

NGUYÊN LÝ LÀM VIỆC, HIỆN TRẠNG VÀ XU HƯỚNG PHÁT TRIỂN CỦA HỆ THỐNG PHÁT ĐIỆN SỬ DỤNG NĂNG LƯỢNG GIÓ

ThS. Đào Xuân Tiến¹⁾, TS. Nguyễn Xuân Trường²⁾,
KS. Đỗ Hữu Duật³⁾, KS. Phạm Thị Lan Hương⁴⁾

¹⁾ Giảng viên Trường Đại học Nông nghiệp Hà Nội, email: dxtien@hua.edu.vn

²⁾ Giảng viên Trường Đại học Nông Nghiệp Hà Nội, email: nxtruong@hua.edu.vn

³⁾ Giảng viên, Học viên cao học Trường Đại học Nông nghiệp Hà Nội, email: dhduat@hua.edu.vn

⁴⁾ Giảng viên, Học viên cao học Trường Đại học Nông nghiệp Hà Nội, email: ptlanhuong@hua.edu.vn

1. ĐẶT VẤN ĐỀ

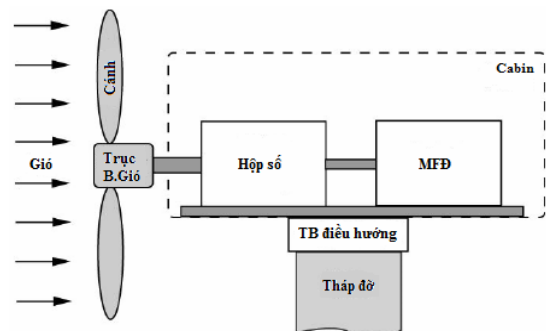
Năng lượng gió là một dạng năng lượng sạch, có khả năng tái sinh. Hiện nay, trên thế giới, việc phát triển phong điện đang là một xu thế lớn, thể hiện ở mức tăng trưởng cao so với các nguồn năng lượng khác^[1]. Thuận lợi lớn nhất của Việt Nam khi phát triển điện gió là nước ta có tiềm năng năng lượng gió (NLG) tương đối lớn. Theo kết quả điều tra, đánh giá của Ngân hàng thế giới^[3], Việt Nam có tới 8,6% diện tích lãnh thổ được đánh giá là tốt và rất tốt để xây dựng các trạm điện gió cỡ lớn, tập trung và có tới 41% diện tích nông thôn có thể phát triển trạm điện gió cỡ nhỏ. Với mục đích thúc đẩy quá trình nghiên cứu và ứng dụng NLG phát điện tại Việt Nam, bài viết giới thiệu vắn tắt kết cấu và nguyên lý làm việc của các hệ thống phong điện điển hình hiện nay, bên cạnh đó tóm lược hiện trạng và xu hướng phát triển kỹ thuật phát điện sử dụng NLG trong tương lai.

2. KẾT CẤU VÀ NGUYÊN LÝ LÀM VIỆC CỦA TỔ MÁY PHÁT ĐIỆN GIÓ

Các bộ phận chủ yếu của hệ thống phát điện gió điển hình được thể hiện trên hình 1 gồm: Tuabin gió, hộp số, máy phát điện (MFĐ), thiết bị điều hướng gió và tháp đỡ: do tổ máy phát điện gió có quán tính chuyển động lớn nên tốc độ quay của tuabin gió được thiết kế ở tốc độ thấp, thường từ 20~30r/min nên để đạt được yêu cầu tốc độ quay của MFĐ từ 1000~1500r/min thì giữa tuabin gió và MFĐ có lắp thêm hộp số tăng tốc^[7,8]; tuabin gió có 2 loại là loại trục ngang và loại trục đứng. Hiện nay đại bộ phận hệ thống phát điện gió là loại trục ngang, bánh gió ở phía trước tháp đỡ và có 3 cánh; thiết bị điều hướng đồng thời vừa làm nhiệm vụ điều chỉnh tuabin gió theo hướng gió để thu được phong năng nhiều nhất, vừa có tác dụng giảm thiểu mô men xoắn ảnh hưởng đến tháp đỡ.

Vai trò của tuabin gió là chuyển hóa hữu hiệu động năng của không khí thành cơ năng trên trục quay của tuabin. Với mật độ không khí là ρ , vận tốc gió là v , bán kính của bánh xe gió là R , tiết diện chứa bánh công tác của tuabin gió là A ($A = \pi R^2$) thì CS đầu vào của tuabin gió được xác định theo biểu thức^[5,7,8]:

$$P_1 = \frac{1}{2} A \rho v^3 = \frac{1}{2} \pi R^2 \rho v^3 \quad (1)$$



Hình 1: Kết cấu của tổ máy phát điện gió

Trong thực tế dòng năng lượng toàn phần của khí (gió) chỉ có một phần là hữu ích, tức bánh công tác của tuabin gió chỉ nhận được một phần trên tổng số năng lượng của dòng khí đi qua tiết diện của bánh công tác để chuyển thành cơ năng. Tham số đặc trưng cho tính chất này của tuabin gió được gọi là hiệu suất sử dụng NLG, nếu ký hiệu là C_p thì $C_p < 1$ và được xác định theo biểu thức:

