

**BỘ GIÁO DỤC VÀ ĐÀO TẠO
TRƯỜNG ĐẠI HỌC SƯ PHẠM KỸ THUẬT
THÀNH PHỐ HỒ CHÍ MINH**



**LUẬN VĂN THẠC SĨ
ĐẶNG NHƯ PHÚC**

**NGHIÊN CỨU CÁC GIẢI PHÁP NÂNG CAO
HIỆU SUẤT ĐỘNG CƠ CỦA XE MÁY**

NGÀNH: KỸ THUẬT CƠ KHÍ ĐỘNG LỰC - 60520116



Tp. Hồ Chí Minh, tháng 10/2019

**BỘ GIÁO DỤC VÀ ĐÀO TẠO
TRƯỜNG ĐẠI HỌC SƯ PHẠM KỸ THUẬT
THÀNH PHỐ HỒ CHÍ MINH**

**LUẬN VĂN THẠC SĨ
ĐẶNG NHƯ PHÚC**

**NGHIÊN CỨU CÁC GIẢI PHÁP
NÂNG CAO HIỆU SUẤT ĐỘNG CƠ CỦA XE MÁY**

NGÀNH: KỸ THUẬT CƠ KHÍ ĐỘNG LỰC - 60520116

Hướng dẫn khoa học:

PGS.TS ĐỖ VĂN DŨNG

Tp. Hồ Chí Minh, tháng 10/2019

BỘ GIÁO DỤC VÀ ĐÀO TẠO
TRƯỜNG ĐẠI HỌC SƯ PHẠM KỸ THUẬT
THÀNH PHỐ HỒ CHÍ MINH

Số: 1653/QĐ-ĐHSPKT

CỘNG HÒA XÃ HỘI CHỦ NGHĨA VIỆT NAM
Độc lập - Tự do - Hạnh phúc

Tp. Hồ Chí Minh, ngày 28 tháng 8 năm 2018

QUYẾT ĐỊNH

Về việc giao đề tài luận văn tốt nghiệp và người hướng dẫn năm 2018 HIỆU TRƯỞNG TRƯỜNG ĐẠI HỌC SƯ PHẠM KỸ THUẬT TP. HỒ CHÍ MINH

Căn cứ Quyết định số 426/TTg ngày 27 tháng 10 năm 1976 của Thủ tướng Chính phủ về một số vấn đề cấp bách trong mạng lưới các trường đại học và Quyết định số 118/2000/QĐ-TTg ngày 10 tháng 10 năm 2000 của Thủ tướng Chính phủ về việc tổ chức lại Đại học Quốc gia Thành Phố Hồ Chí Minh, tách Trường Đại học Sư phạm Kỹ thuật Thành phố Hồ Chí Minh trực thuộc Bộ Giáo dục và Đào tạo;

Căn cứ Quyết định số 70/2014/QĐ-TTg ngày 10 tháng 12 năm 2014 của Thủ tướng Chính phủ về việc ban hành Điều lệ trường Đại học;

Căn cứ Quyết định số 937/QĐ-TTg ngày 30 tháng 6 năm 2017 về việc phê duyệt đề án thí điểm đổi mới cơ chế hoạt động của Trường Đại học Sư phạm Kỹ thuật Tp. Hồ Chí Minh;

Căn cứ Thông tư số 15/2014/TT-BGDĐT ngày 15/5/2014 của Bộ Giáo dục và Đào tạo về việc Ban hành Quy chế đào tạo trình độ thạc sĩ;

Căn cứ vào Biên bản bảo vệ Chuyên đề của ngành Kỹ thuật cơ khí động lực vào ngày 26/08/2018;

Xét nhu cầu công tác và khả năng cán bộ;

Xét đề nghị của Trưởng phòng Đào tạo,

QUYẾT ĐỊNH:

Điều 1. Giao đề tài Luận văn tốt nghiệp thạc sĩ và người hướng dẫn Cao học năm 2018 cho:

Học viên : **Đặng Như Phúc** MSHV: 1820509

Ngành : **Kỹ thuật cơ khí động lực**

Tên đề tài : **Nghiên cứu các giải pháp nâng cao hiệu suất động cơ của xe máy**

Người hướng dẫn : **PGS.TS. Đỗ Văn Dũng**

Thời gian thực hiện: **Từ ngày 28/8/2018 đến ngày 28/02/2019**

Điều 2. Giao cho Phòng Đào tạo quản lý, thực hiện theo đúng Quy chế đào tạo trình độ thạc sĩ của Bộ Giáo dục & Đào tạo ban hành.

Điều 3. Trưởng các đơn vị, phòng Đào tạo, các Khoa quản ngành cao học và các Ông (Bà) có tên tại Điều 1 chịu trách nhiệm thi hành quyết định này.

Quyết định có hiệu lực kể từ ngày ký./.

Nơi nhận :

- BGH (để biết);
- Như điều 3;
- Lưu: VT, ĐDH (3b).



BIÊN BẢN CHẤM LUẬN VĂN TỐT NGHIỆP THẠC SĨ NĂM 2019

NGÀNH: Kỹ thuật Cơ khí động lực_KHÓA 2018-2020

Hội đồng chấm LVTN theo QĐ số: 2168/QĐ-ĐHSPKT-SĐH, ngày 09/10/2019

Có mặt : Vắng mặt: 0

Chủ tịch Hội đồng : TS. Nguyễn Văn Trọng

Thư ký Hội đồng : TS. Trần Thanh Thương

Học viên bảo vệ LVTN : **Đặng Như Phúc**

MSHV: 1820509

Giảng viên hướng dẫn : PGS.TS. Đỗ Văn Dũng

Giảng viên phản biện : PGS.TS. Lý Vĩnh Đạt

TS. Phạm Tuấn Anh

Tên đề tài LVTN : **NGHIÊN CỨU CÁC GIẢI PHÁP NÂNG CAO HIỆU SUẤT ĐỘNG CƠ CỦA XE MÁY**

I. KẾT QUẢ BẢO VỆ:

TT	Thành viên hội đồng	Kết quả bảo vệ	Ghi chú
1	TS. Nguyễn Văn Trọng	6,5	
2	TS. Trần Thanh Thương	7,0	
3	PGS.TS. Lý Vĩnh Đạt	6,0	
4	TS. Phạm Tuấn Anh	6,5	
5	TS. Dương Hoàng Long	6,5	
Tổng điểm		32,5	
Điểm trung bình		6,5	

II. KẾT LUẬN:

(Thư ký hội đồng ghi rõ các ý kiến của thành viên hội đồng về việc chỉnh sửa, bổ sung những nội dung gì trong LVTN)

- Chỉnh hình vẽ chế lại, dịch từ Anh -> Việt, cách dùng, tích dẫn hình vẽ chương 2.
- Phần tên tắt: Ghi rõ cái tên bao nhiêu % so với động cơ nguyên thủy.
- Phần tổng quan: Nêu rõ tính mới của luận văn, tại sao phải sử dụng động cơ biến - Kết quả liên quan cũng và tương chi ở làm việc.
- Làm rõ các chi loại tích tảo (chia loại từ động).
- Bổ sung phần nội dung cuối chương 3 (khi chỉ động cơ biến thì hiệu suất thay đổi như thế nào); Bổ sung phần nội dung chương 4 (Cải thiện như thế nào theo phương 30°), mặt từ động điều chỉnh góc nghiêng.
- Bổ tên chương 5 vì chỉ có 1 trang.
- Chú thích công thức bị trùng.

Tp. Hồ Chí Minh, ngày 27 tháng 10 năm 2019

CHỦ TỊCH HỘI ĐỒNG

(Ký, ghi rõ họ tên, học vị & họ tên)


TS. Nguyễn Văn Trọng

THƯ KÝ HỘI ĐỒNG

(Ký, ghi rõ học hàm, học vị & họ tên)


TS. Trần Thanh Thương



HCMUTE

BỘ GIÁO DỤC VÀ ĐÀO TẠO
TRƯỜNG ĐẠI HỌC SƯ PHẠM KỸ THUẬT
THÀNH PHỐ HỒ CHÍ MINH

PHIẾU NHẬN XÉT LUẬN VĂN THẠC SĨ - HƯỚNG ỨNG DỤNG

(Dành cho giảng viên phản biện)

Tên đề tài luận văn thạc sĩ: *NGHIÊN CỨU CÁC GIẢI PHÁP NÂNG CAO HIỆU SUẤT ĐỘNG CƠ CỦA XE MÁY*

Tên tác giả: *Đặng Như Phúc*

MSHV: *1820509*

Ngành: *Kỹ thuật cơ khí động lực*

Khóa: *2018-2020*

Họ và tên người phản biện: *PGS.TS. Lý Vĩnh Đạt*

Chức danh: Phó Giáo sư - Giảng viên Cao cấp Học vị: Tiến Sĩ

Cơ quan công tác: Cơ Khí Động Lực

Điện thoại liên hệ:

I. Ý KIẾN NHẬN XÉT

1. Về hình thức & kết cấu luận văn.

Hình thức trình bày rõ ràng, hợp lý. Kết cấu luận văn phù hợp với yêu cầu của một LV Thạc sĩ.

2. Về nội dung

2.1 Nhận xét về tính khoa học, rõ ràng, mạch lạc, khúc chiết trong luận văn.

Đề tài nghiên cứu cải tiến xoáy lốc trên đường ống nạp là cơ sở khoa học trong việc nâng cao hiệu suất trên động cơ đốt trong. Đề tài trình bày rõ ràng, mạch lạc, khúc chiết.

2.2 Nhận xét đánh giá việc sử dụng hoặc trích dẫn kết quả NC của người khác có đúng qui định hiện hành của pháp luật sở hữu trí tuệ.

Sử dụng và trích dẫn kết quả NC của người khác đúng qui định hiện hành của pháp luật sở hữu trí tuệ.

2.3 Nhận xét về mục tiêu nghiên cứu, phương pháp nghiên cứu sử dụng trong LVTN.

Mục tiêu đề tài trình bày chung chung cần trình bày rõ ràng và cụ thể hơn. Phương pháp nghiên cứu phù hợp.

2.4 Nhận xét Tổng quan của đề tài.

Đề tài đã trình bày các công trình nghiên cứu trong và ngoài nước liên quan tương đối đầy đủ và hợp lý, tuy nhiên tác giả cần phải phân tích các ưu và nhược điểm của các công trình nghiên cứu liên quan, từ đó nêu ra phương pháp thực hiện và tính mới của đề tài nghiên cứu của mình.

2.5 Nhận xét đánh giá về nội dung & chất lượng của LVTN.

Nội dung của luận văn đã đạt được một số kết quả về cải tiến góc nghiêng hệ thống nạp nhằm nâng cao hiệu quả xoáy lốc trên động cơ. Tuy nhiên luận văn chưa nêu ra được ảnh hưởng của xoáy lốc đến đặc tính của động cơ như hiệu suất, công suất, mô men xoắn... (như nêu ra trong phần nhiệm vụ), cũng như chưa phân tích, đánh giá được góc nghiêng cải tiến nào là tối ưu ứng với chế độ hoạt động cụ thể.

2.6 Nhận xét đánh giá về khả năng ứng dụng, giá trị thực tiễn của đề tài.

Đề tài nếu hoàn thiện là cơ sở cho việc ứng dụng nâng cao hiệu suất động cơ bằng cải tiến hệ thống nạp, góp phần nâng cao công suất, giảm tiêu hao nhiên liệu và khí thải trên động cơ đánh lửa cưỡng bức

2.7 Luận văn cần chỉnh sửa, bổ sung những nội dung gì (thiết sót và tồn tại).

- Phần tóm tắt cần trình bày tóm tắt phương pháp thực hiện, kết quả đạt được của LV (các thông số cải tiến cụ thể đạt được bao nhiêu, cải tiến bao nhiêu % so với động cơ nguyên thủy)

- Phần tổng quan: Cần trình bày phương pháp luận, tính mới của LVTN

- Chương 2: Cần trích dẫn trong 1 số nội dung trình bày. Các nội dung 2.9 cần bỏ vì không phục vụ việc mô phỏng và tính toán chương 4

- Chương 3: cần bổ sung nội dung phần 3.4 (mục đích và sơ đồ điều khiển của mô tơ bước đối với hệ thống nạp).

- Chương 4: Bổ sung kết quả và phân tích mô phỏng của hình 4.17,

- Chương 5: Trình bày kết luận qua các số liệu cụ thể như: kết quả đạt được hiệu quả (%) ứng với góc nghiêng nào?

Đề xuất: cần bổ sung thêm nội dung vì quá sơ sài

II. CÁC VẤN ĐỀ CẦN LÀM RÕ

(Các câu hỏi của giảng viên phản biện)

1. So với các luận văn trước, nội dung luận văn có tính mới, khác biệt như thế nào?

III. ĐÁNH GIÁ

TT	Mục đánh giá	Đánh giá	
		Đạt	Không đạt
1	Tính khoa học, rõ ràng, mạch lạc, khúc chiết trong luận văn.	x	
2	Đánh giá việc sử dụng hoặc trích dẫn kết quả NC của người khác có đúng qui định hiện hành của pháp luật sở hữu trí tuệ.	x	
3	Mục tiêu nghiên cứu, phương pháp nghiên cứu sử dụng trong LVTN.	x	
4	Tổng quan của đề tài.	x	
5	Đánh giá về nội dung & chất lượng của LVTN.	x	
6	Đánh giá về khả năng ứng dụng, giá trị thực tiễn của đề tài.	x	

Đánh dấu chéo (x) vào ô muốn Đánh giá

IV. KẾT LUẬN

(Giảng viên phản biện ghi rõ ý kiến "Tán thành luận văn" hay "Không tán thành Luận văn")

Đồng ý cho bảo vệ

TP Hồ Chí Minh, ngày 22 tháng 10 năm 2019

Người nhận xét
(Ký & ghi rõ họ tên)

PGS.TS. Lý Vinh Đạt



HCMUTE

BỘ GIÁO DỤC VÀ ĐÀO TẠO
TRƯỜNG ĐẠI HỌC SƯ PHẠM KỸ THUẬT
THÀNH PHỐ HỒ CHÍ MINH

PHIẾU NHẬN XÉT
LUẬN VĂN THẠC SỸ - HƯỚNG ỨNG DỤNG
(Dành cho giảng viên phân biện)

Tên đề tài luận văn thạc sỹ: *NGHIÊN CỨU CÁC GIẢI PHÁP NÂNG CAO HIỆU SUẤT ĐỘNG CƠ CỦA XE MÁY*

Tên tác giả: *Đặng Như Phúc*

MSHV: *1820509*

Ngành: *Kỹ thuật cơ khí động lực*

Khóa: *2018-2020*

Họ và tên người phân biện: *TS. Phạm Tuấn Anh*

Chức danh: *Giảng viên*

Học vị: *Tiến Sĩ*

Cơ quan công tác: *Trường Đại học Nguyễn Tất Thành*

Điện thoại liên hệ: *0905164625*

I. Ý KIẾN NHẬN XÉT

1. Về hình thức & kết cấu luận văn

Luận văn gồm 05 chương có độ dài 83 trang, đáp ứng được các yêu cầu cơ bản của luận văn thạc sỹ.

2. Về nội dung

2.1 Nhận xét về tính khoa học, rõ ràng, mạch lạc, khúc chiết trong luận văn.

Đề tài kế thừa hướng nghiên cứu trước của ThS. Lê Thanh Quang (học viên có nêu trong tài liệu tham khảo số 2 của luận văn). Đối tượng và phạm vi nghiên cứu được xác định rõ, có căn cứ. Trong đó, tác giả nghiên cứu ảnh hưởng sự thay đổi dòng khí nạp đến việc tăng hiệu suất động cơ và giảm thiểu phát thải khí ô nhiễm môi trường. Bằng cách tiếp cận dùng phương pháp nghiên cứu lý thuyết mô phỏng, hệ thống họng nạp của động cơ được đề xuất cải tiến theo hướng tập trung vào việc tăng hệ số xoáy lốc ngang và dọc nhằm đáp ứng mục tiêu của nghiên cứu đặt ra.

2.2 Nhận xét đánh giá việc sử dụng hoặc trích dẫn kết quả NC của người khác có đúng qui định hiện hành của pháp luật sở hữu trí tuệ.

Tác giả có trích dẫn các nghiên cứu liên quan trong và ngoài nước ở Chương 1. Các trích dẫn này đúng với qui định hiện hành của pháp luật sở hữu trí tuệ; tuy nhiên, cần làm rõ tính mới của đề tài so với tài liệu tham khảo số 2 trong luận văn.

2.3 Nhận xét về mục tiêu nghiên cứu, phương pháp nghiên cứu sử dụng trong LVTN.

Các mục tiêu đặt ra của nghiên cứu còn mang tính chung, chưa rõ ràng cụ thể; phương pháp nghiên cứu chủ yếu sử dụng trong luận văn là sử dụng phương pháp nghiên cứu lý thuyết mô phỏng có tính phù hợp với các nhiệm vụ đặt ra ban đầu của đề tài nhằm đánh giá ảnh hưởng của việc thay đổi biên dạng họng nạp đến sự thay đổi của đặc tính xoáy lốc trong việc hình thành hòa khí của động cơ xe gắn máy nhằm tìm ra giải pháp nâng cao hiệu suất động cơ của xe máy.

2.4 Nhận xét Tổng quan của đề tài.

Phần tổng quan tuân theo format của luận văn thạc sỹ; tuy nhiên tác giả cần phân tích những ưu điểm và mặt hạn chế của đề tài nghiên cứu trước nhằm đưa ra được tính mới hoặc tính kế thừa của đề tài. Từ đó, hoạch định được vấn đề cụ thể và mục tiêu cần giải quyết.

2.5 Nhận xét đánh giá về nội dung & chất lượng của LVTN.

Nội dung của luận văn cơ bản đã đáp ứng được các nhiệm vụ của đề tài đặt ra ban đầu; tuy nhiên chất lượng của luận văn cần được cải thiện. Tác giả chưa được ra được mối liên hệ giữa việc chọn động cơ bước và việc sử dụng lựa chọn này và tính tương thích với các kết quả đã trình bày trong luận văn. Kết quả mô phỏng chỉ trình bày cho một phương án (phương tác động của động cơ bước 30 độ) và chưa khảo sát ở các phương án khác, từ đó chưa đưa ra được kết quả cấu hình lựa chọn phù hợp của biên dạng họng nạp. Ngoài ra, phương pháp chia lưới khi mô phỏng chưa được nêu rõ (tự động hay thủ công), và cần phải có lý giải rõ ràng về việc chọn mô hình mô phỏng cho dòng chảy rối, đồng thời giải pháp để nâng cao độ chính xác của bài toán mô phỏng sử dụng phần mềm Ansys.

2.6 Nhận xét đánh giá về khả năng ứng dụng, giá trị thực tiễn của đề tài.

- Đề tài có khả năng ứng dụng nếu học viên chỉnh sửa ý tưởng của đề tài như sau: học viên khảo sát ảnh hưởng của việc thay đổi biên dạng đường ống nạp của động cơ xe gắn máy để đánh giá ảnh hưởng của chất lượng nạp đến hiệu suất của động cơ; từ đó làm cơ sở để xây dựng nguyên lý điều khiển động cơ bước điều chỉnh sự thay đổi của phương tác động ở các chế độ tải khác nhau. Cụ thể, đề tài nên giới hạn ở việc đi giải quyết bài toán hiện nay của xe gắn máy là việc nâng cao hiệu suất ở vùng tải thấp, và tốc độ thấp (xe chạy trong đường thành phố, và bị kẹt xe).

2.7 Luận văn cần chỉnh sửa, bổ sung những nội dung gì (thiếu sót và tồn tại).

- Đề tài cần tập trung làm rõ tính mới so với tài liệu tham khảo số 2; gợi ý đã nêu ở Mục 2.6; và học viên cần viết lại mục tổng quan nghiên cứu trong và ngoài nước.
- Mục tiêu nghiên cứu của đề tài cần được viết lại để phù hợp với tính mới;
- Để nâng cao độ tin cậy, luận văn cần nêu rõ phương pháp chia lưới, vì việc chia lưới khác nhau sẽ ảnh hưởng đến kết quả và độ tin cậy; nên việc đưa nghiên cứu về thủ thuật chia lưới vào hướng đề xuất để cải tiến đề tài ở các nội dung nghiên cứu sau là việc cần thiết;
- Cần diễn giải việc sử dụng các kết quả từ hệ số xoáy lốc ngang và đọc vào mô hình thuật toán xây dựng trên phần mềm Matlab để so sánh sự khác nhau về đặc tính động cơ của các phương án đề xuất và động cơ nguyên thủy;
- Cần có kết quả mô phỏng nhiều hơn cho việc thay đổi phương tác động của động cơ bước;
- Cần chỉnh sửa lại nội dung của tóm tắt; format danh mục chữ viết tắt, hình ảnh và bảng biểu trích dẫn cần tuân theo hướng dẫn của luận văn thạc sỹ. Các hình ảnh ví dụ 2.1 – 2.13 và hình 4.1, 4.2 cần bổ sung tài liệu tham khảo trích dẫn;
- Bổ sung tài liệu tham khảo cho các công thức trích dẫn ở Chương 2; đánh dấu công thức ở Mục 2.8 trang 28;
- Bổ sung tài liệu tham khảo cho các công nghệ T-VIS, SCW, và STCS;
- Sửa lại các lỗi chính tả trong luận văn, chỉnh sửa lại cách ghi các ký hiệu (dấu độ cần được ghi đúng theo quy ước).

II. CÁC VẤN ĐỀ CẦN LÀM RÕ

(Các câu hỏi của giảng viên phản biện)

1. Tính mới của đề tài so với nghiên cứu trước đây như đã nêu ở tài liệu trích dẫn số 2 trong mục tài liệu tham khảo?
2. Hãy nêu phương pháp chia lưới và cơ sở để chọn mô hình mô phỏng, học viên hãy trình bày cách kiểm tra độ tin cậy của kết quả mô phỏng?
3. Lý giải sự liên hệ giữa việc sử dụng động cơ bước và nội dung của đề tài?

III. ĐÁNH GIÁ

TT	Mục đánh giá	Đánh giá	
		Đạt	Không đạt
1	Tính khoa học, rõ ràng, mạch lạc, khúc chiết trong luận văn.	x	
2	Đánh giá việc sử dụng hoặc trích dẫn kết quả NC của người khác có đúng qui định hiện hành của pháp luật sở hữu trí tuệ.	x	
3	Mục tiêu nghiên cứu, phương pháp nghiên cứu sử dụng trong LVTN.	x	
4	Tổng quan của đề tài.	x	
5	Đánh giá về nội dung & chất lượng của LVTN.	x	
6	Đánh giá về khả năng ứng dụng, giá trị thực tiễn của đề tài.	x	

Đánh dấu chéo (x) vào ô muốn Đánh giá

IV. KẾT LUẬN

(Giảng viên phản biện ghi rõ ý kiến "Tán thành luận văn" hay "Không tán thành luận văn")

Đồng ý cho bảo vệ

TP Hồ Chí Minh, ngày 29 tháng 10 năm 2019

Người nhận xét

(Ký & ghi rõ họ tên)



TS. Phạm Tuấn Anh

LÝ LỊCH KHOA HỌC

I. LÝ LỊCH SƠ LƯỢC:

Họ và tên: Đặng Như Phúc

Giới tính: Nam

Ngày, tháng, năm sinh: 02/03/1972

Nơi sinh: Bình Định

Quê quán: Bình Định

Dân tộc: Kinh

Chỗ ở riêng hoặc địa chỉ liên lạc: 38/7 Phan Văn Trị, P.2, Q.5, TP.HCM.

Điện thoại cơ quan:

Điện thoại nhà riêng:

Fax:

E-mail: dangnhuphuc@gmail.com

II. QUÁ TRÌNH ĐÀO TẠO:

1. Trung học chuyên nghiệp:

Hệ đào tạo:

Thời gian đào tạo từ/..... đến .../...

Nơi học:

Ngành học:

2. Đại học:

Hệ đào tạo: Chính quy.

Thời gian đào tạo từ 09/1990 đến 07/1995.

Nơi học: Trường Đại học Thủy sản Nha Trang.

Ngành học: Cơ khí.

Tên luận văn tốt nghiệp: Nghiên cứu ảnh hưởng của một vài chất pha vào nước biển bôi trơn tới ma sát và hao mòn cặp Thép - Gỗ.

Ngày và nơi bảo vệ luận văn tốt nghiệp: 26/06/1995 tại Trường Đại học Thủy sản Nha Trang.

Người hướng dẫn: PTS. Dương Đình Đồi.

3. Thạc sĩ:

Hệ đào tạo: Chính quy.

Thời gian đào tạo từ 04/2018 đến 10/2019.

Nơi học (trường, thành phố): Trường Đại học Sư phạm Kỹ thuật Thành phố Hồ Chí Minh.

Ngành học: Kỹ thuật Cơ khí Động lực.

Tên luận văn: Nghiên cứu các giải pháp nâng cao hiệu suất động cơ của xe máy.

Ngày & nơi bảo vệ luận văn: 27/10/2019 tại Trường Đại học Sư phạm Kỹ thuật Thành phố Hồ Chí Minh.

Người hướng dẫn: PGS.TS. Đỗ Văn Dũng.

III. QUÁ TRÌNH CÔNG TÁC CHUYÊN MÔN KỂ TỪ KHI TỐT NGHIỆP ĐẠI HỌC:

Thời gian	Nơi công tác	Công việc đảm nhiệm
10/1995 – 10/2019	Cục Đăng kiểm Việt Nam	Kỹ sư

LỜI CAM ĐOAN

Tôi cam đoan đây là công trình nghiên cứu của tôi.

Các số liệu, kết quả nêu trong luận văn là trung thực và chưa từng được ai công bố trong bất kỳ công trình nào khác.

Tp. Hồ Chí Minh, ngày 05 tháng 10 năm 2019

Đặng Như Phúc

LỜI CẢM TẠ

Trong quá trình học tập và nghiên cứu tại Trường Đại học Sư phạm Kỹ thuật Thành phố Hồ Chí Minh, được sự hướng dẫn tận tình của quý thầy cô và điều kiện học tập thuận lợi của quý trường, tôi đã tiếp thu được một lượng kiến thức thiết thực hữu ích phục vụ cho quá trình làm việc và nghiên cứu của mình sau này.

Xin cảm ơn đến quý thầy cô tham gia giảng dạy lớp Cao học Cơ khí Động lực đã trang bị cho tôi nhiều kiến thức nền tảng giúp tôi hoàn thành luận văn tốt nghiệp.

Tôi xin dành lời cảm ơn sâu sắc đến thầy hướng dẫn PGS.TS Đỗ Văn Dũng, người thầy đã thắp lên trong tôi niềm đam mê và khát vọng “cháy” hết mình trong nghiên cứu khoa học.

Dù tôi đã hoàn thành luận văn nhưng chắc sẽ còn thiếu sót, mong nhận được ý kiến đóng góp của quý thầy cô để luận văn được hoàn thiện tốt hơn.

Cuối cùng, xin gửi lời cảm ơn chân thành và lời chúc sức khỏe đến quý thầy cô, gia đình và bạn bè thân hữu.

Học viên thực hiện

Đặng Như Phúc

TÓM TẮT

Nguồn năng lượng hoá thạch toàn cầu đang ngày càng cạn kiệt song nhu cầu sử dụng xe ô tô và xe máy đang dần tăng lên đòi hỏi các nhà nghiên cứu và thiết kế động cơ đốt trong cần tối ưu hoá hiệu suất của xe. Trong điều kiện hoạt động hiện nay của xe gắn máy là chạy trong đường thành phố và hay bị kẹt xe nên nhu cầu nâng cao hiệu suất của động cơ xe máy ở vùng tải thấp và tốc độ thấp là rất cấp thiết. Và một trong những cách thức dùng để cải thiện hiệu suất của động cơ là tăng cường độ xoáy của dòng khí nạp trong động cơ. Nhờ sự gia tăng xoáy lốc mà sự hoà trộn của hỗn hợp không khí - nhiên liệu được tăng cường, giúp cho quá trình cháy được tốt hơn. Qua đó hiệu suất của động cơ được nâng cao và giảm ô nhiễm môi trường. Bằng cách sử dụng phần mềm thiết kế Catia và phần mềm mô phỏng động lực học lưu chất Ansys Fluent kết hợp với Matlab, nghiên cứu tác động của động cơ bước vào hệ thống nạp của động cơ xe máy. Phần mềm Matlab dùng để tính toán công suất, mô-men xoắn và suất tiêu hao nhiên liệu của động cơ xe máy, từ đó chọn ra mô hình phù hợp nhất. Đánh giá hiệu quả cải tiến của mô hình tối ưu đó.

Từ khoá: Động cơ; động cơ bước; hệ thống nạp; vòng xoáy; công suất.

Abstract

Nowadays, the global fossil energy resources are increasingly exhausting, but demand using car and motorbike is gradually rising. This requires researchers and engineers design and optimize the performance of the internal combustion engine. In the current operating condition of motorcycles is running in city streets and traffic is often congested so the need to improve the performance of motor engines in low load areas and low speed is very necessary. And one of the ways to improve the efficiency of the engine is to increase the swirling of the intake air in the engine. The increasing vortex ring, the blending of the air-fuel mixture is enhanced, resulting in better combustion. Thereby the efficiency of the engine is enhanced and reduced environmental pollution. By using Catia design software and

Ansys Fluent fluid dynamics simulation software in conjunction with Matlab, study the impact of the motor stepping on the engine's charging system. Matlab software is used to calculate the power, torque and fuel consumption of motor vehicles, from which to choose the most suitable model. Evaluate the improvement effectiveness of that optimal model.

Keyword: Engine; step motor; intake system; vortex ring; power.

MỤC LỤC

Trang tựa	TRANG
Quyết định giao đề tài	
Lý lịch khoa học.....	i
Lời cam đoan.....	iii
Lời cảm tạ.....	iv
Tóm tắt.....	v
Mục lục.....	vii
Danh sách các chữ viết tắt và ký hiệu khoa học.....	xi
Danh sách các hình.....	xv
Danh sách các bảng.....	xvii
Chương 1. TỔNG QUAN.....	1
1.1 Dẫn nhập.....	1
1.2 Lý do chọn tài.....	3
1.2.1 Nghiên cứu trong nước.....	4
1.2.2 Nghiên cứu ngoài nước.....	7
1.3 Mục tiêu đề tài.....	11
1.4 Nhiệm vụ đề tài.....	11
1.5 Giới hạn của đề tài.....	11
1.6 Đối tượng nghiên cứu.....	12
1.7 Ý nghĩa khoa học và thực tiễn.....	12
1.8 Phương pháp nghiên cứu.....	12
1.9 Kế hoạch thực hiện.....	13
Chương 2. CƠ SỞ LÝ THUYẾT.....	14

2.1	Sơ lược về xoáy lốc	14
2.2	Định nghĩa về hiện tượng xoáy lốc.....	14
2.3	Vận tốc trung bình của dòng xoáy lốc	16
2.4	Hệ số xoáy lốc và vận tốc của mô-men động lượng.....	16
2.5	Xoáy lốc tạo ra trong quá trình hút.....	18
2.6	Xoáy lốc khi vào xy-lanh.....	20
2.7	Phương pháp đo xoáy lốc (Swirl Measurement)	23
2.8	Các yếu tố ảnh hưởng đến quá trình nạp và công suất của động cơ.....	25
2.8.1	Hệ số nạp và các yếu tố ảnh hưởng	25
2.8.2	Hệ số khí sót và các thông số ảnh hưởng	26
2.8.3	Ảnh hưởng của xoáy lốc đến dòng khí nạp	27
2.9	Động lực học ống góp nạp và trong xy-lanh	28
2.9.1	Động lực học ống góp nạp.....	28
2.9.2	Phân đầu ống góp nạp.....	29
2.9.3	Động lực học trong xy-lanh.....	31
2.9.4	Nhiệt lượng toả ra và truyền nhiệt	32
2.10	Đặc tính động cơ.....	34
2.10.1	Công suất chỉ thị.	34
2.10.2	Ma sát.....	36
2.10.3	Tổn thất ma sát trên đường ống nạp.	36
2.10.4	Mô-men xoắn và công suất.....	37
2.10.5	Suất tiêu hao nhiên liệu và hiệu suất nhiên liệu.....	40
2.10.6	Hiệu suất nạp: η_v	41

Chương 3. GIẢI PHÁP NÂNG CAO HIỆU SUẤT ĐỘNG CƠ XE MÁY	42
3.1 Ứng dụng hiện tượng xoáy lốc ở một số hãng xe	42
3.2 Chọn giải pháp nâng cao hiệu suất động cơ.	44
3.3 Chọn động cơ để thử nghiệm.....	44
3.4 Động cơ bước.....	46
3.4.1 Giới thiệu về động cơ bước	46
3.4.2 Cơ chế tác động của động cơ bước đối với hệ thống nạp.....	47
3.4.3 Chọn động cơ bước để thử nghiệm.....	48
Chương 4. MÔ PHỎNG VÀ KẾT QUẢ	51
4.1 Phương pháp mô phỏng..	51
4.2 Thiết lập trong mô phỏng Ansys ICE	52
4.3 Mô hình phân tích	54
4.4 Lưới tính toán.....	57
4.5 Thiết lập thông số.....	59
4.6 Tiến hành mô phỏng.....	63
4.7 Mô hình mô phỏng đặc tính động cơ	63
4.8 Kết quả	67
4.8.1 Quá trình tạo lưới trong toàn chu kỳ	67
4.8.2 Phở vận tốc toàn chu kỳ	68
4.8.3 Nhiệt độ theo góc quay trục khuỷu	72
4.8.4 Áp suất theo góc quay trục khuỷu.....	74
4.8.5 Tỷ lệ xoáy lốc.....	75
4.8.6 Công suất của động cơ ứng với các phương tác động của động cơ bước....	80
4.8.7 Mô-men xoắn động cơ ứng với các phương tác động của động cơ bước....	83

4.8.8 Suất tiêu hao nhiên liệu ứng với các phương tác động của động cơ bước...	84
Chương 5. KẾT LUẬN	86
5.1 Kết luận.....	86
5.2 Đề xuất.....	86
TÀI LIỆU THAM KHẢO	88
PHỤ LỤC	91

DANH SÁCH CÁC CHỮ VIẾT TẮT VÀ KÝ HIỆU

❖ Danh sách các ký hiệu khoa học:

- A: diện tích bề mặt buồng đốt (m^2).
- A_0 : diện tích lỗ dòng chảy (m^2).
- A_{ch} : diện tích bề mặt phần đầu xy-lanh (m^2).
- A_p : diện tích bề mặt đỉnh pít-tông (m^2).
- A_v : diện tích của xu-páp nạp (m^2).
- A_{vi} : diện tích hiệu dụng xu-páp nạp (m^2).
- A_φ : diện tích thân bướm ga (m^2) (một hàm của vị trí bướm ga).
- A_j và A_p : tương ứng là thành phần nhỏ nhất tiết diện dòng khí và diện tích pít-tông (m^2).
- a: thông số hiệu chỉnh trong công thức tính tỉ lệ xoáy lốc.
- B: đường kính của xy-lanh (m).
- C_d : hệ số lưu lượng dòng chảy.
- C_m : vận tốc trung bình của dòng khí (m/s).
- C_r : tỉ số nén động cơ.
- C_s : hệ số xoáy lốc.
- D: đường kính lỗ bướm ga (mm).
- d: đường kính trục bướm ga (mm).
- h: hệ số truyền nhiệt đối lưu ($W/m^2/K$).
- \bar{I}_c : mô-men động lượng.
- i : biểu thị cho xy-lanh thứ i_{th} .
- J_i : thông lượng của mô-men động lượng trong xy-lanh.
- k: số xy-lanh trong động cơ.
- L: Chiều dài thanh truyền (m).
- L_{vi} : độ nâng của xu-páp nạp (mm).
- m: hệ số đa biến trung bình của không khí.
- \dot{m}_φ : lưu lượng khối lượng khí đi qua phần đầu ống góp nạp (kg/s).

- \dot{m}_{r_i} : lưu lượng khối lượng khí lý tưởng góp chung vào ống góp nạp riêng từng xy-lanh thứ i_{th} (kg/s).
- m_f : khối lượng nhiên liệu bị đốt cháy (kg).
- N_i : công suất chỉ thị (kW).
- n : số vòng quay (vòng/phút).
- P_i : áp suất chỉ thị (Pa).
- p : áp suất trong lòng xy-lanh (Pa).
- p_0 : thể hiện cho áp suất môi trường (Pa).
- p_a : áp suất cuối quá trình nạp (Pa).
- p_{c_i} : áp suất ở xy-lanh thứ i_{th} (Pa).
- p_f : áp lực ma sát hiệu dụng trung bình (Pa).
- p_m : áp suất ống góp hút (Pa).
- p_r : áp suất khí sót (Pa).
- Q_{HV} : nhiệt trị thấp (MJ/kg) (khi đốt cháy nhiên liệu có giá trị: 42-45MJ/kg).
- Q_{hr} : nhiệt phát ra (MJ/kg).
- Q_{ht} : nhiệt truyền đi (MJ/kg).
- R : hằng số khí (J/kg.K).
- r : bán kính quay trục khuỷu (m).
- r_0 : bán kính của xu-páp nạp (m).
- \bar{S}_P : vận tốc trung bình pít-tông (m/s).
- T : nhiệt độ (K).
- T_f : mô-men ma sát (N.m).
- T_k : nhiệt độ trước xu-páp nạp (K).
- T_w : nhiệt độ thành buồng đốt (K).
- T_b : mô-men xoắn thực tế (N.m).
- T_i : mô-men xoắn biểu thị (N.m)..
- T_f : mô-men xoắn do tổn thất ma sát (N.m).

- ΔT : độ tăng nhiệt độ của khí nạp mới (K).
- $U(t)$: vận tốc tức thời của dòng khí nạp.
- \bar{U} : vận tốc trung bình (m/s).
- v_0 : vận tốc đặc trưng của dòng xoáy (m/s) (có nguồn gốc từ việc rơi áp trong quá trình đo được).
- V_m : thể tích ống góp (m^3).
- V_{ci} : là thể tích xy-lanh thứ i_{th} (m^3).
- V_d : thể tích của xy-lanh (m^3).
- V_{cl} : thể tích phần lõm xy-lanh (m^3).
- v_j : vận tốc cục bộ (m/s).
- x_b : phần khối lượng nhiên liệu bị cháy (kg).
- γ : chỉ số nén đa biến trung bình.
- ε : tỉ số nén của động cơ.
- ω_p : tốc độ góc của pít-tông với n là số vòng quay (rad/s).
- ω_s : vận tốc góc của dòng xoáy (rad/s).
- λ_1 : hệ số nạp thêm.
- λ_2 : hệ số quét buồng cháy.
- λ_t : hệ số hiệu đỉnh tỉ nhiệt.
- φ_0 : góc mở ban đầu bướm ga (độ).
- θ_0 : góc bắt đầu đánh lửa để đốt cháy nhiên liệu (rad).
- θ : góc quay trục khuỷu (rad).
- $\Delta\theta$: tổng các góc quay của trục khuỷu tính từ thời điểm nhiên liệu cháy (rad).
- τ : số kỳ của động cơ.
- ζ_j : hệ số cản,
- ρ : khối lượng riêng không khí.
- τ, τ_0 : thời gian đặc trưng riêng đầu và sau đó (s).

