

KHẢO SÁT CÁC YẾU TỐ ẢNH HƯỞNG ĐẾN CHUYỂN ĐỘNG VÀ ỔN ĐỊNH KHI QUAY VÒNG CỦA XUỒNG CHỮA CHÁY RỪNG TRÀM

Nguyễn Thái Vân¹, Dương Văn Tài²

¹ Trường Đại học Sư phạm Kỹ thuật Vĩnh Long

² Trường Đại học Lâm Nghiệp

TÓM TẮT

Bài báo giới thiệu kết quả khảo sát phương trình vi phân động lực học chuyển động thẳng và quay vòng để xác định các yếu tố ảnh hưởng đến vận tốc, ổn định hướng chuyển động và chống lật của xuồng. Từ quá trình hoạt động thực tế của xuồng, chúng tôi tiến hành xây dựng mô hình động lực học, thiết lập các hệ phương trình vi phân chuyển động thẳng và quay vòng. Sử dụng phần mềm Matlab - Simulink để mô phỏng và khảo sát các yếu tố ảnh hưởng đến vận tốc, ổn định hướng chuyển động và chống lật của xuồng.

Từ khóa: Động lực học, rừng Tràm, xuồng chữa cháy.

I. ĐẶT VẤN ĐỀ

Ở Việt nam hàng năm vẫn xảy ra hàng chục vụ cháy rừng tràm, đã làm mất hàng trăm ha rừng tràm, thiệt hại về kinh tế hàng trăm tỷ đồng, ảnh hưởng xấu đến môi trường sinh thái. Hiện nay thiết bị chữa cháy rừng tràm còn hạn chế, chủ yếu là dùng máy bơm nước cố định nên hiệu quả chữa cháy rừng rất thấp.

Phương pháp chữa cháy rừng hiệu quả nhất hiện nay là sử dụng xuồng chữa cháy chuyên dùng để nhanh chóng tiếp cận đám cháy và phun nước dập lửa, từ đó việc cô lập và khống chế đám cháy được nhanh chóng và hiệu quả hơn.

Đề tài trọng điểm cấp nhà nước "Nghiên cứu công nghệ và thiết kế chế tạo các thiết bị chuyên dụng chữa cháy rừng", đã thiết kế chế tạo ra xuồng chữa cháy rừng tràm, trên xuồng có đặt máy bơm nước chuyên dùng chữa cháy. Kết quả thực nghiệm cho thấy năng suất và hiệu quả chữa cháy cao hơn các thiết bị hiện có. Tuy nhiên xuồng chữa cháy rừng tràm còn một số tồn tại đó là: khả năng mất ổn định khi xuồng quay vòng, rẽ vào kênh vuông góc.

Để tìm ra giải pháp hạn chế những ảnh hưởng xấu của các yếu tố đến khả năng chuyển động và ổn định của xuồng, đồng thời khắc phục tồn tại nêu trên cần tiến hành khảo sát tìm ra qui luật ảnh hưởng của các yếu tố đến động lực học chuyển động của xuồng. Trên cơ sở kết

quả khảo sát thu được là cơ sở khoa học để đưa ra các giải pháp kỹ thuật để hoàn thiện xuồng chữa cháy rừng tràm.

II. ĐỐI TƯỢNG, PHƯƠNG PHÁP NGHIÊN CỨU

2.1. Đối tượng và thiết bị nghiên cứu

Đối tượng nghiên cứu là xuồng chữa cháy rừng tràm do đề tài nghiên cứu khoa học cấp nhà nước mã số KC07.13/06-10 thiết kế chế tạo và hiện đang được sử dụng tại vườn quốc gia U Minh Thượng tỉnh Kiên Giang.

