



(12) **BẢN MÔ TẢ GIẢI PHÁP HỮU ÍCH THUỘC BẰNG ĐỘC QUYỀN
GIẢI PHÁP HỮU ÍCH**

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

(11)



2-0004039

(51) **F03D 9/00; F03D 3/02; F03D 7/00; F03D**
2021.01 **3/00; F03D 3/04**

(13) **Y**

(21) 2-2022-00410

(22) 27/09/2022

(45) 25/03/2025 444

(43) 27/03/2023 420A

(71) Hà Minh Tuấn (VN)

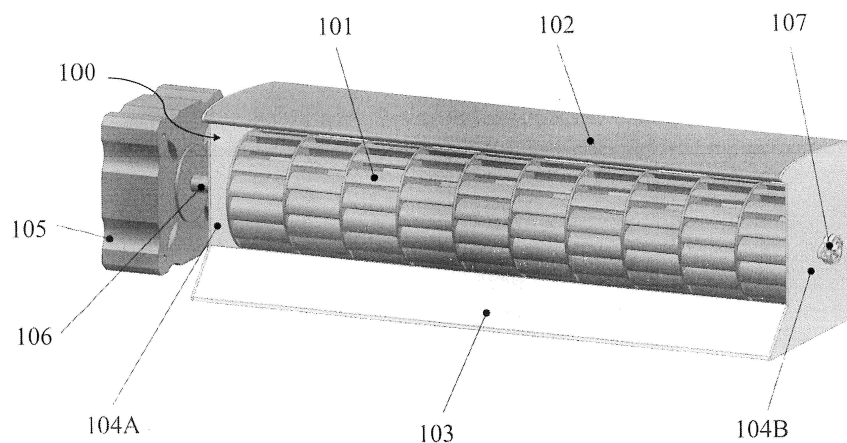
P2803 nhà 34T Trung Hòa Nhân Chính, Cầu Giấy, Hà Nội

(72) Hà Minh Tuấn (VN); Đinh Công Trường (VN).

(54) **MÁY PHÁT ĐIỆN SỬ DỤNG TUABIN GIÓ DẠNG TRỤC KẾT HỢP CÁNH
HƯỚNG DÒNG DẠNG CÁNH MÁY BAY**

(21) 2-2022-00410

(57) Giải pháp hữu ích đề cập đến máy phát điện sử dụng tuabin gió dọc trục kết hợp cánh hướng dòng dạng cánh máy bay (100) bao gồm: bộ khung chính được tạo thành bởi cánh hướng dòng trên (102), bích trái (104A), bích phải (104B), cánh hướng dòng dưới (103), mặt trước và mặt sau của bộ khung chính được để hở, bích trái (104A), bích phải (104B) ở hai bên, phía trên của bích trái (104A) và bích phải (104B) được nối với nhau bằng cánh hướng dòng trên (102), bích trái (104A) và bích phải (104B) có ổ đỡ (107) để đỡ trục quay của roto, phía dưới mặt bích trái (104A) và bích phải (104B) được nối với nhau bằng cánh hướng dòng dưới (103), cánh hướng dòng dưới (103) được đặt nghiêng một góc so với phương ngang, roto được đặt vào trong lòng bộ khung chính, liên kết với khung chính qua ổ đỡ (107) của khung chính; roto có dạng hình trụ tròn, hai đáy là hai mặt kín, trục quay (106) của roto đi qua tâm hai đáy, roto có cánh roto (101) dạng cánh hở, một đầu của cánh được gắn với mặt bích tạo ra một lồng tròn, đầu còn lại để hở, các mặt lõm của cánh đón gió tạo ra lực đẩy cánh về phía sau, các cánh roto được xếp thành nhiều tầng liên kết với nhau bằng mặt liên kết để tạo thành roto, một đầu của roto được nối với máy phát điện (105);



Hình 1A

Lĩnh vực kỹ thuật được đề cập

Giải pháp hữu ích thuộc lĩnh vực máy cánh quay và năng lượng tái tạo. Cụ thể, giải pháp hữu ích đề cập đến máy phát điện sử dụng tuabin gió dọc trục kết hợp cánh hướng dòng dạng cánh máy bay (airfoil)) để nâng cao công suất của máy phát điện mà không làm tăng kích thước.

Tình trạng kỹ thuật của giải pháp hữu ích

Sử dụng tuabin gió để tạo ra điện đã được ứng dụng rộng rãi trong ngành công nghiệp năng lượng, đặc biệt là năng lượng tái tạo. Các nhà nghiên cứu đã từ trước đến nay luôn cố gắng để chế tạo hệ thống phát điện sử dụng tuabin gió có công suất lớn hơn bằng nhiều phương pháp khác nhau. Các nghiên cứu về các loại tuabin gió khác nhau như tuabin gió tuabin gió trục ngang (horizontal axis wind turbine), tuabin gió trục dọc (vertical axis wind turbine) ngày càng được thực hiện nhiều với các phương pháp để tăng công suất thu được từ năng lượng gió trên cánh tuabin. Các kỹ thuật làm tăng công suất của tuabin gió phổ biến có thể kể đến như tăng chiều dài cánh tuabin, tối ưu biên dạng cánh tuabin, tối ưu góc xoay (stagger angle) cánh tuabin, etc. Tuy nhiên các phương pháp này đều có nhưng nhược điểm khác nhau. Khi sử dụng phương pháp tăng chiều dài cánh tăng kích thước, trọng lượng, các vấn đề về kết cấu cánh. Còn đối với các phương pháp như tối ưu biên dạng cánh, tối ưu góc xoay cánh thì có ưu điểm là không tăng kích thước, trọng lượng của cánh nhưng lại có nhược điểm là công suất tăng thêm không nhiều.

Tuy nhiên các nghiên cứu về các phương pháp mới tăng cao công suất của tuabin gió ngày càng trở nên phổ biến nhằm đáp ứng nhu cầu năng lượng ngày càng tăng trên thế giới. Li và các cộng sự đã trình bày mô hình VAWT (tuabin gió trục đứng) cánh thẳng để đánh giá lực khí động học và đóng góp quán tính vào biến dạng cánh quạt. Trong

nghiên cứu này, VAWT hai cánh được đề xuất và phân tích với CFD (Computational Fluid Dynamics-động lực học tính toán) và thí nghiệm ống thổi khí động (wind tunnel) trong mô hình 3D (three dimension-ba chiều)). Trong các thí nghiệm trong ống thổi khí động, hệ thống đo áp suất được trình bày để đo áp suất tác động lên một cánh (blade) của VAWT cánh thẳng theo hướng chiều từ chân cánh đến đầu cánh. Trong phân tích số, các mô hình 3D CFD đã được thực hiện để mô phỏng các đặc tính của lực khí động của VAWT với mô hình rối k- ϵ SST (Shear Stress Transport). Từ việc so sánh các kết quả thí nghiệm trong ống thổi khí động đường hầm gió và phân tích số, người ta thấy rằng lực chất lưu giảm theo sự gia tăng của các vị trí theo chiều dọc không kể vị trí của kết cấu đỡ. Hơn nữa, theo kết quả từ cân bằng sáu thành phần, các dạng sóng của hệ số công suất C_{pw} có các đặc điểm tương tự và hiển thị các giá trị nhỏ hơn so với tính toán CFD. (Xem tài liệu: Li, Q., Maeda, T., Kamada, Y., Murata, J., Kawabata, T., Shimizu, K., ... Kasuya, T. (2016). “Wind tunnel and numerical study of a straight-bladed vertical axis wind turbine in three-dimensional analysis (Part I: For predicting aerodynamic loads and performance)”. *Energy*, Vol. 106, pp. 443–452.)

Hassanpour và Azadani đã nghiên cứu này đã tối ưu hóa cách bố trí của một cặp tuabin gió trục đứng Darrieus thông qua các mô phỏng động lực học tính toán ba chiều (CFD). Ba thông số thiết kế bao gồm khoảng cách nằm ngang giữa các trục của hai tuabin gió (S), khoảng cách thẳng đứng giữa chiều cao giữa của hai tuabin gió (h) và hướng của hai tuabin gió đối với gió đến (β) đã được nghiên cứu. Một thiết kế phương pháp thử nghiệm và một thuật toán tối ưu hóa mục tiêu duy nhất dựa trên phương pháp của Taguchi đã được sử dụng để xác định các thông số thiết kế tối ưu nhằm tối đa hóa công suất điện của các tuabin gió ghép nối. Phân tích kết quả cho thấy rằng đối với tất cả các thí nghiệm số, công suất điện của tuabin gió ghép đôi nhiều hơn so với tuabin gió đơn lẻ. Ngoài ra, người ta nhận ra rằng khoảng cách thẳng đứng giữa chiều cao giữa của hai tuabin gió có ảnh hưởng lớn nhất và khoảng cách nằm ngang giữa các trục của hai tuabin gió có tác động ít nhất đến hệ số công suất trung bình của các tuabin gió ghép nối. Công suất điện của các tuabin gió ghép nối là tối đa khi các tuabin gió được đặt ở cùng một độ cao và

giảm đáng kể khi có sự khác biệt về độ cao. Việc phát điện của các tuabin gió ghép đôi được cải thiện một chút bằng cách giảm khoảng cách ngang giữa các trục của hai tuabin gió. Mức độ tác động của tham số thiết kế được sắp xếp theo thứ tự là $h > \beta > S$. Giá trị tối ưu của các thông số thiết kế được xác định là đường kính tuabin $\beta = 90^\circ$, $h = 0$ và $S = 1,5$. Do đó, khả năng phát điện của các tuabin gió ghép nối là tối đa khi các tuabin gió được đặt cạnh nhau, ở cùng độ cao và ở khoảng cách nằm ngang nhỏ nhất. Nó được tiết lộ rằng để đạt được điều kiện tối ưu, công suất điện của các tuabin gió ghép nối đã cải thiện 26,60% so với công suất điện của một tuabin gió đơn lẻ. (Xem tài liệu: Hassanpour, M., & Azadani, L. N. (2021). “Aerodynamic optimization of the configuration of a pair of vertical axis wind turbines”. *Energy Conversion and Management*, Vol. 238.)

