

TÀI LIỆU THAM KHẢO

- [1] Hệ thống lái tự động hãng Rolls- Royce (Na-uy).
[2] Hệ thống lái tự động hãng Raytheon Anchuz (Đức).

Người phản biện: PGS.TS. Lưu Kim Thành

MÔ PHỎNG SỐ CẤU TRÚC XOÁY ĐỈNH CÁNH TRÊN CHÂN VỊT TÀU THỦY NUMERICAL SIMULATION OF THE STRUCTURE OF PROPELLER'S TIP VORTEX

TS. VŨ VĂN DUY

Viện khoa học Cơ sở, Trường ĐHHH

Tóm tắt

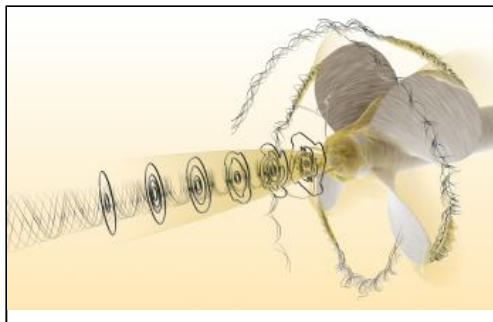
Một nét đặc trưng của chân vịt khi hoạt động là tạo ra cấu trúc xoắn ốc kéo dài phía sau, điều này là do hiện tượng xoáy đỉnh cánh gây ra. Xoáy đỉnh cánh được tạo ra do sự chênh áp giữa 2 miền áp suất lớn (mặt đẩy) và miền áp suất thấp (mặt hút), khi đó các phần tử lỏng phía cao áp sẽ cuộn qua đỉnh cánh sang mặt hút, nhưng chỉ được giới hạn nhất định chúng sẽ bị cuốn theo dòng đi xa tạo ra cấu trúc xoắn ốc trong không gian. Hiện tượng này xảy ra sẽ làm giảm hệ số lực nâng trên cánh.

Abstract

One of the notable features of the propeller wake is the helical vortex structure formed by the blade tip vortices. Tip vortices occur at the ends of lifting surfaces where the higher-pressure flow leaks around to the lower-pressure region on the suction side, rolling up the bound vortex sheet into a flow structure attached to the tip of the leading edge and extending far into the wake. These effects may act to decrease significantly the lift force on a surface with low aspect ratio such as a marine propeller blade.

1. Giới thiệu

Trong lĩnh vực máy thủy lực cánh dẫn hướng trục nói chung thì vấn đề khe hở đỉnh cánh là không thể tránh khỏi vì vậy việc xuất hiện xoáy đỉnh cánh đã được nhiều tác giả nói tới, để minh chứng cho vấn đề này đã có hàng loạt nghiên cứu thực nghiệm trên bơm hướng trục, tua bin hướng trục hay chân vịt tàu thủy. Tuy vậy việc đánh giá ảnh hưởng của chúng tới hiệu suất làm việc của máy là rất phức tạp. Việc nghiên cứu bằng phương pháp số cho phép ta mổ xẻ vấn đề để đánh giá mức độ ảnh hưởng theo từng khía cạnh khác nhau. Trong bài báo này tác giả sử dụng phương pháp số để mô phỏng cấu trúc xoáy đỉnh cánh để khẳng định tính đúng đắn và tiện lợi trong nghiên cứu bằng phương pháp số, từ đây có thể mở rộng để đánh giá mức độ ảnh hưởng tới các thông số làm việc của máy theo các hướng khác nhau.



Hình 1.1. Hình ảnh minh họa cấu trúc xoáy trong không gian bán công tác chân vịt tàu thủy [6].