2.2. Phương pháp nghiên cứu

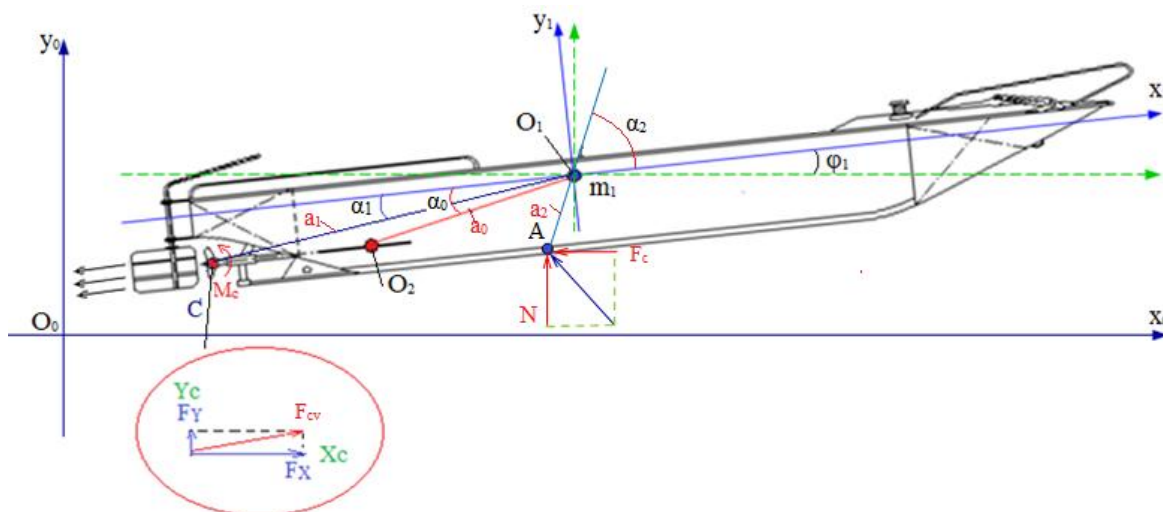
Phương pháp nghiên cứu được sử dụng là áp dụng lý thuyết cơ học hệ nhiều vật, lý thuyết tàu thủy để thiết lập mô hình động lực học và hệ phương trình vi phân động lực học quay vòng. Sử dụng phần mềm Matlab và Simulink 7.7 để mô phỏng và khảo sát các yếu tố ảnh hưởng đến ổn định chuyển động của xuồng, để từ đó rút ra kết luận cần thiết.

III. KẾT QUẢ NGHIÊN CỨU, THẢO LUẬN

3.1. Mô hình động lực học của xuồng chữa cháy rừng tràm

a) Mô hình động lực học chuyển động thẳng của xuồng

Từ cấu tạo và nguyên lý hoạt động thực tế của xuồng chữa cháy rừng tràm, chúng tôi tiến hành xây dựng mô hình động lực học chuyển động của xuồng trên kênh thẳng như hình 1.

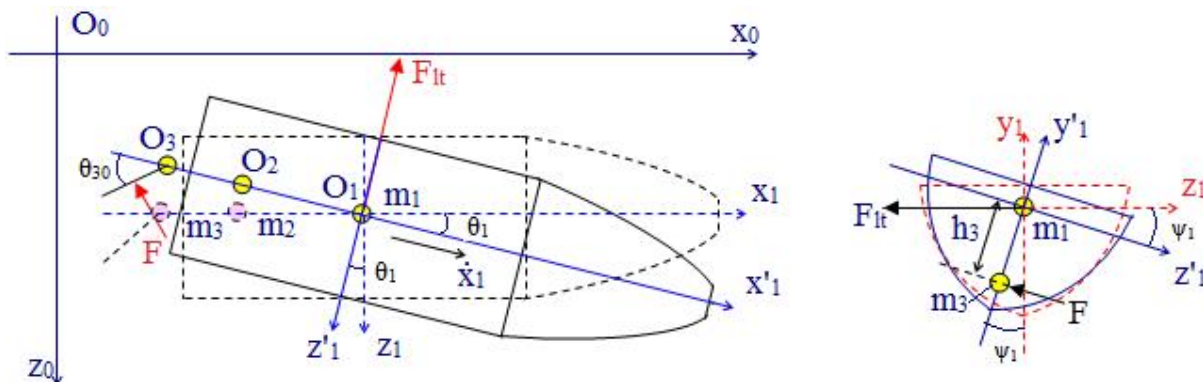


Hình 1. Mô hình chuyển động thẳng của xuồng chữa cháy rừng tràn

b) Mô hình động lực học quay vòng của xuồng

Từ hoạt động thực tế của xuồng khi quay

vòng rẽ vào kênh vuông góc, chúng tôi xây dựng mô hình động lực học của xuồng khi quay vòng được thể hiện trên hình 2.



Hình 2. Mô hình động lực học quay vòng của xuồng chữa cháy rừng tràn

3.2. Hệ phương trình vi phân chuyển động của xuồng chữa cháy rừng tràn

Từ mô hình đã lập được ở trên, sau khi tính được các biểu thức động năng, thế năng, hàm hao tán của hệ, ta thay các giá trị động năng,

thế năng, hàm hao tán vào phương trình vi phân động lực học của hệ viết theo các tọa độ suy rộng được lập từ phương trình Lagrange loại II.

