{lm} = 1180 \div 1138 \text{ J/kW.s (760 } \div \text{ 720 kcal/ml.h)}$$

Từ Catalogue Bus Thaco Garden 79s ta biết:

$N_e = 170 \text{ kW}$ (Ứng với công suất cực đại)

Động cơ Diesel nên ta chọn :

$$q'_{lm} = 1150 \text{ J/kW.s}$$

Từ (4-1) :

$$Q_{lm} = 1150.170 = 195500 \text{ J/s}$$

Có trị số Q_{lm} , ta có thể xác định được lượng nước G_{lm} tuần hoàn trong hệ thống trong 1 đơn vị thời gian:

$$G_{lm} = \frac{Q_{lm}}{C_n \Delta t_n} \quad (4-2)$$

Trong đó :

C_n - Tỷ nhiệt của nước làm mát (J/kg.độ);

Nước: $C_n = 4187 \text{ J/kgđộ}$ (1,0 kcal/kg.độ),

Êtylen glucon : $C_n = 2093 \text{ J/kgđộ}$ (0,5kcal/kg. độ).

Δt_n - Hiệu nhiệt độ nước vào và ra bộ tản nhiệt:

Với động cơ ô tô máy kéo $\Delta t_n = 5 \div 10^{\circ}\text{C}$.

Với động cơ tàu thủy $\Delta t_n = 5 \div 20^{\circ}\text{C}$ khi dùng với hệ thống làm mát hở và $7 \div 15^{\circ}\text{C}$ với hệ thống kín.

Chọn $\Delta t_n = 7^{\circ}\text{C}$

Suy ra :

$$G_{lm} = \frac{Q_{lm}}{C_n \Delta t_n} = \frac{195500}{4187.7} = 6,67$$

4.3. Tính kết nước:

Bao gồm việc xác định bề mặt tản nhiệt để truyền nhiệt từ nước ra môi trường không khí xung quanh.

Xác định kích thước của mặt tản nhiệt trên cơ sở lý thuyết truyền nhiệt.

Truyền nhiệt trong bộ tản nhiệt chủ yếu là đối lưu. Kết nước tản nhiệt của động cơ ô tô máy kéo có một mặt tiếp xúc với nước nóng và mặt kia tiếp xúc với không khí.

Do đó truyền nhiệt từ nước ra không khí là sự truyền nhiệt từ môi chất này đến môi chất khác qua thành mỏng. Như vậy quá trình truyền nhiệt có thể phân ra làm ba giai đoạn ứng với ba phương trình truyền nhiệt sau: (Theo [2]- trang 8-2)

- Từ nước đến mặt trong thành ống:

$$Q_{lm} = \alpha_1 F_1 (t_n - t_{\delta 1}), \quad \text{J/s} \quad (4-3)$$

- Qua thành ống :

$$Q_{lm} = \frac{\lambda F_1 (t_{\delta 1} - t_{\delta 2})}{\delta}, \quad \text{J/s} \quad (4-4)$$

- Từ mặt ngoài của thành ống đến không khí :

$$Q_{lm} = \alpha_2 F_2 (t_{\delta 2} - t_{kk}), \quad \text{J/s} \quad (4-5)$$

Trong đó :

Q_{lm} – Nhiệt lượng của động cơ truyền cho nước làm mát bằng nhiệt lượng do nước dẫn qua bộ tản nhiệt (J/s);

α_1 – Hệ số tản nhiệt từ nước làm mát đến thành ống của bộ tản nhiệt (W/m².độ);

λ – Hệ số dẫn nhiệt của vật liệu làm ống dẫn nhiệt W/m.độ (kcal/m.h⁰C);

δ – Chiều dày của thành ống (m);

α_2 – Hệ số tản nhiệt từ thành ống của bộ tản nhiệt vào không khí, tính W/m². độ (kcal/m.h⁰C);

F_1 – Diện tích bề mặt tiếp xúc với nước nóng (m²);

F_2 – Diện tích bề mặt tiếp xúc với không khí (m²);

$t_{\delta 1}, t_{\delta 2}$ – Nhiệt độ trung bình của bề mặt trong và ngoài của thành ống;

t_n, t_{kk} – Nhiệt độ trung bình của nước làm mát trong bộ tản nhiệt và của không khí đi qua bộ tản nhiệt.

Giải các phương trình trên ta có:

$$Q_{lm} = \frac{1}{\frac{1}{\alpha_1 F_1} + \frac{\delta}{\lambda F_1} + \frac{1}{\alpha_2 F_2}} F_1 (t_n - t_{kk}) = k F_1 (t_n - t_{kk}) \quad (4-6)$$

Diện tích tiếp xúc với không khí F_2 xác định theo công thức:

$$F_2 = \frac{Q_{lm}}{k(t_n - t_{kk})} \quad (4-7)$$

Trong đó:

$$k = \frac{1}{\frac{1}{\alpha_1} \frac{F_2}{F_1} + \frac{\delta}{\lambda} \frac{F_2}{F_1} + \frac{1}{\alpha_2}}$$

là hệ số truyền nhiệt tổng quát của két nước.

Diện tích F_2 thường lớn hơn diện tích F_1 vì F_2 còn tính đến diện tích của các cánh tản nhiệt.

Tỷ số $F_2/F_1 = \phi$ gọi là hệ số diện tích, đối với loại két dùng ống nước đẹp có thể chọn $\phi = 3 \div 6$.

Nhiệt độ trung bình của nước làm mát trong két nước xác định theo biểu thức sau đây : (theo [2]- trang 8-3).

$$t_n = \frac{t_{nv} + t_{nr}}{2} \quad (4-8)$$

Trong đó, nhiệt độ nước vào t_{nv} và nhiệt độ nước ra t_{nr} của két nước có thể lấy bằng nhiệt độ nước vào và nhiệt độ nước ra của động cơ.

Đối với động cơ làm mát bằng nước nhiệt độ nước làm mát đi ra từ động cơ tối ưu là từ khoảng $75 \div 85^{\circ}\text{C}$. Vậy chọn $t_{nv} = 85^{\circ}\text{C}$. (theo [1] – trang 216).

Nhiệt độ trung bình của không khí làm mát: (theo [2]- trang 8-3).

$$t_{kk} = \frac{t_{kkv} + t_{kkv}}{2} \quad (4-8)$$

Nhiệt độ không khí vào (t_{kkv}) phía trước bộ tản nhiệt lấy bằng 49°C . Chênh lệch nhiệt độ của không khí qua bộ tản nhiệt Δt_{kk} lấy bằng $20 \div 30^{\circ}\text{C}$.

Với: $t_{kkv} = t_{kkv} + \Delta t_{kk}$.

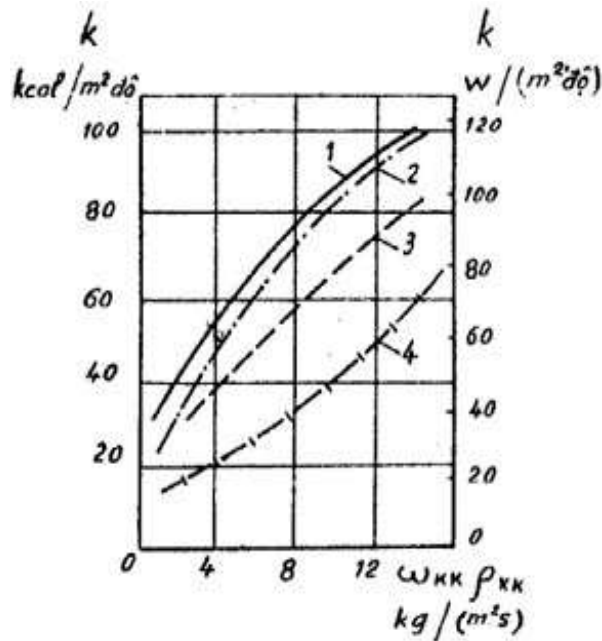
Ta lấy $\Delta t_{kk} = 25^{\circ}\text{C}$

Do đó $t_{kkv} = 74^{\circ}\text{C}$.

Suy ngược lại nhiệt độ trung bình của không khí làm mát:

$$t_{kk} = \frac{t_{kkv} + t_{kkv}}{2} = \frac{49 + 74}{2} = 61,5^{\circ}\text{C}$$

Hệ số α_1 có thể xác định bằng các công thức thực nghiệm. Trị số thí nghiệm của hệ số α_1 thay đổi trong khoảng $\alpha_1 = 2326 \div 4070$ (W/m².độ)



Hình 4.4. Quan hệ của hệ số truyền nhiệt k với tốc độ không khí ω_{kk} .

Hệ số λ của đồng lá $\lambda = 83,9 \div 126$ (W/m.độ) của hợp kim nhôm $104,8 \div 198$ (W/m.độ) còn của thép không gỉ $9,3 \div 18,6$ (W/m.độ).

Hệ số α_2 phụ thuộc chủ yếu vào tốc độ của không khí ω_{kk} .

Khi thay đổi ω_{kk} từ $5 \div 60$ m/s thì hệ số α_2 thay đổi đồng biến từ $40,6 \div 303$ (W/m².độ).

Hệ số k cho bộ tản nhiệt kiểu ống có thể xác định theo đồ thị $k = f(\omega_{kk})$ trên hình (4-4). Theo số liệu thí nghiệm, xác định bề mặt làm mát của bộ tản nhiệt, có thể lấy $k \approx \alpha_2$ và có thể tính gần đúng $\alpha_2 = 11,38 \cdot \omega_{kk}^{0,8}$ (W/m².độ).

Trong đó:

ω_{kk} – Tốc độ của không khí đi qua bộ tản nhiệt (m/s),

Khi không tính đến các tổn thất nhiệt: (theo [2]- trang 8-4).

$$Q_{lm} = C_{kk} G_{kk} (t_{kkv} - t_{kkv}) \quad (4-10)$$

$$\text{Do đó: } t_{kkv} = t_{kkv} + \frac{Q_{lm}}{c_{kk} G_{kk}}$$

Tương tự, từ công thức (4-3) chúng ta tìm được nhiệt độ của nước khi ra khỏi

kết nước.
$$t_{nr} = t_{nv} + \frac{Q_{lm}}{c_n G_n}$$

Với động cơ ô tô máy kéo, trị số G_{kk} có thể tính theo công thức thực nghiệm: (theo [2]- trang 8-4).

$$G_{kk} = (0,053 \div 0,102)N_e, \text{ kg/s}$$

Trong đó:

N_e – Công suất cực đại (kW)

Diện tích F_2 cũng có thể tính theo công thức thực nghiệm gần đúng: (theo [2]- trang 8-4).

$$F_2 = f_2 N_e \text{ (m}^2\text{)} \quad (4-11)$$

Trong đó:

f_2 – Hệ số diện tích làm mát của kết nước ứng với một đơn vị công suất m^2/kW ;

N_e – Công suất có ích cực đại của động cơ (kW).

Với động cơ ô tô du lịch $f_2 = 0,136 \div 0,313 \text{ m}^2/\text{kW}$ ($0,10 \div 0,23 \text{ m}^2/\text{mã lực}$), động cơ ô tô tải $f_2 = 0,024 \div 0,408 \text{ m}^2/\text{kW}$ ($0,15 \div 0,30 \text{ m}^2/\text{mã lực}$) và cho động cơ máy kéo $f_2 = 0,408 \div 0,543 \text{ m}^2/\text{kW}$ ($0,30 \div 0,40 \text{ m}^2/\text{mã lực}$). Chọn $f_2 = 0,2 \text{ m}^2/\text{kW}$.

Từ (4-11):

$$F_2 = 0,2 \cdot 170 = 34 \text{ m}^2$$

Dung tích của hệ thống làm mát bằng chất lỏng ứng với một đơn vị công suất (V_{lm}/N_e) thường trong khoảng:

Động cơ ô tô du lịch : $0,163 \cdot 10^{-3} \div 0,354 \cdot 10^{-3} \text{ m}^3/\text{kW}$ ($0,12 \div 0,26 \text{ l/mã lực}$).

Động cơ ô tô tải : $0,272 \cdot 10^{-3} \div 0,816 \cdot 10^{-3} \text{ m}^3/\text{kW}$ ($0,20 \div 0,60 \text{ l/mã lực}$).

Động cơ máy kéo : $0,816 \cdot 10^{-3} \div 2,04 \cdot 10^{-3} \text{ m}^3/\text{kW}$ ($0,6 \div 1,5 \text{ l/mã lực}$).

4.4. Tính bơm nước:

Xác định lưu lượng nước tuần hoàn trong hệ thống làm mát G_{lm} và cột áp H.

Lưu lượng nước tuần hoàn trong hệ thống làm mát phụ thuộc vào nhiệt lượng do nước làm mát mang đi và chênh lệch nhiệt độ của nước trong động cơ, xác định

theo công thức (4-2):

$$G_{lm} = G_n = \frac{Q_{lm}}{c_n (t_{nr} - t_{mv})}, \quad \text{kg/s};$$

Trong đó:

Q_{lm} – Nhiệt lượng truyền cho nước làm mát (J/s);

c_n – Tỷ nhiệt của nước (J/kg. độ);

t_{nr}, t_{nv} – Nhiệt độ nước ra và nhiệt độ nước vào động cơ.

Sức cản chuyển động của nước trong hệ thống làm mát được tính theo cột nước H và phụ thuộc vào sức cản của từng bộ phận: két nước, ống dẫn, vách nước trong thân và nắp máy v.v ... Thường sức cản tổng quát của hệ thống làm mát khi tính toán gần đúng có thể lấy $H = 3,5 \div 15$ mH₂O.

Xác định lượng nước làm mát tiêu hao G_{lm} và cột áp H, ta có thể xác định được kích thước cơ bản của bơm nước.

Lưu lượng của bơm nước xác định theo công thức sau: (theo [2]- trang 8-5)

$$G = \frac{G_{lm}}{\eta_b}, \text{kg / s} \quad (4-12)$$

Trong đó:

η – Hệ số tổn thất của bơm: $\eta = 0,8 \div 0,9$.

Chọn $\eta = 0,85$

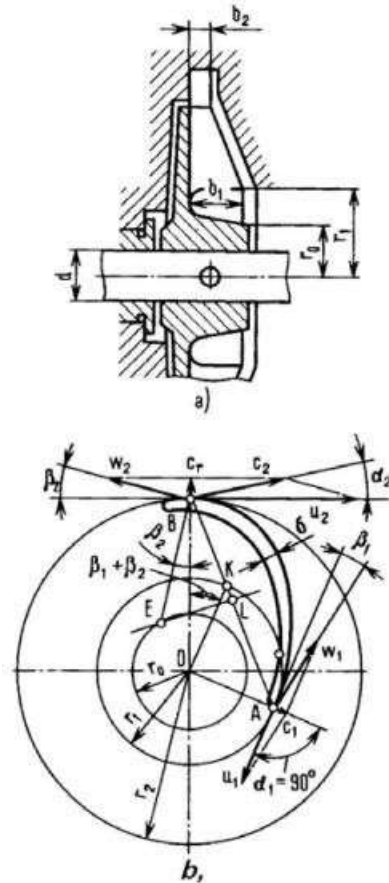
Ta tính ra được lưu lượng của bơm nước là:

$$G_b = \frac{G_{lm}}{\eta} = \frac{6,67}{0,85} = 7,85, \text{kg / s}$$

Kích thước chủ yếu của bơm phải căn cứ vào sự chuyển động của chất lỏng trong bơm. Với loại bơm ly tâm các phân tử chất lỏng đồng thời tham gia hai chuyển động (Hình 4-2).

1 - Vận tốc vòng: Nước quay cùng cánh bơm với vận tốc u (tại điểm vào A: vận tốc là u_1 ; tại điểm B, vận tốc là u_2).

2 - Vận tốc tương đối theo hướng tiếp tuyến với cánh quạt w (tại A: vận tốc tương đối là w_1 ; tại B vận tốc tương đối là w_2).



Hình 4.5. Sơ đồ tính toán bơm nước li tâm.

Như vậy phân tử nước chuyển động với vận tốc tuyệt đối là : $c = u + w$; (tại A có vận tốc tuyệt đối c_1 ; tại B có vận tốc tuyệt đối c_2).

Lỗ nước vào bơm phải đảm bảo cung cấp đủ lượng nước tính toán cần thiết, Kích thước của nó được tính theo công thức: (theo [2]- trang 8-5).

$$f = \pi (r_1^2 - r_0^2) = \frac{G_b}{c_1 \rho n}, m^2 \quad (4-13)$$

Trong đó:

G_b – Lượng nước tính toán của bơm (kg/s);

r_1 – Bán kính trong của bánh công tác (m);

r_0 – Bán kính ở bánh công tác (m);

c_1 – Vận tốc tuyệt đối của nước khi đi vào cánh, bằng $2 \div 5$ (m/s); chọn 4(m/s).

