

BỘ GIÁO DỤC VÀ ĐÀO TẠO

BỘ NÔNG NGHIỆP VÀ PTNT

TRƯỜNG ĐẠI HỌC LÂM NGHIỆP

NGUYỄN THÁI VÂN

**NGHIÊN CỨU ĐỘNG LỰC HỌC CHUYÊN ĐỘNG
CỦA XUÔNG CHỮA CHÁY RỪNG TRÀM**

Chuyên ngành: Kỹ thuật cơ khí

Mã số: 62520103

TÓM TẮT LUẬN ÁN TIẾN SĨ KỸ THUẬT

Hà Nội, 2017

Luận án được hoàn thành tại:

TRƯỜNG ĐẠI HỌC LÂM NGHIỆP

Người hướng dẫn khoa học:

PGS.TS Dương Văn Tài

PGS.TS Cao Hùng Phi

1. Phản biện 1:
2. Phản biện 2:
3. Phản biện 3:

Luận án được bảo vệ trước Hội đồng chấm luận án cấp Trường vào lúc:

..... ngày ... tháng ... năm 201... tại Trường Đại học Lâm nghiệp

Có thể tìm hiểu luận án tại:

1. Thư viện Quốc gia Việt Nam
2. Thư viện Trường Đại học Lâm nghiệp

MỞ ĐẦU

1. Tính cấp thiết của vấn đề nghiên cứu

Việt Nam có khoảng 500.000 ha rừng tràm, chủ yếu tập trung ở vùng đồng bằng sông Cửu Long, do đặc điểm khí hậu khu vực và sinh thái của rừng tràm mà nguy cơ cháy rừng rất cao, hàng năm xảy ra hàng chục vụ cháy, điển hình là vụ cháy rừng tràm ở Vườn quốc gia U Minh Thượng và U Minh Hạ năm 2002 đã thiêu hủy hàng nghìn ha rừng tràm nguyên sinh.

Hiện nay việc chữa cháy rừng chủ yếu bằng biện pháp thủ công dẫn đến năng suất và hiệu quả dập lửa thấp, tốn nhiều công sức và thời gian.

Năm 2008, Trường Đại học Lâm nghiệp chủ trì 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 đã thiết kế chế tạo được xuồng chữa cháy rừng tràm. Tuy nhiên đề tài chủ yếu tập trung vào khâu thiết kế chế tạo, chưa nghiên cứu sâu về động lực học của xuồng.

Trong quá trình sử dụng xuồng chữa cháy rừng tràm còn một số hạn chế cần phải hoàn thiện đó là: vận tốc di chuyển của xuồng trên kênh có nhiều chướng ngại vật (bèo tây) còn thấp, từ đó ảnh hưởng đến thời gian tiếp cận đám cháy, xuồng mất ổn định hướng chuyển động khi vừa di chuyển vừa phun nước chữa cháy và mất ổn định (dễ bị lật) khi xuồng quay vòng và rẽ sang kênh vuông góc.

Để có cơ sở lý thuyết cho việc hoàn thiện xuồng chữa cháy rừng tràm cần phải nghiên cứu về động lực học chuyển động, ổn định hướng chuyển động và chống lật của xuồng, để từ đó xác định các thông số hợp lý của xuồng nhằm hoàn thiện và nâng cao hiệu quả sử dụng của xuồng chữa cháy rừng tràm.

Xuất phát từ những lý do nêu trên, luận án chọn và thực hiện đề tài: **“Nghiên cứu động lực học chuyển động của xuồng chữa cháy rừng tràm”**.

2. Mục tiêu nghiên cứu của luận án

Xây dựng mô hình, thiết lập các hệ phương trình vi phân và khảo sát các yếu tố ảnh hưởng đến động lực học chuyển động của xuồng chữa cháy rừng tràm do Việt Nam chế tạo, để làm cơ sở khoa học cho việc hoàn thiện kết cấu và chế độ sử dụng hợp lý, nhằm nâng cao tốc độ và ổn định chuyển động, đáp ứng yêu cầu của xuồng chữa cháy rừng tràm.

3. Những đóng góp mới của luận án

- **Về khoa học**

- Luận án đã xây dựng được mô hình động lực học và đã thiết lập được phương trình vi phân chuyển động thẳng của xuồng trên kênh có nhiều chướng ngại vật (bèo

tây), phương trình vi phân ổn định hướng chuyển động của xuồng khi vừa di chuyển vừa phun nước chữa cháy và phương trình vi phân ổn định chống lật của xuồng khi quay vòng rẽ sang kênh vuông góc.

- Luận án đã khảo sát ảnh hưởng của một số thông số đến chỉ tiêu đánh giá khả năng hoạt động của xuồng, kết quả khảo sát đã xác định được một số thông số kết cấu hợp lý của xuồng đó là: góc đặt trục chân vịt hợp lý $\alpha_1 = 16.6$ độ; biên dạng mặt cắt ngang của mũi xuồng dạng hình nêm; góc đặt vòi phun nước $\beta_x < 45$ độ; vị trí đặt vòi phun nước chữa cháy cách tọa độ trọng tâm về phía bánh lái $a_3 = 1.5$ m; bề rộng tối thiểu của xuồng $B = 1.5$ m và chiều cao tọa độ trọng tâm tối đa $h = 0.4$ m. Kết quả nghiên cứu trên là những đóng góp mới về cơ sở khoa học cho tính toán thiết kế xuồng chữa cháy rừng.

- Luận án đã xây dựng các phương pháp thí nghiệm để đo và xác định: hệ số lực cản của xuồng khi chuyển động trên kênh có bèo tây, lực vòi phun nước chữa cháy, góc nghiêng ngang giới hạn của xuồng khi quay vòng, góc lắc ngang của xuồng khi hoạt động chữa cháy rừng. Kết quả nghiên cứu thực nghiệm là đóng góp mới cho việc xác định các đại lượng động lực học của xuồng chữa cháy rừng trầm.

- ***Về thực tiễn***

Kết quả nghiên cứu của luận án đã được sử dụng cho việc hoàn thiện thiết kế, tính toán tối ưu cho xuồng chữa cháy rừng trầm, đồng thời xác định chế độ làm việc hợp lý của xuồng hiện có.

Chương 1: TỔNG QUAN VỀ VẤN ĐỀ NGHIÊN CỨU

1.1. Khái quát về rừng trầm và tình hình cháy rừng trầm ở Việt Nam

1.1.1. Diện tích và sự phân bố rừng trầm

Ở Việt Nam có khoảng 500.000 ha rừng trầm phân bố chủ yếu ở đồng bằng sông Cửu Long.

1.1.2. Đặc điểm về kênh mương khu vực rừng trầm

Kênh mương trong khu vực rừng trầm có nhiều bèo tây (lục bình) sinh trưởng và phát triển với mật độ dày đặc trên mặt kênh, mực nước nông. Đây là trở ngại ảnh hưởng đến khả năng di chuyển của xuồng.

