

NGHIÊN CỨU ĐẶC TÍNH KHÍ ĐỘNG MÁY BAY HAI CHỖ NGỒI

RESEARCH ON AERODYNAMIC CHARACTERISTICS OF TWO-SEAT AIRCRAFT

Hoàng Thị Kim Dung

Trường Cơ khí, Đại học Bách khoa Hà Nội

Email: dung.hoangthikim@hust.edu.vn

TÓM TẮT

Bài báo nghiên cứu đặc tính khí động của máy bay hai chỗ ngồi được thiết kế với tổng khối lượng 594 kg với dải góc tấn từ 5 đến 15 độ ở vận tốc 35,67 m/s. Nghiên cứu sử dụng phương pháp mô phỏng số sử dụng phần mềm ANSYS. Kết quả khí động cho thấy chất lượng khí động đạt kết quả lớn nhất ở góc tấn vào khoảng 13 độ.

Từ khóa: Máy bay hai chỗ ngồi; Khí động; ANSYS.

ABSTRACT

The paper investigates the aerodynamic characteristics of a two-seat aircraft with a total mass of 594 kg, within an angle of attack range from 5 to 15 degrees, at a speed of 35.67 m/s. The study employs numerical simulation methods using ANSYS software. The aerodynamic results indicate that the aircraft achieves the highest aerodynamic quality at an angle of attack of approximately 13 degrees.

Keywords: Two-seat Aircraft; Aerodynamic; ANSYS.

1. GIỚI THIỆU

Với mục tiêu thiết kế máy bay hai chỗ ngồi, máy bay hai chỗ ngồi STOL CH 701, một loại máy bay nhẹ nổi tiếng với khả năng cất/hạ cánh trên đường băng ngắn (STOL – Short Take-Off and Landing), do kỹ sư hàng không người Canada Chris Heintz thiết kế từ năm 1986 được lựa chọn nghiên cứu. Máy bay STOL CH 701 có đặc điểm cánh có slat cố định giúp tăng lực nâng và giảm tốc độ cất cánh; Flaperons toàn cánh (kết hợp giữa flap và aileron) giúp kiểm soát tốt ở tốc độ thấp; Đuôi lái toàn phần

và thiết kế khung kim loại bền bỉ, dễ bảo trì; và có thể cất cánh chỉ sau khoảng 40 km/h, cần chưa đến 30 mét đường băng [1].

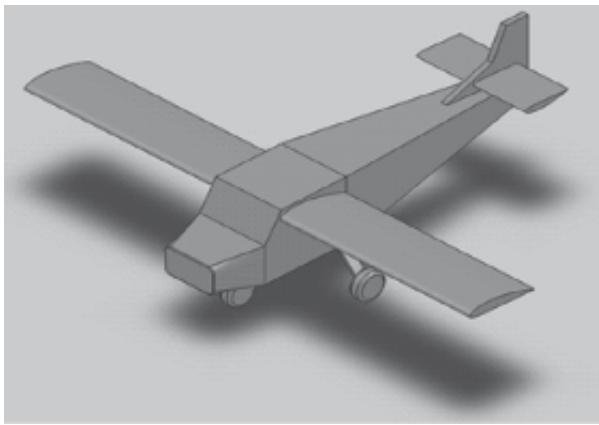
Máy bay STOL CH 701 đơn giản, có hình dạng khí động bên ngoài tương đối phù hợp với việc khảo sát đặc tính khí động, sử dụng NACA 4415 là loại profil cánh có hệ số chất lượng khí động tương đối cao và dễ chế tạo. Mô hình này đặc trưng tiêu biểu cho hầu hết các loại máy bay nhỏ hai chỗ ngồi, có dải hoạt động, tầm bay, khối lượng nằm trong dải hoạt động phổ biến của máy bay hai chỗ ngồi.

2. NGHIÊN CỨU MÔ PHỎNG

2.1. Mô hình máy bay

Máy bay hai chỗ ngồi được thiết kế dựa trên mẫu máy bay STOL CH 701 [2]. Mô hình máy bay được trình bày trong Hình 1 và các thông số chính của máy bay được tổng hợp trong Bảng 1.

Máy bay hai chỗ ngồi được nghiên cứu đặc tính khí động ở vận tốc 35,67 m/s ở trần bay 4 km với dải góc tấn từ 5 đến 15 độ.



