

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



**LUẬN VĂN THẠC SĨ
TRẦN TRUNG TRỰC**

**TÍNH TOÁN NGUỒN NĂNG LƯỢNG
VÀ THIẾT BỊ ĐỘNG LỰC CHO Ô TÔ ĐIỆN CỠ NHỎ**

NGÀNH KỸ THUẬT CƠ KHÍ ĐỘNG LỰC



SKC008687

TP. Hồ Chí Minh, tháng 7/2024

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

**LUẬN VĂN THẠC SĨ
TRẦN TRUNG TRỰC**

**TÍNH TOÁN NGUỒN NĂNG LƯỢNG VÀ THIẾT BỊ ĐỘNG
LỰC CHO Ô TÔ ĐIỆN CỠ NHỎ**

NGÀNH: KỸ THUẬT CƠ KHÍ ĐỘNG LỰC - 8520116

Hướng dẫn khoa học:

TS. ĐỖ QUỐC ÁM

Tp. Hồ Chí Minh, tháng 07/2024

LỜI CAM ĐOAN

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

Các kết quả, số liệu 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 26 tháng 07 năm 2024

(Ký tên và ghi rõ họ tên)


Trần Hưng Thực

CẢM ƠN

Đầu tiên, tác giả xin cảm ơn TS. Đỗ Quốc Âm, là người hướng dẫn, hỗ trợ tác giả thực hiện luận văn này.

Tác giả xin cảm ơn khoa Cơ khí Động lực trường Đại Học Sư phạm Kỹ thuật Tp. HCM đã tạo điều kiện trong quá trình nghiên cứu và thực hiện luận văn này.

TÓM TẮT

“Điện khí hóa” các phương tiện giao thông đường bộ hiện nay là xu hướng đang được hầu hết các quốc gia trên thế giới quan tâm, với mục tiêu là nhằm nâng cao hiệu quả sử dụng năng lượng và hạn chế lượng khí thải phát ra môi trường từ các phương tiện giao thông sử dụng động cơ đốt trong. Ô tô điện đang là phương tiện giao thông mà nhiều nước đang hướng đến sử dụng thay cho ô tô dùng động cơ đốt trong truyền thống.

Luận văn này trình bày nội dung về các bước cơ bản trong tính toán nguồn năng lượng và thiết bị động lực cho ô tô điện cỡ nhỏ. Nội dung luận văn sẽ chỉ ra quá trình tính toán, lựa chọn động cơ và nguồn năng lượng pin thích hợp cho một xe ô tô điện cỡ nhỏ. Động cơ và pin sẽ được tính toán, lựa chọn phù hợp theo các yêu cầu vận hành đặt ra ban đầu.

Một mô hình hệ động lực ô tô điện cũng sẽ được phát triển thông qua phần mềm Matlab/Simulink và thực hiện mô phỏng với các kết quả đã tính toán. Từ đó đánh giá mức độ đáp ứng của hệ thống động lực điện đã tính toán với yêu cầu vận hành được đặt ra ban đầu.

Kế đến, tác giả cũng xây dựng một chương trình dùng để tính toán sơ bộ về thông số cần thiết của động cơ và hệ thống pin của xe điện, người sử dụng chỉ cần nhập vào các yêu cầu vận hành như vận tốc tối đa, khả năng tăng tốc, phạm vi di chuyển,... thì chương trình sẽ trả về các thông số như công suất động cơ, moment xoắn động cơ yêu cầu, dung lượng cần thiết của hệ thống pin, tổng số lượng cell pin, khối lượng của bộ pin,... Chương trình được lập trình bằng Matlab App Designer.

ABSTRACT

"Electrification" of road vehicles is currently a trend that most countries are focused on, with the aim of enhancing energy efficiency and reducing the amount of emissions released into the environment from vehicles using internal combustion engines. Electric cars are the mode of transportation that many countries are looking towards using as a replacement for traditional internal combustion engine vehicles.

The content of this thesis presents the basic steps in the calculation of power sources on small electric vehicles. The content of the thesis will show the process of calculation, selection of motors and battery energy sources for a small electric vehicle. Motors and batteries will be calculated and selected according to the initial requirements.

