

**PHÁT NHIỆT NĂNG TỪ MÁY PHÁT NHIỆT GIÓ NAM CHÂM VĨNH CỬU ĐƯỢC
TRUYỀN ĐỘNG BỞI TUABIN GIÓ**Nguyễn Tiến Dũng^{1,2*}, Slov'ev V.A.²¹*Trường Đại học Lương Thế Vinh, Số 9 Đường Cầu Đông, Phường Nam Định, tỉnh Ninh Bình, Việt Nam*²*Công ty Cổ phần UTair-Engineering, Thành phố Tyumen, tỉnh Tyumen, Liên bang Nga*

* Tác giả liên hệ: nguyentiendung@ltvu.edu.vn

THÔNG TIN BÀI BÁO

Ngày nhận: 15/08/2026

Ngày hoàn thiện: 26/08/2026

Ngày chấp nhận: 06/09/2026

Ngày đăng: 15/09/2026

TỪ KHÓA

Suất điện động,

Vòng quay mỗi phút,

Hệ số hiệu suất,

Máy phát nhiệt gió nam
châm vĩnh cửu,

Tuabin gió,

Máy phát nhiệt gió,

Hệ thống sưởi ấm bằng gió.

TÓM TẮT

Bài báo trình bày nội dung và kết quả nghiên cứu về sử dụng máy phát nhiệt nam châm vĩnh cửu được dẫn động từ tuabin gió. Những ưu điểm của hệ thống phát nhiệt này so với các thiết kế tuabin gió khác được khám phá và trình bày. Giải pháp kỹ thuật điều chỉnh công suất nhiệt năng trong máy phát nhiệt bằng cách điều chỉnh khe hở giữa rotor và stator của máy phát nhiệt được đề xuất. Phạm vi ứng dụng và hạn chế của hệ kỹ thuật phát nhiệt năng này cũng được thảo luận.

**HEAT ENERGY IS GENERATED FROM A PERMANENT MAGNET WIND HEAT
GENERATOR DRIVEN BY A WIND TUABINE**Tien Dung Nguyen^{1,2*}, Slov'ev V.A.²¹*Luong The Vinh University, 9 Cau Dong Street, Nam Dinh Ward, Ninh Binh Province, Viet Nam*²*JSC UTair-Engineering, 187 Internatsionalnaya Street, Tyumen, 625025, Russian Federation*

*Corresponding Author: nguyentiendung@ltvu.edu.vn

ARTICLE INFO

Received: Aug 15, 2026

Revised: Aug 26, 2026

Accepted: Sep 06, 2026

Published: Sep 15, 2026

KEYWORDS

Electromotive force,

Revolutions per minute,

Coefficient of efficiency,

Permanent magnet wind heat
generator,

Wind tuabines,

Wind heat generator,

Wind heating system.

ABSTRACT

This paper presents the content and research results on the use of permanent magnet heat generators driven by wind tuabines. The advantages of this heat generation system compared to other wind tuabine designs are explored and presented. A technical solution for adjusting the heat output in the heat generator by adjusting the air gap between the rotor and stator is proposed. The application scope and limitations of this heat generation system are also discussed.

1. Đặt vấn đề

Gió là một dạng năng lượng mặt trời được hình thành bởi sự tự quay của trái đất; bề mặt không phẳng của nó; và dưới sức nóng của mặt trời. Tất cả điều đó làm cho không khí trên bề mặt trái đất được đốt nóng không đều, dẫn đến hiện tượng giãn nở nhiệt không đều của không khí, tức có gió xuất hiện.

Từ xa xưa, con người đã biết sử dụng năng lượng gió để phục vụ cuộc sống, như thuyền buồm di chuyển trên mặt nước (sông, biển) và điển hình mang tính biểu tượng là cối xay gió.

Ngày nay, việc sử dụng năng lượng gió ngày càng phát triển bởi tính ưu việt tuyệt đối của nguồn năng lượng tái tạo này — năng lượng sạch.

Mật độ thấp và không ổn định là thuộc tính của năng lượng gió. Chính thuộc tính này đã gây khó khăn và hạn chế việc sử dụng năng lượng gió trên diện rộng. Động năng của gió được chuyển đổi bởi tua bin gió thành năng lượng cơ học, sau đó năng lượng cơ học này với sự trợ giúp của các loại thiết bị truyền động và máy phát, sẽ có thể chuyển đổi sang các dạng năng lượng khác, như: điện, nhiệt, hóa; v.v.