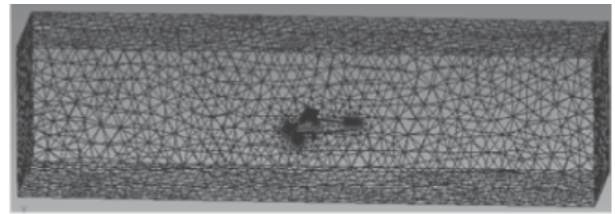
Hình 1. Mô hình máy bay

Bảng 1. Thông số chính của máy bay

Chiều dài	6,3 m
Chiều cao	2,64 m
Sải cánh	9,2 m
Chiều dài dây cung cánh chính	1,5 m
Biên dạng cánh chính	NACA4415
Sải đuôi ngang	2,2 m
Chiều dài dây cung đuôi ngang	0,79 m
Trọng lượng rỗng	326 kg
Khối lượng tổng thiết kế	594 kg
Tốc độ bay bằng	35,67 m/s
Động cơ	Continental O-200-100 Hp

2.2. Nghiên cứu mô phỏng

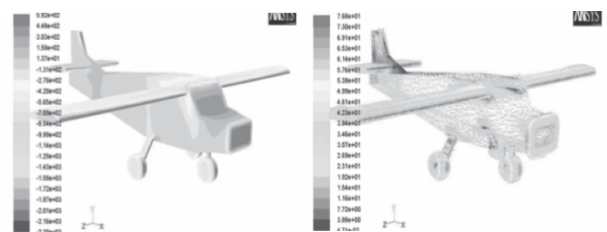
Mô hình máy bay hai chỗ ngồi được lưới hóa trong phần mềm ANSYS theo dạng không cấu trúc (lưới tứ diện) (Hình 2). Lưới được chia với số Orthogonal lớn hơn 0,25 và số Skewness nhỏ hơn 0,75. Lưới này được đánh giá có chất lượng tốt [3].



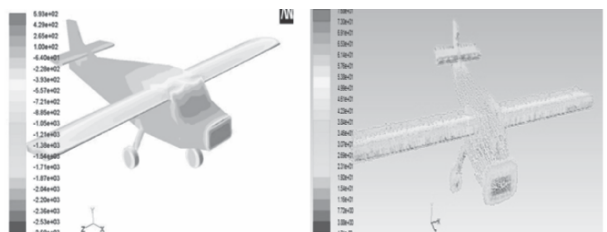
Hình 2. Chia lưới

Miền tính toán được mô hình hóa thành khối hình hộp chữ nhật với phía bên trái (Hình 2) là vận tốc dòng khí vào 35,67 m/s, phía bên phải là áp suất môi trường ở độ cao bay 4 km, bốn mặt xung quanh là tường trượt và trên mô hình máy bay là tường cứng.

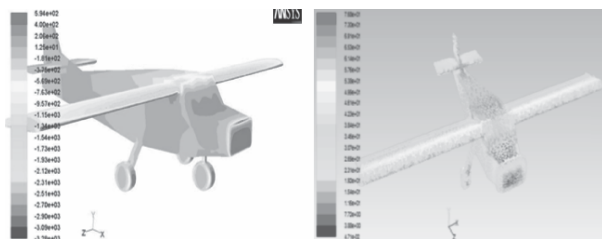
3. KẾT QUẢ



Góc tấn 5 độ



Góc tấn 9 độ



Góc tấn 13 độ

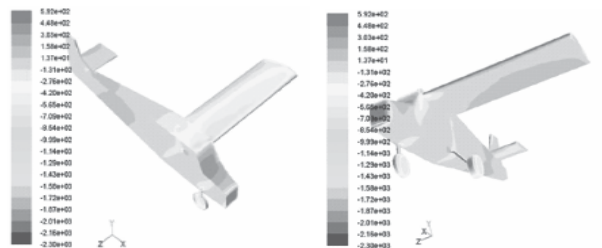
a. Phân bố áp suất

b. Trường vận tốc

Hình 3. Phân bố áp suất và trường vận tốc trên máy bay

Các điểm có áp suất nguy hiểm và lớn nhất (400 – 593 Pa) là các điểm nằm ở mép trước mũi máy bay (đã bỏ qua sự ảnh hưởng của quạt), mép vào của cánh, đuôi đứng, đuôi ngang, mép trước còng (Hình 3a). Bởi vì đây là các vị trí mà không khí tiếp xúc đầu tiên. Các vị trí này có vận tốc thường nhỏ và gần bằng 0 (Hình 3b), do vậy áp suất tập trung ở đây thường cao. Chính vì vậy, các máy bay cải tiến từ STOL CH 701 như STOL CH 750, 801 đều thiết kế có mũi máy bay thon tròn để giảm tập trung áp suất cao trên bề mặt.

Áp suất trên bề mặt cánh (Hình 4a) nhỏ hơn so với áp suất ở mặt dưới cánh (Hình 4b). Điều này rất hợp lý do cơ chế tạo lực nâng nhờ sự chênh lệch áp giữa mặt trên và dưới của máy bay.



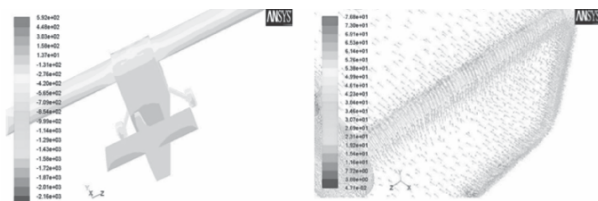
a. Mặt trên

b. Mặt dưới

Hình 4. Phân bố áp suất mặt trên và mặt dưới cánh

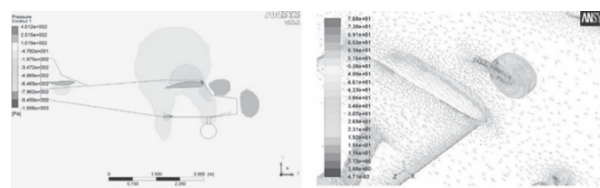
Áp suất tại mặt chuyển tiếp giữa mặt trước mũi máy bay (màu đỏ) lên mặt trước cabin (màu vàng) là dải màu xanh (thường vào khoảng -1250 Pa) (Hình 5a). Bởi khi dòng khí

chuyển động từ mũi lên mặt trên phía trước cabin có vận tốc trượt cao và tập trung rất nhiều ở đây (Hình 5b), do vậy áp suất tập trung thành một dải có độ lớn thấp và vòng quanh biên dạng mũi máy bay.