a) Hệ phương trình vi phân chuyển động thẳng

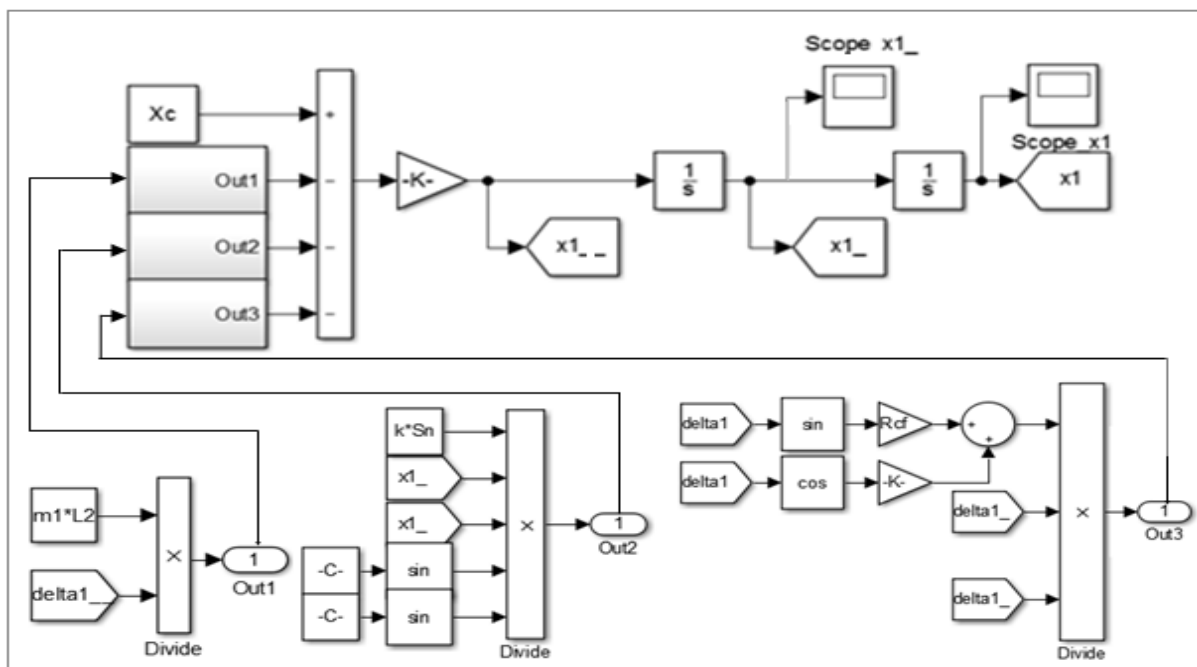
$$\begin{cases} (m_1 + m_2)\ddot{x}_1 + a_0 \cdot m_2 \sin(\varphi_1 + \alpha_0)\ddot{\varphi}_1 + a_0 m_2 \cos(\varphi_1 + \alpha_0)\dot{\varphi}_1^2 = X_C - X_A \\ (m_1 + m_2)\ddot{y}_1 - a_0 m_2 \cos(\varphi_1 + \alpha_0)\ddot{\varphi}_1 + a_0 m_2 \sin(\varphi_1 + \alpha_0)\dot{\varphi}_1^2 = Y_A + Y_C - (m_1 + m_2)g \\ (I_{1x} + a_0^2 m_2)\ddot{\varphi}_1 + a_0 m_2 \sin(\varphi_1 + \alpha_0)\ddot{x}_1 - a_0 m_2 \cos(\varphi_1 + \alpha_0)\ddot{y}_1 + 2a_0 m_2 \cos(\varphi_1 + \alpha_0)\dot{x}_1 \dot{\varphi}_1 + 2a_0 m_2 \sin(\varphi_1 + \alpha_0)\dot{y}_1 \dot{\varphi}_1 - 2a_0 m_2 g \sin(\varphi_1 + \alpha_0) = X_C a_1 (1 + \sin \alpha_1) + X_A \cdot a_2 (1 - \sin \alpha_2) - Y_C a_1 \cos \alpha_1 - Y_A a_2 \cos \alpha_2 \\ I_2 \ddot{\varphi}_2 = N_{\bar{a}} \eta \dot{\varphi}_2 \end{cases} \quad (1)$$