Trong nghiên cứu của Kaviani và các cộng sự, việc sử dụng Tuabin gió Trục ngang lớn, HAWT, là điều không thể tránh khỏi để tăng sản lượng điện gió trên mỗi đơn vị tuabin, tức là giảm chi phí sản xuất năng lượng gió. Hậu quả của việc áp dụng HWATs lớn là biến dạng lưới đàn hồi đáng kể và mức độ tạo ra tiếng ồn khí âm cao. Trong nghiên cứu này, xem xét các hiệu ứng khí đàn hồi, tính toán khí học của HAWT cấp MW được thực hiện bằng cách thực hiện kỹ thuật Tương tác chất rắn-lỏng phân vùng tạm thời (FSI) hai chiều. CFD-FEM và mô hình cấu trúc được xác nhận bằng cách sử dụng dữ liệu thực nghiệm AOC 50/15 HAWT. Mô phỏng khí động học và khí học của WP_Baseline 1,5 MW HAWT được tiến hành. Kết quả cho thấy công suất và mức độ tiếng ồn do các cánh quạt mềm tạo ra thấp hơn khoảng 2,7% và 0,74 dB so với độ ồn do các cánh cứng tạo ra.

Tóm lại, như cầu nâng cao công suất của tuabin gió ngày càng lớn mặc dù các phương pháp này có những nhược điểm như là tăng kích thước, khối lượng, các vấn đề về kết cấu, đàn hồi khí động, cũng như các vấn đề về tiếng ồn. Để đáp ứng nhu cầu ngày càng lớn của năng lượng, các nghiên cứu về tuabin đã được thực hiện bằng cả phương pháp mô phỏng số và phương pháp thực nghiệm. Quy trình đi từ ý tưởng thiết kế, thực hiện mô phỏng số và sau cùng chế tạo mẫu thử và làm thực nghiệm ngày càng phổ biến do ưu điểm giảm thời gian và chi phí sản xuất sản phẩm. Trong giải pháp hữu ích này,

phương pháp kết hợp mô phỏng số và thực nghiệm được sử dụng để nghiên cứu mô hình máy phát điện tuabin mới.

Bản chất kỹ thuật của giải pháp hữu ích

Mục đích của giải pháp hữu ích là để nâng cao công suất của máy phát điện tuabin mà không làm tăng kích thước của cánh tuabin, để khắc phục những nhược điểm nêu trên.

Nói cách khác, mục đích của giải pháp hữu ích là tạo ra cánh tuabin kết hợp cánh hướng dòng dạng cánh máy bay (airfoil) để có chỉ số công suất tăng cao so với các máy phát điện tuabin thông thường có cùng kích thước. Các tác giả giải pháp hữu ích đã nghiên cứu và đề xuất tuabin gió dọc trục kết hợp cánh hướng dòng dạng cánh máy bay (airfoil) được cải tiến thỏa mãn yêu cầu nêu trên.

Theo đó, máy phát điện sử dụng tuabin gió dọc trục kết hợp cánh hướng dòng dạng cánh máy bay bao gồm: bộ khung chính được tạo thành bởi cánh hướng dòng trên 102, bích trái 104A, bích phải 104B, cánh hướng dòng dưới 103, mặt trước và mặt sau của bộ khung chính được để hở, bích trái 104A, bích phải 104B ở hai bên, phía trên của bích trái 104A và bích phải 104B được nối với nhau bằng cánh hướng dòng trên 102, bích trái 104A và bích phải (104B) có ổ đỡ 107 để đỡ trục quay của roto, phía dưới mặt bích trái 104A và bích phải 104B được nối với nhau bằng cánh hướng dòng dưới (103), cánh hướng dòng dưới 103 được đặt nghiêng một góc so với phương ngang, roto được đặt vào trong lòng bộ khung chính, liên kết với khung chính qua ổ đỡ 107 của khung chính; roto có dạng hình trụ tròn, hai đáy là hai mặt kín, trục quay 106 của roto đi qua tâm hai đáy, roto có cánh roto 101 dạng cánh hở, một đầu của cánh được gắn với mặt bích tạo ra một lồng tròn, đầu còn lại để hở, các mặt lõm của cánh đón gió tạo ra lực đẩy cánh về phía sau, các cánh roto được xếp thành nhiều tầng liên kết với nhau bằng mặt liên kết để tạo thành roto, một đầu của roto được nối với máy phát điện 105.

Cánh hướng dòng trên và tấm hướng dòng dưới tạo thành tạo ra một vùng không gian tựa như một công nén luồng không khí đi vào. Luồng không khí này tác động lên

cánh tuabin làm quay cánh tuabin và trục quay. Sau đó, trục quay được dẫn động đến máy phát điện từ đó sinh ra điện.

Điểm khác biệt của giải pháp hữu ích này là sự kết hợp luồng khí nén cận biên đi từ đầu ô tô kết hợp với luồng không khí nén tạo thành bởi cánh hướng dòng trên và tấm hướng dòng dưới tạo ra dòng khí có vận tốc trung bình cao gấp 1.2-1.8 lần so với vận tốc gió ngoài dựa trên kết quả tính toán từ phần mềm ANSYS, tương đương tăng công suất của cánh tuabin lên 2-5 lần do công suất tỉ lệ với mũ ba của vận tốc dựa trên công thức (4) và (5). Điều này giúp nâng cao công suất của máy phát điện tuabin so với các loại máy phát điện tuabin thông thường khác.

Các tác giả giải pháp hữu ích đã tiến hành thử nghiệm bằng mô hình trên máy tính sử dụng phần mềm chuyên dụng ANSYS với các giá trị tham số khác nhau của cánh tuabin, cánh hướng dòng trên, và tấm hướng dòng dưới theo giải pháp hữu ích.

Mô tả vắn tắt các hình vẽ

Hình 1A là hình vẽ phối cảnh của máy phát điện tuabin theo giải pháp hữu ích.

Hình 1B là hình vẽ mặt cắt ngang của máy phát điện tuabin theo giải pháp hữu ích.

Hình 2A-2C là hình vẽ thể hiện cách bố trí và các tham số hình học của cánh tuabin, cánh hướng dòng trên, cánh hướng dòng dưới theo giải pháp hữu ích.

Hình 3A và 3B là đồ thị so sánh công suất giữa cánh tuabin theo giải pháp hữu ích với cánh tuabin thông thường theo các giá trị khác nhau của góc đặt cánh và độ dày cánh.

Hình 4 là kết quả mô phỏng bằng máy tính, thể hiện sự phân vận tốc, áp suất và dòng chảy rối xảy ra khi dòng khí nén tác động lên cánh tuabin của hai trường hợp góc đặt cánh 0° và 45° trên mặt cắt của cánh tuabin theo phương án của giải pháp hữu ích.

Hình 5A-5H là bảng các giá trị công suất của cánh tuabin với các giá trị khác nhau của chiều dài dây cung cánh và bán kính cong cánh nhóm theo số cánh lần lượt là 6, 9, 12, 15, 18, 21, 24 theo phương án giải pháp hữu ích.

Hình 6 là đồ thị so sánh công suất lớn nhất giữa cánh tuabin theo giải pháp hữu ích với cánh tuabin thông thường theo các giá trị khác nhau theo số cánh trong Hình 5A-5H.

Hình 7 là kết quả mô phỏng bằng máy tính, thể hiện sự phân vận tốc, áp suất và dòng chảy rối xảy ra khi dòng khí nén tác động lên cánh tuabin của ba trường hợp số cánh 6, 15 và 24 trên mặt cắt của cánh tuabin theo phương án của giải pháp hữu ích.

Hình 8A-8E là đồ thị so sánh công suất giữa cánh tuabin theo giải pháp hữu ích với cánh tuabin thông thường theo các giá trị khác nhau lần lượt của L_T , H_T , L_B , H_B , β .

Hình 9 là đồ thị so sánh công suất giữa cánh tuabin theo giải pháp hữu ích cánh tuabin thông thường theo các giá trị khác nhau của vận tốc dòng vào.

Hình 10 là đồ thị so sánh công suất giữa cánh tuabin theo giải pháp hữu ích cánh tuabin thông thường theo các giá trị khác nhau của vận tốc quay của tuabin.

Hình 11 là sơ đồ mô phỏng hiệu ứng của dòng cận biên.

Mô tả chi tiết giải pháp hữu ích

Sau đây giải pháp hữu ích sẽ được mô tả chi tiết theo các phương án ưu tiên có tham khảo các hình vẽ từ Hình 1A đến Hình 10. Tuy nhiên, cần phải hiểu rằng các phương án này chỉ nhằm làm rõ giải pháp hữu ích mà không nhằm giới hạn phạm vi của giải pháp hữu ích.

Theo đó, máy phát điện tuabin (100) theo giải pháp hữu ích bao gồm các chi tiết được mô tả dưới đây.

Hình 1A là hình vẽ phối cảnh của máy phát điện sử dụng tuabin gió dọc trục kết hợp cánh hướng dòng dạng cánh máy bay 100, trong đó máy phát điện này bao gồm:

Bộ khung chính được tạo thành bởi cánh hướng dòng trên 102, bích trái 104A, bích phải 104B, cánh hướng dòng dưới 103, mặt trước và mặt sau của bộ khung chính được đỡ bởi bích trái 104A, bích phải 104B ở hai bên, phía trên của bích trái 104A và

bích phải 104B được nối với nhau bằng cánh hướng dòng trên 102, bích trái 104A và bích phải 104B có ổ đỡ 107 để đỡ trục quay của roto, phía dưới mặt bích trái 104A và bích phải 104B được nối với nhau bằng cánh hướng dòng dưới 103, cánh hướng dòng dưới 103 được đặt nghiêng một góc so với phương ngang, roto được đặt vào trong lòng bộ khung chính, liên kết với khung chính qua ổ đỡ 107 của khung chính;

Roto có dạng hình trụ tròn, hai đáy là hai mặt kín, trục quay 106 của roto đi qua tâm hai đáy, roto có cánh roto 101 dạng cánh hờ, một đầu của cánh được gắn với mặt bích tạo ra một lồng tròn, đầu còn lại để hở, các mặt lõm của cánh đón gió tạo ra lực đẩy cánh về phía sau, các cánh roto được xếp thành nhiều tầng liên kết với nhau bằng mặt liên kết để tạo thành roto, một đầu của roto được nối với máy phát điện 105;

Điểm khác biệt của giải pháp hữu ích này là sự kết hợp luồng khí nén cận biên đi từ đầu ô tô kết hợp với luồng không khí nén tạo thành bởi cánh hướng dòng trên và tấm hướng dòng dưới tạo ra dòng khí có vận tốc trung bình cao gấp 1.2-1.8 lần so với vận tốc gió ngoài dựa trên kết quả tính toán từ phần mềm ANSYS, tương đương tăng công suất của cánh tuabin lên 2-5 lần do công suất tỉ lệ với mũ ba của vận tốc dựa trên công thức (4) và (5). Điều này giúp nâng cao công suất của máy phát điện tuabin so với các loại máy phát điện tuabin thông thường khác.