Khi xuồng di chuyển mặt đáy của xuồng ma sát với bèo tây, nên tạo ra lực ma sát lớn, từ đó tăng hệ số lực cản, dẫn đến tốc độ di chuyển của xuồng thấp không đáp ứng yêu cầu nhanh chóng tiếp cận đám cháy.

1.1.3. Tình hình cháy rừng trầm ở Việt Nam

Theo thống kê của Cục Kiểm lâm, hàng năm hàng chục vụ cháy rừng trầm lớn nhỏ xảy ra hầu hết ở các địa phương có rừng trầm, các địa phương hay xảy ra cháy rừng trầm

nhất là vườn quốc gia U Minh Hạ thuộc tỉnh Cà Mau, U Minh Thượng thuộc tỉnh Kiên Giang và vườn quốc gia Tràm Chim thuộc tỉnh Đồng Tháp.

1.2. Tổng quan các công trình nghiên cứu về động lực học của xuồng nhỏ

1.2.1. Các công trình nghiên cứu về động lực học chuyển động của xuồng nhỏ trên thế giới

Trên thế giới có nhiều công trình nghiên cứu về động lực học và ổn định của tàu nhỏ, các công trình này chủ yếu tập trung nghiên cứu giải quyết ổn định của tàu, các công trình nghiên cứu về động lực học chuyển động của xuồng nhỏ và xuồng chữa cháy khi di chuyển trong kênh có nhiều vật cản còn rất hạn chế. Chưa áp dụng được vào nghiên cứu động lực học chuyển động của xuồng chữa cháy rừng tràm.

1.2.2. Các công trình nghiên cứu động lực học chuyển động của xuồng nhỏ ở Việt Nam

Ở Việt Nam có rất nhiều công trình nghiên cứu về ổn định và dao động của tàu dưới những điều kiện khác nhau. Các công trình trên chủ yếu tập trung nghiên cứu tàu lớn di chuyển trên sông và biển. Chưa có công trình nghiên cứu nào về động lực học chuyển động của xuồng chữa cháy rừng trong điều kiện đặc thù của rừng tràm, với điều kiện kênh rạch có nhiều chướng ngại vật ở khu vực rừng tràm của đồng bằng sông Cửu Long.

1.4. Nội dung nghiên cứu

1.4.1. Nghiên cứu lý thuyết

- Xây dựng mô hình động lực học chuyển động của xuồng với ba bài toán bao gồm:

- + Xuồng chuyển động thẳng trên kênh có chướng ngại vật;
- + Xuồng vừa di chuyển vừa phun nước chữa cháy rừng;
- + Xuồng quay vòng và rẽ sang kênh vuông góc.

- Lập phương trình vi phân chuyển động của xuồng chữa cháy rừng cho ba trường hợp nêu trên.

- Khảo sát ảnh hưởng của một số yếu tố đến chỉ tiêu đánh giá khả năng hoạt động của xuồng chữa cháy rừng.

- Xác định một số thông số hợp lý để hoàn thiện xuồng chữa cháy rừng.

1.4.2. Nghiên cứu thực nghiệm

- Xác định các thông số hình học, trọng lượng, tọa độ trọng tâm, mô men quán tính, diện tích mặt cắt ướt, để phục vụ cho việc xác định các thông số đầu vào của bài toán lý thuyết.

- Xác định hệ số cản, góc nghiêng ngang, lực vòi phun nước, vận tốc của xuồng khi chuyển động chữa cháy rừng, để kiểm nghiệm các kết quả tính toán theo mô hình lý thuyết.

- Xác định lực đẩy chân vịt khi xuồng chuyển động chữa cháy rừng để phục vụ cho việc hoàn thiện xuồng chữa cháy rừng tràn.

1.5. Đối tượng nghiên cứu

Đối tượng nghiên cứu là xuồng chữa cháy rừng tràn do 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 KC 07.13/06 - 10 thiết kế chế tạo, hiện đang được sử dụng tại vườn quốc gia U Minh Thượng tỉnh Kiên Giang.

1.6. Phương pháp nghiên cứu

- Áp dụng phương pháp nghiên cứu của lý thuyết tính toán tàu thủy, dao động tàu thủy, cơ học lý thuyết.

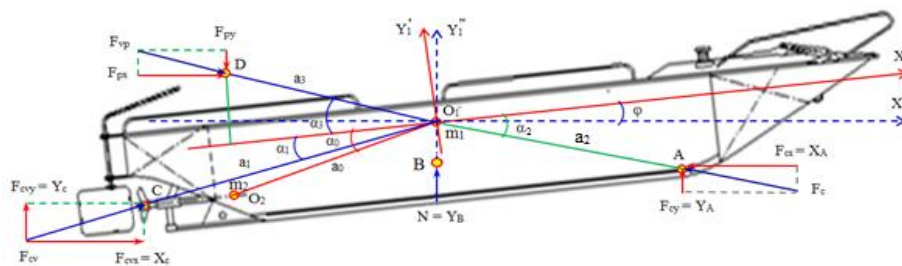
- Áp dụng các phương pháp đo lường các đại lượng không điện bằng điện để xác định các thông số đầu vào và các thông số đầu ra.

Chương 2

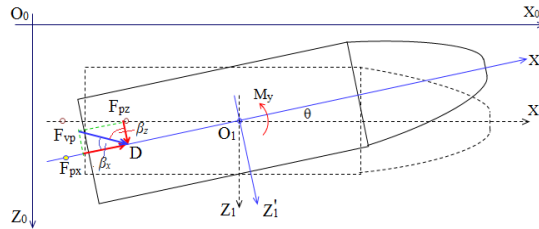
XÂY DỰNG MÔ HÌNH ĐỘNG LỰC HỌC CHUYỂN ĐỘNG CỦA XUỒNG CHỮA CHÁY RỪNG TRÀN

2.1. Xác định các thành phần lực tác dụng lên xuồng khi xuồng chuyển động chữa cháy rừng tràn

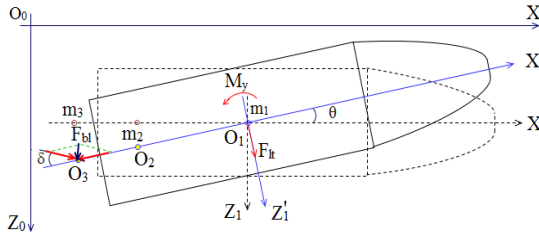
Khi xuồng chuyển động chịu tác dụng của các lực bao gồm: Lực cản chuyển động, lực đẩy của chân vịt, lực ly tâm khi xuồng quay vòng, lực vòi phun nước, lực cản quay khi xuồng quay vòng, lực và mô men phục hồi. Các lực này ảnh hưởng đến khả năng di chuyển, ổn định hướng chuyển động và góc nghiêng ngang của xuồng, sơ đồ tổng quát lực tác dụng lên xuồng trong quá trình chữa cháy rừng được thể hiện trên hình (2.1)(2.2)(2.3.)