2. Nội dung phương pháp

2.1. Cơ sở lý thuyết

Phương trình cơ bản cho bài toán mô phỏng dòng chảy chính là phương trình liên tục, phương trình Navier-Stokes và phương trình năng lượng [1], [2], [5]:

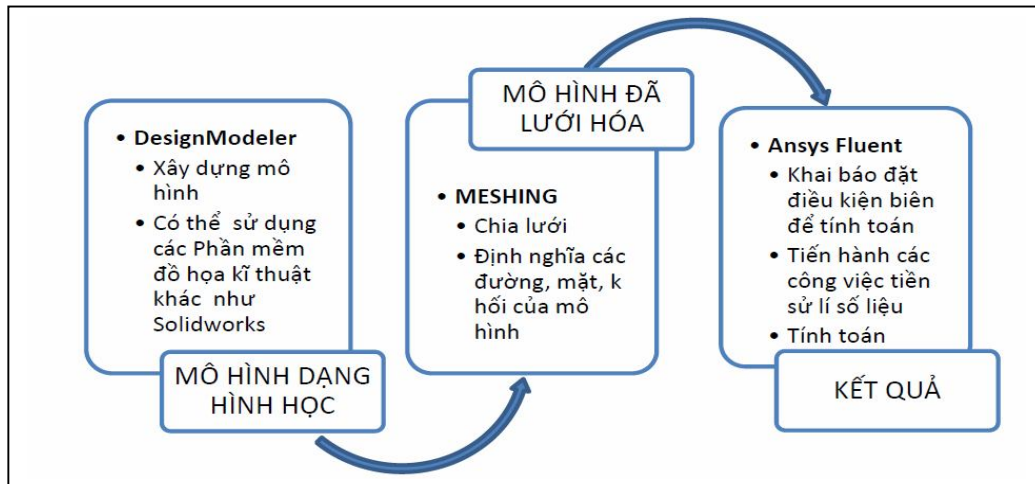
$$\frac{\partial \rho}{\partial t} + \text{div}(\rho \vec{V}) = 0 \quad (2.1)$$

$$\frac{d\vec{V}}{dt} = \vec{F} - \frac{1}{\rho} \text{grad}p + \nu \Delta \vec{V} \quad (2.2)$$

$$\frac{\partial}{\partial t}(\rho E) + \text{div}(\vec{V}(\rho E + p)) = \text{div}\left(k_{\text{eff}} \nabla T - \sum_j h_j \vec{J}_j + (\vec{i}_{\text{eff}} \vec{V})\right) + S_h \quad (2.3)$$

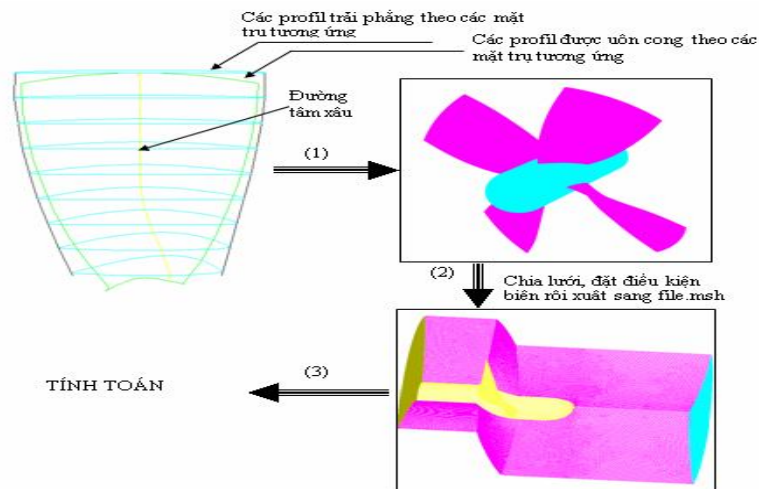
Ở đây: ρ : khối lượng riêng ; \vec{v} : vectơ vận tốc ν : hệ số nhớt động học ; p : lực khối đơn vị ; p : áp suất ; E : nhiệt dung riêng của chất lỏng ; k_{eff} : hệ số dẫn nhiệt hiệu dụng ; \vec{J}_j : thông lượng khuếch tán ; S_h : bao hàm nhiệt của phản ứng hoá học và các nguồn nhiệt khác.

Nghĩa là mỗi phần tử lỏng trong không gian tính toán đều phải thỏa mãn các phương trình lý thuyết trên, trong nội dung bài báo tác giả sử dụng phương pháp thể tích hữu hạn trong gói phần mềm Ansys kết hợp với các file được lập trình từ bên ngoài. Trình tự các bước được thể hiện rõ qua hình vẽ sau:



Hình 2.1. Trình tự các bước tính toán [5].