ρ_n – Mật độ của nước bằng 997 (kg/m³).

$$f_f = \frac{G_b}{c_1 \rho_n} = \frac{7,85}{4.997} = 1,97.10^{-3}, m^2$$

Từ phương trình (4-13) rút ra:

$$r_1 = \sqrt{\frac{G_b}{c_1 \rho_n \pi} + r_0^2} = \sqrt{\frac{7,85}{4.997 \cdot \pi} + 0.015^2} = 0,029(m) = 29(mm) \quad (4-14)$$

Bán kính ngoài r_2 của bánh công tác được xác định từ vận tốc vòng u_2 ở điểm

B.

$$u_2 = \sqrt{1 + \frac{tg\alpha}{2} \cot\beta} \sqrt{\frac{gH}{\eta_b}}, m/s \quad (4-15)$$

Vậy:

$$r_2 = \frac{u_2}{\omega_b} = \frac{30u_2}{\pi n_b} \quad (4-16)$$

Trong đó:

α_1, α_2 – Góc giữa các phương trình của vận tốc c_1 và u_1, c_2 và $\alpha_1 = 90^0$ và $\alpha_2 = 8 \div 12^0$; Chọn $\alpha_2 = 12^0$.

β_1, β_2 – Góc kẹp giữa các phương của vận tốc tương đối w với phương của u theo hướng ngược lại (ở A có β_1 , ở B có β_2); thường $\beta_2 = 12 \div 15^0$, khi tăng β_2 thì cột nước do bơm tạo nên sẽ tăng, do đó khi người ta dùng bơm với $\beta_2 = 35 \div 50^0$, hoặc đặc biệt có bơm $\beta_2 = 90^0$; Chọn $\beta_2 = 15^0$.

g - Gia tốc trọng trường $= 9,81 \text{ m/s}^2$;

H - Cột áp của bơm (m); $H = 3,5 \div 15 \text{ mH}_2\text{O}$; Chọn $H = 10 \text{ mH}_2\text{O}$.

η_b - Hiệu suất của bơm $\eta_b = 0,6 \div 0,7$; Chọn $\eta_b = 0,68$

ω_b - Tốc độ vòng của bánh công tác (1/s);

n_b - Số vòng quay của bánh công tác (vg/p).

$$u_2 = \sqrt{1 + tg(12^0) \cot(15^0)} \sqrt{\frac{9,81 \cdot 10}{0.68}} = 16,08, m/s$$

Thông thường $\alpha_1 = 90^0$ khi đó β_1 xác định theo công thức:

$$\operatorname{tg}\beta_1 = \frac{c_1}{u_1} = \frac{c_1 r_2}{u_2 r_1} \quad (4-17)$$

Trị số của β_1 nằm trong khoảng $40 \div 55^\circ$ cũng có thể nhỏ hơn.

Quan hệ giữa tốc độ u_1, u_2 biểu thị theo công thức sau :

$$u_1 = u_2 \frac{r_1}{r_2} \quad (4-18)$$

Chiều cao của cánh bơm ở lối vào và ở lối ra được xác định: (theo [2]- trang 8-7).

$$\left. \begin{aligned} b_1 &= \frac{G_b}{\rho c (2\pi r_1)^2 Z \frac{\delta_1}{\sin \beta_2}} ; m \\ b_2 &= \frac{G_b}{\rho c (2\pi r_2)^2 Z \frac{\delta_2}{\sin \beta_2}} ; m \end{aligned} \right\} \quad (4-19)$$

Trong đó:

δ_1, δ_2 - Chiều dày của cánh ở lối vào và ở lối ra, tính ra (m) có thể lấy $\delta_1 = \delta_2 = \delta_3 = 3 \div 5 \text{ mm}$;

c_r - Tốc độ ly tâm của nước ở lối ra (m/s) ;

$$c_r = c \sin \alpha = \frac{Hg}{u \eta_b} \operatorname{tag} \alpha \quad (4-20)$$

$$c_r = \frac{Hg}{u \eta_b} \operatorname{tag} \alpha_2 = \frac{10,9,81}{16,08.0,68} \operatorname{tag} 12 = 1,9, m / s$$

z - Số cánh của bánh công tác thông thường $z = 4 \div 8$;

Bơm nước dùng cho động cơ ô tô máy kéo ngày nay thường có :

$$b1 = 12 \div 35 \text{ mm} ;$$

$$b2 = 10 \div 25 \text{ mm} ;$$

Sau khi đã có giá trị kích thước có thể tiến hành thiết kế dạng cánh bơm theo trình tự sau đây:

1 - Vẽ hai đường tròn đồng tâm có bán kính r_1 và r_2 ;

- 2 - Trên vòng của r_2 , lấy điểm B, qua B, dựng góc $EOB = \beta_2$ (xem Hình 4.5).
- 3 - Từ tâm O, kẻ một đường cắt vòng r_1 ở k sao cho OK làm với OB một góc $(\beta_1 + \beta_2)$.
- 4 - Kéo dài đường BK, cắt vòng r_1 tại A;
- 5 - Kẻ đường trung trực LE của đoạn AB, đường trung trực đó gặp BE tại E;
- 6 - Điểm E là tâm của cung tròn qua AB (dạng của cánh bơm) bán kính moayơ ở bánh công tác $R_2 = OE$.

Lưu lượng bơm và cột áp do bơm tạo ra phụ thuộc vào dạng cánh bơm.

Lưu lượng bơm nước G_b , cột áp H và công suất tiêu thụ của bơm N_b phụ thuộc vào số vòng quay của bánh công tác theo quan hệ:

$$G_b = A.n_b; H = B.n^2_b; N_b = C.n^2_b;$$

Ở đây : A, B, C - Các hệ số.

Công suất tiêu hao cho bơm nước tính theo công thức sau đây: (theo [2]-trang 8-8).

$$N_b = \frac{G_b H}{\eta_b \eta_{c.g}} \cdot 9,81 \cdot 10^{-3}, KW \quad (4-20)$$

Trong đó:

$\eta_{c.g}$ - Hiệu suất cơ giới của bơm: $\eta_{c.g} = 0,7 \div 0,9$.

Trong động cơ ô tô máy kéo công suất tổn thất cho bơm nước khoảng $N_b = (0,068 \div 0,0136) N_e$ (kW).

4.5. Tính quạt gió:

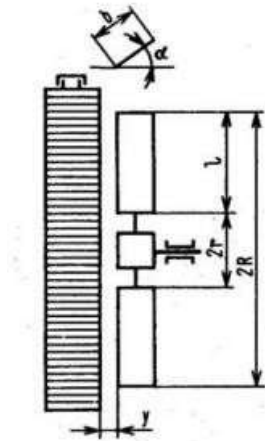
Lượng không khí, áp suất động do quạt tạo ra và công suất tổn thất cho quạt phụ thuộc vào số vòng quay của trục quạt: lượng không khí tỷ lệ bậc nhất, áp suất tỷ lệ bậc hai và công suất tỷ lệ bậc ba với số vòng quay.

Khi tính toán quạt gió, cần lưu ý rằng: Đối với loại động cơ máy kéo G_{kk} có thể tính theo công thức (4-13) nhưng khi tính quạt gió của động cơ ô tô nên tính đến ảnh hưởng của tốc độ gió gây ra do tốc độ chuyển động của ô tô.

Do đó lưu lượng thực tế của quạt thường lớn hơn lưu lượng tính toán G_{kk} .

Mức độ lớn bé của lưu lượng thực tế phụ thuộc vào tốc độ của ô tô. Khi tốc độ ô tô lớn, lưu lượng gió thực tế đi qua két nước tăng lên, nên lưu lượng không khí do quạt cung cấp giảm xuống rõ rệt.

Lưu lượng của quạt gió G_q phụ thuộc vào kích thước của quạt gió, có thể xác định lưu lượng quạt gió theo công thức sau đây: (theo [2]- trang 8-8).



Hình 4.6. Sơ đồ tính toán quạt gió.

$$G_q = \rho_k \pi (R^2 - r^2) n_q b Z \eta_k \frac{1}{60} \sqrt{\sin \alpha \cdot \cos \alpha}, \text{kg} / \text{s} \quad (4-22)$$

Trong đó:

$$\rho_k = \frac{p_0 \cdot 10^6}{R \cdot T_k} \quad (\text{thường chọn } \rho_k = 1,1 - \text{Khối lượng riêng của không khí (kg/m}^3 \text{)});$$

R, r - Bán kính ngoài và bán kính trong của quạt (m);

b - Chiều rộng cánh (m);

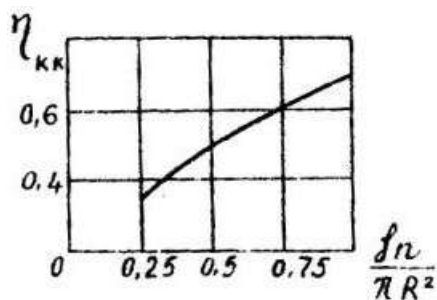
$n_q = (1 \div 2)n$ - Số vòng quay của quạt (vg/ph)

n - Số vòng quay trục khuỷu.

α - Góc nghiêng của cánh.

Z - Số cánh.

η_{kk} - Hệ số tổn thất tính đến sức cản của dòng không khí khi ở cửa ra dưới nắp đầu xe.



Hình 4.7. Quan hệ $\eta_{kk} = f\left(\frac{f_n}{\pi.R^2}\right)$

Hệ số η_{kk} phụ thuộc vào tỷ số $\frac{f_n}{\pi.R^2}$; ở đây f_n - diện tích tiết diện cửa ra của không khí dưới nắp đầu xe. Quan hệ của hệ số η_{kk} với tỷ số $\frac{f_n}{\pi.R^2}$ giới thiệu trên hình (4.7).

Công suất tiêu thụ của quạt gió xác định theo công thức sau: (theo [2]-trang 8-9)

$$N_q = \frac{Z.n_q^n.b.(R^2 - r^2).\sin^2 \alpha}{2840000}, kW \quad (4-23)$$

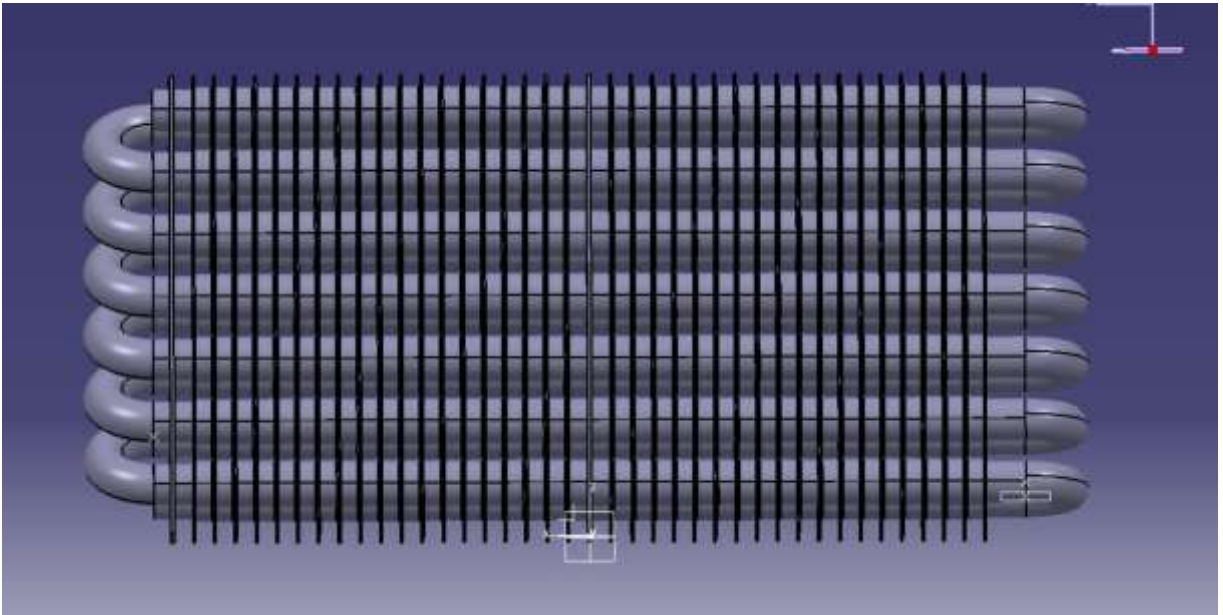
4.6. Mô phỏng và tính toán tối ưu hệ thống làm mát.

Hệ thống làm mát có nhiều bộ phận, chi tiết quan trọng nhưng do khả năng giới hạn của máy tính nên chỉ thiết kế và mô phỏng nhiệt kết làm mát động cơ xe.

4.6.1. Xây dựng mô hình trên phần mềm Catia.

Kích thước các mô hình được tham khảo từ tài liệu

Mô hình 3D ô tô mô phỏng được xây dựng dựa trên các thông số kích thước cơ bản ở trên bằng phần mềm Catia V5R21.

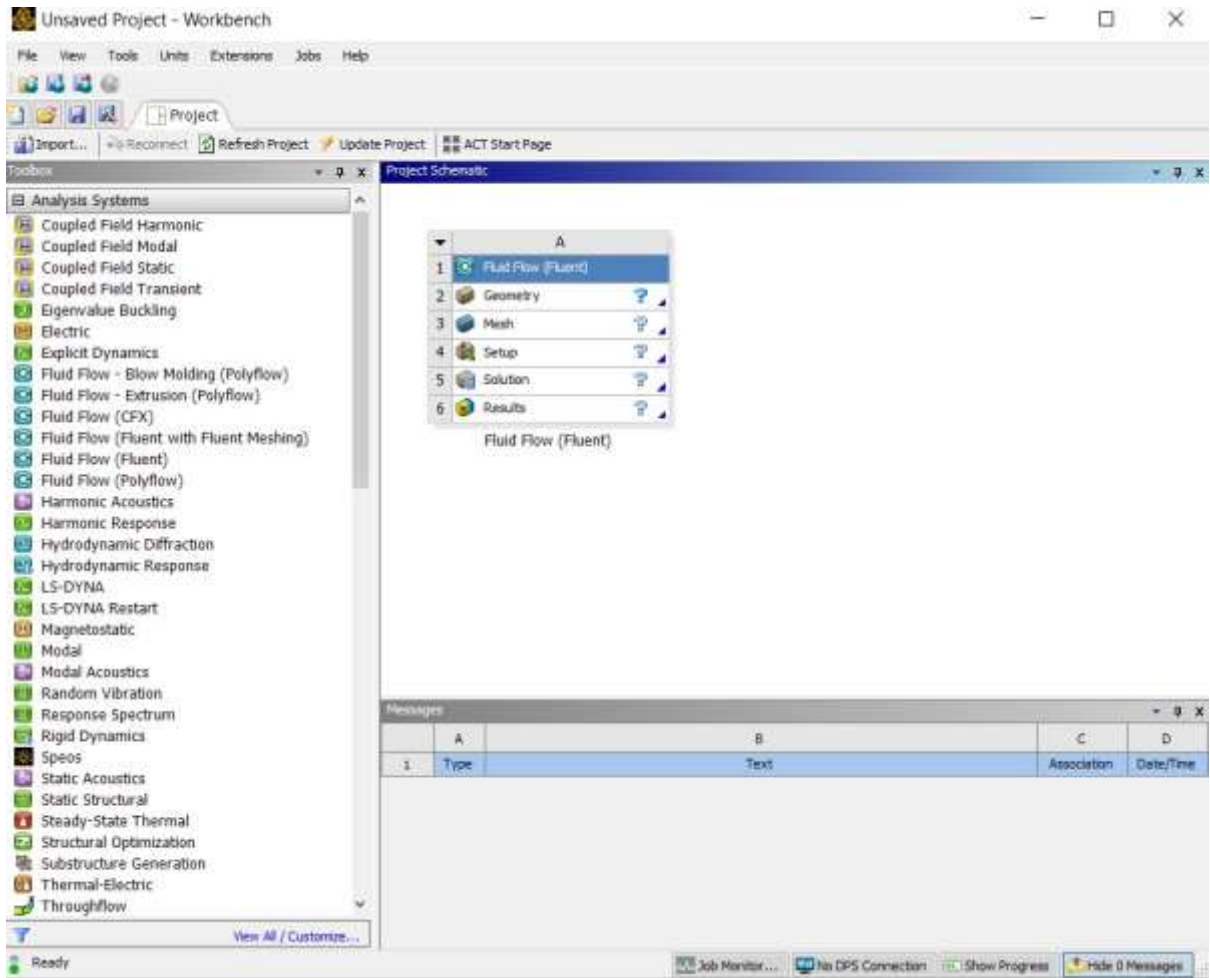


Hình 4.8. Xây dựng mô hình trên Catia V5R21.