Hình 2.1. Mô hình động lực học của xuồng trong quá trình vừa chuyển động vừa phun nước chữa cháy trong mặt phẳng XOY



Hình 2.2. Mô hình động lực học của xuồng trong quá trình chuyển động trong mặt phẳng XOZ khi phun nước chữa cháy



Hình 2.3. Mô hình động lực học của xuồng trong quá trình chuyển động trong mặt phẳng XOZ khi xuồng quay vòng, rẽ sang kênh nhánh

Trong đó:

- F_c - Lực cản chuyển động tổng hợp của xuồng;
- F_{cv} - Lực đẩy chân vịt của xuồng;
- F_{cq} - Lực cản khi xuồng quay vòng;
- N - lực nổi (lực đẩy Ac-si-met);
- F_{vp} - Lực đẩy của vòi phun nước tác dụng lên xuồng khi chữa cháy;
- M_y - Mô men quay xuồng do lực tác dụng của vòi phun nước;
- F_{bl} - Lực của dòng nước tác dụng vào bánh lái;
- F_{lt} - Lực ly tâm khi xuồng quay vòng.

2.3. Xây dựng mô hình và thiết lập phương trình vi phân chuyển động của xuồng chữa cháy rừng trầm

2.3.1. Xây dựng mô hình và thiết lập phương trình động lực học khi xuồng chuyển động thẳng

2.3.1.1. Xây dựng mô hình

Giả thiết xây dựng mô hình:

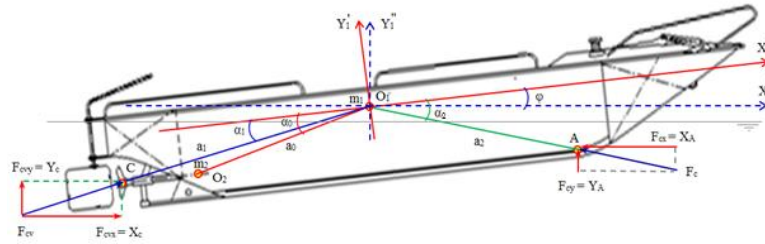
- Lực cản tổng hợp tác dụng lên xuồng đặt tại điểm A được phân thành 2 thành phần X_A và Y_A (trong đó điểm A là lực tác động của lực cản đặt tại tâm diện tích cản của xuồng, lực này phụ thuộc vào góc nghiêng dọc (góc nâng mũi xuồng) φ , chiều chìm của xuồng, vận tốc của xuồng... và ứng với mỗi trạng thái khác nhau vị trí điểm đặt A sẽ khác nhau và giá trị lực cản tổng hợp F_c xác định được sẽ khác nhau).

- Vận tốc của xuồng thấp nên bỏ qua lực cản không khí, và lực cản của gió;
- Xuồng hoạt động trên kênh nhỏ mực nước nông nên bỏ qua lực cản sóng;

- Do xuồng có kích thước nhỏ và chạy trên kênh nhỏ, mực nước nông nên lực bức xạ được tính thông qua lực cản tổng hợp;

- Khi chuyển động thẳng bỏ qua mô men phục hồi.

Mô hình động lực học khi xuồng chuyển động thẳng được thể hiện trên hình 2.4



Hình 2.4. Mô hình động lực học chuyển động khi xuồng chuyển động thẳng

Các ký hiệu trên hình 2.4:

$O_1 \equiv G$ - trọng tâm của xuồng chứa cháy rừng trầm;

O_2 - tâm của hệ trục chân vịt;

A - điểm đặt lực cản chuyển động tổng hợp của xuồng;

C - tâm của chân vịt;

F_{cx} - lực cản chuyển động tổng hợp theo phương $O_1X'_1$ đặt tại điểm A;

F_{cy} - lực cản chuyển động tổng hợp theo phương $O_1Y'_1$ đặt tại điểm A;

F_{cvx} - lực đẩy (phản lực) của chân vịt theo phương $O_1X'_1$;

F_{cvy} - lực đẩy (phản lực) của chân vịt theo phương $O_1Y'_1$;

N- lực nổi (lực đẩy Ac-si-met) của xuồng chứa cháy.

Lực đẩy của nước tác dụng vào cánh chân vịt được thu về tâm C của chân vịt sẽ có các thành phần lực cản tại điểm C: X_C, Y_C, M_{cv} (hình 2.4). Trong đó: lực đẩy F_{cv} của chân vịt được xác định thông qua mô men của trục chân vịt.

Mô men trục chân vịt M_{cv} được xác định từ điều kiện cân bằng mô men của trục chân vịt.

$$M_{cv} = M_{đc}i = N_{đc}\eta/\omega_{cv} = N_{đc}\eta/\dot{\varphi}_2 \quad (2.1)$$

Trong đó: $M_{đc}$ - mô men động cơ đẩy của xuồng;

i - tỉ số truyền của hộp giảm tốc;

$N_{đc}$ - công suất động cơ;

η - hệ số hiệu dụng của hộp giảm tốc;

$\dot{\varphi}_2, \omega_{cv}$ - vận tốc góc của trục chân vịt.

Các thành phần lực này (gồm cả lực cản tổng hợp của nước tác dụng vào thân xuồng và lực tác dụng lên cánh chân vịt) có độ lớn sẽ được xác định bằng thực nghiệm tại hiện trường vì nó phụ thuộc vào môi trường nước và trạng thái chuyển động.

2.3.1.2. Lập phương trình vi phân chuyển động thẳng

Áp dụng phương trình Lagrange loại II, luận án đã xây dựng được hệ phương trình sau:

$$\begin{cases}
 (m_1 + m_2)\ddot{x}_1 + a_0 \cdot m_2 \sin(\varphi_1 + \alpha_0)\ddot{\varphi}_1 + a_0 m_2 \cos(\varphi_1 + \alpha_0)\dot{\varphi}_1^2 = X_C - X_A \\
 (m_1 + m_2)\ddot{y}_1 - a_0 m_2 \cos(\varphi_1 + \alpha_0)\ddot{\varphi}_1 + a_0 m_2 \sin(\varphi_1 + \alpha_0)\dot{\varphi}_1^2 \\
 \qquad \qquad \qquad = Y_A + Y_C - (m_1 + m_2)g \\
 (I_{1x} + a_0^2 m_2)\ddot{\varphi}_1 + a_0 m_2 \sin(\varphi_1 + \alpha_0)\ddot{x}_1 - a_0 m_2 \cos(\varphi_1 + \alpha_0)\ddot{y}_1 \\
 + 2a_0 m_2 \cos(\varphi_1 + \alpha_0)\dot{x}_1\dot{\varphi}_1 + 2a_0 m_2 \sin(\varphi_1 + \alpha_0)\dot{y}_1\dot{\varphi}_1 - 2a_0 m_2 g \sin(\varphi_1 + \alpha_0) \\
 \qquad \qquad \qquad = X_C a_1 (1 + \sin \alpha_1) + X_A \cdot a_2 (1 - \sin \alpha_2) + Y_C a_1 \cos \alpha_1 - Y_A a_2 \cos \alpha_2 \\
 I_2 \ddot{\varphi}_2 = N_{đc} \eta / \varphi_2
 \end{cases} \quad (2.2)$$