❖ Danh sách các chữ viết tắt:

- AQI: Air Quality Index – Chỉ số chất lượng không khí.
- CA: Crankshaft Angle – Góc quay trục khuỷu.
- CPU: Central Processing Unit – Bộ phận xử lý trung tâm.
- ĐCD: Điểm chết dưới.
- ĐCT: Điểm chết trên.
- ECU: Electronic Control Unit – Hộp điều khiển động cơ bằng điện tử.
- EGR: Exhaust Gas Recirculation – Hệ thống luân hồi khí xả.
- EVC: Exhaust Valve Close – Xu-páp thải đóng.
- EVO: Exhaust Valve Open – Xu-páp thải mở.
- GDI: Gasoline Direct Injection – Phun xăng trực tiếp.
- HCCI: Homogeneous Charge Compression Ignition – Hỗn hợp đồng nhất tự bốc cháy.
- ICE: Internal Combustion Engine – Động cơ đốt trong.
- IVC: Intake Valve Close – Xu-páp nạp đóng.
- IVO: Intake Valve Open – Xu-páp nạp mở.
- PM: Particulate Matter – Chất dạng hạt.
- PPM: Part Per Million – Một phần triệu.
- RON: Research Octane Number – Chỉ số ốc tan xác định theo phương pháp nghiên cứu.
- SCV: Swirl Control Valve – Van điều khiển xoáy lốc.
- STCS: Swirl Tumble Control System – Hệ thống điều khiển xoáy lốc dọc và xoáy lốc ngang.
- T-VIS: Toyota Variable Induction System – Hệ thống biến thiên dòng khí nạp.
- VVT: Variable Valve Timing – Hệ thống điều khiển van biến thiên thông minh.
- VCR: Variable Compression Ratio – Hệ thống thay đổi tỉ số nén biến thiên.

DANH SÁCH CÁC HÌNH

HÌNH	TRANG
Hình 2.1: Xoáy lốc ngang và xoáy lốc dọc	15
Hình 2.2: Vận tốc góc của mô-men động lượng xoáy lốc dọc và ngang	16
Hình 2.3: Xoáy lốc ngang (Swirl) trong quá trình nạp	18
Hình 2.4: Các biến thể của các dạng đường ống tạo ra xoáy lốc ngang (Swirl).....	19
Hình 2.5: Xu-páp nạp được tạo rãnh để tạo xoáy lốc	19
Hình 2.6: Xoáy lốc dọc (Tumble) chủ yếu do phun nhiên liệu.....	21
Hình 2.7: Xoáy lốc dọc (Tumble) được tạo ra khi xu-páp thường đặt nghiêng.....	22
Hình 2.8: Pít-tông được tạo biên dạng lõm để tăng xoáy lốc ngang (Swirl).....	22
Hình 2.9: Sơ đồ về phương pháp đo dòng chảy ổn định	24
Hình 2.10: Thiết bị xoáy lốc ngang (Swirl) và xoáy lốc dọc (Tumble).....	24
Hình 2.11: Phần đồ thị công trong quá trình nạp	25
Hình 2.12: Sơ đồ ống góp nạp và xả	28
Hình 2.13: Mô hình dòng khí nạp đi vào xy-lanh	29
Hình 2.14: Mô hình thiết bị đo công suất động cơ.....	38
Hình 3.1: Hệ thống T-VIS	43
Hình 3.2: Động cơ bước (Step motor).....	46
Hình 3.3: Động cơ bước 86BYGH450B-06D-34J và 86BYGH450A-06	47
Hình 3.4: Sơ đồ điều khiển của động cơ bước đối với hệ thống nạp	48
Hình 3.5: Kích thước động cơ bước 86BYGH450B-06D-34J.....	48
Hình 3.6: Sơ đồ hoạt động động cơ bước 86BYGH450B-06D-34J	50
Hình 4.1: Mô hình thực tế của hệ thống nạp động cơ Honda Future	54
Hình 4.2: Mô hình được xây dựng trong phần mềm Catia.....	55
Hình 4.3: Mô hình động cơ với phương tác động của động cơ bước 15°	56
Hình 4.4: Mô hình động cơ với phương tác động của động cơ bước 30°	56
Hình 4.5: Mô hình động cơ với phương tác động của động cơ bước 45°	56
Hình 4.6: Các bước thiết lập tổng quát trong Ansys Workbench	57

Hình 4.7: Lưới tính toán cho mô hình động cơ với phương tác động 15° ...	57
Hình 4.8: Lưới tính toán cho mô hình động cơ với phương tác động 30° ...	58
Hình 4.9: Lưới tính toán cho mô hình động cơ với phương tác động 45° ...	58
Hình 4.10: Thiết lập các lựa chọn tổng quát cho quá trình mô phỏng ...	59
Hình 4.11: Định nghĩa phản ứng cháy và các thành phần tham gia ...	60
Hình 4.12: Thiết lập thông số phun nhiên liệu và chế độ đánh lửa ...	61
Hình 4.13: Đồ thị biểu diễn góc mở van hút, van xả và độ mở của van...	62
Hình 4.14: Biểu tượng thể hiện dấu “Check” thì mới tiến hành mô phỏng ...	63
Hình 4.15: Các thông số đầu vào của động cơ xe máy Honda Future 125 cc ...	64
Hình 4.16: Xây dựng mô hình động cơ xe Honda Future 125 cc bằng Simulink ...	66
Hình 4.17: Tạo lưới trong toàn chu kỳ ...	67
Hình 4.18: Phổ vận tốc toàn chu kỳ ...	69
Hình 4.19: Phổ đường dòng dòng khí trong lòng xy-lanh cuối kỳ hút ...	70
Hình 4.20: Phổ đường dòng dòng khí trong lòng xy-lanh trong kỳ nén ...	71
Hình 4.21: Đáp ứng nhiệt độ theo góc quay của trục khuỷu ...	73
Hình 4.22: Đáp ứng áp suất trong buồng cháy theo góc quay của trục khuỷu ...	74
Hình 4.23: Tỷ lệ xoáy lốc ngang của mô hình động cơ có tác động của động cơ bước theo các phương 15° , 30° và 45° ...	76
Hình 4.24: Tỷ lệ xoáy lốc dọc của mô hình động cơ có tác động của động cơ bước theo các phương 15° , 30° và 45° ...	77
Hình 4.25: Tỷ lệ xoáy lốc ngang của mô hình động cơ nguyên mẫu và động cơ có tác động của động cơ bước (phương 30°)...	78
Hình 4.26: Tỷ lệ xoáy lốc dọc của mô hình động cơ nguyên mẫu và động cơ có tác động của động cơ bước (phương 30°)...	79
Hình 4.27: Các hệ số a, m được đưa vào Model để đánh giá tới công suất.....	81
Hình 4.28: Công suất động cơ ứng với các phương tác động của động cơ bước	82
Hình 4.29: Mô-men xoắn động cơ ứng với phương tác động của động cơ bước	83
Hình 4.30: Suất tiêu hao nhiên liệu của động cơ ứng với các phương tác động của động cơ bước.....	84

DANH SÁCH CÁC BẢNG

BẢNG	TRANG
Bảng 1.1: Tác hại chính của khí thải động cơ đốt trong.....	2
Bảng 3.1: Thông số kỹ thuật xe Honda Future 125 cc	45
Bảng 3.2: Thông số kỹ thuật động cơ bước 86BYGH450B-06D-34J	49
Bảng 4.1: Bảng thông số động cơ dùng trong mô phỏng Ansys ICE.....	53
Bảng 4.2: Các thông số đầu vào của mô hình hoá hệ thống.....	64
Bảng 4.3: Giá trị các tỉ lệ xoáy lốc theo các phương tác động của động cơ bước ...	81

Chương 1

TỔNG QUAN

1.1 Dẫn nhập

Động cơ đốt trong ra đời, đó là một bước tiến lớn của nhân loại khi đã thay thế sức lao động của con người bằng các máy móc. Điều này làm cho năng suất lao động tăng lên vượt bậc. Động lực của động cơ đốt trong tạo ra góp một phần rất lớn vào sự phát triển sản xuất, cũng như ngành giao thông. Động cơ đốt trong thay thế các cỗ máy hơi nước chạy bằng than, củi công kênh hiệu suất thấp. Nhân loại tiếp tục nghiên cứu và phát triển các loại đời động cơ mới với rất nhiều ưu điểm như hiệu suất cao hơn động cơ thế hệ trước đó.

Động cơ đốt trong luôn được cải tiến không ngừng theo hướng tăng công suất và giảm lượng khí thải gây hiệu ứng nhà kính. Hàng loạt các cải tiến có thể nhắc đến ở các hệ thống nạp, hệ thống xả, hệ thống nhiên liệu ...v.v. Các nghiên cứu này phải được dựa trên các đường đặc tính của động cơ, cũng như tình trạng làm việc thực tế. Vì thế việc nghiên cứu đặc tính động cơ cũng như các cải tiến cho động cơ tối ưu hơn được các nhà khoa học đặc biệt quan tâm.

Một trong những mối quan tâm hàng đầu của việc thiết kế động cơ là giảm mức độ phát sinh ô nhiễm ngay từ nguồn phát thải của động cơ. Muốn làm được điều đó trước tiên phải làm sao cho hoà khí trước khi vào trong buồng đốt phải được trộn đều, nghĩa là quá trình xoáy lốc phải tốt và quá trình cháy phải triệt để, sinh ít khí độc hại nhất. Vì vậy, các nhà thiết kế động cơ không chỉ chú trọng đơn thuần về công suất hay tính kinh tế của động cơ mà phải cân nhắc giữa các chỉ tiêu đó và mức độ phát sinh ô nhiễm.

Tình hình ô nhiễm ở các thành phố lớn ở Việt Nam như: Thành phố Hồ Chí Minh và Hà Nội trong những năm gần đây ngày càng tăng, ô nhiễm không khí chủ yếu là do phát thải từ động cơ đốt trong.

Động cơ xe máy là động cơ đánh lửa cưỡng bức do đó đối với động cơ này ba

chất ô nhiễm chính cần quan tâm là: NO_x , HC và CO. Trong kết quả của các phản ứng hoá học những HydroCarbon của nhiên liệu với không khí, cùng với những thành phần cơ bản của sản vật cháy khi cháy hoàn toàn: CO_2 , H_2O và N_2 thì ba chất NO_x , HC và CO là thành phần gây phát thải cao nhất. Thành phần và khối lượng của chúng phụ thuộc vào đặc trưng thực hiện quá trình đốt cháy hỗn hợp trong buồng đốt, phụ thuộc vào kết cấu buồng đốt, thời điểm đánh lửa, thời gian cháy và năng lượng tia lửa... Do vậy, cần sử dụng tất cả các biện pháp hữu hiệu tác động đến quá trình hình thành hoà trộn hoà khí và quá trình cháy nhằm loại bỏ bớt thành phần độc hại trong khí thải. Các chất độc hại này hình thành từ các thành phần sau:

Oxit Cacbon có trong khí thải do thiếu Oxy nên Cacbon cháy không hoàn toàn, hoạt động với hoà khí đậm ($\alpha < 1$), tuy nhiên ($\alpha > 1$) vẫn xảy ra hiện tượng cháy không hoàn toàn CO có thể tới 0,5%. Với ba chất ô nhiễm này có những tác hại sau đây:

Bảng 1.1: Tác hại chính của khí thải động cơ đốt trong

Chất ô nhiễm	Tác hại chính
CO	-Làm cản trở quá trình trao đổi Oxy trong máu và gây ra ngộ độc CO. Nếu nồng độ CO trong máu từ 30 đến 40 PPM sẽ làm tê liệt hệ thần kinh thực vật. Ở nồng độ 500 PPM hay cao hơn sẽ gây đau đầu. Khi cao hơn nữa sẽ gây chết người.
HC	-Kích thích thành bên trong của cơ quan hô hấp. -Một nguyên nhân gây hiện tượng mù quang hoá. Khói quang hoá gây cản tầm nhìn, kích thích mắt và là nguyên nhân gây bệnh ung thư và tàn rụi rừng.
NO_x	-Nếu nồng độ NO_x trong khí quyển từ 10 đến 30 PPM thì làm cho con người bắt đầu bị kích thích mắt, mũi, họng. Nếu từ 30 đến 50 PPM thì có thể gây ho, đau đầu và hại phổi. -Nguyên nhân chính của khói quang hoá.

Ở động cơ thể hệ mới làm việc với hỗn hợp nghèo, người ta không chế thêm vận động rối của hỗn hợp nhiên liệu - không khí trong quá trình cháy để làm giảm nồng độ các chất ô nhiễm, đặc biệt là HC. Sự tăng cường chuyển động rối sẽ làm tăng tốc độ lan tràn màng lửa và hạn chế việc xuất hiện những vùng “chết” (gần thành buồng cháy). Gia tăng vận động rối có thể thực hiện bằng cách gia tăng dòng xoáy của hỗn hợp trên đường ống nạp.

1.2 Lý do chọn tài

Thế giới ngày nay với sự phát triển mạnh mẽ của nền công nghệ ứng dụng trong lĩnh vực giao thông, góp phần vào sự phát triển nền kinh tế. Thời gian vận chuyển hàng hoá thương mại và nhu cầu đi lại con người ngày càng được rút ngắn. Sự phát triển công nghệ trong động cơ đốt trong đã làm thay đổi điều này. Trong ba loại phương tiện đường bộ, đường biển và đường hàng không thì số lượng phương tiện đường bộ chiếm số lượng lớn nhất. Nhu cầu sử dụng phương tiện cá nhân để đi lại và chuyên chở hàng hoá thiết bị tăng cao. Ở các nước đang phát triển, đặc biệt là các quốc gia tại châu Á, nhu cầu sử dụng xe gắn máy ngày càng tăng. Sự tiện dụng, cơ động cũng như giá thành giúp người dân dễ dàng sở hữu một phương tiện cá nhân riêng biệt cho nhu cầu di chuyển.

Không nằm ngoài quy luật phát triển của châu Á, ở nước ta hiện nay xe máy là phương tiện chiếm đa số trong giao thông đường bộ. Bởi sự phù hợp của phương tiện này trong đi lại, lao động sản xuất của người dân. Sự gia tăng nhanh về số lượng xe máy ở nước ta bên cạnh những ưu điểm mà phương tiện này đem tới thì không ít những vấn đề lo ngại. Một trong những vấn đề đó là sự ô nhiễm môi trường do một lượng khí xả lớn thải ra từ động cơ xe máy. Động cơ xe máy thải ra một lượng khí thải lớn gây ô nhiễm môi trường sống, gây ra hiện tượng hiệu ứng nhà kính. Lượng khí thải này ảnh hưởng trực tiếp đến sức khoẻ con người, khói bụi nơi thành phố lớn do số lượng xe máy lớn. Một vấn đề nữa là hiện nay hiệu suất trên động cơ đốt trong là chưa cao, quá trình hoà trộn và cháy chưa hoàn thiện nên chưa tạo ra công suất tối ưu. Thế giới chúng ta đang lo ngại về vấn đề cạn kiệt

nguồn nhiên liệu hoá thạch cũng như phương hướng tìm nguồn nhiên liệu thay thế. Động cơ đốt trong hiện nay thì có hiệu suất thấp và chưa tiết kiệm nhiên liệu tối ưu, vẫn còn một phần nhiên liệu cháy chưa sạch thải ra môi trường, gây tiêu hao nhiên liệu và ô nhiễm. Trước khi tìm ra nguồn nhiên liệu mới thì vấn đề nghiên cứu cải tiến động cơ đốt trong nhằm mục đích nâng cao hiệu suất và giảm tiêu hao nhiên liệu mang tính chất cấp thiết.

Tình hình nghiên cứu trong và ngoài nước:

1.2.1 Nghiên cứu trong nước

Trần Xuân Dung [1] đã nghiên cứu mô phỏng đặc tính động cơ xăng đề xuất biện pháp tăng hiệu suất.

Đề tài được thực hiện mô phỏng trên động cơ Toyota 1 NZ – FE. Xây dựng cơ sở lý thuyết các đặc tính của động cơ và mô hình toán cho việc mô phỏng các quá trình của động cơ. Trên cơ sở đó nghiên cứu hệ thống VVT-i việc thay đổi thời điểm đóng mở xu-páp đến khả năng cải tiến hiệu suất động cơ.

Qua nghiên cứu cho thấy việc thay đổi thời điểm đóng mở xu-páp ảnh hưởng đến công suất động cơ. Làm tối ưu hoá quá trình cháy, giảm được lượng khí thải động cơ và nâng cao được công suất. Tạo một cơ sở lý thuyết tin cậy cho việc nghiên cứu đặc tính động cơ xăng, mô phỏng sử dụng phần mềm Matlab/Simulink.

Lê Thanh Quang [2] đã nghiên cứu, đề xuất biện pháp nâng cao hiệu suất động cơ xe máy thông qua mô phỏng.

Đề tài được thực hiện mô phỏng trên động cơ xe máy 125 cc. Sử dụng phần mềm Catia xây dựng mô hình hình học dùng trong mô phỏng quá trình cháy của động cơ đốt trong đánh lửa 4 kỳ 1 xy-lanh với các góc nghiêng cổ nạp khí khác nhau (từ 15° đến 45° với gia số là 5°). Dùng phần mềm Ansys Fluent (với mô-đun ICE đặc trưng cho phân tích động cơ đốt trong) mô phỏng cải tiến hệ thống nạp

thông qua các hệ số xoáy lốc dọc (Tumble) và xoáy lốc ngang (Swirl) tương ứng với các trường hợp khác nhau.

Qua nghiên cứu cho thấy ở góc nghiêng của cổ nạp 30^0 có hệ số xoáy lốc dọc (Tumble) và xoáy lốc ngang (Swirl) là tối ưu nhất. Đồng thời, đặc tính công suất, mô-men xoắn của động cơ có hệ thống nạp cải tiến (góc nghiêng 30^0) là cao nhất, trong khi suất tiêu hao nhiên liệu của động cơ là thấp nhất so với các trường hợp khác.

Nguyễn Phú Thượng Lưu và Nguyễn Thành Nhân [3] đã nghiên cứu đặc tính dòng chảy không khí nạp trong động cơ dựa trên mô phỏng CFD.

Bài báo này trình bày nghiên cứu quá trình nạp của động cơ xăng bằng phương pháp mô phỏng số sử dụng chương trình mô phỏng AVL-Fire từ thời điểm pít-tông ở điểm chết trên đến khi đóng van nạp hoàn toàn (220^0 CA) để xem xét đặc tính của dòng khí nạp trong xy-lanh. Mô hình rối k-e tiêu chuẩn, cho sự xác định vận tốc, áp suất tại các vùng thể tích số cùng với những điều kiện dòng chảy nhớt, không đều của lưu chất nạp được áp dụng trong suốt quá trình mô phỏng.

Nghiên cứu thể hiện rằng, thông qua phương pháp mô phỏng cho quá trình nạp động cơ, đặc tính của khí nạp thể hiện một cách trực quan và có ý nghĩa cao trong công tác nghiên cứu, tìm hiểu ứng xử phức tạp của khí nạp. Sự hình thành của những vùng xoáy lốc ngang (Swirl) và sự xoáy lốc dọc (Tumble) của khí nạp bởi ảnh hưởng của van nạp lên đặc tính dòng khí nạp. Phân bố nhiệt độ trong xy-lanh trong suốt quá trình nạp mà kết quả từ sự hoà trộn của khí nạp mới với khí sót và sự truyền nhiệt giữa vách xy-lanh, buồng đốt, pít-tông với khí nạp mới. Diễn biến của quá trình khí nạp đi vào trong xy-lanh và áp suất trong xy-lanh theo độ mở của van nạp và chuyển động của pít-tông. Nghiên cứu có thể mở rộng cho sự xem xét ảnh hưởng của thời điểm đóng mở van nạp; hình dạng pít-tông, cửa nạp và các tốc độ khác nhau để xem xét ảnh hưởng của chúng.

Võ Danh Toàn và Huỳnh Thanh Công [4] đã mô phỏng nâng cao tính năng làm việc cho động cơ Diesel 1 xy-lanh bằng thiết kế cải tiến họng nạp.

Bài báo này trình bày nghiên cứu cải tiến họng nạp cho động cơ Diesel 1 xy-lanh RV165-2 nhằm tăng hiệu suất nạp và nâng cao tính năng làm việc thông qua mô hình hoá và mô phỏng trên phần mềm chuyên dụng AVL BOOST. Các phương án cải tiến được đề xuất và đánh giá so với mô hình hệ thống nạp hiện hữu. Điều kiện mô phỏng ban đầu được dựa trên kết cấu của động cơ và thông số điều kiện vận hành từ thực nghiệm. Các thông số về đặc tính công suất, sự cháy và khí thải được lựa chọn làm tiêu chuẩn đánh giá.

Nghiên cứu thể hiện rằng, bằng phương án cải tiến họng nạp đã tăng hiệu suất nạp, khả năng hoà trộn hỗn hợp nhiên liệu và không khí, giúp quá trình cháy tốt hơn, tăng công suất động cơ, giảm suất tiêu hao nhiên liệu và khí thải.

Huỳnh Diệp Ngọc Long [5] đã nghiên cứu thiết kế mẫu động cơ 3 xy-lanh Diesel phun gián tiếp có buồng cháy Three Vortex Combustion (TVC), sử dụng nhiên liệu sinh học Bio-Diesel (tham khảo động cơ 3 xy-lanh Kubota D1703-M-E3B).

Đề tài đề cập đến nghiên cứu cách thiết kế mẫu chi tiết động cơ bằng kỹ thuật thiết kế ngược, dựa trên nền tảng mẫu là động cơ Kubota D17-M-E3B. Qua cách thu thập số liệu và kết hợp nhiều phần mềm thiết kế, mô phỏng tính toán cho chi tiết chế tạo.

Đề tài đã thu thập dữ liệu tính toán và nghiên cứu điều kiện làm việc các chi tiết và mô phỏng trên phần mềm Catia, Ansys. Thiết kế được 5 chi tiết chính của động cơ mẫu: pít-tông, thanh truyền, trục khuỷu, thân máy và nắp máy. Kiểm nghiệm sức bền của 5 chi tiết chính: pít-tông, thanh truyền, trục khuỷu, thân máy và nắp máy.

1.2.2 Nghiên cứu ngoài nước

Weeks và Moskwa [6] đã mô hình hoá động cơ ô tô cho kiểm soát thời gian thực dùng Matlab/Simulink.

Bài báo sử dụng phần mềm Matlab để mô phỏng một động cơ xăng 4 kỳ. Cách xây dựng một mô hình động cơ trong phần mềm Matlab/Simulink. Hướng dẫn cách sử dụng phần mềm. Sự cần thiết của mô hình hoá động cơ trong mô phỏng và cải tiến đặc tính giảm khí thải.

Xây dựng được 5 mô hình chính trên động cơ xăng trong phần mềm: Mô hình điều khiển nhúng điện tử, đánh lửa, cảm biến điều khiển và mô hình truyền lực.

Wu và các cộng sự [7] đã mô hình hoá động cơ với tác động đầu vào và ra cho kiểm soát thời gian thực.

Bài báo nói về nội dung mô phỏng các đặc tính của động cơ Yamaha dung tích 125 cc. Tác giả đã tính toán các đặc tính đầu ra của động cơ xe máy dựa trên đề xuất 2 mô hình mô phỏng: mô hình chức năng mô-men xoắn (torque function model) và mô hình tốc độ toả nhiệt của quá trình cháy (heat release model). Mô phỏng các quá trình làm việc của động cơ dựa trên phần mềm Matlab/Simulink bao gồm các mô hình đầu vào truyền nhiệt, ma sát và động học sinh ra của động cơ.

Cả hai mô hình được đề xuất trong nghiên cứu đều có kết quả gần sát với thực nghiệm. Tuy nhiên mỗi mô hình có đặc điểm khác nhau: mô hình chức năng mô-men xoắn có ưu điểm trong việc mô phỏng tính toán đặc tính động cơ với thời gian ngắn và phù hợp với mô phỏng điều khiển các trạng thái trong xe Hybrid. Trong khi đó, mô hình tốc độ toả nhiệt có ưu điểm trong việc mô phỏng điều khiển hệ thống truyền lực trong động cơ và xét các ảnh hưởng của sự dịch chuyển dòng khí nạp đến quá trình cháy động cơ.

Myung và các cộng sự [8] đã nghiên cứu ảnh hưởng của việc điều khiển thời điểm đóng mở van và chuyển động dòng khí nạp trên đặc tính tạo thành khí HC và NO_x quá trình cháy.

Ảnh hưởng của khí nạp vào buồng đốt động cơ sẽ ảnh hưởng đến quá trình cháy sạch. Bài báo là một thí nghiệm nhằm kiểm tra quá trình đốt trong động cơ ở các thời điểm đóng mở xu-páp nạp khác nhau ở điều kiện không toàn tải.

Bài báo kết luận rằng thời điểm mở xu-páp nạp sớm có hiệu quả, quá trình hoà trộn nhiên liệu và không khí đều hơn, phân phối khí tối ưu làm giảm HC và điều chỉnh độ tăng NO_x thải ra môi trường. Với sự xoáy lốc dọc (Tumble) thì hàm lượng HC giảm 12% ở chế độ tỉ lệ xoáy lốc dọc chiếm 50% và giảm thêm được 16% HC khi xoáy lốc dọc tiếp tục điều chỉnh lên 75%. Cần cân chỉnh lại lượng NO_x thải ra.

Li và các cộng sự [9] đã phân tích các chuyển động của xoáy lốc dọc (Tumble) và xoáy lốc ngang (Swirl) trong động cơ cháy cưỡng bức (SI) có 4 van.

Bài báo đề cập đến vấn đề tỉ lệ tạo xoáy lốc dọc (Tumble) và xoáy lốc ngang (Swirl) trong buồng đốt của một động cơ xăng 4 kỳ có 4 van xu-páp. Xây dựng được mô hình thí nghiệm và mô phỏng tỉ lệ xoáy lốc ngang trong lòng xy-lanh động cơ ở 2 kỳ là nạp và nén của động cơ, thiết lập các mô hình và đồ thị tỉ lệ ở từng thời điểm quay của trục khuỷu động cơ.

Bài báo đã mô phỏng được sự xoáy lốc trong buồng đốt động cơ và xét tính ảnh hưởng của tỉ lệ xoáy lốc dọc (Tumble) và xoáy lốc ngang (Swirl) đến sự hoà trộn ở kỳ nạp và nén. Nghiên cứu được năng lượng xoáy lốc ngang tốt cho quá trình nén trong động cơ.

Habchi và các cộng sự [10] đã nghiên cứu ảnh hưởng của nhiệt độ vách lên hỗn hợp hoà trộn trong động cơ xăng phun trực tiếp.

Bài báo đề cập ảnh hưởng của nhiệt độ vách lên hỗn hợp hoà trộn trong động cơ xăng phun trực tiếp. Các mô hình tương tác phun vách và màng chất lỏng được phát triển, xác nhận và sử dụng để cung cấp hiểu biết tốt hơn về nhiên liệu phân phối

trong động cơ xăng phun trực tiếp với khái niệm rộng hơn. Các phép tính số bao gồm quá trình đốt cháy là được thực hiện để nghiên cứu ảnh hưởng của nhiệt độ pít-tông đến việc chuẩn bị hỗn hợp trong điều kiện hoạt động của hệ thống phân tầng. Trong quá trình hoạt động lạnh hoặc bắt đầu lạnh, lên đến 25% khối lượng phun tạo thành một màng chất lỏng trên mặt đỉnh pít-tông. Điều này phần lớn ảnh hưởng đến hiệu suất cháy. Tăng nhiệt độ pít-tông giảm lượng xăng không bị cháy. Không có màng chất lỏng đáng kể nào còn sót lại trên pít-tông khi nhiệt độ của nó vượt quá nhiệt độ sôi và nhiệt độ Leidenfrost. Kết quả này cũng phù hợp với các quan sát thực nghiệm có sẵn để xác nhận sự biến mất của màng chất lỏng khi nhiệt độ pít-tông vượt quá 460°K.

Các tính toán động cơ xăng kiểu phun trực tiếp thể hiện tính hữu dụng tiềm năng của mô hình tương tác phun vách và màng để dự đoán hỗn hợp chuẩn bị. Nghiên cứu này cho thấy rằng cho đến khi nhiệt độ pít-tông đạt 400°K, đến 20% lượng xăng được phun vẫn giữ được chất lỏng (giống như không nung) trên bề mặt đỉnh pít-tông. Không có màng chất lỏng đáng kể nào trên pít-tông khi nhiệt độ của nó vượt quá nhiệt độ sôi và nhiệt độ Leidenfrost.

Sherazi và Li [11] đã nghiên cứu tổng quan động cơ hỗn hợp đồng nhất tự bốc cháy (HCCI).

Bài báo đề cập đến động cơ hỗn hợp đồng nhất tự bốc cháy (HCCI) là sự kết hợp của cả Spark Ignition (cháy cưỡng bức, động cơ SI hay động cơ Otto) và Compression Ignition (tự bốc cháy, động cơ Diesel). Nó sử dụng hỗn hợp không khí nhiên liệu đồng nhất như động cơ SI và sử dụng tỉ lệ nén cao thường cho phép hỗn hợp tự động đốt cháy như động cơ Diesel. Hỗn hợp đồng nhất nghèo trong HCCI làm giảm phát thải hạt và hỗn hợp không khí nhiên liệu nghèo giúp tự động đốt cháy, làm giảm phát thải Oxit Nitơ NO_x khoảng 90 - 98 %. Động cơ HCCI cung cấp một sự gia tăng hiệu quả nhiên liệu lên đến 15-30%, so với động cơ SI. Tuy nhiên, HCCI chỉ hoạt động tốt trên một phạm vi hoạt động tương đối hẹp, trừ khi hình học động cơ hoặc các thông số vận hành được điều chỉnh. Trong quá trình đốt cháy

động cơ HCCI được bắt đầu thông qua điện tích đồng nhất, và không có cơ chế trong xi-lanh trực tiếp để điều khiển tự động đánh lửa. Bài báo này tập trung vào hiệu suất của động cơ HCCI, những thách thức, phương pháp để gây ra sự cháy, thiết kế bộ điều khiển và hướng và xu hướng trong tương lai.

Sau khi xem xét các động cơ HCCI, tác giả thu được một phân tích rằng, động cơ HCCI có tiềm năng mạnh mẽ để cải thiện hiệu suất nhiên liệu hơn so với động cơ hiện đang sử dụng, giảm NO_x, và phát thải bồ hóng so với động cơ Diesel. Việc triển khai động cơ HCCI đòi hỏi ba rào cản chính: kiểm soát quá trình đốt cháy, phát thải HC và CO và phạm vi hoạt động cần được khắc phục để vận hành HCCI thành công. Quá trình đốt HCCI rất phụ thuộc vào động học hoá học. HCCI có thể được áp dụng cho nhiều loại nhiên liệu và lựa chọn nhiên liệu sẽ có tác động đáng kể đến cả chiến lược thiết kế và kiểm soát động cơ. Mô hình vùng đơn và tất cả các tham số được sử dụng để nghiên cứu hành vi đốt cháy, phát thải và hiệu suất đã thảo luận. Năm chiến lược kiểm soát chính cũng được đánh dấu, có thể được sử dụng để duy trì, ổn định hoạt động HCCI. Cuối cùng, việc kiểm soát thời gian đánh lửa, xác định quá trình đốt cháy chính và do đó có ảnh hưởng mạnh đến hiệu suất và phạm vi hoạt động của động cơ HCCI, bởi vì quá trình đốt cháy sớm và muộn có thể dẫn đến việc đốt cháy kiểu va đập mạnh làm hỏng động cơ. Do đó, nhu cầu kiểm soát quá trình đốt cháy tốt là cần thiết để đạt được hoạt động HCCI thành công.

Từ những tổng quan trên cho thấy đã có nhiều công trình khoa học tập trung giải quyết các vấn đề nêu trên của động cơ đốt trong. Nghiên cứu tăng cường xoáy lốc trong đường ống nạp là một trong những hướng nghiên cứu nhằm tạo ra những động cơ xe máy tốt hơn, tiết kiệm nhiên liệu, giảm lượng khí xả ra môi trường. Trong điều kiện hoạt động của xe gắn máy là chạy trong đường thành phố và hay bị kẹt xe nên nhu cầu nâng cao hiệu suất của động cơ xe máy ở vùng tải thấp và tốc độ thấp là rất cấp thiết. Nhận thấy được tầm quan trọng của vấn đề này tác giả quyết định chọn đề tài: “Nghiên cứu các giải pháp nâng cao hiệu suất động cơ của xe máy.”

1.3 Mục tiêu đề tài

Mục tiêu đề tài là tìm giải pháp nâng cao hiệu suất động cơ của xe máy khi hoạt động ở vùng tải thấp và tốc độ thấp. Sau khi nghiên cứu các cơ sở lý thuyết về các giải pháp nâng cao hiệu suất động cơ, chọn giải pháp tăng cường xoáy lốc và tiến hành thử nghiệm trên động cơ một dòng xe máy cụ thể. Xử lý số liệu thu thập được và rút ra kết luận về hiệu quả của giải pháp đã chọn.

1.4 Nhiệm vụ đề tài

Đề tài cần làm được rõ các nội dung sau:

- Nghiên cứu cơ sở lý thuyết tính toán các đặc tính đầu ra trong động cơ (công suất, mô-men xoắn, suất tiêu hao nhiên liệu).
- Xét sự ảnh hưởng của các thông số trên hệ thống nạp đến đặc tính động cơ. Trên cơ sở đó, đề xuất giải pháp tăng cường hiệu quả quá trình nạp cho động cơ xe máy Honda 125 cc.
- Thử nghiệm bằng phương pháp mô phỏng động cơ, xây dựng mô hình hoá mô phỏng các đặc tính động cơ bằng phần mềm Ansys Fluent, Matlab/Simulink.
- Xử lý số liệu thử nghiệm và đưa ra kết luận về giải pháp đã chọn.

1.5 Giới hạn của đề tài

Nghiên cứu đặc tính động cơ để từ đó tăng hiệu suất động cơ và giảm ô nhiễm môi trường là một vấn đề nghiên cứu khá rộng. Có nhiều sự liên quan các thông số và các hệ thống trong động cơ trong quá trình nghiên cứu. Trong đề tài này tập trung vào nghiên cứu đặc tính công suất từ đó đề xuất giải pháp tăng cường quá trình nạp trong động cơ hoạt động ở vùng tải thấp và tốc độ thấp để được một hiệu suất tốt hơn.

Ảnh hưởng của các cải tiến hệ thống nạp đến các thông số công suất và khí thải so với ban đầu chưa cải tiến. Đánh giá được kết quả nghiên cứu đem lại sự tốt hơn cho động cơ. Đề tài chỉ dừng lại ở mức mô phỏng.

1.6 Đối tượng nghiên cứu

Đề tài nghiên cứu là các giải pháp nâng cao hiệu suất động cơ của xe máy. Quá trình nạp và xoáy lốc là vấn đề được tập trung nghiên cứu trong đề tài. Sự tăng cường xoáy lốc trong buồng đốt ở giai đoạn khởi động động cơ và chế độ tải thấp được nghiên cứu ảnh hưởng đến hiệu suất động cơ thông qua sự thay đổi hiệu suất nạp. Từ nghiên cứu này đưa ra tài liệu cơ sở lý thuyết tin cậy về tác động thay đổi các thông số nạp ảnh hưởng đến hiệu suất, khí thải động cơ.

1.7 Ý nghĩa khoa học và thực tiễn

a. Ý nghĩa khoa học

Đề tài xây dựng một nguồn tài liệu làm cơ sở tin cậy cho quá trình nghiên cứu động cơ. Nghiên cứu được sự ảnh hưởng thay đổi dòng khí nạp ảnh hưởng đến hiệu suất động cơ và giảm thiểu lượng khí thải gây ô nhiễm môi trường. Nghiên cứu cải tiến hệ thống nạp mới nhằm tăng cường xoáy lốc dòng khí nạp đánh giá khả năng của cải tiến mới so với chưa cải tiến.

b. Ý nghĩa thực tiễn

Tìm thêm các giải pháp mới để nâng cao hiệu suất động cơ của xe máy hoạt động trong vùng tải thấp và tốc độ thấp là nghiên cứu thiết thực trong việc cải tiến động cơ đốt trong. Việc xây dựng và mô phỏng động cơ bằng phần mềm Ansys Fluent và Matlab/Simulink sẽ đem lại một số ưu điểm như tiết kiệm thời gian, chi phí, công sức... Điều này phù hợp với tình hình nghiên cứu của nước ta hiện nay.

1.8 Phương pháp nghiên cứu

Quá trình nghiên cứu đề tài đã sử dụng các phương pháp sau:

- Phương pháp khảo sát đối tượng.
- Phương pháp nghiên cứu tài liệu.
- Phương pháp xây dựng mô hình toán và mô phỏng.

- Phương pháp thiết kế, mô phỏng CFD và mô phỏng số.
- Phương pháp so sánh đối chiếu kết quả.

1.9 Kế hoạch thực hiện.

Thời gian Công việc	Tháng 5/2018 - tháng 03/2019										
	05	06	07	08	09	10	11	12	01	02	03
1. Đăng ký tên đề tài.	X										
2. Xác định đề tài nghiên cứu, xác định hướng nghiên cứu.	X										
3. Tìm hiểu, thu thập tài liệu về vấn đề nghiên cứu.	X										
4. Viết chương I, II.		X	X	X							
5. Viết chương III.					X	X					
6. Viết chương IV, V.							X	X	X	X	
7. Hoàn chỉnh thủ tục, bảo vệ luận văn. Kết thúc nghiên cứu.											X

Chương 2

CƠ SỞ LÝ THUYẾT

2.1 Sơ lược về xoáy lốc

Ta đã biết muốn công suất động cơ tăng lên thì quá trình cháy phải tối ưu và quá trình nạp phải tốt, quá trình xả phải sạch, hoà khí phải trộn đều.

Trên ô tô đã có nhiều ứng dụng làm cho quá trình nạp tối ưu mà liên quan đến xoáy lốc, đó là: hệ thống T-VIS (*Toyota Variable Induction System*), dòng xe Nissan thì có hệ thống SCV (*Swirl Control Valve*) và trên xe máy có hệ thống STCS (*Swirl Tumble Control System*).

Xoáy lốc có hai dạng chính, đó là: xoáy lốc ngang (*Swirl*) và xoáy lốc dọc (*Tumble*). Ngoài ra còn có xoáy lốc ngược với xoáy lốc dọc.

Xoáy lốc trên động cơ đốt trong là một thông số quan trọng để tạo nên hệ số nạp, sự hoà trộn nhiên liệu và không khí có tối ưu hay không. Chi tiết về hiện tượng xoáy lốc sẽ được trình bày cụ thể dưới đây.

2.2 Định nghĩa về hiện tượng xoáy lốc

Quá trình chuyển động của dòng khí nạp trong động cơ là yếu tố chính quyết định đến quá trình cháy và sự hoà trộn hoà khí, đó chính là vấn đề xoáy lốc trong động cơ.

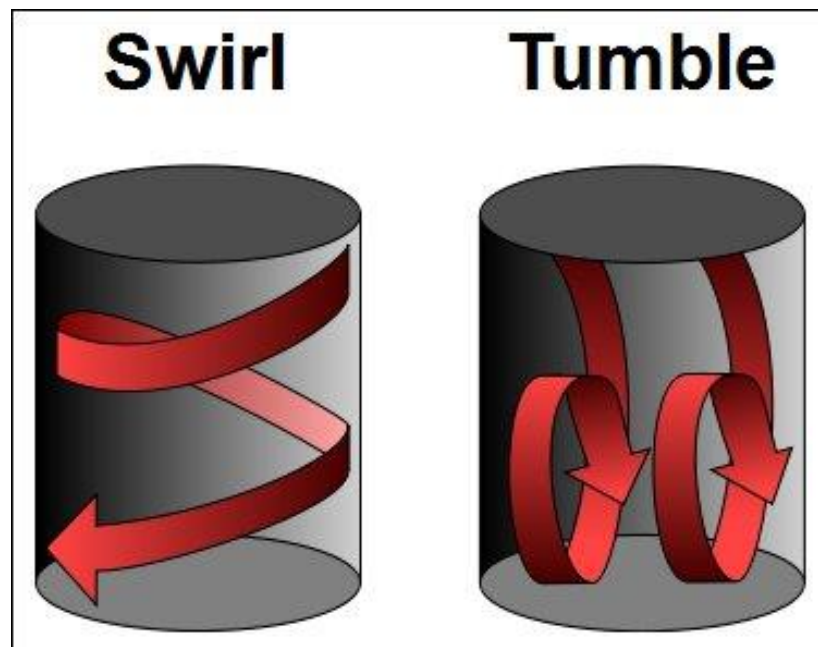
Vấn đề xoáy lốc bị chi phối bởi yếu tố như: hình dạng của đường ống nạp, hình dạng đỉnh pít-tông. Như vậy: xoáy lốc thường được định nghĩa là sự chuyển động xoay tròn của dòng môi chất nạp vào trong xy-lanh của động cơ.