A model of the electric vehicle powertrain will also be built in the Matlab/Simulink and simulated with the calculated results. From there, the ability of the calculated electric powertrain to meet the initial operating requirements will be evaluated.

In addition, the author has also developed an program for preliminary calculation of the key parameters of the motor and battery system of electric vehicles. Users only need to input the operating requirements such as maximum speed, acceleration, range,... the application will return parameters such as required motor power, motor torque, battery pack capacity, total number of battery cells, battery pack mass, The program is developed using Matlab App Designer.

MỤC LỤC

TRANG

LÝ LỊCH KHOA HỌC.....	i
LỜI CAM ĐOAN	iii
CẢM ƠN	iv
TÓM TẮT.....	v
ABSTRACT	vi
MỤC LỤC	vii
DANH MỤC CÁC KÝ HIỆU / CHỮ VIẾT TẮT	x
DANH MỤC CÁC BẢNG	xi
DANH MỤC CÁC HÌNH	xii
Chương 1 TỔNG QUAN.....	1
1.1. Tính cấp thiết của đề tài	1
1.2. Tình hình nghiên cứu	2
1.2.1. Trong nước	2
1.2.2. Ngoài nước	4
1.3. Ý nghĩa khoa học và thực tiễn của đề tài	7
1.4. Mục tiêu nghiên cứu	8
1.5. Đối tượng nghiên cứu và phạm vi nghiên cứu.....	8
1.6. Phương pháp nghiên cứu	8
1.7. Bố cục luận văn.....	9
Chương 2 CƠ SỞ LÝ THUYẾT	10

2.1.	Đặc tính động cơ điện	10
2.2.	Hệ động lực trên ô tô điện.....	12
2.3.	Các loại động cơ thường dùng trên ô tô điện.....	13
2.3.1.	Động cơ điện một chiều có chổi than	14
2.3.2.	Động cơ đồng bộ nam châm vĩnh cửu (PMSM).....	15
2.3.3.	Động cơ từ trở thay đổi (SRM)	17
2.3.4.	Động cơ không đồng bộ ba pha (IM)	18
2.3.5.	Động cơ một chiều không chổi than (BLDC motor).....	20
2.4.	Các loại pin có thể dùng trên ô tô điện	24
2.4.1.	Pin axit chì	24
2.4.2.	Pin nền Niken	25
2.4.3.	Pin nền Natri.....	27
2.4.4.	Pin Lithium	29
2.4.5.	Pin kim loại – khí (Metal – Air Batteries).....	31
2.4.6.	So sánh các loại pin trên thị trường	33
Chương 3 TÍNH TOÁN THÔNG SỐ ĐỘNG CƠ ĐIỆN VÀ PIN.....		35
3.1.	Yêu cầu vận hành của xe.....	35
3.2.	Tính toán tiêu thụ năng lượng.....	36
3.3.	Tính toán động cơ điện	46
3.4.	Tính toán pin	51
Chương 4 MÔ HÌNH HÓA VÀ MÔ PHỎNG Ô TÔ ĐIỆN.....		64
4.1.	Sơ đồ khối	64
4.2.	Khối Driving cycle.....	65
4.3.	Khối Battery	66

4.4.	Khối Motor & Controller	73
4.5.	Khối Vehicle	78
4.6.	Khối Driver	79
4.7.	Ước tính phạm vi di chuyển.....	80
4.8.	Mô hình mô phỏng ô tô điện trên Matlab Simulink.....	81
4.9.	Kết quả mô phỏng	82
4.9.1.	Vận tốc tối đa.....	82
4.9.2.	Khả năng tăng tốc 0 – 100 km/h.....	83
4.9.3.	Khả năng leo dốc	84
4.9.4.	Phạm vi di chuyển	85
4.9.5.	Khả năng đáp ứng của bộ điều khiển.....	87
Chương 5 XÂY DỰNG CHƯƠNG TRÌNH TÍNH TOÁN TỰ ĐỘNG.....		88
5.1.	Giao diện Matlab App Designer	88
5.2.	Ứng dụng tính toán thông số động cơ và hệ thống pin	93
5.3.	Chạy ứng dụng	94
Chương 6 KẾT LUẬN VÀ KIẾN NGHỊ		97
6.1.	Kết luận.....	97
6.2.	Kiến nghị.....	98
TÀI LIỆU THAM KHẢO		99
PHỤ LỤC		103