b) Hệ phương trình vi phân chuyển động quay vòng

$$\begin{cases}
 k \cdot S_{bl} \cdot \dot{x}_1^2 \sin^2 \theta_{30} \cos \theta_{30} + (m_2 h_0 \sin \psi_1) \dot{\psi}_1^2 + R_{CF} \dot{\theta}_1^2 \cos \theta_1 = 0 \\
 (m_1 + m_2) \ddot{z}_1 + (m_1 h_0 \cos \psi_1) \ddot{\psi}_1 + \\
 + k \cdot S_{bl} \cdot \dot{x}_1^2 \sin^2 \theta_{30} \cos \theta_{30} + (m_2 h_0 \sin \psi_1) \dot{\psi}_1^2 + R_{CF} \dot{\theta}_1^2 \cos \theta_1 = 0 \\
 (m_2 h_0^2 \cos^2 \psi_1 + I_{1x} + I_2) \ddot{\psi}_1 + \\
 + (m_2 h_0 \cos \psi_1) \ddot{z}_1 - h_3 \cdot k \cdot S_{bl} \cdot \dot{x}_1^2 \sin^2 \theta_1 \cos \theta_1 + R_{CMx} \dot{\psi}_1^2 = 0 \\
 (m_2 L_2^2 \cos^2 \theta_1 + I_{1y} + I_2) \ddot{\theta}_1 + \\
 + (m_2 L_2 \sin \theta_1) \ddot{x}_1 - L_3 \cdot k \cdot S_{bl} \cdot \dot{x}_1^2 \sin^3 \theta_{30} + R_{CMY} \dot{\theta}_1^2 = 0
 \end{cases} \quad (2)$$

3.3. Khảo sát các yếu tố ảnh hưởng đến động lực học chuyển động của xuồng
3.3.1. Sơ đồ mô phỏng hệ phương trình vi phân

Từ các hệ phương trình vi phân (1), (2) đã lập được, chúng tôi lập sơ đồ mô phỏng của xuồng trên hình 3.



Hình 3. Sơ đồ mô phỏng khảo sát chuyển động của xuồng chứa cháy

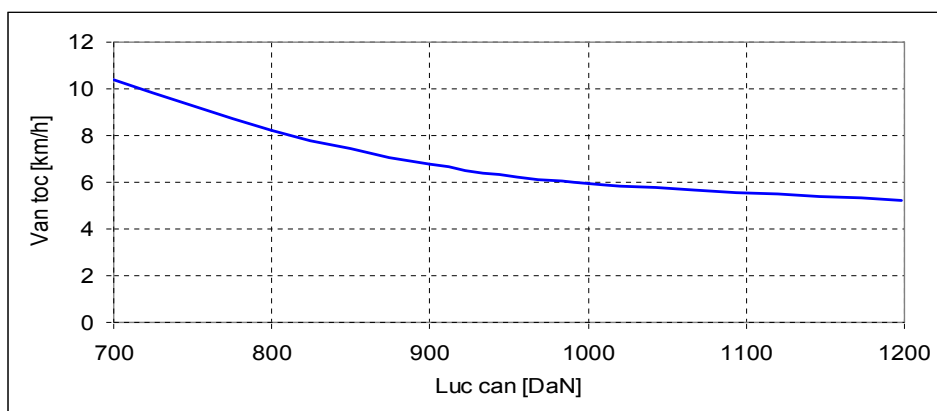
3.3.2. Kết quả khảo sát một số yếu tố ảnh hưởng đến động lực học chuyển động của xuồng

Sử dụng phần mềm Matlab – Simulink để mô phỏng và khảo sát ảnh hưởng của lực cản, góc đặt trục chân vịt và góc nâng thân xuồng đến vận tốc chuyển động của xuồng theo sơ đồ mô phỏng trên hình 3. Các thông số đầu vào của mô hình được lấy theo kết quả nghiên cứu thực

nghiệm và theo thông số kỹ thuật của xuồng.

3.3.2.1. Ảnh hưởng của lực cản đến vận tốc của xuồng

Trong quá trình hoạt động, lực cản làm cho vận tốc xuồng bị ảnh hưởng rất lớn, để xác định ảnh hưởng của lực cản đến vận tốc của xuồng chúng tôi khảo sát phương trình vi phân chuyển động của xuồng. Kết quả khảo sát được thể hiện trên hình 4.



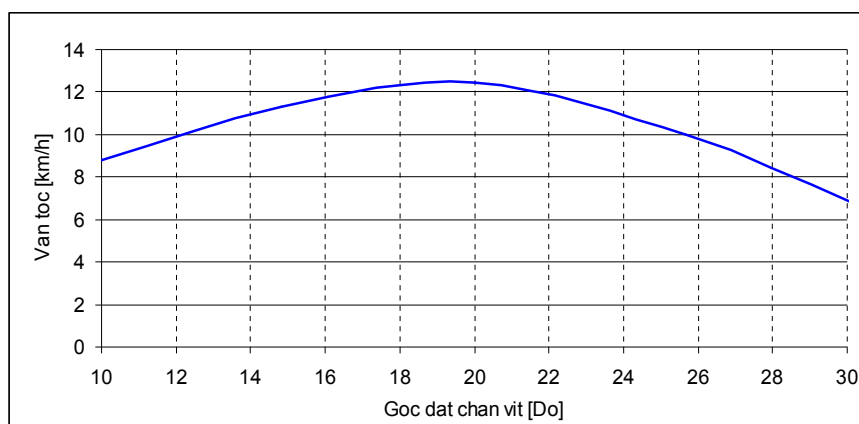
Hình 4. Vận tốc xuống ứng với các giá trị lực cản khác nhau

