



(12) BẢN MÔ TẢ SÁNG CHẾ THUỘC BẰNG ĐỘC QUYỀN SÁNG CHẾ

(19) Cộng hòa xã hội chủ nghĩa Việt Nam (VN)  
CỤC SỞ HỮU TRÍ TUỆ

(11)   
1-0020033

(51)<sup>7</sup> F03D 11/00

(13) B

(21) 1-2015-03779

(22) 09.10.2015

(45) 26.11.2018 368

(43) 25.04.2017 349

(76) LẠI BÁ ẮT (VN)

Số 32/24 Phan Văn Trường, quận Cầu Giấy, thành phố Hà Nội

(54) PHƯƠNG PHÁP ĐỊNH DẠNG MẶT VẠY VỎ ĐỔ CHO CÁNH TUABIN GIÓ

(57) Sáng chế đề cập đến phương pháp định dạng mặt vạy vỏ đổ dùng cho cánh tuabin gió có kết cấu khung giàn và bề mặt vạy vỏ đổ, bao gồm các bước: chọn bề rộng cánh nhỏ hơn 10% chiều dài cánh, hoặc với tuabin gió có tốc độ biến đổi chọn độ dài cánh và vận tốc quay tại tốc độ gió định mức để vận tốc dài đầu cánh khoảng 250 km/h, góc nghiêng tối ưu của mặt cánh xác định tại vận tốc gió định mức được giữ nguyên khi vận tốc gió giảm, với tuabin gió có tốc độ cố định chọn độ dài cánh và vận tốc quay cố định để vận tốc dài đầu cánh khoảng 180 km/h, xác định góc nghiêng tối ưu  $\alpha_i$  cho mặt vạy vỏ đổ tại mỗi vị trí cánh bằng cách tìm độ lớn của góc  $\alpha_i$  để biểu thức:

$$(v-d_i\omega\cot\alpha_i)^2 \cos\alpha_i \sin^2 \alpha_i$$

[với điều kiện: với điều kiện:  $0 < \alpha_i < 90^\circ$  &  $(v-d_i\omega\cot\alpha_i) > 0$ ]

đạt giá trị cực đại với thông số  $v$ : bằng một nửa vận tốc gió định mức;  $\omega$ : vận tốc góc cố định của tuabin và thông số  $d_i$ : khoảng cách từ vị trí thứ  $i$  đến trục tuabin, khi vận tốc gió giảm tới vận tốc gió cho tuabin dừng góc nghiêng của cánh được điều khiển tăng đều đến dưới  $89^\circ$ , khi vận tốc gió tăng đến vận tốc gió định mức góc nghiêng của cánh được điều khiển giảm đều, độ tăng giảm góc nghiêng là bằng nhau.

### Lĩnh vực kỹ thuật được đề cập

Sáng chế đề cập đến việc xác định độ nghiêng mặt vắn vỏ đỡ của cánh tuabin gió tại từng vị trí cánh có độ dài cánh bằng nhau so với hướng gió, và cụ thể hơn là phương pháp định dạng mặt vắn vỏ đỡ cho cánh tuabin gió.

### Tình trạng kỹ thuật của sáng chế

Hiện nay với quan điểm cánh tuabin gió là một vật cản trở chuyển động của dòng gió, cho thấy thực tế là cánh tuabin chịu tác dụng của hai loại lực của gió là lực va chạm của các phân tử gió lên mặt cánh và lực do sự giảm áp suất tác dụng lên mặt sau cánh tuabin. Các lực này được phân tích ra hai thành phần, thành phần song song với trục tuabin không có tác dụng làm tuabin quay chỉ có tác dụng đẩy đỡ tuabin, thành phần tiếp tuyến với quỹ đạo quay là thành phần có ích có tác dụng sinh công làm tuabin quay. Cách tính công suất của tuabin gió cánh quạt được áp dụng theo hàm số:

$$P_{TB} = \left\{ \left[ \frac{1}{2} (Cx + j) a \rho \sum_{i=1}^n S_{C_i} d_i \omega_i (k_i v - d_i \omega_i \cot \alpha_i)^2 \cos \alpha_i \sin^2 \alpha_i \right] - P_o \right\} C_p$$

Với điều kiện:  $(k_i v - d_i \omega_i \cot \alpha_i) > 0$  và  $0 < \alpha < 90^\circ$