Hệ thống điện gió truyền thống (máy phát điện và lưu trữ điện năng) là rất phức tạp và thường không thể có thiết kế hợp lý tương ứng với thuộc tính của năng lượng gió. Các hệ thống phát điện gió truyền thống, thường bao gồm trong chúng nhiều phần tử khác. Ngoài tua bin gió chuyển đổi năng lượng gió thành năng lượng cơ học dẫn động máy phát điện, còn có thêm thiết bị điều khiển dòng điện; nguồn năng lượng điện hóa có tính thuận nghịch (ắc quy) với dung lượng lớn. Mỗi phần tử này đều làm tăng đáng kể mức độ phức tạp của việc lắp đặt, bảo trì và chi phí, thêm nữa nhiều lần chuyển đổi dạng năng lượng sẽ làm cho COE (Coefficient Of Efficiency — COE) của cả hệ thống giảm đi, điều này dẫn đến lợi nhuận của việc khai thác, kinh doanh điện gió rất thấp.

Máy phát điện gió truyền thống có nhược điểm chính là công suất định mức của tua bin gió bị hạn chế. Trong khu vực dự tính lắp tua bin gió, thì trước hết phải tính đúng tốc độ gió trung bình/năm và sau đó là thiết kế tuabin gió và máy phát điện tương ứng với tốc độ gió trung bình này. Và một điều đã được chứng minh là tuabin gió chỉ có COE lớn nhất (chuyển đổi năng lượng gió sang năng lượng cơ học) ứng với một dải tốc độ gió nhất định [1].

Từ năng lượng gió làm quay máy phát điện, sau đó sử dụng lượng điện này để thực hiện các mục đích khác cho nhu cầu của con người, thí dụ sản sinh nhiệt sưởi ấm không khí giá lạnh; ..., tức cũng lại thêm lần chuyển đổi dạng năng lượng. Điều này đặt ra vấn đề, với mục đích sử dụng năng lượng gió cho việc sưởi ấm không khí giá lạnh thì có thể sử dụng loại máy phát nhiệt nào và vận hành ra sao để có lượng nhiệt sưởi ấm (được tạo ra từ nguồn năng lượng gió với số lần chuyển đổi dạng năng lượng là ít nhất) mong muốn tương ứng với các thuộc tính của năng lượng gió, để cuối cùng có COE lớn nhất có thể [1].

Một dạng máy phát nhiệt có thể chuyển đổi “trực tiếp” năng lượng gió thành năng lượng nhiệt và có thể điều khiển được lượng nhiệt cao nhất có thể (tức cho COE lớn nhất có thể) là loại máy phát nhiệt nam châm vĩnh cửu có điều chỉnh khe hở không khí giữa rotor và stator.

Nội dung chính của bài báo là trình bày những kết quả thu được trong quá trình nghiên cứu hệ thống phát nhiệt sử dụng máy phát nhiệt nam châm vĩnh cửu và tuabin gió: những ưu điểm của hệ thống phát nhiệt này so với các thiết kế tuabin gió khác được khám phá và trình bày; đề xuất kỹ

thuật điều chỉnh công suất nhiệt năng trong máy phát nhiệt bằng cách điều chỉnh khe hở giữa rotor và stator của máy phát nhiệt; phạm vi ứng dụng và hạn chế của hệ kỹ thuật phát nhiệt năng này cũng được thảo luận.

2. Mục tiêu và phương pháp nghiên cứu

2.1. Mục tiêu nghiên cứu

- Thiết lập các đường đặc tính làm việc của tuabin gió với bộ ba cánh hình lưỡi dao và đường kính 2m;
- Thiết lập các đường đặc tính nhiệt năng tối ưu của máy phát nhiệt năng nam châm vĩnh cửu ứng với các tốc độ gió điển hình;

- Rút ra các kết luận phục vụ tốt cho thiết kế chế tạo và hướng dẫn vận hành các loại WHS thành phẩm do Công ty JSC UTair-Engineering sản xuất hoặc các WHS tương đương trên thị trường.