Cánh turbin 101 được thiết kế với năm tham số hình học là góc đặt cánh α , độ dày cánh T , số cánh N , chiều dài dây cung cánh C và bán kính cong cánh R , như thể hiện trên Hình 2A. Cánh hướng dòng trên 102 và tấm hướng dòng dưới 103 được thiết kế với năm tham số hình học là L_T là vị trí của đầu cánh hướng dòng trên 102 so với tâm quay cánh tuabin 101 theo chiều ngang, H_T là vị trí của đầu cánh hướng dòng trên 102 so với tâm quay cánh tuabin 101 theo chiều dọc, L_B là vị trí của đầu trên tấm hướng dòng dưới 103 so với tâm quay cánh tuabin 101 theo chiều ngang, H_B là vị trí của đầu trên tấm hướng dòng dưới 103 so với tâm quay cánh tuabin 101 theo chiều dọc, và β là góc nghiêng của tấm hướng dòng dưới 103, như thể hiện trên Hình 2B.

Các tác giả giải pháp hữu ích đã tiến hành thử nghiệm bằng mô hình trên máy tính sử dụng phần mềm chuyên dụng ANSYS với các giá trị tham số khác nhau của cánh tuabin, cánh hướng dòng trên, và tấm hướng dòng dưới theo giải pháp hữu ích.

Đầu tiên, tìm ra thiết kế cánh tuabin tối ưu bằng cách thay đổi các thông số về góc đặt cánh α và bán kính cong cánh R. Các kết quả mô phỏng cho thấy các thông số về góc đặt cánh α và bán kính cong cánh R có tác động lớn đến công suất của cánh tuabin, như thể hiện trên Hình 3A và 3B.

Tốt hơn là cánh tuabin nghiêng một góc $\alpha < 90^\circ$ so với hướng di chuyển của dòng khí đi vào.

Tốt nhất là góc nghiêng của cánh tuabin $\alpha = 45^\circ$ để đạt được công suất của cánh tuabin P_{tuabin} lớn nhất.

Tốt hơn là độ dày của cánh tuabin T từ 1 mm đến 3 mm.

Tốt nhất là độ dày của cánh tuabin $T=2,5$ mm để đạt được công suất của cánh tuabin P_{tuabin} lớn nhất.

Hình 4 là kết quả mô phỏng bằng máy tính, thể hiện sự phân vận tốc, áp suất và dòng chảy rối xảy ra khi dòng khí nén tác động lên cánh tuabin của hai trường hợp góc đặt cánh 0° và 45° trên mặt cắt của cánh tuabin theo phương án của giải pháp hữu ích.

Ở phương án góc đặt cánh $\alpha = 0^\circ$, xuất hiện nhiều dòng rối ở sau cánh tuabin và hiện tượng tách dòng trên cánh hướng dòng trên gây nên các vùng vận tốc thấp và áp suất thấp tại đó. Vùng xoáy sau cánh hướng dòng dưới lớn.

Ở phương án góc đặt cánh $\alpha = 45^\circ$, xuất hiện ít hơn các dòng rối ở sau cánh tuabin và hiện tượng tách dòng trên cánh hướng dòng trên do đó giảm diện tích các vùng vận tốc thấp và áp suất thấp. Vùng xoáy sau tấm hướng dòng dưới nhỏ hơn.

Vì thế, lựa chọn góc đặt cánh $\alpha = 45^\circ$ và độ dày cánh $T=2.5$ mm do có công suất lớn nhất, vừa đảm bảo độ cứng vững của cánh vừa phù hợp cho gia công chế tạo.

Sau khi lựa chọn được hai thông số góc đặt cánh α và độ dày cánh T , ta sẽ tiến hành nghiên cứu đồng thời ba trường hợp còn lại: số cánh N , chiều dài dây cung cánh C và bán kính cong cánh R , để tìm ra thiết kế tối ưu nhất cho hình dạng của cánh tuabin. Các kết quả mô phỏng cho thấy các thông số về số cánh N , chiều dài dây cung cánh C và bán kính cong cánh R có tác động lớn đến công suất của cánh tuabin, như thể hiện trên Hình 5A – 5H.

Tốt hơn là số cánh $N < 24$.

Tốt nhất là số cánh $N = 15$ để đạt được công suất của cánh tuabin P_{tuabin} lớn nhất.

Tốt hơn là chiều dài dây cung cánh $C < 40 \text{ mm}$

Tốt nhất là chiều dài dây cung cánh $C = 35 \text{ mm}$ để đạt được công suất của cánh tuabin P_{tuabin} lớn nhất.

Tốt hơn là bán kính cong cánh $R < 50 \text{ mm}$

Tốt nhất là bán kính cong cánh $R = 20 \text{ mm}$ để đạt được công suất của cánh tuabin P_{tuabin} lớn nhất.

Hình 6 là đồ thị so sánh công suất lớn nhất giữa cánh tuabin theo giải pháp hữu ích với cánh tuabin thông thường theo các giá trị khác nhau theo số cánh trong Hình 5A-5H. Hình 7 là kết quả mô phỏng bằng máy tính, thể hiện sự phân vận tốc, áp suất và dòng chảy rối xảy ra khi dòng khí nén tác động lên cánh tuabin của ba trường hợp số cánh 6, 15 và 24 theo phương án của giải pháp hữu ích.

Với phương án số cánh $N = 6$, xuất hiện rất nhiều dòng rối ở sau cánh tuabin và hiện tượng tách dòng trên cánh hướng dòng trên gây nên các vùng vận tốc thấp và áp suất thấp tại đó. Vùng xoáy ở sau tấm hướng dòng rất lớn và ảnh hưởng lên cánh tuabin, do đó tạo ra các vùng vận tốc thấp, áp suất thấp sau tấm hướng dòng dưới và một phần trên cánh tuabin.

Với phương án số cánh $N = 24$, xuất hiện khá nhiều dòng rối ở sau cánh tuabin và hiện tượng tách dòng trên cánh hướng dòng trên gây nên các vùng vận tốc thấp và áp suất

thấp tại đó. Vùng xoáy ở sau tấm hướng dòng nhỏ hơn và không ảnh hưởng lên cánh tuabin.

Với phương án số cánh $N = 15$, xuất hiện tương đối ít dòng rối ở sau cánh tuabin và gần như không có hiện tượng tách dòng trên cánh hướng dòng trên vì vậy làm giảm đáng kể diện tích các vùng vận tốc thấp và áp suất thấp. Vùng xoáy ở sau tấm hướng dòng nhỏ hơn và không ảnh hưởng lên cánh tuabin.

Từ đó ta chọn được thiết kế tối ưu của cánh tuabin với cách tham số hình học góc đặt cánh $\alpha = 45^\circ$, độ dày cánh $T = 2.5 \text{ mm}$, số cánh $N = 15$, chiều dài dây cung cánh $C = 35 \text{ mm}$ và bán kính cong cánh $R = 20 \text{ mm}$ để đạt được công suất của cánh tuabin P_{tuabin} lớn nhất.

Sau khi tìm được thiết kế tối ưu của cánh tuabin, ta thực hiện nghiên cứu năm tham số hình học của cánh hướng dòng trên và tấm hướng dòng dưới là: vị trí của đầu cánh hướng dòng trên so với tâm quay cánh tuabin theo chiều ngang L_T , vị trí của đầu cánh hướng dòng trên so với tâm quay cánh tuabin theo chiều dọc H_T , vị trí của đầu trên tấm hướng dòng dưới so với tâm quay cánh tuabin theo chiều ngang L_B , vị trí của đầu trên tấm hướng dòng dưới so với tâm quay cánh tuabin theo chiều dọc H_B , góc nghiêng của cánh hướng dòng dưới β . Các hình mô phỏng cho thấy các thông số của cánh hướng dòng trên và tấm hướng dòng dưới có ảnh hưởng tác động trung bình đến công suất của cánh tuabin, thể hiện trên Hình 8A-8E.

Tốt hơn là vị trí của đầu cánh hướng dòng trên so với tâm quay cánh tuabin theo chiều ngang $80 \text{ mm} < L_T < 160 \text{ mm}$.

Tốt nhất là vị trí của đầu cánh hướng dòng trên so với tâm quay cánh tuabin theo chiều ngang $L_T = 120 \text{ mm}$ để đạt được công suất của cánh tuabin P_{tuabin} lớn nhất.

Tốt hơn là vị trí của đầu cánh hướng dòng trên so với tâm quay cánh tuabin theo chiều dọc $95 \text{ mm} < H_T < 120 \text{ mm}$.

Tốt nhất là vị trí của đầu cánh hướng dòng trên so với tâm quay cánh tuabin theo chiều dọc $H_T = 110$ mm để đạt được công suất của cánh tuabin P_{tuabin} lớn nhất.

Tốt hơn là vị trí của đầu trên tấm hướng dòng dưới so với tâm quay cánh tuabin theo chiều ngang $95 < L_B < 110$ mm

Tốt nhất là vị trí của đầu trên tấm hướng dòng dưới so với tâm quay cánh tuabin theo chiều ngang $L_B = 100$ mm để đạt được công suất của cánh tuabin P_{tuabin} lớn nhất.

Tốt hơn là vị trí của đầu trên tấm hướng dòng dưới so với tâm quay cánh tuabin theo chiều dọc $20 \text{ mm} < H_B < 50 \text{ mm}$

Tốt nhất là vị trí của đầu trên tấm hướng dòng dưới so với tâm quay cánh tuabin theo chiều dọc $H_B = 40$ mm để đạt được công suất của cánh tuabin P_{tuabin} lớn nhất.