Trong đó:  $P_{TB}(w)$ : công suất của tuabin;  $\rho$ : tỷ trọng không khí;  $S_C$ : diện tích của phân đoạn cánh thứ  $i$ ;  $v(m/s)$ : vận tốc trường gió;  $\alpha_i (0^\circ)$  góc nghiêng của cánh tuabin với hướng gió;  $k_i$ : là hệ số suy giảm vận tốc gió trước khi va chạm vào phân đoạn cánh thứ  $i$ ;  $d_i (m)$ : khoảng cách từ phân đoạn cánh thứ  $i$  đến trục tuabin;  $\omega_i (rad/s)$  vận tốc góc của tuabin;  $a$ : là số cánh của tuabin;  $j$ : hệ số hấp thu lực của gió của cánh tuabin;  $Cx$ : là hệ số phụ thuộc vào hình dạng phía sau cánh nếu phẳng sẽ đạt giá trị cao nhất là 1,32;  $P_o$ : là tổn hao ở hộp số,

*máy phát điện và ma sát các ổ trục;  $C_p$ : là hệ số tổn hao biến đổi điện nếu tuabin lắp máy phát điện hòa trực tiếp lên lưới điện thì bỏ qua.*

Sáng chế PCT/VN 2015 / 00007 đã đề cập đến định dạng mặt vắn vỏ đỡ của cánh tuabin gió là: góc nghiêng so với hướng gió của mặt cánh có độ lớn tăng dần, tốc độ tăng giảm dần từ gốc cánh tới ngọn cánh, độ lớn của góc nghiêng  $\alpha_i$  tại mỗi vị trí của cánh trong thiết kế dạng xoắn vỏ đỡ là trị số của  $\alpha_i$  để biểu thức:  $(v - d_i \omega \cot \alpha_i)^2 \cos \alpha_i \sin^2 \alpha_i$  [với điều kiện: với điều kiện:  $0 < \alpha_i < 90^\circ$  &  $(v - d_i \omega \cot \alpha_i) > 0$ ] đạt giá trị cực đại với các thông số  $v$ : vận tốc của gió tại công suất định mức của tuabin.;  $\omega$ : vận tốc góc của tuabin tại công suất định mức. và các thông số  $d_i$ : khoảng cách từ vị trí cánh thứ  $i$  đến trục tuabin. Độ khác nhau giữa góc nghiêng của cánh tại gốc cánh và góc nghiêng của cánh tại ngọn cánh tùy theo độ dài cánh và tốc độ quay của tuabin gió. Cánh được điều khiển xoay để tăng độ nghiêng khi tốc độ gió nhỏ hơn tốc độ gió định mức trong vận hành bởi các bộ cảm biến tốc độ gió nhằm làm công suất tuabin đạt được giá trị tối ưu hóa với điều kiện góc nghiêng đầu cánh không được vượt quá  $89^\circ$ . Cánh được điều khiển xoay để giảm độ nghiêng khi tốc độ gió vượt tốc độ gió định mức trong vận hành bởi các bộ cảm biến tốc độ gió nhằm ổn định công suất tuabin tại công suất định mức.

Đơn sáng chế quốc tế số PCT/VN2015/000007 của cùng tác giả đề cập đến kỹ thuật liên quan, tuy nhiên chưa đề cập tới việc định dạng riêng biệt cho mặt vắn vỏ đỡ của hai loại tuabin gió. Với loại tuabin có tốc độ biến đổi khi vận tốc gió giảm tuabin tự giảm vận tốc quay để thu được công suất tối ưu hóa tốt hơn là giảm góc nghiêng của cánh. Với loại tuabin gió có tốc độ cố định nếu chọn định dạng cánh tại vận tốc gió định mức thì khi tốc độ gió giảm dần về tốc độ gió tuabin dừng hoạt động, góc nghiêng của cánh tăng dần về gần  $89^\circ$ , ta thấy công suất của tuabin thấp hơn khá nhiều công suất mà nó có thể thu được từ gió, nó còn làm cho vận tốc gió khởi động và vận tốc gió tuabin dừng hoạt động phải có độ lớn khá cao.

Theo đó, đơn sáng chế quốc tế số PCT/VN2015/000007 chưa đề cập tới việc xác định bề rộng được tối ưu hóa cho mặt vắn vỏ đỡ của cánh tuabin gió.