4.6.2. Nhập mô hình vào Ansys Fluent.

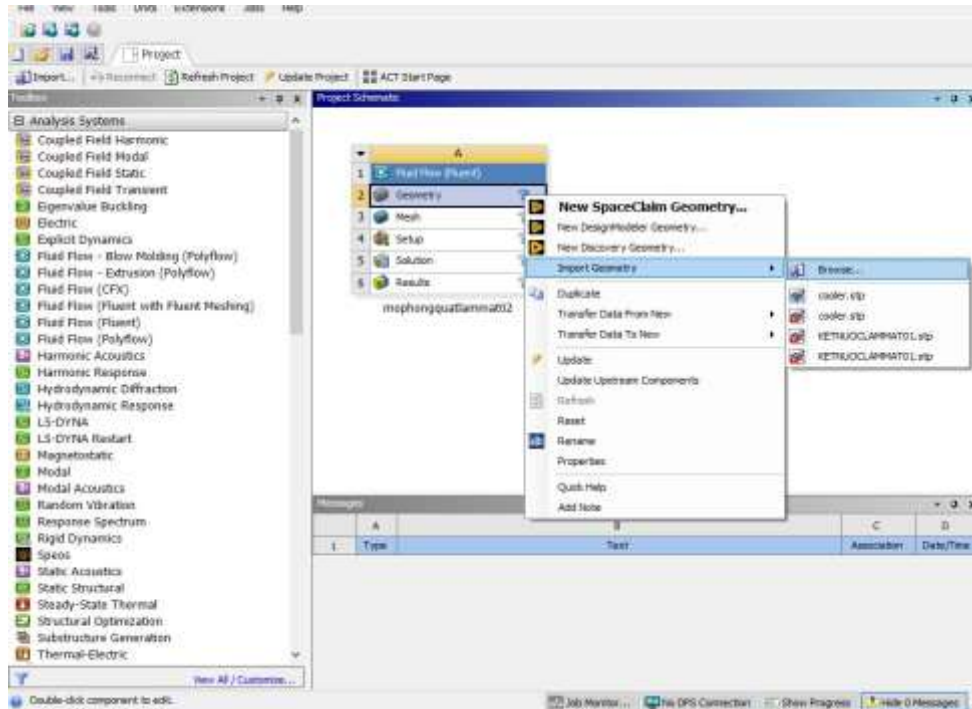
Sau khi khởi động phần mềm, tiếp theo tạo môi trường mô phỏng Fluid Flow (Fluent) cho quá trình mô phỏng. Có hai cách để tạo môi trường mô phỏng:

- Nhấn đúp vào môi trường.
- Kích chuột và kéo môi trường ra.



Hình 4.9. Môi trường bắt đầu quá trình mô phỏng.

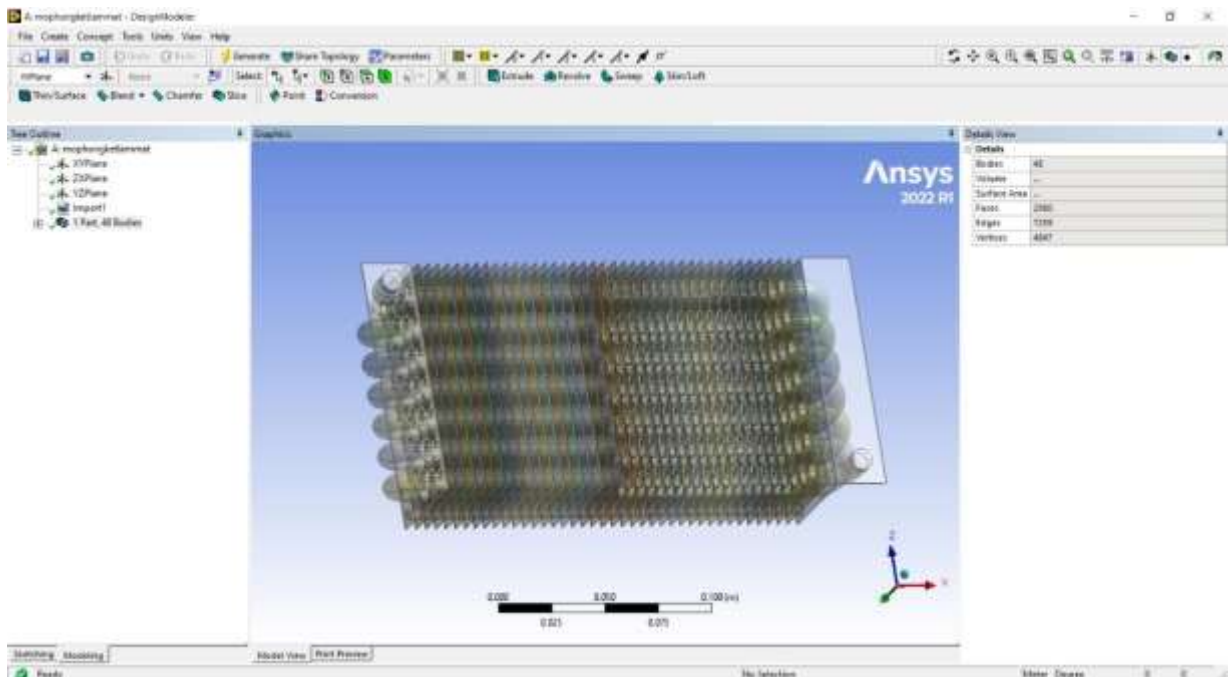
Tiếp theo đổi tên cho project vừa tạo và nhập mô hình tạo được từ phần mềm Catia V5R21. Kích chuột trái vào Geometry di chuột đến import vào đến thư mục lưu mô hình chọn để nhập mô hình. Mô hình được nhập thành công khi có dấu tích xanh.



Hình 4.10. Nhập mô hình lên môi trường.

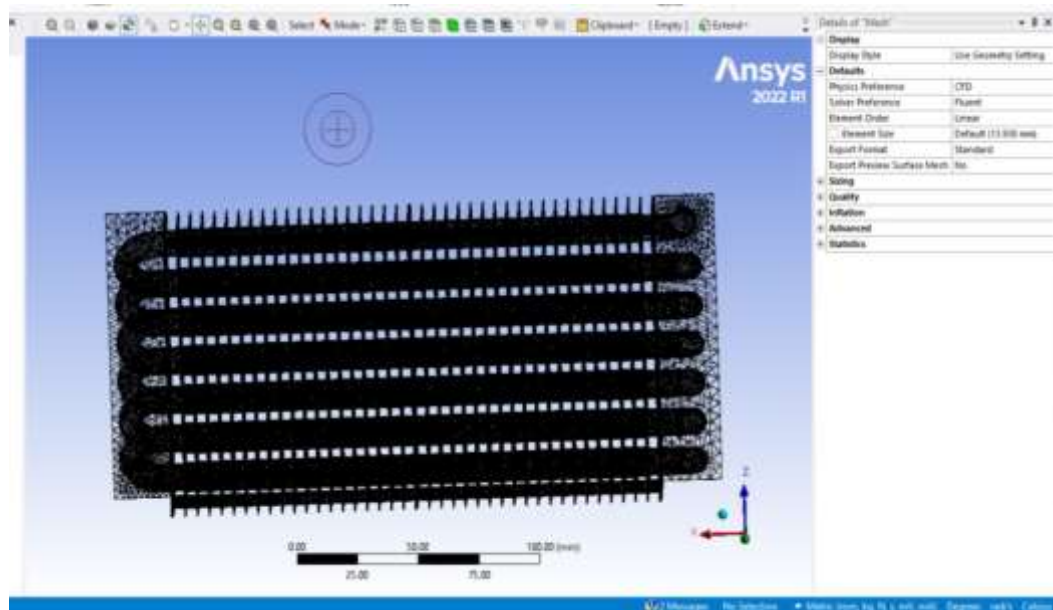
4.6.3. Tiến hành chia lưới cho mô hình.

Sau khi nhập thành công mô hình vào môi trường ta tiếp tục vào môi trường chia lưới Meshing cho mô hình. Khi vào môi trường Meshing ta kích vào General để có thể thấy được mô hình.



Hình 4.11. Mô hình khi chưa Meshing.

Sau đó tiến hành chia lưới tự động cho mô hình, do mô hình có kết cấu phức tạp nên ta nên dùng chia lưới tự động để giảm tải cho máy tính. Chờ hoàn thành quá trình chia lưới ta thấy được như hình dưới đây:



Hình 4.12. Hoàn thành chia lưới tự động.

Ta thấy được các thông số lưới sau khi chia:

Bảng 4-2. Chất lượng lưới.

| Chỉ tiêu đánh giá | Windsor |
|---|---------|
| Số nút(<i>Nodes</i>) | 313683 |
| Số phần tử lưới (<i>Cells</i>) | 1302975 |
| Hệ số độ lệch so với phần tử tiêu chuẩn (<i>Skewness</i>) | 0,8 |
| Hệ số chất lượng trực giao(<i>Orthogonal Quality</i>) | 0,272 |

Chỉ tiêu đánh giá chất lượng rõ ràng nhất cho một mô hình chia lưới đó là hệ số độ lệch so với phần tử tiêu chuẩn (*Skewness*) và hệ số chất lượng trực giao (*Orthogonal Quality*). Ở đây ta thấy trong cả 2 mô hình cả hai hệ số đều nằm trong vùng chấp nhận được (*Acceptable*) của giải hệ số độ lệch so với phần tử tiêu chuẩn và vùng tốt (*good*) của giải giá trị hệ số chất lượng trực giao.

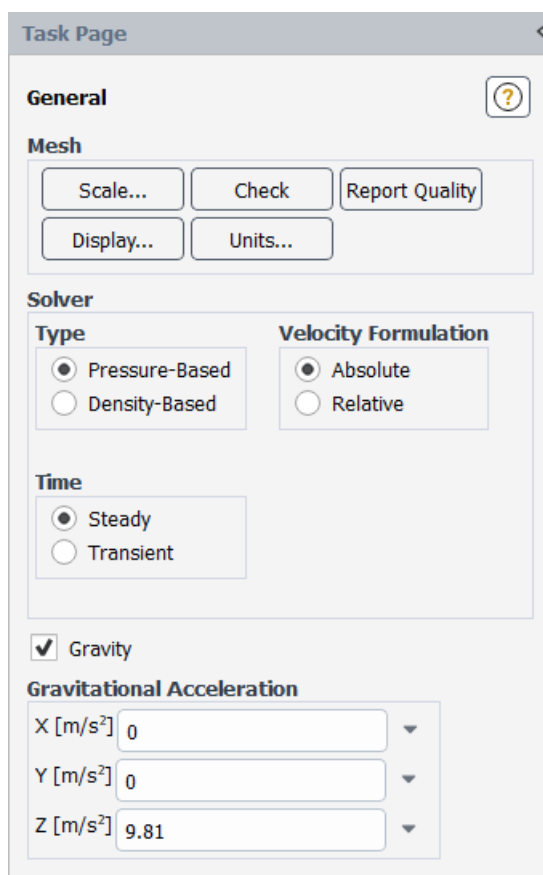
4.6.4. Cài đặt các thông số cho quá trình tính toán, mô phỏng.

Mô hình với các điều kiện biên trên được mô phỏng với các giả định sau:

Luồng không khí hỗn loạn ổn định không nén được, sự nhiễu loạn được mô hình hóa bằng mô hình RNG k- ϵ với tường không cân bằng, cường độ nhiễu loạn đầu vào là 5% và tỷ lệ độ nhớt phân tử của nhiễu loạn là 10. Không khí đi vào ở nhiệt độ môi trường xung quanh với các đặc tính phụ thuộc vào nhiệt độ, các thành phần kim loại có trong nghiên cứu là đoạn nhiệt.

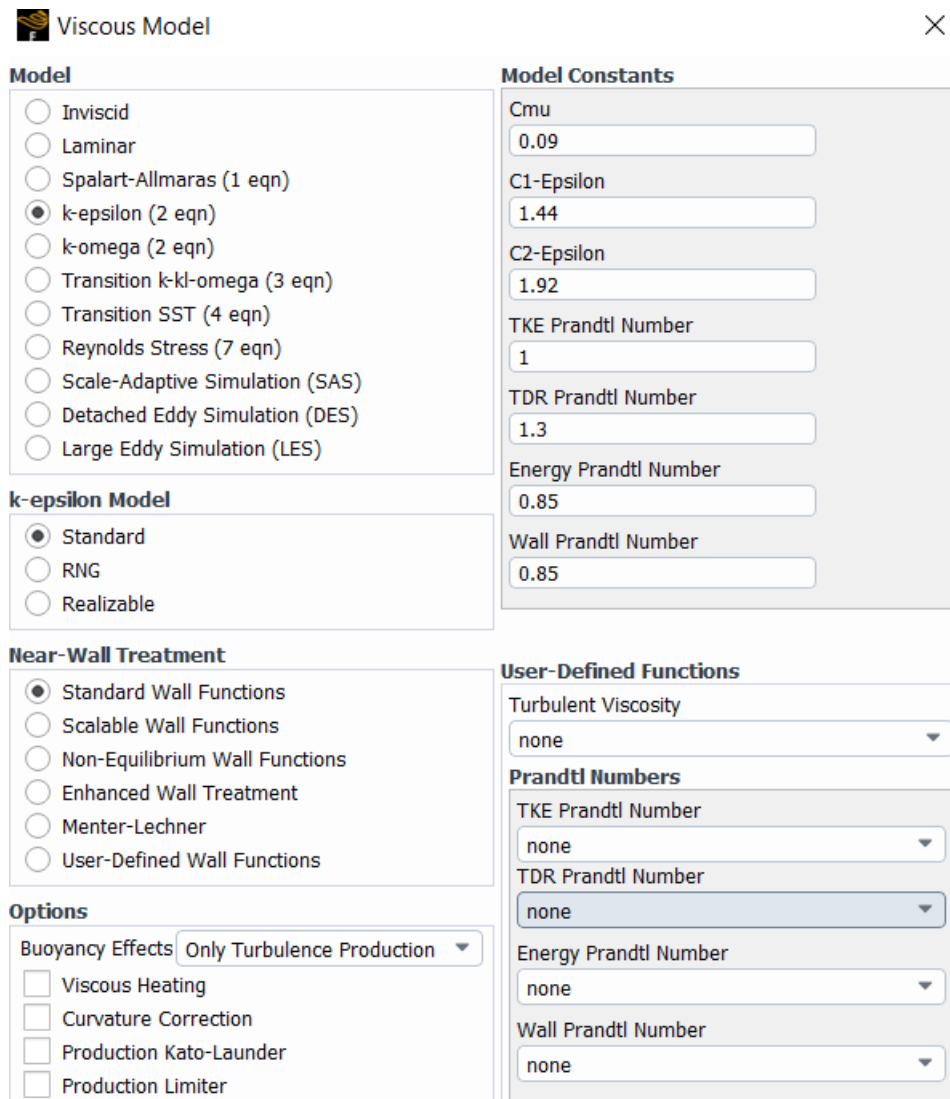
- Lựa chọn chế độ mô phỏng

Trong phần **Solver** lựa chọn bộ giải dựa trên áp suất **Pressure-Based** và thuật toán độc lập **Absolute** cùng với phương pháp ổn định theo thời gian **Steady** trong hộp thoại **General**, chọn **Gravity trên trục Z bằng 9,81 (m/s²)** của Fluent như hình 4.13 dưới:



Hình 4.13. Chế độ mô phỏng.

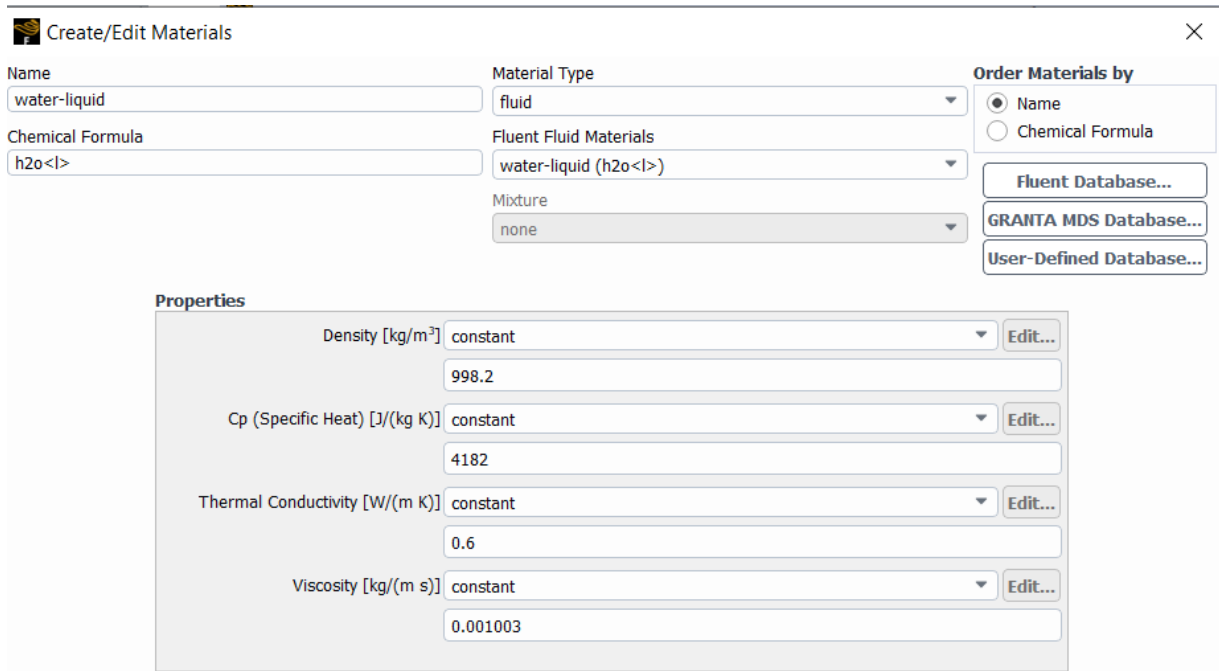
- Chọn mô hình mô phỏng và thiết lập cài đặt để xuất dữ liệu hệ số cản trong phần **Viscous model** lựa chọn mô hình rối **K-epsilon** với những thiết lập mặc định như trong hình 4.14.