Tốt hơn là góc nghiêng của cánh hướng dòng dưới $\beta < 90^\circ$

Tốt nhất là góc nghiêng của cánh hướng dòng dưới $\beta = 45^\circ$ để đạt được công suất của cánh tuabin P_{tuabin} lớn nhất.

Từ đó ta chọn được thiết kế tối ưu của cánh hướng dòng trên và tấm hướng dòng dưới với các tham số hình học: vị trí của đầu cánh hướng dòng trên so với tâm quay cánh tuabin theo chiều ngang $L_T = 120$ mm, vị trí của đầu cánh hướng dòng trên so với tâm quay cánh tuabin theo chiều dọc $H_T = 110$ mm, vị trí của đầu trên tấm hướng dòng dưới so với tâm quay cánh tuabin theo chiều ngang $L_B = 100$ mm, vị trí của đầu trên tấm hướng dòng dưới so với tâm quay cánh tuabin theo chiều dọc $H_B = 40$ mm, góc nghiêng của cánh hướng dòng dưới $\beta = 45^\circ$.

Với tổ hợp thiết kế tối ưu này cho ta công suất của cánh tuabin lớn nhất $P_{\text{tuabin}} = 1010$ W có kích thước $73.5 \text{ cm} \times 15 \text{ cm}$ ở điều kiện hoạt động vận tốc gió $v = 20 \text{ m/s}$, tốc độ quay $\omega = 900 \text{ vòng/phút}$ là $P_{\text{tuabin},CFD} \approx 1010$ W. Giá trị công suất này gấp xấp xỉ 4.5 lần công suất của tuabin thông thường $P_{\text{tuabin},TT} \approx 220$ W.

Từ Hình 9 và Hình 10, các nghiên cứu về thay dải vận tốc hoạt động từ 10-30 m/s và tốc độ quay của cánh tuabin từ 300-2100 vòng/phút được nghiên cứu để xác định dải làm việc trong các điều kiện khác nhau của máy phát điện tuabin. Kết quả mô phỏng cho thấy, tại điều kiện vận tốc 30 m/s cho công suất lớn nhất là $P_{tuabin, 30m/s} = 1631$ W, gấp xấp xỉ 7.1 lần công suất của tuabin thông thường $P_{tuabin,TT} \approx 220$ W. Tại điều kiện vận tốc 30 m/s cho công suất lớn nhất là $P_{tuabin, 30m/s} = 1735$ W, gấp xấp xỉ 7.9 lần công suất của tuabin thông thường $P_{tuabin,TT} \approx 220$ W.

Từ kết quả mô phỏng, ta tính toán được công suất cản do cụm chi tiết cánh tuabin, cánh hướng dòng trên và tấm hướng dòng dưới xấp xỉ $P_{cản} = \text{lực cản} \times \text{vận tốc} \approx 392$ W nhỏ hơn rất nhiều công suất tạo ra được từ cánh tuabin $P_{tuabin,CFD} \approx 1010$ W. Điều này chứng tỏ tính hiệu quả của của phương pháp kết hợp luồng khí nén cận biên đi từ đầu ô tô kết hợp với luồng không khí nén tạo thành bởi cánh hướng dòng trên và tấm hướng dòng dưới được thể hiện trên Hình 11.

Hiệu quả đạt được của giải pháp hữu ích

Máy phát điện sử dụng tuabin gió dọc trục kết hợp cánh hướng dòng dạng cánh máy bay (airfoil) có công suất cao hơn đáng kể so máy phát điện tuabin thông thường có cùng kích thước. Nhờ việc áp dụng hiệu quả hiệu ứng nén dòng bằng cách kết hợp cánh hướng dòng trên và tấm hướng dòng dưới để tạo ra dòng khí nén đi vào tác động lên cánh tuabin, do đó máy phát điện tuabin vừa cho công suất lớn hơn, vừa làm giảm kích thước của máy phát điện tạo ra sự thuận tiện trong sử dụng và áp dụng vào thực tiễn.

Yêu cầu bảo hộ

1. Máy phát điện sử dụng tuabin gió dọc trục kết hợp cánh hướng dòng dạng cánh máy bay bao gồm:

bộ khung chính được tạo thành bởi cánh hướng dòng trên (102), bích trái (104A), bích phải (104B), cánh hướng dòng dưới (103), mặt trước và mặt sau của bộ khung chính được để hở, bích trái (104A), bích phải (104B) ở hai bên, phía trên của bích trái (104A) và bích phải (104B) được nối với nhau bằng cánh hướng dòng trên (102), bích trái (104A) và bích phải (104B) có ổ đỡ (107) để đỡ trục quay của roto, phía dưới mặt bích trái (104A) và bích phải (104B) được nối với nhau bằng cánh hướng dòng dưới (103), cánh hướng dòng dưới (103) được đặt nghiêng một góc so với phương ngang, roto được đặt vào trong lòng bộ khung chính, liên kết với khung chính qua ổ đỡ (107) của khung chính;

roto có dạng hình trụ tròn, hai đáy là hai mặt kín, trục quay (106) của roto đi qua tâm hai đáy, roto có cánh roto (101) dạng cánh hở, một đầu của cánh được gắn với mặt bích tạo ra một lồng tròn, đầu còn lại để hở, các mặt lõm của cánh đón gió tạo ra lực đẩy cánh về phía sau, các cánh roto được xếp thành nhiều tầng liên kết với nhau bằng mặt liên kết để tạo thành roto, một đầu của roto được nối với máy phát điện (105);

khác biệt ở chỗ, cánh roto (101) thiết kế cánh tuabin nghiêng một góc $\alpha < 90^\circ$ so với hướng di chuyển của dòng khí đi vào, độ dày của cánh roto (T) từ 1 mm đến 3 mm, số cánh ít hơn 36 cánh, chiều dài dây cung cánh (C) từ 15 mm đến 50 mm, bán kính cong cánh (R) từ 15 đến 50 mm;

cánh hướng dòng trên (102) có vị trí của đầu cánh hướng dòng trên cách tâm quay cánh tuabin từ 80 mm đến 160 mm theo chiều ngang, cách tâm quay cánh tuabin từ 95 mm đến 120 mm theo chiều dọc;

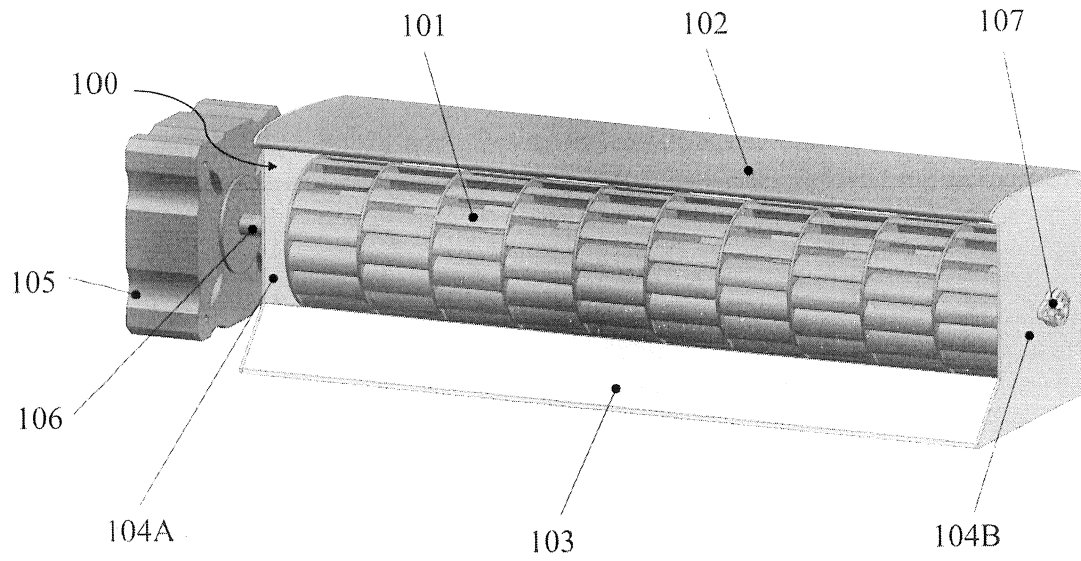
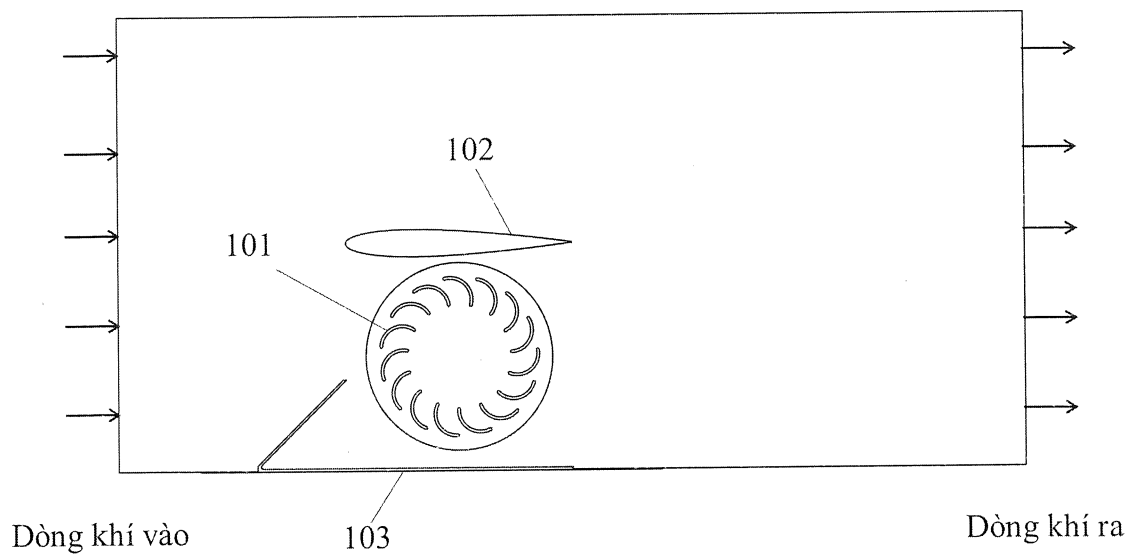
tấm hướng dòng dưới (103) có góc nghiêng $\beta < 90^\circ$ so với phương ngang, đầu trên tấm hướng dòng dưới cách tâm quay cánh tuabin từ 95 mm đến 110 mm theo chiều