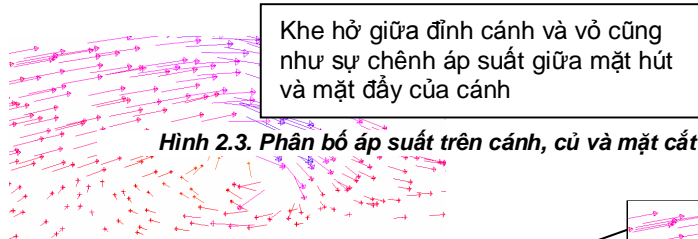
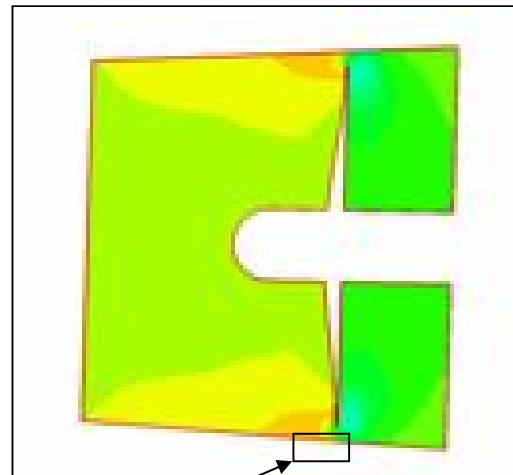
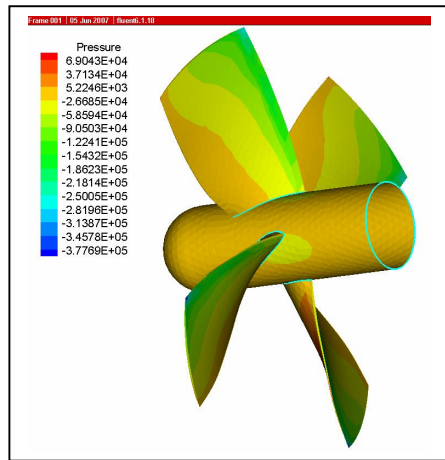
2.2. Phân tích kết quả



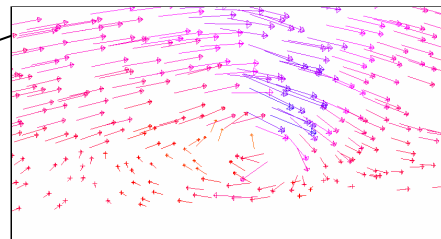
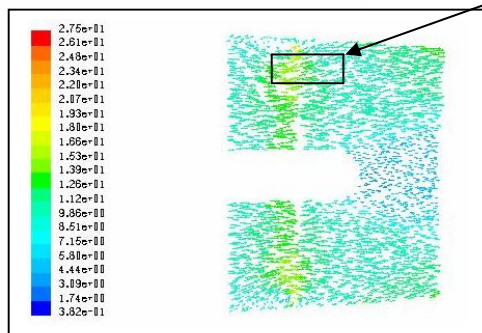
Hình 2.2. Kết quả thực hiện các bước trước khi tính toán.

Để tiện theo dõi phương pháp tính toán tác giả tiến hành trên một mẫu chân vịt đã sản xuất, đây là chân vịt có 4 cánh được lắp trong ống đạo lưu[4], trình tự tính toán có thể chia thành 3 bước chính như sau:

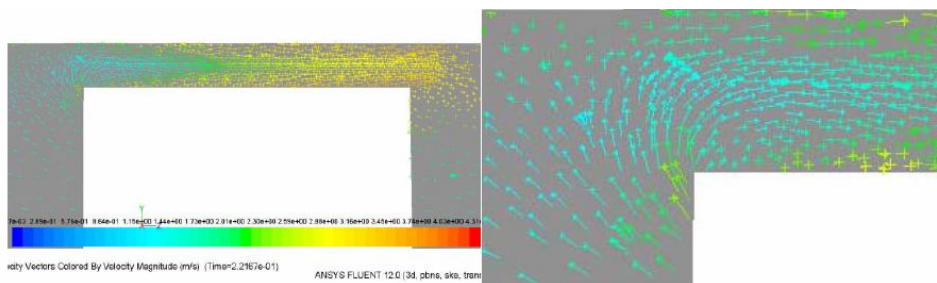
- B1: Dựa vào bản vẽ thiết kế (thông thường từ phần mềm Autocad) để xây dựng biên dạng chân vịt 3D dạng số hóa được (như Gambit, solidwork, blade modeler).
- B2: Tiến hành chia lưới để rời rạc hóa không gian tính toán, với không gian có giới hạn hình học rất phức tạp như biên dạng cánh thông thường ta sử dụng lưới có dạng tứ diện, trong bài toán cụ thể này số lưới được chia là khoảng hơn 3 triệu, số lưới càng cao nghĩa là khoảng cách giữa các nút tính là nhỏ (lưới mịn), nhưng điều này phụ thuộc nhiều cấu hình máy tính và kích thước hình học nhỏ nhất tồn tại trong bài toán.
- B3: Đặt điều kiện biên, xử lý các thông số tính toán và bắt đầu cho tính toán với độ chính xác đặt trước.



Hình 2.3. Phân bố áp suất trên cánh, củ và mặt cắt dọc trục chân vịt.



Hình 2.4. Hình ảnh phân bố vận tốc trên mặt cắt dọc trục và hiện tượng xoáy đỉnh cánh.



Hình 2.5. Hình ảnh dòng chảy ngược tại khe hở đỉnh cánh.

Để đánh giá được mức độ ảnh hưởng của hiện tượng xoáy đỉnh cánh này ta có thể đưa vào bài toán các khe hở giữa đỉnh cánh và vỏ khác nhau từ đó thể hiện các thông số khác theo chúng như trường phân bố áp suất, vận tốc, trường xoáy, hiệu suất hay vấn đề xâm thực....

4. Kết luận

Như vậy trong nội dung bài báo này tác giả đã đưa ra các kết quả nghiên cứu bằng phương pháp số để tính toán mô phỏng hiện tượng xoáy đỉnh cánh trên chân vịt tàu thủy, các kết quả đánh giá mức độ ảnh hưởng và những cảnh báo tác giả sẽ giới thiệu trong các báo cáo sau.

TÀI LIỆU THAM KHẢO

- [1] Vũ Văn Duy, Nguyễn Thế Mịch, Nguyễn Thế Đức. *Mô phỏng vùng xâm thực trong dòng bao quanh profil cánh bằng phương pháp phần tử biên*. Trang 77-84. Tuyển tập hội Cơ học toàn quốc lần thứ VIII. Hà Nội, 6-7/12/2007.
- [2] Padamanabhan Krishnaswamy. *Flow modelling for partially cavitating hydrofoils*. PhD thesis, Technical university of Denmark. 2000
- [3] Phạm Công Nghị. *Lý thuyết tàu thủy, tập 3*. NXB Đại học Quốc gia Thành phố Hồ Chí Minh.
- [4] Các bản vẽ của Viện khoa học công nghệ tàu thủy. 2001
- [5] www.Ansys.com
- [6] typo.zib.de/vis-long_projects/virtue/virtue.html

Người phản biện: TS. Quản Trọng Hùng

MÔ PHỎNG SỐ DÒNG CHẢY VÀ SỰ CHÁY TRONG ĐỘNG CƠ TUABIN KHÍ **NUMERICAL SIMULATION OF FLOW AND COMBUSTION** **IN A GAS TURBINE PROPULSION**

TS. VŨ VĂN DUY
Viện khoa học Cơ sở, Trường ĐHHH

Tóm tắt

Trong bài báo này, mô hình dòng chảy và quá trình cháy được nghiên cứu bằng phương pháp số. Các điều kiện về dòng chảy rối được xét đến trong bài toán này, trong đó sử dụng mô hình rối $k-\epsilon$ để mô tả dòng chảy và sử dụng kỹ thuật mô phỏng LES để nghiên cứu quá trình cháy.

Abstract

In this study, fluid motion and combustion process were investigated numerically. Turbulent flow conditions were considered. Standard $k-\epsilon$ turbulence model for fluid flow and LES model for turbulent combustion were utilized.