2.2. Phương pháp nghiên cứu

- Lắp một hệ WHS hoàn chỉnh với các thiết bị phụ trợ phục vụ thử nghiệm;

- Thiết lập kế hoạch chi tiết cho từng chế độ thử nghiệm dựa trên bản chất vật lý được mô tả chi tiết trong các tài liệu tham khảo;

- Mỗi chế độ thử nghiệm được thực hiện ít nhất hai lần với thu thập dữ liệu kỹ để so sánh, bảo đảm dữ liệu thu được cuối cùng đạt độ chính xác cao nhất trong điều kiện các giả định ban đầu được xác định.

3. Nội dung và kết quả nghiên cứu:

3.1. Đặc tính làm việc của máy phát nhiệt nam châm vĩnh cửu (Permanent Magnet Wind Heat Generator — PMWHG)

PMWHG gồm: rotor là một đĩa tròn được cố định trên trục rotor, dọc theo bán kính của đĩa có gắn các nam châm vĩnh cửu; và stator là một tấm đồng đứng yên. **H. 1.**

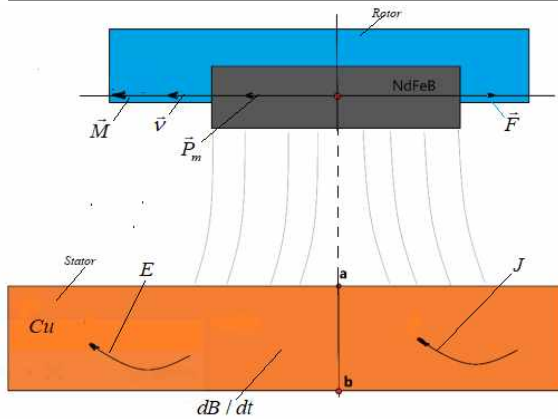
Rotor được quay và tương ứng là có một từ trường (của các nam châm vĩnh cửu) so với tấm đồng stator đứng yên sẽ thay đổi. Theo phương trình Maxwel, từ trường này sẽ tạo ra trong không gian quanh nó một điện trường xoáy, trong điện trường xoáy này có các điện tích tự do trong tấm đồng stator thì các điện tích tự do trong stator sẽ có chuyển động bởi lực Lorentz, tức các điện tích tự do tạo ra dòng điện xoáy (dòng Foucault). Bản thân dòng điện xoáy này lại tạo ra một từ trường và từ trường này sẽ tương tác với từ trường của nam châm vĩnh cửu và có hướng ngược với hướng quay của đĩa gắn trên trục rotor. Dòng điện xoáy Foucault xuất hiện trong các tấm đồng stator thì nhiệt năng được sinh ra [2]. Nếu sử dụng một thiết bị làm mát tấm đồng (thí dụ, quạt gió chẳng hạn) thì luồng khí thổi qua tấm đồng sẽ kéo nhiệt năng thoát ra ngoài, tương đương việc sưởi ấm không khí.

Hiển nhiên là, để khống chế lượng nhiệt thoát ra sưởi ấm không khí, có thể dùng hai cách:

- thay đổi tốc độ luồng khí làm mát tấm đồng;
- thay đổi giá trị dòng điện xoáy sinh nhiệt bằng cách

thay đổi khe hở không khí giữa rotor và stator.

Như đã nêu trên về thuộc tính không mong muốn của năng lượng gió, thì rất logic có thể thấy, sử dụng cách điều chỉnh độ rộng khe hở không khí giữa rotor và stator của PMWHG cũng là một cách để điều chỉnh chế độ làm việc của hệ thống sao cho WT và WHG có hiệu suất đồng thời với nhau là cao nhất có thể, qua đó nâng cao COE của WHS.



H. 1. Giản đồ cấu tạo của PMWHG

3.2. Đặc tính công suất $P = f(n)$ của tuabin gió WT (Wind Turbines — WT)

Chúng tôi xem xét đặc tính công suất $P = f(n)$ của WT trên một thử nghiệm cụ thể về sự thay đổi công suất của WT vào các tốc độ gió khác nhau. Đặc tính công suất này được thể hiện qua đồ thị phụ thuộc của công suất vào số vòng quay trên phút (rpm) của bộ cánh quạt gió có hình dạng ba lưỡi dao Espro để nhận gió và có độ dày 15%; đường kính 2m.