Nhận xét:

Hệ phương trình vi phân khi xuồng chuyển động thẳng không phun nước chữa cháy là hệ phương trình vi phân phi tuyến không thuần nhất có các hệ số chỉ phụ thuộc vào thông số kết cấu của hệ là các khối lượng (m_1, m_2) các kích thước hình học (a_i, x_i), và mô men quán tính I_i , góc lệch giữa O_1C so với trục O_1X_1'' của xuồng α_1 (góc đặt trục chân vịt).

Vế phải phụ thuộc vào các lực: lực cản tổng hợp của môi trường nước, lực đẩy của chân vịt và công suất động cơ (X_A, Y_A, X_C, Y_C và $N_{đc}$).

Để khảo sát đánh giá khả năng chuyển động của xuồng, làm cơ sở cho việc cải tiến hoàn thiện kết cấu và sử dụng hợp lý xuồng này, cần phải tiến hành giải hệ phương trình vi phân trên theo các điều kiện khác nhau về kết cấu của xuồng và các dạng lực tác dụng từ nước vào thân xuồng. Độ lớn và tính chất của các lực này phải được xác định bằng thực nghiệm tại hiện trường khu rừng tràm ngập nước tại vườn quốc gia U Minh Thượng tỉnh Kiên Giang.

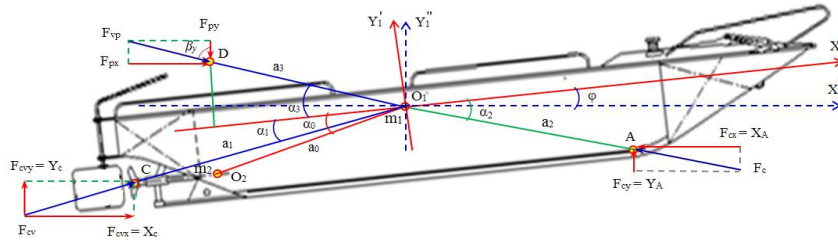
2.3.2. Xây dựng mô hình động lực học ổn định hướng chuyển động của xuồng khi vừa chạy vừa phun nước chữa cháy

2.3.2.1. Xây dựng mô hình động lực học chuyển động khi xuồng vừa chuyển động thẳng vừa phun nước chữa cháy rừng

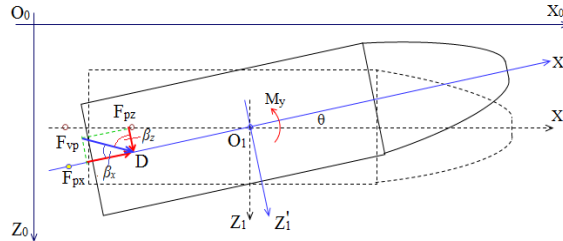
Giải thiết xây dựng mô hình:

- Xuồng vừa chuyển động thẳng với vận tốc nhất định, vừa phun nước chữa cháy rừng

- Góc bánh lái không quay ($\delta = 0$);



Hình 2.5. Mô hình động lực học khi xuồng vừa di chuyển vừa phun nước chữa cháy trong mặt phẳng đứng dọc XOY



Hình 2.6. Mô hình động lực học khi xuồng vừa di chuyển vừa phun nước chữa cháy trong mặt phẳng nằm ngang XOZ.

Các ký hiệu trên hình 2.5 và 2.6:

F_{vp} - lực vòi phun nước chữa cháy rừng trầm;

F_{px}, F_{pz} - lực vòi phun nước chữa cháy rừng trầm theo phương OX và OZ;

β_x, β_z - góc lệch giữa hướng vòi phun nước chữa cháy so với trục dọc (O_1X_1) và trục ngang (O_1Z_1) của thân xuồng.

2.3.2.2. Lập phương trình vi phân ổn định hướng chuyển động của xuồng khi vừa di chuyển vừa phun nước chữa cháy

Từ mô hình động lực học trên hình 2.5 và hình 2.6. Áp dụng phương trình Lagrange loại II, luận án xây dựng được hệ phương trình sau:

$$\begin{cases}
 (m_1 + m_2)\ddot{x}_1 + a_0 \cdot m_2 \sin(\varphi_1 + \alpha_0)\ddot{\varphi}_1 + a_0 m_2 \cos(\varphi_1 + \alpha_0)\dot{\varphi}_1^2 \\
 \quad = X_C - X_A - F_{vp} \sin \beta_y \sin \beta_z \\
 (m_1 + m_2)\ddot{y}_1 - a_0 m_2 \cos(\varphi_1 + \alpha_0)\ddot{\varphi}_1 + a_0 m_2 \sin(\varphi_1 + \alpha_0)\dot{\varphi}_1^2 \\
 \quad = Y_A - Y_C + F_{vp} \cos \beta_y - (m_1 + m_2)g \\
 (I_{1x} + a_0^2 m_2)\ddot{\varphi}_1 + a_0 m_2 \sin(\varphi_1 + \alpha_0)\ddot{x}_1 - a_0 m_2 \cos(\varphi_1 + \alpha_0)\ddot{y}_1 \\
 \quad + 2a_0 m_2 \cos(\varphi_1 + \alpha_0)\dot{x}_1\dot{\varphi}_1 + 2a_0 m_2 \sin(\varphi_1 + \alpha_0)\dot{y}_1\dot{\varphi}_1 \\
 \quad = X_A a_2(1 - \sin \alpha_2) + X_C a_1(\sin \alpha_2 - 1) - Y_C a_1 \cos \alpha_1 - Y_A a_2(1 + \cos \alpha_2) \\
 \quad - a_3 F_{vp} \sin \beta_y \sin \beta_z \cos \alpha_3 + a_3 F_{vp} \cos \beta_y \cos \alpha_3 + 2a_0 m_2 g \sin(\varphi_1 + \alpha_0) \\
 I_2 \ddot{\varphi}_2 = N_{dc} \eta / \dot{\varphi}_2 - M_c \\
 (m_1 + m_2)\ddot{z}_1 = F_{vp} \sin \beta_y \cos \beta_z - F_{cz} \\
 I_{1y} \ddot{\theta}_1 = a_3 \cdot F_{vp} \cdot \cos \alpha_3 \cdot \sin \beta_y \cdot \cos \beta_z - F_{cqs} \cdot a_s + F_{cqt} \cdot a_T = k \cdot S_{cqs} \cdot a_s^3 \cdot \theta_1^2 + k \cdot S_{cqt} \cdot a_T^3 \cdot \theta_1^2
 \end{cases} \quad (2.3)$$

Nhận xét:

Hệ phương trình vi phân khi xuồng vừa chuyển động thẳng vừa phun nước chữa cháy là hệ phương trình vi phân phi tuyến không thuần nhất có các hệ số chỉ phụ thuộc vào thông số kết cấu của hệ là các khối lượng (m_1, m_2), các kích thước hình học (a_i, x_i) và mô men quán tính (I_i), góc α_1 (góc lệch giữa đường tâm trục chân vịt với trọng tâm của xuồng so với phương OX trong mặt phẳng đứng dọc), góc lệch β_x giữa vòi phun nước chữa cháy so với phương chuyển động OX trong mặt phẳng nằm ngang.

