

NGHIÊN CỨU ẢNH HƯỞNG CỦA BIÊN DẠNG ĐẾN ĐẶC TÍNH ÂM KHÍ ĐỘNG CẢNH

RESEARCH ON THE INFLUENCE OF AIRFOIL ON AEROACOUSTIC CHARACTERISTICS OF WING

Hoàng Thị Kim Dung

Trường Cơ khí, Đại học Bách khoa Hà Nội

TÓM TẮT

Âm khí động là âm thanh có nguồn gốc khí động. Bài báo nghiên cứu mô phỏng số âm khí động của cánh máy bay với bốn biên dạng khác nhau gồm: NACA4412, NACA2412, Clark Y, NASA SC(2) – 0610. Nghiên cứu được thực hiện ở tốc độ chuyển động 0,8M là tốc độ chuyển động của máy bay thương mại. Kết quả nghiên cứu cho thấy chất lượng khí động càng lớn thì dải mức áp suất âm càng nhỏ và ngược lại. Ở đây, biên dạng NASA SC(2) – 0610 cho chất lượng khí động tốt nhất khoảng 19 và mức áp suất âm nhỏ nhất từ 39-47dB. Cả bốn biên dạng nghiên cứu đều có dải áp suất âm khá bé nằm trong ngưỡng nghe của tai người.

Từ khóa: *Biên dạng; Âm khí động; ANSYS; Phương pháp tách riêng nguồn.*

ABSTRACT

Aeroacoustic is the sound of aerodynamic origin. This paper researched the aeroacoustics simulation of the aircraft wing with four different airfoilssuch as NACA4412, NACA2412, Clark Y, NASA SC(2) – 0610. The research was carried out at a moving speed of 0.8M is the moving speed of a commercial aircraft. Research results showed that the greater the aerodynamic quality, the smaller the sound pressure level range and vice versa. Here, NASA SC(2) – 0610 airfoil gave the best aerodynamic quality of about 19 and the smallest sound pressure level of 39-47dB. All four research profiles had a relatively small sound pressure range within the hearing threshold of the human ear.

Keywords: *Airfoil; Aeroacoustic; ANSYS; SSPM.*



1. GIỚI THIỆU

Âm khí động là âm thanh có nguồn gốc khí động, hình thành hoàn toàn do sự biến đổi của trường áp suất qua vật thể.

Với mục đích nghiên cứu âm khí động qua các cánh có biên dạng khác nhau, bốn biên dạng cánh được lựa chọn và nghiên cứu ở tốc độ 0,8M. Nghiên cứu được thực hiện với sự trợ giúp của phần mềm ANSYS. Đầu tiên, bài toán khí động được thực hiện để tính trường phân bố áp suất qua cánh [1-3]. Sau đó, phương pháp tách nguồn SSPM được sử dụng, xem phân bố áp suất của bài toán khí động như đầu vào để tính mức áp âm trên cánh.

2. MÔ HÌNH CÁNH NGHIÊN CỨU

Mô hình cánh nghiên cứu có dạng hình chữ nhật với sải cánh 1m, dây cung 0,2m và biên dạng gồm (Hình 1):

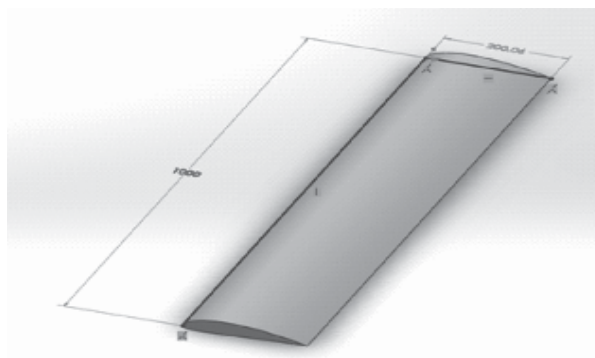
- NACA4412: Độ dày lớn nhất 13% tại vị trí 30% dây cung, độ vồng lớn nhất 4% tại vị trí 40% dây cung. Thường được sử dụng cho máy bay mô hình, dòng máy bay Aeronca, Champion, Jabiru, Stinson...

- NACA2412: Độ dày lớn nhất 12% tại vị trí 30% dây cung, độ vồng lớn nhất 2% tại vị trí 40% dây cung. Thường được sử dụng trong các dòng máy bay: Baumann, Cessna, Fleetwings, Reims...

- Clark Y: Độ dày lớn nhất 11,7% tại vị trí 28% dây cung, độ vồng lớn nhất 3,4% tại vị trí 42% dây cung. Thường được sử dụng trong các dòng máy bay: Aerocomp, Aeronca, Avia, Call Air, Kinner, Monocoupe, Spartan...