Hình 4.14. Thiết lập mô hình nhớt.

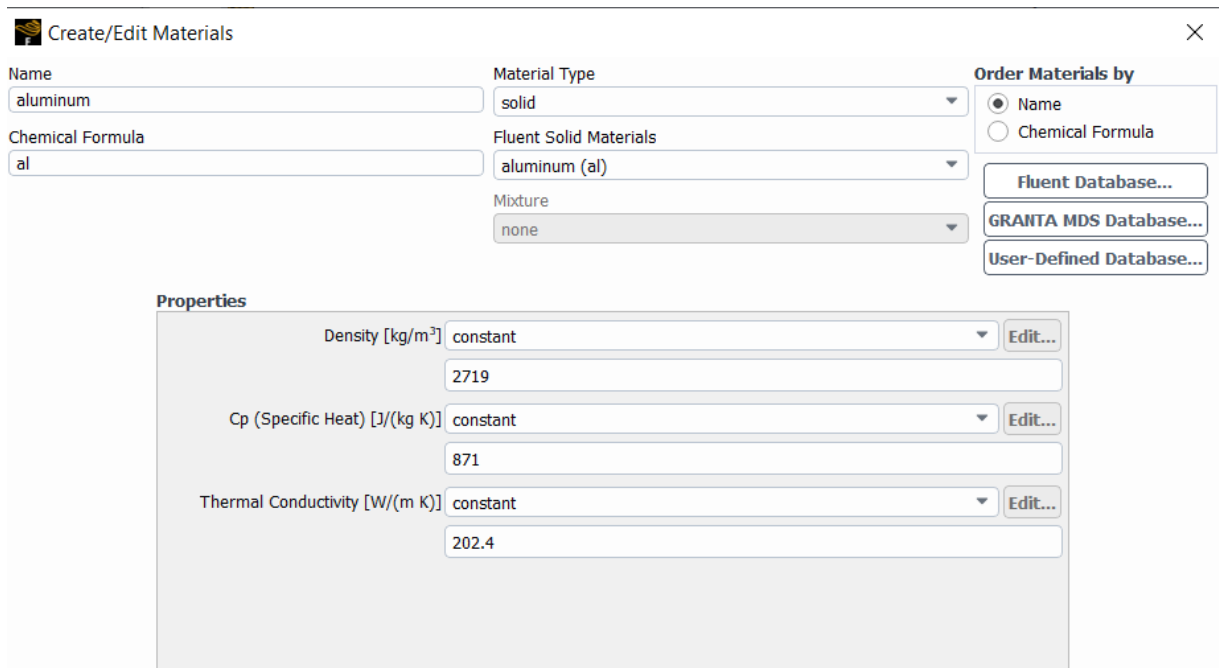
- Chọn dạng vật chất khảo sát

Trong phần **Materials Fluid** chọn **Water-liquid** nước (H₂O) là dạng vật chất khảo sát với những giá trị mặc định như hình 4.15 dưới:



Hình 4.15. Chọn vật chất mô phỏng.

- Trong phần **Materials Solid** chọn **aluminium** là dạng vật chất khảo sát với những giá trị mặc định như hình 4.16 dưới:



Hình 4.16. Chọn vật chất cho kết nước.

- Thiết lập các điều kiện biên

Điều kiện biên vào (*Inlet-velocity*):

$$+ \text{Vận tốc vào } v = 1,9 \text{ [m/s]} = 6,84 \text{ [km/h]}$$

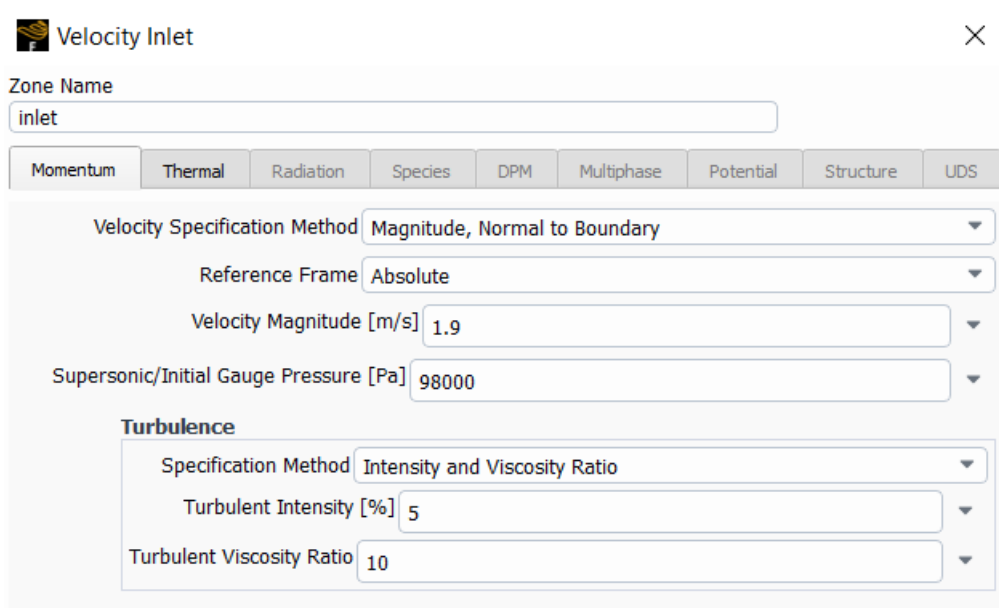
+Vì không biết rõ về các mức độ hỗn loạn trong mô phỏng của mình, nên có thể sử dụng các giá trị sau của cường độ rối (turbulent intensities) 1% -5% và tỷ lệ độ nhớt rối (turbulent viscosity ratio) 1 - 10

Điều kiện biên ra (*Outlet-pressure*):

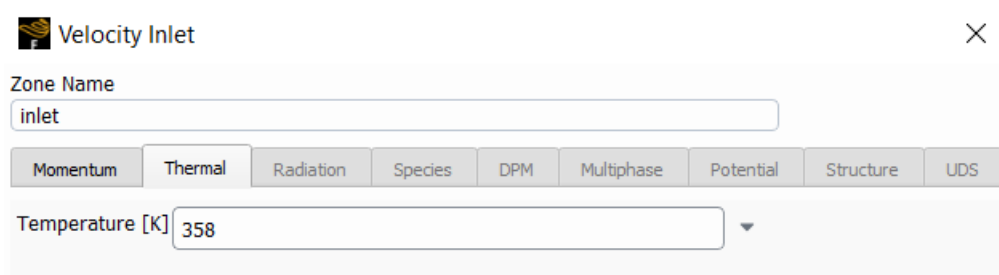
+Áp suất ra $p = 0$ [Pa].

+Cường độ rối $I = 5$ [%].

+Tỷ lệ độ nhớt rối 1 đến 10

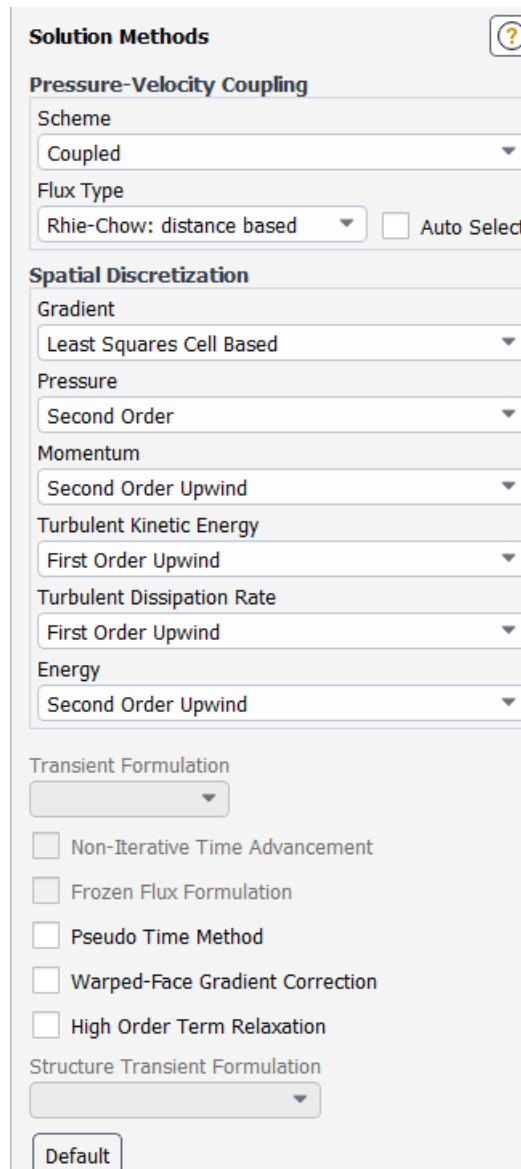


Hình 4.17. Thông số điều kiện biên vào.



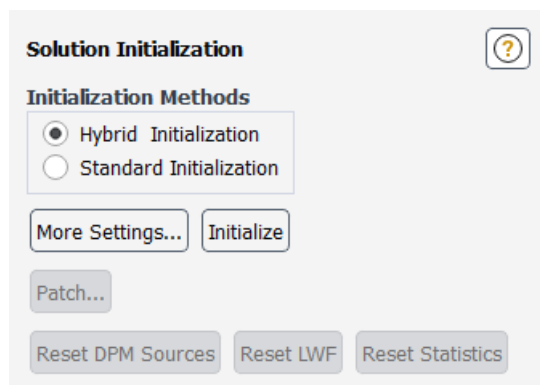
Hình 4.18. Nhiệt độ vào két nước.

- Trong phần Solution methods tiến hành thiết lập các bộ giải và thuật toán giải như đã phân tích và được thể hiện trong hình 4.19:



Hình 4.19. Thiết lập phương pháp giải.

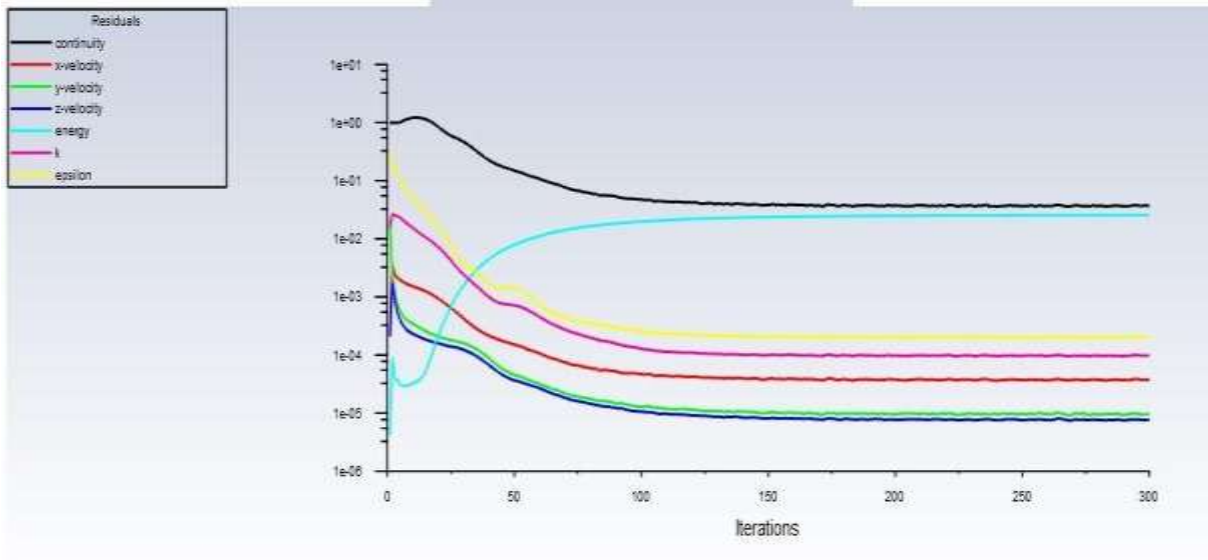
Chọn phương thức khởi tạo:



Hình 4.20. Thiết lập phương thức khởi tạo.

– Thiết lập phương pháp giải và chạy chương trình mô phỏng bài toán

Trong phần **Run Calculation** ta tiến hành thiết lập các thông số để giải bài toán được thể hiện trong hình 4.21 với số lần tính là 50 lần.

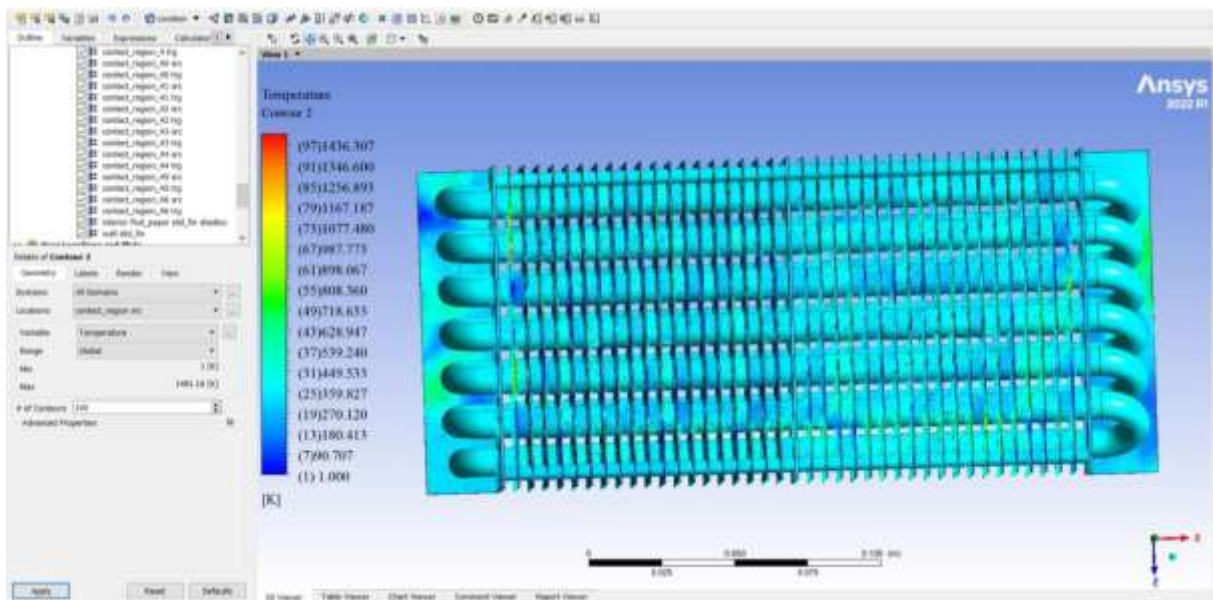


Hình 4.21. Bài toán hội tụ.

4.6.5. Kết quả mô phỏng.

Tạo một **Contour** để thể hiện kết quả của mô phỏng, chuyển **Variable** ở chế độ **Temperature** để biểu thị nhiệt độ của mô phỏng.

Một mô hình phải chạy nhiều lần để cho ra kết quả tối ưu nhất.



Hình 4.22. Kết quả nhiệt độ sau mô phỏng.