Vế phải phụ thuộc vào các lực: các lực cản tổng hợp của môi trường nước gây ra, lực đẩy của chân vịt, lực vòi phun nước chữa cháy và công suất động cơ ($X_A, Y_A, X_C, Y_C, X_D, Y_D, F_{vp}$ và N_{dc}).

Để khảo sát đánh giá khả năng ổn định hướng chuyển động của xuồng khi vừa di chuyển vừa phun nước chữa cháy, luận án cần phải tiến hành giải hệ phương trình vi phân trên theo các điều kiện khác nhau về kết cấu của xuồng và lực tác dụng của vòi phun, góc đặt vòi phun, vận tốc của xuồng.

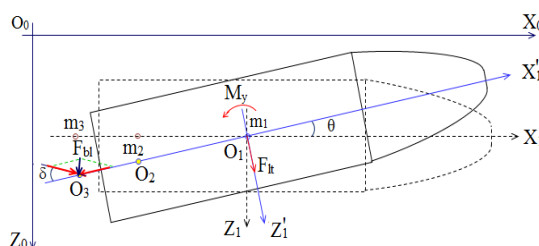
2.3.3. Xây dựng mô hình ổn định chống lật khi xuồng quay vòng rẽ sang kênh vuông góc

2.3.3.1. Mô hình cơ học chuyển động quay vòng của xuồng chữa cháy rẽ sang kênh

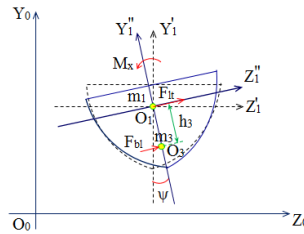
Để lập mô hình cơ học, luận án công nhận một số giả thuyết sau:

- Các trục chân vịt, trục bánh lái đều được liên kết với thân xuồng bằng các khớp quay, chúng chỉ có chuyển động quay tương đối quanh các trục đó;
- Bánh lái được cố định ở một vị trí với góc lệch $\delta = const$;
- Trục chân vịt đang quay với vận tốc góc không đổi $\omega_2 = \dot{\varphi}_2 = const$;
- Lực cản của môi trường nước đối với các dịch chuyển được thu về tâm miền tiếp xúc giữa nước với thân xuồng và bánh lái, có độ lớn tỉ lệ với bình phương vận tốc và diện tích cản trực diện.

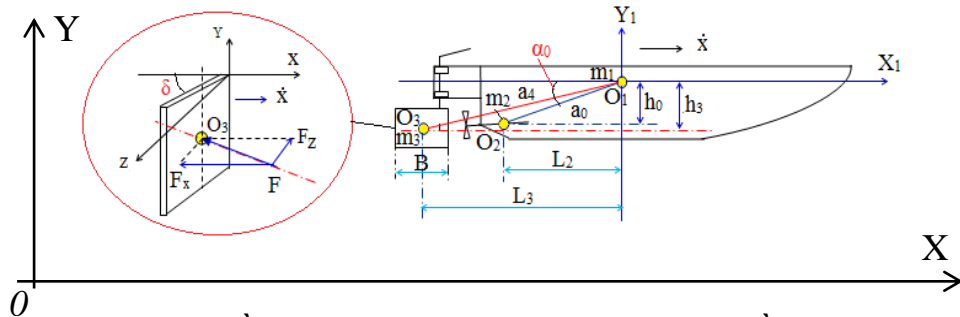
Theo các giả thuyết trên thì mô hình cơ học được biểu diễn như trên hình 2.7, hình 2.8 và hình 2.9.



Hình 2.7. Mô hình động lực học của xuồng khi quay vòng trong mặt phẳng XOZ



Hình 2.8. Mô hình động lực học của xuồng khi quay vòng trong mặt phẳng YOZ



Hình 2.9. Sơ đồ lực tác dụng lên bánh lái khi xuồng quay vòng

Các ký hiệu trên hình 2.7, hình 2.8 và hình 2.9 :

$O_0X_0Y_0$ - hệ trục cố định (quán tính);

$O_1X_1Y_1$ - hệ trục động (gắn với khối tâm thân xuồng O_1);

O_1, O_2, O_3 - tọa độ khối tâm thân xuồng, trục chân vịt và trục bánh lái;

δ - góc quay tương đối của trục bánh lái, góc giữa mặt bánh lái với O_1X_1 ;

θ - góc xoay của thân xuồng quanh trục thẳng đứng O_1Y_1 ;

ψ - góc xoay của thân xuồng quanh trục dọc O_1X_1 (góc nghiêng ngang) ;

F_{lt} - Lực ly tâm khi xuồng quay vòng

L_2, h_2, L_3, h_3 - khoảng cách theo phương ngang và thẳng đứng từ O_1 đến O_2 và O_3 .

Gọi lực đặt vào tấm bánh lái là F_{bl} có cường độ là:

$$F_{bl} = k \cdot S_{bl} \cdot v_n^2 \quad (2.4)$$

Trong đó:

k - hệ số cản phụ thuộc vào bản chất của môi trường nước tại nơi xuồng di chuyển;

S_{bl} - diện tích bề mặt tấm bánh lái;

v_n - vận tốc trực diện của nước tác dụng lên bề mặt tấm lái;

$v_n = (\dot{x}_1 + v_c) \sin \delta$ với \dot{x}_1 - vận tốc của thân xuồng theo phương OX;

v_c - vận tốc tịnh tiến của dòng nước do chân vịt đẩy.