Tất cả WT thì có hai đặc tính làm việc tương hỗ nhau — hệ số công suất và hệ số bắt tốc nhanh [1].

- Hệ số công suất

Ở tuabin gió thì chỉ một phần năng lượng động học tổng thể của luồng không khí (gió) được tuabin gió chuyển hóa thành năng lượng cơ học. Hiệu suất của Sự chuyển hóa này được thể hiện qua hệ số sử dụng năng lượng gió, được ký hiệu là C_p .

- Hệ số bắt tốc nhanh — đặc tính của tuabin gió, xác định tần số quay của WT ở những tốc độ gió khác nhau [1]. Hệ số này được ký hiệu là Z và được tính theo công thức

$$Z = \frac{\pi \cdot D \cdot n}{60 \cdot v}, \quad (1)$$

Ở đây D — đường kính cánh quạt gió, m; n — tần số quay, rpm; v — tốc độ gió, m/s.

Thiết lập đồ thị sự phụ thuộc $C_p = f(Z)$

Hệ số công suất phụ thuộc vào hệ số bắt tốc nhanh của động cơ gió $C_p = f(Z)$ với độ tin cậy của nó, có thể mô tả bằng biểu thức

Trước giá trị tối ưu Z_{opt}

$$C_p(Z) = C_{p_{max}} \cdot \left(\frac{Z}{Z_{opt}} \right)^2 \cdot \left(3 - 2 \cdot \frac{Z}{Z_{opt}} \right); \quad (2)$$

Sau giá trị tối ưu Z_{opt}

$$C_p(Z) = C_{p_{max}} - \frac{C_{p_{max}}}{(Z_{max} - Z_{opt})^2} \cdot (Z - Z_{opt})^2. \quad (3)$$

Ở đây:

Z_{opt} — giá trị hệ số bắt tốc nhanh của bộ cánh quạt gió để có hệ số công suất cực đại $C_{p_{max}}$ của tuabin gió;

Z_{max} — giá trị cực đại của hệ số bắt tốc nhanh; Z_{opt} ; $C_{p_{max}}$; Z_{max} — phụ thuộc vào tham số σ_{periph} và có thể tính toán được bằng phương pháp phân tích.

Tham số σ_{periph} được gọi là tham số tổng hợp âm tương đối, đặc trưng cho các cấu hình ngoại vi của WT.

Kết quả thiết lập đồ thị $C_p = f(Z)$ cho tuabin gió nghiên cứu như **H. 2**.

Công suất của tuabin gió có thể tìm thấy theo công thức (trong [1])

$$P(n) = C_p \cdot \frac{\rho v^3}{2} \cdot \frac{\pi D^2}{4} \cdot \eta_{mec}, \quad (4)$$

ở đây ρ — mật độ không khí; v — tốc độ luồng gió;

D — đường kính bộ cánh quạt gió.

Theo công thức (1), chúng tôi tính toán rpm cho mỗi C_p và Z , cũng vậy cho giá trị $P(n)$. Tốc độ vòng quay trong mỗi phút (rpm) có thể thay đổi khi gió tăng-giảm (theo công thức (1)). Chúng tôi thiết lập đồ thị $P(n)$ cho các tốc độ gió khác nhau. Đồ thị sự phụ thuộc $P(n)$ được thiết lập dựa trên thực nghiệm như **H. 3**.

3.3. Đặc tính phụ thuộc của nhiệt năng được sinh ra bởi PMWHG vào rpm của rotor

Khi rotor quay với nam châm vĩnh cửu được gắn trên nó, trong tấm đồng xuất hiện sức điện động E (ElectroMotive Force — EMF), theo định luật cảm ứng điện từ thì EMF này được xác định theo công thức [2]:

$$E = B_z \cdot \omega \cdot S \cdot \sin 90^\circ,$$

ở đây B_z — cảm ứng từ tại điểm cách nam châm vĩnh cửu một khoảng cách, mm; ω — tần số quay của rotor, rad/s; S — diện tích, mm² của vòng tròn xảy ra sự thay đổi cảm ứng từ.