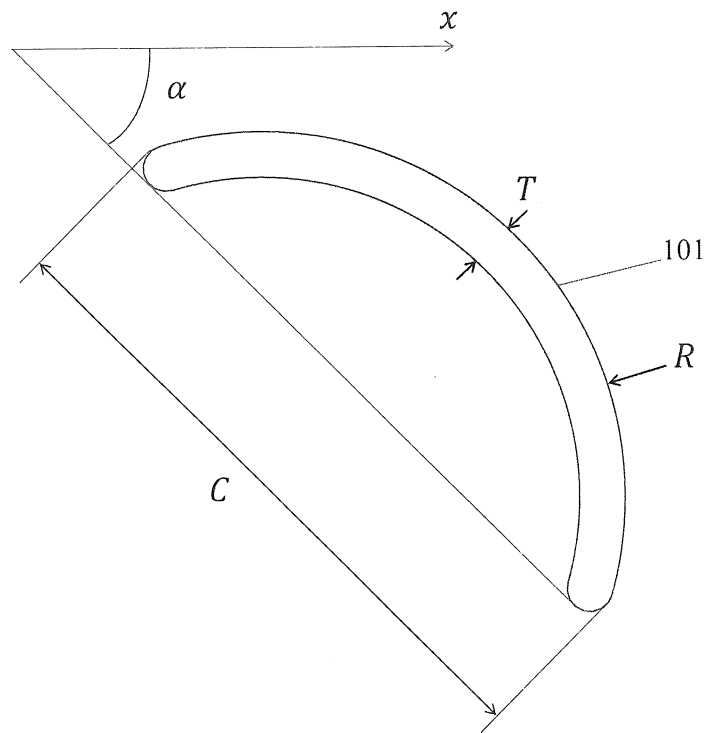
ngang, đầu trên tấm hướng dòng dưới cách tâm quay cánh tuabin từ 20 mm đến 50 mm theo chiều dọc.

2. Máy phát điện sử dụng tuabin gió dọc trục kết hợp cánh hướng dòng dạng cánh máy bay theo điểm 1, trong đó cánh roto (101) có góc đặt cánh $\alpha = 45^\circ$, độ dày cánh $T = 2.5$ mm, số cánh $N = 15$, chiều dài dây cung cánh $C = 35$ mm, bán kính cong cánh $R = 20$ mm.

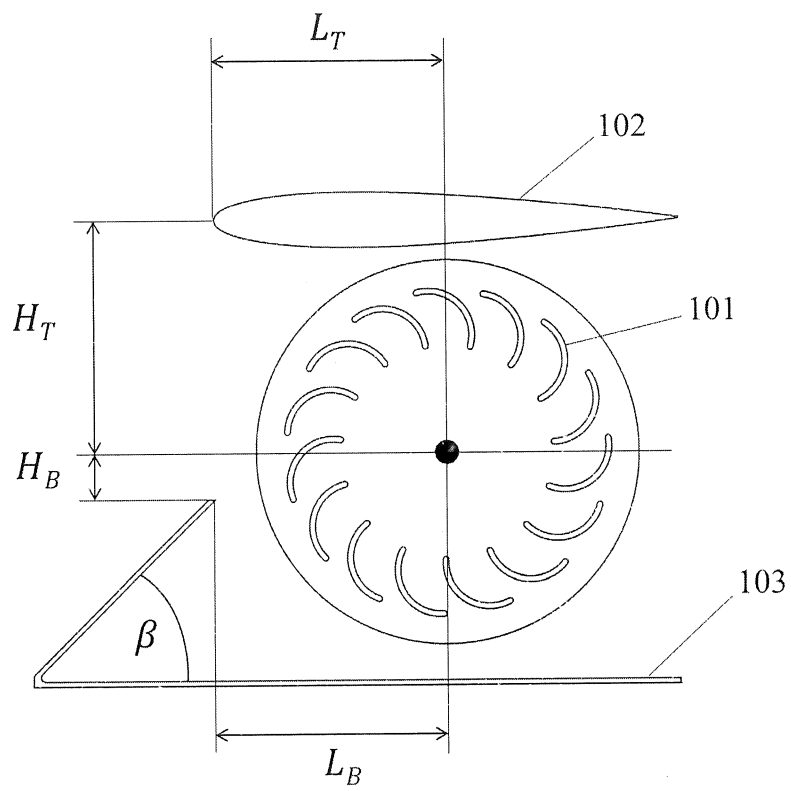
3. Máy phát điện sử dụng tuabin gió dọc trục kết hợp cánh hướng dòng dạng cánh máy bay theo điểm 1, trong đó cánh hướng dòng trên (102) cách tâm quay cánh tuabin 120mm, cách tâm quay cánh tuabin 110 mm theo chiều dọc.

4. Máy phát điện sử dụng tuabin gió dọc trục kết hợp cánh hướng dòng dạng cánh máy bay theo điểm 1, trong đó tấm hướng dòng dưới vị trí của đầu trên tấm hướng dòng dưới cách tâm quay cánh tuabin 100 mm theo chiều ngang, cách tâm quay cánh tuabin 40 mm theo chiều dọc.

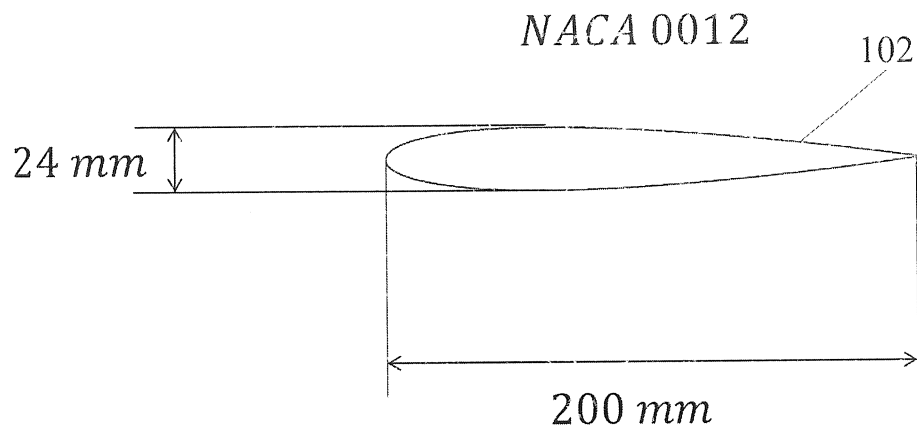
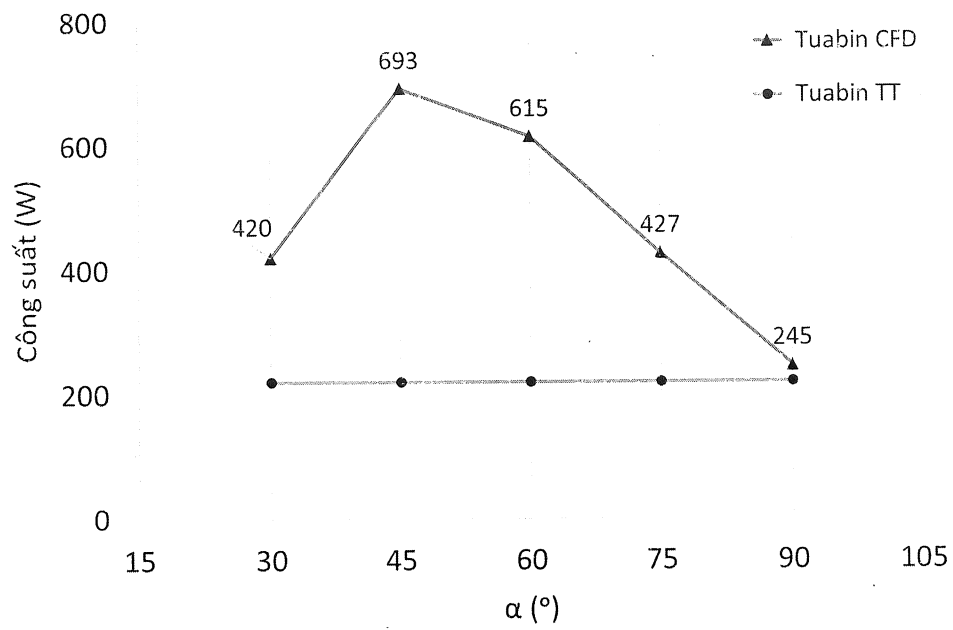
**Hình 1A****Hình 1B**

