

## NGHIÊN CỨU THIẾT KẾ VÀ KIỂM BỀN KẾT CẤU CÁNCH CHÍNH CỦA UAV DẠNG TÀU LƯỢN

RESEARCH ON DESIGN AND STRENGTH ANALYSE THE MAIN WING  
OF UAV GLIDER

**Đinh Tấn Hưng**

Trường Cơ khí, Đại học Bách khoa Hà Nội

### TÓM TẮT

*Bài báo nghiên cứu thiết kế kết cấu cánh chính của UAV dạng tàu lượn. Kết cấu cánh thiết kế được kiểm bền sử dụng tải phân bố áp suất, kết quả của bài toán khí động, là một trong những điều kiện đầu vào sử dụng phần mềm ANSYS. Kết quả kiểm bền cho thấy kết cấu cánh chính đủ bền.*

**Từ khóa:** Tàu lượn không người lái; Kiểm bền; ANSYS.

### ABSTRACT

*The article research to determine the position of the engine relative to the main wing of a UAV glider using ANSYS software. The glider has four engines operating in cruise mode at a speed of 10m/s and an angle of attack of 3 degrees. Research results show that at the location of engines 0.7m in front of the leading edge of main wing, the best aerodynamic quality is carried out. The height of the engine above the main wing does not affect the aerodynamic quality.*

**Keywords:** UAV Glider; Strength Analyse; ANSYS.

### 1. GIỚI THIỆU

Theo thời gian, lần lượt các thiết kế máy bay UAV dạng tàu lượn ra đời và qua mỗi thiết kế, có những cải thiện về trần bay, tầm bay và thời gian bay. Cần phải nhấn mạnh rằng, những cải tiến trong thiết kế sẽ không dừng lại ở đó mà sẽ luôn được nghiên cứu, tích hợp các công nghệ mới vào chế tạo nhằm tạo ra các thế hệ UAV dạng tàu lượn thông minh hơn phục vụ cho các mục đích khác nhau như trình diễn, do thám trong quân sự, hay trạm thu, phát, trung

chuyển thông tin như một vệ tinh,...

Các mẫu UAV từng bước được phát triển theo thời gian, bước đầu là tăng thời gian bay và trần bay bằng các cải tiến về động cơ và loại pin năng lượng mặt trời... tiếp đó các mẫu UAV cuối thế kỉ 19 và đầu thế kỉ 20 có sự phát triển mạnh về tầm bay và thời gian bay khi có sự kết hợp vật liệu vào chế tạo UAV giúp giảm khối lượng và giảm chi tiết mà vẫn đáp ứng được độ bền cần thiết.

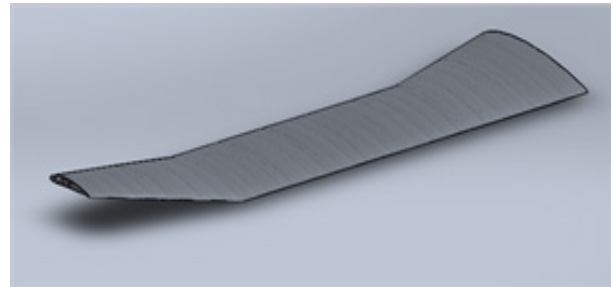
Ngày nay, với sự phát triển chóng mặt của các ngành vật liệu đã kéo theo sự phát triển của UAV đặc biệt là quan trọng với dạng UAV cần khối lượng nhẹ như UAV tàu lượn. UAV đã ứng dụng rất nhiều vật liệu khác nhau vào việc thiết kế, chế tạo các mẫu UAV khác nhau để đạt mục đích theo mong muốn và vật liệu composite đóng một vai trò trung tâm trong việc thiết kế và chế tạo máy bay UAV dạng tàu lượn không người lái [1].

Với mục tiêu mang tải có ích 1,5kg ở trần bay 300m ứng dụng trong khảo sát, giám sát trồng rừng, phục vụ cứu hộ, cứu nạn, tàu lượn tỷ số dạng lớn, sải cánh gần 10m và khối lượng cất cánh 35kg được nghiên cứu thiết kế, chế tạo [2].