Với tần số quay được tính theo biểu thức

$$\omega = 2 \cdot \pi \cdot n$$

sẽ thu được suất điện động E theo công thức

$$E = B_z \cdot 2 \cdot \pi \cdot n \cdot S, \quad (5)$$

ở đây n — số vòng quay của rotor trong một đơn vị thời gian, rpm.

Sức điện động này làm phát sinh trong tấm đồng các dòng điện xoáy, chúng là nguyên nhân làm cho tấm đồng được gia nhiệt và theo định luật Joule-Lenz thì lượng nhiệt thoát ra Q_s trên stator là [2]

$$Q_s = \frac{E^2}{R},$$

ở đây R — trở thuần, Ohm của tấm đồng được xác định giá trị tại vùng xuất hiện các dòng điện xoáy.

Từ đây, có thể tìm ra mô tả toán học về sự phụ thuộc của lượng nhiệt năng Q_s được tạo ra trên stator vào tốc độ quay n của rotor theo công thức

$$Q_s = \frac{(B_z \cdot 2 \cdot \pi \cdot n \cdot S)^2}{R};$$

hoặc

$$Q_s = \frac{(2 \cdot \pi \cdot S)^2}{R} = K \cdot B_z^2 \cdot n^2,$$

ở đây

$$K = \frac{(2 \cdot \pi \cdot S)^2}{R} = const,$$

khi không có sự thay đổi độ rộng khe hở không khí giữa rotor và stator của PMWHG.

3.4. Phân tích đặc tính làm việc của WHS

Khi tuabin gió quay, mô-men xoắn sẽ được truyền đến rotor nam châm vĩnh cửu, từ đó tạo ra dòng điện xoáy trong các tấm đồng stator và sinh nhiệt năng. Biết rằng, theo phương

trình Maxwell thì trường điện từ do dòng điện xoáy sinh ra sẽ có hướng ngược chiều quay của đĩa nam châm vĩnh cửu. Do đó, có thể cho rằng năng lượng quay của bộ cánh quạt gió sẽ được sử dụng để sinh nhiệt năng trong tấm đồng stator. Hoặc toàn bộ công suất của tuabin gió được chuyển đổi thành nhiệt năng hoàn toàn $P = Q$. Để đơn giản tính toán, chúng tôi giả định hiệu suất Eff của hệ truyền động đến PMWHG là bằng một.

Chúng tôi tìm khả năng công suất đạt cực đại khi tốc độ gió là $5m/s$ với giả định $P = Q$ và tìm biểu thức hằng số

$$\frac{(B_z \cdot 2 \cdot \pi \cdot S)^2}{R}$$

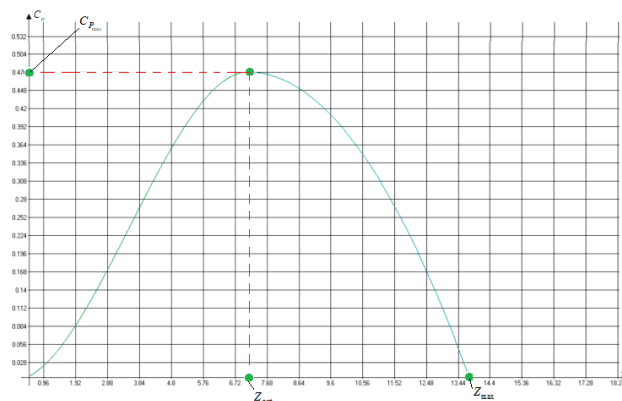
Từ đây, thiết lập đồ thị sự phụ thuộc tối ưu của nhiệt năng được sinh ra trên tấm đồng stator vào tốc độ quay n (rpm) của tuabin gió $Q(n)$. Trong thực nghiệm WHS, chúng tôi thiết lập hai đường cong tối ưu $Q_{s,5}(n)$; $Q_{s,15}(n)$ ứng với hai tốc độ gió $v = 5m/s$; $v = 15m/s$ (đại diện cho tốc độ gió thấp và cao nhất có thể). Hai đường cong nhiệt năng tối ưu này được trình bày trên H.4 và H.5.

