

**ĐẠI HỌC THÁI NGUYÊN
TRƯỜNG ĐẠI HỌC KỸ THUẬT CÔNG NGHIỆP**

LUẬN VĂN THẠC SĨ KỸ THUẬT

**THIẾT KẾ VÀ CHẾ TẠO THỬ NGHIỆM
THIẾT BỊ ĐO GIÓ CHO MÁY PHONG ĐIỆN
TRỰC ĐỨNG CÓ ĐIỀU KHIỂN**

Ngành : CÔNG NGHỆ CHẾ TẠO MÁY
Mã số : 60 52 01 03
Học viên : PHẠM THẾ ANH
Người HD khoa học : PGS.TS. NGÔ NHƯ KHOA

LỜI CẢM ƠN

Sau một thời gian học tập, rèn luyện và nghiên cứu tại trường Đại học Kỹ thuật công nghiệp Thái Nguyên, tác giả xin bày tỏ lòng cảm ơn sâu sắc nhất tới PGS. TS Ngô Như Khoa - Trưởng phòng Đào tạo trường Đại học Kỹ thuật công nghiệp Thái Nguyên đã tận tình hướng dẫn và giúp đỡ tôi trong quá trình nghiên cứu để tôi có thể hoàn thành đề tài luận văn tốt nghiệp.

Cảm ơn các thầy cô giáo tại trường Đại học Kỹ thuật Công nghiệp Thái Nguyên đã tận tình giảng dạy trong hai năm học qua.

Cảm ơn Ban Giám hiệu và lãnh đạo khoa Khoa Cơ khí - Trường Cao Đẳng Công nghiệp Phúc Yên (Phường Trung Nhị - TX.Phúc Yên – Tỉnh Vĩnh Phúc) đã tạo điều kiện về mặt thời gian để tôi thực hiện và hoàn thành đề tài này.

Cảm ơn gia đình, bạn bè và đồng nghiệp đã động viên, giúp đỡ trong thời gian qua để luận văn được hoàn thành đúng tiến độ.

Thái Nguyên, ngày 24 tháng 05 năm 2013

Tác giả

Phạm Thế Anh

LỜI CAM ĐOAN

Tôi là Phạm Thế Anh - Học viên cao học lớp K13-Công nghệ chế tạo máy Khóa học 2010-2012 trường Đại học Kỹ thuật công nghiệp Thái Nguyên.

Sau hai năm học tập, rèn luyện và nghiên cứu tại trường tôi lựa chọn thực hiện đề tài tốt nghiệp “*Thiết kế và chế tạo thử nghiệm thiết bị đo gió cho máy phong điện trực đứng có điều khiển*”.

Được sự hướng dẫn và giúp đỡ tận tình của PGS. TS Ngô Như Khoa và sự nỗ lực của bản thân, đề tài đã được hoàn thành năm 201 .

Tôi xin cam đoan toàn bộ nội dung và kết quả của luận văn này là do tự bản thân tôi thực hiện, không sao chép của người khác. Nếu sai tôi xin hoàn toàn chịu trách nhiệm.

Thái Nguyên, ngày tháng năm 201

Tác giả

Phạm Thế Anh

MỤC LỤC

Lời cảm ơn	1
Lời cam đoan	2
Mục lục	3
Danh mục các hình vẽ	6
Danh mục các bảng biểu	8
Danh mục các ký hiệu và chữ viết tắt	9
MỞ ĐẦU	10
1. Tính cấp thiết của đề tài.....	10
2. Mục tiêu và nhiệm vụ của luận văn.....	11
3. Đối tượng và phạm vi nghiên cứu.....	12
4. Phương pháp nghiên cứu.....	12
5. Ý nghĩa.....	12

NỘI DUNG

CHƯƠNG 1. TỔNG QUAN VỀ ĐỀ TÀI	13
1.1. Các loại thiết bị đo gió.....	13
1.1.1. Cup Anemometer.....	13
1.1.2 Windmill anemometer.....	14
1.1.3. Hot-wire anemometer.....	14
1.1.4. Sonic anemometer.....	15
1.2. Vị trí lắp của thiết bị đo tốc độ gió kiểu cốc.....	15
1.2.1. Trên máy phong điện trục ngang và trục đứng.....	15
1.2.2. Trên máy phong điện trục đứng có điều khiển góc cánh.....	16
1.3. Kết cấu, nguyên lý làm việc của thiết bị đo tốc độ gió kiểu cốc.....	18
1.3.1. Kết cấu chung của thiết bị đo tốc độ gió kiểu cốc.....	18
1.3.2. Nguyên lý làm việc của thiết bị đo tốc độ gió kiểu cốc.....	20
1.4. Cơ sở nghiên cứu về khí động lực học.....	23