## 2. THIẾT KẾ CÁNH CHÍNH

### 2.1. Vỏ cánh

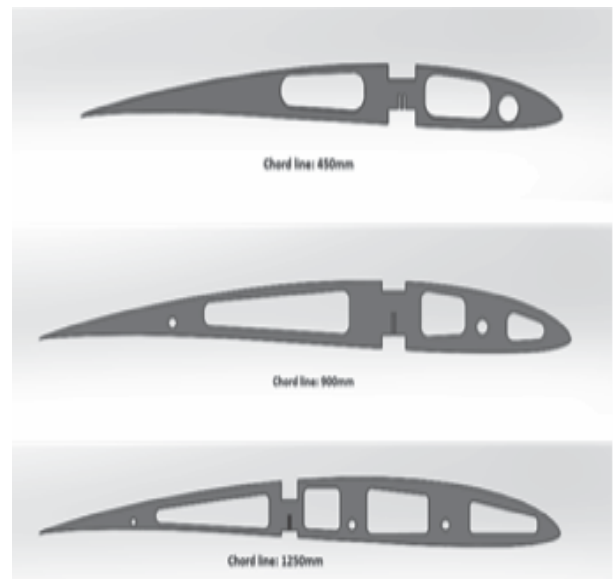
Vỏ cánh là một phần quan trọng không thể thiếu của kết cấu cánh với chức năng cơ bản là định dạng một bề mặt không thấm thấu để hỗ trợ sự phân bố áp suất khí động, khả năng tạo lực nâng của cánh cũng được sinh ra từ đó. Lực khí động này được truyền đến các khung xương qua vỏ và sự tương tác giữa các phần tử của tấm phủ vỏ cánh. Bên cạnh đó, tấm phủ vỏ cánh còn đóng vai trò quan trọng trong việc định hình hình dạng cánh, bảo vệ kết cấu bên trong và góp phần tạo nên tính thẩm mỹ cho phần cánh nói riêng cũng như toàn bộ máy bay nói chung. Vì thiết kế ở dạng khung kết cấu chịu tải nên vỏ chỉ cần đảm bảo giữ hình dáng khí động của cánh, không cần quá cứng, chịu ứng suất tốt. Vì vậy, chọn vật liệu vỏ cánh là vật liệu composite bọc ngoài khung xương và sử dụng decal dán phủ ngoài cùng. Ưu điểm là cách làm đơn giản, nhanh chóng, tiện lợi và không đòi hỏi nhiều trang thiết bị.



Hình 1. Vỏ cánh

### 2.2. Khung sườn và thanh xà ngang

Các khung sườn (rib) đã được tính toán với kích thước 1250mm, 1000 mm, 900 mm, 600 mm và 450 mm. Độ dày 1 tấm rib được cố định là 5mm (đủ để chịu các khớp nối với thanh spar) (Hình 2). Các tấm khung sườn được khoét để giảm khối lượng.



Hình 2. Khung sườn

Để chống xoắn tốt hơn cho kết cấu 2 thanh cacbon dạng ống được lắp thêm vào ở vị trí  $\frac{1}{4}$  và  $\frac{3}{4}$  dây cung. Ngoài ra, bổ sung thêm một ống cacbon ở vị trí đầu cánh giúp tăng độ cứng cho kết cấu. Các loại ống sử dụng được cho trong Bảng 1.

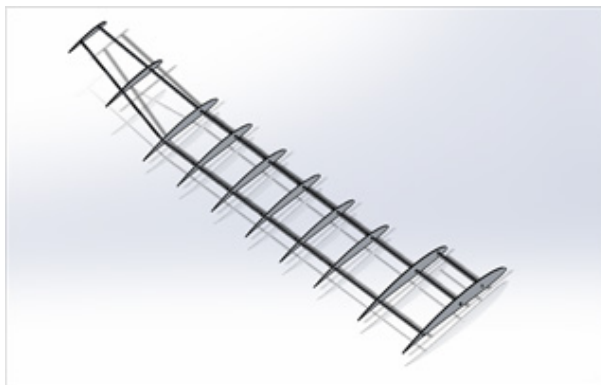


Bảng 1. Các loại ống dầm

| Loại ống | Chiều dài (mm) | Vị trí kết nối              |
|----------|----------------|-----------------------------|
| Φ20 (2)  | 4800           | Rib 1-10, kết nối thân cánh |
| Φ14 (1)  | 3500           | Rib 1-8                     |
| Φ20 (3)  | 607            | Rib 1-2                     |

## 2.3. Kết cấu cánh

Tổng thể kết cấu cánh với sải cánh lên đến 9600mm gồm có 19 profil, 2 ống cacbon tại vị trí  $\frac{1}{4}$  và  $\frac{3}{4}$  dây cung (Hình 3). Phần lớn các profil sẽ được làm bằng nhôm để giảm khối lượng kết cấu do tổng thể kết cấu đã được đảm bảo bền do các thanh dầm, ta chỉ cần profil để đảm bảo duy trì hình dạng tấm vỏ. Như vậy là kết cấu khung đã đơn giản hơn rất nhiều và vẫn đảm bảo đủ bền cho tổng thể kết cấu cánh, theo các tính toán sơ bộ. Khả năng chịu lực của kết cấu khung xương sẽ được kiểm nghiệm lại trong phần mô phỏng kết cấu.