2.3.3.2. Lập phương trình vi phân chuyển động quay vòng của xuồng chứa chày

Áp dụng phương trình Lagrange loại II, luận án xây dựng được hệ phương trình sau:

$$\begin{aligned}
& kS_{bl}\dot{x}_1^2 \sin^2 \delta \cos \delta + (m_2 h_0 \sin \psi_1)\dot{\psi}_1^2 + (kS_{cqs}a_S^2 - kS_{cqt}a_T^2)\dot{\theta}_1^2 \cos \theta_1 = 0 \\
& (m_1 + m_2)\ddot{z}_1 + (m_2 h_0 \cos \psi_1)\ddot{\psi}_1 + \left(\frac{M}{r} + kS_{bl} \sin^2 \delta \cos \delta\right)\dot{x}_1^2 + (m_2 h_0 \sin \psi_1)\dot{\psi}_1^2 \\
& \quad + (kS_{cqs}a_S^2\dot{\theta}_1^2 - kS_{cqt}a_T^2\dot{\theta}_1^2)\dot{\theta}_1^2 \cos \theta_1 = 0 \\
& (m_2 h_0^2 \cos^2 \psi_1 + I_{1x} + I_2)\ddot{\psi}_1 + (m_2 h_0 \cos \psi_1)\ddot{z}_1 \\
& \quad - h_3 \cdot k \cdot S_{bl} \cdot \dot{x}_1^2 \sin^2 \theta_1 \cos \theta_1 + R_{Mcx}\dot{\psi}_1^2 = 0 \\
& (m_2 L_2^2 \cos^2 \theta_1 + I_{1y} + I_2)\ddot{\theta}_1 + (m_2 L_2 \sin \theta_1)\ddot{x}_1 \\
& \quad - L_3 \cdot k \cdot S_{bl} \cdot \dot{x}_1^2 \sin^3 \delta + (k \cdot S_{cqs} \cdot a_S^3 \cdot \dot{\theta}_1^2 + k \cdot S_{cqt} \cdot a_T^3 \cdot \dot{\theta}_1^2)\dot{\theta}_1^2 = 0
\end{aligned} \tag{2.5}$$

Nhận xét:

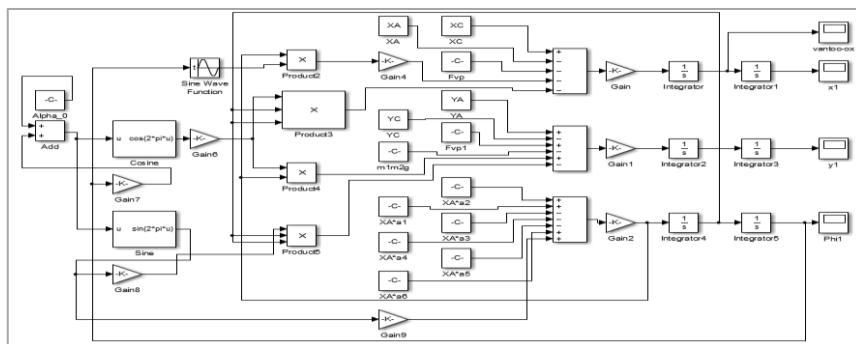
1. Mô hình chuyển động quay vòng của xuồng chữa cháy rừng là hệ có 3 vật rắn di chuyển trong mặt phẳng nằm ngang được biểu diễn trên hình 2.7 và hình 2.8 với các lực tác dụng và quan hệ động học như hình 2.9.

2. Phương trình vi phân chuyển động quay vòng của xuồng (2.5) là hệ phương trình phi tuyến, không thuần nhất có các hệ số phụ thuộc vào các thông số kết cấu bao gồm diện tích mặt cắt ngang S_n , chiều cao tọa độ trong tâm h_0 và h_3 , khoảng cách trong mặt phẳng nằm ngang từ tọa độ trong tâm của xuồng đến tâm trục chân vịt và tâm bánh lái L_2, L_3 và các đại lượng động lực học của hệ bao gồm vận tốc chuyển động của xuồng, góc đánh lái.

3. Để có cơ sở cải tiến kết cấu cho xuồng hoặc xác định chế độ quay vòng hợp lý luận án phải tiến hành khảo sát hệ phương trình động lực học đã lập ở trên, việc khảo sát hệ phương trình vi phân (2.5) được thực hiện bằng phần mềm chuyên dùng. Kết quả khảo sát được trình bày ở chương 3.

Chương 3. KHẢO SÁT ẢNH HƯỞNG CỦA MỘT SỐ THÔNG SỐ ĐẾN CHUYỂN ĐỘNG VÀ ỔN ĐỊNH CỦA XUỒNG CHỮA CHÁY RỪNG TRÀM

3.1. Sơ đồ mô phỏng hệ phương trình vi phân chuyển động của xuồng chữa cháy rừng

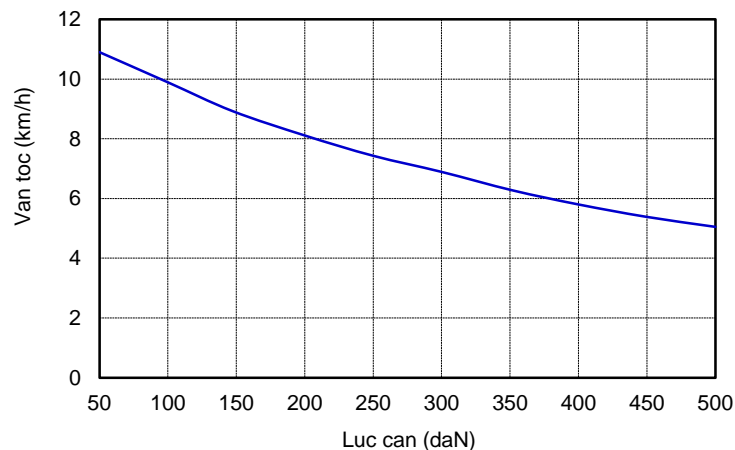


Hình 3.1. Sơ đồ khảo sát động lực học chuyển động của xuồng

3.4. Kết quả khảo sát phương trình động lực học của xuồng chữa cháy

3.4.1. Kết quả khảo sát phương trình vi phân chuyển động thẳng của xuồng

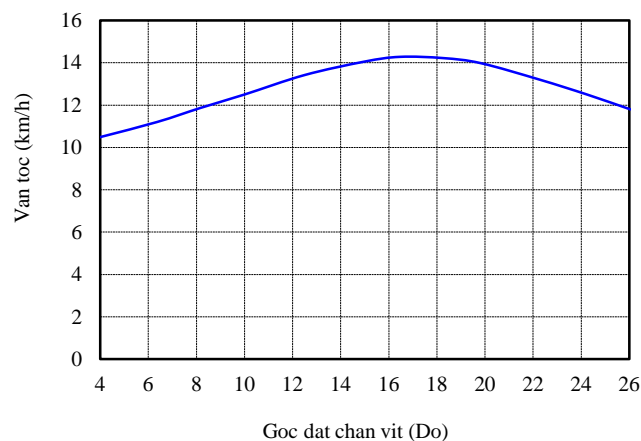
3.4.1.1. Ảnh hưởng của lực cản đến vận tốc của xuồng



Hình 3.2. Ảnh hưởng của các giá trị lực cản đến vận tốc xuồng

Nhận xét: Lực cản tổng hợp càng lớn vận tốc của xuồng càng thấp, lực cản này phụ thuộc vào diện tích cản mũi xuồng chìm trong nước, phụ thuộc vào kết cấu xuồng, biên dạng mũi xuồng, đặc biệt do chướng ngại vật trên kênh (bèo tây)... Để nâng cao vận tốc của xuồng, một trong những giải pháp là phải giảm lực cản này.