DANH MỤC CÁC KÝ HIỆU / CHỮ VIẾT TẮT

AC	Alternating Current	Dòng điện xoay chiều
BLDC	Brushless Direct Current	Một chiều không chổi than
DC	Direct current	Dòng điện một chiều
DOD	Depth of discharge	Độ sâu xả
IM	Induction Motor	Động cơ không đồng bộ
IPM	Interior Permanent Magnet	Nam châm vĩnh cửu bên trong
PM	Permanent Magnet	Nam châm vĩnh cửu
PMSM	Permanent Magnet Synchronous Motor	Động cơ đồng bộ nam châm vĩnh cửu
SM	Synchronous Motor	Động cơ đồng bộ
SOC	State of charge	Trạng thái sạc
SPM	Surface Permanent Magnet	Nam châm vĩnh cửu bề mặt
SPWM	Sinusoidal Pulse Width Modulation	Điều chế động rộng xung sin
SRM	Switched Reluctance Motor	Động cơ từ trở thay đổi
UI	User Interface	Giao diện người dùng

DANH MỤC CÁC BẢNG

BẢNG	TRANG
Bảng 2.1. Bảng thông số danh định pin axit chì	25
Bảng 2.2. Bảng thông số danh định pin NiCad	26
Bảng 2.3. Bảng thông số danh định pin NiMH	27
Bảng 2.4. Bảng thông số danh định pin natri sulfur.....	28
Bảng 2.5. Bảng thông số danh định pin zebra	29
Bảng 2.6. Bảng thông số danh định pin Lithium ion	30
Bảng 2.7. Bảng thông số danh định pin nhôm – không khí	31
Bảng 2.8. Bảng thông số danh định pin kẽm – không khí	32
Bảng 2.9. So sánh các loại pin	33
Bảng 2.10. So sánh các thông số đánh giá các loại pin li-ion và phạm vi ứng dụng	34
Bảng 3.1. Yêu cầu vận hành.....	35
Bảng 3.2. Thông số xe Mazda 2 1.5 Skyactive-G 2017	36
Bảng 3.3. Thông số chu trình WLTC loại 3	40
Bảng 3.4. Tiêu thụ điện của các tải hoạt động thời gian dài	44
Bảng 3.5. Tiêu thụ điện của các tải hoạt động gián đoạn.....	45
Bảng 3.6. Thông số động cơ điện.....	51
Bảng 3.7. Thông số của một số mẫu pin	52
Bảng 3.8. Kết quả tính toán cho một cell pin	54
Bảng 3.9. Kết quả tính toán cho hệ thống pin	59
Bảng 4.1. Điện áp tương ứng với SOC	69

DANH MỤC CÁC HÌNH

HÌNH	TRANG
Hình 2.1. Đặc tính công suất lý tưởng của động cơ dùng trên ô tô	10
Hình 2.2. Đặc tính ngoài của động cơ đốt trong	11
Hình 2.3. Đặc tính động cơ điện	12
Hình 2.4. Sơ đồ bố trí tổng thể ô tô điện	13
Hình 2.5. Các thành phần cơ bản của động cơ điện một chiều có chổi than	14
Hình 2.6. Mặt cắt ngang đồng bộ nam châm vĩnh cửu trên bề mặt rotor (trái) và trong rotor (phải)	15
Hình 2.7. Nguyên lý hoạt động PMSM	16
Hình 2.8. Cấu tạo động cơ từ trở thay đổi	17
Hình 2.9. Cấu tạo động cơ không đồng bộ ba pha	19
Hình 2.10. Rotor dây quấn (trái) và rotor lồng sóc (phải)	20
Hình 2.11. Cấu tạo một động cơ BLDC.....	21
Hình 2.12. Hình dáng sức phản điện động của BLDC hình sin (trái) và BLDC hình thang (phải).....	22
Hình 2.13. Cảm biến Hall trong động cơ BLDC	23
Hình 3.1. Biểu đồ tốc độ của chu trình WLTC loại 3b	39
Hình 3.2. Lực cản tổng cộng và công suất cản tổng cộng theo thời gian	42
Hình 3.3. Tiêu thụ năng lượng cho chu trình thử WLTC	43
Hình 3.4. Mô hình simulink tính năng lượng tiêu thụ trung bình với chu trình WLTC.....	43
Hình 3.5. Động lực học ô tô theo phương dọc.....	46
Hình 3.6. Dung lượng một cell pin	55
Hình 3.7. Năng lượng riêng theo thể tích của một cell pin	55
Hình 3.8. Năng lượng riêng theo khối lượng của một cell pin	56