4.7. Kết luận.

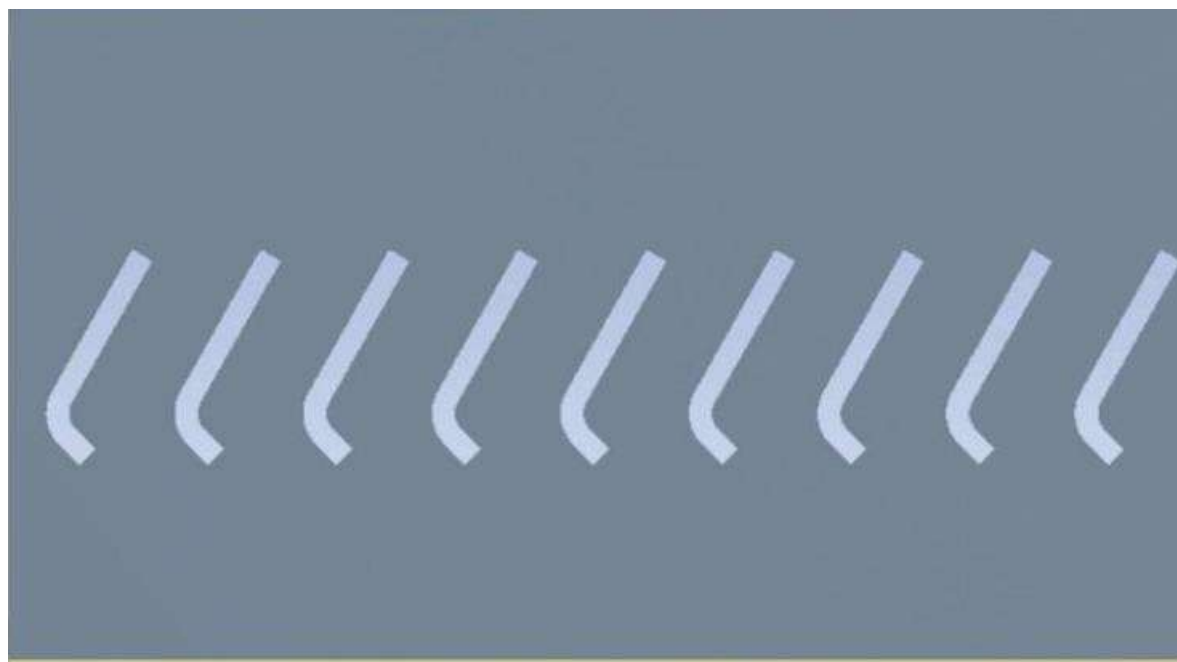
Kiểm tra xác minh và phân tích có thể thu được nhiệt độ của két làm mát và vận tốc của không khí chảy qua bề mặt mô-đun làm mát thông qua thử nghiệm trên đường thực tế và mô hình mô phỏng 3D. Độ chính xác của mô hình mô phỏng 3D được đánh giá thông qua việc so sánh giá trị thực nghiệm và giá trị tính toán thì giá trị trên mô phỏng rất chính xác.

CHƯƠNG 5. TỐI ƯU KHẢ NĂNG LÀM MÁT CỦA HỆ THỐNG THIẾT KẾ.

5.1. Tối ưu khoang lấy gió hệ thống làm mát.

Hướng gió được xem xét để đánh giá tổn thất áp suất. Diện tích mái hắt được lấy từ diện tích cần thiết cho luồng không khí làm mát. Tỷ lệ khoảng cách/chiều cao của cửa gió đã được duy trì như tỷ lệ của phương tiện hiện có để duy trì các yêu cầu về đạn đạo của phương tiện.

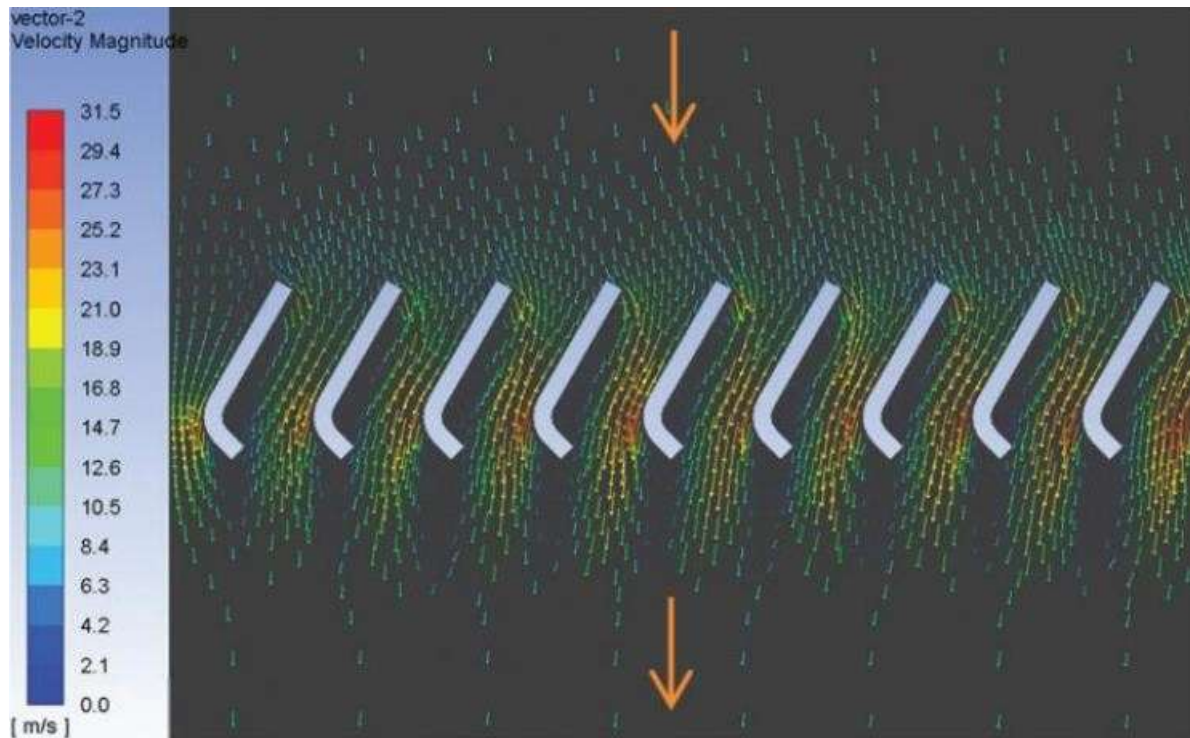
Những cửa gió này được thiết kế để cung cấp khả năng bảo vệ tối đa chống lại sự tấn công cho ngăn chứa bộ nguồn. Nhưng yêu cầu chức năng của nó trái ngược với mục đích khác của nó là cho phép luồng không khí đi qua tối đa, vì vậy chúng tạo ra nhiều lực cản đối với luồng không khí hơn so với các loại cửa chớp thông thường. Các đặc tính hệ số tổn thất được thiết lập cho các tốc độ dòng chảy khác nhau. Hồ sơ cửa gió đại diện được xem xét để phân tích như trong Hình 5.1:



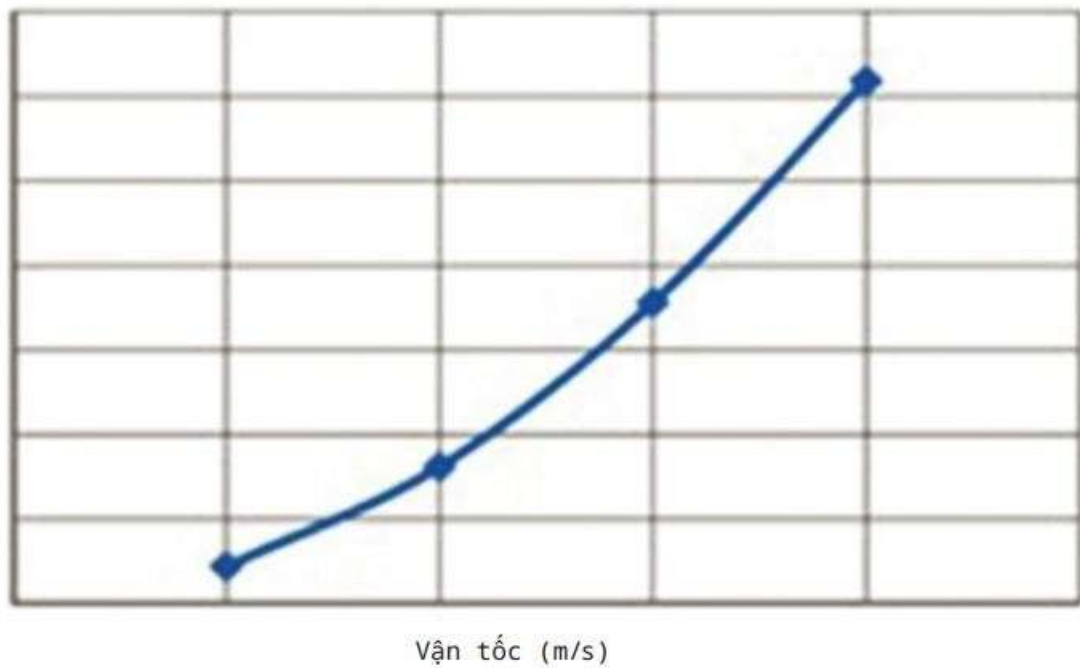
Hình 5.1. Miền CFD- Cửa hút gió.

Kết quả CFD sơ bộ được so sánh với dữ liệu tổn thất áp suất đã biết thu được từ số tay¹ đối với cửa chớp dạng thẳng. phương Sau pháp đó, tương tự được áp dụng để phân tích tổn thất áp suất thông qua cấu hình cửa gió đạn đạo. Phân tích CFD được thực hiện cho cấu hình cửa gió đạn đạo với các vận tốc khác nhau và sau đó thu được dữ liệu

tồn thất áp suất. Hình 5.2 sau đây cho thấy biểu đồ vector vận tốc thu được từ phân tích CFD. Theo cách tương tự, dữ liệu tổn thất áp suất cho các vận tốc khác nhau được thể hiện trong



Hình 5.2. Mô phỏng vận tốc qua cánh gió.



Hình 5.3. Tổn thất áp suất so với vận tốc gió đi vào.

Từ dữ liệu này, có thể kết luận rằng độ giảm áp suất tỷ lệ thuận với bình phương vận tốc. Phương trình giảm áp suất này cho các cửa hút gió đã được sử dụng để ước tính tổng trở của hệ thống. Trong một số trường hợp, để bảo vệ khoang khỏi các mối đe dọa từ bên ngoài, cần phải thay đổi góc của cửa chớp. Đối với kịch bản này, nghiên cứu sâu hơn đã được thực hiện để kiểm tra độ nhạy của góc của cửa chớp khi giảm áp suất.

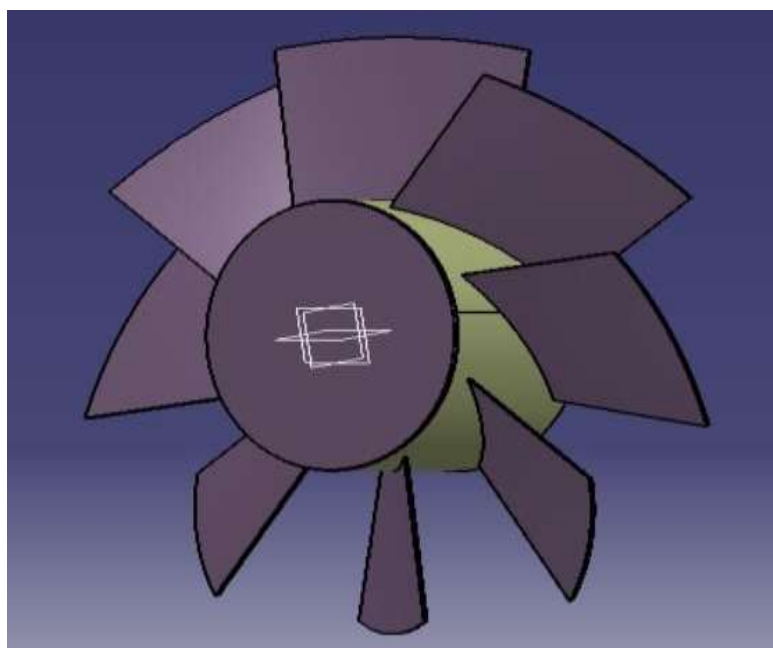
Một ống dẫn chuyên dụng đã được cung cấp để không khí đi từ bộ tản nhiệt đến quạt. Hình dạng của ống dẫn được xác định dựa trên thể tích có sẵn để chứa trong ngăn chứa bộ cấp nguồn và để lại một khoảng trống cho các cốt liệu khác trong ngăn. Mô hình CAD cơ bản đã được tạo cho ống dẫn và được sử dụng cho mục đích phân tích. Đối với phân tích CFD, miền chất lỏng được tạo cho hình dạng ống dẫn sơ bộ. Các điều kiện biên đã cho là áp suất đầu vào và quạt được định nghĩa là đầu ra áp suất với lưu lượng khối lượng xác định. Bộ trao đổi nhiệt được mô hình hóa như vùng xốp. Nghiên cứu hội tụ lưới đã được thực hiện để hoàn thiện kích thước và sàng lọc lưới.

Quan sát thấy rằng sự phân bố vận tốc đầu vào trên bộ tản nhiệt không đồng đều và có sự thay đổi khoảng 10% dọc theo chiều dài. Các lần lặp lại tiếp theo đã được thực hiện để tối ưu hóa hình dạng cánh gió và để chọn sự gây ra tổn thất dòng chảy là tối thiểu.

5.2. Tối ưu khả năng hút gió của quạt làm mát.

5.2.1. Xây dựng mô hình quạt 3D.

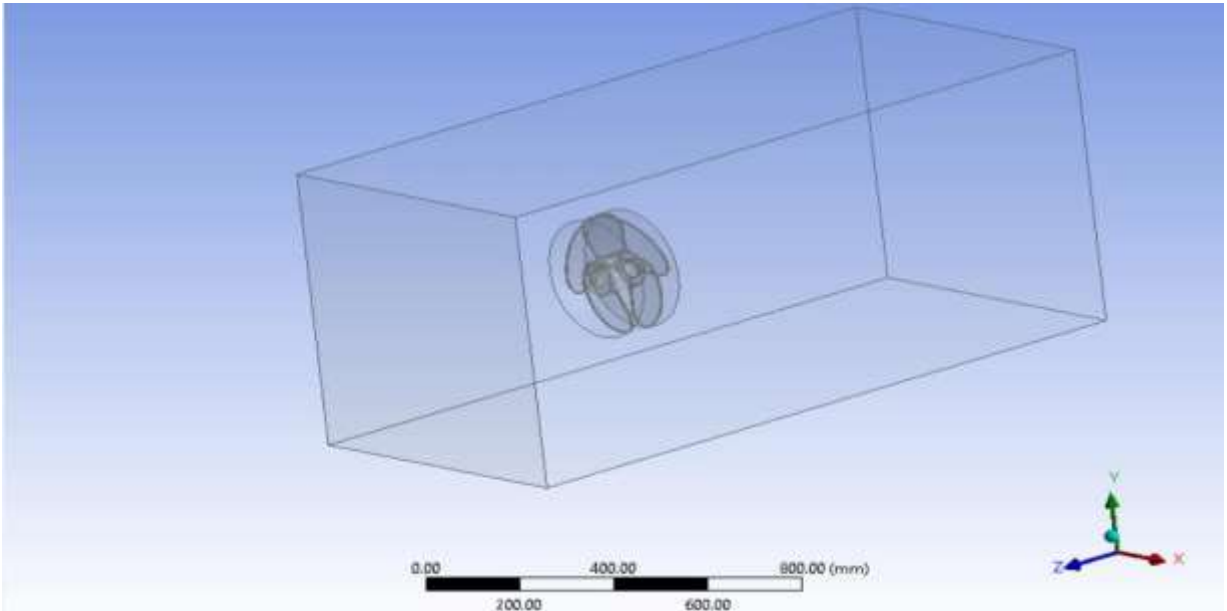
Xây dựng mô hình quạt 3D trên phần mềm thiết kế CATIA V5R21.



Hình 5.4. Thiết kế mô hình quạt 3D trên Catia

5.2.2. Xây dựng vùng không gian mô phỏng.

Vùng không gian mô phỏng là vùng không gian bao quanh vật thể, được giới hạn trong quá trình mô phỏng. Việc lựa chọn các kích thước của vùng không gian này được thực hiện sao cho bài toán mô phỏng sát với điều kiện vận hành thực tế nhằm đạt được kết quả có độ chính xác và độ tin cậy cao đồng thời khối lượng tính toán (nhu cầu về dung lượng bộ nhớ, cấu hình máy tính, thời gian tính toán, ...) là tối thiểu.