a. Áp suất mặt trên và sau đuôi b. Vận tốc trước mũi máy bay

Hình 5. Trường vận tốc trước mũi máy bay



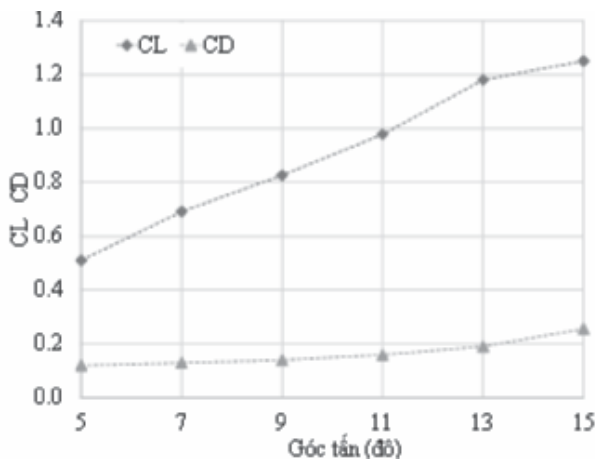
a. Trường áp suất

b. Trường vận tốc

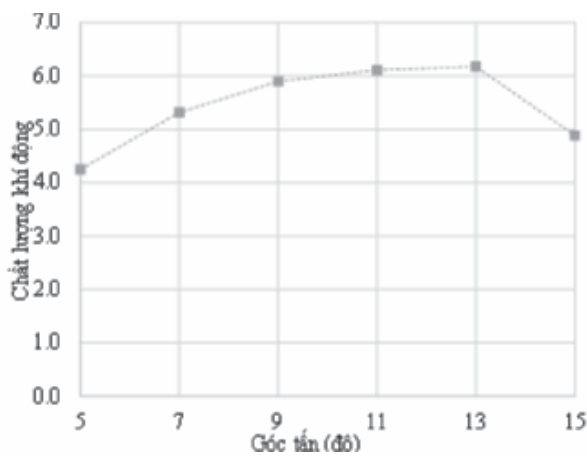
Hình 6. Trường vận tốc và áp suất giữa thân và cánh

Xét mặt cắt giữa thân và cánh là vị trí dòng khí bắt đầu đi vào vùng mặt cắt giữa thân và cánh. Từ Hình 6a, ta thấy trường áp suất thay đổi liên tục, dòng không khí chuyển động có xoáy và thường bị rối (các vector vận tốc chuyển động hỗn loạn, không suôn đều, Hình 6b), đây cũng được coi là tiết diện nguy hiểm nhất của máy bay và là vị trí tạo lực cản chòng chéo cho máy bay. Nguyên nhân là do tương tác giữa thân và cánh máy bay khi có dòng khí đi vào làm cho dòng khí chuyển động không đều gây ra các vùng có áp suất thay đổi đột ngột.

Khi góc tấn tăng từ 5 đến 15 độ, hệ số lực nâng (CL) và hệ số lực cản (CD). Trong đó, hệ số lực nâng tăng nhanh hơn nhiều so với sự tăng của hệ số lực cản. Chất lượng khí động tăng khi góc tấn tăng từ 5 đến 13 độ và sau đó giảm khá mạnh. Như vậy, chất lượng khí động đạt cực đại ở khoảng 13 độ.



a. CL và CD



b. Chất lượng khí động – CL/CD

Hình 7. Đặc tính khí động

4. KẾT LUẬN

Đặc tính khí động của máy bay hai chỗ ngồi được nghiên cứu mô phỏng sử dụng phần mềm ANSYS. Với dải góc tấn nghiên cứu, cả hệ số lực nâng và hệ số lực cản đều tăng khi góc tấn tăng nhưng hệ số lực cản tăng chậm hơn so với hệ số lực nâng. Chất lượng khí động đạt giá trị lớn nhất vào khoảng 13 độ. Như vậy cho phép khuyến cáo không tăng góc tấn sau 13 độ để không làm giảm hiệu quả của động cơ máy bay. ❖

Ngày nhận bài: 02/6/2025

Ngày phản biện: 16/6/2025

Tài liệu tham khảo:

- [1]. <http://www.zenithair.com/stolch701/7-design.html>
- [2]. Anderson J. D. (1984), “*Fundamental of aerodynamics*”. McGraw-Hill book company.
- [3]. FLUENT UDF Manual.