1.4.1. Các thông số cơ bản về gió.....	23
1.4.2. Cơ sở về lực nâng, lực cản trong khí động lực học.....	24
1.4.3. Hệ số cản C_D đối với cánh có dạng cóc.....	26
1.5. Các mô hình tính toán khí động lực học cho thiết bị đo gió kiểu cóc.....	27
1.5.1. Mô hình 2 cóc.....	29
1.5.2. Mô hình của Ramachandran.....	30
1.5.3. Đề xuất của Kondo và các cộng sự.....	32
1.5.4. Đề xuất mô hình kết hợp 1 cóc và 4 cóc.....	34
1.6. Kết luận.....	34

CHƯƠNG 2

TÍNH TOÁN, THIẾT KẾ KHÍ ĐỘNG HỌC TRÊN THIẾT BỊ ĐO GIÓ KIỂU CỐC

2.1. Các thông số thiết kế chính cho thiết bị đo gió kiểu cóc.....	35
2.1.1. Ảnh hưởng của các thông số thiết kế chính.....	35
2.1.2. Yêu cầu thiết kế cho thiết bị đo gió kiểu cóc.....	37
2.2. Mô hình thiết kế và chế tạo cho thiết bị đo gió kiểu cóc.....	38
2.2.1. Thiết kế sơ bộ của mô hình thiết bị đo gió kiểu cóc.....	38
2.2.2. Thiết kế chi tiết và nguyên lý của mô hình thiết bị đo.....	38
2.2.3. Mô hình chế tạo của thiết bị đo tốc độ gió và hướng gió.....	41
2.3. Mô hình khí động lực học cho 1 cóc.....	41
2.3.1. Một số giả định trong phân tích mô hình 1 cóc.....	41
2.3.2. Mô men khí động lực học trong mô hình 1 cóc.....	42
2.3.3. Thực nghiệm trên mô hình 1 cóc.....	44
2.3.4. Mô men khí động lực học đối với rotor 4 cóc.....	48
2.4. Ma sát lăn của các ổ bi bên trong thiết bị đo.....	49
2.4.1. Cơ sở tính toán mô men ma sát lăn của ổ bi.....	49
2.4.2. Thực nghiệm xác định giá trị mô men ma sát lăn Q_f của các ổ bi.....	52
2.4.3. Quan hệ giữa mô men ma sát lăn Q_f với vận tốc góc ω	55

2.5. Phương trình khí động lực của thiết bị đo gió kiểu cốc.....	56
2.5.1. Kết quả tính toán khí động lực học cho rotor 4 cốc, với $R_{rc} = 360$ mm.	56
2.5.2. Kết quả tính toán khí động lực học cho rotor 4 cốc, với $R_{rc} = 330$ mm.	58
2.5.3. Kết quả tính toán khí động lực học cho rotor 4 cốc, với $R_{rc} = 300$ mm.	59
2.5.4. Kết quả tính toán khí động lực học cho rotor 4 cốc, với $R_{rc} = 270$ mm.	60
2.5.5. Kết quả tính toán khí động lực học cho rotor 4 cốc, với $R_{rc} = 240$ mm.	61
2.5.6. Kết quả tính toán khí động lực học cho rotor 4 cốc, với $R_{rc} = 210$ mm.	62
2.5.7. Kết quả tính toán khí động lực học cho rotor 4 cốc, với $R_{rc} = 180$ mm.	63
2.5.8. Kết quả tính toán khí động lực học cho rotor 4 cốc, với $R_{rc} = 150$ mm.	64
2.5.9. Nhận xét về mô hình tính toán khí động lực học.....	65
2.6. Kiểm nghiệm mô hình khí động lực học của thiết bị đo gió.....	67
2.6.1. Xây dựng mô hình thực nghiệm.....	67
2.6.2. So sánh mô hình tính toán và mô hình thực nghiệm.....	73
2.7. Kết luận.....	74

CHƯƠNG 3

TÍNH TOÁN, THIẾT KẾ ĐUÔI HƯỚNG GIÓ

3.1. Cơ sở tính toán, thiết kế cho đuôi hướng gió.....	75
3.1.1. Một số đặc điểm cơ bản về đuôi lái gió.....	75
3.1.2. Kết cấu và nguyên lý hoạt động của đuôi hướng gió.....	75
3.1.3. Mô hình khí động lực học cho đuôi hướng gió.....	79
3.2. Kiểm nghiệm mô hình thiết kế cho đuôi lái gió.....	80
3.2.1. Thông số và kết cấu của bộ phận xác định hướng gió.....	80
3.2.2. Sơ đồ thực nghiệm cho đuôi lái gió được thiết kế.....	81
3.3. Kết luận.....	81