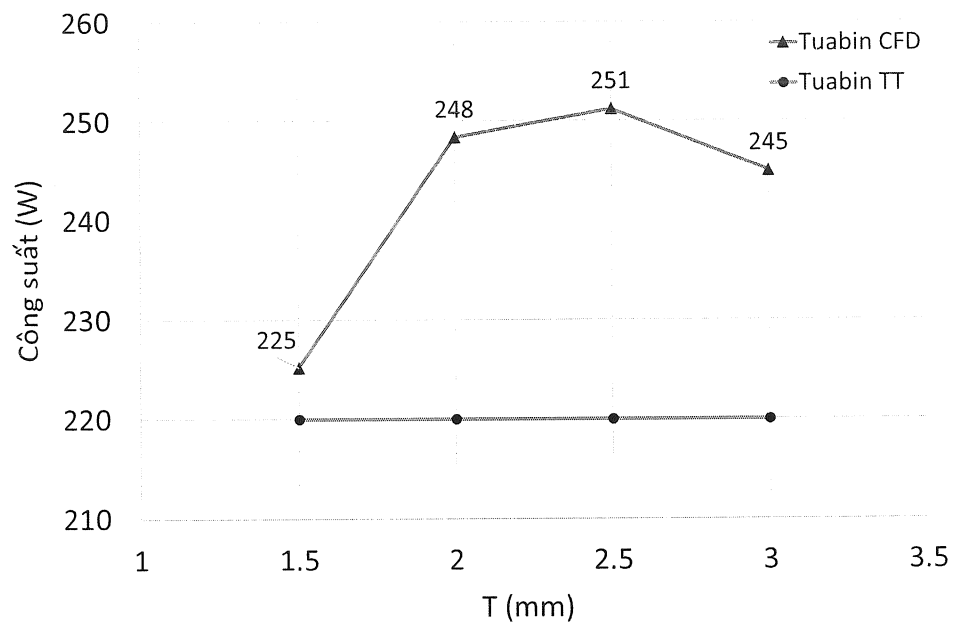


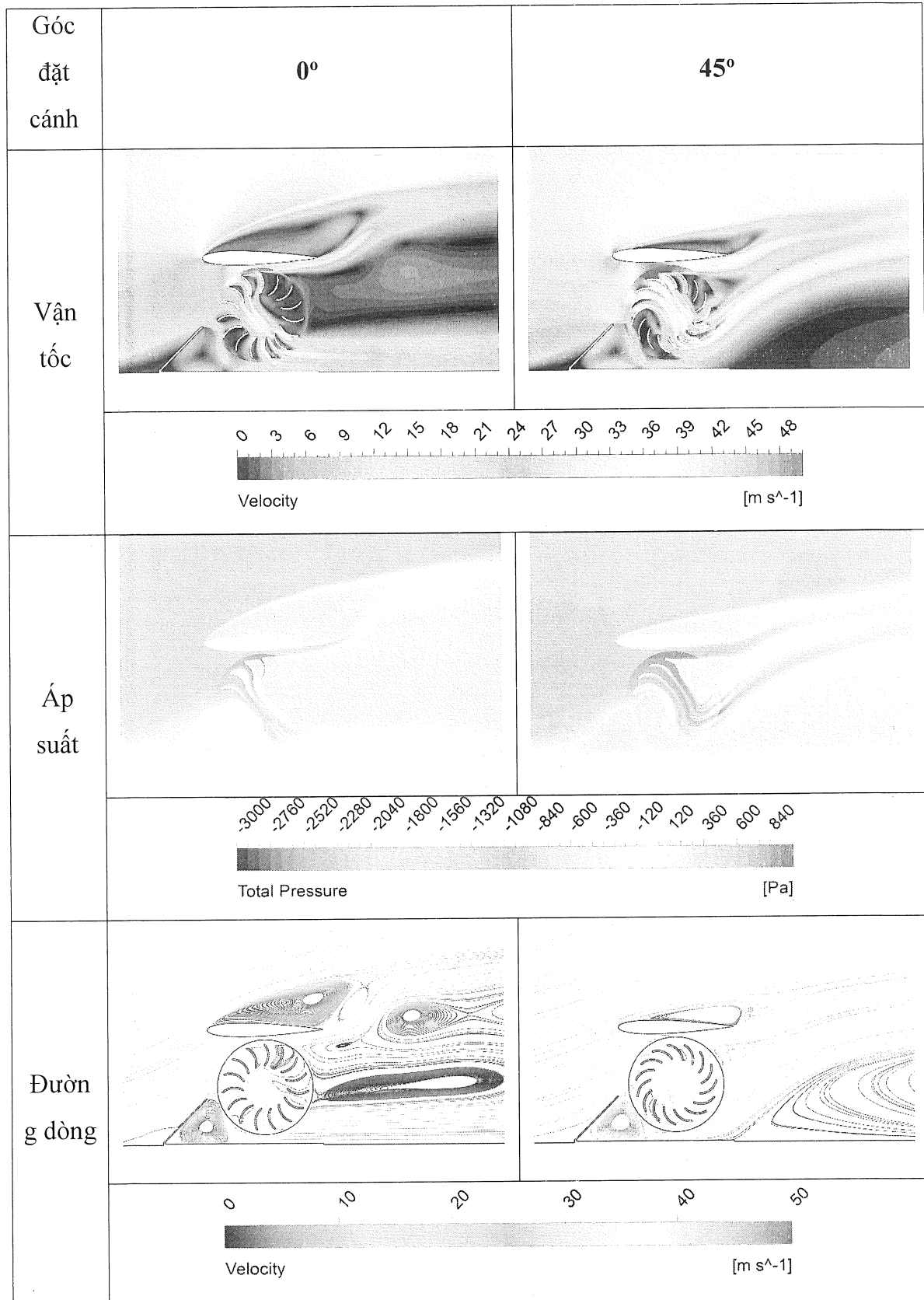
Hình 2A



Hình 2B

**Hình 2B****Hình 3A**

**Hình 3B**



Hình 4

$\begin{matrix} C \text{ (mm)} \\ R \text{ (mm)} \end{matrix}$	15	20	25	30	35	40	45	50
20	175	210	252	301	357	-	-	-
25	168	196	231	266	322	-	-	-
30	161	182	210	245	287	357	-	-
35	161	182	203	231	273	336	371	-
40	154	175	196	224	259	315	336	350
50	147	168	189	210	238	287	308	301

Hình 5A

$\begin{matrix} C \text{ (mm)} \\ R \text{ (mm)} \end{matrix}$	15	20	25	30	35	40	45	50
20	245	343	455	581	826	-	-	-
25	224	315	406	490	581	-	-	-
30	217	294	371	441	490	553	-	-
35	210	280	350	399	441	469	504	-
40	203	273	329	378	399	420	371	427
50	196	259	308	343	357	350	322	294

Hình 5B

$\begin{matrix} C \text{ (mm)} \\ R \text{ (mm)} \end{matrix}$	15	20	25	30	35	40	45	50
20	336	448	588	805	931	-	-	-
25	322	406	511	616	721	-	-	-
30	308	378	462	525	574	637	-	-
35	301	364	420	462	497	511	539	-
40	287	350	399	427	518	434	455	420
50	280	329	364	378	364	336	301	259

Hình 5C

C (mm) R (mm)	15	20	25	30	35	40	45	50
20	406	560	791	945	952	-	-	-
25	378	497	595	707	798	-	-	-
30	357	448	504	560	623	679	-	-
35	336	420	455	476	504	532	560	-
40	336	392	420	434	434	427	399	434
50	322	364	378	364	350	308	266	231

Hình 5D

C (mm) R (mm)	15	20	25	30	35	40	45	50
20	469	686	854	889	357	-	-	-
25	427	539	630	742	756	-	-	-
30	399	469	525	574	637	679	-	-
35	385	441	462	476	504	532	560	-
40	364	413	420	420	413	413	350	420
50	350	371	364	343	315	287	252	224

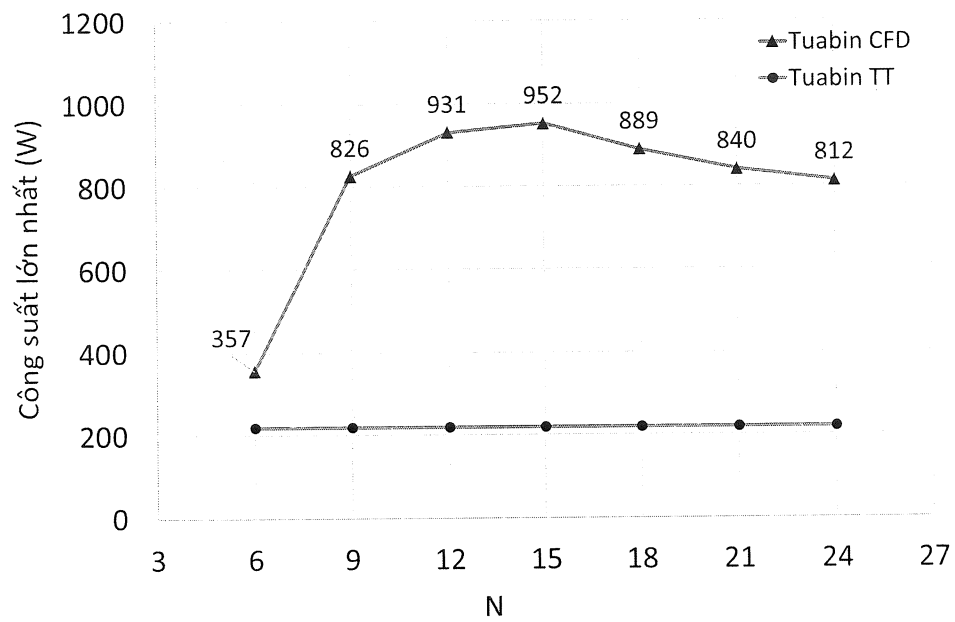
Hình 5E

C (mm) R (mm)	15	20	25	30	35	40	45	50
20	518	707	803	840	28	-	-	-
25	455	574	672	763	749	-	-	-
30	420	483	539	595	637	658	-	-
35	399	441	462	476	504	532	546	-
40	385	406	413	413	406	406	378	406
50	357	364	350	329	301	266	238	210