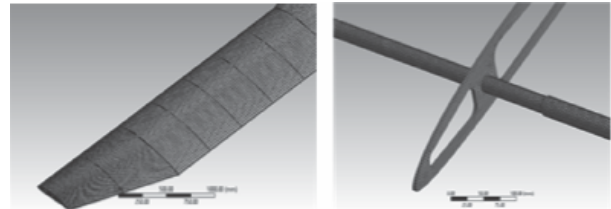
Hình 3. Kết cấu cánh

## 3. KIỂM BỀN KẾT CẤU CÁN

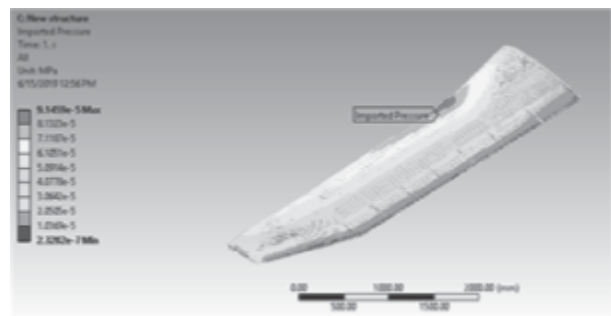
### 3.1. Thiết lập kiểm bền trong ANSYS

Mô hình cánh hoàn chỉnh được nhập vào module ANSYS Mechanical và xử lý trong môi trường Design Modeler. Sau khi có xử lý

về mặt hình học, mô hình sẽ được chia lưới tự động trong ANSYS [3]. Phần tử lưới được chia có kích thước từ 4-8mm tùy từng khu vực. Khu vực cánh được chia mịn để quá trình tải lực khí động cho kết quả phân bố lực tốt nhất. Kết quả chia lưới mô hình cánh được minh họa trong Hình 4.

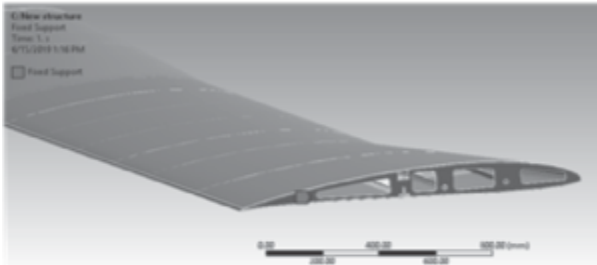


a. Bề mặt cánh      b. Trong kết cấu  
Hình 4. Chia lưới



Hình 5. Áp suất khí động trên bề mặt cánh

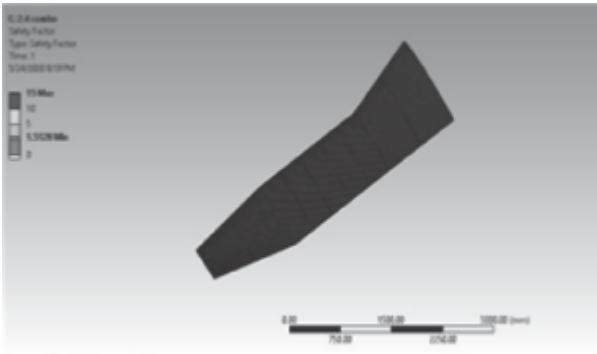
Sau khi lưới đã được chia, tải khí động sẽ được đặt lên bề mặt cánh (Hình 5). Các điều kiện biên được đặt bao gồm các vị trí ngàm và lực trọng trường. Đối với liên kết ngàm, khu vực được ngàm bao gồm các mặt nằm tại gốc cánh (Hình 6). Đối với lực trọng trường, gia tốc trọng trường có độ lớn  $9,81\text{m/s}^2$  theo phương vuông góc với bề mặt cánh. Gia tốc trọng trường được đặt để xét đến cả ảnh hưởng của trọng lực đến ứng suất trong cánh. Cuối cùng, kết cấu cánh được gán vật liệu để mô phỏng. Các vật liệu thông dụng cho UAV thường sử dụng là thép, hợp kim nhôm, vật liệu composite. Đối với thép và nhôm, composite trong cơ sở dữ liệu của ANSYS đã có sẵn.