Nhận xét: Lực cản càng lớn vận tốc của xuống càng thấp, lực cản tổng hợp này do nhiều yếu tố gây nên, đặc biệt do chướng ngại vật trên kênh (bèo tây) và biên dạng mũi xuống. Để nâng cao vận tốc của xuống, một trong những giải pháp là phải giảm lực cản này.

3.3.2.2. Ảnh hưởng của góc đặt chân vịt đến vận tốc của xuống

Vận tốc của xuống phụ thuộc vào lực đẩy do chân vịt tạo ra, lực này phụ thuộc vào góc

đặt chân vịt, công suất động cơ, các thông số kỹ thuật của chân vịt. Góc đặt chân vịt ảnh hưởng sự phân tán lực đẩy do chân vịt tạo ra, làm vận tốc chuyển của xuống bị ảnh hưởng, đồng thời góc đặt chân vịt còn có tác dụng nâng mũi xuống lên, từ đó giảm được lực cản. Để khảo sát sự ảnh hưởng của góc đặt chân vịt đến vận tốc của xuống, chúng tôi tiến hành khảo sát đầu ra là vận tốc xuống ứng với các góc đặt trục chân vịt khác nhau. Kết quả khảo sát được thể hiện trên hình 5.

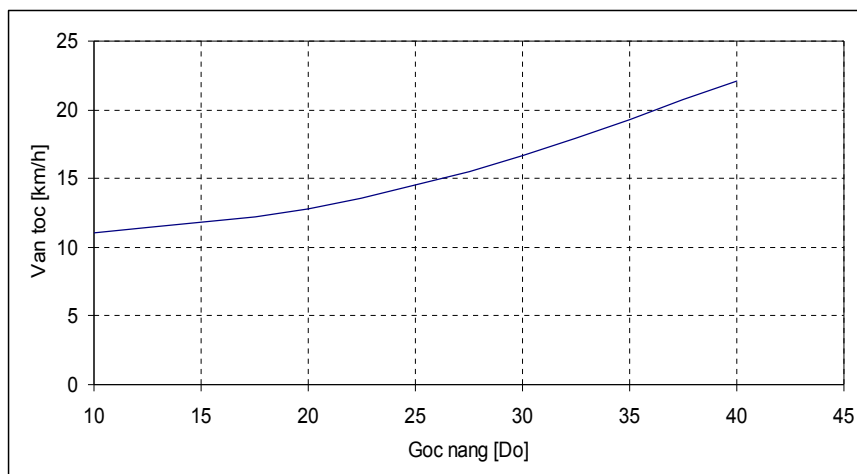


Hình 5. Vận tốc xuống ứng với các góc đặt trục chân vịt khác nhau

Nhận xét: Quan hệ giữa góc đặt chân vịt với vận tốc của xuống là hàm phi tuyến, góc đặt trục chân vịt tăng từ 15 độ đến 20 độ thì vận tốc tăng lên, khi góc đặt trục chân vịt tăng từ 20 độ đến 30 độ thì vận tốc xuống giảm. Kết quả khảo sát cho thấy góc đặt trục chân vịt tốt nhất khoảng 20 độ.

3.3.2.3. Ảnh hưởng của góc nâng (ngiêng dọc) đến vận tốc của xuống

Lực cản chuyển động của xuống phụ thuộc vào diện tích cản. Khi góc nâng thay đổi, diện tích cản của xuống thay đổi theo dẫn đến lực cản thay đổi, khi lực cản thay đổi thì vận tốc xuống cũng thay đổi. Để khảo sát sự ảnh hưởng của góc nâng đến vận tốc của xuống, chúng tôi tiến hành khảo sát đầu ra là vận tốc xuống ứng với các góc nâng khác nhau. Kết quả khảo sát được thể hiện trên hình 6.