CHƯƠNG 4

KẾT LUẬN CHUNG

4.1 Kết quả luận văn đã đạt được.....	82
---------------------------------------	----

4.2 Những kiến nghị nghiên cứu tiếp theo.....	82
---	----

TÀI LIỆU THAM KHẢO	83
---------------------------	----

DANH MỤC CÁC HÌNH VẼ

Hình 1.1. Cup Anemometer	
Hình 1.2. Windmill anemometer	13
Hình 1.3. Hot-wire anemometer	14
Hình 1.4. Sonic anemometer	14
Hình 1.5. Thiết bị đo gió trên vỏ máy của máy phong điện trục ngang	15
Hình 1.6. Thiết bị đo gió trên chân đế của máy phong điện trục đứng	16
Hình 1.7. Vị trí lắp mong muốn của thiết bị đo tốc độ gió kiểu cốc trên máy phong điện trục đứng có điều khiển góc cánh.....	16
Hình 1.8. Một số dạng cốc cơ bản	17
Hình 1.9. Bản vẽ phân rã của 3 - Cup Anemometer.....	18
Hình 1.10. Thiết bị đo gió dựa trên quan hệ điện áp sinh tỷ lệ với tốc độ gió.	19
Hình 1.11. Các thành phần của vận tốc gió tác động lên vật thể	20
Hình 1.12. Bản chất sự hình thành lực khí động học	24
Hình 1.13. Đồ thị biểu diễn quan hệ giữa C_D và C_L với góc tới α	25
Hình 1.14. Mô hình đơn giản hóa của rotor trên thiết bị đo gió.....	26
Hình 1.15. Hệ số cản của một số dạng hình học cơ bản.....	26
Hình 1.16. Các mô men tác dụng lên rotor của thiết bị đo gió.....	27
Hình 1.17. Mô hình 2 cốc	28
Hình 1.18. Độ lệch giữa góc α và θ phụ thuộc vào hệ số K.....	30
Hình 1.19. Hệ số khí động lực học C_N của kiểu cốc Brevoort - Joyner II.....	31
Hình 1.20. Hệ số C_N của kiểu cốc Brevoort - Joyner II do Kondo đề xuất.....	32
Hình 2.1. Một thiết kế hợp lý cho thiết bị đo gió.....	33
Hình 2.2. Một thiết kế chưa hợp lý cho thiết bị đo gió.....	36
Hình 2.3. Kết cấu sơ bộ của thiết bị đo gió.....	37
Hình 2.4. Bản vẽ phân rã cho mô hình thiết bị đo tốc độ gió và hướng gió....	38
Hình 2.5. Bản vẽ lắp cho mô hình thiết bị đo tốc độ gió và hướng gió.....	39

Hình 2.6. Mô hình chế tạo cho thiết bị đo tốc độ gió và hướng gió.....	40
Hình 2.7. Mô hình hóa cho 1 cốc	41
Hình 2.8. Dạng biểu đồ mô men khí động lực học tổng quát của 1 cốc.....	42
Hình 2.9. Sơ đồ bố trí thực nghiệm đo lực cản F_D trên mô hình 1 cốc.....	43
Hình 2.10. Đồ thị mô men khí động lực học xây dựng từ thực nghiệm.....	47
Hình 2.11. Sơ đồ khí động lực học của rotor 4 cốc	48
Hình 2.12. Các chi tiết trong kết cấu của ổ bi	49
Hình 2.13. Lớp thấm của chất bôi trơn tại khe hở ngỗng trục.....	50
Hình 2.14. Độ nhớt của một số loại dầu tương ứng với nhiệt độ ổ bi.....	51
Hình 2.15. Sơ đồ bố trí thực nghiệm đo điện áp và dòng điện.....	52
Hình 2.16. Quan hệ giữa Q_f và vận tốc góc ω	54
Hình 2.17. Đồ thị thể hiện quan hệ giữa V và ω	56
Hình 2.18. Sơ đồ bố trí thực nghiệm đo vận tốc góc của rotor.....	66
Hình 3.1. Mô hình thiết kế của đuôi hướng gió.....	68
Hình 3.2. Bản vẽ phân rã của đuôi hướng gió.....	75
Hình 3.3. Sơ đồ nguyên lý của chiết áp vòng.....	76
Hình 3.4. Sơ đồ nguyên lý của bộ mã hóa xung quang học (5 bit).....	77
Hình 3.5. Sơ đồ mô tả đặc tính khí động lực học của đuôi hướng gió.....	78
Hình 3.6. Thiết bị đo gió được lắp đặt trên máy phong điện trực đứng.....	79
Hình 3.7. Sơ đồ bố trí thực nghiệm đo lực cản tác động lên cánh.	80
	81