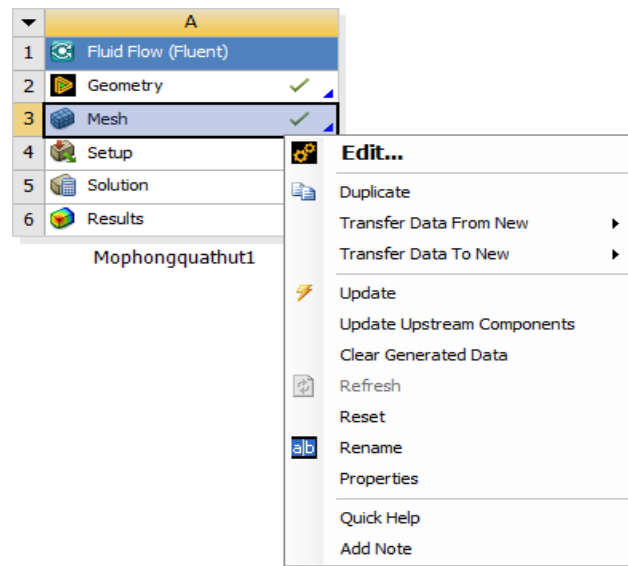


Hình 5.5. Vùng không gian mô phỏng quạt

5.2.3. Xây dựng mô hình chia lưới trên Ansys Meshing.

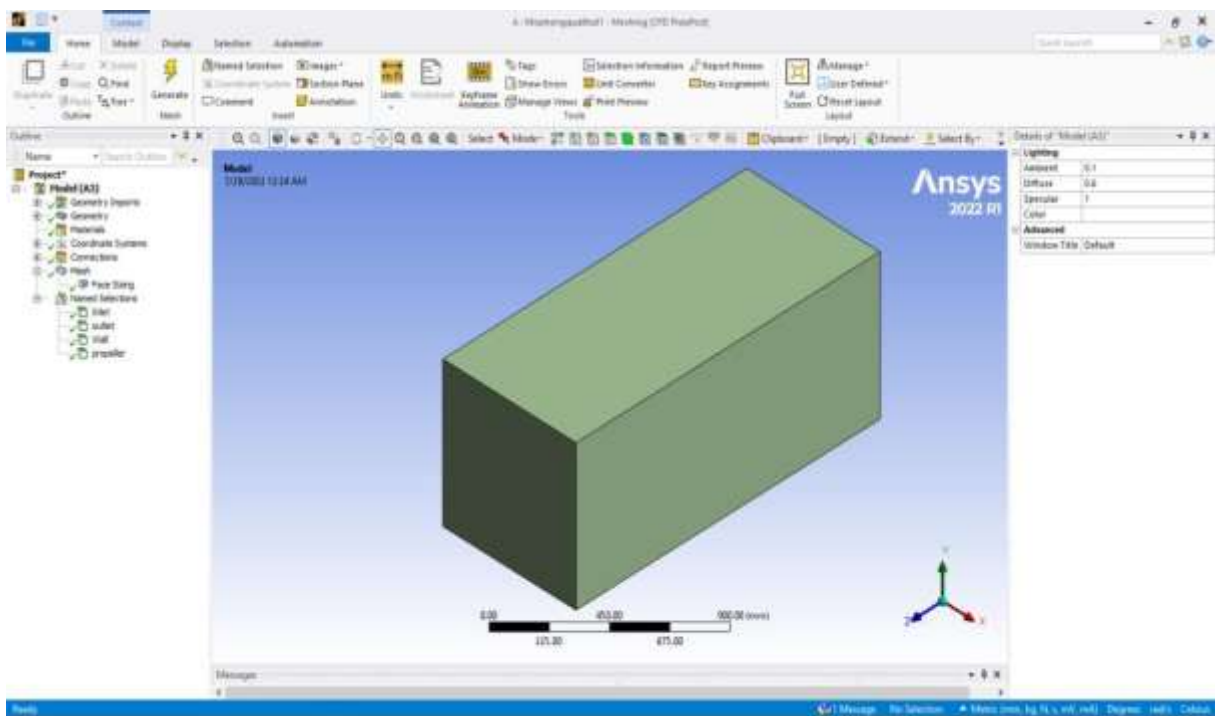
Các bước tiến hành chia lưới trên Ansys Meshing như sau:

- Trên giao diện của Ansys Workbench sau khi ta đưa mô hình quạt vào và tạo các biên cho mô hình tiếp tục vào môi trường Meshing bằng cách Double Click vào Mesh hoặc nhấn chuột phải vào Mesh và chọn Edit thì đưa mô hình vào môi trường chia lưới.



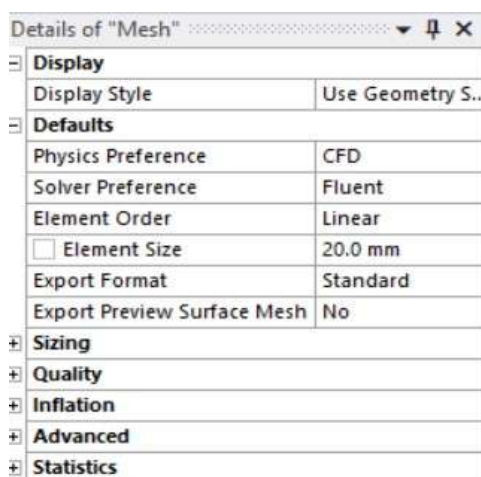
Hình 5.6. Khởi chạy Ansys Meshing

- Sau khi vào môi trường ta cần Generate để tải mô hình lên như sau:



Hình 5.7. Màn hình bắt đầu của Ansys Meshing

- Ta chọn mặt và biên để tạo biên đầu vào, đầu ra cho mô hình.
- Chọn cách chia lưới tự động và cài đặt mật độ của lưới.



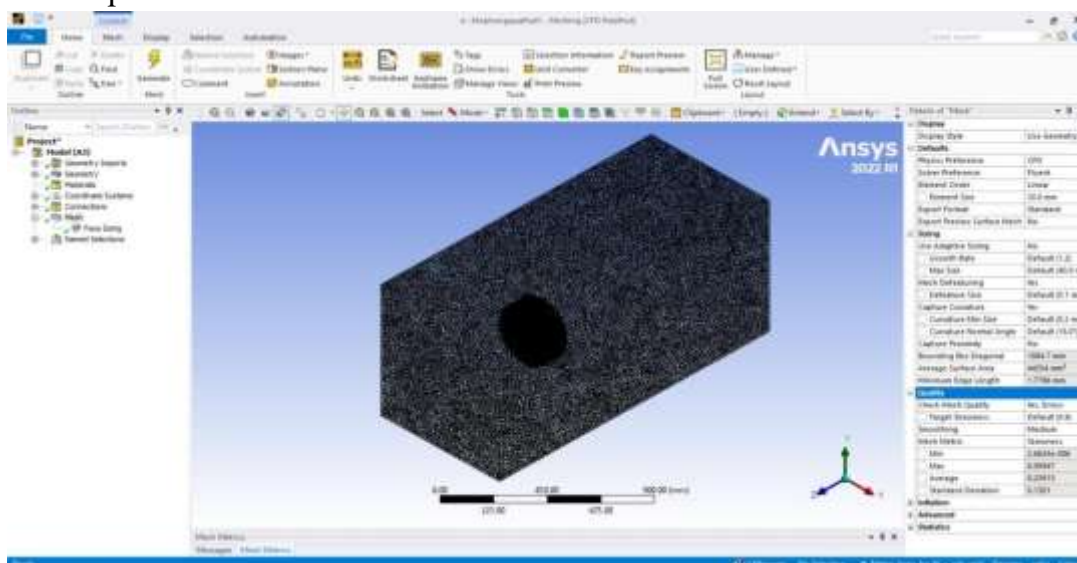
Hình 5.8. Cài đặt thông số của lưới

- Cuối cùng chọn Generate Meshing để chờ máy tính tự chia và hoàn thành việc chia lưới.
- Kiểm tra chất lượng lưới.

Bảng 5-1. Đánh giá chất lượng lưới.

| Chỉ tiêu đánh giá | Giá trị |
|---|---------|
| Số nút (<i>Nodes</i>) | 138921 |
| Số phần tử lưới (<i>Cells</i>) | 719087 |
| Hệ số độ lệch so với phần tử tiêu chuẩn (<i>Skewness</i>) | 0,891 |
| Hệ số chất lượng trực giao (<i>Orthogonal Quality</i>) | 0,15 |

- Kết quả chia lưới:

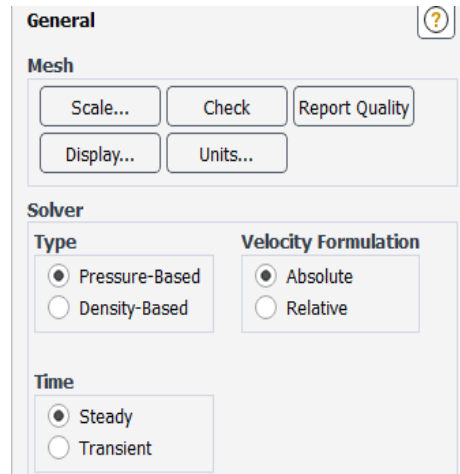


Hình 5.9. Chia lưới tất cả các biên dạng

5.2.4. Thiết lập thông số và thực hiện tính toán trên Ansys Fluent.

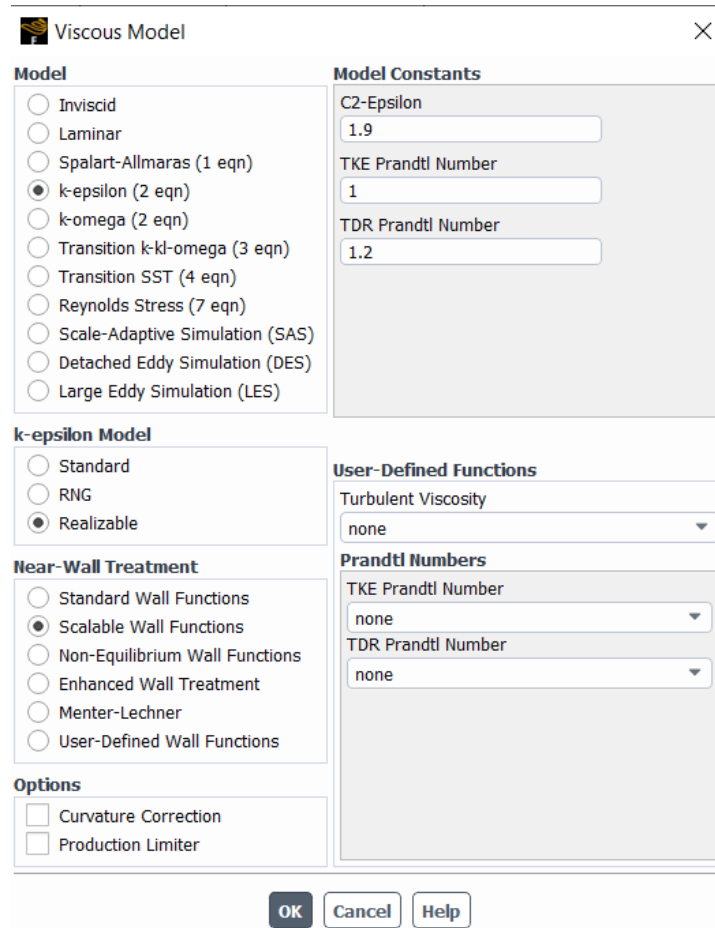
Sử dụng phần mềm Ansys Fluent để thiết lập các thông số đầu vào của trường hợp mô phỏng và tiến hành mô phỏng.

Ở mục Setup, chọn General/Time chọn “Steady” để chọn phương pháp mô phỏng trường hợp dòng chảy ổn định.



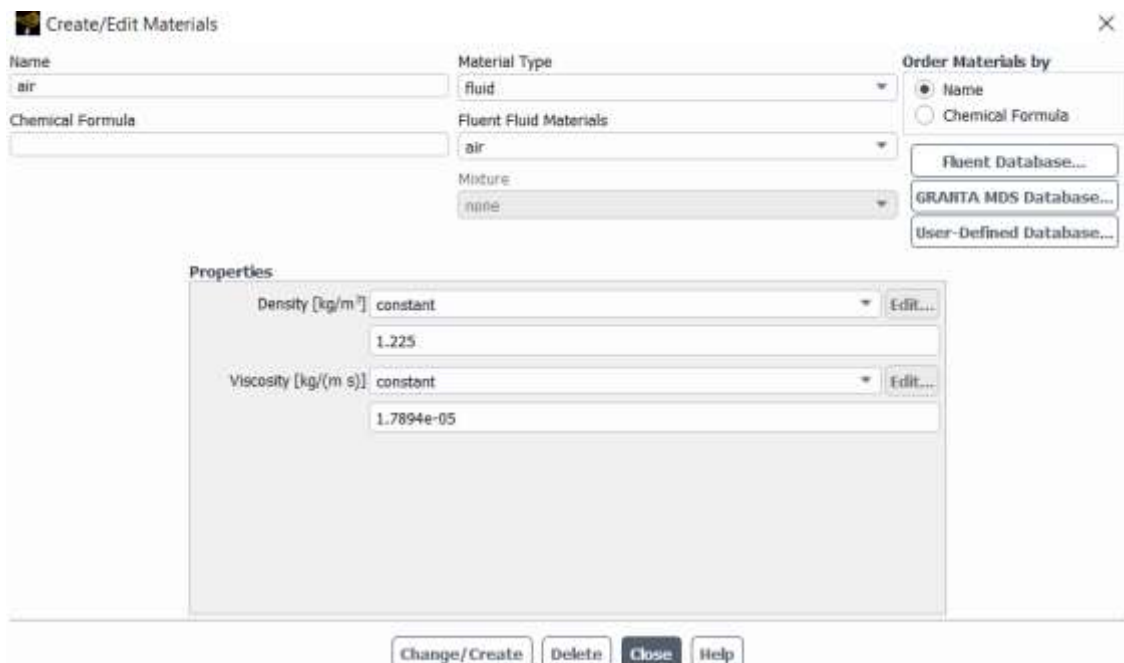
Hình 5.10. Chế độ mô phỏng

Sau đó tiếp tục ở mục Setup thiết lập các thông số cho mô hình trong hình dưới:



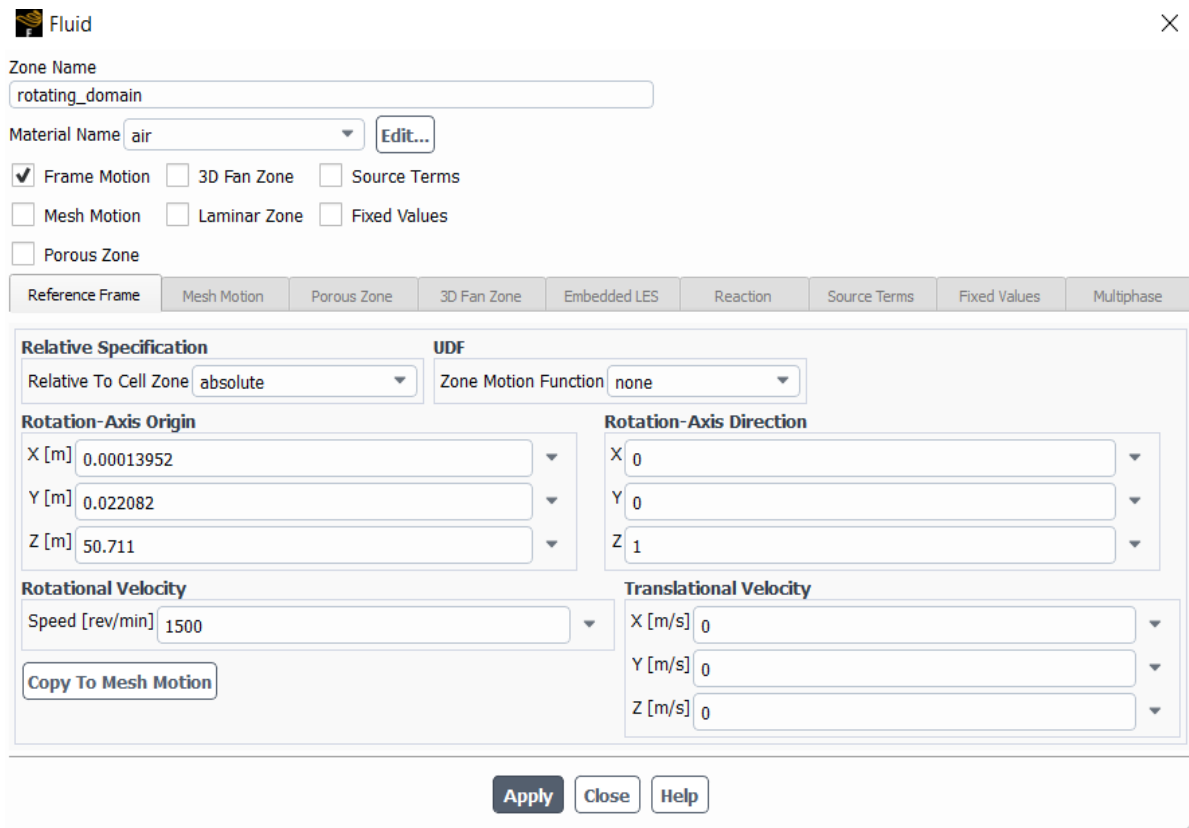
Hình 5.11. Thiết lập thông số cho mô hình

Vào Materials để chọn Fluid để chọn trường vật liệu “air”, như hình sau:



Hình 5.12. Chọn trường vật liệu

Tiếp tục vào Cell Zone Conditions để thiết lập góc tọa độ cho quạt. Trên thực tế quạt quay theo tốc độ động cơ nhưng để cho bài toán dễ mô phỏng ta chọn tốc độ quay của quạt khoảng 1500 vòng/phút. Kết quả thiết lập như hình sau:



Hình 5.13. Thiết lập góc tọa độ và trục quay

Thiết lập điều kiện biên cho bài toán:

Điều kiện biên vào (*Inlet-pressure*):

+ Áp suất vào $p = 0$ [Pa].

+ Vì không biết rõ về các mức độ hỗn loạn trong mô phỏng của mình, nên có thể sử dụng các giá trị sau của cường độ rối (*turbulent intensities*) 1% -5% và tỷ lệ độ nhớt rối (*turbulent viscosity ratio*) 1 - 10.