Hình 6. Vị trí đặt liên kết ngàm

### 3.2. Kiểm bền

Kết cấu được kiểm bền thông qua hệ số an toàn. Hệ số an toàn là một tiêu chí đánh giá có thể áp dụng cho vật liệu nhôm và gỗ balsa dựa trên việc so sánh ứng suất lớn nhất trên kết cấu và ứng suất tối đa mà kết cấu có thể chịu được. Kết cấu được đánh giá theo tiêu chí hệ số an toàn được coi là bền nếu giá trị tại các vị trí lớn hơn 1. Hệ số an toàn với nhôm đạt giá trị tối thiểu là 1,4447 (Hình 7).



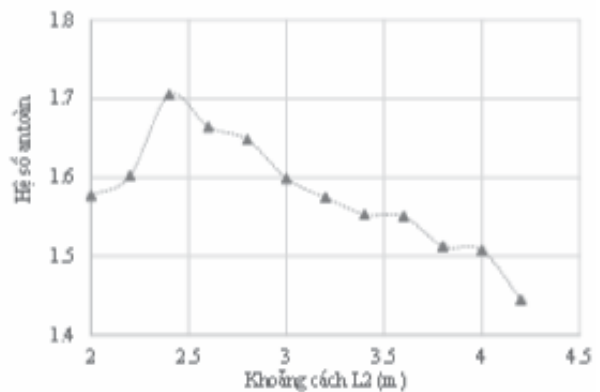
Hình 7. Hệ số an toàn



Hình 8. Giá trị damage status tại các thanh xà

Vì trong kết cấu có sử dụng kết hợp giữa nhôm, gỗ balsa và vật liệu cacbon nên để kiểm bền hoàn toàn cho kết cấu, tiêu chí Damage Status sẽ được áp dụng để đánh giá vật liệu cacbon. Tiêu chí đánh giá này trả về kết quả là một trong ba giá trị: 0 – Không bị phá hủy; 1 – Phá hủy một phần; 2 – Phá hủy hoàn toàn. Như vậy, trong thiết kế cần đạt được giá trị nhỏ hơn 1 để kết cấu đủ bền. Tất cả các thanh xà đều có giá trị damage status trả về 0 (Hình 8) cho thấy các thanh xà không bị phá hủy.

Kiểm bền cánh máy bay với các động cơ cách mép vào cánh chính 0,7m, động cơ gần thân có định 1,2m so với mặt phẳng đối xứng, khoảng cách động cơ xa thân,  $L_2$ , được thay đổi từ 2 đến 4,2m so với mặt phẳng đối xứng.



Hình 9. Hệ số an toàn theo khoảng cách  $L_2$

Tại vị trí 2,4m, tức ở vị trí gấp đôi so với động cơ gần thân, hệ số kiểm bền cao nhất đạt 1,71.

### 4. KẾT LUẬN

Kết cấu cánh máy bay có sải cánh gần 10m và tỷ số dạng lớn được thiết kế và kiểm tra đủ bền ở chế độ làm việc nghiên cứu. Vị trí đặt động cơ so với mặt phẳng đối xứng của máy bay không ảnh hưởng nhiều đến chất lượng khí động cánh nhưng lại có ảnh hưởng đến bài toán

kiểm bền. Kết quả nghiên cứu chỉ ra vị trí đặt động cơ để cho hệ số an toàn lớn nhất 1,71 là cách mép vào cánh chính 0,7m, động cơ gần thân cách mặt phẳng đối xứng 1,2m còn động cơ xa thân có vị trí xa gấp đôi so với động cơ gần thân. ❖

Ngày nhận bài: **16/7/2023**

Ngày phản biện: **5/8/2023**

---

### Tài liệu tham khảo:

[1]. Pervaiz S. S., Abdullah A., Dol S. S. B., *Simulation Study of a Solar Glider Design*, 2020 International Conference on Decision Aid Sciences and Application (DASA), 2021 <https://doi.org/10.1109/DASA51403.2020.9317255>

[2]. Nguyen Phu Hung, Vu Quoc Huy, Dinh Tan Hung, Hoang Thi Kim Dung; *Design, Fabrication and Testing of an Autonomous Fixed-Wing UAV*, Journal of Science and Technology (Technical Universities), ISSN: 0868-3980, Vol. 94/2013, pp. 14-18, 2013.

[3]. Hoàng Thị Kim Dung, Vũ Quốc Huy; *Nghiên cứu kiểm bền máy bay không người lái hai động cơ*, Tuyển tập Công trình Hội nghị khoa học Cơ học Thủy khí Toàn quốc năm 2014, ISSN: 1859-4182, pp. 137-144, Ninh Thuận, Việt Nam, 2014.