- NASA SC(2) – 0610: Độ dày lớn nhất

10% tại vị trí 38% dây cung, độ vồng lớn nhất 1,8% tại vị trí 82% dây cung. Profil NASA SC(2) – 0610 có độ dày và hình dáng tương tự với profil của Airbus A380.



a. Kích thước cánh



NACA 4412



NACA 2412



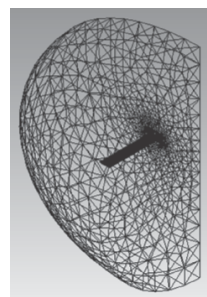
Clark Y



NASA SC(2) – 0610

b. Biên dạng cánh

Hình 1. Mô hình cánh



Hình 2. Miền tính toán và chia lưới

	Số lượng	Skewness	Ortho
NACA 4412	432.106	0,255	0,844
NACA 2412	490.923	0,254	0,846
Clark Y	488.299	0,257	0,843
NASA SC(2) – 0610	467.814	0,258	0,841

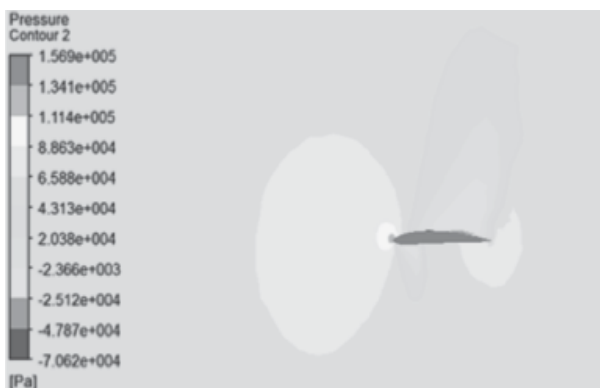
Bài toán khí động được giải với điều kiện làm việc của máy bay thương mại ở tốc độ 0,8M với bước thời gian $2,5 \cdot 10^{-5}$ s dùng mô hình rối k- ϵ tiêu chuẩn trong ANSYS. Miền tính toán và lưới mô phỏng của các bài toán khí động với số lượng phần tử và chất lượng lưới được thể hiện trong Hình 2.

Bài toán âm học sử dụng phương pháp tách riêng nguồn (Segregated Source Propagation Methods – SSPM) [1].

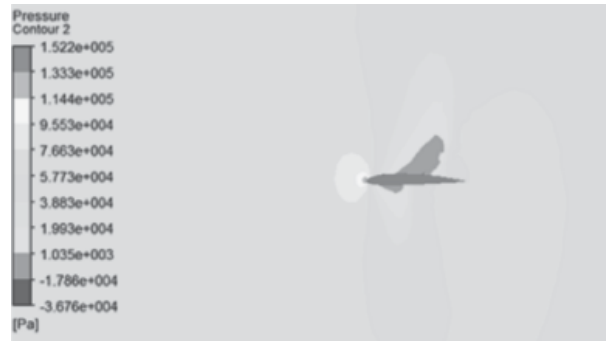
3. KẾT QUẢ

3.1. Đặc tính khí động

Dòng chảy qua bốn biên dạng được thể hiện trong Hình 3. Điểm tiếp xúc đầu tiên giữa dòng khí và mép vào của cánh cho áp suất lớn nhất. Chất lượng khí động, C_L/C_D , được tổng hợp trong Bảng 1. Cánh có biên dạng NASA SC(2) – 0610 cho chất lượng khí động tốt nhất là 19,00.