$$C_p = P_m / P_1 \quad (2)$$

Theo phân tích của Betz, ở điều kiện lý tưởng thì giá trị lớn nhất của C_p là 59,3% và còn được gọi là giới hạn Betz. Tuy nhiên trong thực tế thì C_p có giá trị nhỏ hơn và theo số liệu của các nhà sản xuất tuabin gió cung cấp thì nó có giá trị khoảng 45%^[7,8]. Hệ số C_p phụ thuộc vào cấu trúc hình học của tuabin và được xác định theo biểu thức:

$$C_p = 0.5176 \left(\frac{116}{\lambda_i} - 0.4\alpha - 5 \right) \cdot e^{-\frac{21}{\lambda_i}} + 0.0068\lambda \quad (3)$$

Trong đó: P_m - CS cơ hữu ích mà bánh công tác nhận được, còn gọi là CS đầu ra của tuabin gió; α - góc xoay của cánh gió so với mặt cắt ngang đi qua trung tâm cánh gió, còn được gọi tắt là góc pitch; λ_i - hệ số được xác định theo biểu thức:

$$\frac{1}{\lambda_i} = \frac{1}{\lambda + 0.08\alpha} - \frac{0.035}{\alpha^3 + 1} \quad (4)$$

λ - hệ số tốc độ ở đầu cánh gió, nếu gọi ω_m là tốc độ góc của tuabin gió; R là bán kính của bánh công tác và v là vận tốc gió thì nó được xác định theo biểu thức:

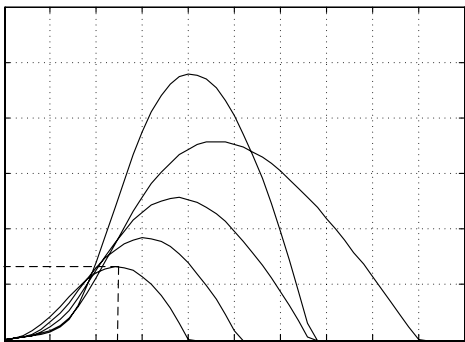
$$\lambda = \frac{\omega_m R}{v} \quad (5)$$

Từ công thức (3) ta dựng được đường đặc tính $C_p = f(\lambda)$ như trên hình 2. Ta nhận thấy, ứng với mỗi giá trị góc α không đổi thì khi λ biến thiên C_p cũng biến thiên nhưng luôn tồn tại một điểm trên đường cong tương ứng với giá trị λ_{opt} (hệ số tốc độ có lợi nhất của cánh gió) là giá trị C_{pmax} (hệ số sử dụng phong năng lớn nhất).

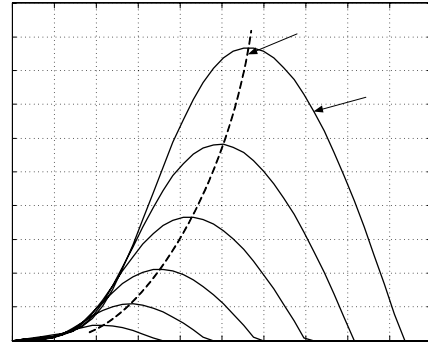
Kết hợp công thức (1) và (3) ta được CS phát của tuabin gió xác định theo công thức:

$$P_m = C_p P_1 = \frac{1}{2} \rho A v^3 C_p = \frac{1}{2} \rho A C_p \frac{R^3}{\lambda^3} \omega_m^3 \quad (6)$$

Như vậy, khi tốc độ gió thay đổi thì CS cơ ở đầu ra của tuabin gió sẽ thay đổi, nhưng nếu có biện pháp điều chỉnh để tuabin vận hành ở chế độ có $\lambda = \lambda_{opt}$ thì CS của tuabin luôn đạt giá trị cực đại tương ứng với sự thay đổi của tốc độ gió, quá trình điều khiển thực hiện điều này được gọi là điều khiển bám sát công suất cực đại (Maximum Power Point Tracking, viết tắt là MPPT). Đây chính là mục tiêu cơ bản khi thực hiện điều khiển hệ thống phát điện gió có tốc độ biến thiên^[5,7,8]. Trên hình 3 thể hiện đường đặc tính Công suất – Tốc độ góc của tuabin gió ở các giá trị tốc độ gió khác nhau.