Xoáy lốc được tạo ra do áp suất chân không của quá trình nạp khi môi chất có động năng ban đầu. Sự xoáy lốc này giảm khi có sự ma sát xảy ra trong chu trình hoạt động của động cơ. Sự xoáy lốc này có thể tồn tại trong các chu trình của động cơ như quá trình nạp thì hoà khí đi vào tạo nên xoáy lốc, quá trình nén dưới sự dịch chuyển của pít-tông đi từ ĐCD đến ĐCT thì cũng gây nên sự xoáy lốc, kỳ nổ cũng vậy khi hoà khí bốc cháy thì do sự giãn nở của áp suất quá nhanh nên cũng gây

xoáy lốc, kỳ xả thì môi chất thoát ra ngoài cũng gây sự xoáy lốc nhưng ít do sự chênh lệch áp suất giữa bên trong buồng đốt và ngoài buồng đốt, khi hoàn thành quá trình cháy thì tới kỳ xả lúc này áp suất trong buồng đốt rất lớn nên khi xu-páp thải mở thì lượng khí đã cháy thoát ra ngoài, do đó ít gây hiện tượng xoáy lốc.

Trong quá trình thiết kế động cơ, pít-tông thường được làm lõm để tạo xoáy lốc, còn trong động cơ Diesel và động cơ nạp phân tầng (Stratified Charge) thì hiện tượng xoáy lốc được thể hiện rõ đó là sự chuyển động nhanh của hoà khí khi hoà khí được nạp vào và quá trình phun nhiên liệu. Sự xoáy lốc cũng được thấy ở quá trình đánh lửa với chu kỳ nhiều (khi xe tăng tốc), trong động cơ hai kỳ thì sự xoáy lốc được thể hiện ở quá trình quét thải khí. Trong một số động cơ có buồng đốt phụ thì quá trình xoáy lốc xảy ra. Ở buồng đốt phụ thì quá trình xoáy lốc là rất quan trọng.

Xoáy lốc được phân loại thành hai thành tố chính, đó là: xoáy lốc ngang (Swirl) và xoáy lốc dọc (Tumble).



Hình 2.1: Xoáy lốc ngang và xoáy lốc dọc

2.3 Vận tốc trung bình của dòng xoáy lốc

Vận tốc trung bình của dòng xoáy lốc được thiết lập từ các công thức toán học xây dựng trên mô hình động cơ, được xác lập qua công thức sau:

$$U(t) = \bar{U} + u(t) \quad (2.1)$$

Nhìn vào công thức trên ta thấy rằng: Vận tốc tức thời của dòng khí được tính thông qua một vận tốc tức thời (chú thích các giá trị được đề cập ở mục ký hiệu).

Đối với dòng khí nạp là ổn định thì ta áp dụng theo công thức sau:

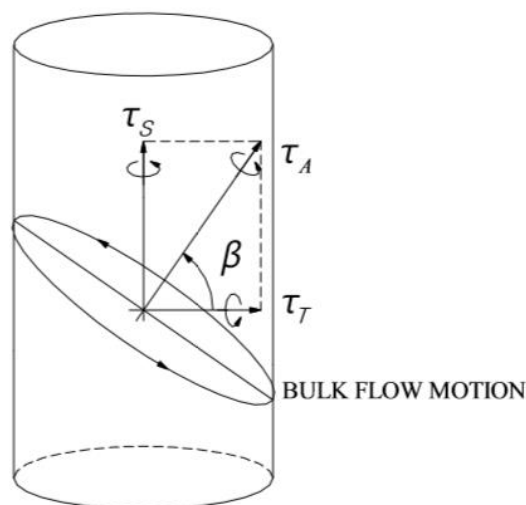
$$\bar{U} = \lim_{\tau \rightarrow \infty} \frac{1}{\tau} \int_{\tau_0}^{\tau_0 + \tau} U(t) dt \quad (2.2)$$

Trong đó : τ, τ_0 lần lượt là thời gian đặc trưng riêng đầu và sau đó.

Như vậy, vận tốc trung bình của dòng khí nạp khi có hiện tượng xoáy lốc được tính thông qua một vận tốc giới hạn có chứa vận tốc tức thời của dòng khí.[12]

2.4 Hệ số xoáy lốc và vận tốc của mô-men động lượng

Khi các xoáy lốc được tạo ra thì bản thân nó xuất hiện mô-men động lượng các thành phần vận tốc của mô-men động lượng từ xoáy lốc dọc và xoáy lốc ngang. Mô-men xoáy này tương đương với thông lượng của mô-men động lượng trên máy bay, nghĩa là khi máy bay hoạt động thì tạo ra những vùng có mô-men xoáy giống với trường hợp này. Hiện thị rõ ở hình sau:



Hình 2.2: Vận tốc góc của mô-men động lượng xoáy lốc dọc và ngang

Xoáy lốc ngang được đặc trưng bởi vận tốc góc của mô-men động lượng chính là τ_s . Xoáy lốc dọc được đặc trưng bởi vận tốc của mô-men động lượng chính là τ_T . Hợp hai vận tốc này tạo thành vận tốc tổng hợp.

$$\tau_A = \sqrt{\tau_T^2 + \tau_s^2} \quad (2.3)$$

β là góc nghiêng hợp giữa hai véc tơ vận tốc τ_A và τ_T
 Khi đó góc β được tính bởi công thức sau:

$$\beta = \tan^{-1}\left(\frac{\tau_s}{\tau_T}\right) \quad (2.4)$$

Hệ số xoáy lốc (Swirl Coefficient) là điều kiện thiết yếu để so sánh với dòng chảy của mô-men động lượng với trục của mô-men động lượng ấy. Nó được xác định bởi công thức sau:

$$C_s = \frac{\omega_p \cdot B}{v_0} \quad (2.5)$$

Hệ số xoáy lốc C_s được tính thông qua công thức từ thực nghiệm có liên quan đến tốc độ góc của pít-tông với n là số vòng quay $\omega_p = 2\pi \cdot n / 60$, đường kính B của xy-lanh và v_0 -vận tốc đặc trưng của dòng xoáy, nó có nguồn gốc từ việc rơi áp trong quá trình đo và được xác định qua công thức $v_0 = \left[\frac{2(p_o - p_c)}{\rho}\right]^{0.5}$. Trong đó p_o , p_c lần lượt là áp suất trong xy-lanh và áp suất tham chiếu, ρ là mật độ của môi chất.

Hệ số dòng chảy được tính dựa trên lưu lượng Q của môi chất nạp vào, được tính:

$$C_f = \frac{Q}{A \cdot v_0} \quad (2.6)$$

Với: A là diện tích của xu-páp, v_0 là vận tốc riêng của dòng khí.

Khi đó hai thành tố: xoáy lốc ngang và xoáy lốc dọc được tính như sau:

$$\text{Hệ số xoáy lốc ngang: } C_s = \frac{\omega_s B}{v_0} = \frac{8\tau_s}{mBv_0} \quad (2.7)$$

$$\text{Hệ số xoáy lốc dọc: } C_T = \frac{\omega_T B}{v_0} = \frac{8\tau_T}{mBv_0} \quad (2.8)$$

Trong đó:

B là đường kính của xy-lanh.

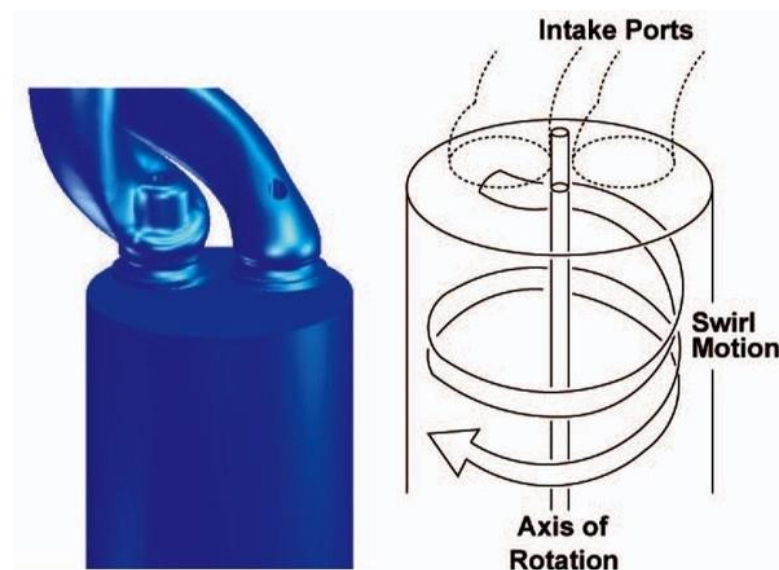
ω_T, ω_S lần lượt là vận tốc góc của xoáy lốc dọc và xoáy lốc ngang.

m là khối lượng của dòng khí nạp vào.

$$\text{Hệ số xoáy lốc tổng hợp: } C_A = \sqrt{C_s^2 + C_T^2} \quad [13] \quad (2.9)$$

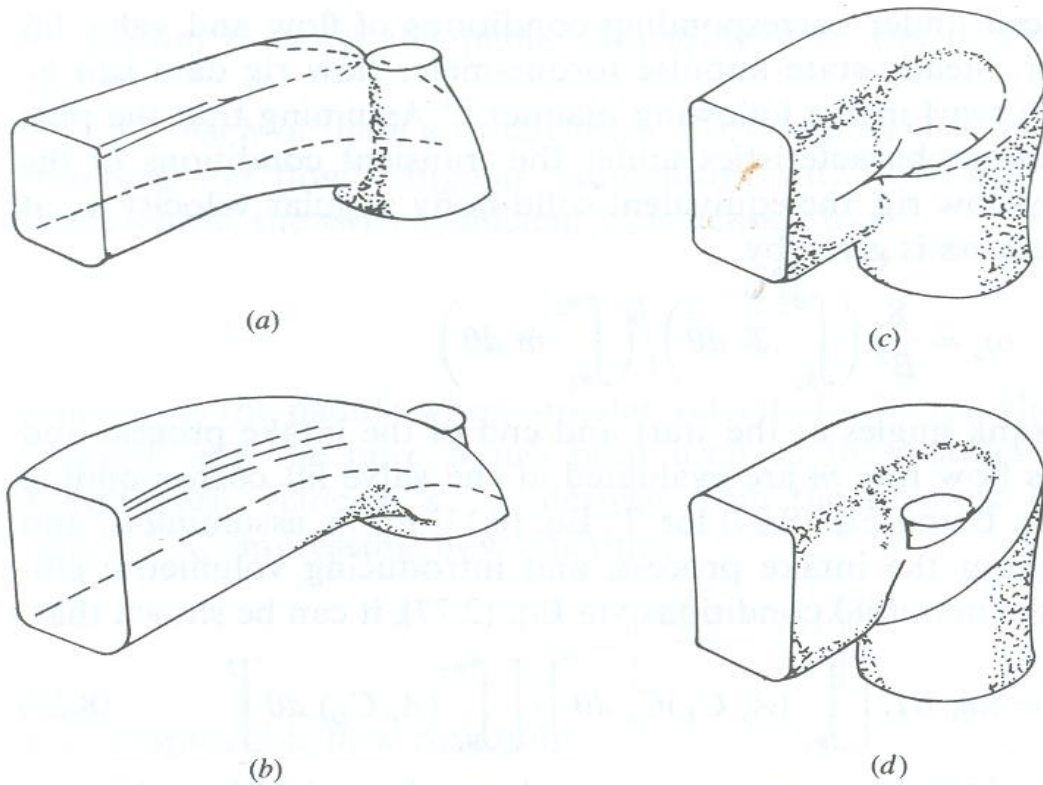
2.5 Xoáy lốc tạo ra trong quá trình hút

Hiện tượng xoáy lốc tạo ra trong quá trình hút hoà khí chủ yếu là do hai phát sinh chính, đó là: dòng khí nạp khi hút vào tạo với thành xy-lanh theo phương tiếp tuyến khi pít-tông đi từ ĐCT đến ĐCD và xoáy lốc được tạo ra phần lớn khi đi qua xu-páp nạp. Dòng khí sẽ tạo ra sự xoay tròn quanh thân xu-páp trước khi đi vào buồng đốt. Sự xoáy lốc xung quanh chu vi của xu-páp nạp là không đồng nhất, vì vậy xoáy lốc tại xu-páp nạp có một mô-men động lượng đáng kể. Xoáy lốc trong quá trình nạp thường là xoáy lốc ngang (Swirl) vì loại xoáy lốc này làm hoà khí được hoà trộn tối ưu theo thể tích công tác.



Hình 2.3: Xoáy lốc ngang (Swirl) trong quá trình nạp

Xoáy lốc ngang (Swirl) thường được ứng dụng nhiều vì làm cho hoà khí được hoà trộn tối ưu, như vậy để xảy ra hiện tượng xoáy lốc ngang (Swirl) thường nhà thiết kế tạo cho xu-páp nạp có rãnh hoặc chế tạo đường ống nạp có biên dạng tạo ra xoáy lốc ngang.



Hình 2.4: Các biến thể của các dạng đường ống tạo ra xoáy lốc ngang (Swirl)



Hình 2.5: Xu-páp nạp được tạo rãnh để tạo xoáy lốc

2.6 Xoáy lốc khí vào xy-lanh

Khi dòng khí nạp đi qua xu-páp thì có mô-men động lượng ban đầu, do đó khi bước vào trong buồng đốt thì mô-men động lượng bắt đầu giảm trong kỳ nạp do có sự ma sát của dòng khí với thành xy-lanh và các phần tử của dòng khí với nhau. Đặc biệt là sự xoáy lốc này sẽ giảm 1/4 đến 1/3 khi cuối quá trình nén. Tuy nhiên, vận tốc của xoáy lốc là tăng lên trong quá trình nén tùy theo thiết kế phù hợp của buồng đốt. Theo định luật bảo toàn động lượng thì:

$$\frac{d\bar{I}_c}{dt} = J_i - T_f \quad (2.10)$$

Nhìn vào công thức ta thấy rằng:

Đạo hàm của mô-men động lượng chính là hiệu số giữa thông lượng của mô-men động lượng trong xy-lanh và mô-men ma sát.

Tại mỗi điểm của quá trình nạp J_i được tính theo công thức:

$$J_i = \int_{A_v} \rho r v_o . dA_v \quad (2.11)$$

Tại mỗi điểm của quá trình nạp thông lượng của mô-men động lượng trong xy-lanh được tính trên miền tích phân toàn phần theo diện tích của xu-páp nạp nhân với mật độ dòng khí nạp, bán kính xu-páp nạp và vận tốc trung bình của dòng khí.

Trong khi đó mô-men động lượng của dòng khí khi đi vào xy-lanh trong quá trình nạp được tính bởi công thức sau:

$$\bar{I}_c = \int_{t_{iv}}^{t_{ic}} \int_{A_v} \rho r_0 v_o . dA_v dt \quad (2.12)$$

Mô-men động lượng tại thời điểm nạp sẽ bị giảm dần do ma sát giữa các phần tử khí và ma sát giữa dòng khí với xu-páp nạp, ma sát sẽ tiếp tục tăng dần trong kỳ nén, do đó mô-men động lượng của chúng sẽ giảm dần theo thời gian.

Công thức tính chính xác về ma sát được trình bày ở công thức sau:

$$\tau = \frac{1}{2} \rho \left(\frac{\omega_s \cdot B}{2} \right)^2 \cdot C_F \quad (2.13)$$

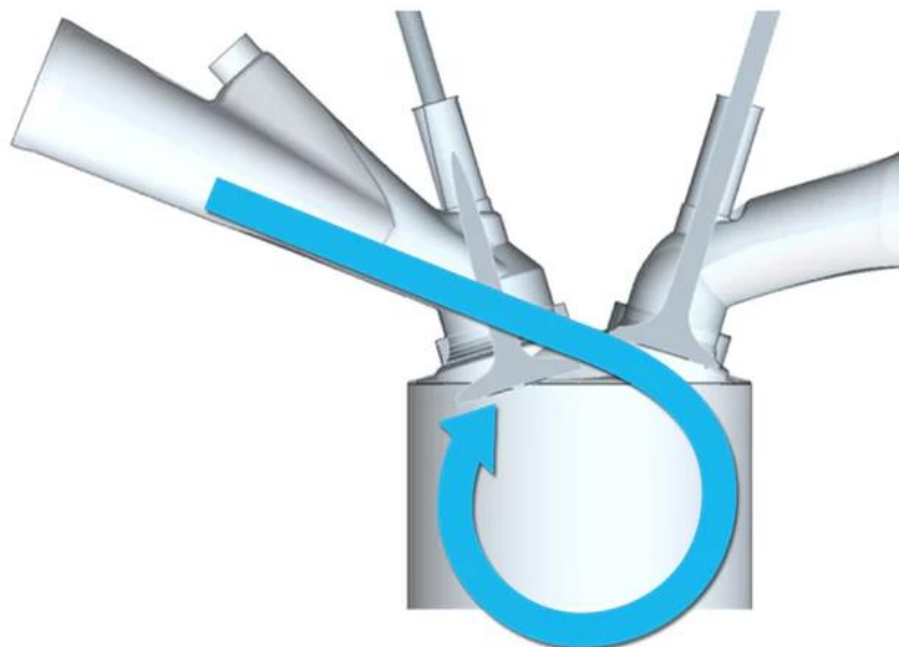
Ma sát được tính như công thức ở trên ta thấy rằng:

Khi tăng đường kính B lên thì ma sát tăng lên theo tỉ lệ bình phương vì diện tích tiếp xúc giữa xy-lanh và pít-tông là nhiều, khi vận tốc dòng xoáy lớn cũng không tốt vì nếu lớn quá thì sẽ gây ra hiện tượng hoà khí hoà trộn không đều, chỗ đậm chỗ nhạt, việc đốt cháy không hoàn hảo sinh ra muội than nhiều nên gây ma sát.

C_F là hệ số ma sát được tính bởi công thức:

$$C_F = 0.037 \lambda (\text{Re}_B)^{-0.2} \quad [13]$$

Khi vào xy-lanh thì hiện tượng xoáy lốc ngang (Swirl) là chủ yếu do thiết kế đỉnh pít-tông có biên dạng lồi, lõm. Ngoài ra, còn xoáy lốc dọc chủ yếu là phun nhiên liệu. Xoáy lốc dọc (Tumble) còn được tạo ra khi xu-páp đặt trên động cơ phương của đường tâm dọc thân xu-páp và phương vuông góc của xy-lanh là có một góc lệch, còn xoáy lốc ngang (Swirl) tạo ra khi góc lệch này là nhỏ.



Hình 2.6: Xoáy lốc dọc (Tumble) chủ yếu do phun nhiên liệu



Hình 2.7: Xoáy lốc dọc (Tumble) được tạo ra khi xu-páp thường đặt nghiêng

Quá trình xoáy lốc ngang (Swirl) trong xy-lanh được tạo ra do nhà thiết kế chế tạo đỉnh pít-tông có biên dạng các khoang với biên dạng lõm.



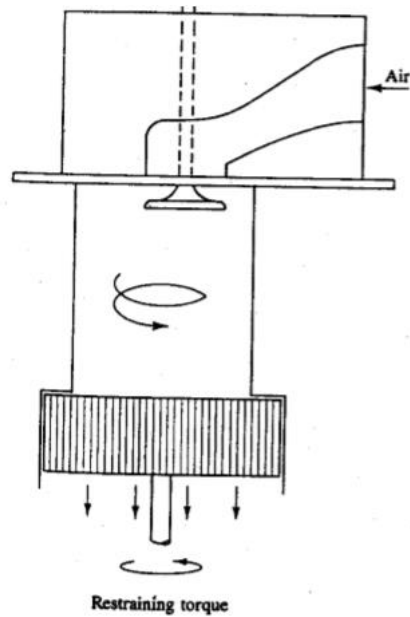
Hình 2.8: Pít-tông được tạo biên dạng lõm để tăng xoáy lốc ngang (Swirl)

2.7 Phương pháp đo xoáy lốc (Swirl Measurement)

Quá trình hút khí tự nhiên trong quá trình nạp của động cơ là rất khó khăn vì đó thường là dòng chảy của môi chất là dòng chảy rối. Theo đó, phương pháp dòng chảy ổn định (Steady Flow) thường được kiểm tra đặc tính của sự xoáy lốc. Điều đó được hiểu là trong quá trình nạp thì dòng khí đi vào tại vị trí xu-páp thì bằng với dòng môi chất trong xy-lanh, vì ở đây để đơn giản hoá người ta bỏ đi sự tổn thất về sự mát mát của dòng khí, nếu không dùng phương pháp ổn định dòng chảy thì khi quá trình nạp xảy ra pít-tông đi từ điểm chết trên xuống điểm chết dưới tạo ra độ chân không hút khí vào tại xu-páp có lực cản nên có sự xoáy lốc, thì hiện tượng đó là sự xoáy lốc rối, để đơn giản người ta bỏ sự xoáy lốc rối đó đi và chuyển về dòng chảy ổn định.

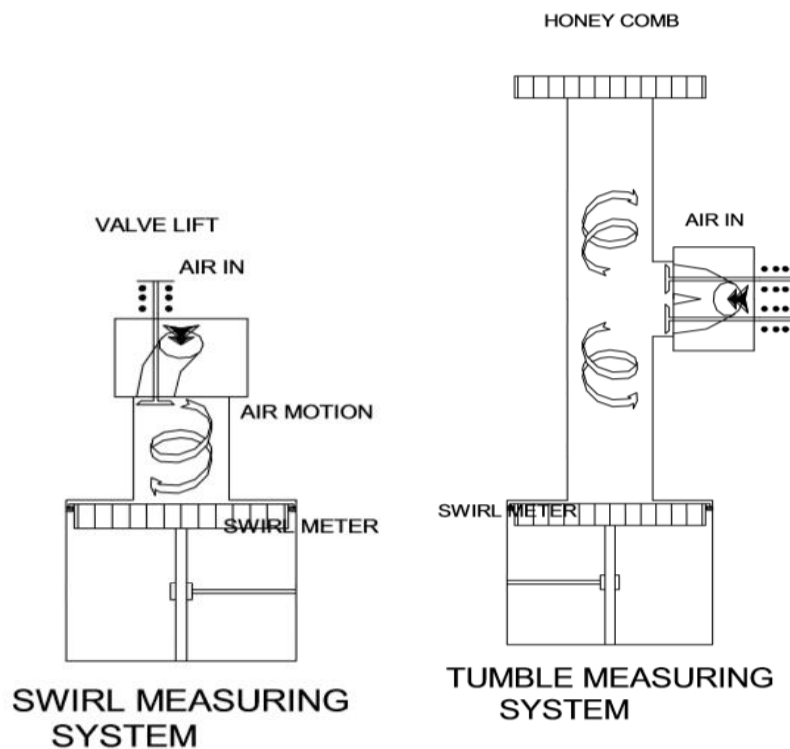
Trong kỹ thuật đo về hiện tượng xoáy lốc người ta dùng thiết bị giống tương tự như pít-tông lắp vào trong ống xy-lanh, pít-tông này vừa chuyển động xoay tròn cùng với đó là vừa chuyển động tịnh tiến đi xuống, như vậy thiết bị này vừa chuyển động quay vừa chuyển động tịnh tiến. Việc chuyển động xoay tròn nhằm mục đích tạo xoáy lốc cho dòng khí và việc chuyển động tịnh tiến đi xuống nhằm mục đích tạo độ chân không cho hoà khí đi vào. Cấu tạo của nó như sau:

- Pít-tông (Paddle wheel): tạo độ kín khít để cho hoà khí hút vào dễ dàng hơn.
- Trục: được lắp chính tâm với pít-tông có nhiệm vụ chịu lực và cụ thể hơn đó là tạo ra sự chuyển động xoáy của dòng môi chất. Được thể hiện rõ trong hình sau:



Hình 2.9: Sơ đồ về phương pháp đo dòng chảy ổn định

Quá trình lốc xoáy của dòng khí nạp trong động cơ đốt trong được thể hiện bởi xoáy lốc ngang (Swirl) và xoáy lốc dọc (Tumble). Quá trình đo tương tự.

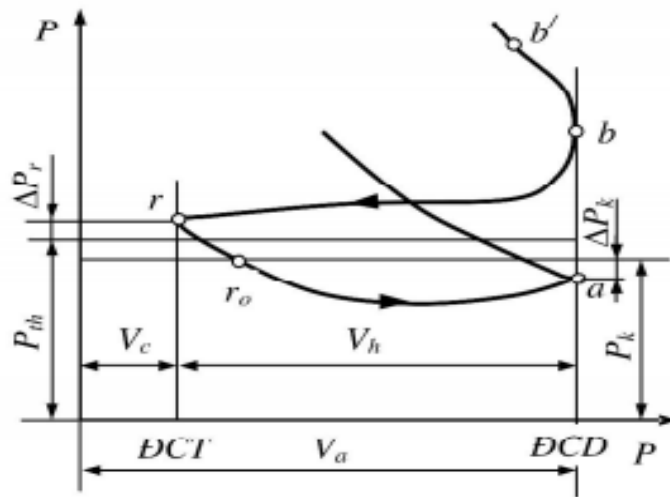


Hình 2.10: Thiết bị xoáy lốc ngang (Swirl) và lốc xoáy dọc (Tumble)

2.8 Các yếu tố ảnh hưởng đến quá trình nạp và công suất của động cơ

2.8.1 Hệ số nạp và các yếu tố ảnh hưởng

Quá trình nạp của động cơ được thực hiện khi pít-tông đi từ ĐCT xuống ĐCD, hoà khí được nạp vào trong xy-lanh của động cơ, quá trình nạp là quá trình rất quan trọng có ảnh hưởng đến hệ số nạp. Quá trình nạp phụ thuộc vào nhiều yếu tố, khiến cho môi chất mới nạp vào trong xy-lanh mỗi chu trình nhỏ hơn lượng nạp lý thuyết. Hình ảnh dưới đây hiển thị phần đồ thị công của quá trình thay đổi môi chất trong xy-lanh, cụ thể là quá trình nạp.



Hình 2.11: Phần đồ thị công trong quá trình nạp

Nhìn vào đồ thị ta thấy rằng giá trị áp suất P_k của động cơ 4 kỳ không tăng áp luôn nhỏ hơn áp suất khí trời P_0 vì khi vào đường ống nạp thì gặp cản của bộ lọc khí. Do đó, tổn thất áp suất tại bình lọc khí được tính bởi công thức sau:

$$\Delta P_0 = P_0 - P_k$$

Muốn giảm tổn thất trên đường ống nạp ta cần:

- (1) Giảm hệ số cản bằng cách tạo đường ống nạp có khí động học tốt, tiết diện lưu thông lớn hơn và phương hướng lưu động được thay đổi một cách từ từ ít chỗ ngoặt.
- (2) Tăng diện tích của xu-páp nạp hoặc tạo nhiều xu-páp.
- (3) Dùng Turbo tăng áp.

Và hệ số nạp của chu trình nạp được tính bởi công thức sau:

$$\eta_v = \frac{1}{\varepsilon - 1} \cdot \frac{T_k}{(T_k + \Delta T)} \cdot \frac{P_a}{P_k} \cdot \left[\varepsilon \cdot \lambda_1 - \lambda_1 \cdot \lambda_2 \cdot \left(\frac{P_r}{P_a} \right)^{\frac{1}{m}} \right] \quad (2.14)$$

Nhìn vào công thức trên ta thấy rằng:

Hệ số nạp là một thông số quan trọng quyết định đến hiệu suất động cơ vì nếu hệ số nạp thấp thì quá trình cháy không hoàn hảo, động cơ sinh công không tối ưu. Hệ số nạp phụ thuộc vào rất nhiều yếu tố như: Hệ số nén đa biến trung bình của không khí, tỉ số nén của động cơ, nhiệt độ trước xu-páp nạp, áp suất khí sót, áp suất cuối quá trình nạp... Các yếu tố này ảnh hưởng trực tiếp đến hệ số nạp một cách trực tiếp và gián tiếp thông qua sự tác động lẫn nhau về nhiều chiều. Ngoài ra việc ảnh hưởng này cần kể đến trong quá trình tính toán đó là hệ số nạp thêm, hệ số hiệu chỉnh tỉ nhiệt và hệ số quét buồng cháy.

Lượng môi chất mới nạp vào xy-lanh trong mỗi chu trình động cơ 4 kỳ phụ thuộc nhiều nhất vào chênh lệch áp suất, suốt quá trình nạp áp suất trong xy-lanh thấp hơn, chênh lệch ấy tạo nên dòng chảy của môi chất vào trong xy-lanh, nó phản ánh trở lực của xu-páp nạp đối với dòng chảy.

Chênh áp giữa đường nạp và môi chất trong xy-lanh còn duy trì ở đầu quá trình nén cho tới khi áp suất trên đường nén đạt tới giá trị P_k do kết quả của việc nén khí. Dựa vào hiện tượng ấy người ta đưa ra các biện pháp mới để nạp môi chất mới vào trong xy-lanh. Ngoài ra, hiện tượng xoáy lốc còn có ảnh hưởng đến quá trình nạp do sự tương quan giữa dòng khí trước và sau.

2.8.2 Hệ số khí sót và các thông số ảnh hưởng

Hệ số khí sót của động cơ đốt trong được tính bởi công thức sau:

$$\gamma_r = \frac{\lambda_2 \times (T_k + \Delta T)}{T_r} \times \frac{P_r}{P_a} \times \frac{1}{\varepsilon \times \lambda_1 - \lambda_1 \times \lambda_2 \times \left(\frac{P_r}{P_a} \right)^{\frac{1}{m}}} \quad (2.15)$$

Cũng giống như hệ số nạp, lúc này hệ số khí sót cũng ảnh hưởng trực tiếp đến công suất động cơ thông qua nhiều yếu tố như: Hệ số nén đa biến trung bình, tỉ số nén động cơ, nhiệt độ trước xu-páp nạp, áp suất khí sót và áp suất cuối quá trình nạp.

Trong quá trình nghiên cứu tính toán ta cần phải kể đến các hệ số có ảnh hưởng đến hệ số khí sót như: hệ số hiệu chỉnh tỉ nhiệt, hệ số quét buồng cháy.

Cũng như vậy, quá trình nạp muốn có hiệu quả cao tức là hệ số nạp tối ưu thì hệ số khí sót phải nhỏ, nếu lượng khí sót quá lớn thì môi chất khó đi vào xy-lanh được là vì lượng khí sót có áp suất lớn hơn lượng khí nạp và khí sót choáng chỗ do đó quá trình nạp không tối ưu.

Nhìn vào công thức hệ số khí sót cũng ảnh hưởng nhiều bởi áp suất khí sót và áp suất khí nạp, nhiệt độ khí nạp, khí sót, tỉ số nén, ...

2.8.3 Ảnh hưởng của xoáy lốc đến dòng khí nạp

Xoáy lốc trong động cơ đốt trong có ảnh hưởng đến quá trình nạp.

Hệ số xoáy lốc (Swirl Coefficient) được xác định bởi công thức (2.5) như sau:

$$C_s = \frac{\omega_p \cdot B}{v_0}$$

Cần chú ý rằng:

C_s là hệ số xoáy lốc.

$\omega_p = 2\pi \cdot n / 60$ là tốc độ góc của pít-tông với n là số vòng quay.

B là đường kính của xy-lanh.

v_0 là vận tốc đặc trưng của dòng xoáy, nó có nguồn gốc từ việc rơi áp trong quá trình đo và được xác định qua công thức $v_0 = \left[\frac{2(p_o - p_c)}{\rho} \right]^{0.5}$. Trong đó p_o , p_c lần lượt là áp suất trong xy-lanh và áp suất tham chiếu, ρ là mật độ của môi chất.

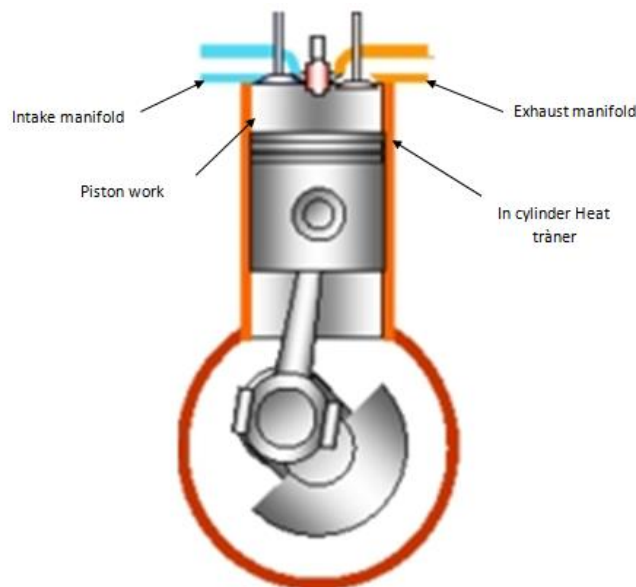
Từ đây ta có nhận xét như sau :

Hệ số xoáy lốc phụ thuộc vào nhiều yếu tố như tốc độ góc của pít-tông, khi tốc độ của động cơ tăng thì hệ số xoáy lốc tăng. Đường kính B của xy-lanh càng lớn thì hệ số xoáy lốc càng tăng. Nếu vận tốc đặc trưng v_0 của dòng xoáy lớn thì hệ số xoáy lốc nhỏ, do các phần tử của môi chất trượt lên nhau.

2.9 Động lực học ống góp nạp và trong xy-lanh

2.9.1 Động lực học ống góp nạp

Hệ thống nạp được chia thành một số phần được thể hiện hình dưới đây, bao gồm: phần đầu ống góp nạp, ống góp nạp, xy-lanh. Các phần đó được xem như là thể tích xác định bằng phương pháp “Filling and Emptying Methods”. Các phương trình động học đặc trưng dựa trên định luật khí lý tưởng, định luật bảo toàn khối lượng và định luật bảo toàn năng lượng.



Hình 2.12: Sơ đồ ống góp nạp và xả

Trong phương pháp “Filling and Emptying”, người ta sử dụng một mô hình dòng chảy gần như ổn định đi qua lỗ để suy ra mô hình dòng lưu lượng đi qua phần đầu ống góp nạp, ống góp, xy-lanh và xu-páp nạp. Mối quan hệ gần như ổn định của dòng khí đi qua xu-páp mở dựa trên giả thiết của dòng một chiều, ổn định, chịu nén của khí lý tưởng. Lưu lượng khối lượng khí được tính bằng công thức:

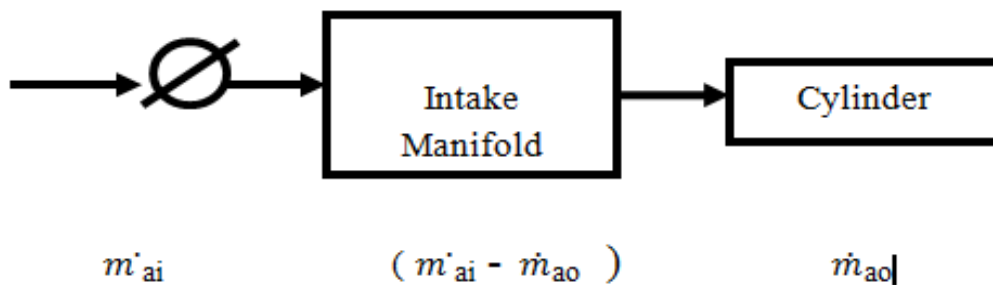
$$\dot{m} = C_d A_0 d_0(p_1, p_2, T_1, T_2) \tag{2.16}$$

$$\text{và } d_0(p_1, p_2, T_1, T_2) = \begin{cases} \frac{P_2}{\sqrt{RT_2}} \cdot \delta_0\left(\frac{p_1}{p_2}\right) & \text{khi } p_1 \leq p_2 \\ \frac{P_1}{\sqrt{RT_1}} \cdot \delta_0\left(\frac{p_2}{p_1}\right) & \text{khi } p_1 > p_2 \end{cases} \tag{2.17}$$

với

$$\delta_0(x) = \begin{cases} \gamma^{1/2} \left(\frac{2}{\gamma+1}\right)^{(\gamma+1)/2(\gamma-1)} & \text{khi } \frac{p_1}{p_2} \leq \left(\frac{2}{\gamma+1}\right)^{\gamma/(\gamma-1)} \\ \left(\frac{p_1}{p_2}\right)^{1/\gamma} \sqrt{\frac{2\gamma}{\gamma-1} \left(1 - \left(\frac{p_1}{p_2}\right)^{(\gamma-1)/\gamma}\right)} & \text{khi } \frac{p_1}{p_2} > \left(\frac{2}{\gamma+1}\right)^{\gamma/(\gamma-1)} \end{cases} \tag{2.18}$$

2.9.2 Phần đầu ống góp nạp



Hình 2.13: Mô hình dòng khí nạp đi vào xy-lanh

Động học ống góp nạp có thể được tính bởi phương trình vi phân bậc nhất có liên quan đến mức độ thay đổi áp suất ống góp nạp, P_m , với lưu lượng khối lượng

khí vào và ra khỏi ống góp chung (tương ứng với \dot{m}_ϕ và $\dot{m}_r = \sum_{i=1}^n \dot{m}_{r_i}$):

$$\dot{m}_m = \dot{m}_\phi - \sum_{i=1}^n \dot{m}_{r_i} \tag{2.19}$$

$$\frac{dp_m}{dt} = \frac{RT}{V_m} \left[\dot{m}_\phi - \sum_{i=1}^n \dot{m}_i \right], \quad i = 1 \dots k \quad (2.20)$$

Đạo hàm theo thời gian của áp suất khí nạp phụ thuộc bởi nhiều yếu tố như: Thể tích ống góp nạp, lưu lượng khối lượng không khí đi qua đầu ống nạp trong 1 giây, số xy-lanh động cơ, nhiệt độ khí nạp và lưu lượng khí lý tưởng góp chung vào ống nạp riêng của từng xy-lanh. Công thức 2.20 là công thức tổng quát để tính áp suất khí nạp cho động cơ đốt trong tùy thuộc vào số lượng xy-lanh mà hệ số n khác nhau và áp suất cũng khác nhau.

Lưu lượng khối lượng khí đi qua phần đầu ống góp nạp được tính dựa trên hai điều kiện về tỉ số giữa áp suất khí nạp và áp suất khí trời, công thức được tính như sau:

$$\dot{m}_\phi = A_\phi(\varphi) C_d d (p_m, p_0) \quad (2.21)$$

$$\text{nếu } \frac{P_m}{P_0} > \left(\frac{2}{\gamma + 1} \right)^{\frac{\gamma}{\gamma - 1}}$$

$$\dot{m}_\phi = \frac{P_0}{\sqrt{RT_0}} \cdot C_d \cdot A_\phi(\varphi) \cdot \left(\frac{P_m}{P_0} \right)^{\frac{1}{\gamma}} \cdot \left\{ \frac{2\gamma}{\gamma - 1} \cdot \left[1 - \left(\frac{P_m}{P_0} \right)^{\frac{\gamma - 1}{\gamma}} \right] \right\} \quad (2.22)$$

$$\text{nếu } \frac{P_m}{P_0} \leq \left(\frac{2}{\gamma + 1} \right)^{\frac{\gamma}{\gamma - 1}}$$

$$\dot{m}_\phi = \frac{P_0}{\sqrt{RT_0}} \cdot C_d \cdot A_\phi(\varphi) \cdot \gamma^{\frac{1}{2}} \cdot \left(\frac{2}{\gamma + 1} \right)^{\frac{\gamma + 1}{2(\gamma - 1)}} \quad (2.23)$$

Với hai điều kiện trên ta có nhận xét tổng quan như sau:

Lưu lượng của môi chất nạp vào tùy thuộc vào: p_0 : thể hiện cho áp suất môi trường, p_m : áp suất ống góp hút, γ : chỉ số nén đa biến trung bình và không thể không kể đến đó là diện tích thân bướm ga.