DANH MỤC CÁC BẢNG BIỂU

Bảng 2.1. Bảng số liệu tính toán về lực và mô men khí động lực học của 1 cột.....	
Bảng 2.2. Các thiết bị trong thực nghiệm đo lực cản FD trên mô hình 1 cột..	44
Bảng 2.3. Bảng số liệu thực nghiệm về lực và mô men khí động lực học của 1 cột.....	45
Bảng 2.4. Các thiết bị trong thực nghiệm đo điện áp và dòng điện.....	47
Bảng 2.5. Bảng số liệu thực nghiệm khi đo điện áp và dòng điện.....	53
Bảng 2.6. Bảng số liệu tính toán ω của rotor 4 cột với $R_{rc} = 360$	55
Bảng 2.7. Bảng số liệu tính toán ω của rotor 4 cột với $R_{rc} = 330$	57
Bảng 2.8. Bảng số liệu tính toán ω của rotor 4 cột với $R_{rc} = 300$	58
Bảng 2.9. Bảng số liệu tính toán ω của rotor 4 cột với $R_{rc} = 270$	59
Bảng 2.10. Bảng số liệu tính toán ω của rotor 4 cột với $R_{rc} = 240$	60
Bảng 2.11. Bảng số liệu tính toán ω của rotor 4 cột với $R_{rc} = 210$	61
Bảng 2.12. Bảng số liệu tính toán ω của rotor 4 cột với $R_{rc} = 180$	62
Bảng 2.13. Bảng số liệu tính toán ω của rotor 4 cột với $R_{rc} = 150$	63
Bảng 2.14. Các thiết bị trong thực nghiệm đo vận tốc góc ω (rad/s) của rotor tương ứng với tốc độ gió V (m/s).....	64
Bảng 2.15. Bảng số liệu thực nghiệm đo vận tốc góc ω với $R_{rc} = 360$	67
Bảng 2.16. Bảng số liệu thực nghiệm đo vận tốc góc ω với $R_{rc} = 330$	69
Bảng 2.17. Bảng số liệu thực nghiệm đo vận tốc góc ω với $R_{rc} = 300$	69
Bảng 2.18. Bảng số liệu thực nghiệm đo vận tốc góc ω với $R_{rc} = 270$	70
Bảng 2.19. Bảng số liệu thực nghiệm đo vận tốc góc ω với $R_{rc} = 240$	70
Bảng 2.20. Bảng số liệu thực nghiệm đo vận tốc góc ω với $R_{rc} = 210$	71
Bảng 2.21. Bảng số liệu thực nghiệm đo vận tốc góc ω với $R_{rc} = 180$	72

Bảng 2.22. Bảng số liệu thực nghiệm đo vận tốc góc ω với $R_{rc} = 150$	72
	73

DANH MỤC CÁC KÝ HIỆU VÀ CHỮ VIẾT TẮT

n	Số lượng cánh trên rotor (Số c�c).
D_c	Đường kính c�c (mm)
R_{rc}	Bán kính quay của c�c (mm).
h	Chiều cao trục quay của rotor (mm).
S_c	Diện tích hứng gi� của c�c (m ²).
A	Diện tích của đuôi hướng gi� (m ²).
V	Tốc độ gi� (m/s)
V_r	Vận tốc tương đối của gi� so với c�c (m/s)
ω	Vận tốc góc của rotor (rad/s)
C_D	Hệ số cản.
C_{Dv}	Hệ số cản mặt lõm của c�c.
C_{Dx}	Hệ số cản mặt lồi của các.
ρ	Mật độ không khí (kg/m ³).
F_D	Mô men quay rotor (N.m).
Q_A	Mô men khí động lực học trung bình của rotor (N.m).
Q_{C(av)}	Mô men khí động lực học trung bình của 1 c�c sau 1 vòng quay (N.m).
Q_f	Mô men ma sát lăn trung bình của các ổ bi (N.m).
α	Góc tới (độ).
θ	Góc quay của rotor (độ).
β_v	Góc xoay của đuôi hướng gi� (độ).
β	Góc giữa đuôi hướng gi� so với phương gi� (độ).