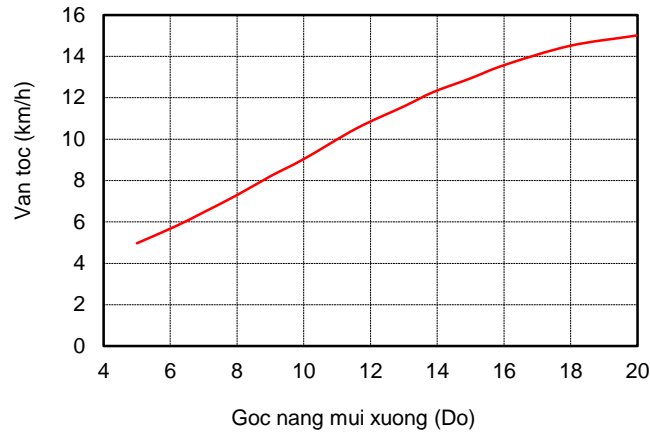
3.4.1.2 Ảnh hưởng của góc đặt chân vịt đến vận tốc của xuồng



Hình 3.3. Ảnh hưởng của góc đặt chân vịt đến vận tốc của xuồng

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

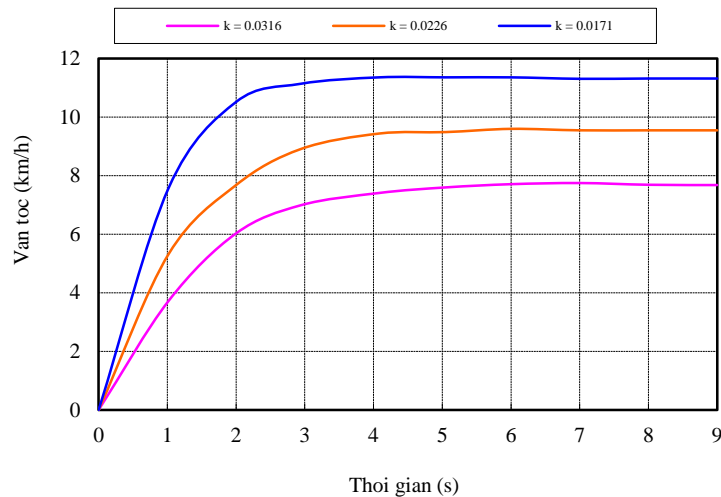
3.4.1.3. Ảnh hưởng của góc nâng mũi xuồng (góc nghiêng dọc) đến vận tốc của xuồng



Hình 3.4. Ảnh hưởng của góc nâng mũi xuống (góc nghiêng dọc) đến vận tốc của xuống

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

3.4.1.4. Ảnh hưởng của hình dạng của mặt cắt ngang của mũi xuống đến vận tốc của xuống

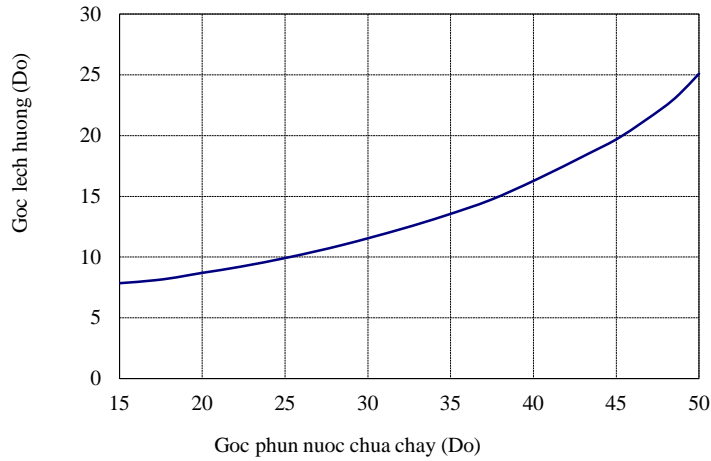


Hình 3.5. Ảnh hưởng của hình dạng mặt cắt ngang mũi xuống đến vận tốc

Nhận xét: Từ kết quả khảo sát cho thấy kết cấu mũi xuống có biên dạng hình nêm cho hệ số cản thấp, từ đó dẫn đến vận tốc của xuống lớn. Nguyên nhân do phần lớn bề mặt được rẽ sang hai bên mạn xuống nên lực cản giảm đi.

3.4.2. Kết quả khảo sát phương trình vi phân ổn định hướng chuyển động của xuống khi phun nước chữa cháy

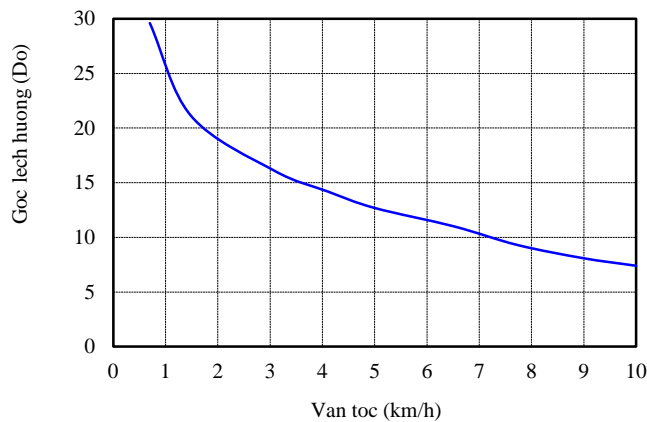
3.4.2.1. Ảnh hưởng của góc đặt vòi phun nước chữa cháy đến ổn định hướng chuyển động



Hình 3.6. Ảnh hưởng của góc đặt vòi phun nước chữa cháy đến ổn định hướng chuyển động

Nhận xét: Góc đặt vòi phun nước chữa cháy β_x càng lớn thì góc lệch hướng chuyển động của xuồng càng lớn. Để đảm bảo hiệu quả chữa cháy khi xuồng hoạt động trên kênh có bề rộng từ 3m đến 5m và không bị đâm vào bờ ở vận tốc $v < 5\text{km/h}$, xuồng cần phải ổn định hướng chuyển động với góc $\theta < 20$ độ thì góc đặt vòi phun $\beta_x \leq 45$ độ.