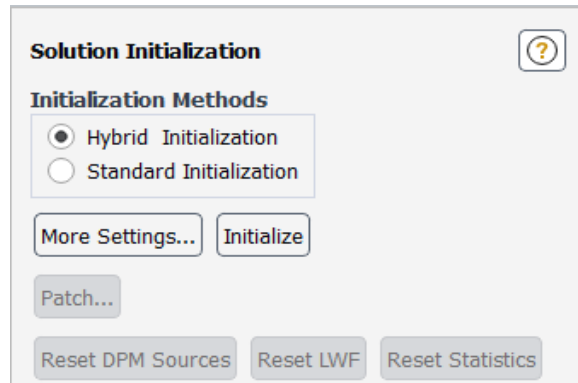
Điều kiện biên ra (*Outlet-pressure*):

+Áp suất ra $p = 0$ [Pa].

+Tỷ lệ độ nhớt rối 1 đến 10.

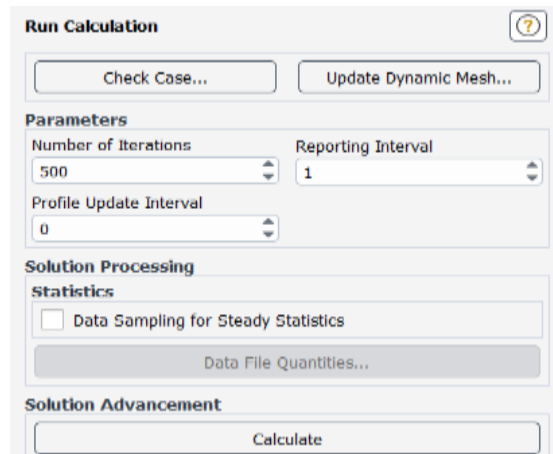
Nhiệt độ T [K] và các điều kiện khác chọn theo thực tế phương trình mô phỏng.

Điều kiện biên thành (*wall*), điều kiện biên đối xứng (*symmetry*) được thiết lập mặc định sẵn có. Điều kiện biên vào (*Inlet-velocity*) và điều kiện biên ra (*Outlet-pressure*).



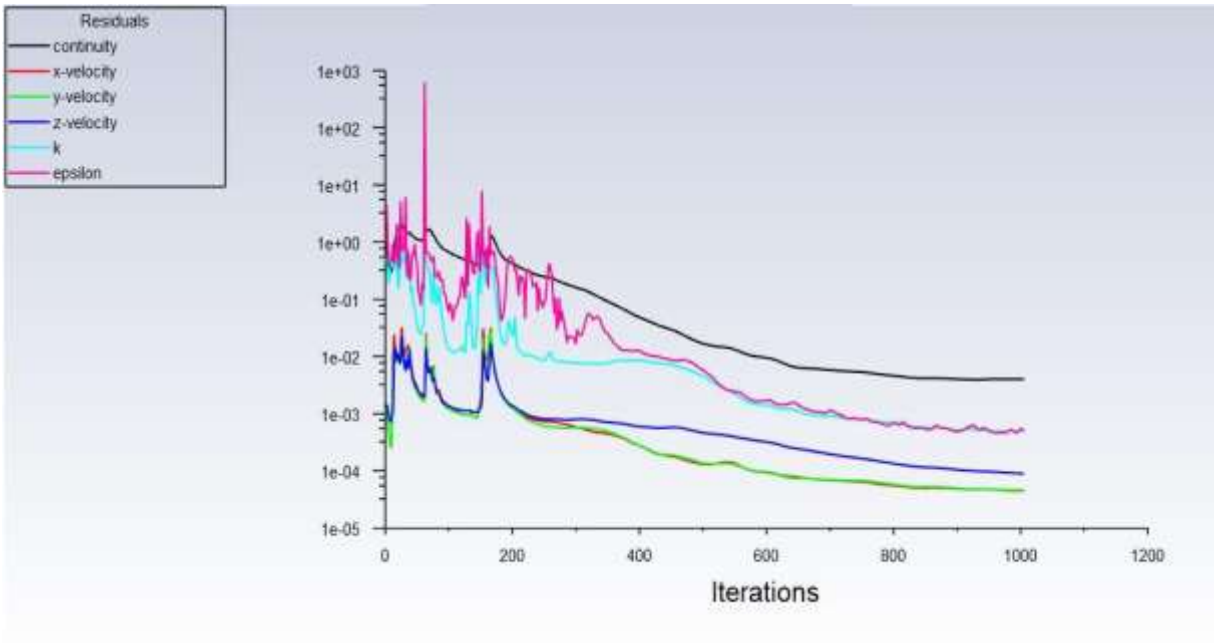
Hình 5.14. Khởi tạo giá trị ban đầu

Sau khi khởi tạo giá trị ban đầu ta thiết lập số vòng lặp khoảng 500 lần (Iterations) kiểm tra sự hội tụ của bài toán. Kết quả trên biểu đồ cho ra hằng số biểu thị sự hội tụ của bài toán, nếu bài toán chưa hội tụ thì tăng số lần lặp đến 1000 khi bài toán hội tụ và kết thúc bước thiết lập thông số.

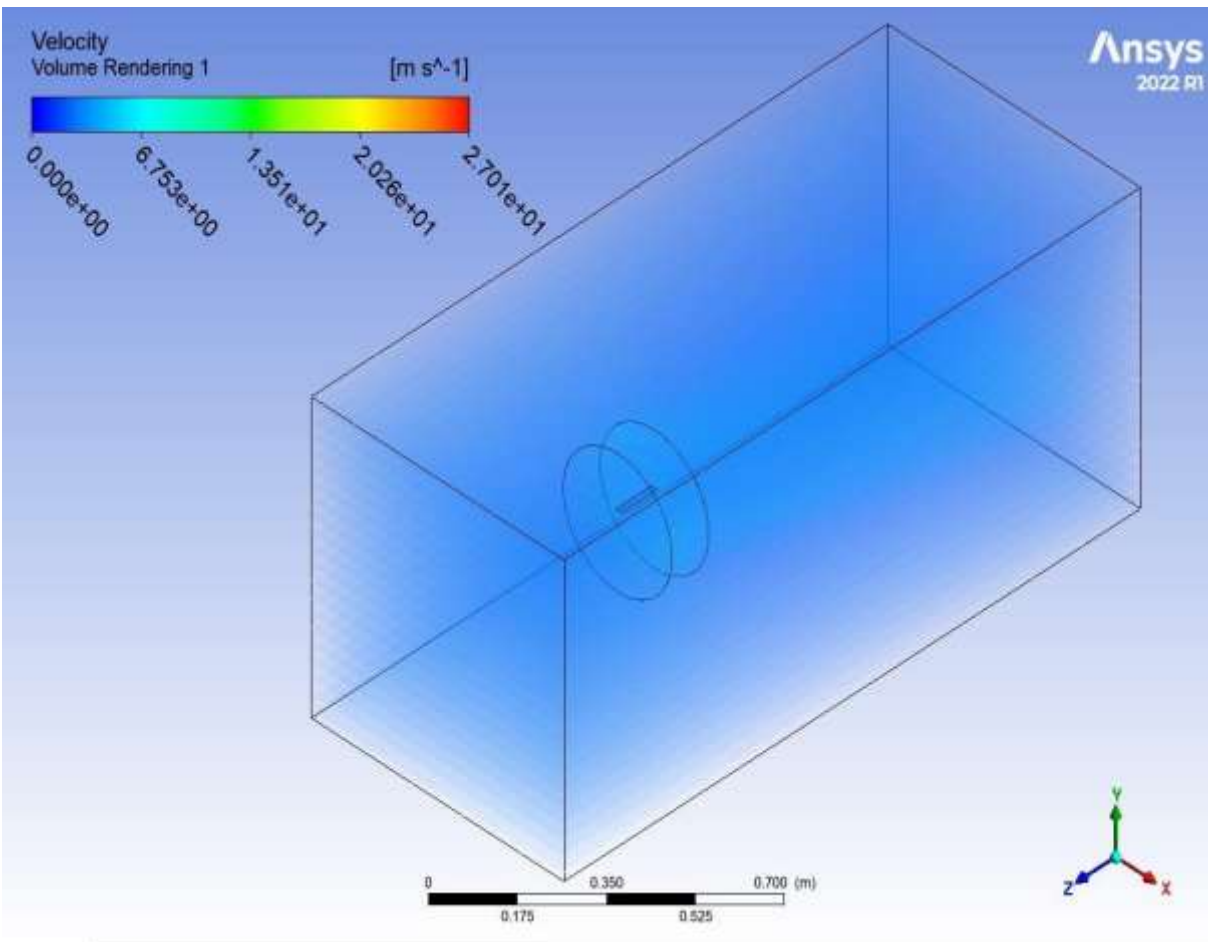


Hình 5.15. Chọn số vòng lặp và tính.

5.2.5. Xử lý kết quả và mô phỏng.

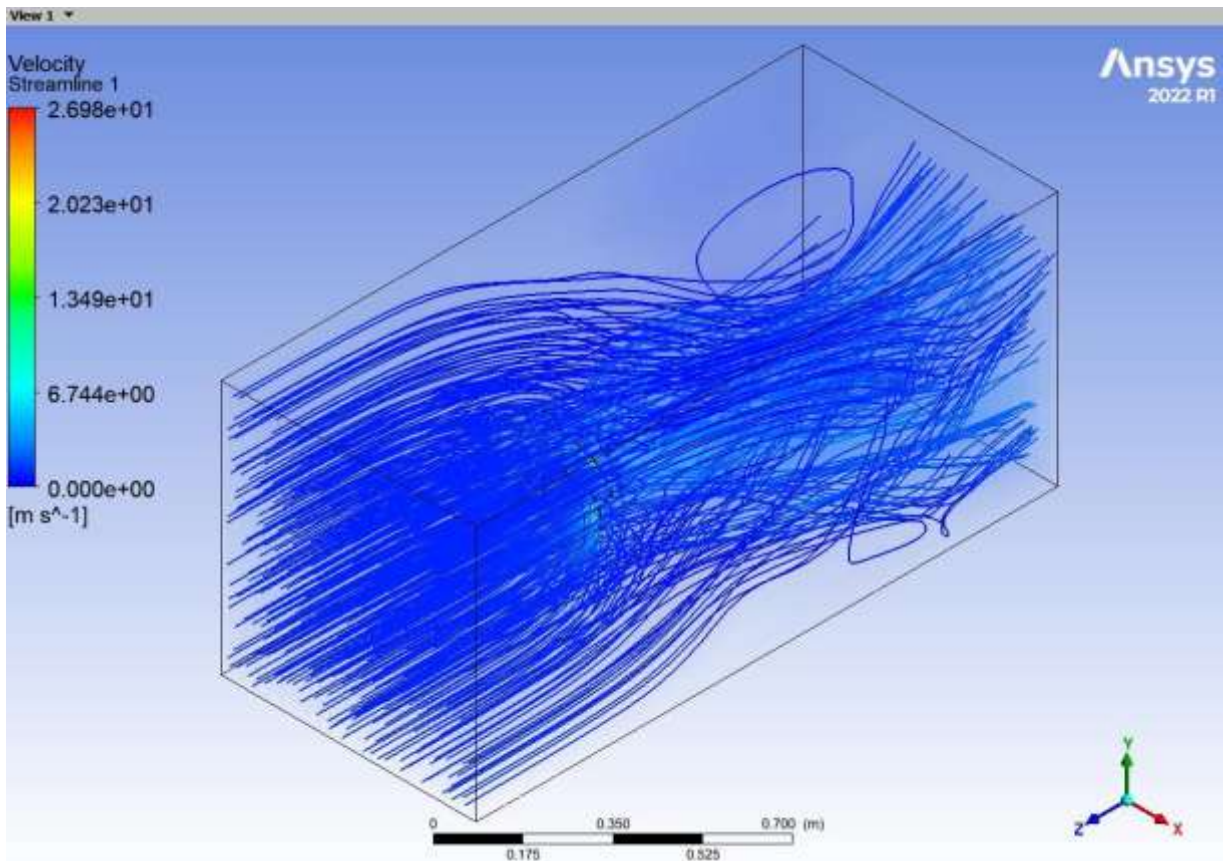


Hình 5.16. Bài toán hội tụ

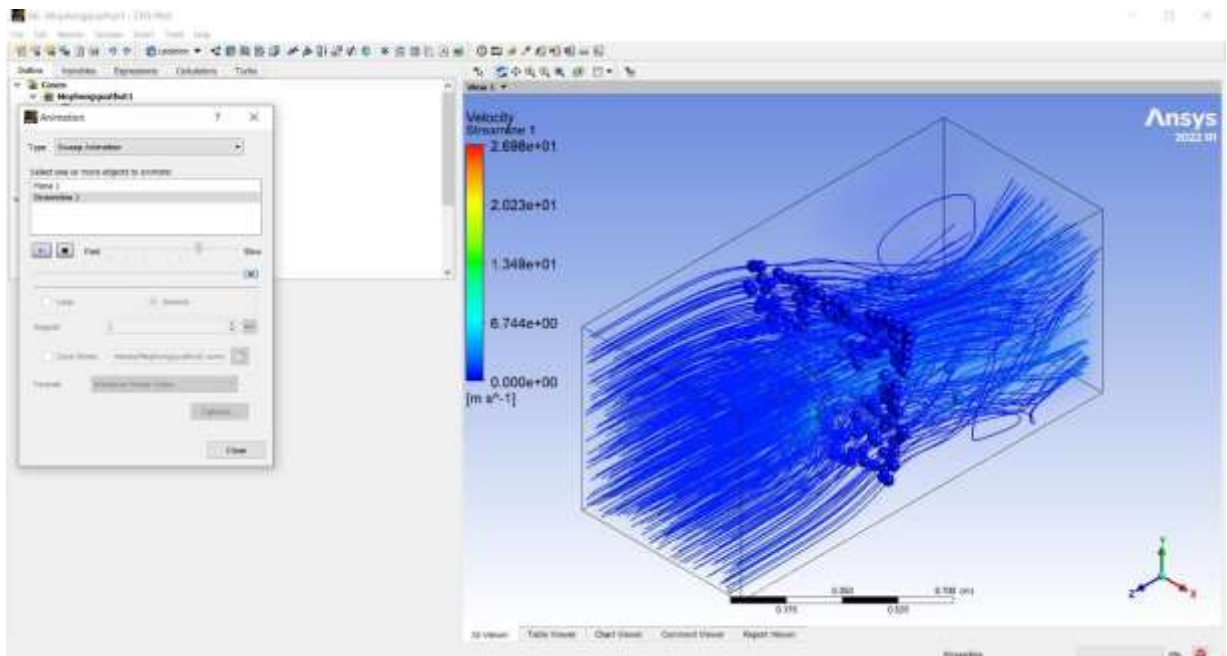


Hình 5.17. Kết quả mô phỏng

Tạo một Streamline để thể hiện các đường dòng trong không gian mô phỏng.



Hình 5.18. Đường dòng trên mô phỏng dòng lưu chất của Ansys Fluent



Hình 5.19. Mô phỏng vận tốc dòng lưu chất

Hiệu quả của bộ tản nhiệt ô tô phần lớn phụ thuộc vào khả năng của quạt để tạo luồng gió càng nhiều càng tốt. Để đưa ra một thiết kế quạt hiệu quả, mục tiêu chính là

duy trì chênh lệch áp suất mong muốn giữa đầu vào và đầu ra của quạt. Quạt tản nhiệt có 8 cánh lần đầu tiên được phân tích thông qua mô phỏng CFD và đo chênh lệch áp suất giữa đầu vào và đầu ra của quạt. Một điều tra thử nghiệm đã được thực hiện cho cùng một cấu hình, để xác thực kết quả CFD. Để cải thiện thiết kế hơn nữa, 4 cánh quạt bổ sung đã được đề xuất và phân tích dòng chảy cho cánh quạt tương tự đã được thực hiện. Chênh lệch áp suất mong muốn đạt được thông qua thiết kế đã sửa đổi. Kết quả cuối cùng thu được rất đồng bộ với dữ liệu thử nghiệm, xác thực thiết lập CFD.

Thiết kế quạt được sửa đổi chứng tỏ hiệu quả đáng kể của bộ tản nhiệt.

5.3. Kết luận.

Để tối ưu khả năng hút gió của khoang làm mát của hệ thống làm mát cũng như tối ưu khả năng đón gió của các cánh gió ở vỏ của thân xe Bus. Việc tăng tối đa khoang chứa gió trước két nước cũng tăng lượng không khí đi qua két nước từ đó sẽ tối ưu khả năng lấy đi nhiệt độ của hệ thống làm mát.

Việc tối ưu khả năng hút gió của quạt làm mát cũng tăng khả năng trao đổi nhiệt giữa môi trường và hệ thống.

CHƯƠNG 6. KIỂM TRA BẢO DƯỠNG SỬA CHỮA CÁC CỤM CHI TIẾT TRONG HỆ THỐNG LÀM MÁT.