3.5. Điều chỉnh độ rộng khe hở không khí giữa rotor và stator của PMWHG

Để “làm chậm” sự quay của tuabin gió và do đó làm giảm tốc độ quay của rotor PMWHG, có thể phải giảm độ rộng khe hở không khí z giữa rotor và stator của PMWHG, qua đó năng lượng bị tổn thất sẽ ít đi. Kết quả là chúng tôi thu được cảm ứng B_z tăng tương ứng với lượng tăng

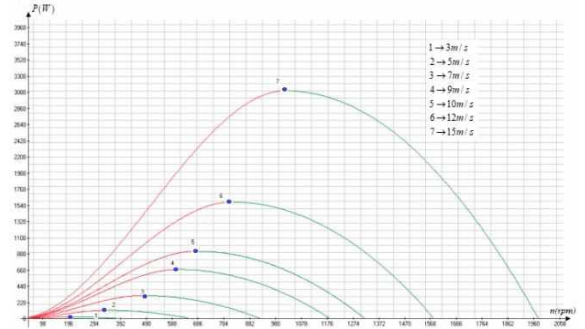
$$\frac{(B_z \cdot 2 \cdot \pi \cdot S)^2}{R}$$

Kết quả của việc điều chỉnh này sẽ là một họ các đường cong nhiệt năng $Q_{s...}(n)$, mỗi đường cong nhiệt năng $Q_{s...}(n)$ sẽ ứng với một giá trị của khe hở không khí z và nó thay đổi giá trị tùy thuộc vào rpm, chúng tôi thiết lập hai đường cong nhiệt năng $Q_{s,5}(n)$; $Q_{s,15}(n)$ ứng với hai giá trị khe hở không khí z xác định sao cho hai đường cong nhiệt năng này gần như trùng với hai đường cong nhiệt năng tối ưu ở hai tốc độ gió $v = 5m/s$; $v = 15m/s$. Đồ thị các đường đặc tính của tuabin gió và của PMWHG được trình bày trên H. 6.



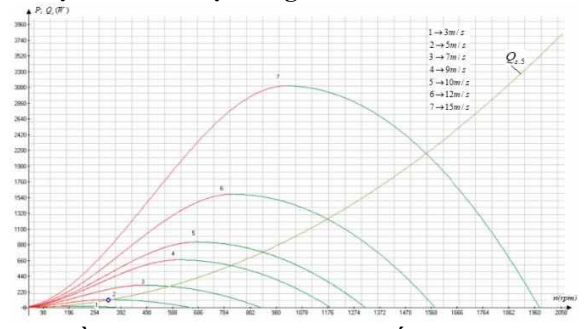
H. 2. Đồ thị của sự phụ thuộc $C_p = f(Z)$

Đồ thị sự phụ thuộc của công suất tuabin gió vào rpm



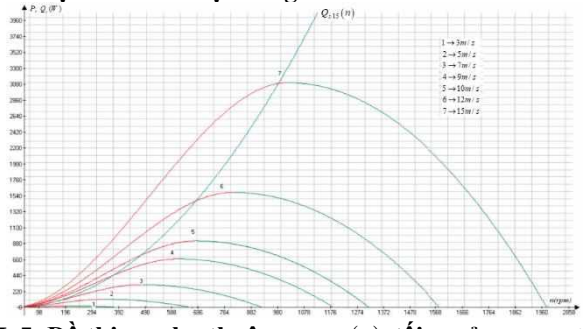
H. 3. Sự phụ thuộc $P = f(n)$ ở các tốc độ gió v , m/s khác nhau

Các đặc tính làm việc đồng thời của WT và PMWHG



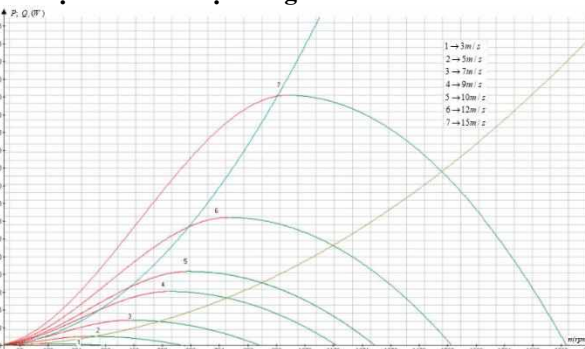
H.4. Đồ thị sự phụ thuộc $Q_s = f(n)$ tối ưu ở $v = 5m/s$