A_φ : diện tích thân bướm ga (m^2), là một hàm của vị trí bướm ga. Vì thế A_φ được tính bằng phương trình sau:

$$A(\varphi) = -\frac{d \cdot D}{2} \cdot \left[1 - \left(\frac{d}{D} \right)^2 \right]^{\frac{1}{2}} + \frac{d \cdot D}{2} \cdot \left[1 - \left(\frac{d}{D} \cdot \frac{\cos(\varphi_0)}{\cos(\varphi_0 + \varphi)} \right)^2 \right]^{\frac{1}{2}} + \frac{D^2}{2} \cdot \sin^{-1} \left\{ \left[1 - \left(\frac{d}{D} \right)^2 \right]^{\frac{1}{2}} \right\} - \frac{D^2}{2} \cdot \frac{\cos(\varphi_0 + \varphi)}{\cos(\varphi_0)} \cdot \sin^{-1} \left\{ \left[1 - \left(\frac{d}{D} \cdot \frac{\cos(\varphi_0)}{\cos(\varphi_0 + \varphi)} \right)^2 \right]^{\frac{1}{2}} \right\} \quad (2.24)$$

Khi $\varphi \geq \cos^{-1} \left[\frac{d}{D} \cdot \cos(\varphi_0) \right] - \varphi_0$ bướm ga đạt giá trị diện tích lớn nhất.

$$A(\varphi) = \frac{D^2}{2} \cdot \sin^{-1} \left\{ \left[1 - \left(\frac{d}{D} \right)^2 \right]^{\frac{1}{2}} \right\} - \frac{d \cdot D}{2} \cdot \left[1 - \left(\frac{d}{D} \right)^2 \right]^{\frac{1}{2}}$$

(Các chú thích ký hiệu được đề cập ở phần ký hiệu ở phần đầu).

2.9.3 Động lực học trong xy-lanh

Động lực học trong xy-lanh thể hiện qua áp suất trong từng xy-lanh. Mức độ thay đổi áp suất trong xy-lanh thu được từ phương trình sau:

$$\frac{dp}{d\theta} = -\gamma \frac{p}{V} \frac{dV}{d\theta} + \frac{\gamma-1}{V} \left(\frac{dQ_{ht}}{d\theta} - \frac{dQ_{hr}}{d\theta} \right) \quad (2.25)$$

Các thông số: Q_{hr} nhiệt phát ra, Q_{ht} nhiệt truyền đi, p áp suất trong lòng xy-lanh và thể tích công tác được thể hiện cụ thể ở công thức trên, các thông số ấy ảnh hưởng trực tiếp đến áp suất của động cơ.

Sự thay đổi áp suất trong xy-lanh, P_{ci} , là một hàm của lưu lượng khối lượng khí vào xy-lanh, \dot{m}_{ci} , và sự thay đổi thể tích xy-lanh, \dot{V}_{ci}

$$\frac{dp_{ci}}{dt} = \frac{1}{V_{ci}} [RT\dot{m}_{ci} - \dot{V}_{ci}P_{ci}] \quad (2.26)$$

Sự thay đổi áp suất trong xy-lanh là một hàm phụ thuộc vào khối lượng khí nạp đi vào trong xy-lanh động cơ và thể tích công tác của xy-lanh ứng với từng góc quay trục khuỷu. Giá trị của thể tích được tính ứng với từng góc quay của trục khuỷu được thể hiện ở công thức sau:

$$V_{ci}(\theta) = \frac{V_d}{2}(1 - \cos\theta) + V_{cl} \quad (2.27)$$

Cần chú ý rằng :

V_d : thể tích của xy-lanh (m^3).

V_{cl} : là thể tích phần lõm xy-lanh (m^3).

Lưu lượng khối lượng khí đi qua xu-páp nạp m_{ci} được tính bằng công thức:

$$\dot{m}_{ci} = A_{vi}(L_{vi})d(p_{ci}, p_{ri}) \quad (2.28)$$

Lưu lượng của khối lượng khí đi qua xu-páp nạp được tính phụ thuộc vào nhiều yếu tố như sau:

L_{vi} : độ nâng của xu-páp nạp (mm).

và $A_{vi} = \frac{0.14}{8} IVP_i$: diện tích hiệu dụng xu-páp nạp (m^2) với IVP là biên dạng xu-páp nạp.

2.9.4 Nhiệt lượng tỏa ra và truyền nhiệt

➤ Nhiệt lượng tỏa ra:

Trong quá trình động cơ đốt trong làm việc thì có xuất hiện nhiệt lượng nhả ra và quá trình thất thoát nhiệt. Nhiệt lượng nhả ra khi đốt cháy nhiên liệu nó được tính toán như sau:

Theo lý thuyết cháy, quá trình nhả nhiệt được đặc trưng bởi thông số y được tính bởi công thức:

$$y = \frac{dx_b}{d\theta} = a \cdot \frac{m+1}{\theta_d} \left(\frac{\theta - \theta_0}{\Delta\theta}\right)^m \exp\left(-a \cdot \left(\frac{\theta - \theta_0}{\theta_d}\right)^{m+1}\right) \quad (2.29)$$

Thông số y bị ảnh hưởng của nhiều yếu tố như: phân khối lượng nhiên liệu bị cháy, góc quay của trục khuỷu khi bắt đầu đánh lửa để đốt cháy nhiên liệu. Và quan trọng hơn là hai thông số a , m là thông số hiệu chỉnh. Đặc biệt là $a=5$, $m=2$ khi chưa kể đến xoáy lốc. Còn đánh giá về tính xoáy lốc thì phải tính bởi công thức cụ thể. Khi đó lượng nhiệt nhả ra được tính bởi tỉ lệ sau:

$$\frac{dQ_{hr}}{d\theta} = y \cdot (Q_{HV}) \cdot m_f \quad (2.30)$$

Đạo hàm của nhiệt lượng nhả ra theo góc quay trục khuỷu chính bằng tích số của: Q_{HV} là nhiệt trị thấp (MJ/kg) khi đốt cháy nhiên liệu nó nằm trong khoảng giá trị từ 42 đến 45 (MJ/kg) và m_f là khối lượng nhiên liệu bị đốt cháy và thông số ảnh hưởng của quá trình cháy được trình bày ở trên.

Bằng cách lấy tích phân phương trình (2.30) ta được nhiệt lượng nhả ra khi đốt cháy nhiên liệu.

➤ **Truyền nhiệt:**

Tốc độ truyền nhiệt đối lưu đến thành buồng đốt trong động cơ đánh lửa có thể được tính như sau:

$$\frac{dQ_{ht}}{dt} = hA(T - T_w) \quad (2.31)$$

Quá trình truyền nhiệt là cơ sở để đánh giá được lượng nhiệt được đốt cháy và truyền đến các chi tiết. Nó là một hàm phụ thuộc vào các yếu tố như: Nhiệt độ thành buồng đốt, nhiệt độ trung bình của dòng khí và hệ số truyền nhiệt đối lưu và không thể không kể đến đó chính là diện tích bề mặt buồng đốt A .

Giá trị A : diện tích bề mặt buồng đốt (m^2) được tính bằng công thức:

$$A = A_{ch} + A_p + \pi \cdot r \cdot B \left[\frac{L}{r} + 1 - \cos\theta - \left(\left(\frac{L}{r} \right)^2 - \sin^2\theta \right)^{\frac{1}{2}} \right] \quad (2.32)$$

Nhìn và công thức trên ta thấy rằng: Giá trị A lại phụ thuộc vào nhiều yếu tố khác nhau như: diện tích bề mặt phần đầu xy-lanh, diện tích bề mặt đỉnh pít-tông, bán kính quay trục khuỷu, đường kính xy-lanh và chiều dài thanh truyền. Việc tính

diện tích bề mặt của buồng đốt là việc rất quan trọng vì khi biết được diện tích bề mặt buồng đốt thì ta mới biết được lượng nhiệt bị truyền là bao nhiêu.

Hệ số truyền nhiệt đối lưu có thể thu được từ phương trình thực nghiệm, là một hàm của áp suất xy-lanh p (bar), nhiệt độ khí cháy $T(K)$, và vận tốc trung bình khí C_m (m/s).

$$h=1.92*10^6 p^{0.635} T^{-1.450} (C_m + 1.4)^{0.052} \quad (2.33)$$

Hệ số truyền nhiệt đối lưu được tính bởi công thức trên nó cũng là một yếu tố ảnh hưởng đến quá trình truyền nhiệt trong quá trình cháy của động cơ đốt trong. Nó phụ thuộc vào các yếu tố chính như: Vận tốc trung bình của dòng khí và vận tốc trung bình của pít-tông.

Khi đó, C_m vận tốc trung bình của khí, được tính bằng công thức:

$$C_m = 2.28 * \bar{S}_p \quad (2.34)$$

Với \bar{S}_p : vận tốc trung bình pít-tông (m/s).

2.10 Đặc tính động cơ

Đặc tính động cơ là những thông số rất quan trọng để xem xét động cơ có tính chất như thế nào, cần cải tiến ra sao, từ đó đưa ra giải pháp tối ưu để nâng công suất động cơ lên nhưng đảm bảo yêu cầu với 3 bài toán được đặt ra đó là kỹ thuật, kinh tế, môi trường.

Đặc tính được phân ra làm hai phần đó là đặc tính tốc độ ngoài và đặc tính bộ phận. Đặc tính tốc độ ngoài được xác định khi góc mở bướm ga là tối đa và nhiên liệu được cung cấp là tối ưu, còn đối với động cơ Diesel là khi thanh răng cấp nhiên liệu được kéo về phía cấp nhiên liệu nhiều nhất. Còn đặc tính bộ phận được xác định ở các chế độ góc mở bướm ga từng phần ứng với từng tốc độ động cơ.

2.10.1 Công suất chỉ thị

Áp suất tức thời trong xy-lanh p tương ứng với sự thay đổi thể tích xy-lanh V thể hiện công chỉ thị:

$$\frac{dW}{d\theta} = p \frac{dV}{d\theta} \quad (2.35)$$

Áp suất trong xy-lanh được tính bằng công thức:

$$\frac{dp}{d\theta} = -\gamma \frac{p}{V} \frac{dV}{d\theta} + \frac{\gamma-1}{V} \left(\frac{dQ_{ht}}{d\theta} - \frac{dQ_{hr}}{d\theta} \right) \quad (2.36)$$

Nhìn vào công thức 2.40 ta thấy rằng:

Áp suất trong xy-lanh được tính toán qua các thông số được xây dựng từ quá trình trước như: Nhiệt lượng phát ra, nhiệt lượng truyền đi, thể tích xy-lanh, việc tính áp suất này theo góc quay trục khuỷu.

Thể tích tức thời của động cơ và mức độ thay đổi của thể tích xy-lanh được thể hiện trong các phương trình sau:

$$V = \frac{V_d}{2} \left(\frac{2}{C_r - 1} + 1 - \cos(\theta) + \frac{r}{4L} (1 - \cos(2\theta)) \right) \quad (2.37)$$

$$\text{và} \quad \frac{dV}{d\theta} = \frac{V_d}{2} \left(\sin(\theta) + \frac{r}{2L} \sin(2\theta) \right) \quad (2.38)$$

Ở công thức 2.42 thể tích xy-lanh được tính toán thông qua:

V_d : thể tích công tác của xy-lanh.

r : bán kính quay trục khuỷu động cơ.

L : chiều dài thanh truyền.

θ : góc quay trục khuỷu.

Để tính công có ích của động cơ bằng cách đơn giản thực tế người ta đo bằng thiết bị đo công suất Dynamometer bằng cách hãm trục khuỷu của động cơ lại và đo lực vòng từ lực vòng tính được mô-men xoắn rồi suy ra công suất của động cơ. Từ đó tính ngược lại công chỉ thị.

Ngoài ra ta có thể áp dụng công thức sau nếu biết được áp suất chỉ thị của động cơ:

$$N_i = \frac{P_i \cdot V_h \cdot i \cdot n}{30 \cdot \tau} \quad (2.39)$$

Nhìn vào công suất chỉ thị của động cơ ta thấy rằng:

Muốn tăng công suất động cơ lên thì áp suất khí cháy phải tăng lên, thể tích công tác phải tăng lên và số xy-lanh phải tăng lên, và giảm số kỳ, điều đó bị chi phối bởi nhiều yếu tố như giá thành, công nghệ... Do đó, cần có lựa chọn thích hợp để vừa đảm bảo công nghệ vừa đảm bảo giá thành và tính phổ biến của nó.

Như vậy, công suất động cơ tăng lên đồng nghĩa với hoà khí là cháy triệt để, đúng thời điểm, điều đó phụ thuộc ít nhiều vào dòng xoáy của khí nạp (hoà khí hoà trộn càng nhuyễn thì công suất càng cao).

2.10.2 Ma sát

Tổn thất ma sát ảnh hưởng đến công suất biểu thị và công suất thực tế của động cơ xăng. Tổng áp lực ma sát hiệu dụng trung bình là một hàm của tốc độ động cơ tương ứng với một phương trình có dạng:

$$p_f = 0.97 + 0.15 \left(\frac{n}{1000} \right) + 0.05 \left(\frac{n}{1000} \right)^2 \quad (2.40)$$

Tổn thất áp suất hiệu dụng trung bình phụ thuộc vào tốc độ động cơ, đó là điều hiển nhiên.

Như vậy, tổn thất ma sát cũng phụ thuộc lớn vào tốc độ động cơ, nhưng cũng có nhận xét rằng nếu hoà khí cháy không triệt để thì sinh ra các sản vật cháy có muội than làm cho việc mài mòn giữa pít-tông và xy-lanh nhiều, điều đó liên quan đến sự hoà trộn hỗn hợp đều hay không (xoáy lốc) và cháy có đúng thời điểm hay không, năng lượng tia lửa đủ lớn hay không, ngoài ra nó cũng còn phụ thuộc vào việc bôi trơn có tốt hay không.

2.10.3 Tổn thất ma sát trên đường ống nạp

Áp suất trong xy-lanh p_c nhỏ hơn áp suất môi trường p_0 trong suốt kỳ hút, do ma sát bên trong mỗi phần của hệ thống nạp. Tổng tổn thất áp suất tạo ra bởi các nguyên nhân như: lọc gió, ống góp nạp, ống góp nạp riêng từng xy-lanh và xu-páp nạp. Sự khác biệt áp suất giữa xy-lanh và khí quyển phụ thuộc vào bình phương vận

tốc. Áp dụng phương trình Bernoulli cho mỗi phần, ta nhận được độ biến thiên áp suất như sau:

$$\Delta p_j = \xi_j \rho v_j^2 \quad (2.41)$$

Tổn thất do ma sát phụ thuộc vào tính chất hình học các phần trong hệ thống nạp và vận tốc cục bộ. Chúng ta giả định rằng dòng chảy gần như ổn định. Từ đây tổng tổn thất áp suất do ma sát là:

$$P_0 - P_c = \sum \Delta p_j = \sum \xi_j \rho v_j^2 = \rho \bar{S}_p^2 \sum \xi_j \left(\frac{A_p}{A_j} \right)^2 \quad (2.42)$$

Tổn thất áp suất do ma sát phụ thuộc vào nhiều yếu tố được thể hiện rõ trong công thức ở trên như:

ξ_j : hệ số cản

A_j và A_p : tương ứng là thành phần nhỏ nhất tiết diện dòng khí và diện tích pít-tông (m^2).

ρ : khối lượng riêng không khí.

v_j : vận tốc cục bộ (m/s).

\bar{S}_p : vận tốc trung bình pít-tông.

Để giảm tổn thất trên đường ống nạp ta cần:

- ✓ Giảm hệ số cản bằng cách thiết kế đường ống nạp tối ưu nhất, giảm ngoằn ngoèo ít uốn lượn nhất.
- ✓ Tăng đường kính xu-páp nạp.
- ✓ Dùng tăng áp động cơ.

2.10.4 Mô-men xoắn và công suất

Mô-men xoắn thực tế và công suất thực tế có được do mô-men và công biểu thị trừ đi tổn thất ma sát. Mô-men xoắn thực tế được tính bằng công thức:

$$T_b = T_i - T_f \quad (2.43)$$

Mô-men xoắn thực tế chính là hiệu số giữa mô-men xoắn chỉ thị và mô-men xoắn do ma sát, Nếu mô-men xoắn mất mát do ma sát tăng lên thì mô-men xoắn thực tế là giảm, do đó cần phải có hệ thống bôi trơn tốt để giảm mô-men xoắn mất mát do ma sát.

Mô-men xoắn biểu thị được tính bởi công thức:

$$T_{ind} = (p_{mi} V_d) / (4\pi) \tag{2.44}$$

Trong đó:

V_d : thể tích xy-lanh động cơ.

p_{mi} : áp suất hiệu dụng chỉ thị trung bình được tính bằng công thức:

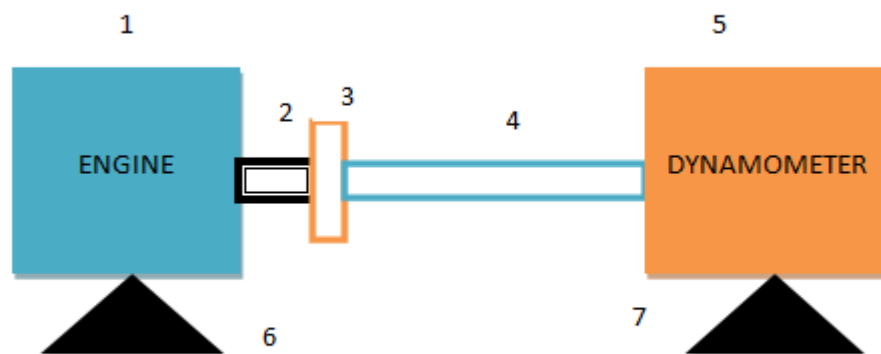
$$p_{mi} = W / V_d \tag{2.45}$$

Mô-men do tổn thất ma sát $T_f (N.m)$ được xác định bởi:

$$T_f = p_f \times 10^6 \times \frac{V_d}{4\pi} \tag{2.46}$$

Thực tế tính mô-men xoắn có ích của động cơ được tính như sau:

Người ta dùng một thiết bị đo công suất trên băng thử thiết bị đó được gọi là Dynamometer thiết bị này dùng để hãm động cơ lại khi thử nghiệm. Hình sau thể hiện thiết bị đo công suất.



Hình 2.14: Mô hình thiết bị đo công suất động cơ

Chú thích:

- (1): Động cơ cần đo
- (2): Trục khuỷu
- (3): Khớp nối các đặng
- (4): Trục các đặng
- (5): Thiết bị hãm (Dynamometer)
- (6),(7): Giá cố định

Thiết bị đo hoạt động như sau: Khi việc lắp gá chắc chắn thì tiến hành cho động cơ hoạt động lúc này thì khuỷu trục quay kéo theo trục các đặng quay khi đó Dynamometer ở chế độ quay tự do, khi cho động cơ ứng với cánh bướm ga mở hết cỡ (đối với động cơ xăng) hoặc thanh răng kéo hết về phía cung cấp nhiên liệu là nhiều nhất (đối với động cơ Diesel), lúc này ta cho Dynamometer hãm lại lực hãm này được xác định qua cảm biến lực, khi có được lực hãm (chính là lực vòng) thì ta tính được mô-men rồi từ mô-men ta tính được công suất. Như vậy bằng các này ta có thể xác định được công suất có ích và mô-men có ích, sau đó khi ta có được hiệu suất ma sát cơ giới thì ta xác định ngược lại công suất và mô-men chỉ thị.

Việc xác định công suất chỉ thị cho của 1 xy-lanh động cơ 4 kỳ có thể được tính từ công chỉ thị như sau:

$$P_i = \frac{1}{2} \frac{W_i n}{60} = \frac{1}{2} \frac{p_{mi} V_d n}{60} \quad (2.47)$$

Động cơ thẳng được tổn thất ma sát. Vì thế áp suất có ích trung bình được viết:

$$p_{me} = p_{mi} - p_f \quad (2.48)$$

Từ đây công suất có ích có thể được tính:

$$P_e = \frac{1}{2} \frac{p_{me} V_d n}{60} \quad (2.49)$$

Mối quan hệ giữa mô-men xoắn và công suất được thể hiện:

$$P = \frac{2\pi n T}{60} \quad (2.50)$$

2.10.5 Suất tiêu hao nhiên liệu và hiệu suất nhiên liệu

Việc tính suất tiêu hao nhiên liệu nhằm mục đích biết chính xác động cơ tiêu hao nhiên liệu bao nhiêu, có nhiều hay không từ đó đề ra phương pháp cải tiến động cơ làm sao cho lượng tiêu hao nhiên liệu là nhỏ nhất nhưng tối ưu được công suất của động cơ đảm bảo tối ưu ba bài toán: kinh tế, kỹ thuật, môi trường.

Suất tiêu hao nhiên liệu \dot{m}_f được đo bằng tốc độ lưu lượng - lưu lượng khối lượng trên đơn vị thời gian. Mức tiêu hao nhiên liệu riêng (sfc) được tính bằng tỉ lệ lưu lượng nhiên liệu trên đơn vị công suất đầu ra, là thông số có được dựa vào công thức:

$$sfc = \frac{\dot{m}_f}{P} \quad (2.51)$$

Năng lượng nhiên liệu cung cấp được xác định bởi khối lượng nhiên liệu cung cấp cho động cơ tương ứng với một chu kỳ so với nhiệt trị của nhiên liệu. Vì thế hiệu suất chuyển đổi nhiên liệu được xác định bởi công thức:

$$\eta_f = \frac{W_c}{\dot{m}_f Q_{HV}} = \frac{\left(\frac{n_R P}{N} \right)}{\left(\frac{\dot{m}_f n_R}{N} \right) Q_{HV}} = \frac{P}{\dot{m}_f Q_{HV}} \quad (2.52)$$

Hiệu suất chuyển đổi nhiên liệu được cho bởi công thức trên, nhìn vào công thức ta có nhận xét rằng:

Giá trị của hiệu suất chuyển đổi nhiên liệu phụ thuộc vào các yếu tố như: khối lượng nhiên liệu hiệu dụng đối với một chu trình, công của chu trình và giá trị nhiệt trị của nhiên liệu.

Ta có thể viết lại:

$$\eta_f = \frac{1}{sfc Q_{HV}} \quad (2.53)$$

Ngoài ra, trên ô tô người ta còn tính suất tiêu hao nhiên liệu này theo quãng đường.

2.10.6 Hiệu suất nạp η_v

Hiệu suất nạp là một thông số rất quan trọng trong việc đánh giá hiệu quả quá trình nạp của động cơ. Lý tưởng nhất, khối lượng không khí nạp vào xy-lanh bằng với mật độ khí quyển. Tuy nhiên, khối lượng không khí nạp vào xy-lanh là ít hơn khối lượng không khí lý tưởng nạp vào xy-lanh do những hạn chế như độ sạch không khí, tổn thất trên đường ống nạp, ống nạp riêng cho mỗi xy-lanh, xu-páp hút. Vì thế, hiệu suất nạp η_v là tỉ số giữa lượng hòa khí thực tế nạp vào xy-lanh ở đầu quá trình nén khí đã đóng các cửa nạp và cửa thải so với khối lượng hòa khí lý thuyết có thể nạp đầy vào thể tích công tác của xy-lanh ở điều kiện áp suất và nhiệt độ hòa khí phía trước xu-páp nạp. Hiệu suất nạp được tính bằng công thức:

$$\eta_v = \frac{2\dot{m}_a}{\rho_{a,i} V_d N} = \frac{m_a}{\rho_{a,i} V_d} \quad (2.54)$$

Hiệu suất nạp phụ thuộc vào rất nhiều yếu tố như:

Khối lượng khí đi vào xy-lanh, nếu giá trị này lớn thì đồng nghĩa là hiệu suất nạp lớn, khi hiệu suất nạp lớn thì động cơ sinh công tối ưu khi quá trình xoáy lốc tốt. Ngoài ra nó còn chịu ảnh hưởng của nhiều yếu tố khác nữa.

Hiệu suất nạp là một trong những thông số quan trọng nhất để đánh giá tính năng của động cơ khi các thông số như xoáy lốc tốt, ma sát ít và quá trình cháy là hoàn hảo.

Chương 3

GIẢI PHÁP NÂNG CAO HIỆU SUẤT ĐỘNG CƠ CỦA XE MÁY

Như đã trình bày ở phần trước, các giải pháp nhằm nâng cao hiệu suất của động cơ thường được sử dụng như: thay đổi thời điểm đóng mở xu-páp, cải tiến hệ thống nạp bằng cách thay đổi góc nghiêng của cổ nạp, ...

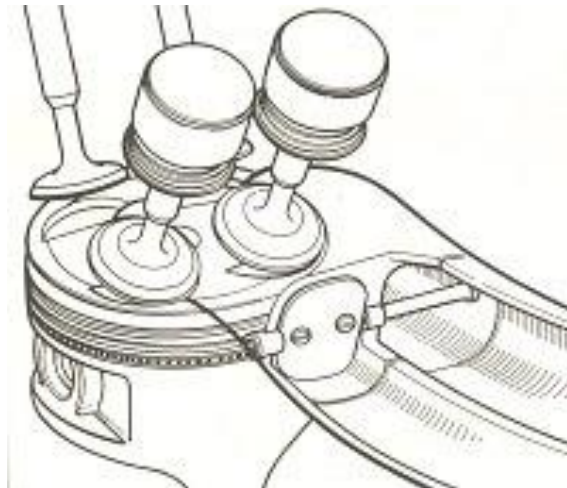
Giải pháp cải tiến hệ thống nạp nhằm mục đích tăng cường xoáy lốc trong quá trình nạp được sử dụng phổ biến.

Ứng dụng của giải pháp này trong thực tế chúng ta có thể tham khảo ở phần tiếp theo dưới đây.

3.1 Ứng dụng hiện tượng xoáy lốc ở một số hãng xe

Trên ô tô thì hiện tượng xoáy lốc tạo ra để tối ưu hoá công suất phải kể đến hai hãng xe lớn đó là Toyota và Nissan. Trên xe máy thì có hãng xe SYM.

Toyota gọi hệ thống đó là hệ thống biến thiên dòng khí nạp T-VIS, viết tắt của từ tiếng Anh *Toyota Variable Induction System*, nhằm cải thiện công suất của động cơ ở tốc độ thấp, vì ở tốc độ thấp thì dòng khí nạp nạp vào một cách từ từ do đó ít tạo xoáy lốc, muốn cho hoà khí trộn đều thì cần có đến hệ thống này. Nó biến thiên dòng khí nạp bằng cách thay đổi dạng hình học của ống cổ nạp đến tốc độ động cơ. Hệ thống này ứng dụng cho động cơ có hai xu-páp nạp, một xu-páp thì có cánh bướm thay đổi và cái còn lại thì không.



Hình 3.1: Hệ thống T-VIS

Cánh bướm này được thay đổi nhờ cơ cấu chấp hành chân không bên ngoài ống cổ nạp. Bộ điều khiển động cơ bằng điện tử (ECU-*Electronic Control Unit*) sẽ cho phép áp suất chân không đi qua cơ cấu chấp hành này thông qua một van điện từ (Solenoid Valve) khi động cơ quay ở tốc độ thấp. Khi động cơ quay ở tốc độ cao thì lượng chân không này sẽ cắt giảm và lò xo hồi vị trong cơ cấu chấp hành này sẽ làm cho cánh van mở hết cỡ. Như vậy quá trình đóng cánh bướm để tạo xoáy lốc xảy ra chủ yếu khi động cơ hoạt động ở tốc độ thấp.

Ở hãng Nissan gọi hệ thống này là SCV (*Swirl Control Valve*) cấu tạo cũng giống tương tự như T-VIS ở chế độ cảm chừng và tốc độ thấp để tăng công suất động cơ thì cánh van đóng nhỏ lại để áp suất chân không lớn, đồng thời khi cánh van đóng nhỏ lại thì tiết diện hoà khí đi vào xy-lanh là nhỏ, tức là vận tốc hoà khí sẽ tăng, điều đó góp phần vào việc tạo nên hiện tượng xoáy lốc.

Trên xe máy phải kể đến đó là hệ thống STCS (*Swirl Tumble Control System*). Hệ thống dựa vào tốc độ và tải của động cơ, bộ xử lý trong ECU sẽ tiếp nhận tín hiệu để từ đó thay đổi lưu lượng gió vào trong xy-lanh là tốt nhất để nâng cao công suất động cơ. ECU sẽ kích hoạt van Swirl đến lượng khí nạp vào trong xy-lanh, xoáy lốc ngang phụ thuộc vào việc thiết kế buồng đốt là do nhà chế tạo, còn xoáy lốc dọc (Tumble) dựa vào việc phun nhiên liệu trực tiếp và sự dịch chuyển của pít-tông. So với động cơ truyền thống thì việc sử dụng hệ thống STCS công suất tăng

lên 9,8% và lượng tiêu hao nhiên liệu là nhỏ hơn (giảm 12%) và lượng khí xả là giảm do quá trình cháy tối ưu.

3.2 Chọn giải pháp nâng cao hiệu suất động cơ

Qua tham khảo các giải pháp đã được ứng dụng trong thực tế kết hợp với phần cơ sở lý thuyết đã được trình bày ở phần trước, tác giả chọn giải pháp nâng cao hiệu suất của động cơ là giải pháp tăng cường xoáy lốc cho quá trình nạp bằng cách sử dụng động cơ bước ở chế độ tải thấp.

3.3 Chọn động cơ để thử nghiệm

Động cơ được chọn là động cơ lắp trên xe Honda Future 125 cc.

Các thông số kỹ thuật của động cơ này được trình bày ở Bảng 3.1.

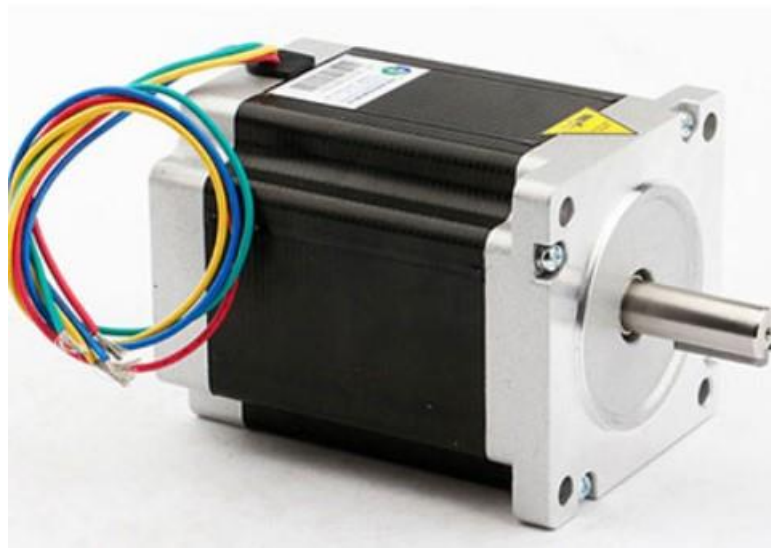
Bảng 3.1: Thông số kỹ thuật xe Honda Future 125 cc

Mục	Thông số kỹ thuật
ĐỘNG CƠ Đường kính xilanh và hành trình pít-tông. Dung tích xilanh Tỉ số nén Truyền động xu-páp Xu-páp hút: Mở khi nâng lên 1 mm Đóng khi nâng lên 1 mm Xu-páp thải: Mở khi nâng lên 1 mm Đóng khi nâng lên 1 mm Hệ thống bôi trơn Kiểu bơm dầu Hệ thống làm mát Lọc gió Khối lượng động cơ Bố trí xilanh	52,4 x 57,9 mm 124,9 cm ³ 9,3 : 1 Hai xu-páp truyền động xích đơn SOHC 2 ⁰ trước điểm chết trên 25 ⁰ sau điểm chết dưới 34 ⁰ trước điểm chết dưới 0 ⁰ tại điểm chết trên Bôi trơn ướt và áp suất cưỡng bức. Bơm bánh răng Làm mát bằng không khí Lọc gió giấy nhò 24,6 kg Xilanh đơn nghiêng 80 ⁰ so với phương thẳng đứng.
NHIÊN LIỆU	Loại: Chế hòa khí PGM-FI Trụ ga: Chế hòa khí PGM-FI Loại van pít-tông Phun xăng điện tử 18 mm 24 mm

3.4 Động cơ bước

3.4.1 Giới thiệu về động cơ bước

Động cơ bước (Step motor) là loại động cơ đồng bộ đặc biệt được thiết kế để quay theo góc xác định (bước) với mỗi xung điện được cấp từ bộ điều khiển. Các bước thường dùng là $7,5^\circ$, 15° hoặc lớn hơn. Động cơ bước được dùng trong hệ thống điều khiển vị trí dạng số (Digital) theo chế độ hở. Các lệnh vào là dạng dãy xung làm quay trục theo góc xác định.



Hình 3.2: Động cơ bước (Step motor)

Sử dụng động cơ bước có hai ưu điểm: Một là tương thích với hệ thống số (Digital); hai là không cần bộ cảm biến vị trí và vận tốc, mà nhận trực tiếp bằng cách đếm xung vào và đếm tuần hoàn nếu cần thông tin vận tốc. Động cơ bước có phạm vi ứng dụng rộng, các động cơ đưa giấy vào máy in, đầu ghi trong ổ đĩa cứng và mềm, chuyển vị đầu in, ... Phạm vi ứng dụng tăng lên khi các động cơ này có công suất lớn hơn và giá thành ngày càng giảm [14].



Hình 3.3: Động cơ bước 86BYGH450B-06D-34J và 86BYGH450A-06

Về cấu tạo, động cơ bước có thể được coi là tổng hợp của hai loại động cơ: Động cơ một chiều không tiếp xúc và động cơ đồng bộ giảm tốc công suất nhỏ.

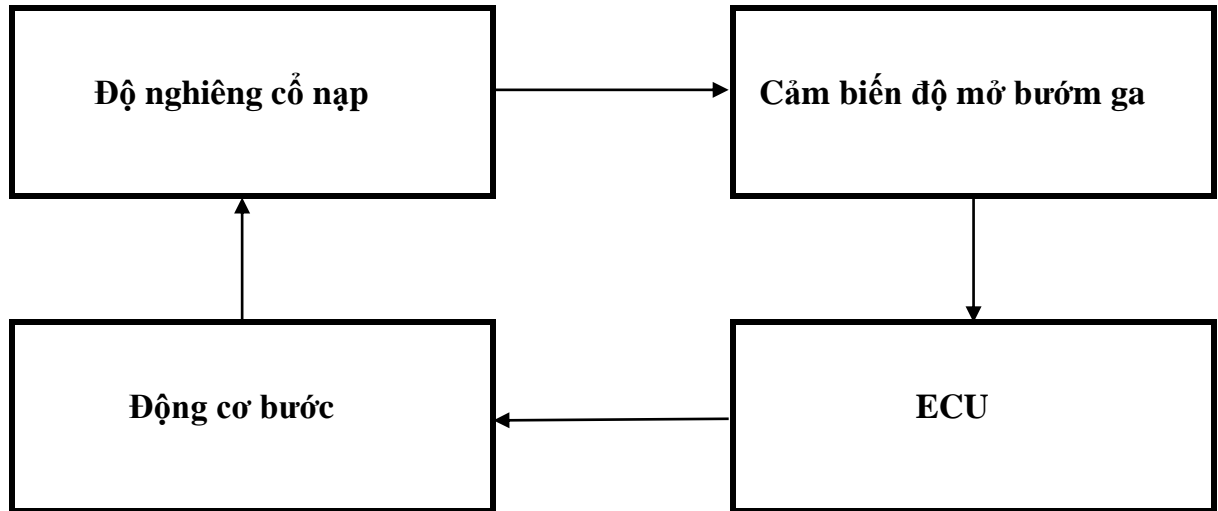
Động cơ bước theo cấu tạo được phân thành 3 loại: Động cơ bước biến từ trở, động cơ bước nam châm vĩnh cửu và động cơ bước hỗn hợp (động cơ bước lai).

Về điều khiển động cơ bước hoạt động ở 3 chế độ: Full step, Half step và Micro step.

3.4.2 Cơ chế tác động của động cơ bước đối với hệ thống nạp

Khi động cơ hoạt động ở tốc độ thấp, cảm biến độ mở của bướm ga đưa tín hiệu về ECU. Tại đây ECU xử lý và truyền tín hiệu xung điều khiển động cơ bước.

Động cơ bước hoạt động điều chỉnh độ nghiêng của cổ nạp nhờ cơ cầu bánh răng - thanh răng.



Hình 3.4: Sơ đồ điều khiển của động cơ bước đối với hệ thống nạp

3.4.3 Chọn động cơ bước để thử nghiệm

Sau khi tham khảo các loại động cơ bước trên thị trường (xem phần phụ lục) và xem xét các tham số đáp ứng yêu cầu để thử nghiệm tác giả chọn loại động cơ bước 86BYGH450B-06D-34J.



Hình 3.5: Kích thước động cơ bước 86BYGH450B-06D-34J

Các thông số kỹ thuật của động cơ bước 86BYGH450B-06D-34J được trình bày ở Bảng 3.2.

Bảng 3.2: Thông số kỹ thuật động cơ bước 86BYGH450B-06D-34J

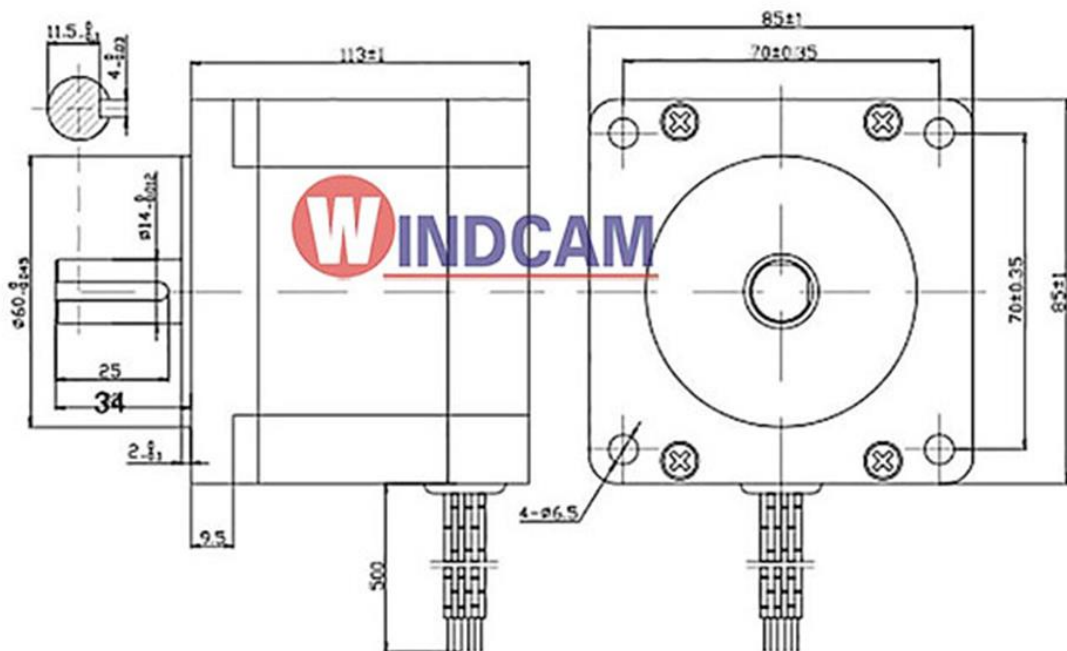
Loại động cơ bước	450A
Mô-men xoắn	6.5N.m
Bước Góc	1.8° ± 5%
Điện trở	500V DC - 100MΩ/Min
Bền điện môi	50Hz/minute - 500V/Min
Nhiệt độ môi trường	20°C ~ + 50°C
Nhiệt độ	80°C Max
Runout	0.02mm Max
Runout trục	0.1-0.3mm
Giai đoạn	4 Giai đoạn
Công suất	5A
Cảm kháng	3.5mH
>Mô-men xoắn tĩnh tối đa	4.2 (Kg.cm)
Moment quán tính	2700 (g.cm ²)
Chiều dài thân	113 mm
Chiều dài trục	37 mm
Đường kính trục	12.7/14 (tùy chọn) với rãnh then
Dây	Dây màu đỏ -A, Dây màu vàng -B, Dây màu xanh lá cây -C, Dây màu xanh dương -D

STEPPING MOTORS TYPE 86BYGH450B-06D-34J

Parameter				Connection Drawing
Step Angle	1.8°±5%	Voltage	3.5V	
Phase	2	Current/Phase	5.0A	
Moment of Inertia	XX	Inductance/Phase	2.2mH	
Holding Torque	XX	Resistance/Phase	0.6±10%Ω	
Insulation Resistance	100Mohm(500V DC)	Max. Static Torque	60Kg ^f .cm	
Insulation Class	B	Net. Weight	3.5 Kg	

Unit:MM

Drawing



Hình 3.6: Sơ đồ hoạt động động cơ bước 86BYGH450B-06D-34J

Chương 4

MÔ PHỎNG VÀ KẾT QUẢ

4.1 Phương pháp mô phỏng

Mô phỏng động cơ được thực hiện theo nhiều phương pháp khác nhau. Trong đó, có bốn loại mô hình hoá tính toán chính xác dòng nạp và xả được phát triển và sử dụng:

(1) Mô hình Quasi-steady: được sử dụng cho điều khiển, như điều khiển van EGR. Khuyết điểm là dùng quá nhiều phương trình thực nghiệm nên kết quả tính toán không đạt độ chính xác cao.