6.1. Các hư hỏng thường gặp và cách khắc phục.

Trong quá trình sử dụng và vận hành các chi tiết, bộ phận của hệ thống làm mát sẽ bị hư hỏng, vì khi hoạt động các chi tiết máy sẽ chịu nhiều tác động của nhiều yếu tố như: ma sát giữa các bề mặt chi tiết, ứng suất nhiệt, các lực, tác động hoá học...

Vì vậy cần phải theo dõi để phát hiện hư hỏng và sửa chữa kịp thời trong quá trình sử dụng vận hành là rất quan trọng và cần thiết.

Ngoài việc đưa xe vào sửa chữa khi có sự cố, còn cần phân định thời kỳ bảo dưỡng, sửa chữa theo các cấp. Sau đây là những hư hỏng thường gặp và cách khắc phục hư hỏng từng bộ phận:

6.1.1. Bơm nước.

6.1.1.1. Các dạng hư hỏng thường gặp: Bơm nước của hệ thống làm mát động cơ lắp trên xe Bus là thuộc loại bơm ly tâm.

Trong quá trình hoạt động các chi tiết máy của bơm chịu nhiều tác động lý hoá gây hư hỏng, thường gặp các hư hỏng sau đây:

- Các ổ bi bị mòn, rơ, rỗ bề mặt làm việc. Do đó trong quá trình làm việc trục bơm quay sẽ phát sinh ma sát giữa các bề mặt chi tiết như: bi, các rá bi, trục và bạc lót.
- Các vòng đệm làm kín có tác dụng ngăn ngừa dầu (mỡ) vào nước làm mát gây biến chất nước làm mát.
- Cong, lệch các cánh bướm, thay đổi góc đặt cánh. Việc làm này ảnh hưởng rất nhiều đến lưu lượng và áp suất nước làm mát khi cung cấp cho vòng tuần hoàn.
- Ngoài ra trong quá trình làm việc cặn bẩn sinh ra do mài mòn chi tiết và các phản ứng hoá học giữa các hoá chất dưới tác dụng của nhiệt độ cao sẽ bám lên các bề mặt chi tiết như: vách trong của bơm, khoang nước, cánh bơm, ống nước. Điều này ảnh hưởng đến hiệu suất làm việc và tuổi thọ của bơm.

6.1.1.2. Các biện pháp khắc phục, sửa chữa:

- Giải thể toàn bộ hệ thống dẫn động và các chi tiết của bơm.

- Làm sạch cặn bám trên khoang chứa nước, các vách trong của khoang bơm, các ống nước và cánh bơm.
- Thay mới các ổ bi các vòng đệm, phốt làm kín khi hư hỏng.
- Cho phép sửa chữa các cánh bơm ly tâm nhưng phải đảm bảo sự cứng vững.
- Trục và cánh bơm sau khi sửa chữa phải cân bằng động, sai số không vượt quá 5gr.cm.

6.1.2. Két nước làm mát.

6.1.2.1. Những hư hỏng thường gặp:

Két làm mát nước là bộ phận quan trọng trong hệ thống làm mát, vì vậy phải phát hiện sớm những hư hỏng để khắc phục và sửa chữa. Thường gặp những hư hỏng sau đây:

- Móp méo ống dẫn nước trong két, sẽ làm thay đổi lưu lượng nước chảy qua két, ảnh hưởng đến cả vòng tuần hoàn.
- Rò rỉ nước: làm giảm áp suất và lưu lượng nước làm mát.
- Cong vênh các cánh tản nhiệt: làm giảm hiệu suất làm mát của két do làm thay đổi tốc độ lưu động của không khí qua két.
- Trong quá trình hoạt động cặn bẩn và tạp chất sẽ bám vào thành vách các bộ phận của két nước như: ống nước tản nhiệt, ống góp. Điều này sẽ làm giảm tốc độ lưu động của nước, làm giảm hiệu suất làm việc của két.

6.1.2.2. Các biện pháp khắc phục, sửa chữa:

- Đem két ngâm trong dung dịch tẩy rửa, làm sạch các vách ngăn của hộp két nước. Thay các thành vách có chiều dày nhỏ hơn 1,5mm bằng tôn mới có chiều dày lớn hơn hoặc bằng 3mm.
- Kiểm tra các bề mặt lắp ghép, thay thế các tấm nhỏ có bề mặt bị rỉ mục.
- Thay mới toàn bộ gioăng làm kín khi hỏng.
- Tháo hạ toàn bộ két làm mát, ngâm trong dung dịch tẩy rửa. Tiến hành ép thử với áp suất 2kg/cm² để thử độ kín (giữ trong 10 phút không thấy xì hở là tốt).
- Nấn thẳng các cánh tản nhiệt.
- Thay mới các gioăng làm kín, kiểm tra và sửa chữa phục hồi trạng thái tiếp xúc của các cổ góp.
- Thử nghiệm thời gian nước chảy qua két làm mát, nếu lưu lượng giảm 15% so với thiết kế phải sửa chữa hoặc thay thế két mới.

- Được phép thay cục bộ các ống nước hư hỏng hoặc tắc nghẽn nếu số ống này nhỏ hơn 10% tổng số ống trong cả kết. Hàn nối ống xong phải thử áp lực và lưu lượng.
- Phải thay kết mới nếu: số ống bị móp méo lớn hơn 20%; số đường ống nước bị tắc phải loại bỏ lớn hơn bằng 10%; số cánh tản nhiệt bị hỏng lớn hơn 20%.
- Giải thể toàn bộ các bộ tản nhiệt, làm mát dầu bôi trơn.
- Ngâm trong dung dịch, làm sạch các đường ống. Thay mới các gioăng làm kín. Sau khi sửa chữa xong phải thử độ kín của các bộ phận.

6.1.3. Quạt làm mát kết nước.

Quạt dùng để tăng tốc độ lưu động của không khí đi qua kết làm mát, khiến cho hiệu quả làm mát cao hơn.

6.1.3.1. Những hư hỏng thường gặp:

- Nứt trực quạt, mòn rãnh then trên quạt.
- Hư các gioăng, phốt làm kín, các căn đệm.
- Mòn, rơ, bề các ổ bi, bạc lót.
- Nứt ,bề cánh quạt.

6.1.3.2. Các biện pháp khắc phục và sửa chữa:

- Giải thể toàn bộ các chi tiết của quạt làm mát, làm sạch, kiểm tra trạng thái các chi tiết.
- Thay thế toàn bộ gioăng , phốt làm kín , căn, đệm, các ổ bi , bạc lót.
- Trục quạt nếu có vết nứt bất kỳ hoặc bề rộng rãnh then nhỏ hơn 15% kích thước nguyên hình thì phải thay thế.
- Được phép hàn đắp phục hồi chiều rộng rãnh then khi nhỏ hơn 15% kích

thước nguyên hình, phục hồi lại những chỗ bị mài mòn. Sau khi sửa chữa xong phải thử vết nứt bằng siêu âm. Được phép hàn cánh quạt để đảm bảo độ cứng vững. (hàn lại các vết nứt dọc cánh quạt hoặc nứt ngang cánh ở phía rìa hai bên cánh quạt ít nhất 65 mm tính từ tâm quạt ra phía đuôi cánh quạt mỗi bên , theo công nghệ hàn quy định.

- Sau khi sửa chữa cánh quạt phải thử cân bằng tĩnh. Độ sai lệch không được vượt quá 100 gr.cm.

6.1.4. Thùng tiêu hao và các đường ống nước làm mát.

Thùng tiêu hao được bố trí bên trái phía sau ca bin, làm mát cả vòng tuần hoàn.

6.1.4.1. Những hư hỏng thường gặp:

- Cặn bẩn trên thành vách của thùng, ống nước.

- Rỉ mực vách thùng , ống nước.
- Hỏng các gioăng làm kín, các côliê, các bu lông bắt giữ ống nước.

6.1.4.2. Các biện pháp khắc phục và sửa chữa:

Tháo hạ thùng tiêu hao và các đường ống nước, ngâm trong dung dịch tẩy rửa để làm sạch cặn bám trên vách ở phía trong. Cho phép sửa chữa, thay các vách bị rỉ mực. Chiều dày còn lại của thùng chứa nước nào mỏng hơn 3,5mm và chiều dày của ống dẫn nước nào mỏng hơn 3mm thì phải thay mới . Sau khi sửa chữa xong đều thử ép nước để kiểm tra nước ở nhiệt độ 700c với áp suất 4kg/cm2, để trong 10 phút không thất xì hơi là tốt. Sau khi ép thử xong phải tiến hành sơn hợp cách.

Thay mới các đoạn ống nước bằng cao su, các gioăng làm kín, các côliê, bu lông bắt giữ nếu hư hỏng.

6.2. Bảo dưỡng hệ thống làm mát.

Hệ thống làm mát làm việc tự động, không cần thao tác bằng tay. Nhưng ta phải theo dõi cẩn thận và đảm bảo cho nước làm mát luôn luôn ở trạng thái tốt.

Tuổi thọ của động cơ phụ thuộc vào trạng thái của hệ thống làm mát tốt hay xấu. Vì thế cần kiểm tra thường xuyên thiết bị làm việc đặc biệt các kết làm mát nước.

Việc đầu tiên là phải đảm bảo được nước trong quá trình vận hành về: lưu lượng, thành phần.

Việc theo dõi có thể căn cứ vào mức nước trong thùng tiêu hao và các tín hiệu cảnh báo ở buồng điều khiển. Tất cả trục các đăng, mặt bích của khớp nối, ống mềm, các van và gioăng làm kín, các mặt côn, phốt làm kín của bơm nước. Đặc biệt là các mối ghép của kết cần phai thường xuyên kiểm tra các hư hỏng xảy ra.

Quạt làm mát nước có ảnh hưởng đến chất lượng làm mát của hệ thống. Bởi vậy cần chăm sóc quạt tốt. Khi phát hiện thấy nhiệt độ nước làm mát và nhiệt độ của dầu nhờn quá cao, phải tìm nguyên nhân và khắc phục ngay các hư hỏng xảy ra. Nếu hư hỏng nặng phải ngưng sử dụng để khắc phục sửa chữa nhằm đảm bảo tính an toàn cho động cơ. Chú ý giữ các bề mặt của ngăn kết ở trạng thái sạch sẽ. Bề mặt phía bên ngoài của cánh tản nhiệt có thể làm sạch bằng cách thổi gió nén hoặc nước có pha dung môi hoà tan. Việc làm sạch bề mặt bên trong của hệ thống làm mát được tiến hành bằng hoá chất.

6.3. Các phương pháp cấp xả nước làm mát.

6.3.1. Cấp nước làm mát.

Khi mực nước tăng hay giảm trong hệ thống làm mát, hoặc khi vận hành có thể xem ở đồng hồ nước báo trên xe, hay xem trực tiếp bằng mắt thường theo kinh nghiệm.

- Cấp bằng bơm tay:

Dùng bơm tay và ống mềm, đưa trực tiếp nước vào thùng tiêu hao, khi cấp mở nắp, bơm xong, đóng lại.

- Cấp bằng tay:

Có thể dùng thùng múc nước, đổ trực tiếp vào thùng tiêu hao, qua nắp phía trên của thùng, không cần thao tác gì thêm. Khi đã đầy thì đậy nắp lại.

6.3.2. Xả nước ra khỏi hệ thống.

Trong trường hợp muốn sửa chữa động cơ hay các bộ phận khác trong hệ thống làm mát cần xả nước ra khỏi hệ thống. Tùy theo mức độ sửa chữa và vị trí sửa chữa có thể xả toàn bộ hoặc từng phần.

KẾT LUẬN VÀ HƯỚNG PHÁT TRIỂN ĐỀ TÀI

- Đề tài thuộc lĩnh vực khí động học trên ô tô, sử dụng phương pháp số để mô phỏng các phương pháp điều khiển dòng chảy chủ động để tối ưu khả năng làm mát của hệ thống làm mát trên xe Bus nói chung và xe Bus Thaco nói riêng.
- Đề tài có tính mới : sử dụng các phần mềm Ansys Fluent để thiết kế, tối ưu khả năng hút gió của quạt và chứa gió của khoang lấy gió.
- Kết quả nghiên cứu :

Thiết kế một hệ thống làm mát tối ưu cho xe Bus Thaco. Từ đó cho thấy hướng sử dụng các phần mềm mô phỏng để thiết kế tối ưu khả năng làm mát và thiết kế các hệ thống khác cũng có thể thực hiện hoàn toàn bằng các tính toán máy tính.

- Hướng phát triển :

Đề tài này còn rất mới nên chưa được đưa vào ứng dụng nhiều trong việc thiết kế chế tạo các sản phẩm cơ khí, nên đây cũng là một ý tưởng mới nhằm thúc đẩy khả năng tạo ra sản phẩm cơ khí chính xác tối ưu và dễ dàng hơn.

Do kiến thức và khả năng đáp ứng của các thiết bị phục vụ nghiên cứu còn hạn chế nên rất mong các thầy cho ý kiến để em hoàn thiện hơn. Em chân thành cảm ơn!

TÀI LIỆU THAM KHẢO

- [1] GS.TS.Nguyễn Tất Tiến – ‘**Nguyên lý động cơ đốt trong**’ – NXB Giáo Dục.
- [2] PGS.TS.Trần Thanh Hải Tùng – ‘**Tính toán thiết kế động cơ đốt trong**’ – Đại học Bách khoa, Đại học Đà Nẵng.
- [3] Hồ Tấn Chuẩn- Nguyễn Đức Phú- Trần Văn Tế- Nguyễn Tất Tiến – ‘**Kết cấu và tính toán động cơ đốt trong I, II, III**’- Nhà xuất bản Giáo dục-1996.
- [4] PGS.TS.Hoàng Đình Tín- ‘**Truyền nhiệt và tính toán thiết bị trao đổi nhiệt**’- Nhà xuất bản Khoa học và Kỹ thuật- 2001.
- [5] Nguyễn Văn May- ‘**Bơm, quạt, máy nén**’- Nhà xuất bản Khoa học và Kỹ thuật.
- [6] Giáo trình môn học ‘**Máy bơm và Trạm bơm**’- Đại Học Đà Nẵng.
- [7] ‘**Catalogue THACO GARDEN79S**’.pdf
- [7] Nguyễn Đức Phú, Trần Văn Tế- ‘**Kết cấu và tính toán động cơ đốt trong**’- Trường đại học Bách khoa Hà Nội.
- [8] PGS.TS. Võ Chí Chính, TS. Hoàng Dương Hùng, KS.Lê Quốc, KS. Lê Hoài Anh- ‘**Kỹ thuật nhiệt**’- Nhà xuất bản khoa học và kỹ thuật.
- [9] Nguyễn Bôn- ‘**Giáo trình thiết bị trao đổi nhiệt**’- Nhà xuất bản khoa học và kỹ thuật.
- [10] Trần Đức Thắng- ‘**Giáo trình sửa chữa và bảo dưỡng hệ thống bôi trơn**’- CD nghề Đà Lạt.
- [11] Nguyễn Hữu Cần, Dư Quốc Thịnh, Phạm Minh Thái, Nguyễn Văn Tài, Lê Thị Vàng- ‘**Lý thuyết ô tô máy kéo**’- Nhà xuất bản Khoa học và Kỹ Thuật Hà Nội- 2005.
- [12] ‘**Hướng dẫn sử dụng phần mềm Ansys I, II.**’
- [13] ‘**CFD Prediction to Optimize Front End Cooling Module of a Passenge**’.pdf.
- [14] Carr, G., W. (1995) ‘**The influence of Engine Cooling Airflow on Car Performance and Stability**’, C496/079/95, IMechE 1995, pp. 491-498.pdf
- [15] Ivanic, T., Gilliéron, P. (2005) ‘**Reduction of the Aerodynamic Drag due to Cooling Systems: an Analytical and Experimental Approach**’, SAE Technical Paper Series 2005-01-1017, World Congress, Detroit, Michigan.

- [16] Williams, J., E., Oler, J., W., Hackett, J., E., Hammar, L. (1991) '**Water Flow Simulation of Automotive Underhood Airflow Phenomena**', SAE 910307.
- [17] Jama, H., Watkins, S., Dixon, C., Ng, E. (2004) '**Airflow Distribution through the Radiator of a Typical Australian Passenger Car**', 15th Australian Fluid Mechanics Conference, Sydney, Australia.
- [18] **Introduction to ANSYS Fluent**, Release 16.0, November 15, 2015.
- [19] Barnard, R., H. (2000) '**Theoretical and experimental investigation of the aerodynamic drag due to automotive cooling systems**', IMechE 2000, Proc Instn Mech Engrs, Vol 214 Part D, pp. 919-927.
- [20] **Mesh-Intro 16.0 L07 Mesh Quality and Advanced Topics.pdf**
- [21] Ohshima, T., Hamatani, K., Ninoyu, M., Nakagawa, K. (1997) '**Influence of the cooling air flow outlet on the aerodynamic characteristics**', SAE of Japan, JSAEReview 19 (1998), pp.137-142.
- [22] Tarakka, R., and Simanungkalit, S. P. (2013) '**Effect of active control byblowing to aerodynamic drag of bluff body van model**, International Journal of Fluid Mechanics Research, Vol.40(4), pp312-323.