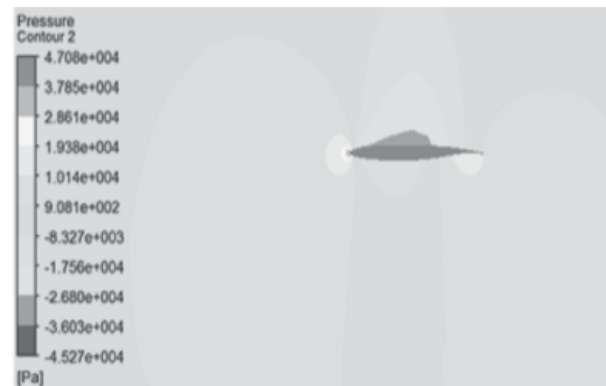
a. NACA 4412



b. NACA 2412



c. Clark Y



d. NASA SC(2) – 0610

Hình 3. Phân bố áp suất qua cánh

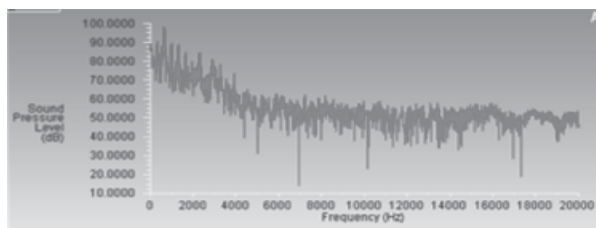
3.2. Đặc tính âm thanh

Hình 4, 5, 6 là mức áp âm của các cánh có biên dạng khác nhau tại ba vị trí có tọa độ: A(0; -1; 0) – Góc cánh; B(0; -10; 0) và C(0; -20; 0).

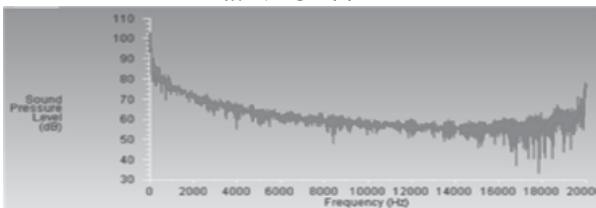


Với âm thanh ở tần số dưới 10 kHz thì mức áp âm cao nhưng chưa ổn định. Còn với âm thanh ở tần số trên 10 kHz, mức áp âm đã ổn định hơn nhưng mức áp âm ở tần số này không gây ra quá nhiều tác hại đối với tai người.

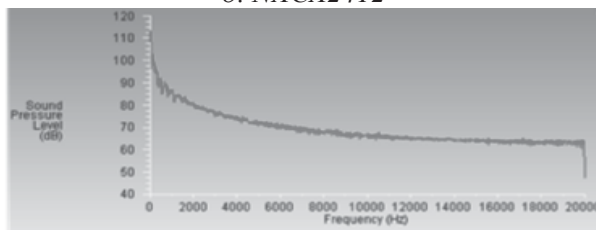
Bảng 1 tổng hợp dải áp suất âm của của bốn cánh có biên dạng khác nhau. Cánh NASA SC(2) – 0610 cho chất lượng khí động tốt nhất và có dải áp suất âm khá bé. Cả bốn biên dạng đều cho dải áp suất âm trong khoảng tai người nghe thấy mà không cảm thấy đau, nhói. Có thể kết luận rằng, chất lượng khí động càng lớn thì mức áp âm hình thành càng bé [2], [3].