Hình 2: Đặc tính quan hệ $C_p = f(\lambda)$ của tuabin gió



Hình 3: Đường đặc tính Công suất – Tốc độ góc của Tuabin gió

3. HỆ THỐNG PHÁT ĐIỆN GIÓ ĐIỂN HÌNH

Tùy theo cấu tạo, tính chất làm việc và mục đích sử dụng người ta có nhiều cách phân loại hệ thống phát điện gió. Bài viết trên cơ sở phân loại hệ thống phát điện gió theo loại MFĐ dùng trong hệ thống tiến hành phân tích ưu nhược điểm của một số hệ thống phong điện điển hình hiện nay: hệ thống phong điện sử dụng máy phát điện không đồng bộ kiểu lồng sóc (SCIG); hệ thống phong điện sử dụng máy phát điện không đồng bộ kiểu dây quấn (WRIG); hệ thống phong điện sử dụng máy phát điện không đồng bộ kích từ kép (DFIG); hệ thống phong điện sử dụng máy phát điện đồng bộ tự kích (EESG); hệ thống phong điện sử dụng máy phát điện đồng bộ từ trường vĩnh cửu (PMSG).

4. HIỆN TRẠNG VÀ XU HƯỚNG PHÁT TRIỂN KỸ THUẬT PHÁT ĐIỆN GIÓ

Giáo sư người Đan mạch Poulla Cour là tác giả đi tiên phong trong lĩnh vực nghiên cứu phát điện từ NLG. Những năm đầu thế kỷ XX, Đan mạch đã có hệ thống phong điện CS nhỏ, phát điện áp một chiều ứng dụng trong thực tế. Năm 1931, tác giả người Liên Xô cũ Balaclave là người đầu tiên trên thế giới chế tạo hệ thống phát điện gió CS 100kW. Năm 1957, Đan Mạch chế tạo thành công tổ MFĐ gió dùng máy phát dị bộ, CS định mức 200kW. Năm 1983, công ty Boeing của Mỹ đã đưa ra sản phẩm tổ MFĐ gió MOD-5b có CS định mức 3200kW. Từ năm 1990 đến nay thì đã có rất nhiều sản phẩm của nhiều công ty trên thế giới đưa ra thị trường tổ MFĐ gió có CS lên đến hàng MW^[7,8].

Nhìn chung, những năm gần đây việc nghiên cứu và ứng dụng NLG để phát điện diễn ra rất nhộn nhịp và sôi động và trong tương lai chắc chắn vẫn còn được tiếp tục nghiên cứu. Những nội dung được quan tâm hàng đầu có thể kể đến là^[4,6-8]: (1) Tăng công suất của hệ thống; (2) Hướng từ hệ

thông có tần số, tốc độ quay, góc pitch cố định tới hệ thống có tần số cố định còn tốc độ quay, góc pitch thay đổi; (3) Nghiên cứu và phát triển các dự án phong điện quy mô lớn ngoài hải đảo hoặc ven biển, nơi vừa có tiềm năng NLG lớn lại vừa không chiếm diện tích đất canh tác như khi phát triển điện gió trong đất liền; (4) Nghiên cứu phát triển hệ thống có hộp số thành hệ thống truyền động trực tiếp không cần hộp số hoặc bán trực tiếp; (5) Nghiên cứu và phát triển kỹ thuật hòa mạng: ứng dụng bộ biến dòng truyền tải toàn bộ công suất; nghiên cứu vượt qua chế độ điện áp thấp; (6) Áp dụng kỹ thuật điều khiển thông minh trong điều khiển bám sát công suất cực đại để nâng cao tính tin cậy, ổn định v.v....

5. KẾT LUẬN

Nước ta có tiềm năng năng lượng gió tương đối lớn, rất thuận lợi để phát triển Phong điện. Bài viết đã giới thiệu kết cấu, nguyên lý làm việc cũng như ưu nhược điểm một số hệ thống phong điện điển hình hiện nay. Bên cạnh đó, với mong muốn thúc đẩy quá trình nghiên cứu và ứng dụng năng lượng gió phát điện tại Việt Nam, bài viết đã tóm lược hiện trạng và xu hướng phát triển kỹ thuật phát điện sử dụng năng lượng gió trong tương lai.

TÀI LIỆU THAM KHẢO

- [1]. Nguyễn Xuân Trường, Wang Honghua, Nguyễn Quang Phú (2010). Một số vấn đề chính khi phát triển phong điện ở Việt nam[J]. Tạp chí Khoa học kỹ thuật Thủy lợi và Môi trường. Số 28 (3-2010).
- [2]. Nguyễn Xuân Trường (2010). Ứng dụng máy phát điện đồng bộ từ trường vĩnh cửu truyền động trực tiếp trong hệ thống phát điện dùng năng lượng gió [J]. Tạp chí Khoa học và Phát triển. Tập 8, số 4-2010.
- [3]. The World Bank (2001). Wind Energy resource Atlas of Southeast Asia.
- [4]. 李建林, 许洪华 (2008). 风力发电中的电力电子变流技术[M]. 北京机械工业出版社.
- [5]. 阮春长 (2012). 开关磁阻风力发电系统模糊控制研究[D]. 河海大学博士学位论文.
- [6]. 王志新, 张华强 (2009). 风力发电及其控制技术新进展[J]. 低压电器, 2009(19): 1-7.
- [7]. 姚兴佳, 宋俊 (2009). 风力发电机组原理与应用[M]. 北京机械工业出版社.
- [8]. 叶杭冶 (2008). 风力发电机组的控制技术[M]. 北京机械工业出版社, 2版.