Hình 3.9. Năng lượng của bộ pin	60
Hình 3.10. Dung lượng của bộ pin.....	60
Hình 3.11. Tổng số cell pin trong bộ pin	61
Hình 3.12. Khối lượng bộ pin	61
Hình 3.13. Thể tích bộ pin	62
Hình 3.14. Dòng xả cực đại của bộ pin.....	62
Hình 3.15. Công suất cực đại của bộ pin	63
Hình 4.1. Sơ đồ khối mô phỏng ô tô điện	64
Hình 4.2. Khối Driving cycle.....	65
Hình 4.3. WLTC 3b	65
Hình 4.4. Mô hình mạch điện tương đương pin.....	66
Hình 4.5. Đặc tính xả của mẫu pin Headway 40146L ở các tỷ lệ xả khác nhau.....	68
Hình 4.6. Đặc tính xả của pin Headway 40146L ở 0,5C tại các nhiệt độ khác nhau....	68
Hình 4.7. Mô hình pin.....	69
Hình 4.8. Tín hiệu đầu vào.....	70
Hình 4.9. Trạng thái pin SOC	71
Hình 4.10. Điện áp	71
Hình 4.11. Đồ thị điện áp - SOC.....	72
Hình 4.12. Mô hình cơ học động cơ	73
Hình 4.13. Đồ thị tốc độ - moment xoắn và công suất động cơ SMAC 270-100 [33] .	74
Hình 4.14. Mô hình động cơ chạy không tải.....	74
Hình 4.15. Tốc độ động cơ theo thời gian	75
Hình 4.16. Moment động cơ theo thời gian	76
Hình 4.17. Moment động cơ theo tốc độ	76
Hình 4.18. Mô hình động cơ với tải cố định	77
Hình 4.19. Tốc độ động cơ theo thời gian khi có tải 30 Nm.....	77
Hình 4.20. Moment động cơ theo thời gian khi có tải 30 Nm	78

Hình 4.21. Khối Vehicle	79
Hình 4.22. Mô hình khối Driver	80
Hình 4.23. Mô hình mô phỏng ô tô điện	81
Hình 4.24. Vận tốc cực đại.....	82
Hình 4.25. Đồ thị cân bằng lực kéo trên đường bằng	82
Hình 4.26. Thời gian tăng tốc từ 0 – 100 km/h.....	83
Hình 4.27. Vận tốc xe khi leo dốc 20%	84
Hình 4.28. Đồ thị cân bằng lực kéo trên đường dốc 20%.....	84
Hình 4.29. SOC của pin khi hoàn thành một chu trình WLTC 3b.....	85
Hình 4.30. Phạm vi di chuyển.....	85
Hình 4.31. Quãng đường di chuyển của xe với dung lượng pin 105Ah	86
Hình 4.32. Vận tốc thực tế và vận tốc mong muốn của xe	87
Hình 5.1. Giao diện App Designer.....	88
Hình 5.2. Component Library	89
Hình 5.3. Design View.....	90
Hình 5.4. Code View.....	91
Hình 5.5. Component Browser	92
Hình 5.6. Giao diện ứng dụng tính toán.....	93
Hình 5.7. Kết quả tính toán với thông số từ chương 3 và 4	94
Hình 5.8. Kết quả tính toán với $s=300\text{km}$, $m=1500\text{kg}$	95