(2) Mô hình Filling and emptying: được sử dụng cho tính toán hiệu suất. Sử dụng phương trình khối lượng và năng lượng hoặc entropy. Thường hay sử dụng nhất.

(3) Mô hình Wave action: Dùng các phương trình động lực của dòng chảy một chiều. Thời gian tính toán khá dài. Đối với các đường ống có tỉ lệ chiều dài chia đường kính lớn hơn 10, ảnh hưởng của bản chất sóng không nên bỏ qua.

(4) Mô hình CFD (Computial Fluent Dynamic): Mô phỏng dòng chảy 3 chiều. Thời gian tính toán khá dài. Được dùng cho một thiết kế động cơ mới.

Tính toán tốc độ dòng khí vào động cơ là một hàm số theo: A (diện tích), P_0 (áp suất khí quyển) và P_m/P_0 (tỉ lệ áp suất của áp suất đường ống và áp suất khí quyển):

$$\dot{m} = f \left(A, P_0, \frac{P_m}{P_0} \right) \quad (4.1)$$

Trong đề tài này là tính toán hiệu suất, suất tiêu hao nhiên liệu, hiệu suất nạp của động cơ đốt trong. Vì vậy, đề tài sử dụng phương pháp "Filling and emptying" để mô phỏng động cơ. Chia thành các mô hình sau đây: (1) Nạp (Intake), (2) Cháy (Combustion), (3) Truyền nhiệt (Heat transfer và Heat Release), (4) Ma sát (Friction), (5) Làm việc (Workdone).

Để mô phỏng tính được phương pháp “Filling and empty” tác giả dùng phương pháp CFD tính toán mô phỏng bằng phần mềm ANSYS (Mô phỏng 3 chiều) bằng dòng chất lỏng từ đó mới xuất ra dữ liệu tính toán theo phương pháp “Filling and Empty”.

Mô hình động cơ đốt trong đánh lửa 4 kỳ với kim phun ở cổ góp được sử dụng trong nghiên cứu này. Hiệu suất của động cơ phụ thuộc vào nhiều quá trình phức tạp như phun trộn xăng - khí, quá trình cháy và xả.

Việc tìm hiểu bản chất dòng hỗn hợp khí - xăng và quá trình cháy trong buồng đốt động cơ là rất quan trọng trong việc nghiên cứu cải thiện hiệu suất động cơ đốt trong. Dòng hỗn hợp khí - xăng trong động cơ có thể được đặc trưng bởi tỉ lệ xoáy lốc ngang, tỉ lệ xoáy lốc dọc và tỉ lệ nén của xy-lanh. Chuyển động của dòng hỗn hợp khí - xăng ảnh hưởng mạnh đến quá trình cháy và vì vậy cũng ảnh hưởng đến sự bức xạ khí thải của động cơ.

Sử dụng giải pháp tăng cường xoáy lốc bằng tác động của động cơ bước thì tỉ lệ xoáy lốc ngang và tỉ lệ xoáy lốc dọc được tạo ở kỳ nạp là kết quả của hình dạng, đặc biệt là phương tác động của động cơ bước. Vì vậy, phương tác động của động cơ bước là một thông số ảnh hưởng trực tiếp đến hiệu suất động cơ cũng như lượng bức xạ khí thải ra môi trường.

Mô phỏng quá trình cháy của động cơ đốt trong đánh lửa 4 kỳ 1 xy-lanh với các phương tác động của động cơ bước khác nhau được tạo hình hình học bằng Ansys Design Modeller, được chia lưới và mô phỏng trong Fluent sử dụng mô hình k- ϵ turbulence [15]. Mô phỏng và phân tích động lực học lưu chất (CFD) có thể dễ dàng hình dung phổ vận tốc trong kỳ nạp, nén, nổ, xả.

4.2 Thiết lập trong mô phỏng Ansys ICE

Động cơ được sử dụng trong đề tài để mô phỏng là động cơ trên xe Honda Future 125 cc với các thông số được miêu tả trong bảng 4.1. Thông số động cơ của xe được áp dụng vào các thông số tính toán để tạo ra mô hình toán. Từ thông số kết cấu này xuất ra các đồ thị trong quá trình nghiên cứu cải tiến từ động cơ hiện tại sang động cơ mới.

Bảng 4.1: Bảng thông số động cơ dùng trong mô phỏng Ansys ICE

Thông số	Giá trị	Đơn vị
Tốc độ vòng quay trục khuỷu	1.200, 1.500, 1.800	vòng/phút
Độ dài thanh truyền	101,5	mm
Áp suất vào (tuyệt đối)	140	Pa
Khối lượng không khí	324E-6	kg
Khối lượng nhiên liệu	18,03E-6	kg
Đường kính xy-lanh	52,4	mm
Thể tích buồng đốt	15	cm ³
Bán kính trục khuỷu	28,95	mm
Đường kính cổ nạp khí	23,2	mm
Tỉ số nén	9,3 : 1	
Số van	2	
Góc mở van hút (IVO)	82	Crank Angle Degree
Góc đóng van hút (IVC)	212	Crank Angle Degree
Độ mở van hút	0,2	mm
Góc mở van xả(EVO)	521	Crank Angle Degree
Góc đóng van xả (EVC)	640	Crank Angle Degree
Độ mở van xả	0,2	mm
Fuel-rail pressure	10	Mpa
Loại xăng	95 RON	Octane (C ₈ H ₁₈) và không khí (O ₂ + 3,773 N ₂)
Nhiệt độ nhiên liệu trước khi phun	40	°C
Đường kính ti phun	0,6	mm
Góc bắt đầu phun xăng (CA) deg	FI	Điều khiển theo góc quay
Góc ngưng phun xăng (CA) deg	FI	Điều khiển theo góc quay
Góc Bugi đánh lửa	345	Góc quay trục khuỷu

4.3 Mô hình phân tích

Mô hình phân tích được tham khảo từ mô hình thực tế cụm chi tiết hệ thống nạp của động cơ Honda Future.



Hình 4.1: Mô hình thực tế của hệ thống nạp động cơ Honda Future

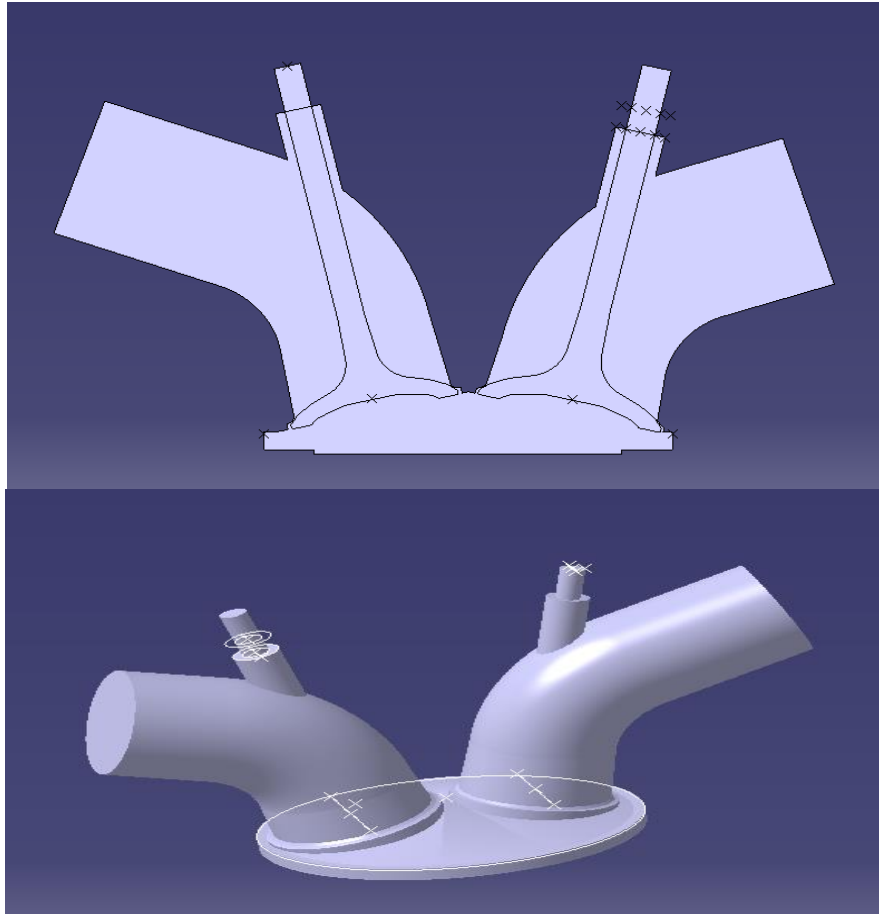
Tiến hành xây dựng mô hình hình học hệ thống nạp và xả động cơ Honda Future từ các thông số kỹ thuật của nó.

Quá trình xây dựng mô hình hình học sử dụng phần mềm Catia P3V5R21.

Mô hình được xây dựng trong mô-đun Part-Design. Mô hình phân tích là dạng khối đặc (Solid) và trong không gian ba chiều (3D).

Mô hình động cơ đốt trong 4 kỳ 1 xy-lanh gồm có:

- + Ống góp nạp và ống góp xả;
- + Xy-lanh và pít-tông;
- + Van nạp và van xả.

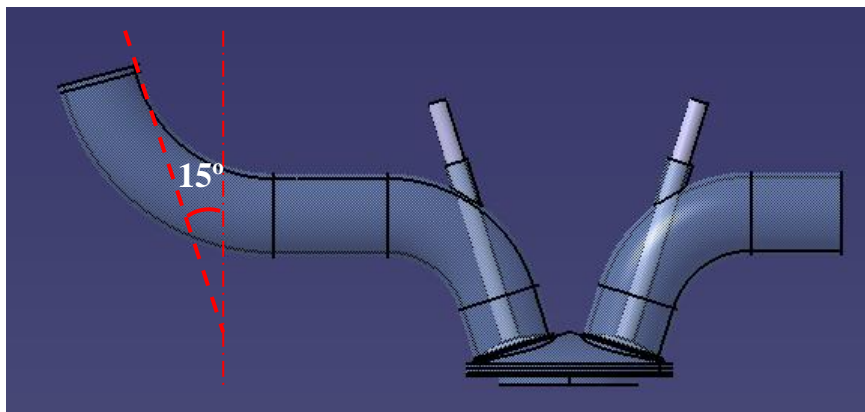


Hình 4.2: Mô hình được xây dựng trong phần mềm Catia

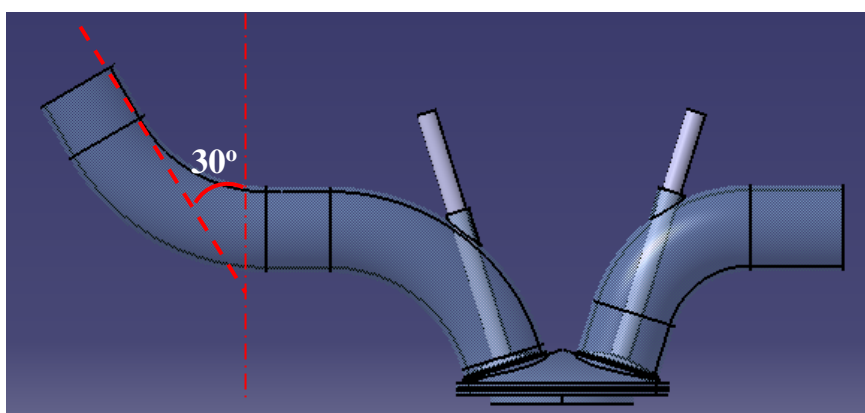
Mô hình được thiết kế bởi các đặc điểm sau:

- + Đường kính xy-lanh: 52,4 mm;
- + Thể tích buồng cháy: 15 cm³;
- + Đường kính cổ nạp khí: 23,2 mm.

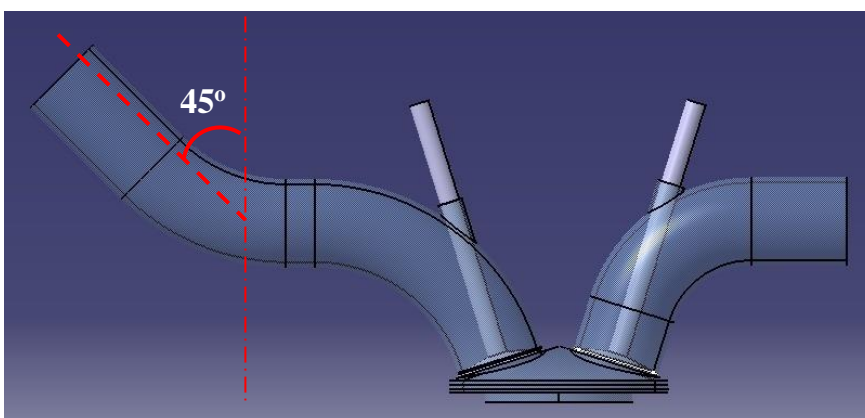
Theo các phân tích ở phần trước thì thông số ảnh hưởng lớn nhất đến sự phân bố và độ xoáy lốc của hỗn hợp khí xăng trong buồng đốt là phương tác động của động cơ bước. Các mô hình hình học cần chuẩn bị cho quá trình tính toán bao gồm các thông số cho các phương tác động của động cơ bước 15°, 30° và 45° so với trục của động cơ. Các quá trình sẽ được thực hiện với số vòng quay lần lượt là 1.200 vòng/phút, 1.500 vòng/phút và 1.800 vòng/phút.



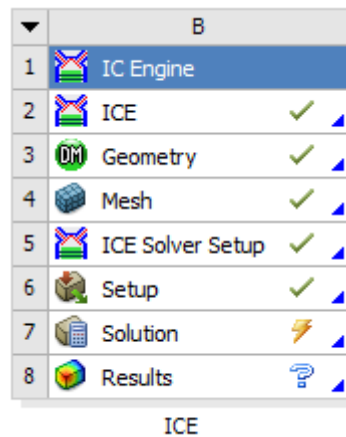
Hình 4.3: Mô hình động cơ với phương tác động của động cơ bước 15°



Hình 4.4: Mô hình động cơ với phương tác động của động cơ bước 30°



Hình 4.5: Mô hình động cơ với phương tác động của động cơ bước 45°



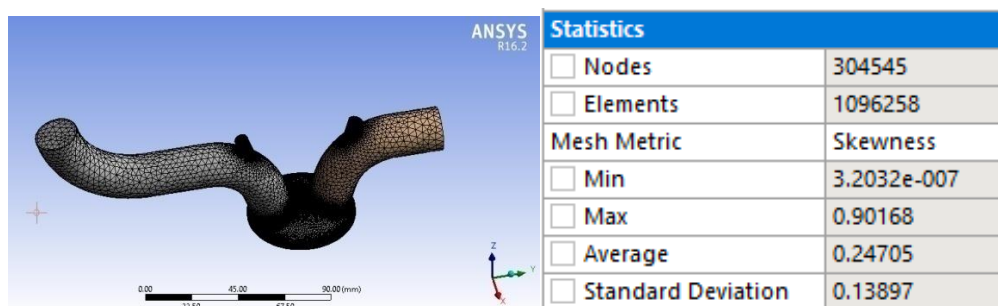
Hình 4.6: Các bước thiết lập tổng quát trong Ansys Workbench

4.4 Lưới tính toán

Phương pháp lưới động MUMMI (Multiple Mesh Motion and Mesh to Mesh Interpolation) được sử dụng trong đề tài này. Lưới tính toán bao phủ toàn bộ chu kỳ nạp - nén - nổ - xả của động cơ. Lưới được thay đổi trong khoảng thời gian nhất định và khi chất lượng của lưới quá thấp, kết quả tính toán được nội suy trên lưới mới.

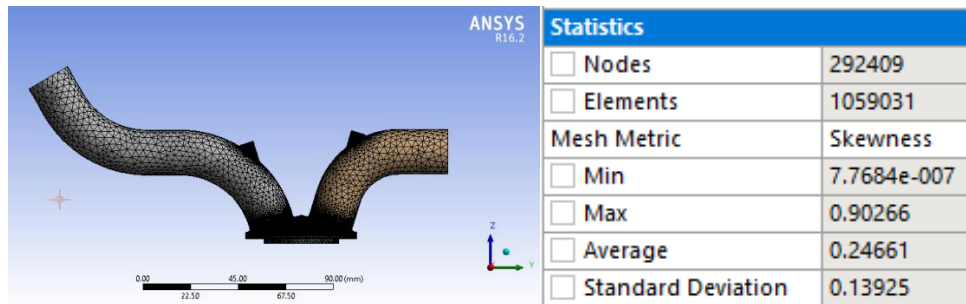
Trong quá trình giải theo phương pháp CFD, lưới mô hình ảnh hưởng rất nhiều tới kết quả. Hình dạng lưới, kích thước lưới được chia dựa vào đặc tính của dòng không khí [16].

Những vùng dự đoán có vận tốc lớn, thay đổi dòng đột ngột, hay trao đổi nhiệt lớn, những vùng tiếp xúc giữa không khí với thành ống, không khí với xy-lanh, pít-tông cần chia lưới mịn [17].



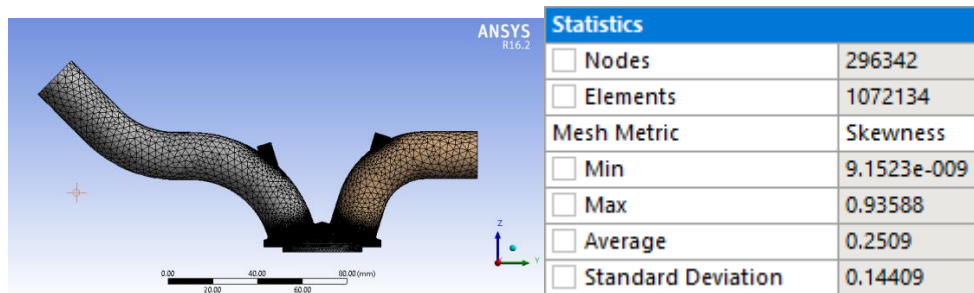
Hình 4.7: Lưới tính toán cho mô hình động cơ với phương tác động 15°

Lưới tính toán cho mô hình phương tác động của động cơ bước 15° có 1.096.258 phần tử và 304.545 nút. Số lượng phần tử lưới tứ diện (Tetra) phân bố chủ yếu tại khu vực có biên dạng cong, không tuyến tính, tuy nhiên tại bề mặt tiếp xúc với các thành ống vẫn được chia theo dạng lớp biên, tức đảm bảo khu vực sát thành ống có dạng chảy tầng. Khu vực tính toán trong buồng đốt lưới sẽ tự sinh ra, có dạng phần tử lưới lục diện (Hexa) đảm bảo độ xiên (Skewness) tại khu vực buồng đốt dưới giá trị tiêu chí là 0,6. Lưới phù hợp cho tính toán động cơ đốt trong.



Hình 4.8: Lưới tính toán cho mô hình động cơ với phương tác động 30°

Tiếp theo là lưới tính toán cho mô hình phương tác động của động cơ bước 30° có 1.059.031 phần tử và 292.409 nút. Lưới cũng phù hợp cho tính toán động cơ đốt trong theo như các tiêu chí đã phân tích ở trên.



Hình 4.9: Lưới tính toán cho mô hình động cơ với phương tác động 45°

Và lưới tính toán cho mô hình phương tác động của động cơ bước 45° có 1.072.134 phần tử và 296.342 nút. Lưới cũng phù hợp cho tính toán động cơ đốt trong theo như các tiêu chí đã phân tích ở trên.

4.5 Thiết lập thông số

Việc thiết lập thông số của quá trình mô phỏng được thực hiện trực tiếp trong mô-đun Setup của Ansys ICE. Hình 4.12 thể hiện các giá trị thiết lập của quá trình.

	A	B	C	D
1	Property	Value	Unit	P
2	General			
3	Component ID	ICE		
4	Directory Name	ICE		
5	Notes			
6	Notes			
7	Used Licenses			
8	Last Update Used Licenses	Not Applicable		
9	Simulation Type			
10	Simulation Type	Combustion Simulation		
11	Combustion Simulation Type	Full Engine Full Cycle		
12	Engine Inputs			
13	Connecting Rod Length	101.5	mm	
14	Crank Radius	28.95	mm	
15	Piston Offset/ Wrench	0	mm	
16	Minimum Lift	0.2	mm	
17	Valve Lift And Piston Motion Profile	ICE\ICE\lft.prof		

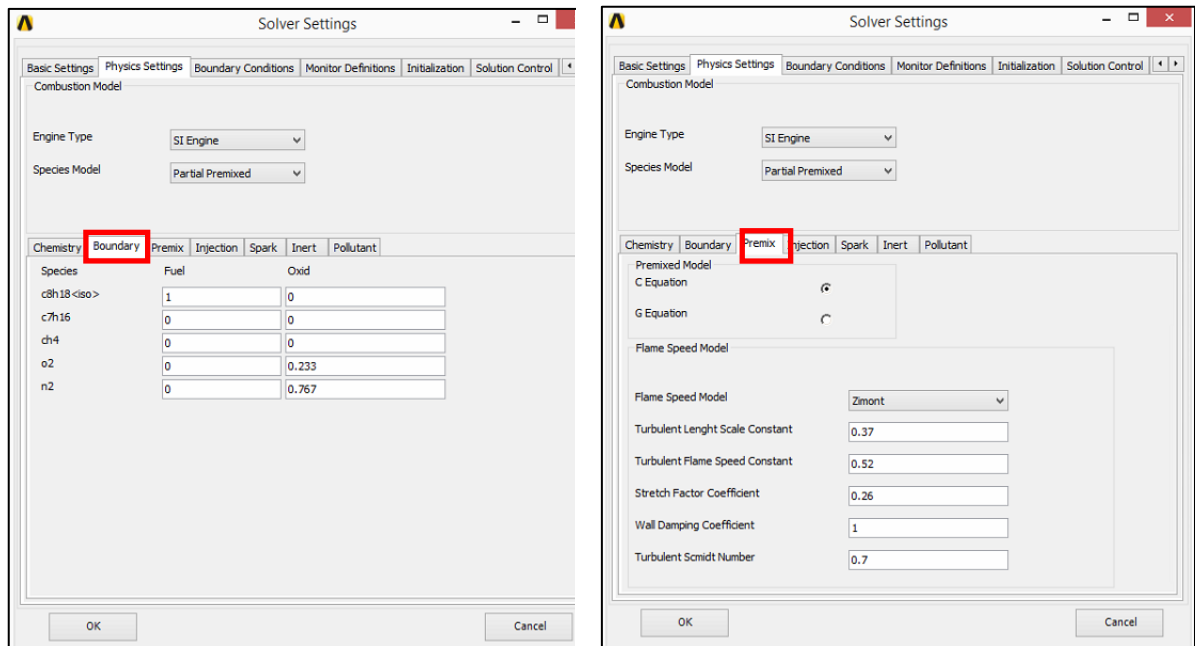
Hình 4.10: Thiết lập các lựa chọn tổng quát cho quá trình mô phỏng

Các thông số cần được thiết lập bao gồm kiểu phân tích, kiểu mô phỏng cháy, các thông số đặc trưng của động cơ, độ dài thanh truyền, bán kính trục khuỷu, độ nâng van nạp, van xả, tốc độ động cơ.

Thiết lập các thông số và quá trình trong toàn bộ chu kỳ là bước thiết lập quan trọng nhất, nhằm thiết lập toàn bộ các thông số ảnh hưởng đến quá trình mô phỏng, góc quay trục khuỷu, tốc độ động cơ, điều kiện biên, tham số phun xăng, chế độ đánh lửa ...

Thiết lập kiểu động cơ, SI Engine, đánh lửa bằng bu-gi, mô hình hoá học của hỗn hợp xăng-khí là Premixed, có nghĩa là xăng và khí sẽ được trộn trước khi vào buồng cháy, ở đây sử dụng xăng RON 95, có công thức hoá học là C_8H_{18} , hỗn hợp không khí bao gồm 0.233% Oxy và 0.767% Nitơ. Kế đến, chuyển sang thẻ Premix để định nghĩa phản ứng cháy giữa nhiên liệu và không khí khi có tia lửa.

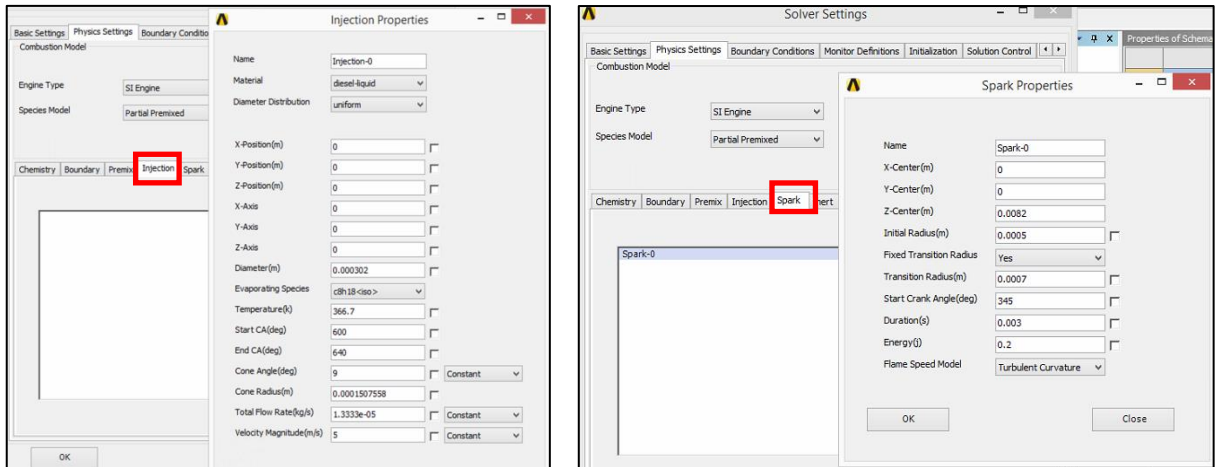
Trong thẻ định nghĩa mô hình Premix, lựa chọn phương trình C Equation, thiết lập các thông số Turbulent Length Scale là 0,37, Turbulent Flame Speed là 0,52, Stretch Factor Coefficient là 0,26, tất cả các thông số này có liên quan đến số Reynolds trong quá trình phân tích, ảnh hưởng đến dòng chảy rối trong buồng cháy.



Hình 4.11: Định nghĩa phản ứng cháy và các thành phần tham gia

Kế đến, thiết lập kiểu phun xăng và chế độ đánh lửa, các thông số được tham khảo từ tài liệu kỹ thuật chính hãng của xe Honda Future, góc đánh lửa là trước 15° so với điểm chết trên. Tọa độ tâm đánh lửa là $(0, 0, 0.0082)$. Giá trị tọa độ tâm được lấy từ mô hình hình học trong phần mềm Catia. Thời gian đánh lửa là $0,003$ s, năng lượng sinh ra là $0,2$ J. Kim phun xăng được thiết lập, kiểu nhiên liệu phun ra tồn tại ở trạng thái hơi sương. Nhiệt độ $93,7^\circ\text{C}$, góc cone 9° , vật liệu là RON 95 (C_8H_{18}).

Tọa độ kim phun cũng được tham khảo trên mô hình thực tế.

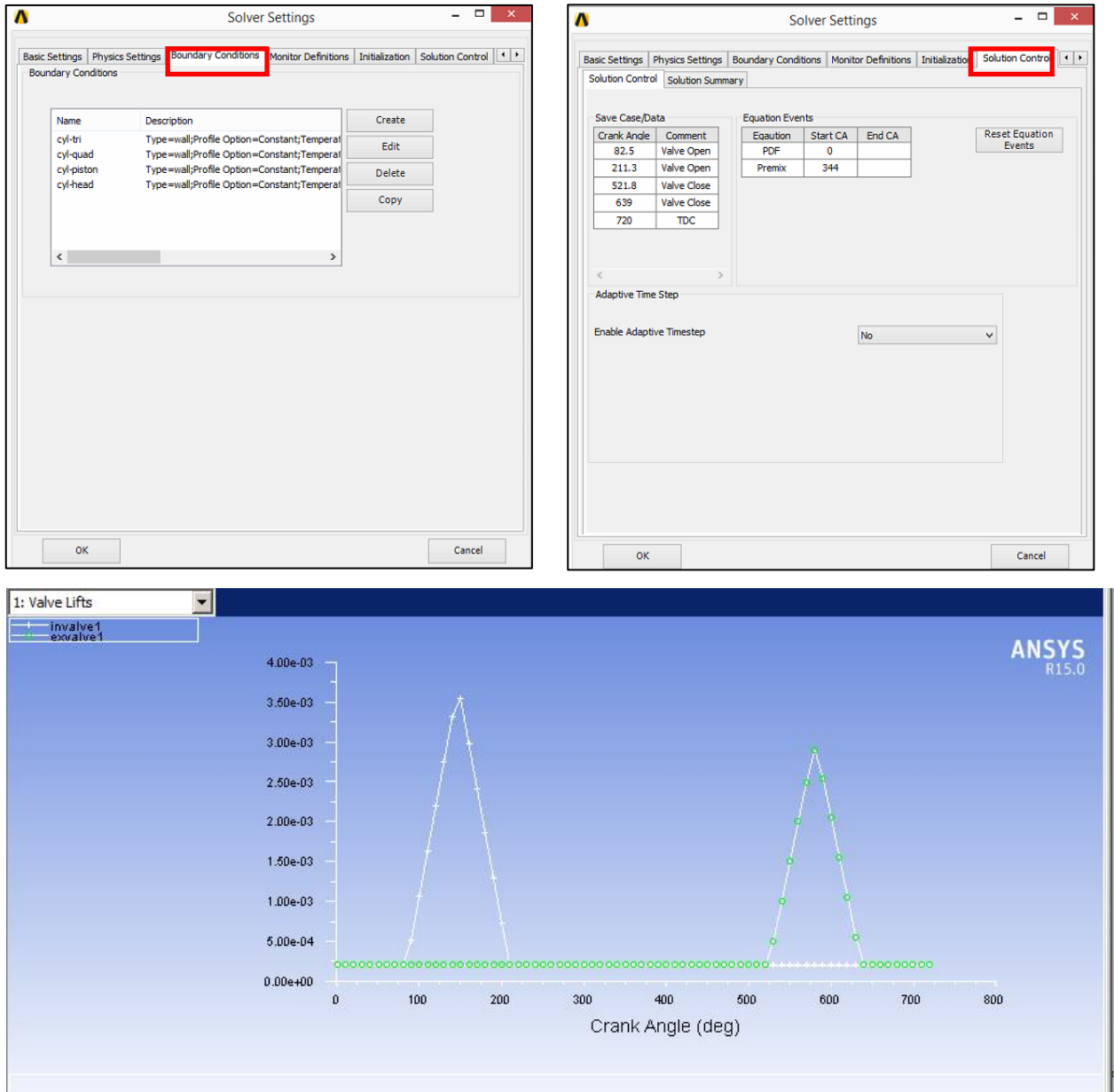


Hình 4.12: Thiết lập thông số phun nhiên liệu và chế độ đánh lửa.

Cuối cùng, tiến hành thiết lập các thông số liên quan đến điều kiện biên, kích hoạt các sự kiện xảy ra trong quá trình phân tích, phương pháp thiết lập như sau:

Về điều kiện biên: Tất cả các biên được thiết lập là Wall, có xét trao đổi nhiệt qua thành vách ra bên ngoài, riêng miền biên của pít-tông và xy-lanh, hai van nạp, xả phải thiết lập theo phương pháp lưới động lực được định nghĩa bằng hàm UDF. Biên ngoài cùng của cổ nạp khí được thiết lập theo kiểu biên Inlet Velocity với vận tốc bằng 0 và chênh lệch áp suất so với áp suất tham chiếu là 0 [Pa]. Ống xả được thiết lập dựa trên kiểu biên Pressure Outlet với chênh lệch áp suất so với áp suất tham chiếu là 0 [Pa].

Các sự kiện xảy ra trong quá trình phân tích được thiết lập như sau. Tại thời điểm góc trục khuỷu đạt $82,5^\circ$, kích hoạt van hút mở, tại thời điểm góc trục khuỷu đạt $211,3^\circ$, kích hoạt van hút đóng, tại thời điểm góc trục khuỷu đạt $521,8^\circ$, kích hoạt van xả mở, tại thời điểm góc trục khuỷu đạt 639° , kích hoạt van xả đóng. Thời điểm 720° , góc quay trục khuỷu chạm đến điểm chết trên. Tại thời điểm góc quay trục khuỷu trước điểm chết trên lần trong kỳ nén 15° , tức là góc quay trục khuỷu đạt 345° , kích hoạt chế độ đánh lửa dẫn đến kỳ nổ. Nhiên liệu được phun vào trong kỳ hút như đã định nghĩa trong thẻ Injection.

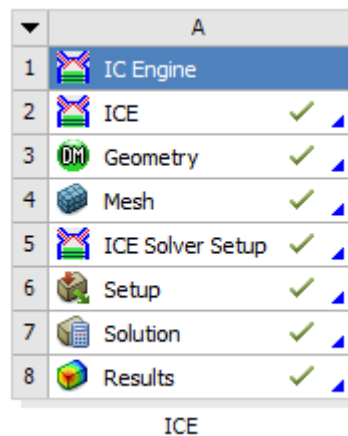


Hình 4.13: Đồ thị biểu diễn góc mở van hút, van xả và độ mở của van

Hình 4.13 biểu diễn thời điểm van hút, van xả mở, đóng theo như góc quay của trục khuỷu. Quá trình mở đóng được thiết lập tuyến tính nhằm đơn giản hoá tham số và rút ngắn thời gian giải tổng thể.

4.6 Tiến hành mô phỏng

Sau khi thiết lập các thông số cơ bản và chia lưới cho chu trình cũng như xác định biên dạng của các chi tiết trong mô hình, lúc này trên mô-đun có biểu tượng “Check” các đối tượng đã hoàn thành từng chu trình đó thì ta mới tiến hành mô phỏng được, nghĩa là các dấu “Check” này đã có ta Click vào Solution chính là tiến hành mô phỏng.



Hình 4.14: Biểu tượng thể hiện dấu “Check” thì mới tiến hành mô phỏng

4.7 Mô hình mô phỏng đặc tính động cơ

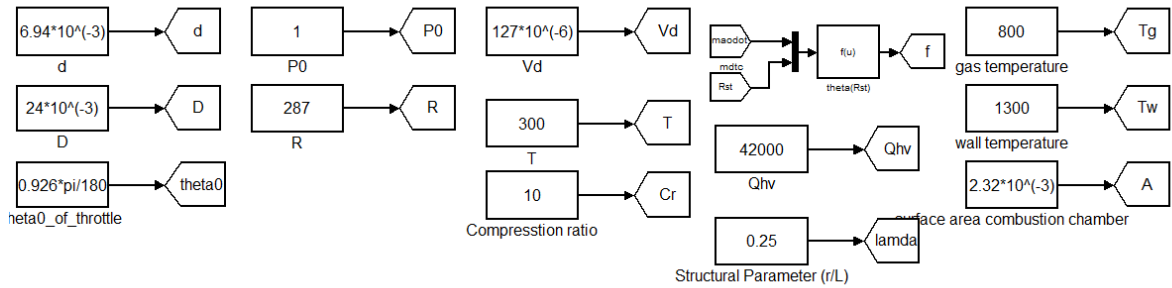
Sau khi mô phỏng CFD từ phần mềm Ansys ta được tỉ lệ xoay ở các phương tác động của động cơ bước khác nhau, tới đây ta đánh giá hệ số này có ảnh hưởng tới công suất và mô-men xoắn cũng như suất tiêu hao nhiên liệu.

Tiếp theo ta xây dựng Model từ việc nghiên cứu lý thuyết chương 2 ta có Model như hình dưới. Model này bao gồm xây dựng nhiều khối có trong Simulink khác nhau như: Fcn, Gain, Ramp, Constant,... Với các thông số đầu vào và đầu ra được cụ thể hoá như sau:

+ Thông số đầu vào là những thông số được thiết lập từ các thông số của động cơ như: đường kính ống nạp, tỉ số nén, góc mở bướm ga, thông số kết cấu, nhiệt độ khí xả, nhiệt độ thành xy-lanh, ...

+ Bộ phận xử lý bao gồm các khối được xây dựng từ trong mô-đun Simulink.