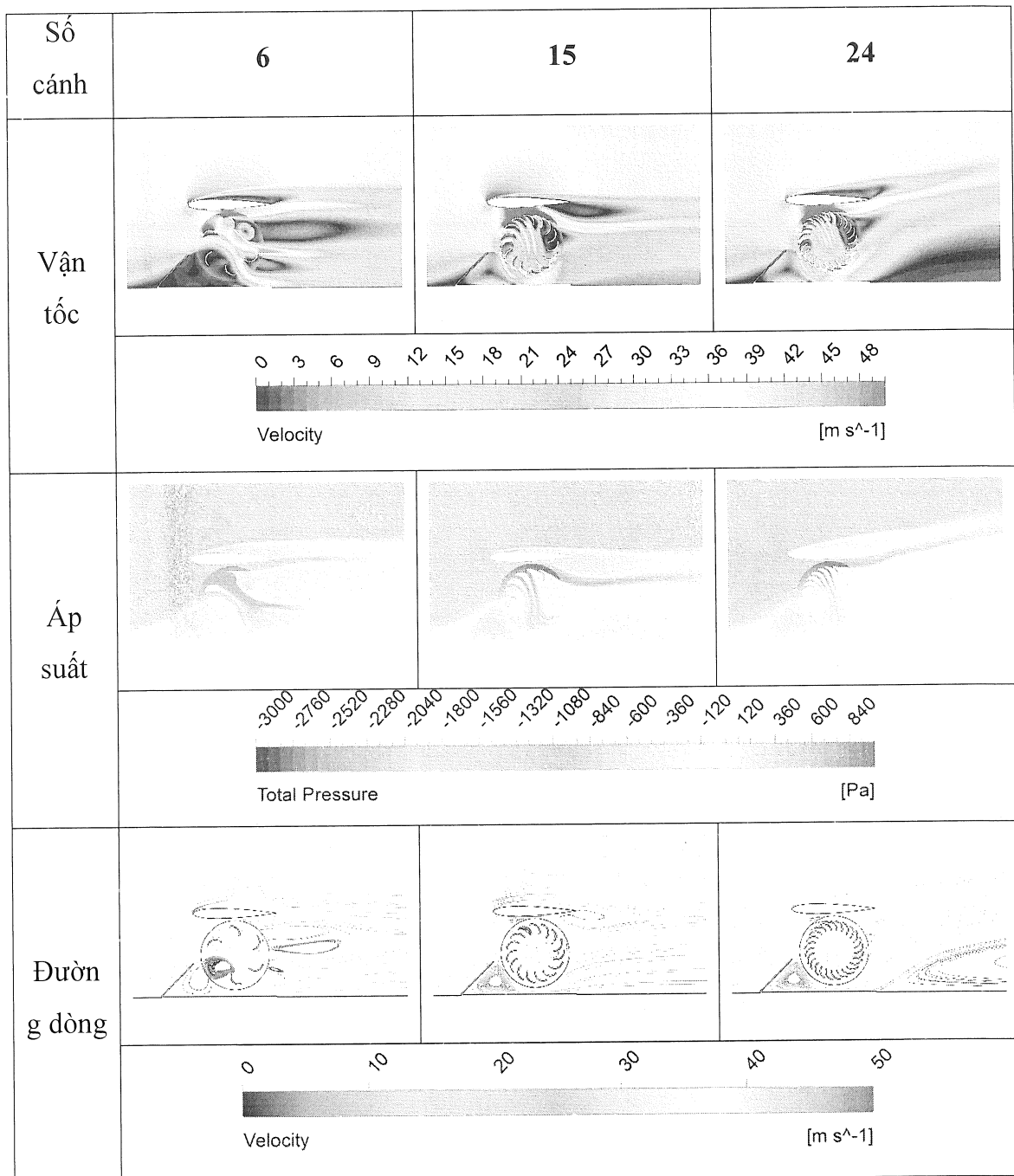
Hình 5F

$\begin{matrix} C \text{ (mm)} \\ R \text{ (mm)} \end{matrix}$	15	20	25	30	35	40	45	50
20	574	700	742	812	84	-	-	-
25	490	595	693	749	679	-	-	-
30	448	497	560	602	623	616	-	-
35	420	455	462	483	490	511	483	-
40	399	413	406	406	399	399	287	350
50	371	364	343	315	280	252	224	196