Chương 1

TỔNG QUAN

1.1. Tính cấp thiết của đề tài

Tình hình môi trường hiện tại đang gặp phải nhiều thách thức và nguy cơ nghiêm trọng. Sự tác động từ các hoạt động sống của con người đang gây ra nhiều ảnh hưởng tiêu cực đến môi trường, trong đó sự ô nhiễm môi trường từ khí thải của các phương tiện giao thông dùng nhiên liệu hóa thạch cũng là một vấn đề đang trở thành nỗi lo lớn đối với sức khỏe và môi trường sống của chúng ta. Động cơ đốt trong sử dụng nhiên liệu hóa thạch thải ra các khí thải độc hại như CO₂, SO_x, NO_x, và các hạt bụi nhỏ, gây ra ô nhiễm không khí và tác động xấu đến sức khỏe con người và môi trường. Chính vì thế, xu hướng chuyển đổi các phương tiện giao thông sử dụng nhiên liệu hóa thạch sang một loại phương tiện khác dùng nguồn năng lượng sạch hơn đang được quan tâm và nghiên cứu trên toàn cầu. Trong đó, xe dùng động cơ điện được xem như là phương án tối ưu nhất hiện nay và hầu như các nhà sản xuất ô tô lớn trên toàn cầu đều đã, đang nghiên cứu và phát triển.

Xe điện là phương tiện giao thông đang được quan tâm và phát triển nhanh chóng trong khoảng thời gian gần đây. Tầm quan trọng của xe điện nằm ở những ưu điểm vượt trội của nó so với các loại xe khác. Đầu tiên, xe điện không gây ra khí thải độc hại, giúp bảo vệ môi trường và sức khỏe con người. Điều này đặc biệt quan trọng trong thời đại hiện nay khi các vấn đề về ô nhiễm môi trường ngày càng trở nên nghiêm trọng. Ngoài ra, xe điện rất tiết kiệm năng lượng và chi phí vận hành. Với mức giá điện hiện nay, việc sử dụng xe điện sẽ giúp giảm thiểu chi phí đáng kể so với việc sử dụng xe chạy bằng xăng dầu và hiệu suất năng lượng của xe điện cũng tốt hơn so với các loại xe dùng động cơ đốt trong truyền thống. Thêm vào đó, xe điện rất yên tĩnh và không gây nhiều tiếng ồn trong quá trình vận hành. Điều này giúp giảm thiểu tình trạng ô nhiễm tiếng ồn trong các đô thị. Bên cạnh đó, xe điện cũng là một giải pháp cho việc giảm thiểu lượng dầu

nhập khẩu và giảm thiểu sự phụ thuộc vào các nguồn năng lượng hóa thạch đang ngày càng cạn kiệt dần. Vì những lý do trên, tầm quan trọng của xe điện đang được nhìn nhận cao hơn và đang được nhiều nước và doanh nghiệp đầu tư nghiên cứu.

Việt Nam cũng không thể bỏ qua xu hướng chung của thế giới, chuyển đổi các phương tiện giao thông từ sử dụng nhiên liệu hóa thạch sang dùng điện cũng đang được tiến hành từng bước. Chính vì thế, việc nghiên cứu, phát triển, sản xuất xe điện hiện nay đang là vấn đề đang rất được quan tâm ở nước ta. Để sản xuất một xe điện hoàn chỉnh, quy trình sản xuất phải trải qua nhiều giai đoạn như thiết kế, tính toán đến thử nghiệm mô phỏng đến thử nghiệm thực tế,... rồi mới tiến đến sản xuất đại trà. Mỗi giai đoạn đều quan trọng và có vai trò nhất định, không thể thay thế trong quá trình sản xuất. Trong đó, giai đoạn tính toán, thiết kế có thể xem là giai đoạn đầu tiên, tạo ra các thông số kỹ thuật phù hợp với các yêu cầu vận hành khác nhau của từng loại xe.