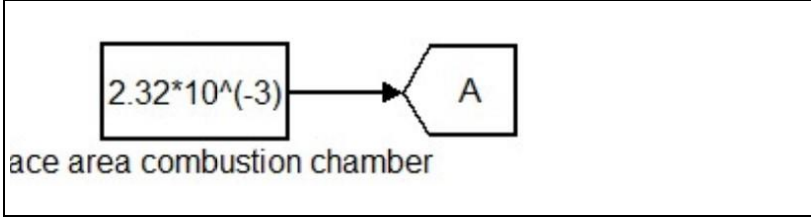
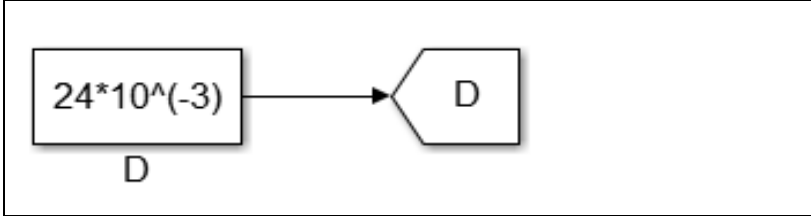
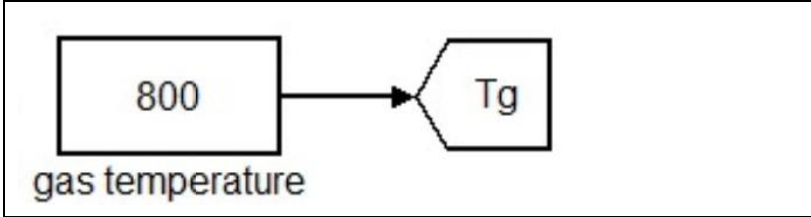
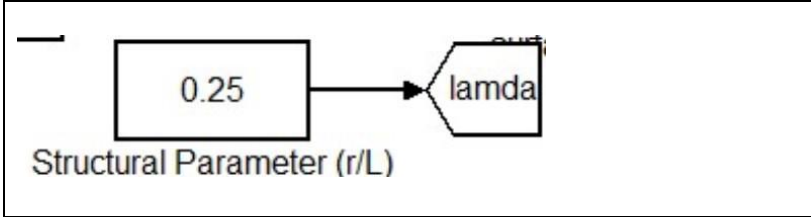
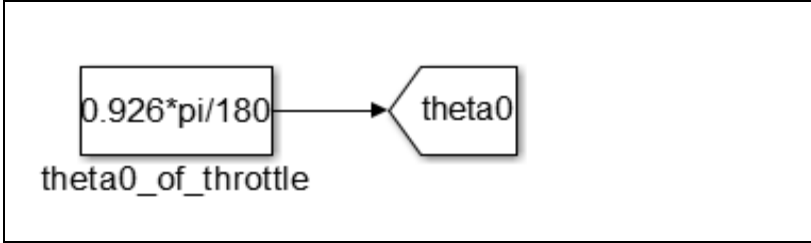
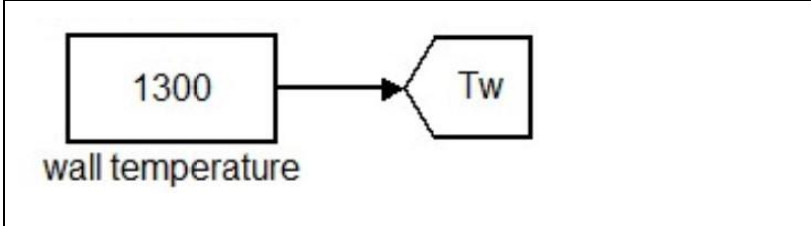
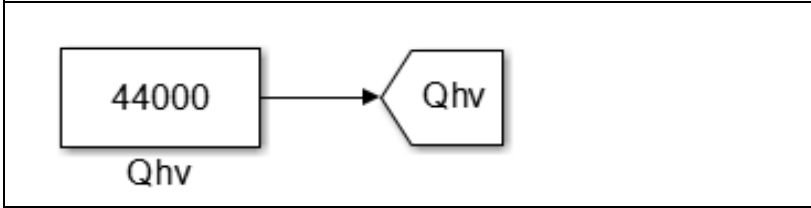
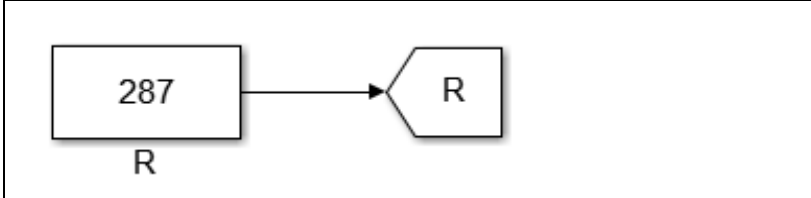
+ Thông số đầu ra bao gồm: các quá trình được tính toán bằng các hàm được nhập trong Matlab, thông số đầu ra bao gồm: công suất, mô-men xoắn và suất tiêu hao nhiên liệu.

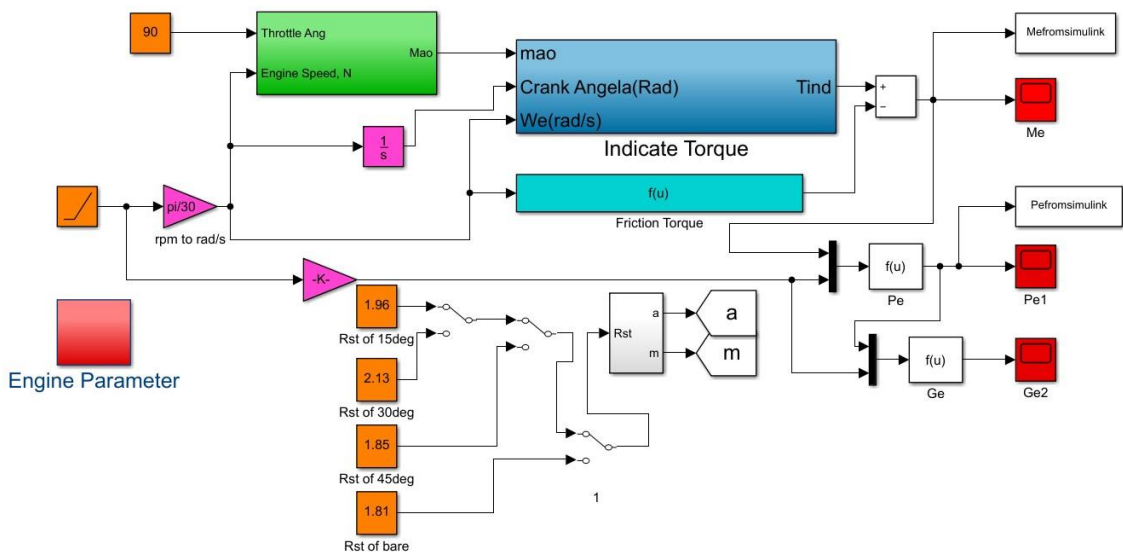
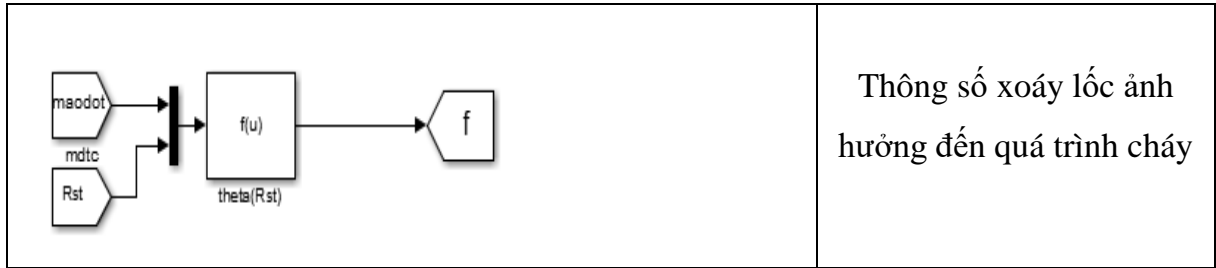


Hình 4.15: Các thông số đầu vào của động cơ xe máy Honda Future 125 cc

Bảng 4.2: Các thông số đầu vào của mô hình hoá hệ thống

Các khối thông số đầu vào của khối (SubSystem)	Mô tả
	Đường kính trụ ga
	Áp suất khí trời (<i>bar</i>)
	Thể tích công tác của động cơ (m^3)
	Tỷ số nén của động cơ

 <p>2.32*10⁽⁻³⁾ face area combustion chamber</p>	<p>Diện tích bề mặt buồng đốt</p>
 <p>24*10⁽⁻³⁾ D</p>	<p>Đường kính cánh bướm ga (m)</p>
 <p>800 gas temperature</p>	<p>Nhiệt độ khí cháy</p>
 <p>0.25 Structural Parameter (r/L)</p>	<p>Thông số kết cấu</p>
 <p>0.926*pi/180 theta0_of_throttle</p>	<p>Góc mở nhỏ nhất của bướm ga, khi cánh bướm ga đóng hoàn toàn</p>
 <p>1300 wall temperature</p>	<p>Nhiệt độ thành xy lanh</p>
 <p>44000 Qhv</p>	<p>Nhiệt trị cháy của hòa khí</p>
 <p>287 R</p>	<p>Hằng số của khí lý tưởng</p>



Hình 4.16: Xây dựng mô hình động cơ xe Honda Future 125 cc bằng Simulink

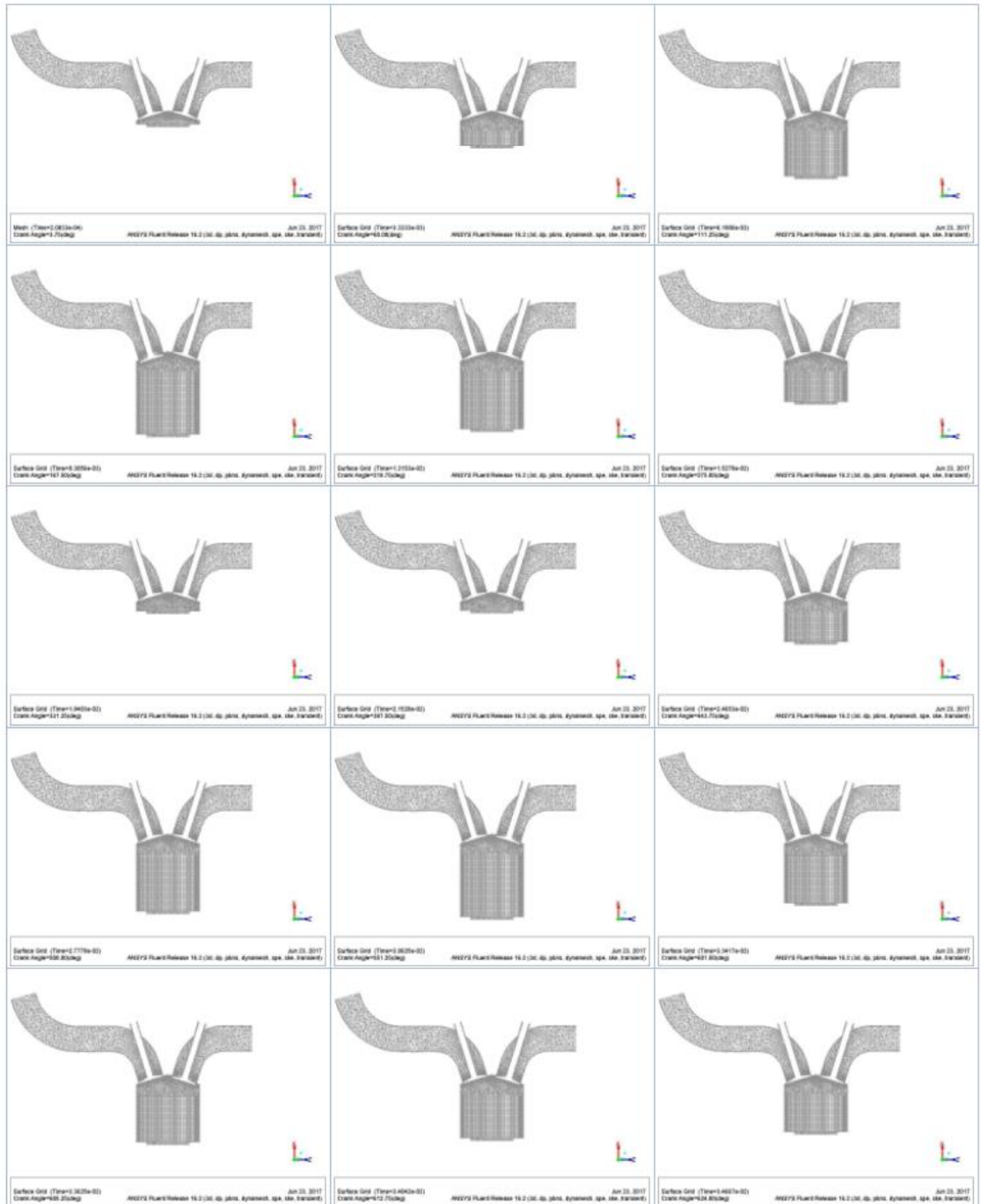
Model trên thể hiện đầy đủ các thông số đầu vào, bộ phận xử lý và thông số đầu ra của động cơ xe máy Honda Future 125 cc. Nó bao gồm các quá trình như: (1) Nạp (Intake), (2) Cháy (Combustion), (3) Truyền nhiệt (Heat transfer và Heat Release), (4) Ma sát (Friction), (5) Làm việc (Workdone).

Cần chú ý là các hệ số xoáy lốc được mô phỏng từ phần mềm Ansys này sẽ được ứng dụng vào trong Model này với 3 phương tác động của động cơ bước. Thông số ảnh hưởng đến xoáy lốc bao gồm a, m sẽ được trình bày cụ thể trong phần sau.

4.8 Kết quả

4.8.1 Quá trình tạo lưới trong toàn chu kỳ

Sau khi thiết lập các thông số và tiến hành mô phỏng thì quá trình tạo lưới toàn chu kỳ được tạo ra theo các thông số thiết kế và thể hiện dưới hình sau:



Hình 4.17: Tạo lưới toàn chu kỳ

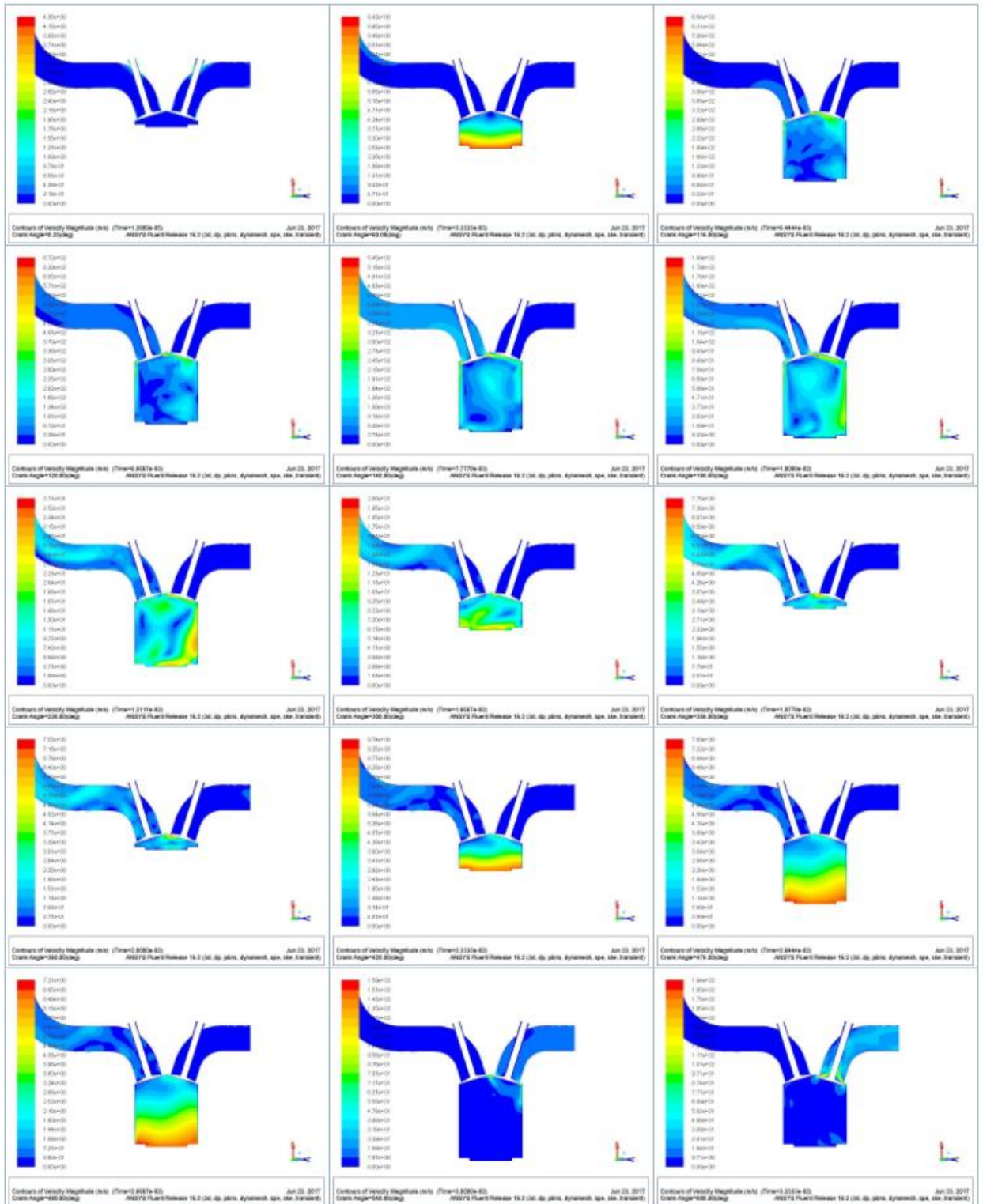
Quá trình tạo lưới này tương ứng với các góc xu-páp nạp mở và xu-páp thải mở đúng với thời điểm đã thiết lập, quá trình chia lưới này là tự động phần mềm tính toán trước khi đã cung cấp các thông số cơ bản của động cơ nghĩa là ta đã thiết lập ở phần trước. Quá trình tạo lưới tương ứng 4 quá trình xảy ra khi một động cơ hoạt động: kỳ nạp, kỳ nén, kỳ nổ và kỳ xả, sự phối hợp các xu-páp tương ứng với từng thời điểm là phù hợp.

Theo như kết quả trình bày trên hình 4.19, pít-tông sẽ di chuyển xuống đến điểm chết dưới, lưới động được tạo ra sau mỗi bước thời gian, sau đó di chuyển lên điểm chết trên lưới động được thu hồi, tại đây xảy ra kỳ nổ, sau đó pít-tông sẽ tiếp tục di chuyển xuống đến điểm chết dưới, lưới động được tạo ra sau mỗi bước thời gian, sau đó di chuyển lên điểm chết trên lưới động được thu hồi. Xen kẽ giữa các kỳ là biên của van nạp và van xả lần lượt mở ra. Tại đây, lưới tứ diện sẽ được tạo, do khu vực này sẽ xuất hiện dòng rối, xoáy và có dạng hình học là đường cong, do đó lưới tứ diện được sử dụng thay thế cho lục diện.

Mật độ chia lưới những chỗ có các khối giao nhau là rất mịn cụ thể là chỗ vị trí gần các xu-páp và nắp máy, không gian rất hẹp, do đó sẽ sinh ra hệ số rối cao, vận tốc và áp suất tăng đột ngột, do đó ta dùng lưới tứ diện tại khu vực này. Khu vực ngay tại hai mép của xu-páp và thành xy-lanh sẽ có mật độ lưới dày hơn, phần tử nhỏ hơn các khu vực lân cận, tương tự là khu vực lưới xung quanh thành xu-páp hút. Sau mỗi bước tạo lưới, phần mềm sẽ tự động thực hiện quá trình kiểm tra giá trị tiêu chí, điều này giúp cho người làm tiết kiệm thời gian kiểm tra thủ công. Lớp lưới tạo ra tại khu vực sát thành xy-lanh phải được hình thành theo phương pháp lớp biên, vì khu vực gần sát thành xy-lanh sẽ cho ra đáp ứng dòng chảy tầng.

4.8.2 Phổ vận tốc toàn chu kỳ

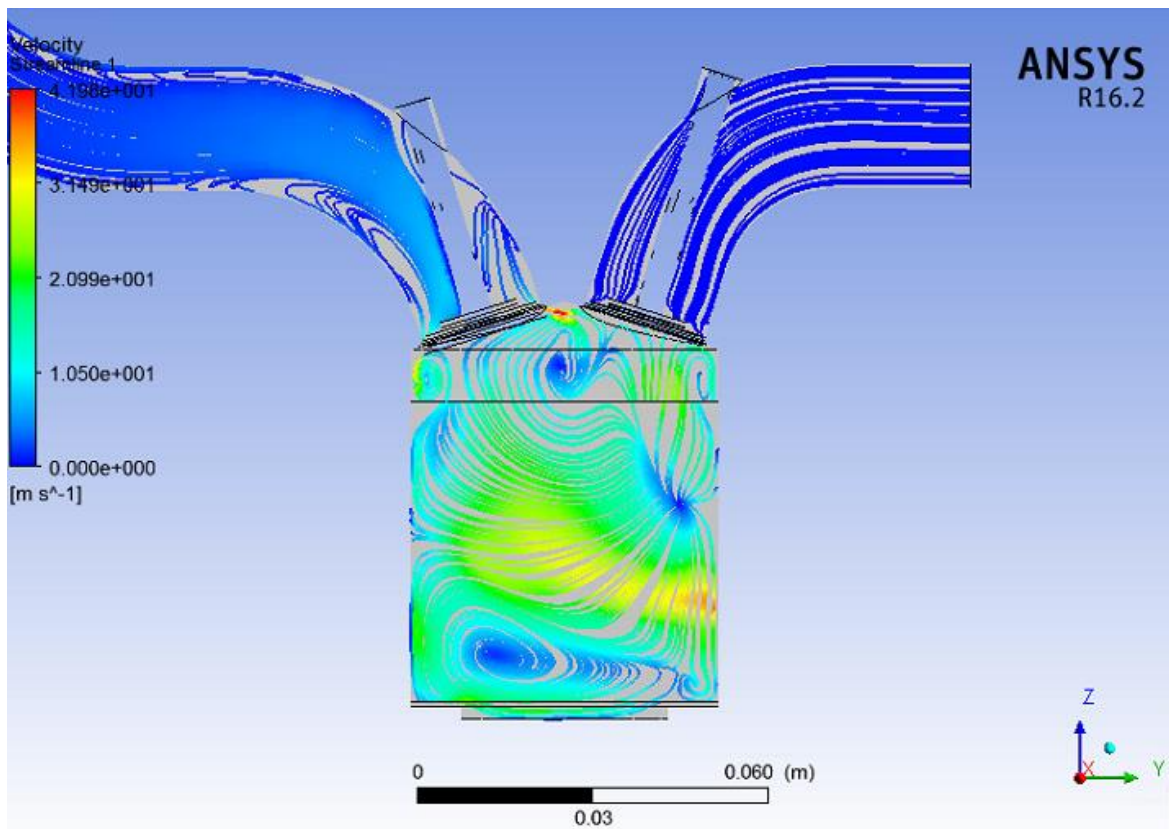
Quá trình phổ vận tốc toàn chu kỳ được thể hiện qua bảng màu sắc, nhìn vào bảng màu ta có thể nhận xét phổ vận tốc là lớn hay nhỏ, phổ vận tốc từ xanh dương đến đỏ tương ứng với vận tốc từ thấp nhất đến cao nhất.



Hình 4.18: Phổ vận tốc toàn chu kỳ

Nhìn vào hình trên ta thấy rằng vì quá trình nạp của động cơ khi pít-tông đi từ điểm chết trên xuống điểm chết dưới lúc này vận tốc là rất nhỏ do đó phổ vận tốc

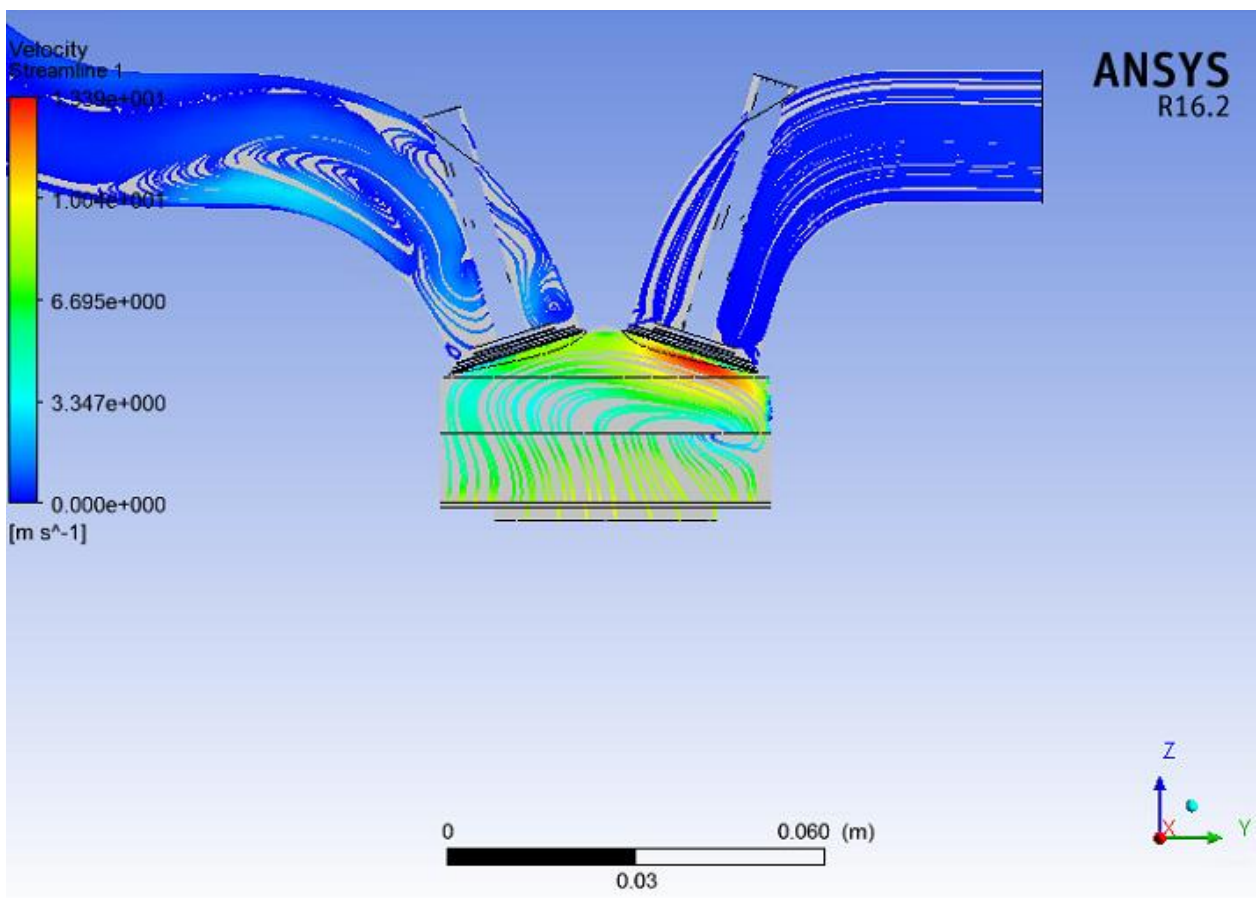
có màu xanh dương, khi quá trình nén thì vận tốc bắt đầu tăng dần, đến cuối quá trình nén thì bu-gi đánh lửa sớm và nhiên liệu bốc cháy lúc này kỳ sinh công thì vận tốc tức thời tại thời điểm này là tương đối lớn (chỉ một thời gian ngắn) sau đó thì biến mất do bị giới hạn không gian nên vận tốc bị chậm lại, vận tốc cháy được thể hiện trong phổ là khoảng 10 m/s điều này là hợp lý với tốc độ cháy của động cơ ngoài thực tế nếu tốc độ cháy lớn hơn rất nhiều thì chứng tỏ không tốt do bị kích nổ. Vận tốc cuối quá trình cháy đầu quá trình xả là lớn nhất do lúc này sự chênh lệch áp suất bên trong buồng đốt và bên ngoài là rất lớn nên khi xu-páp vừa hé mở thì sự chênh lệch giữa khí cháy và áp suất môi trường nên khí cháy thoát ra ngoài rất nhanh và giá trị vận tốc là rất lớn khoảng 230 m/s.



Hình 4.19: Phổ đường dòng dòng khí trong lòng xy-lanh cuối kỳ hút

Hình 4.21 thể hiện rõ hình ảnh của các dòng khí xoáy trong lòng xy-lanh, giá trị của phổ là giá trị vận tốc, nhìn phổ đường dòng theo hướng mặt cắt ZY, xoáy lốc dọc (Tumble) của dòng khí thể hiện rõ. Để hiển thị đường dòng của xoáy lốc ta phải

quan sát theo hướng mặt phẳng XY. Giá trị tỉ số xoáy lốc ngang và tỉ số xoáy lốc dọc sẽ được tính toán ra từ các thông số vận tốc bằng phương pháp tích phân theo ba phương, từ đó giá trị sẽ được cập nhật dần theo thời gian, tương ứng góc quay của trục khuỷu. khu vực đáy xy-lanh, đỉnh pít-tông là khu vực mà sự xoáy lốc dọc diễn ra nhiều nhất, do phương tác động của động cơ bước nghiêng ít so với trục dọc, điều này có nghĩa là dòng không khí sẽ có độ lớn véc-tơ vận tốc theo phương $-Z$ (hướng âm của trục Z) cao, dẫn đến lượng không khí sẽ di chuyển thẳng xuống đỉnh pít-tông và gây ra sự xoáy lốc dọc cục bộ tại đây, làm giảm đi sự phân bố đều của mật độ xăng-khí trong buồng cháy. Để khắc phục trường hợp này, các phương tác động của động cơ bước từ 15° đến 45° với gia số là 5° đã được chọn theo như trình bày ở phần trước, tương ứng với từng giá trị của phương tác động, ta sẽ có các đường cong xoáy lốc ngang và xoáy lốc dọc tương ứng, đây là tiêu chí quan trọng để đánh giá hiệu suất động cơ, từ đó đưa ra mô hình tốt nhất.

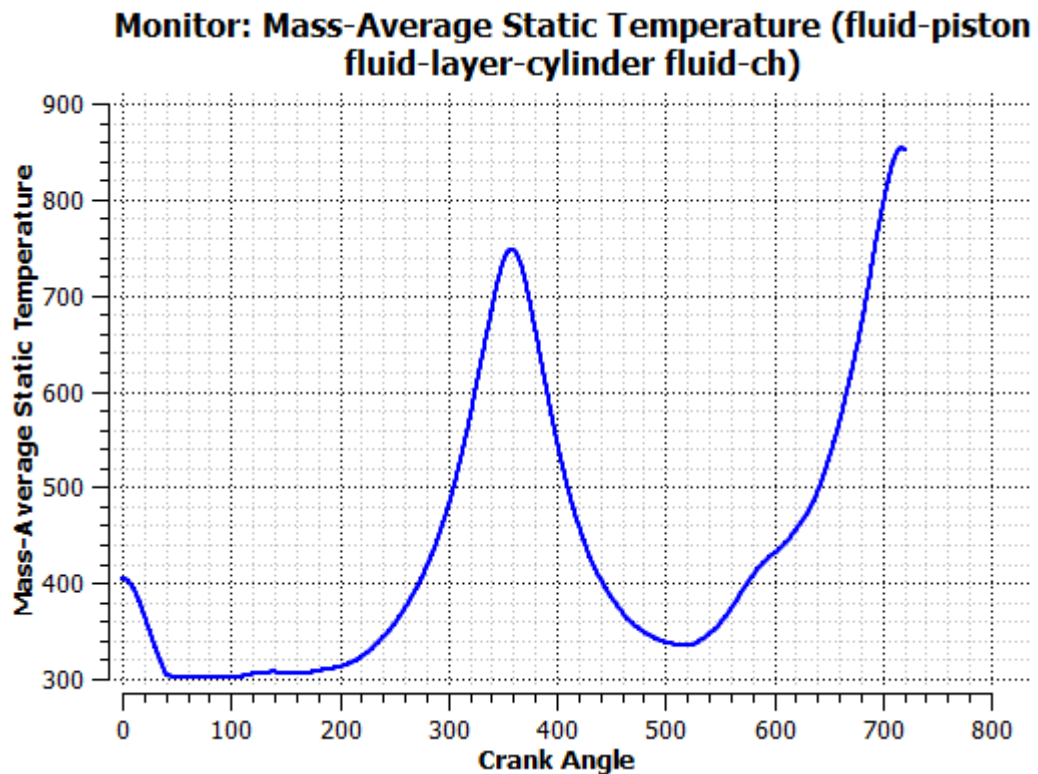


Hình 4.20: Phổ đường dòng dòng khí trong lòng xy-lanh trong kỳ nén

Hình 4.20 trình bày phân bố đường dòng của dòng khí trong lòng xy-lanh trong kỳ nén. Không khí tại kỳ nén bắt đầu có sự phân bố đều, dựa vào tỉ số xoáy lốc ngang và xoáy lốc dọc mà ta có thể quyết định góc đánh lửa sớm hay muộn. Khi pít-tông di chuyển lên trên điểm chết trên, không khí bị nén lại, áp suất trong buồng đốt tăng cao, vận tốc dòng khí mặc dù đều nhưng không còn giá trị lớn do thể tích buồng đã bị thu hẹp lại. Tại thời điểm này, tỉ số xoáy lốc ngang và xoáy lốc dọc sẽ quyết định trực tiếp đến hiệu suất động cơ, do tỉ số xoáy lốc ngang, xoáy lốc dọc càng cao thì mật độ xăng-khí phân bố đều, sự cháy hết diễn ra ổn định hơn, hiệu suất động cơ được cải thiện đáng kể. Ngoài ra, quan sát phổ cho thấy khu vực dòng khí tại cổ nạp và cổ xả có giá trị gần như bằng 0, nguyên nhân là do hai van (xu-páp hút, xu-páp xả) đã đóng lại, không khí không tràn vào bên trong xy-lanh nữa, nên khu vực này vận tốc tiến về giá trị 0. Ngoài ra, phổ vận tốc tại khu vực này có giá trị bằng 0 cũng chỉ ra rằng miền lưới động giữa xu-páp và thành xy-lanh đủ kín, phần tử đủ nhỏ để không khí không di chuyển ra ngoài. Ta có thể kết luận rằng quá trình tạo lưới động theo các tiêu chí đề ra đủ để nghiệm hội tụ, phù hợp với đáp ứng của hệ trong thực tế.

4.8.3 Nhiệt độ theo góc quay trục khuỷu

Trường nhiệt độ được tính toán và phân tích là kết quả của quá trình mô phỏng cháy trong xy-lanh. Hình 4.21 diễn tả đáp ứng nhiệt độ theo góc quay của trục khuỷu. Từ đồ thị nhiệt độ, nhiệt độ trong suốt quá trình nạp hỗn hợp xăng - khí là 27°C (300°K) và sau khi nén, nhiệt độ đạt giá trị lớn nhất ở đầu kỳ nổ là 477°C (750°K). Đây chính là thời điểm mà kỳ nổ xảy ra, trong một thể tích hẹp, khi pít-tông gần điểm chết trên, áp suất cao, đánh lửa xảy ra và hình thành quá trình nổ hỗn hợp xăng - khí, nhiệt độ tại thời điểm này vọt cao lên đến giá trị cực đại sau đó giảm dần khi pít-tông di chuyển xuống. Điều này sẽ ảnh hưởng đến giá trị áp suất (sẽ đề cập trong mục tiếp theo). Áp suất sẽ tỉ lệ thuận hoàn toàn với đáp ứng của nhiệt độ trong kỳ nổ.



Hình 4.21: Đáp ứng nhiệt độ theo góc quay của trục khuỷu

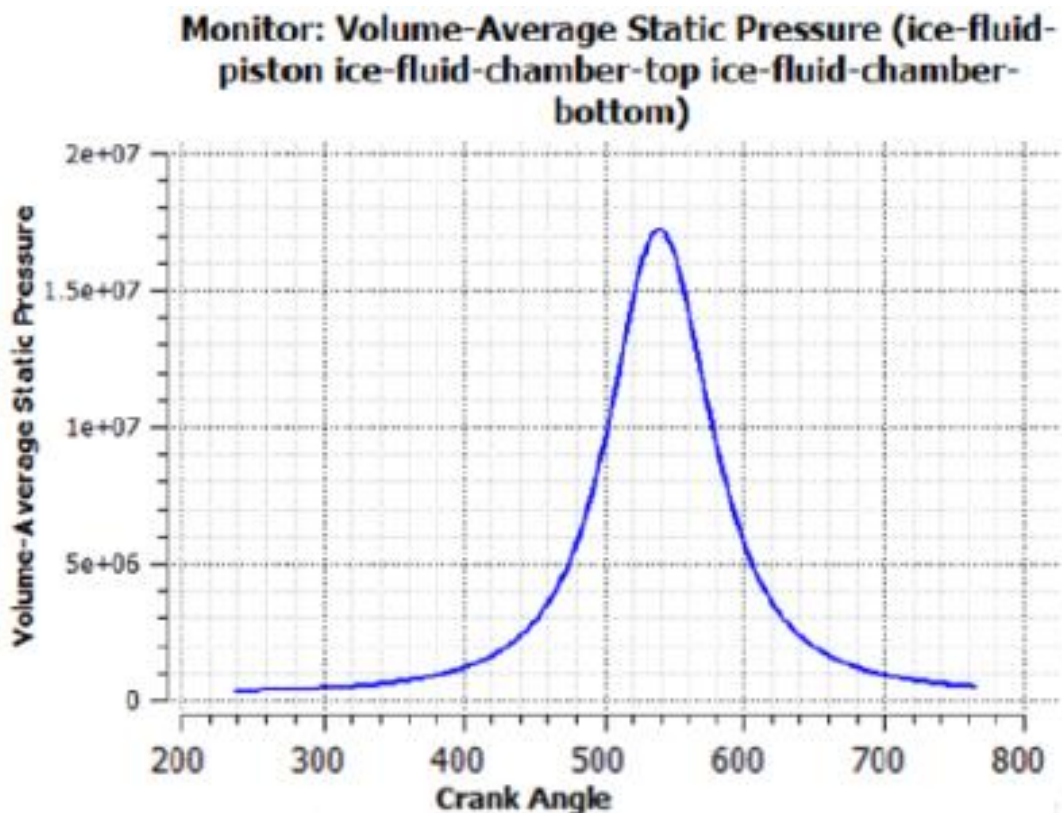
Sau kỳ nổ, khi pít-tông di chuyển xuống, phần nhiệt lượng sẽ được truyền qua thành xy-lanh và tiếp xúc với cơ chế làm mát. Trong thời điểm kỳ nổ diễn ra, cũng sẽ có một phần nhiệt lượng thất thoát qua thành xy-lanh, đây là một phần nguyên nhân làm giảm hiệu suất. Tuy nhiên, lượng nhiệt mất đi này rất nhỏ, không đáng kể. Dựa trên giá trị nhiệt độ, ta sẽ tính toán được nhiệt lượng toả ra và thông lượng nhiệt. Những thông số này sẽ được sử dụng để tính toán suất tiêu hao nhiên liệu.

Dựa vào đáp ứng của đồ thị nhiệt độ, ta thấy rằng đường đáp ứng là một đường cong trơn, không gấp khúc, điều này có nghĩa là bước thời gian dùng cho phân tích là phù hợp, nghiệm nhiệt độ hội tụ tốt, giá trị liên tục không bị gián đoạn hay gấp khúc quá trình tính toán các hệ số sẽ dễ dàng hơn. Tại kỳ nạp, nhiệt lượng hầu như không tăng, giá trị nằm ở mức 27°C (300°K), điều này phù hợp với thực tế, do trong kỳ nạp, không khí chỉ lưu thông và không có sự cháy xảy ra, nhiệt độ không tăng, sau kỳ nổ, kỳ xả diễn ra, không khí nóng được đẩy ra ngoài, nhiệt độ buồng cháy giảm xuống.

4.8.4 Áp suất theo góc quay trục khuỷu

Trường áp suất là kết quả của các quá trình di chuyển mặt phẳng pít-tông và sự nở xảy ra. Hình 4.24 biểu diễn đáp ứng áp suất trong buồng cháy theo góc quay của trục khuỷu. Đồ thị trên biểu diễn áp suất trong lòng xy-lanh cho ta thấy được sự thay đổi của áp suất theo từng góc quay của trục khuỷu tương ứng với từng chu kỳ hoạt động. Ta thấy đồ thị trên mô tả biên dạng là hoàn toàn phù hợp cho động cơ thực.

Đồ thị hình 4.22 thể hiện ảnh hưởng của phương tác động của động cơ bước lên thông số quan trọng nhất của động cơ là áp suất, theo đó, giá trị đỉnh của áp suất là 0,8 MPa đối với động cơ ban đầu và 1,1 MPa đối với động cơ có tác động của động cơ bước. Từ kết quả đường cong P-V trong toàn bộ chu trình của động cơ đốt trong, ta có thể tính mô-men xoắn, công suất, hiệu suất bằng mô phỏng trên Matlab.