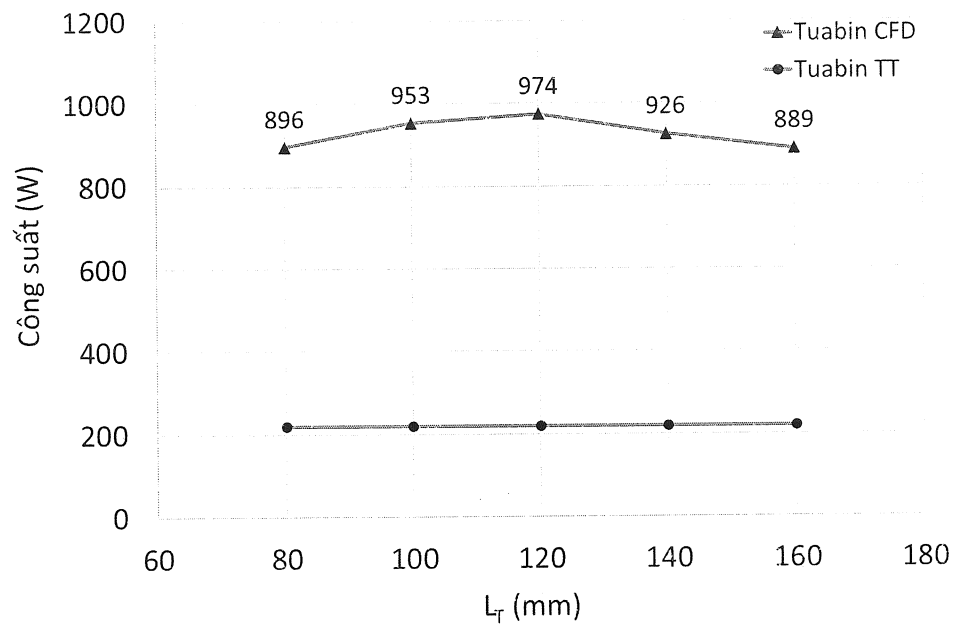
Hình 5H



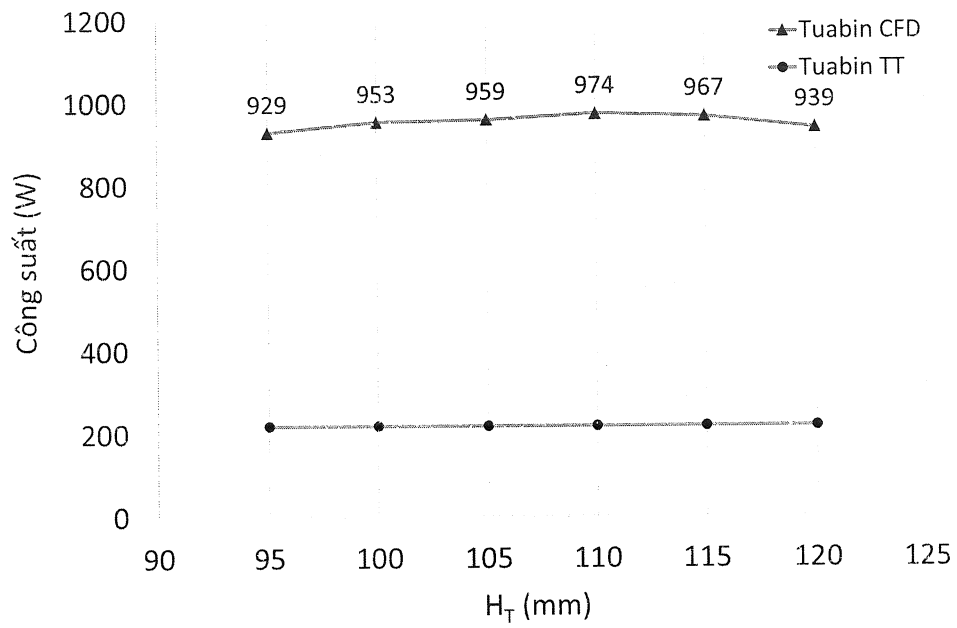
Hình 6



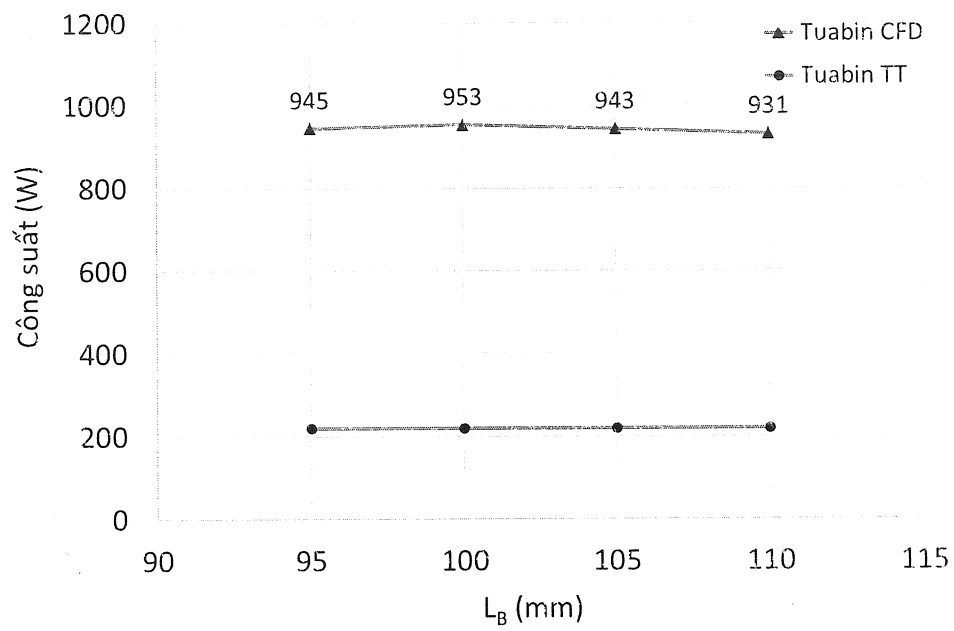
Hình 7



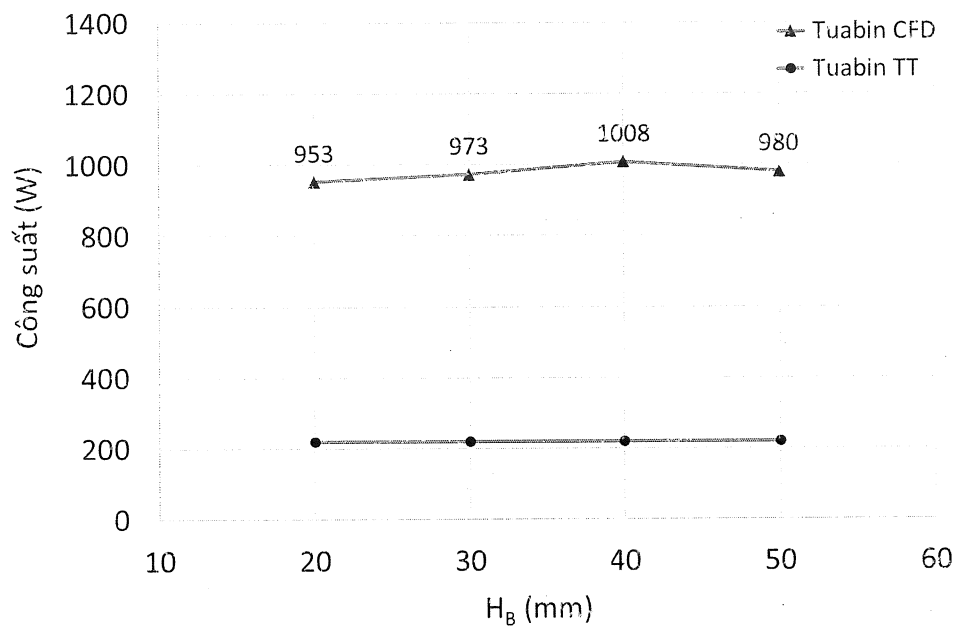
Hình 8A



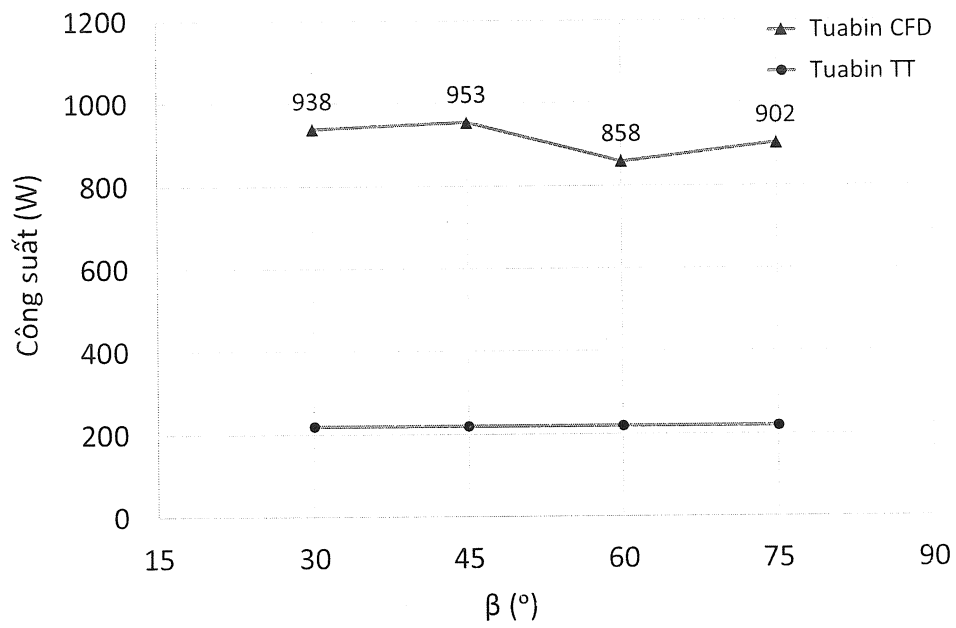
Hình 8B



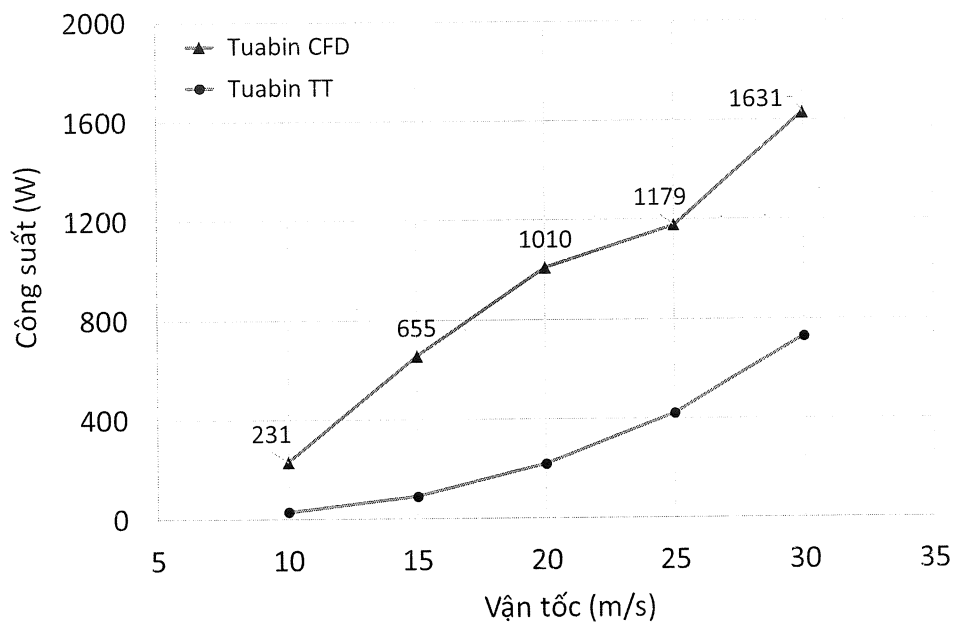
Hình 8C



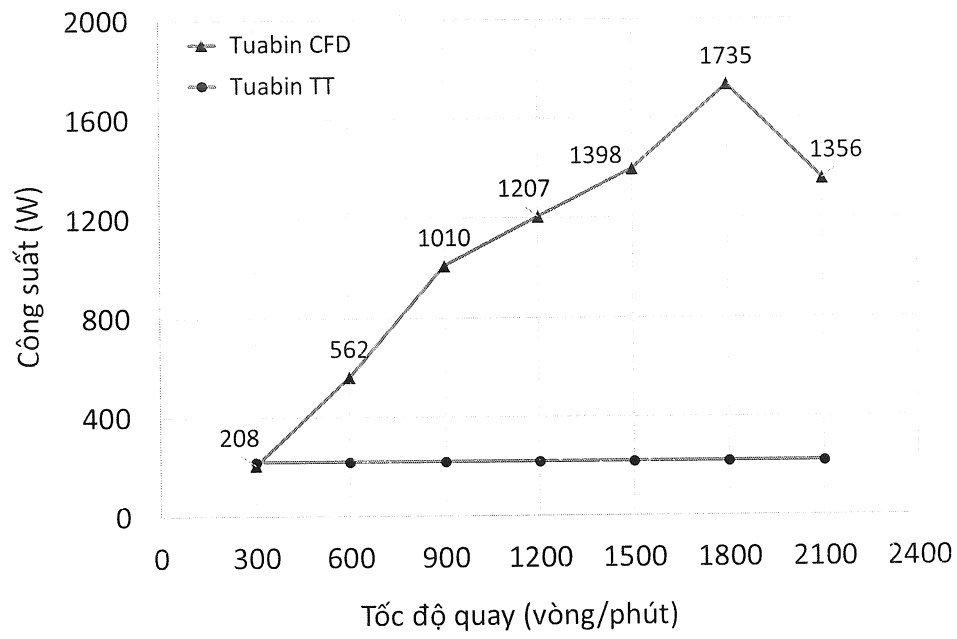
Hình 8D

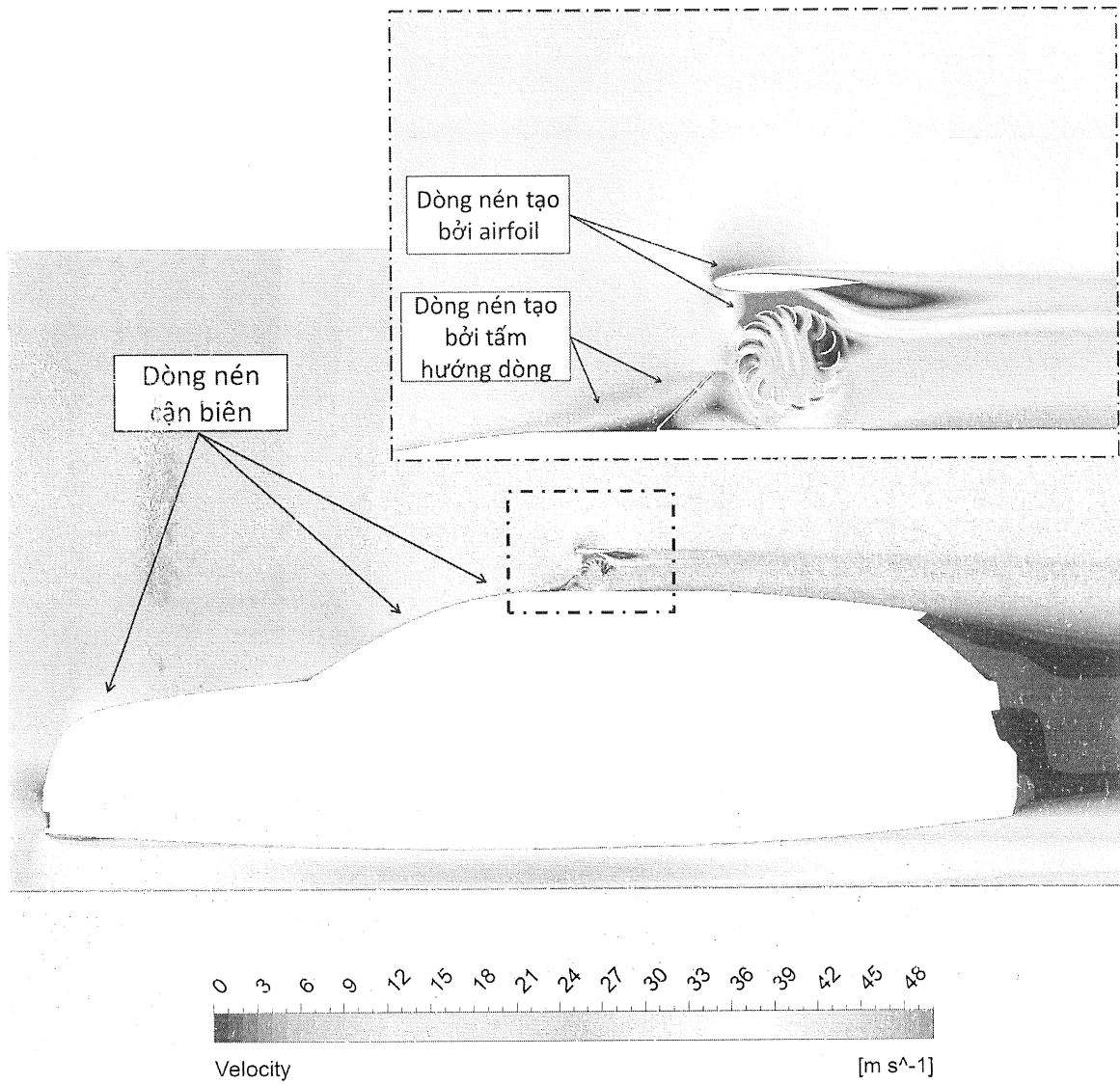


Hình 8E



Hình 9

**Hình 10**

**Hình 11**