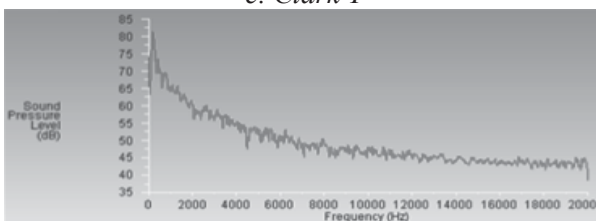
a. NACA4412



b. NACA2412

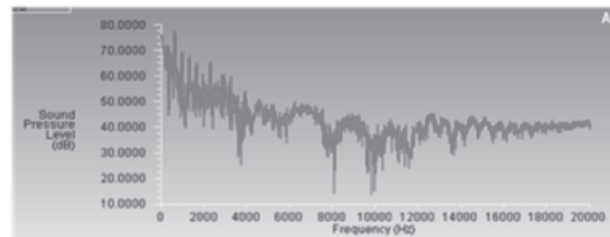


c. Clark Y

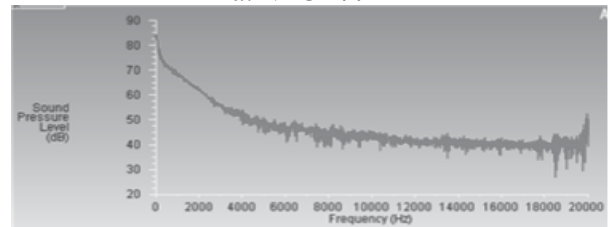


d. NASA SC(2) – 0610

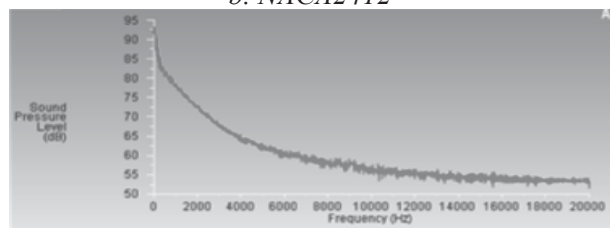
Hình 4. Mức áp suất âm tại vị trí A



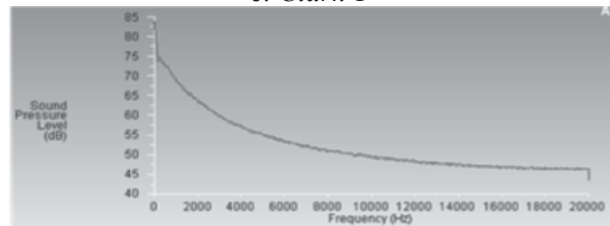
a. NACA4412



b. NACA2412

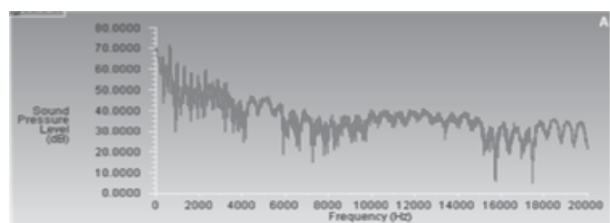


c. Clark Y

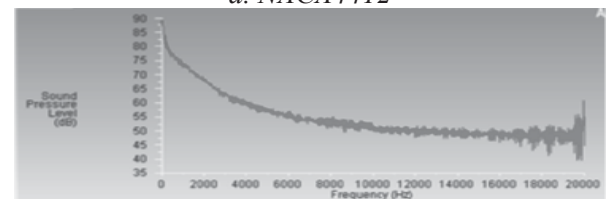


d. NASA SC(2) – 0610

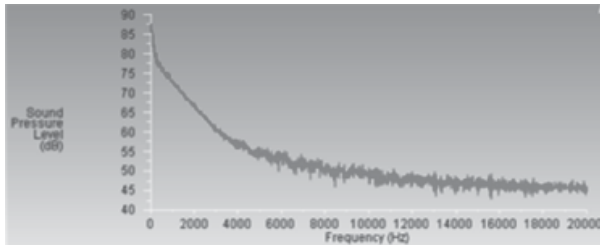
Hình 5. Mức áp suất âm tại vị trí B



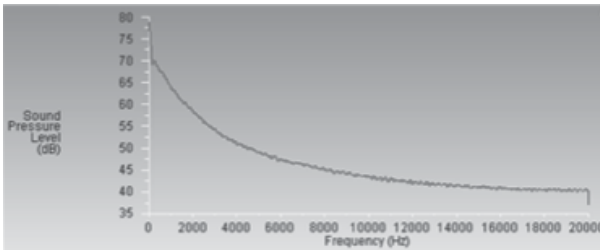
a. NACA4412



b. NACA2412



c. Clark Y



d. NASA SC(2) – 0610

Hình 6. Mức áp suất âm tại vị trí C

Bảng 1. Chất lượng khí động và dải áp suất âm đối với từng cánh

Profil cánh	C_L/C_D	Áp suất âm (dB)		
		Điểm A	Điểm B	Điểm C
NACA4412	4,70	20-62	20-62	15-45
NACA2412	4,75	40-77	40-77	30-52
Clark Y	3,30	50-65	50-65	53-56
NASA SC(2) – 0610	19,00	39-46	39-46	43-47

4. KẾT LUẬN

Âm khí động của cánh hình chữ nhật với các biên dạng khác nhau được nghiên cứu mô phỏng dùng phần mềm ANSYS.

Đặc tính khí động của cánh càng lớn thì dải áp suất âm hình thành càng nhỏ và ngược lại. Ở đây, biên dạng NASA SC(2) – 0610 có chất lượng khí động cao khoảng 19,00 và dải áp suất âm hình thành bé nằm trong khoảng 39-47dB.❖

Ngày nhận bài: 28/4/2024

Ngày phản biện: 23/5/2024

Tài liệu tham khảo:

- [1].Domenico Caridi, “Industrial CFD simulation of aerodynamic noise”, PhD Thesis, Napoli Federico II University, Italy, 2008.
- [2].Dung Hoang Thi Kim, Khanh Nguyen Phu, “A computational study of aerodynamic noise alleviation on a generic car model”, ASEAN Engineering Journal, ISSN: 2856-9159, Part A, Vol 6 No 2, pp. 14-21, 2016.
- [3].Ngoc-Khanh Pham, Thi-Kim-Dung Hoang, Phu-Khanh Nguyen, Nguyen-Thanh Duong, “Computational simulation of aerodynamic noise generation on high-lift configuration”, Journal of Aeronautics, Astronautics and Aviation, Vol. 54, Issue 4, pp. 393-403, 2022.