Tuabin gió hiện nay tiếng ồn khá lớn do vận tốc dài đầu cánh lên tới khoảng 320 km/giờ do đó ảnh hưởng rất lớn tới dân cư ở gần.

### **Bản chất kỹ thuật của sáng chế**

Do đó, mục đích của sáng chế là đề xuất phương pháp định dạng mặt vắn vỏ đỡ cho cánh tuabin gió để làm cho tuabin gió có tốc độ biến đổi và tuabin gió có tốc độ cố định có thể đạt công suất được tối ưu hóa trên toàn dải tốc độ gió mà nó hoạt động, vận tốc gió khởi động thấp và tiếng ồn thấp nhất.

Để đạt được các mục đích nêu trên, sáng chế đề xuất phương pháp định dạng mặt vắn vỏ đỡ cho cánh tuabin gió bao gồm các bước: chọn bề rộng cánh nhỏ hơn hoặc bằng 10% chiều dài cánh nhưng không lớn hơn 6m, hoặc với loại tuabin gió có tốc độ biến đổi chọn độ dài cánh và vận tốc quay tại tốc độ gió định mức sao cho vận tốc dài của đầu cánh không quá 250km/h, góc nghiêng được tối ưu hóa của mặt cánh xác định tại vận tốc gió định mức được giữ nguyên khi vận tốc gió giảm từ vận tốc gió định mức xuống tới vận tốc gió tuabin dừng hoạt động. Với loại tuabin gió có tốc độ cố định chọn độ dài cánh và vận tốc quay cố định của tuabin sao cho vận tốc dài của đầu cánh không nên lớn hơn 180km/h, xác định góc nghiêng được tối ưu hóa  $\alpha_i$  cho mặt vắn vỏ đỡ tại mỗi vị trí cánh bằng cách tìm độ lớn của góc  $\alpha_i$  tại mỗi vị trí đó để biểu thức:  $(v - d_i \omega \cot \alpha_i)^2 \cos \alpha_i \sin^2 \alpha_i$  [với điều kiện: với điều kiện:  $0 < \alpha_i < 90^\circ$  &  $(v - d_i \omega \cot \alpha_i) > 0$ ] đạt giá trị cực đại với các thông số  $v$ : vận tốc gió bằng một nửa vận tốc gió định mức định mức;  $\omega$ : vận tốc góc cố định của tuabin và các thông số  $d_i$ : khoảng cách từ vị trí cánh thứ  $i$  đến trục tuabin. Khi vận tốc gió giảm xuống tới vận tốc gió cho tuabin dừng hoạt động góc nghiêng của cánh được điều khiển tăng đều sao cho góc nghiêng đầu cánh tăng đến dưới  $89^\circ$ , khi vận tốc gió tăng lên đến vận tốc gió định mức góc nghiêng của cánh được điều khiển giảm đều, độ tăng giảm của góc nghiêng có trị số góc bằng nhau.

Nhờ có bề rộng cánh hợp lý nên diện tích cánh phù hợp, góc nghiêng hợp lý của mặt cánh làm cho tuabin gió có công suất được tối ưu hóa trên toàn dải tốc độ gió nó hoạt động, vận tốc gió khởi động và vận tốc gió tuabin dừng hoạt động có độ lớn thấp, vận tốc đầu cánh hợp lý nên tiếng ồn thấp nhất, với tuabin tốc độ cố định khoảng cách giữa tốc độ gió khởi động và tốc độ gió thấp nhất tuabin được cho dừng hoạt động nói rộng làm cho tuabin ít bị khởi động nhiều lần khi vận tốc gió dao động tại vận tốc gió khởi động.

### **Mô tả vắn tắt các hình vẽ**

Không có hình vẽ kèm theo.

### **Mô tả chi tiết sáng chế**

Dưới đây sáng chế sẽ được mô tả chi tiết theo các phương án thực hiện ưu tiên của nó.

Phương pháp định dạng mặt vắn vỏ đỡ cho cánh tuabin gió trước tiên bao gồm bước: chọn chiều rộng của cánh sao cho nhỏ hơn hoặc bằng 10% chiều dài cánh tuabin và không lớn hơn 6m, với chiều rộng như vậy tuabin sẽ thu được năng lượng gió tốt hơn do độ suy giảm vận tốc của gió khi va chạm vào cánh tuabin sẽ ít hơn. Xác định vận tốc gió định mức là tốc độ gió cao được tối ưu hóa của trường gió, nó cho công suất định mức của tuabin gió.