Hình 6. Vận tốc xuồng ứng với các góc nâng khác nhau

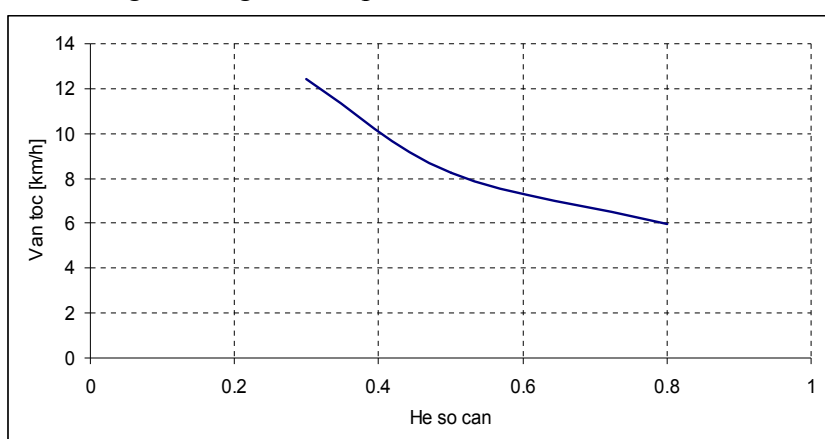
Nhận xét: Quan hệ giữa góc nâng với vận tốc của xuồng là phi tuyến, khi góc nâng càng lớn thì lực cản giảm đi dẫn đến vận tốc của xuồng càng cao. Khi xuồng chuyển động, góc nâng này càng lớn làm cho lực cản chuyển động giảm.

3.3.2.4. Ảnh hưởng của hình dạng của mặt cắt ngang của mũi xuồng đến vận tốc của xuồng

Khi xuồng di chuyển trên kênh có bờ tây, hình dạng của mũi xuồng sẽ ảnh hưởng rất lớn đến hệ số cản. Theo quan sát thực nghiệm, nếu mũi xuồng có dạng hình nêm thì có tác dụng rẽ bờ sang hai bên mạn xuồng, từ đó giảm ma sát giữa bề mặt đáy xuồng với bờ tây, ngược lại nếu hình dạng mũi xuồng có dạng hình elip

thì toàn bộ phần mặt đáy xuồng sẽ trượt trên bờ, từ đó làm tăng hệ số cản chuyển động của xuồng, dẫn đến vận tốc xuồng bị giảm đi rất nhiều. Để khảo sát ảnh hưởng của hình dạng mặt cắt ngang của mũi xuồng đến vận tốc, chúng tôi tiến hành thay đổi hệ số cản tổng hợp k ứng với các biên dạng mũi xuồng khác nhau, từ kết quả nghiên cứu thực nghiệm ngoài hiện trường, chúng tôi xác định được hệ số cản k ứng với các biên dạng mũi xuồng như sau:

- Biên dạng mũi xuồng hình nêm: $k = 0,3$
 - Biên dạng mũi xuồng hình elip: $k = 0,5$
 - Biên dạng mũi xuồng hình thang: $k = 0,8$
- Kết quả khảo sát được thể hiện trên hình 6.



Hình 7. Vận tốc xuồng ứng với các hình dạng mặt cắt ngang khác nhau

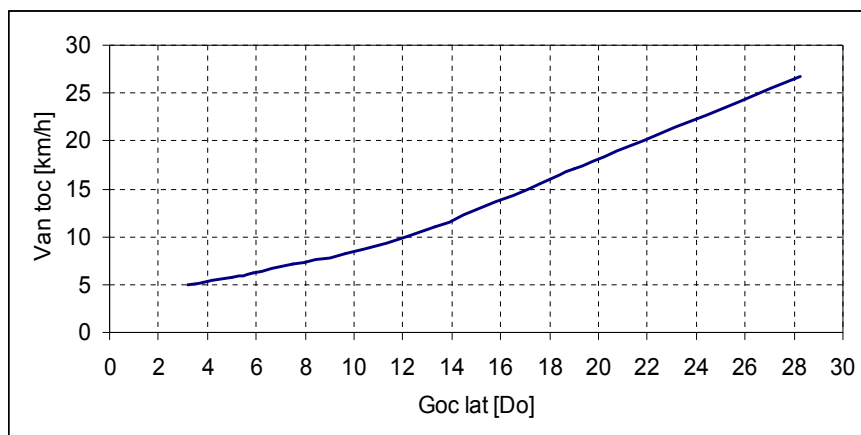
Nhận xét: Từ kết quả khảo sát, chúng tôi nhận thấy biên dạng hình nêm cho hệ số cản thấp, từ đó dẫn đến vận tốc của xuồng lớn.

Nguyên nhân do phần lớn bờ tây được rẽ sang hai bên mạn xuồng nên lực cản giảm đi.