Các đặc tính làm việc đồng thời của WT và PMWHG



H. 5. Đồ thị sự phụ thuộc $Q_s = f(n)$ tối ưu ở $v = 15m/s$

Các đặc tính làm việc đồng thời của WT và PMWHG



H. 6. Đồ thị các đường đặc tính làm việc đồng thời khi điều chỉnh khe hở không khí giữa rotor và stator máy phát nhiệt

4. Thảo luận kết quả nghiên cứu phát triển

Từ H. 4 cho thấy rằng, đặc tính công suất $P = f(n)$ của tuabin gió được thể hiện qua sự phụ thuộc của hệ số công suất C_p vào hệ số bắt tốc nhanh Z và đồ thị cho sự phụ thuộc $C_p(Z)$ này có hình dạng parabol. Trong dải làm việc của tuabin gió chỉ tồn tại một điểm và lân cận điểm đó của hệ số

bắt tốc nhanh cho hệ số công suất đạt cực đại $C_{p_{\max}}$. Giá trị này Z của được gọi là hệ số bắt tốc nhanh tối ưu Z_{opt} . Với tuabin gió được dùng để nghiên cứu thì $C_{p_{\max}} = 0,476$ tại $Z_{opt} = 7,1$ với tham số tổng hợp âm tương đối cho cấu hình ngoại vi của tuabin gió là $\sigma_{periph} = 0,17$; ** Từ H. 3 cho thấy rằng, đặc tính công suất $P = f(n)$ của tuabin gió theo rpm có các hình dạng đường cong đồng dạng ứng với các tốc độ gió khác nhau. H.5 được dựng từ tuabin gió nghiên cứu ở 7 tốc độ gió khác nhau. Ứng với mỗi tốc độ gió sẽ cho công suất cực đại $P_{\max}$ ở rpm khác nhau với hệ số công suất cực đại $C_{p_{\max}} = 0,476$ ở tuabin gió nghiên cứu. Tốc độ gió càng tăng thì công suất $P_{\max}$ càng lớn ở số vòng quay rpm cũng càng tăng. Ở tốc độ gió cao nhất $v = 15m/s$ của thực nghiệm thì tại $rpm \approx 1000$ công suất $P_{\max} = 3090W$;

Từ H. 4 cho thấy sự phụ thuộc của hai đặc tính $P = f(n)$ và $Q_s = f(n)$ vào rpm trên cùng hệ tọa độ. Đường cong phụ thuộc $Q_s = f(n)$ (đường cong màu vàng nâu nhạt) là đường tối ưu ở tốc độ $v = 5m/s$ với độ lớn thay đổi theo tỷ lệ thuận (cũng biến thiên) với rpm và không đi qua các điểm công suất $P_{\max}$ cực đại. Giao điểm của đường cong số 2 của $P = f(n)$ (ứng với tốc độ gió $v = 5m/s$ với đường cong tối ưu $Q_s = f(n)$ (ứng với tốc độ gió $v = 5m/s$) chính là điểm làm việc của WHS, và cho thấy tại giao cắt của hai đường cong này thì nhiệt năng được sinh ra gần như là do $P_{\max}$ được chuyển hóa, phần chênh lệch (không trùng tuyệt đối của đường cong nhiệt năng cắt qua giá trị $P_{\max}$) chính là thể hiện hiệu suất Eff của WHS nhỏ hơn một;

H. 5 thể hiện họ 7 đường cong $P = f(n)$ ứng với 7 tốc độ gió thực nghiệm và đường cong (màu xanh sáng) $Q_s = f(n)$ tối ưu ứng với tốc độ gió cao nhất $v = 15m/s$. Nhận thấy rằng, điểm giao cắt của $P = f(n)$ (đường cong số 7) với ở tốc độ gió thử nghiệm $v = 15m/s$ khá giống với điểm giao cắt trên H. 4 ở tốc độ gió $v = 5m/s$. Khác ở chỗ là điểm giao cắt trên H. 5 vượt trước khi công suất $P = f(n)$ đạt cực đại, còn hiệu suất Eff của WHS có thể được coi là bằng nhau và gần bằng một. Thêm nữa, với tốc độ gió càng tăng thì đường cong tối ưu $Q_s = f(n)$ càng tăng nhanh so với cùng sự tăng rpm;