Ngoài việc sản xuất mới xe điện, thì việc chuyển đổi một số lượng rất lớn xe dùng động cơ đốt trong hiện nay thành xe điện cũng là vấn đề cần được quan tâm. Để tránh việc phát sinh thêm rác thải công nghiệp là các xe cũ sử dụng động cơ đốt trong thì có thể chuyển đổi các xe này thành xe điện. Do đó, công việc tính toán lại nguồn năng lượng và thiết bị động lực điện phù hợp cho các xe này cũng cần được thực hiện.

Với tất cả những vấn đề nêu trên, tác giả lựa chọn đề tài “Tính toán nguồn năng lượng và thiết bị động lực cho ô tô điện cỡ nhỏ” để thực hiện nghiên cứu trong luận văn này.

1.2. Tình hình nghiên cứu

1.2.1. Trong nước

Nghiên cứu “Phương pháp thiết kế hệ động lực xe điện” của tác giả Phạm Xuân Mai và cộng sự [1] đã trình bày khái quát về các bước thiết kế một hệ thống động lực trên ô tô điện, từ việc xây dựng cấu hình tổng thể cho hệ truyền động điện đến thiết kế các hệ thống năng lượng bên trong như pin, động cơ,... Bài báo dừng lại ở việc giới thiệu, cung cấp các thông tin về thiết kế tổng thể của xe điện cũng như các phương án

bố trí hệ truyền động trên xe chứ chưa khảo sát, tính toán, mô phỏng hay thực nghiệm một hệ động lực cụ thể nào.

Bài báo “Nghiên cứu tính toán nguồn động lực dùng năng lượng điện cho xe du lịch 5 chỗ” của hai tác giả Nguyễn Huy Trường và Phạm Việt Thành [2] đã nghiên cứu thay thế động cơ đốt trong của xe NIVA 4x4 bằng động cơ điện một chiều không chổi than. Hai động cơ điện có công suất khác nhau được dùng trong hai trường hợp: giữ nguyên hộp số kết hợp với một động cơ công suất 55,77 kW, momen xoắn 117,55 Nm và trường hợp còn lại là lược bỏ đi hộp số của xe, chỉ sử dụng động cơ điện công suất 82,6 kW, momen xoắn 235,1 Nm. Kết quả là cả hai trường hợp đều đáp ứng được các yêu cầu động lực học khi so sánh với xe nguyên thủy và việc thay thế động cơ đốt trong trên ô tô thành động cơ điện là hoàn toàn khả thi. Tuy nhiên, tác giả vẫn chưa đề cập đến nguồn năng lượng của xe là hệ thống pin, nên vì vậy, một yếu tố quan trọng của xe điện là quãng đường di chuyển của xe cũng chưa được nói đến.

Nghiên cứu “Tính toán hệ thống pin xe điện” của Ths. Đinh Tấn Ngọc [3] đã trình bày phương pháp tính toán một bộ pin để sử dụng trên xe điện, xe được cải tiến từ mẫu xe BMW 320i sử dụng động cơ đốt trong với mục tiêu đảm bảo công suất đầu ra của xe giống với xe gốc. Kết quả là với hệ thống pin sau tính toán có tổng khối lượng 195,776kg và công suất khoảng 104,2 kW đáp ứng tốt về công suất đầu ra so với xe gốc dùng động cơ đốt trong. Tuy vậy, nghiên cứu vẫn chưa đề cập cụ thể đến loại động cơ điện được sử dụng và khả năng vận hành của xe đối với các yêu cầu về vận tốc, tăng tốc, leo dốc,...

Nghiên cứu “Mô hình hóa và mô phỏng hệ thống truyền động ô tô điện” của tác giả Phạm Quốc Thái và Huỳnh Đức Trí [4] đã mô tả và xây dựng mô hình hệ thống truyền động điện trên ô tô điện. Tác giả đã phát triển mô hình các hệ thống như biến tần, động cơ không đồng bộ ba pha, mô hình động học của ô tô 5 chỗ ngồi trên phần mềm Matlab/Simulink. Qua đó, phân tích và đánh giá khả năng đáp ứng của động cơ không đồng bộ ba pha trên ô tô điện về tốc độ, momen, cường độ dòng điện trên stator và rotor. Kết quả cho thấy mô phỏng bằng phần mềm Matlab/Simulink là phương pháp hiệu quả

trong khảo sát hệ thống truyền động ô tô điện. Động cơ không đồng bộ ba pha với phương pháp điều khiển SPWM (điều chế độ rộng xung sin) và các thành phần khác của hệ thống truyền động hoạt động hiệu quả, làm cơ sở để xây dựng mô hình thực tế. Tuy nhiên, cũng giống như nghiên cứu [2], tác giả cũng chưa kết hợp mô hình hiện tại với một mô hình pin để tạo ra một hệ thống động lực điện hoàn chỉnh hơn.