3.3.2.5. Ảnh hưởng của vận tốc chuyển động của xuồng đến góc lật của xuồng khi quay vòng rẽ sang kênh vuông góc

Bài toán khảo sát được tiến hành như sau:

thay đổi vận tốc chuyển động của xuồng, góc lái lấy ở giá trị lớn nhất, đầu ra của bài toán khảo sát là góc lật của xuồng. Kết quả khảo sát được thể hiện trên hình 8.

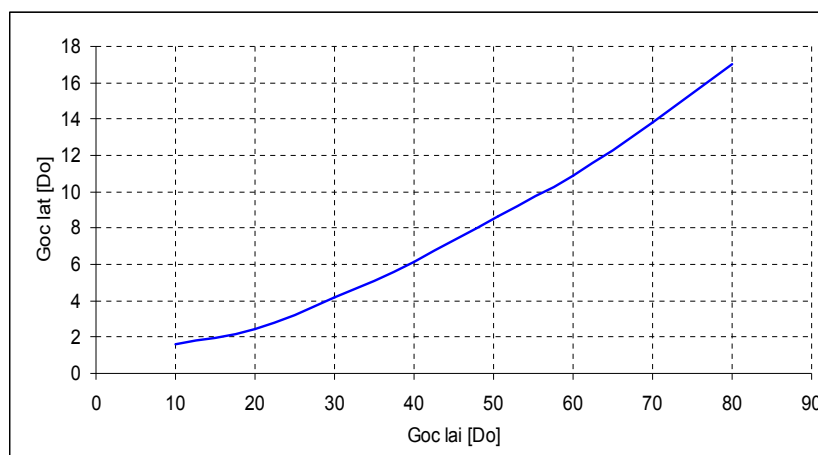


Hình 8. Góc lật của xuồng ứng với các vận tốc khác nhau

Nhận xét: Khi vận tốc xuồng nhỏ hơn 15 km/h, xuồng vẫn còn ổn định. Khi vận tốc xuồng lớn hơn 30 km/h, thì xuồng mất ổn định (bị lật).

Bài toán khảo sát được tiến hành như sau: đầu vào là thay đổi góc đánh lái, vận tốc lấy ở một giá trị nhất định $v = 15$ km/h, đầu ra là góc lật của xuồng. Kết quả khảo sát được thể hiện trên hình 9.

3.3.2.6. Ảnh hưởng của góc lái của xuồng đến ổn định chống lật của xuồng

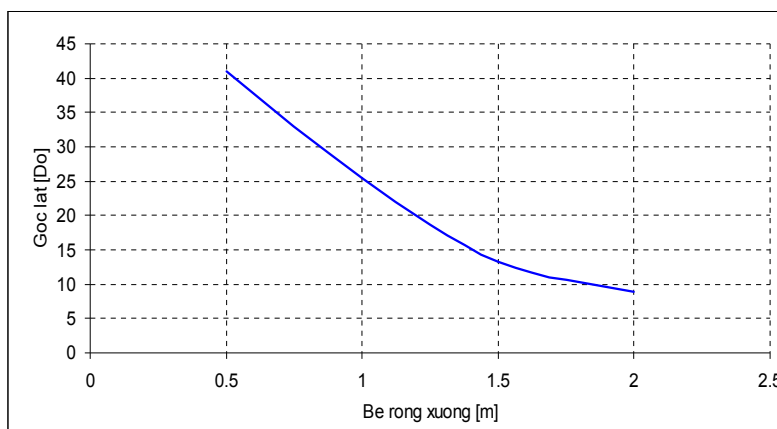


Hình 9. Góc lật của xuồng ứng với các góc lái khác nhau

Nhận xét: Góc lái càng lớn thì góc lật càng lớn. Đối với xuồng chửa cháy rừng được khảo sát, khi chạy ở vận tốc $v = 15$ km/h, góc đánh lái $\theta_{30} = 80^\circ$ thì xuồng vẫn ổn định, góc lật $\psi < \psi_{\max}$ (ψ_{\max} góc lật giới hạn).

3.3.2.7. Ảnh hưởng của tiết diện ngang S_n đến ổn định chống lật

Bài toán khảo sát khi thay đổi tiết diện ngang bằng cách thay đổi bề rộng của xuồng, giữ nguyên chiều cao tọa độ trọng tâm của xuồng, góc lái lấy ở một giá trị cố định.