Tại bước này, đối với tuabin có tốc độ biến đổi chọn độ dài cánh và vận tốc quay tại tốc độ gió định mức, sao cho vận tốc dài của đầu cánh không nên lớn quá 250 km/h, với vận tốc này cánh tuabin tạo ra tiếng ồn thấp, góc nghiêng được tối ưu hóa của mặt vắn vỏ đỡ xác định tại vận tốc gió định mức, góc nghiêng này của cánh được giữ nguyên khi vận tốc gió giảm từ vận tốc gió định mức xuống tới vận tốc gió tuabin dừng hoạt động, vận tốc quay của tuabin sẽ tự giảm khi vận tốc gió giảm để tuabin có công suất được tối ưu hóa, tuabin sẽ tự dừng quay khi năng lượng thu được không đủ bù đắp năng lượng hao phí. Có thể cho tuabin tự khởi động tại vận tốc gió khởi động nếu cánh tuabin đủ nhẹ, có

thể giảm góc nghiêng của cánh để tăng mômen khởi động cho tuabin nếu cánh có khối lượng lớn.

Với tuabin gió có tốc độ cố định chọn độ dài cánh và vận tốc quay cố định của tuabin sao cho vận tốc dài của đầu cánh không nên lớn hơn 180km/h, với vận tốc này độ chênh lệch góc nghiêng của đầu cánh tại các thời điểm vận tốc gió khác nhau là khá cao làm cho việc xoay cánh để tăng giảm góc nghiêng của cánh đạt hiệu quả tốt hơn. Xác định góc nghiêng được tối ưu hóa  $\alpha_i$  cho mặt vận vò xoắn tại mỗi vị trí cánh bằng cách tìm độ lớn của góc  $\alpha_i$  tại mỗi vị trí đó để biểu thức:  $(v - d_i \omega \cot \alpha_i)^2 \cos \alpha_i \sin^2 \alpha_i$  [với điều kiện: với điều kiện:  $0 < \alpha < 90^\circ$  &  $(v - d_i \omega \cot \alpha_i) > 0$ ] đạt giá trị cực đại với các thông số  $v$ : vận tốc gió bằng một nửa vận tốc gió định mức định mức;  $\omega$ : vận tốc góc cố định của tuabin và thông số  $d_i$ : khoảng cách từ vị trí cánh thứ  $i$  đến trục tuabin. Khi vận tốc gió giảm xuống tới vận tốc gió cho tuabin dừng hoạt động góc nghiêng của cánh được điều khiển tăng đều sao cho góc nghiêng đầu cánh tăng đến dưới  $89^\circ$ , khi vận tốc gió tăng lên đến vận tốc gió định mức góc nghiêng của cánh được điều khiển giảm đều, độ tăng giảm của góc nghiêng có trị số góc bằng nhau. Việc chọn định dạng cánh cho tuabin gió có tốc độ cố định tại tốc độ gió bằng một nửa vận tốc gió định mức làm cho công suất của tuabin khi vận tốc gió nhỏ gần vận tốc gió tuabin dừng hoạt động bị giảm không nhiều so với công suất được tối ưu hóa của tuabin thu được tại vận tốc gió đó, công suất của tuabin khi vận tốc gió lớn gần bằng vận tốc gió định mức sẽ không bị giảm nhiều so với công suất được tối ưu hóa của cánh tại vận tốc đó, nó làm cho vận tốc gió khởi động và vận tốc gió tuabin dừng hoạt động sẽ thấp hơn. Tốc độ gió khởi động được chọn cần cao hơn tốc độ gió tuabin dừng hoạt động khoảng 1m/s để tuabin không bị khởi động nhiều lần khi tốc độ gió dao động quanh vận tốc gió cho tuabin khởi động. Tốc độ gió cho tuabin dừng hoạt động là tại tốc độ gió mà tuabin thu được năng lượng cao hơn năng lượng hao phí không nhiều, lúc này máy phát được ngắt khỏi mạng điện. Khi khởi động tuabin đạt tốc độ quay cố định thì máy phát được nối với lưới điện.