H. 6 cho thấy rằng, bằng cách điều chỉnh khe hở không khí z , có thể trích xuất công suất tối đa $P_{\max}$ và đạt được hiệu suất Eff tối đa cho WHS ở một tốc độ gió nhất định. Cần lưu ý rằng, nếu giữ nguyên độ rộng khe hở không khí $z = const$ và giảm tốc độ gió xuống còn $v = 3m/s$ thì

công suất cần được trích xuất sẽ gần như bằng 0. Bằng cách điều chỉnh này, sẽ cho phép sử dụng khai thác tuabin gió có hiệu quả nhất. Trong quá trình vận hành tuabin, việc duy trì rpm tối ưu khi hướng gió thay đổi là rất quan trọng, thêm vào đó có sự điều chỉnh khe hở không khí thích hợp thì sẽ cho Eff của WHS là rất cao.

5. Kết luận

Tuabin gió tích hợp máy phát nhiệt nam châm vĩnh cửu được nghiên cứu nêu trên, rất phù hợp cho nhà ở tư nhân, nhưng không thể sử dụng như là một nguồn nhiệt sưởi chính do điều kiện thời tiết thay đổi thất thường. Tuy nhiên, hệ WHS này là lý tưởng như một nguồn nhiệt sưởi phụ trợ chính. Loại tuabin gió này có thể dễ dàng kết hợp nguồn nhiệt năng khác (có thể bằng điện hoặc lò sưởi truyền thống). Việc làm mát tấm đồng stator (thực chất là giải phóng nhiệt năng ra không khí cần sưởi ấm) từ WHS này có thể là tự nhiên với điều kiện gió tốt và qua đó tiết kiệm đáng kể tài nguyên, tốt hơn nhiều dùng quạt gió khác để phát tán nhiệt năng ra không khí. WHS này rất phù hợp cho các vùng khó tiếp cận, nơi mà việc vận chuyển nguồn cung năng lượng gặp khó khăn và có gió mạnh tự nhiên. Các vùng như thế có thể là toàn bộ vùng Bắc Cực của Nga, đặc biệt rất lý tưởng cho các trạm nghiên cứu ở Bắc Cực. WHS này cũng có thể sử dụng cho các vùng sâu, vùng xa, miền núi, hải đảo thuộc phía bắc Việt Nam.

Tóm lại, loại tuabin gió này có những ưu điểm vượt trội so với các thiết bị có chức năng tạo nhiệt năng tương tự. Thiết kế của PMWHG rất đơn giản, nó không có các bộ phận quay ma sát – nhanh mòn, giúp đơn giản hóa trong bảo trì và qua đó tăng tuổi thọ làm việc cho WHS này. Việc sử dụng khe hở không khí giữa rotor và stator của máy phát nhiệt nam châm vĩnh cửu là điều kiện tốt để sử dụng tuabin gió một cách hiệu quả và tăng đáng kể Eff của WHS ở mọi tốc độ gió và chủ động được trong việc loại bỏ lượng nhiệt năng tối đa khi gió tốc độ quá cao hoặc gió giật.

Nhược điểm của hệ WHS này là nam châm vĩnh cửu trong PMWHG sẽ bị biến chất nam châm vĩnh cửu khi nhiệt độ trong nó tăng lên, khi đó thì cảm ứng từ của nam châm vĩnh cửu sẽ suy giảm, tức dòng điện xoáy sẽ có giá trị giảm đi, kéo theo tấm đồng stator không nóng như mong muốn. Vì thế cần sử dụng nam châm vĩnh cửu loại chịu được nhiệt và bảo đảm làm mát nó.

Ngoài ra, theo thời gian thì độ cảm ứng từ của nam châm vĩnh cửu cũng sẽ suy giảm, nên trong quá trình thiết kế và vận hành WHS kiểu này cần chú ý đến khả năng tiếp cận thay thế nam châm vĩnh cửu.

6. Tài liệu tham khảo

- [1] Кравцов В. С., Олейников А. М., Яковлев А. И. Неисчерпаемая энергия. Книга 1 Ветроэлектрогенераторы. Харьков «ХАИ»
- [2] Кириченко Н. А. Электричество и магнетизм. Учебное пособие. — М.: МФТИ, 2011. — 420 с.