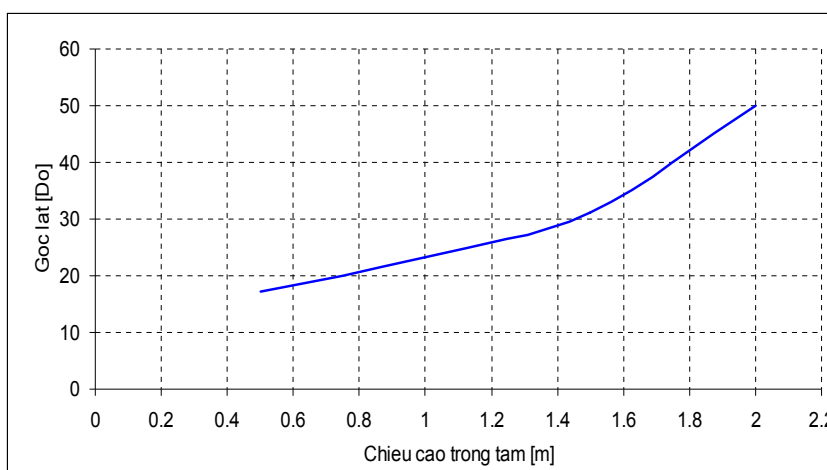


Hình 10. Góc lật của xuống ứng với các tiết diện mặt cắt ngang khác nhau

Nhận xét: Khi bề rộng của xuống càng nhỏ, góc lật của xuống càng lớn. Để xuống ổn định, bề rộng tối thiểu của xuống $B \geq 1,5m$.

3.3.2.8. Ảnh hưởng của chiều cao tọa độ trọng tâm đến ổn định chống lật

Bài toán khảo sát được tiến hành như sau: thay đổi chiều cao tọa độ trọng tâm của xuống, các thông số khác lấy ở một giá trị nhất định. Kết quả khảo sát được thể hiện trên hình 11.



Hình 11. Góc lật của xuống ứng với các chiều cao trọng tâm khác nhau

Nhận xét: Chiều cao tọa độ trọng tâm càng lớn thì góc nghiêng của xuống càng lớn, từ đó khả năng ổn định chống lật càng kém. Vì vậy để đảm bảo ổn định chống lật cho xuống chữa cháy, chiều cao tọa độ trọng tâm của xuống nhỏ hơn 0,5 m.

IV. KẾT LUẬN

Từ cấu tạo và điều kiện hoạt động của xuống chữa cháy rừng tràn, đã xây dựng mô hình động lực học chuyển động của xuống, từ đó đã thiết lập được hệ phương trình vi phân động lực học chuyển động của xuống (phương trình (1) và (2)). Đã sử dụng phần mềm Matlab

– Simulink để khảo sát các yếu tố ảnh hưởng đến vận tốc và khả năng ổn định lật của xuống khi hoạt động. Kết quả khảo sát đã xác định được qui luật ảnh hưởng của các yếu tố đến hàm mục tiêu khảo sát (từ hình 4 đến hình 11), những kết quả nghiên cứu này là cơ sở khoa học cho việc hoàn thiện xuống chữa cháy rừng tràn.

TÀI LIỆU THAM KHẢO

1. Nguyễn Văn Khang (2007). *Cơ học hệ nhiều vật*. Nxb. Khoa học và Kỹ thuật, Hà Nội.
2. Lê Thanh Tùng, Lương Ngọc Lợi. *Lý thuyết tàu thủy*. Nxb. Bách khoa – Hà Nội.
3. Dương Văn Tài (2010). *Báo cáo kết quả đề tài trọng điểm cấp nhà nước* “Nghiên cứu công nghệ và

thiết kế chế tạo các thiết bị chuyên dụng chữa cháy rừng” mã số KC07.13/06-10. Cục thông tin khoa học & công nghệ quốc gia, Hà Nội.

4. Nguyễn Hữu Tinh, Lê Tấn Hùng, Phạm Thị Ngọc Yến, Nguyễn Thị Lan Hương (1999). *Cơ sở Matlab và ứng dụng*. Nxb. Khoa học Kỹ thuật.

SURVEY THE FACTORS THAT AFFECT THE SPEED, DIRECTION STABILITY AND ANTI-ROLL OF SPECIAL BOAT FOR FIRE FIGHTING IN WETLAND FOREST

Nguyen Thai Van, Duong Van Tai

SUMMARY

This paper presents the survey results of motion dynamics equations to determine the factors that affect the speed, direction stability and anti-roll of the special boat for fire fighting in wetland forest when it moves straight and curve on the canals. From the actual operation condition of the boat, we establish modeling dynamics and equations for straight and curve motion. We use Matlab - Simulink software to simulate and survey the factors that affect the speed, direction stability and anti-roll of this boat.

Keywords: Dynamics, fire boat, wetland forest.

Người phản biện : GS.TS. Phạm Văn Lang
Ngày nhận bài : 23/6/2016
Ngày phản biện : 15/7/2016
Ngày quyết định đăng : 29/7/2016