## Ví dụ thực hiện sáng chế

### Ví dụ 1

Xác lập định dạng mặt vắn vỏ đồ cho cánh của tuabin gió tốc độ biến đổi với các thông số: tuabin có 6 cánh; cánh rộng 4m, các cánh dài 42 m; 3 cánh có mặt đón gió dài 38 m, 3 cánh có mặt đón gió dài 28 m đặt so le nhau; tốc độ gió định mức 16 m/s; vận tốc quay tối đa 16 vòng/phút (1,675 rad/s); tốc độ gió khởi động 4 m/s; tuabin dừng hoạt động tại tốc độ gió thấp hơn 3 m/s; tuabin dừng hoạt động khi vận tốc gió lớn hơn 25 m/s và thu cánh để bảo vệ; và trong số 6 cánh tuabin nêu trên có 3 cánh tuabin có phần mặt cánh thu năng lượng gió dài 40 m tính từ ngọn cánh, và có 3 cánh tuabin có phần mặt cánh thu năng lượng gió dài 28 m tính từ ngọn cánh.

Các thông số của tuabin tính được như dưới đây.

Vận tốc dài đầu cánh:  $42\text{m} \cdot 1,675\text{rad/s} = 70,35 \text{ m/s} = 253,26 \text{ km/h}$

Tập hợp các góc nghiêng của mặt cánh so với hướng gió tại các vị trí cánh tạo nên định dạng mặt vắn vỏ đồ cho cánh của tuabin được xác định tại vận tốc định mức theo Bảng dưới đây.

Khoảng cách tới trục tua bin d (m)	Góc nghiêng mặt cánh $\alpha$	Khoảng cách tới trục tua bin d (m)	Góc nghiêng mặt cánh $\alpha$
5	67 <sup>0</sup> 24'	25	82 <sup>0</sup> 58'
7	70 <sup>0</sup> 55'	27	83 <sup>0</sup> 27'
9	73 <sup>0</sup> 45'	29	83 <sup>0</sup> 53'
11	75 <sup>0</sup> 50'	31	84 <sup>0</sup> 15'
13	77 <sup>0</sup> 32'	33	84 <sup>0</sup> 35'
15	78 <sup>0</sup> 55'	35	84 <sup>0</sup> 53'
17	80 <sup>0</sup> 2'	37	85 <sup>0</sup> 9'
19	80 <sup>0</sup> 57'	39	85 <sup>0</sup> 37'

21	81 <sup>0</sup> 44'	41	85 <sup>0</sup> 48'
23	82 <sup>0</sup> 24'	43	85 <sup>0</sup> 58'

Theo đó, góc nghiêng của cánh được giảm đi khi vận tốc gió tăng để công suất tuabin ổn định tại công suất định mức.

Chọn các hệ số:  $k = 1$ ;  $j = 1$ ;  $C_x = 1,32$  để tính ta có:

Công suất thu năng lượng gió của tuabin tại tốc độ gió định mức là:

$P_{16} = 687 \text{ KW}$ , công suất lắp máy phát là 1000 KW.

Tuabin có vận tốc góc và công suất thu năng lượng gió tại các vận tốc gió khác nhau theo bảng dưới đây.

Vận tốc gió $v \text{ (m/s)}$	Vận tốc góc $\omega \text{ (rad/s)}$	Công suất $P \text{ (kW)}$	Vận tốc gió $v \text{ (m/s)}$	Vận tốc góc $\omega \text{ (rad/s)}$	Công suất $P \text{ (kW)}$
3	0,31414	4,5	10	1,04813	168
4	0,41885	10,7	11	1,15185	223
5	0,52357	21	12	1,2566	290
6	0,62828	36	13	1,36127	369
7	0,733	57	14	1,466	460
8	0,8377	86	15	1,5707	566
9	0,9424	122	16	1,675	687

Chọn các hệ số:  $k = 1$ ;  $j = 1$ ;  $C_x = 1,32$  để tính ta có:

Mômen khởi động tối đa của tuabin khi cho phần giữa cánh nghiêng một góc  $55^0$  so với hướng gió đạt: 176 KNm.

Lực đẩy dọc trục đầu cột tuabin có giá trị cao nhất tại vận tốc gió định mức là: 135 KN.