1.2.2. Ngoài nước

Ở nước ngoài, với sự phát triển của công nghệ và khoa học, công nghệ ô tô điện cũng sớm phát triển nên đã có nhiều nghiên cứu tính toán, thực nghiệm chuyển đổi xe sử dụng động cơ đốt trong trở thành xe điện.

Nghiên cứu “Electric Conversion of a Polluting Gasoline Vehicle into an Electric Vehicle and its Performance and Drive Cycle Analysis” của tác giả Robindro Lairenlakpam và cộng sự [5] đã thực hiện chuyển đổi mẫu xe Maruti-800 sử dụng động cơ xăng 4 kỳ, 3 xy lanh thành xe điện. Động cơ đốt trong được bỏ đi, thay vào đó là động cơ điện, pin Li-polyme và bộ điều khiển. Sau khi chuyển đổi, xe được thực nghiệm trên mặt đường mô phỏng bằng băng thử với chu trình IDC (The Old Indian Driving Cycle). Chu trình IDC gồm các dãy các tốc độ thấp thay đổi và tần suất dừng-chạy giống với điều kiện di chuyển trong đô thị Ấn Độ. Kết quả là động cơ một chiều công suất 4,5 kW được sử dụng đáp ứng những yêu cầu ban đầu của tác giả như moment khởi động lớn, giá thành thấp, phần cứng đơn giản và phổ biến. Hiệu suất năng lượng của cả hệ động lực điện sau khi chuyển đổi đạt 54,15 %.

Nghiên cứu “Dynamic Modeling and Analysis of Control Techniques of an Induction Motor Drive for Application in an Electric Vehicle” của Manish Kumar và cộng sự [6] đã mô phỏng một mô hình xe điện sử dụng động cơ không đồng bộ. Để điều khiển động cơ tác giả sử dụng phương pháp điều khiển vector thông qua một bộ điều khiển PI, với mục tiêu là kiểm soát công suất và tốc độ động cơ. Kết quả mô phỏng là moment đầu ra của động cơ bám sát với moment tham chiếu yêu cầu. Vận tốc xe cũng

đáp ứng được vận tốc yêu cầu của chu trình thử với sai số nhỏ. Tuy vậy, hiệu quả hoạt động của pin vẫn chưa được tác giả đề cập.

Nghiên cứu “Electric Vehicle Designing, Modelling and Simulation” của tác giả Sai Krishna Vempalli và cộng sự [7] đã trình bày các bước để thiết kế mô hình xe điện và mô phỏng bằng Matlab/Simulink và Sim PowerSystem/Sim Driveline toolbox. Mô hình sử dụng động cơ không đồng bộ và có phanh tái sinh. Kết quả là một mô hình xe điện cơ bản đã được phát triển trong Simulink và có phanh tái sinh hoạt động khi xe giảm tốc, hợp lý khi so sánh với thực tế. Tác giả cũng đề xuất bổ sung thêm phân tích nhiệt độ của pin trong các chu trình thử khác nhau, thêm mô hình hệ thống thu hồi nhiệt thải để cải thiện thêm hiệu suất của mô hình, bổ sung thêm phân tích động lực học của xe theo phương ngang thay vì chỉ có theo phương dọc trục như trong bài báo.