Hình 4.22: Đáp ứng áp suất trong buồng cháy theo góc quay của trục khuỷu

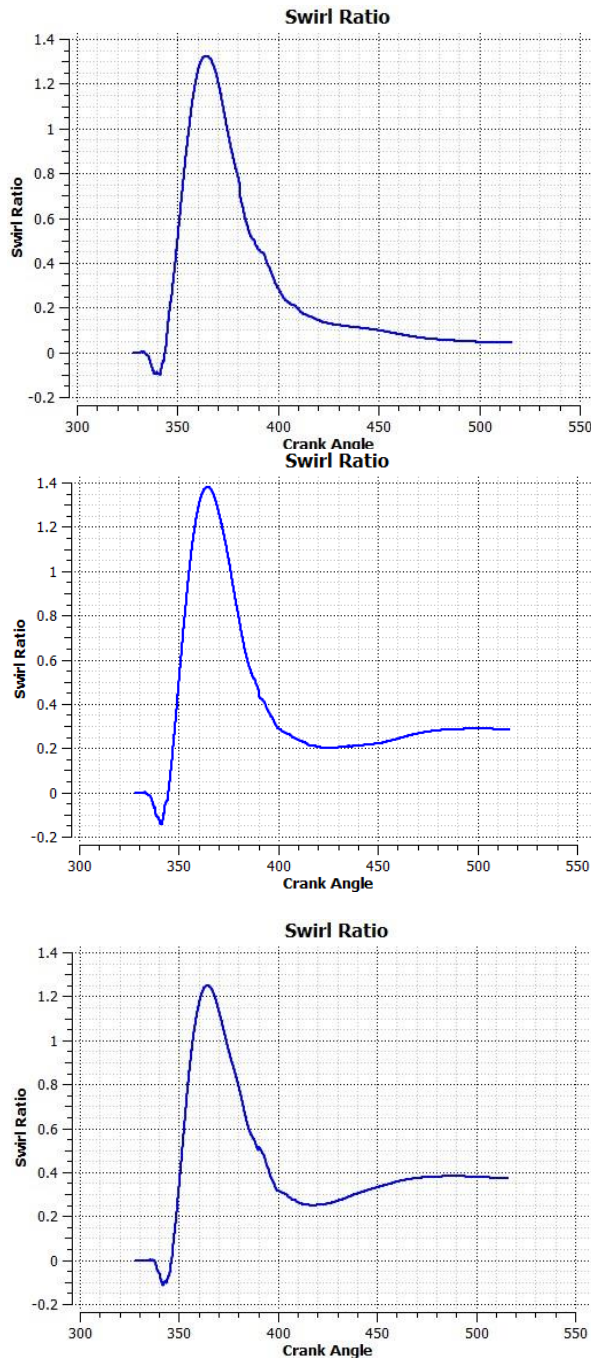
Từ đồ thị áp suất, suốt kỳ nạp, áp suất gần như là hằng số. Cuối kỳ nén và đầu kỳ nổ, áp suất tăng đạt ngưỡng 1,1 MPa. Áp suất buồng xy-lanh tăng ngay sau thời gian đánh lửa phù hợp thực nghiệm. Dựa vào đáp ứng của đồ thị áp suất, ta thấy rằng đường đáp ứng là một đường cong trơn, không gấp khúc, điều này có nghĩa là bước thời gian dùng cho phân tích áp suất là phù hợp, nghiệm áp suất hội tụ tốt, giá trị liên tục không bị gián đoạn hay gấp khúc giúp quá trình tính toán các hệ số sẽ dễ dàng hơn. Tại kỳ nạp, áp suất hầu như không tăng, giá trị áp suất tương đối nằm ở mức 0 Pa, điều này phù hợp với thực tế, do trong kỳ nạp, không khí chỉ lưu thông và không có sự cháy xảy ra, không khí lưu thông vào thành bình khi pít-tông đi xuống, áp suất vẫn cân bằng với áp suất bên ngoài, áp suất tương đối không tăng, sau kỳ nổ, kỳ xả diễn ra, không khí nóng được đẩy ra ngoài, áp suất buồng cháy giảm xuống.

Áp suất chính là thông số liên quan trực tiếp đến mô-men xoắn của trục khuỷu, dẫn đến công suất động cơ. Lượng áp suất sẽ được tích phân theo bề mặt đỉnh pít-tông, tạo thành lực đơn có hướng, lực này sẽ thông qua thanh truyền và truyền xuống tay đòn của trục khuỷu, gây ra mô-men xoắn. Tùy theo số vòng quay mà ta có đáp ứng công suất tương ứng. Việc cải thiện áp suất được thực hiện bằng cách cải thiện mật độ phân bố khí-xăng trong lòng xy-lanh, và vấn đề này sẽ được giải quyết bằng việc cải thiện tỉ số xoáy lốc ngang và xoáy lốc dọc.

4.8.5 Tỉ lệ xoáy lốc

Độ rối của hỗn hợp khí trong xy-lanh được thể hiện qua các đồ thị dưới đây. Dựa vào đồ thị tỉ lệ tỉ số xoáy lốc theo phương ngang và xoáy lốc theo phương đứng đánh giá phương tác động của động cơ bước tốt nhất. Dựa vào hình dạng dòng khí, ta có thể quan sát được các khu vực xoáy lốc ngang (Swirl) và xoáy lốc dọc (Tumble).

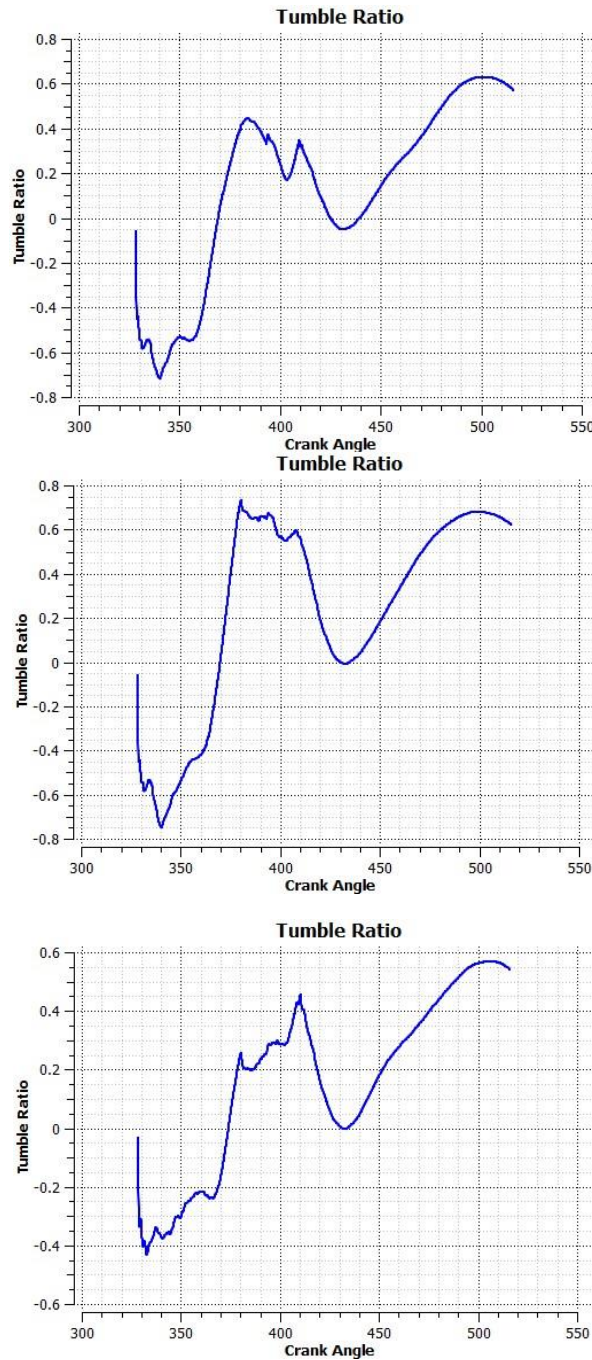
4.8.5.1 So sánh tỉ lệ xoáy lốc ngang dưới tác động của động cơ bước theo các phương 15°, 30° và 45°



Hình 4.23: Tỷ lệ xoáy lốc ngang của mô hình động cơ có tác động của động cơ bước theo các phương 15° , 30° và 45°

Từ các đồ thị trên ta thấy: giá trị cực đại của tỉ lệ xoáy lốc ngang của động cơ có tác động của động cơ bước theo các phương 15° , 30° và 45° lần lượt là: 1,31, 1,38 và 1,26. Vậy tác động theo phương 30° là tối ưu nhất.

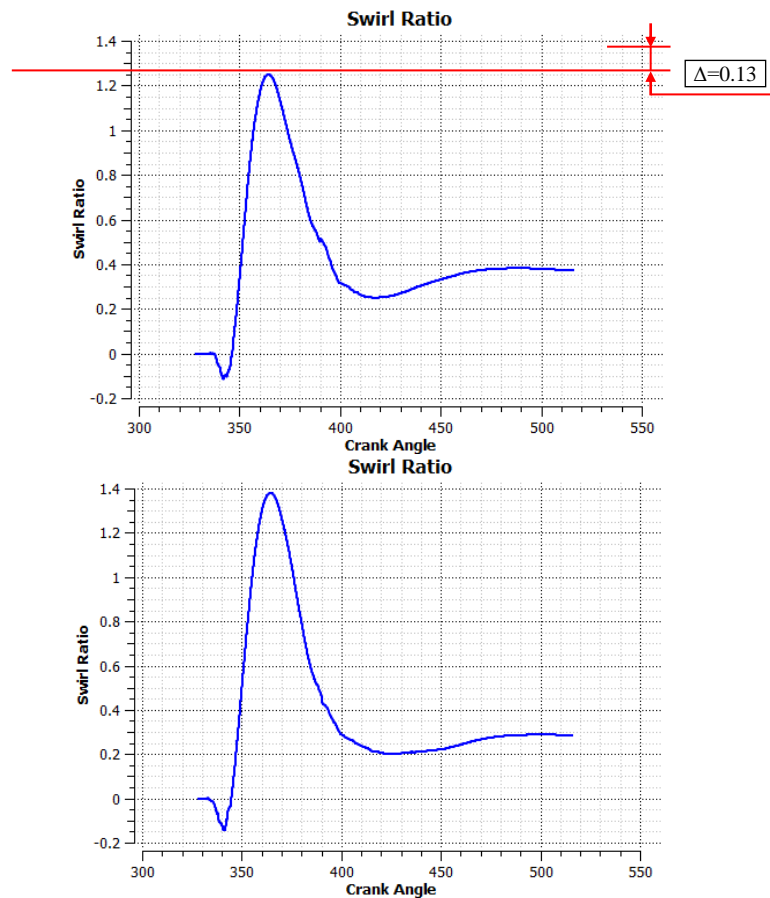
4.8.5.2 So sánh tỉ lệ xoáy lốc dọc dưới tác động của động cơ bước theo các phương 15° , 30° và 45°



Hình 4.24: Tỉ lệ xoáy lốc dọc của mô hình động cơ có tác động của động cơ bước theo các phương 15° , 30° và 45°

Từ các đồ thị trên ta thấy: giá trị cực đại của tỉ lệ xoáy lốc dọc của động cơ có tác động của động cơ bước theo các phương 15° , 30° và 45° lần lượt là: 0,65, 0,75 và 0,59. Vậy tác động theo phương 30° là tối ưu nhất.

4.8.5.3 So sánh tỉ lệ xoáy lốc ngang của động cơ nguyên mẫu và động cơ dưới tác động của động cơ bước theo phương 30°

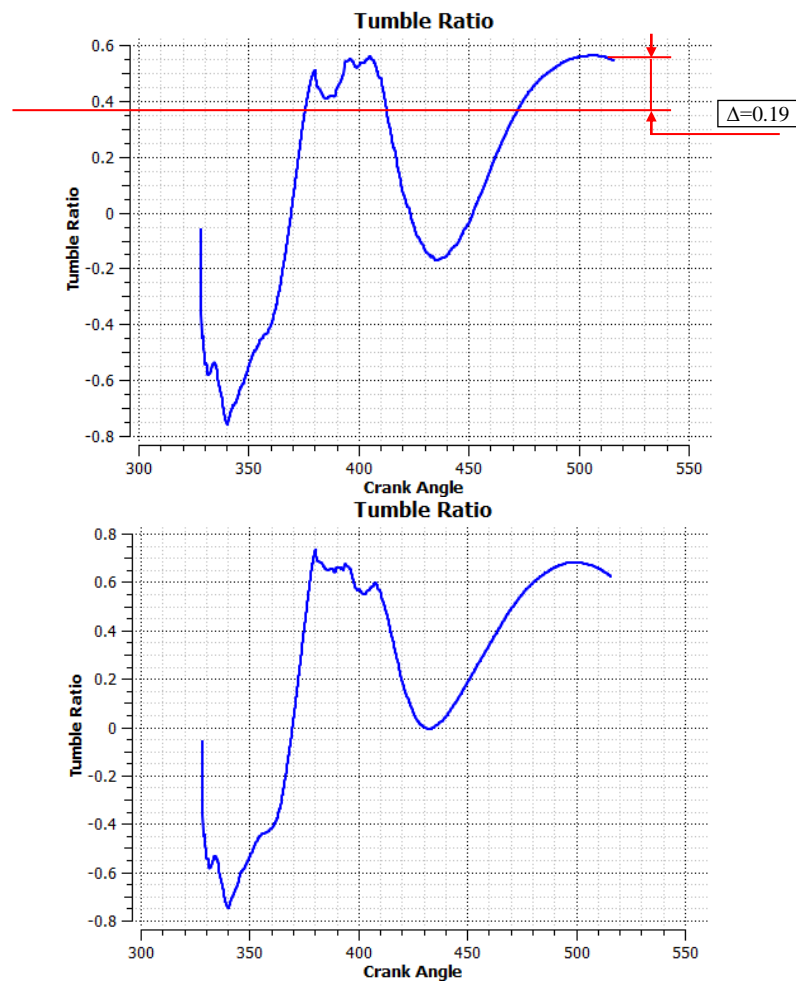


Hình 4.25: Tỉ lệ xoáy lốc ngang của mô hình động cơ nguyên mẫu và động cơ có tác động của động cơ bước (phương 30°)

Từ đồ thị tỉ lệ độ xoáy, mức dao động độ xoáy lốc ngang của động cơ Honda Future đạt từ -0,1 đến 1,25 và của động cơ có tác động của động cơ bước theo phương 30° là từ -0,15 đến 1,82. Kết quả cho thấy động cơ có tác động của động cơ

bước theo phương 30° có độ xoáy lốc ngang dao động lớn hơn động cơ nguyên mẫu. Đồng thời, giá trị cực đại của tỉ lệ xoáy lốc ngang của động cơ có tác động của động cơ bước theo phương 30° là 1,38 lớn hơn động cơ nguyên mẫu là 1,25. Giá trị tăng của tỉ lệ xoáy lốc cực đại là 0,13.

4.8.5.4 So sánh tỉ lệ xoáy lốc dọc của động cơ nguyên mẫu và động cơ dưới tác động của động cơ bước theo phương 30°



Hình 4.26: Tỉ lệ xoáy lốc dọc của mô hình động cơ nguyên mẫu và động cơ có tác động của động cơ bước (phương 30°)

Tỉ lệ xoáy lốc dọc của hai mô hình được thể hiện ở Hình 4.28. Mô hình động cơ nguyên mẫu có độ xoáy lốc dọc dao động từ -0,75 đến 0,56 và mô hình động cơ có tác động của động cơ bước theo phương 30° có độ xoáy lốc dọc dao động từ -0,76 đến 0,75. Ngoài ra, giá trị cực đại của tỉ lệ xoáy lốc dọc của động cơ có tác động của động cơ bước theo phương 30° là 0,75 cao hơn hẳn giá trị của động cơ nguyên mẫu là 0,56. Như vậy, giá trị cực đại và độ dao động của tỉ lệ xoáy lốc dọc của động cơ có tác động của động cơ bước theo phương 30° lớn hơn so với động cơ xe Honda Future nguyên mẫu.

4.8.5.5 Đánh giá chung về tỉ lệ xoáy lốc

Từ những kết quả mô phỏng động cơ đốt trong ở trên, chúng ta thấy rằng phương tác động của động cơ bước có ảnh hưởng đáng kể đến độ xoáy lốc của động cơ nói riêng, cũng như ảnh hưởng đến hiệu suất của động cơ nói chung. Điều này được thể hiện qua đồ thị tỉ lệ xoáy lốc ngang và đặc biệt là tỉ lệ xoáy lốc dọc của động cơ đốt trong.

Như vậy, động cơ xe Honda Future 125 cc khi có tác động của động cơ bước theo phương 30° là tối ưu nhất. Theo phương tác động này tỉ lệ xoáy lốc ngang đạt 1,38 (giá trị ban đầu là 1,28) (tăng 10%) và tỉ lệ xoáy lốc dọc đạt 0,75 (giá trị ban đầu là 0,56) (tăng 12%).

4.8.6 Công suất của động cơ ứng với các phương tác động của động cơ bước

Công suất của động cơ đánh giá được tính năng hoạt động của động cơ. Sau khi chạy mô phỏng ta được các thông số của tỉ lệ xoáy lốc, từ thông số xoáy lốc này ta tính được nhiệt lượng toả ra và từ áp suất ta tính được công suất bằng phương pháp “Filling and Empty”.

Sau bước chạy mô phỏng ta được giá trị của các hệ số tỉ lệ xoáy lốc cực đại theo 3 phương tác động của động cơ bước khác nhau.

Bảng 4.3: Giá trị các tỉ lệ xoáy lốc theo các phương tác động của động cơ bước

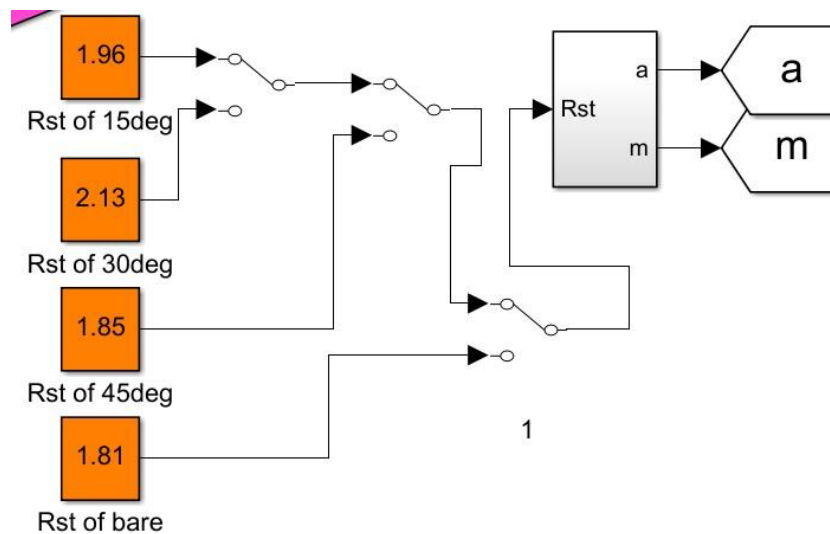
Phương tác động của động cơ bước	15 ⁰	30 ⁰	45 ⁰	Bare
Tỉ lệ xoáy lốc ngang	1,31	1,38	1,26	1,25
Tỉ lệ xoáy lốc dọc	0,65	0,75	0,59	0,56
Tổng hai tỉ lệ xoáy lốc	1,96	2,13	1,85	1,81

Quá trình cháy và nhả nhiệt liên quan đến công suất động cơ. Khi ta có được các hệ số xoáy lốc thì ta tính lại các hệ số a và m. Các hệ số này chính là các thông số hiệu chỉnh của quá trình nạp khi tính đến hệ số xoáy lốc ngang và dọc (Swirl và Tumble).

Công thức ảnh hưởng tới xoáy lốc bao gồm hệ số a, m có ảnh hưởng đến quá trình nhả nhiệt của động cơ được cho bởi công thức:

$$a = 5 + 0,1 \cdot R_{st} \cdot \exp(R_{st} - 2) \tag{4.2}$$

$$m = 2 + 0,4 \cdot R_{st} \cdot \exp(R_{st} - 2) \tag{4.3}$$

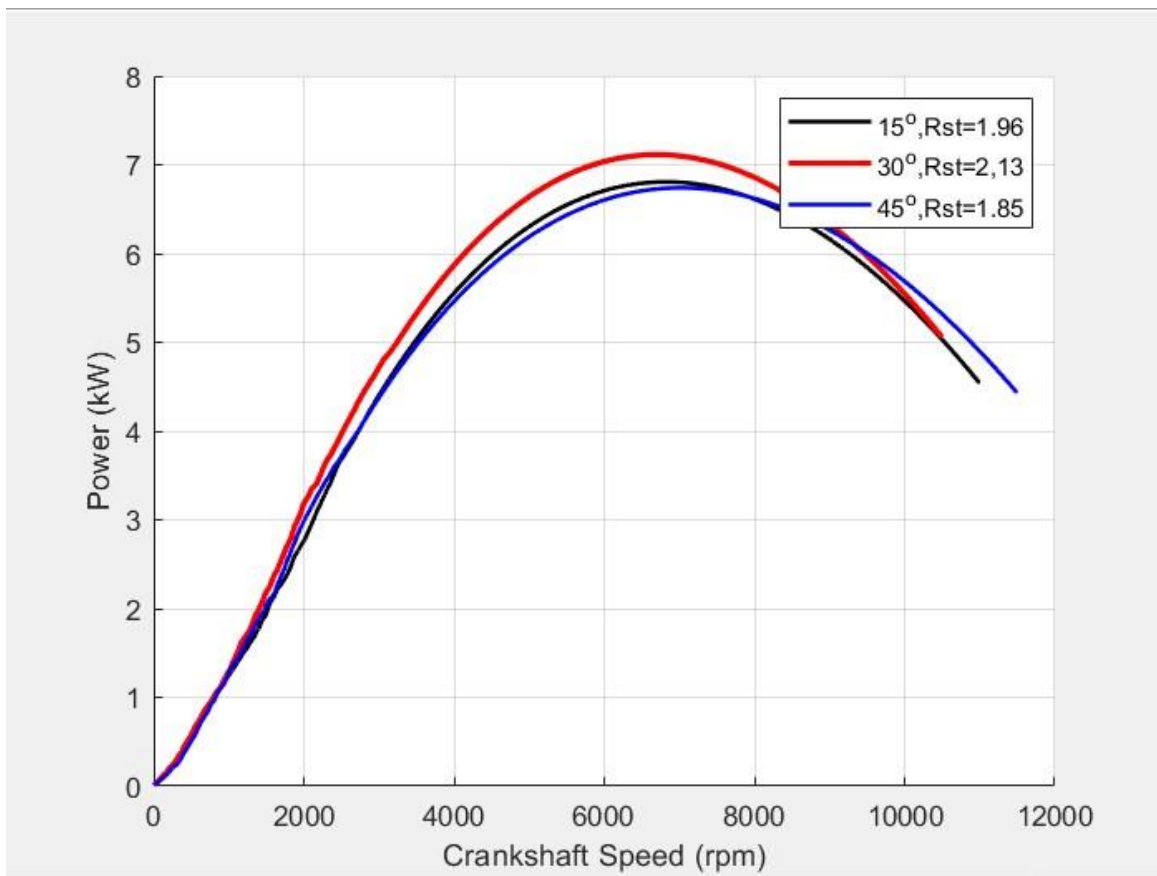


Hình 4.27: Các hệ số a, m được đưa vào Model để đánh giá tới công suất

Sau khi chạy trong Simulink ta được đồ thị công suất với 3 phương tác động của động cơ bước tương ứng với các màu:

- Màu đen là ứng với phương 15⁰ với tổng hệ số xoáy lốc là R_{st} = 1,96.
- Màu đỏ là ứng với phương 30⁰ với tổng hệ số xoáy lốc là R_{st} = 2.13.

- Màu xanh ứng với phương 45^0 với tổng hệ số xoáy lốc là $R_{st}=1.85$.



Hình 4.28: Công suất của động cơ ứng với các phương tác động của động cơ bước

Nhìn vào đồ thị này ta có nhận xét như sau:

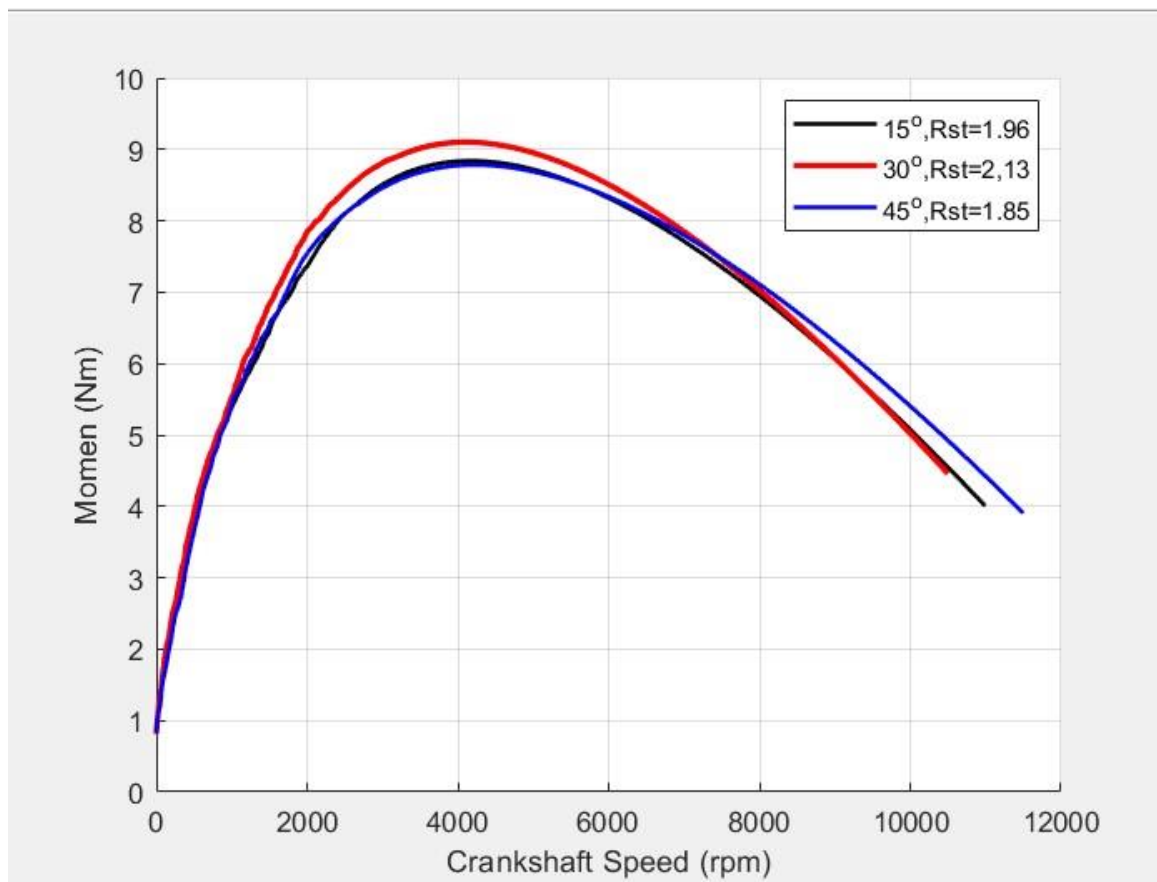
Theo tốc độ vòng quay trục khuỷu từ tốc độ thấp đến tốc độ cao công suất của động cơ ứng với phương 30^0 là luôn lớn hơn với các còn lại.

Ở tốc độ thấp (dưới 2000 vòng/phút) thì công suất của động cơ ứng với phương tác động của động cơ bước 30^0 đạt 3,2 kW, phương 15^0 là 2,8 kW và phương 45^0 là 2,6 kW. So với động cơ nguyên mẫu thì công suất của động cơ ứng với phương tác động của động cơ bước 30^0 ở tốc độ thấp tăng 10%.

Như vậy, việc tác động của động cơ bước theo phương lớn hơn 30^0 thì công suất động cơ có xu hướng giảm xuống. Do đó, ứng với phương tác động 30^0 thì công

suất là cao nhất, nếu động cơ bước tác động theo phương 30^0 thì công suất động cơ tăng lên nên tính cơ động của động cơ tăng, thay vì phải lắp các thiết bị đắt tiền như turbo tăng áp thì ta chỉ cần điều khiển phương tác động của động cơ bước phù hợp (30^0) thì xoáy lốc xảy ra tốt, việc hoà trộn tỉ lệ hoà khí đều thì công suất động cơ phát ra lớn, việc cải tiến này là giá thành rẻ nhất nhưng đem lại hiệu quả cao.

4.8.7 Mô-men xoắn của động cơ với các phương tác động của động cơ bước



Hình 4.29: Mô-men xoắn động cơ ứng với các phương tác động của động cơ bước

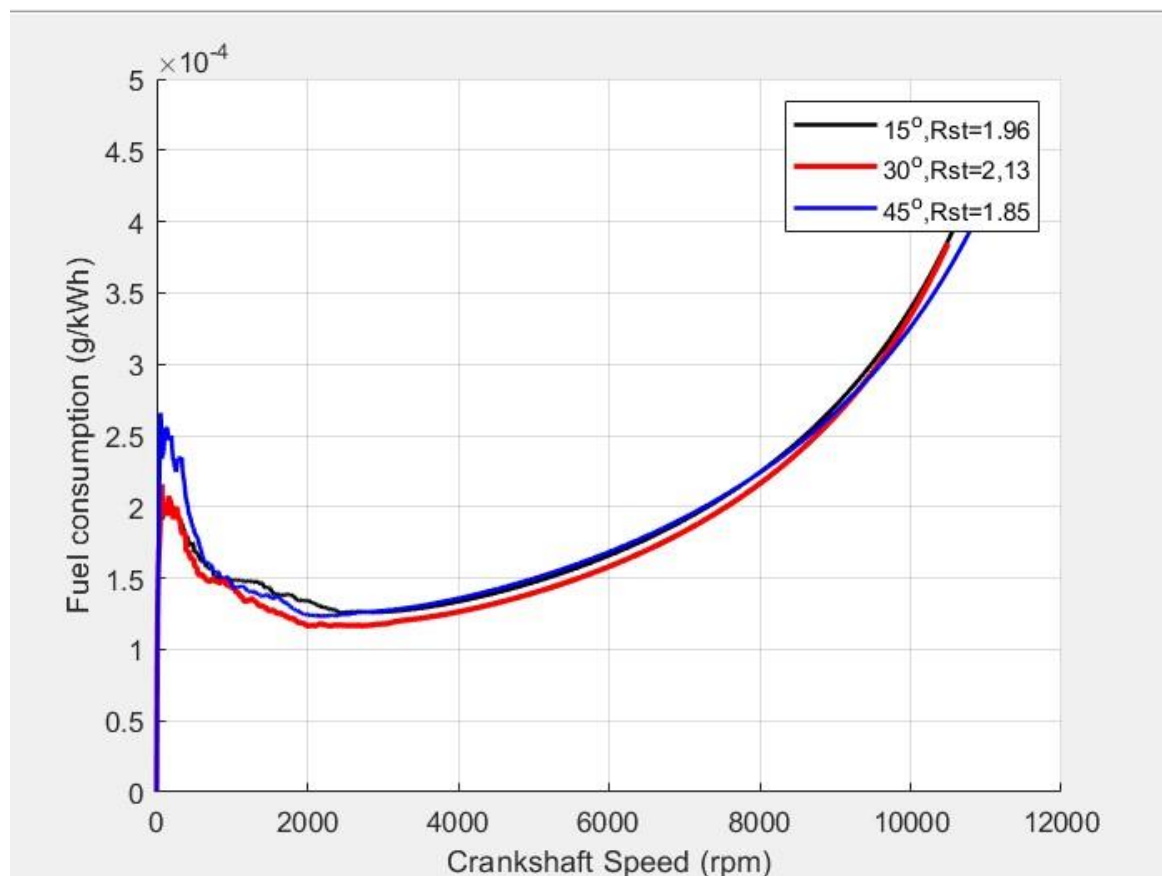
Nhìn vào đồ thị trên ta thấy rằng mô-men xoắn của động cơ có phương tác động của động cơ bước 15^0 và 45^0 là thấp hơn so với mô-men xoắn theo phương 30^0 .

Ở tốc độ thấp (dưới 2000 vòng/phút) giá trị mô-men xoắn của động cơ xe máy Honda Future 125cc ở phương tác động của động cơ bước 30^0 là 7,8 Nm, phương 15^0 là 7,4 Nm và phương 45^0 là 7,6 Nm. So với động cơ nguyên mẫu mô-men xoắn của động cơ ứng với phương tác động của động cơ bước 30^0 ở tốc độ thấp tăng 5%.

Với phương tác động của động cơ bước 30^0 thì giá trị mô-men xoắn là cao nên tính cơ động của động cơ lớn, do đó khả năng tăng tốc của xe là tốt. Lúc này ta khẳng định rằng tỉ lệ xoáy lốc là có ảnh hưởng đến mô-men xoắn của động cơ. Giá trị xoáy lốc của phương tác động 30^0 là lớn nên tỉ lệ hoà trộn hoà khí là đều nên quá trình cháy hoàn hảo sinh công lớn. Do đó nếu muốn cải tiến động cơ thì chỉ cần điều chỉnh phương tác động của động cơ bước 30^0 là tối ưu nhất.

4.8.8 Suất tiêu hao nhiên liệu ứng với các phương tác động của động cơ bước

Hai phần trên ta bàn luận về tính năng động lực học của động cơ, hai tính năng ấy ảnh hưởng đến tính năng kỹ thuật của động cơ, đến phần này ta sẽ bàn luận về suất tiêu hao nhiên liệu của động cơ, chỉ tiêu này ảnh hưởng đến tính kinh tế của người dùng.



Hình 4.30: Suất tiêu hao nhiên liệu của động cơ ứng với các phương tác động của động cơ bước

Suất tiêu hao nhiên liệu là chỉ tiêu đánh giá tính năng kinh tế của quá trình cải tiến có hiệu quả hay không, xu thế của thế giới hiện nay là làm sao giảm được lượng tiêu thụ nhiên liệu hoá thạch, từ đó giảm ô nhiễm môi trường. Với vấn đề này ta có nhận xét như sau:

Xét nhìn tổng quát theo số vòng quay trục khuỷu thì suất tiêu hao nhiên liệu có xu hướng giảm dần tới một giá trị nào đó và sau đó tăng dần, giá trị của phương tác động của động cơ bước 15^0 và 45^0 là luôn lớn hơn phương 30^0 . Do đó nếu theo phương 30^0 là tối ưu nhất và giá trị của suất tiêu hao nhiên liệu ở phương 30^0 đạt cực tiểu 110 g/kW.h ở tốc độ thấp (dưới 2000 vòng/phút). Đây là kết quả có ý nghĩa nhất đối giải pháp đã chọn. Với phương 30^0 thì tỉ lệ xoáy lốc thích hợp do đó lượng nhiên liệu được phun vào động cơ được tính toán bởi ECU là tối ưu nhất.

Chương 5

KẾT LUẬN

5.1 Kết luận

Nghiên cứu đã thành công trong việc sử dụng động cơ bước để tác động tăng cường vận động xoáy lốc trong quá trình hoà trộn hỗn hợp khí - xăng trong động cơ đốt trong lúc mới khởi động và ở chế độ tải thấp, giúp quá trình cháy triệt để hơn, giảm ô nhiễm môi trường. Dùng phần mềm Catia xây dựng mô hình hình học dùng trong mô phỏng quá trình cháy của động cơ đốt trong đánh lửa 4 kỳ 1 xy-lanh với các phương tác động của động cơ bước khác nhau (15° , 30° , 45°). Vận dụng được phần mềm Ansys Fluent với mô-đun ICE đặc trưng cho phân tích động cơ đốt trong. Kỹ thuật lưới động được vận dụng thành công vào bài toán nhằm mô phỏng chu trình của động cơ 4 kỳ. Hơn thế, các đồ thị mô tả độ xoáy của động cơ đốt trong như đồ thị tỉ lệ xoáy lốc ngang và tỉ lệ xoáy lốc dọc đã phản ánh đúng ứng xử của hệ thống động cơ đốt trong ứng với các phương tác động của động cơ bước. Kết quả mô phỏng cho thấy với phương tác động của động cơ bước 30° là tối ưu nhất. So với động cơ nguyên mẫu, trong vùng tốc độ thấp (nhỏ hơn 2000 vòng/phút) thì động cơ với sự tác động của động cơ bước theo phương 30° có tỉ số xoáy lốc ngang tăng 10%, tỉ số xoáy lốc dọc tăng 12%, công suất động cơ tăng 10%, mô-men xoắn động cơ tăng 5% và đặc biệt giá trị suất tiêu hao nhiên liệu đạt giá trị nhỏ nhất trong vùng tốc độ thấp này.

5.2 Đề xuất

Trong quá trình thực hiện đề tài, vì thời gian có hạn nên tác giả chỉ thực hiện được ở một loại động cơ bước. Để tăng mức độ tin cậy cũng như phát hiện thêm những ưu khuyết điểm của giải pháp này cần mở rộng thêm ở các loại động cơ bước khác.

Cũng vì hạn hẹp về thời gian và khó khăn về công nghệ nên đề tài chỉ dừng lại ở mức độ mô phỏng. Vì vậy để khẳng định độ tin cậy của giải pháp này đề nghị tiến hành bằng thực nghiệm để kiểm chứng.

TÀI LIỆU THAM KHẢO

- [1] Trần Xuân Dung, *Nghiên cứu mô phỏng đặc tính động cơ xăng, đề xuất biện pháp tăng hiệu suất*, Luận văn thạc sĩ Đại học Sư phạm Kỹ thuật Tp.Hồ Chí Minh, 2015.
- [2] Lê Thanh Quang, *Nghiên cứu, đề xuất biện pháp nâng cao hiệu suất động cơ xe máy thông qua mô phỏng*, Luận văn thạc sĩ Đại học Sư phạm Kỹ thuật Tp.Hồ Chí Minh, 2017.
- [3] Nguyễn Phú Thượng Lưu, Nguyễn Thành Nhân, *Nghiên cứu đặc tính dòng chảy không khí nạp trong động cơ dựa trên mô phỏng CFD, Hội nghị KH&CN toàn quốc về cơ khí - động lực 2017*, Ngày 14-10-2017 tại Trường ĐH Bách khoa – ĐHQG TP.HCM.
- [4] Võ Danh Toàn, Huỳnh Thanh Công, *Mô phỏng nâng cao tính năng làm việc cho động cơ Diesel 1 xy-lanh bằng thiết kế cải tiến họng nạp*, *Tạp chí phát triển KH&CN*, Tập 18, Số K7-2015.
- [5] Huỳnh Diệp Ngọc Long, *Nghiên cứu thiết kế mẫu động cơ 3 xy-lanh Diesel phun gián tiếp có buồng cháy Three Vortex Combustion (TVC) (Tham khảo động cơ 3 xy-lanh Kubota D1703-M-E3B)*, Luận văn thạc sĩ Đại học Sư phạm Kỹ thuật Tp.Hồ Chí Minh, 2013.
- [6] Rober W.Weeks and John J.Moskwa Powertrain Control Research Laboratory University Of Wisconsin- Maddison, *Automotive engine modeling for real-time control using Matlab/Simulink*, SAE Paper 776-4841.
- [7] Yuh-Yih Wu, Bo-Chiuan Chen, Yaojung Shiao, Feng-Chi Hsieh, *Engine modeling with inlet and exhaust wave action for real time control*, *Proceedings of IMECE'03 2003 ASME International Mechanical Engineering Congress Washington, D.C.*, November 15–21, 2003.

- [8] C. L. Myung, K. H. Choi, I. G. Hwang, K. H. Lee, and S. Park, Effects of valve timing and intake flow motion control on combustion and time-resolves HC & NOX formation characteristics, *International Journal of Automotive Technology*, vol. 10, no. 2, pp. 161–166, 2009.
- [9] Yufeng Li, Hua Zhao, Zhijun Peng and Nicos Ladommatos, Analysis of tumble and swirl motions in a four-valve SI engine, *International Fall Fuels and Lubricants Meeting and Exposition San Antonio, Texas*, September 24-27, 2001.
- [10] C. Habchi, H. Foucart and T. Baritaud, Influence of the wall temperature on the mixture preparation in DI gasoline engines, *Oil & Gas Science and Technology – Rev. IFP*, Vol. 54 (1999), No. 2, pp. 211-222.
- [11] Hammad Iqbal Sherazi and Yun Li, Homogeneous charge compression ignition engine: A technical review, *Proceedings of the 17th International Conference on Automation & Computing*, University of Huddersfield, Huddersfield, UK, 10 September 2010.
- [12] John B. Heywood, *Internal combustion engine fundamentals*, McGraw-Hill, 1988, chapter 8.
- [13] Joeng-Eue Yun and Jae Joon Lee, *A study on combine effects between swirl and tumble flow of intake port system in cylinder head*, Seoul 2000 FISITA World Automotive Congress, June 12-15, 2000, in Seoul, Korea.
- [14] Nguyễn Trọng Thắng, Trần Thế San, *Máy điện và mạch điều khiển*, NXB Khoa học và Kỹ thuật, 2011, tr. 280.
- [15] Lại Văn Định, *Ứng dụng phần mềm ANSYS để tính toán dao động xoắn hệ trục khuỷu động cơ đốt trong*, Học viện Kỹ thuật Quân sự, 2009.
- [16] Stefan Gundmalm, *CFD modeling of a four stroke S.I engine for motorcycle application*, Master of Science Thesis, Stockholm Sweden, 2009.