#### Ví dụ 2

Xác lập định dạng mặt vận vò đỡ cho cánh của tuabin gió tốc độ cố định với các thông số: tuabin có 6 cánh; cánh rộng 5m, các cánh dài 66 m; 3 cánh có



mặt đón gió dài 60 m, 3 cánh có mặt đón gió dài 46 m đặt so le nhau; tốc độ gió định mức 16 m/s; vận tốc quay ổn định tại 6 vòng/phút (0,62828 rad/s); tốc độ gió khởi động 4 m/s; tuabin dừng hoạt động tại tốc độ gió thấp hơn 3 m/s; tuabin dừng hoạt động khi vận tốc gió lớn hơn 25 m/s và thu cánh để bảo vệ; cột cao 80 m; và trong số 6 cánh tuabin nêu trên có 3 cánh tuabin có phần mặt cánh thu năng lượng gió dài 60 m tính từ ngọn cánh, và có 3 cánh tuabin có phần mặt cánh thu năng lượng gió dài 46 m tính từ ngọn cánh.

Các thông số của tuabin tính được như dưới đây.

Vận tốc dài đầu cánh:  $66\text{m} \cdot 0,62828\text{rad/s} = 41,4665\text{ m/s} = 149,28\text{ km/h}$

Tập hợp các góc nghiêng của mặt cánh so với hướng gió tại các vị trí cánh tạo nên định dạng mặt vắn vỏ đồ cho cánh của tuabin được xác định tại vận tốc gió 8 m/s theo bảng dưới đây.

Khoảng cách tới trục tua bin d (m)	Góc nghiêng mặt cánh $\alpha$	Khoảng cách tới trục tua bin d (m)	Góc nghiêng mặt cánh $\alpha$
5	65 <sup>0</sup> 28'	37	84 <sup>0</sup> 6'
7	68 <sup>0</sup> 54'	39	84 <sup>0</sup> 23'
9	25 <sup>0</sup> 71'	41	84 <sup>0</sup> 39'
11	73 <sup>0</sup> 37'	43	84 <sup>0</sup> 53'
13	75 <sup>0</sup> 25'	45	85 <sup>0</sup> 6'
15	76 <sup>0</sup> 55'	47	85 <sup>0</sup> 18'
17	78 <sup>0</sup> 9'	49	85 <sup>0</sup> 30'
19	79 <sup>0</sup> 12'	51	85 <sup>0</sup> 40'
21	80 <sup>0</sup> 5'	53	85 <sup>0</sup> 50'
23	80 <sup>0</sup> 51'	55	85 <sup>0</sup> 58'
25	81 <sup>0</sup> 30'	57	86 <sup>0</sup> 7'
27	82 <sup>0</sup> 4'	59	86 <sup>0</sup> 14'
29	82 <sup>0</sup> 35'	61	86 <sup>0</sup> 22'

31	83 <sup>0</sup> 2'	63	86 <sup>0</sup> 28'
33	83 <sup>0</sup> 25'	65	86 <sup>0</sup> 35'
35	83 <sup>0</sup> 47'		

Khi vận tốc gió giảm bớt 1 m/s góc nghiêng này của cánh được điều khiển tăng thêm 26'.

Khi vận tốc gió tăng thêm 1 m/s góc nghiêng này của cánh được điều khiển giảm đi 26'. Góc nghiêng của cánh tiếp tục giảm nhiều hơn khi vận tốc gió tăng lớn hơn vận tốc gió định mức để công suất tuabin ổn định tại công suất định mức.

Công suất thu năng lượng gió của tuabin tại tốc độ gió định mức là:

$P_{16} = 1254 \text{ KW}$ , công suất lắp máy phát 1000 KW.

Công suất thu được của tuabin với các vận tốc gió khác nhau theo bảng dưới đây.

Vận tốc gió $v \text{ (m/s)}$	Công suất $P \text{ (kW)}$	Vận tốc gió $v \text{ (m/s)}$	Công suất $P \text{ (kW)}$
3	7,9	10	330
4	21	11	467
5	42	12	555
6	75	13	698
7	117	14	860
8	174	15	1046
9	244	16	1254

Mômen khởi động tối đa của tuabin khi cho phần giữa cánh nghiêng một góc 55<sup>0</sup> so với hướng gió đạt: 438 KNm

Lực đẩy dọc trục đầu cột tuabin có giá trị cao nhất tại vận tốc gió định mức là: 259 KN.