Nghiên cứu “Calibration and optimization of an electric vehicle powertrain system” của tác giả Qichao Dong và cộng sự [8] đã nghiên cứu để lựa chọn và tối ưu các thông số của động cơ, pin và tỷ số truyền hộp số và truyền lực cuối để đáp ứng các yêu cầu về khả năng tăng tốc, vận tốc tối đa, khả năng leo dốc và quãng đường đi được mà tác giả đặt ra. Sau khi lựa chọn động cơ một chiều nam châm vĩnh cửu có công suất cực đại 69 kW, moment xoắn cực đại 190 Nm, hệ thống pin có dung lượng 160 Ah, hộp số có 2 tỷ số truyền 1,96 và 1,43, truyền lực cuối có tỷ số truyền 4,2. Mô phỏng thử nghiệm thì mô hình chưa đạt được vận tốc tối đa 120 km/h và quãng đường đi được chưa đạt được 150 km như yêu cầu đặt ra. Tác giả tiến hành tối ưu hóa các thông số của hệ thống từ công suất động cơ, tỷ số truyền của hộp số, số lượng cell pin để giúp xe hoạt động đạt yêu cầu và từ đó rút ra một số kết luận rằng: tốc độ tối đa không tăng lên rõ rệt khi thay đổi công suất động cơ, nhưng sẽ cải thiện khả năng tăng tốc và leo dốc; vận tốc sẽ thay đổi đáng kể khi thay đổi tỷ số truyền trong hộp số, nhưng điều này sẽ ảnh hưởng tiêu cực tới khả năng leo dốc của xe.

Các khảo sát về động cơ được sử dụng trên ô tô điện

Nghiên cứu “Selection of Motor foran Electric Vehicle: A Review” của tác giả Arun Eldho Aliasand và cộng sự [9] đã giới thiệu về 5 loại động cơ có sử dụng trên xe điện gồm động cơ từ trở thay đổi (SRM), động cơ 3 pha không đồng bộ (IM), động cơ đồng bộ nam châm vĩnh cửu (PMSM), động cơ một chiều (DC motor) và động cơ một chiều không chổi than (BLDC). Bài báo đã kết luận rằng 2 loại động cơ được dùng phổ biến nhất là động cơ không đồng bộ 3 pha và BLDC, trong đó lựa chọn động cơ 3 pha không đồng bộ là hiệu quả về mặt chi phí nhất, còn về hiệu suất, năng suất hoạt động thì động cơ BLDC cho kết quả tốt nhất.

Một bài so sánh khác của tác giả Swaraj Ravindra Jape và cộng sự [10] “Comparison of Electric Motors for Electric Vehicle Application” cũng đề cập đến 5 loại motor thường dùng trên xe điện: DC motor, BLDC motor, IM, SM, SRM. Tác giả đã so sánh các loại động cơ với nhau thông qua các thông số: tỷ số công suất/khối lượng, đặc tính momen-tốc độ, hiệu quả hoạt động, chi phí cho điều khiển động cơ, giá thành động cơ. Tác giả đã rút ra kết luận: DC motor dễ điều khiển, cung cấp momen cao ở tốc độ thấp nhưng có chi phí bảo dưỡng cao, kích thước lớn, hiệu quả hoạt động thấp; BLDC motor có tỷ số công suất/khối lượng cao hơn nhưng chi phí cho điều khiển cao; IM và BLDC motor là 2 loại được dùng phổ biến nhất.

Các khảo sát về các loại pin trên xe điện

Bài báo “Phân tích và so sánh các loại pin sử dụng cho ô tô điện” của tác giả Nguyễn Hùng Mạnh [11] đã trình bày về các thông số kỹ thuật chính của pin ô tô điện, phân tích các đặc điểm cụ thể của từng loại pin cũng như so sánh các chỉ tiêu đánh giá giữa chúng. Trong đó, ba loại pin được tác giả đề cập là axit chì, Niken hydrua kim loại (NiMH) và Lithium-ion. Tác giả đã tổng hợp các thông số và lập ra các bảng so sánh giữa ba loại pin này với các thông số quan trọng như mật độ năng lượng, công suất riêng, hiệu suất sạc, mức độ tự xả, nhiệt độ hoạt động, tuổi thọ,... Bài báo đưa ra một số kết luận như sau: Pin axit chì thường dùng cho các hệ thống điện áp thấp (12V) như là hệ