[17] Asad Islam, *Simulation of four stroke internal combustion engine*, International Journal of Scientific & Engineering Research, 7, 2, 2016.

PHỤ LỤC

Phụ lục 1

Bảng giá một số loại động cơ bước trên thị trường
(Đơn vị tính: đồng)

Bảng giá	
Stepmotor	Giá
57BYGH311D-12	600.000
86BYGH450A-06 (Dài 76mm)	850.000
86BYGH450B-06D-34J (Dài 110mm)	1.150.000
86BHH150-600-42J (Dài 150mm)	1.550.000

Phụ lục 2

Thông số kỹ thuật động cơ bước 57BYGH311D-12

Bước góc	1.8°±5%
Nhiệt độ	80°C Max
Nhiệt độ môi trường	-20°C ~ 50°C, Lớn nhất 80°C
Điện trở	500VDC 100MΩ /Min
Áp lực (Cường độ điện môi)	50Hz/Phút 500VAC/phút
Chiều cao	76mm
Trục	6.35/8mm (tùy chọn)
Mô men xoắn	1.8N.m
Dòng	4 Dòng 6/8 Line - 3A
Runout	0.02mm Max
Trục runout	0.1-0.3mm

Phụ lục 3

Thông số kỹ thuật động cơ bước 86BYGH450A-06

Bước Góc	1.8 ° ± 5%
Điện Trở	500VDC/100MΩ/Min
Bền điện môi	50Hz/minute 500V/Min
Nhiệt độ môi trường	20°C ~ + 50°C
Nhiệt độ	80°C Max
Runout	0.02mm Max
Runout trục	0.1-0.3mm
Giai đoạn	4 Giai đoạn
Công suất	4A
Cảm kháng	3.5mH
Mô-men xoắn tĩnh tối đa	2,5 (Kg.cm)
Moment quán tính	2700 (g.cm ²)
Kích thước thân	76 mm
Kích thước trục	34 mm
Đường kính trục	12,7/14 mm (tùy chọn) với rãnh then
Dây	Dây màu đỏ -A, Dây màu vàng -B, Dây màu xanh lá cây -C, Dây màu xanh dương -D

NGHIÊN CỨU CÁC GIẢI PHÁP NÂNG CAO HIỆU SUẤT ĐỘNG CƠ CỦA XE MÁY

RESEARCH SOLUTIONS TO IMPROVE MOTORBIKE ENGINE EFFICIENCY

Đỗ Văn Dũng¹, Đặng Như Phúc²

¹Trường đại học sư phạm kỹ thuật TP HCM

² Học viên cao học Trường DHSPKT TP HCM

TÓM TẮT

Hiện nay xe máy chạy trong thành phố với tốc độ thấp và thường xuyên bị kẹt xe. Bài báo trình bày kết quả nghiên cứu nâng cao hiệu suất động cơ xe máy bằng cách sử dụng động cơ bước tác động lên hệ thống nạp nhằm tăng cường xoáy lốc trong vùng tốc độ quay thấp. Nghiên cứu sử dụng phần mềm Ansys mô phỏng các phương tác động của động cơ bước lên hệ thống nạp của động cơ, sử dụng công cụ Matlab/Simulink để tính toán công suất, mô-men xoắn và suất tiêu hao nhiên liệu của động cơ xe máy. Kết quả mô phỏng cho thấy dưới tác động của động cơ bước theo phương 30^0 trong vùng tốc độ thấp (dưới 2000 vòng/phút) là tối ưu nhất với công suất tăng 10%, mô-men xoắn tăng 5% và suất tiêu hao nhiên liệu có giá trị nhỏ nhất so với động cơ nguyên mẫu.

Từ khóa: Động cơ; động cơ bước; hệ thống nạp; vòng xoáy; công suất.

ABSTRACT

Nowaday, motorbikes run in cities with low speed and often get stuck in traffic. The paper presents the research results of improving motor engine efficiency by using a stepper motor acting on the intake system to increase vortex in the area of low rotation speed. Research using Ansys software to simulate the impact of the motor stepping on the engine's loading system, using the Matlab / Simulink tool to calculate power, torque and fuel consumption of the engine motorbike engine. Simulation results show that under the action of the 300 stepper motor in low speed areas (below 2000 rpm) is the most optimal with a 10% increase in power, 5% increase in torque and 5% consumption. The fuel has the smallest value compared to the prototype engine.

Keywords: Engine; step motor; intake system; vortex.

Giới thiệu

Hiện nay có rất nhiều công trình đã được công bố nghiên cứu các yếu tố ảnh hưởng đến đặc tính của động cơ. Đặc biệt là sự ảnh hưởng của xoáy lốc ảnh hưởng đến sự hoà trộn nhiên liệu, qua đó cải tiến đáng kể hiệu quả quá trình cháy trong động cơ. Kết quả là nâng cao hiệu suất cũng như giảm khí xả gây ô nhiễm môi trường do động cơ phát ra.

Trần Xuân Dung [1] đã nghiên cứu mô phỏng đặc tính động cơ xăng đề xuất biện pháp tăng hiệu suất.

Đề tài được thực hiện mô phỏng trên động cơ Toyota 1 NZ – FE. Xây dựng cơ sở lý thuyết các đặc tính của động cơ và mô hình toán cho việc mô phỏng các quá trình của động cơ. Trên cơ sở đó nghiên cứu hệ thống VVT-i việc thay đổi thời điểm đóng mở xu-páp đến khả năng cải tiến hiệu suất động cơ.

Qua nghiên cứu cho thấy việc thay đổi thời điểm đóng mở xu-páp ảnh hưởng đến công suất động cơ. Làm tối ưu hoá quá trình cháy, giảm được lượng khí thải động cơ và nâng cao được công suất. Tạo một cơ sở lý thuyết tin cậy cho việc nghiên cứu đặc tính động cơ xăng, mô phỏng sử dụng phần mềm Matlab/Simulink.

Lê Thanh Quang [2] đã nghiên cứu, đề xuất biện pháp nâng cao hiệu suất động cơ xe máy thông qua mô phỏng.

Đề tài được thực hiện mô phỏng trên động cơ xe máy 125 cc. Sử dụng phần mềm Catia xây dựng mô hình hình học dùng trong mô phỏng quá trình cháy của động cơ đốt trong đánh lửa 4 kỳ 1 xy-lạnh với các góc nghiêng cổ nạp khí khác nhau (từ 15° đến 45° với gia số là 5°). Dùng phần mềm Ansys Fluent (với mô-đun ICE đặc trưng cho phân tích động cơ đốt trong) mô phỏng cải tiến hệ thống nạp thông qua các hệ số xoáy lốc dọc (Tumble) và xoáy lốc ngang (Swirl) tương ứng với các trường hợp khác nhau.

Qua nghiên cứu cho thấy ở góc nghiêng của cổ nạp 300 có hệ số xoáy lốc dọc (Tumble) và xoáy lốc ngang (Swirl) là tối ưu nhất. Đồng thời, đặc tính công suất, mô-men xoắn của động cơ có hệ thống nạp cải tiến (góc nghiêng 30°) là cao nhất, trong khi suất tiêu hao nhiên liệu của động cơ là thấp nhất so với các trường hợp khác.

Wu và các cộng sự [3] đã sử dụng phần mềm Matlab để xây dựng mô hình mô phỏng động cơ xe máy 125cc. Nghiên cứu xem xét ảnh hưởng của các trường hợp hệ số xoáy lốc dọc

và ngang (tumble and swirl ratios) khác nhau bằng cách thay đổi thời điểm mở của van điều khiển trên hệ thống nạp, nhằm tạo ra tốc độ chuyển động dòng không khí ở các trường hợp khác nhau. Kết quả mô phỏng được kiểm nghiệm từ thực nghiệm chỉ ra rằng: tốc độ chuyển động dòng khí càng cao càng tạo ra nhiệt lượng toả ra của quá trình cháy càng nhanh. Vì vậy tốc độ cháy càng nhanh dẫn đến công suất đầu ra đáp ứng kịp thời đặc biệt ở chế độ tải nhỏ. Để xem xét ảnh hưởng của các hệ số xoáy lốc đến khí xả và quá trình cháy, S. Lee và các cộng sự [4] đã thực nghiệm trên động cơ 1 xy lạnh phun xăng trực tiếp, tác giả đã so sánh các trường hợp động cơ nguyên thủy với 2 trường hợp: động cơ cải tiến có xoáy lốc dọc và xoáy lốc ngang. Kết quả thực nghiệm chỉ ra rằng đối với các trường hợp xoáy lốc dọc và ngang giảm đáng kể nồng độ HC trong khí thải, ảnh hưởng của xoáy lốc có thể giảm đến 10% nồng độ HC so với động cơ nguyên thủy ở chế độ hoạt động lạnh. Đồng thời, xoáy lốc dọc và ngang ảnh hưởng đến sự bay hơi, hoà trộn nhiên liệu, đặc biệt ảnh hưởng có lợi của xoáy lốc đến thời điểm đánh lửa sớm qua đó nâng cao tốc độ cháy cải thiện đáng kể đặc tính động cơ.

Quá trình cháy và nhả nhiệt liên quan đến công suất động cơ. Quá trình nhả nhiệt của động cơ được đặc trưng bởi tốc độ cháy của các khối lượng các nhiên liệu đã cháy y , nhiệt trị của nhiên liệu Q_{HV} và khối lượng nhiên liệu trên 1 chu kỳ m_f theo công thức sau [5]:

$$\frac{dQ_{hr}}{d\theta} = y.(Q_{HV}).m_f \quad (1)$$

Trong đó, thông số y bị ảnh hưởng của nhiều yếu tố như: phần khối lượng nhiên liệu bị cháy, góc quay của trục khuỷu khi bắt đầu đánh lửa để đốt cháy nhiên liệu. Và quan trọng hơn là ảnh hưởng của xoáy lốc dọc và ngang theo qua 2 thông số a , m được ước lượng qua mô hình cháy Wiebe function:

$$y = \frac{dx_b}{d\theta} = a \cdot \frac{m+1}{\theta_d} \left(\frac{\theta - \theta_0}{\Delta\theta} \right)^m \exp\left(-a \cdot \left(\frac{\theta - \theta_0}{\theta_d} \right)^{m+1}\right) \quad (2)$$

Hệ số xoáy lốc ngang R_s của động cơ được định nghĩa bằng tốc độ quay của khí quanh trục dọc chính của xy lạnh chia cho tốc độ quay của trục khuỷu. Hệ số xoáy dọc R_t được định nghĩa bằng tốc độ quay của khí quanh trục ngang đi qua trong tâm của xy lạnh [6].

$$R_s = \frac{\Omega_{swirl}}{\Omega_E}, R_t = \frac{\Omega_{Tumble}}{\Omega_E} \quad (3)$$

Trong đó:

Ω_{swirl} : Tốc độ quay quanh trục dọc (rad/s).

Ω_{Tumble} : Tốc độ quay quanh trục ngang (rad/s).

Ω_E : Tốc độ quay khuỷu (rad/s).

Đối với các hệ số xoáy lốc thì ta tính lại các hệ số a và m, đó chính là các thông số hiệu chỉnh của quá trình nạp khi tính đến hệ số xoáy lốc dọc và ngang (Swirl và Tumble). Công thức ảnh hưởng tới lốc xoáy bao gồm hệ số a, m có ảnh hưởng đến quá trình nhả nhiệt của động cơ được cho bởi công thức [7]:

$$a = 5 + 0.1 \cdot R_{st} \cdot \exp(R_{st} - 2) \quad (4)$$

$$m = 2 + 0.4 \cdot R_{st} \cdot \exp(R_{st} - 2) \quad (5)$$

Trong đó: R_{st} : tổng hệ số xoáy lốc dọc và ngang

Trong nghiên cứu này, mô hình hình học dùng trong mô phỏng quá trình cháy của động cơ đốt trong đánh lửa 4 kỳ một xy lanh với các phương tác động khác nhau (15° , 30° , 45°) được xây dựng bằng phần mềm Catia, chia lưới và mô phỏng trong Ansys Fluent [8], dựa trên mô hình rối k- ϵ . Bằng cách sử dụng mô phỏng và phân tích động lực học chất lưu (CFD), ta có thể dễ dàng mô tả phổ vận tốc trong các kỳ nạp, nén, nổ, xả. Hơn thế, các đồ thị diễn tả độ xoáy lốc của động cơ đốt trong như đồ thị hệ số xoáy lốc dọc và ngang được thực hiện một cách dễ dàng và thuận tiện. Từ đó, chúng tôi đánh giá đặc tính động cơ của mô hình cải tiến của động cơ đốt trong dung tích 125 cc so với nguyên bản của nó nhờ vào phần mềm Matlab.



Hình 1. Hệ thống nạp thực tế trên xe máy 125cc

1. Mô phỏng và tối ưu hoá hệ thống nạp

2.1. Thiết lập mô phỏng hệ thống nạp

Các thông số hình học của cấu trúc tác động-xy lanh -pit tông theo các tài liệu của hãng

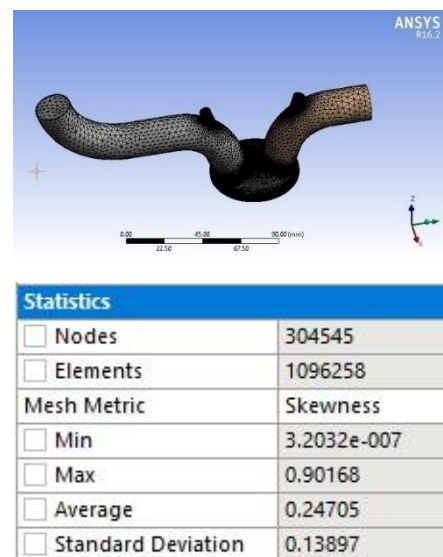
Honda dành cho xe Future và mô hình cải tiến được tiến hành thiết kế trên phần mềm CATIA V5. Phương pháp thiết kế mô hình là sử dụng kỹ thuật bề mặt (Surface), xây dựng từng cụm chi tiết (Part) và tiến hành lắp ráp (Assembly). Nghiên cứu sử dụng phần mềm để thiết kế theo các thông số được liệt kê trong bảng 1.

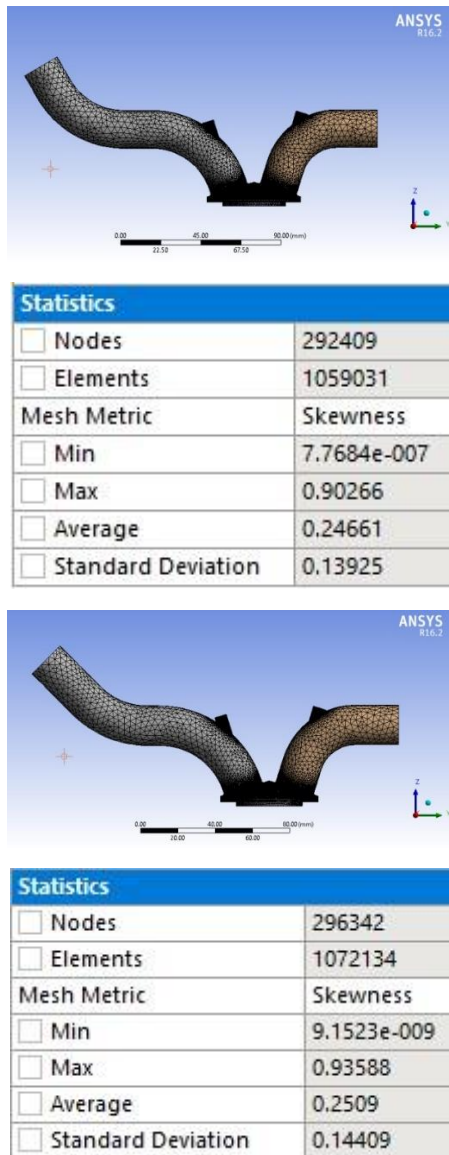
Bảng 2. Thông số động cơ Honda Future

Thông số	Giá trị	Đơn vị
Độ dài thanh truyền	101.5	mm
Đường kính xy lanh	52.4	mm
Thể tích xy lanh	124.8	cm ³
Bán kính trục khuỷu	28.95	mm
Đường kính tác động	23.2	mm
Tỉ số nén	9.3	--
Số xú páp	2	--
Công suất cực đại ở v/p	7.06 kW/ 7500	vòng/phút
Mô-men xoắn cực đại ở v/p	10.6 N.m/ 5500	vòng/phút

Vì chuyển động của pit tông làm biến dạng miền giải trong một chu kỳ động cơ đốt trong. Lưới tính toán tại một số điểm méo mó, dẫn đến lỗi tính toán. Một giải pháp để giải quyết vấn đề này là dùng lưới tính toán bao phủ toàn bộ chu kỳ nạp nén nổ xả của động cơ.

Để mô phỏng đặc tính động cơ đốt trong 4 kỳ, tác giả sử dụng phần mềm ANSYS Fluent. Tốc độ quay trục quay gia tăng từ 1200 vòng/ phút đến 1800 vòng/ phút.





Hình 2. Lưới tính toán cho mô hình động cơ 125 cc với phương tác động 15°, 30° và 45°.

Toàn bộ các thông số ảnh hưởng đến quá trình mô phỏng, góc quay trục khuỷu, tốc độ động cơ, tham số phun xăng [9] được định nghĩa trong bảng 2.

Bảng 3. Các điều kiện thiết lập mô phỏng hệ thống nạp

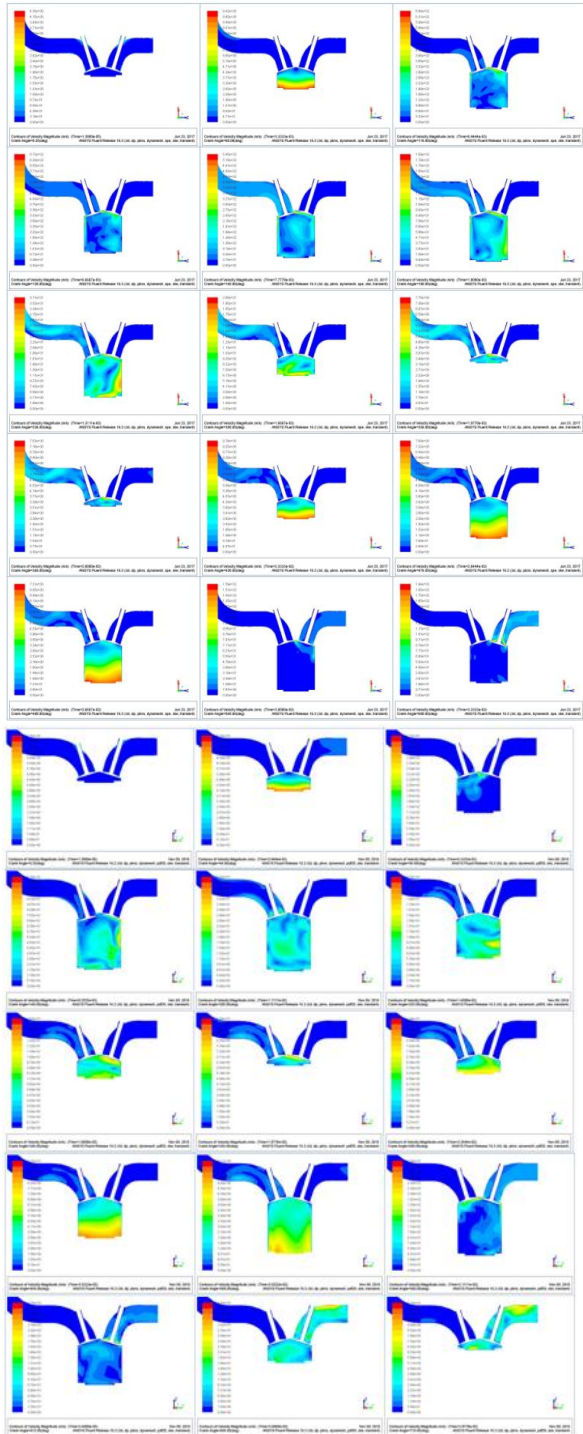
Thông số	Giá trị	Đơn vị
Tốc độ vòng quay trục khuỷu	1200-1800	v/p
Áp suất vào (tuyệt đối)	140	Pa
Khối lượng không khí	324E-6	kg
Khối lượng nhiên liệu	18.03E-6	kg
Góc mở xú páp nạp	82	Độ
Góc đóng xú páp hút nạp	212	Độ
Độ mở xú páp nạp	0.2	mm

Góc mở xú páp xả	521	Độ
Góc đóng xú páp xả	640	Độ
Độ mở xú páp xả	0.2	mm
Loại xăng	95 RON Octane (C ₈ H ₁₈) và không khí (O ₂ + 3.773 N ₂)	
Nhiệt độ nhiên liệu trước khi phun	40	°C
Đường kính ti kim phun	0.6	mm
Góc bugi đánh lửa	345	Độ

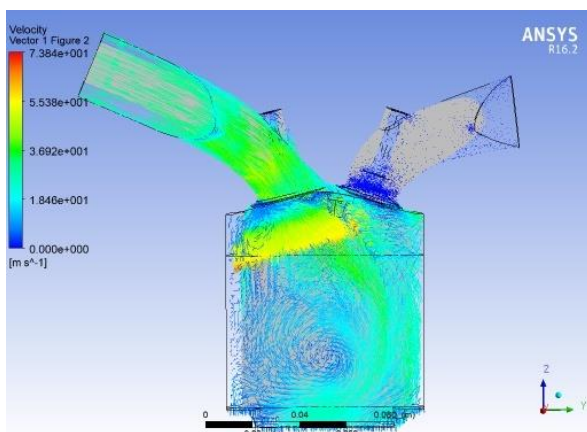
2.2. Kết quả mô phỏng

2.2.1. Ảnh hưởng hệ thống nạp đến hệ số xoáy lốc

Phổ vận tốc của lưu chất bên trong động cơ đốt trong trong toàn bộ chu kỳ được liệt kê bên dưới. Theo đó, giá trị phổ thay đổi dần theo chu trình lên xuống của pit tông, phổ vận tốc thể hiện quá trình lưu chuyển không khí trong xy lanh, từ khi xú páp nạp mở, xú páp nạp đóng cho đến khi xú páp xả mở và đóng, màu sắc phổ đặc trưng cho giá trị vận tốc trong xy lanh. Quá trình xoáy lốc dọc và xoáy lốc ngang của dòng khí cũng được thể hiện thông qua sự phân bố màu sắc, những nơi khí xoáy lốc dọc và ngang có vận tốc sẽ cao hơn so với miền lưu chất xung quanh.

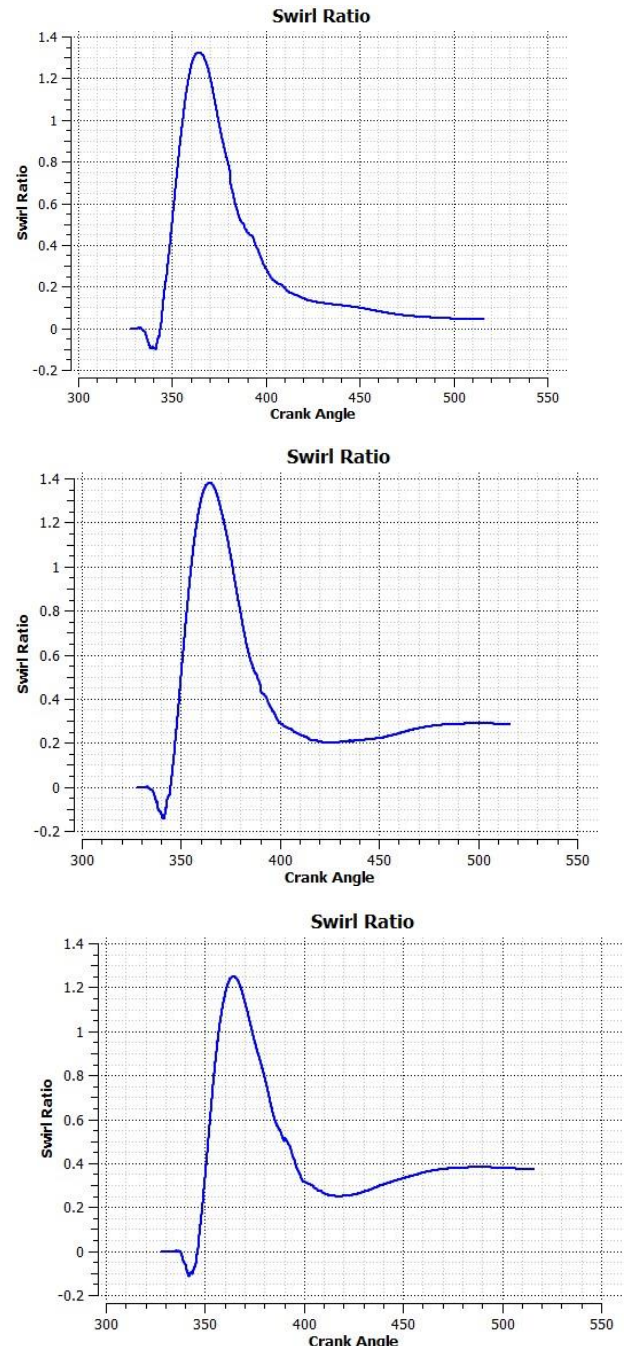


Hình 3. Hình dạng dòng lưu chất trong động cơ đốt trong được phân mềm ANSYS.



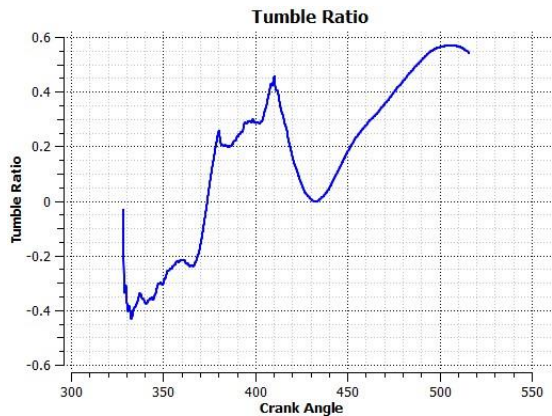
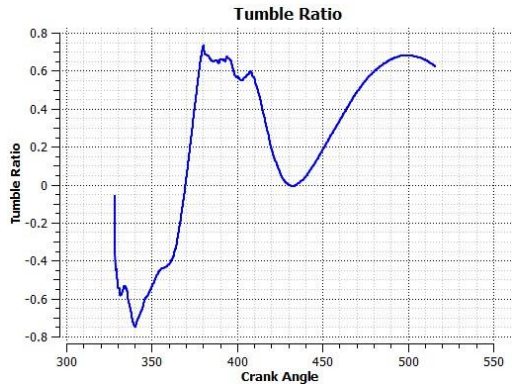
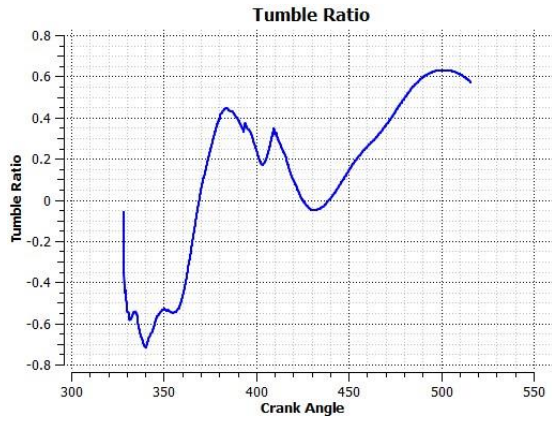
Hình 1. Hình dạng dòng lưu chất trong xy lanh động cơ.

Dựa vào đồ thị hệ số xoáy lốc theo phương ngang (xoáy lốc ngang) và theo phương đứng (xoáy lốc dọc) được thực hiện theo phương các tác động khác nhau được mô phỏng. Dựa vào hình dạng dòng khí, ta có thể quan sát được các khu vực xoáy lốc ngang (swirl) và dọc (tumble).



Hình 2. Hệ số xoáy lốc ngang của mô hình động cơ theo các phương (15°) (30°) và (45°)

Từ các đồ thị trên ta thấy: giá trị cực đại của tỉ lệ xoáy lốc ngang của động cơ có tác động của động cơ bước theo các phương 15°, 30° và 45° lần lượt là: 1,31, 1,38 và 1,26. Vậy tác động theo phương 30° là tối ưu nhất.



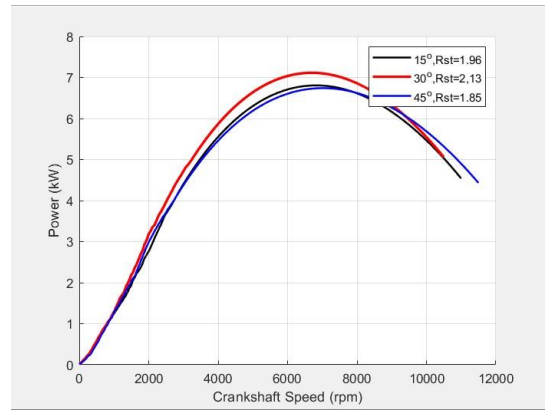
Hình 3. Hệ số xoáy lốc dọc của mô hình động cơ khi thay đổi phương (15°) (30°) và (45°)

Từ các đồ thị trên ta thấy: giá trị cực đại của tỉ lệ xoáy lốc dọc của động cơ có tác động của động cơ bước theo các phương 15° , 30° và 45° lần lượt là: 0,65, 0,75 và 0,59. Vậy tác động theo phương 30° là tối ưu nhất.

Bảng 3. Hệ số xoáy lốc ở các phương tác động của động cơ bước

Phương tác động	15°	30°	45°
Hệ số xoáy lốc			
Hệ số xoáy lốc dọc R_t	0,65	0,75	0,59
Hệ số xoáy lốc ngang R_s	1,31	1,38	1,26
Tổng hai hệ số xoáy lốc R_{st}	1,96	2,13	1,85

2.2.2. Ảnh hưởng hệ số xoáy lốc đến đặc tính động cơ

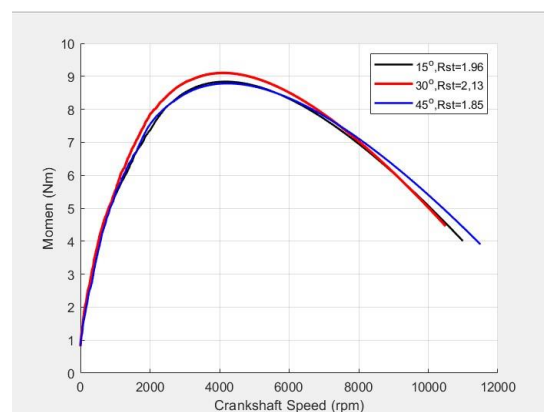


Hình 7. Công suất động cơ tương ứng với các phương 15° , 30° và 45°

Theo tốc độ vòng quay trục khuỷu từ tốc độ thấp đến tốc độ cao công suất của động cơ ứng với phương 30° là luôn lớn hơn với các còn lại.

Ở tốc độ thấp (dưới 2000 vòng/phút) thì công suất của động cơ ứng với phương tác động của động cơ bước 30° đạt 3,2 kW, phương 15° là 2,8 kW và phương 45° là 2,6 kW. So với động cơ nguyên mẫu thì công suất của động cơ ứng với phương tác động của động cơ bước 30° ở tốc độ thấp tăng 10%.

Như vậy, việc tác động của động cơ bước theo phương lớn hơn 30° thì công suất động cơ có xu hướng giảm xuống. Do đó, ứng với phương tác động 30° thì công suất là cao nhất, nếu động cơ bước tác động theo phương 30° thì công suất động cơ tăng lên nên tính cơ động của động cơ tăng, thay vì phải lắp các thiết bị đắt tiền như turbo tăng áp thì ta chỉ cần điều khiển phương tác động của động cơ bước phù hợp (30°) thì xoáy lốc xảy ra tốt, việc hoà trộn tỉ lệ hoà khí đều thì công suất động cơ phát ra lớn, việc cải tiến này là giá thành rẻ nhất nhưng đem lại hiệu quả cao.

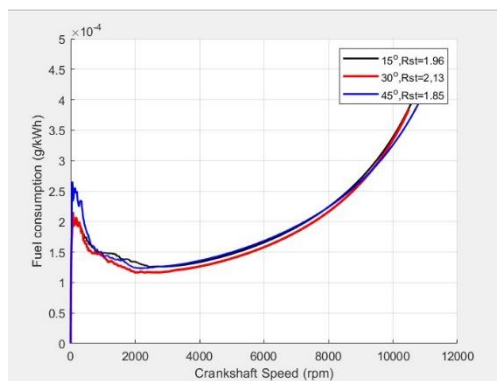


Hình 8. Mô-men xoắn động cơ tương ứng với các phương 15^0 , 30^0 và 45^0

Nhìn vào đồ thị trên ta thấy rằng mô-men xoắn của động cơ có phương tác động của động cơ bước 15^0 và 45^0 là thấp hơn so với mô-men xoắn theo phương 30^0 .

Ở tốc độ thấp (dưới 2000 vòng/phút) giá trị mô-men xoắn của động cơ xe máy Honda Future 125cc ở phương tác động của động cơ bước 300 là 7,8 Nm, phương 150 là 7,4 Nm và phương 450 là 7,6 Nm. So với động cơ nguyên mẫu mô-men xoắn của động cơ ứng với phương tác động của động cơ bước 300 ở tốc độ thấp tăng 5%.

Với phương tác động của động cơ bước 30^0 thì giá trị mô-men xoắn là cao nên tính cơ động của động cơ lớn, do đó khả năng tăng tốc của xe là tốt. Lúc này ta khẳng định rằng tỉ lệ xoáy lốc là có ảnh hưởng đến mô-men xoắn của động cơ. Giá trị xoáy lốc của phương tác động 30^0 là lớn nên tỉ lệ hoà trộn hoà khí là đều nên quá trình cháy hoàn hảo sinh công lớn. Do đó nếu muốn cải tiến động cơ thì chỉ cần điều chỉnh phương tác động của động cơ bước 30^0 là tối ưu nhất.



Hình 9 Suất tiêu hao nhiên liệu động cơ tương ứng với các phương 15^0 , 30^0 và 45^0

Suất tiêu hao nhiên liệu là chỉ tiêu đánh giá tính năng kinh tế của quá trình cải tiến có hiệu quả hay không, xu thế của thế giới hiện nay là làm sao giảm được lượng tiêu thụ nhiên liệu hoá thạch, từ đó giảm ô nhiễm môi trường. Với vấn đề này ta có nhận xét như sau:

Xét nhìn tổng quát theo số vòng quay trục khuỷu thì suất tiêu hao nhiên liệu có xu hướng giảm dần tới một giá trị nào đó và sau đó tăng dần, giá trị suất tiêu hao nhiên liệu của phương 15^0 và 45^0 là luôn lớn hơn phương 30^0 . Do đó phương tác động 30^0 là tối ưu nhất và giá trị của suất tiêu hao nhiên

liệu ở phương 30^0 đạt 110 (g/kW.h) ở vùng tốc độ thấp (dưới 2000 vòng/phút), còn suất tiêu hao nhiên liệu của hai phương còn lại có giá trị lớn hơn. Với phương 30^0 thì hệ số xoáy lốc dọc và xoáy lốc ngang phù hợp, dẫn đến sự hoà trộn hỗn hợp hoà khí tốt hơn. Vì vậy quá trình cháy hoàn thiện hơn nâng cao được đặc tính công suất, momen xoắn của động cơ, đồng thời giảm suất tiêu hao nhiên liệu góp phần cải tiến hiệu suất động cơ.

3. Kết luận

Nghiên cứu đã thành công trong việc sử dụng động cơ bước để tác động tăng cường vận động xoáy lốc trong quá trình hoà trộn hỗn hợp khí - xăng trong động cơ đốt trong lúc mới khởi động và ở chế độ tải thấp, giúp quá trình cháy triệt để hơn, giảm ô nhiễm môi trường. Dùng phần mềm Catia xây dựng mô hình hình học dùng trong mô phỏng quá trình cháy của động cơ đốt trong đánh lửa 4 kỳ 1 xy-lanh với các phương tác động của động cơ bước khác nhau (15^0 , 30^0 , 45^0). Vận dụng được phần mềm Ansys Fluent với mô-đun ICE đặc trưng cho phân tích động cơ đốt trong. Kỹ thuật lưới động được vận dụng thành công vào bài toán nhằm mô phỏng chu trình của động cơ 4 kỳ. Hơn thế, các đồ thị mô tả độ xoáy của động cơ đốt trong như đồ thị tỉ lệ xoáy lốc ngang và tỉ lệ xoáy lốc dọc đã phản ánh đúng ứng xử của hệ thống động cơ đốt trong ứng với các phương tác động của động cơ bước. Kết quả mô phỏng cho thấy với phương tác động của động cơ bước 30^0 là tối ưu nhất. So với động cơ nguyên mẫu, trong vùng tốc độ thấp (nhỏ hơn 2000 vòng/phút) thì động cơ với sự tác động của động cơ bước theo phương 30^0 có tỉ số xoáy lốc ngang tăng 10%, tỉ số xoáy lốc dọc tăng 12%, công suất động cơ tăng 10%, mô-men xoắn động cơ tăng 5% và đặc biệt giá trị suất tiêu hao nhiên liệu đạt giá trị nhỏ nhất trong vùng tốc độ thấp này.

TÀI LIỆU THAM KHẢO

- [1] Trần Xuân Dung, *Nghiên cứu mô phỏng đặc tính động cơ xăng, đề xuất biện pháp tăng hiệu suất*, Luận văn thạc sĩ Đại học Sư phạm Kỹ thuật Tp.Hồ Chí Minh, 2015.
- [2] Lê Thanh Quang, *Nghiên cứu, đề xuất biện pháp nâng cao hiệu suất động cơ xe máy thông qua mô phỏng*, Luận văn thạc sĩ Đại học Sư phạm Kỹ thuật Tp.Hồ Chí Minh, 2017.
- [3] Yuh-Yih Wu, Bo-Chiuan Chen, Yaojung Shiao, Feng-Chi Hsieh, *Engine Modeling With Inlet And Exhaust Wave Action For Real Time Control*, ASME International Mechanical Engineering Congress Washington, D.C., November 15–21, 2003
- [4] Sihun Lee, Kun Tong, Bryan D. Quay, James V. Zello and Domenic A. Santavicca, *Effects of Swirl and Tumble on Mixture Preparation During Cold Start of a Gasoline Direct-Injection Engine*, SAE 2000-01-1900, 2000.
- [5] Yuh-Yih Wu, Yaojung Shiao, and Bo-Chiuan Chen, *Motorcycle Engine Modeling for Real Time Control*, 6th International Symposium on Advanced Vehicle, 2002
- [6] Stefan Gundmalm, *CFD modeling of a four stroke S.I. engine for motorcycle application*, Master of Science Thesis, Stockholm Sweden, 2009.
- [7] Heywood, *Internal Combustion Engine Fundamental*, Mc Graw-Hill, 1998
- [8] *Internal Combustion Engines in Workbench*, Ansys Inc, 2013
- [9] *Introduction to CFD*, Fluent Inc, 2002

Tác giả chịu trách nhiệm bài viết:

Họ tên: Đặng Như Phúc
Đơn vị: Cục Đăng kiểm Việt Nam
Điện thoại: 0909291589
Email: dangnhuphuc@gmail.com

Xác nhận của Giảng viên hướng dẫn