### Khả năng ứng dụng trong công nghiệp

Phương pháp định dạng mặt vụn vỏ đỡ của cánh tuabin gió tốc độ biến đổi áp dụng cho chế tạo cánh tuabin gió có kết cấu khung giàn và bề mặt vụn vỏ đỡ có thể được dùng để thay thế cho cánh tuabin gió hiện nay. Phương pháp này có thể làm cho công suất của tuabin gió tăng từ 2 đến 4 lần tùy vào việc tăng thêm diện tích cánh với chi rất phí thấp nhằm hạ giá thành điện sản xuất từ gió đáp ứng cho việc phát triển kinh tế và chống biến đổi khí hậu.

Phương pháp định dạng mặt vụn vỏ đỡ của cánh tuabin gió tốc độ cố định tại vận tốc gió bằng một nửa vận tốc gió định mức có thể làm cho việc chế tạo tuabin gió có tốc độ cố định phát điện trực tiếp lên lưới điện dễ điều khiển hơn và độ ổn định của lưới điện tốt hơn, đường cong công suất của hệ thống điện gió mượt hơn làm giá thành điện sản xuất từ gió giảm rất nhiều, có thể trở thành nguồn điện năng rẻ nhất cho nhiều quốc gia, đáp ứng được yêu cầu vừa phát triển kinh tế vừa góp phần chủ đạo cho việc chống biến đổi khí hậu.

## YÊU CẦU BẢO HỘ

1. Phương pháp định dạng mặt vắn vỏ đỡ của cánh tuabin gió, với mục đích là làm cho hai loại tuabin gió, tuabin gió có tốc độ biến đổi và tuabin gió có tốc độ cố định đạt công suất được tối ưu hóa trên toàn dải tốc độ gió nó hoạt động và tiếng ồn giảm thấp, phương pháp này bao gồm các bước:

chọn bề rộng cánh nhỏ hơn hoặc bằng 10% chiều dài cánh nhưng không lớn hơn 6m, trong đó với loại tuabin gió có tốc độ biến đổi chọn độ dài cánh và vận tốc quay tại tốc độ gió định mức sao cho vận tốc dài của đầu cánh không quá 250 km/h, xác định góc nghiêng được tối ưu hóa của mặt cánh tại vận tốc gió định mức và được giữ nguyên khi vận tốc gió giảm từ vận tốc gió định mức xuống tới vận tốc gió tuabin dừng hoạt động, với loại tuabin gió có tốc độ cố định chọn độ dài cánh và vận tốc quay cố định của tuabin sao cho vận tốc dài của đầu cánh không lớn hơn 180 km/h;

xác định góc nghiêng được tối ưu hóa  $\alpha_i$  cho mặt vắn vỏ đỡ tại mỗi vị trí cánh bằng cách tìm độ lớn của góc  $\alpha_i$  tại mỗi vị trí đó để biểu thức:

$$(v - d_i \omega \cot \alpha_i)^2 \cos \alpha_i \sin^2 \alpha_i$$

[với điều kiện: với điều kiện:  $0 < \alpha_i < 90^\circ$  &  $(v - d_i \omega \cot \alpha_i) > 0$ ]

đạt giá trị cực đại với các thông số  $v$ : vận tốc bằng một nửa vận tốc gió định mức định mức;  $\omega$ : vận tốc góc cố định của tuabin và các thông số  $d_i$ : khoảng cách từ vị trí cánh thứ  $i$  đến trục tuabin;

điều khiển góc nghiêng của cánh tăng đều sao cho góc nghiêng đầu cánh tăng đến dưới  $89^\circ$  khi vận tốc gió giảm xuống tới vận tốc gió cho tuabin dừng hoạt động;

điều khiển góc nghiêng của cánh giảm đều, độ tăng giảm góc nghiêng với trị số góc bằng nhau khi vận tốc gió tăng lên đến vận tốc gió định mức, theo đó do bề rộng cánh hợp lý nên diện tích thu năng lượng gió của cánh lớn, góc nghiêng hợp lý cho mặt cánh mà tuabin gió có công suất được tối ưu hóa trên toàn dải tốc độ gió hoạt động, vận tốc đầu cánh không cao nên tiếng ồn giảm

thấp, với tuabin tốc độ cố định khoảng cách giữa tốc độ gió khởi động và tốc độ gió giảm thấp cho tuabin dừng hoạt động được nói rộng làm cho tuabin ít bị khởi động nhiều lần khi vận tốc gió dao động tại vận tốc gió khởi động.