3.4.2.3. Ảnh hưởng của vận tốc di chuyển của xuồng đến ổn định hướng chuyển động khi xuồng phun nước chữa cháy

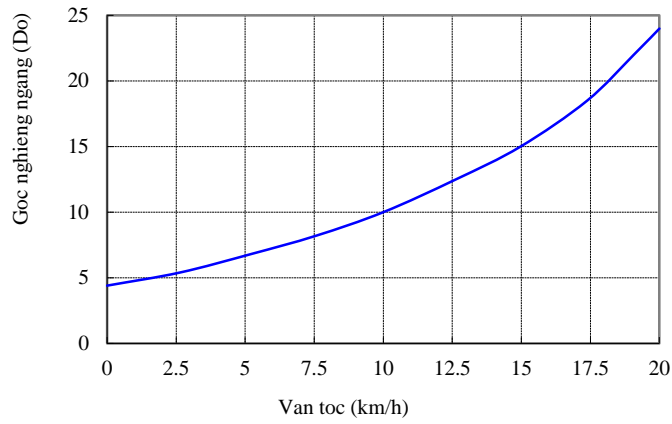


Hình 3.7. Ảnh hưởng của vận tốc xuồng đến ổn định hướng chuyển động khi phun nước chữa cháy

Nhận xét: Vận tốc của xuồng càng lớn thì góc lệch hướng chuyển động của xuồng càng nhỏ. Căn cứ vào yêu cầu chữa cháy vận tốc của xuồng phải nhỏ hơn 5 km/h, với vận tốc này xuồng có thể ổn định hướng khi có sự can thiệp của góc lái.

3.4.3. Kết quả khảo sát phương trình vi phân ổn định chống lật của xuồng khi quay vòng rẽ nhánh sang kênh vuông góc

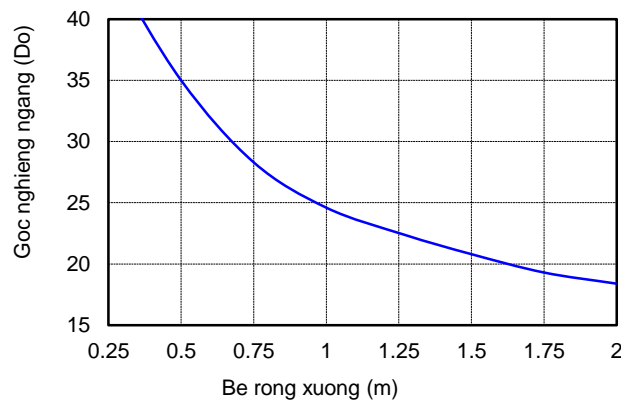
3.4.3.1. Ảnh hưởng của vận tốc di chuyển của xuồng đến góc nghiêng ngang của xuồng khi quay vòng rẽ sang kênh vuông góc



Hình 3.8. Ảnh hưởng của vận tốc xuống đến góc nghiêng ngang khi xuống quay vòng rẽ sang kênh vuông góc

Nhận xét: Khi vận tốc xuống nhỏ hơn 15km/h, xuống vẫn còn ổn định. Khi vận tốc xuống lớn hơn 18 km/h, thì góc nghiêng ngang của xuống $\psi > 20$ độ và nước có khả năng tràn qua mạn vào xuống. Đối với xuống chữa cháy được nghiên cứu, góc nghiêng ngang lớn nhất $\psi_{\max} = 23$ độ thì nước tràn qua mạn xuống

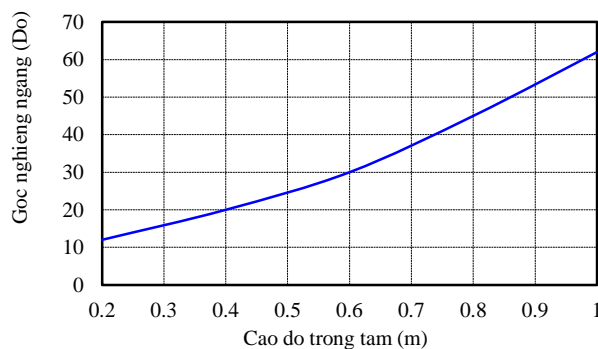
3.4.3.2. Ảnh hưởng của tiết diện ngang S_n đến góc nghiêng ngang



Hình 3.9. Ảnh hưởng của tiết diện ngang S_n đến góc nghiêng ngang

Nhận xét: Khi bề rộng của xuống càng nhỏ, góc nghiêng ngang của xuống càng lớn. Để xuống ổn định, bề rộng tối thiểu của xuống $B \geq 1.5\text{m}$.

3.4.3.3. Ảnh hưởng của chiều cao tọa độ trọng tâm đến góc nghiêng ngang của xuống



Hình 3.10. Ảnh hưởng của chiều cao tọa độ trọng tâm đến góc nghiêng ngang

Nhận xét: Chiều cao tọa độ trọng tâm càng lớn thì góc nghiêng ngang của xuồng càng lớn, từ đó khả năng ổn định chống lật càng kém. Kết quả khảo sát cho thấy khi cao độ trọng tâm bằng 0.4m thì góc nghiêng ngang sắp xỉ 20 độ và nước có khả năng tràn vào xuồng. Vì vậy để đảm bảo ổn định chống lật cho xuồng chữa cháy, chiều cao tọa độ trọng tâm của xuồng nhỏ hơn 0.4m.

3.5. Xác định các thông số hoàn thiện xuồng chữa cháy rừng tràn

3.5.1. Thông số kết cấu của xuồng chữa cháy rừng

Căn cứ vào kết quả khảo sát, luận án xác định một số thông số để hoàn thiện kết cấu của xuồng chữa cháy rừng tràn như sau:

- Góc đặt trục chân vịt: để tạo ra lực đẩy tổng hợp tốt nhất giúp xuồng chuyển động, đồng thời tăng góc nâng cho xuồng nhằm giảm lực cản chuyển động. Căn cứ vào đồ thị khảo sát hình 3.3, khi góc đặt trục chân vịt nằm trong khoảng từ $15 \div 20$ độ thì vận tốc của xuồng đạt giá trị lớn nhất.

- Biên dạng mũi xuồng: để rẽ bèo tây khi xuồng chuyển động, biên dạng mũi xuồng phải có dạng hình nêm, khi đó bèo tây được gạt sang hai bên mạn xuồng làm giảm lực cản chuyển động. Căn cứ vào đồ thị khảo sát hình 3.5, khi mũi xuồng có biên dạng hình nêm thì vận tốc xuồng đạt giá trị lớn nhất.

- Bề rộng tối thiểu của xuồng chữa cháy rừng: căn cứ vào đồ thị khảo sát hình 3.9, khi bề rộng xuồng có giá trị lớn hơn 1.5m thì góc nghiêng ngang lớn nhất là 21 độ, nhỏ hơn góc nghiêng giới hạn cho phép ($\psi_{\max} = 23$ độ), để xuồng ổn định chống lật trong mọi trạng thái thì bề rộng tối thiểu của xuồng $B = 1.5\text{m}$.

- Chiều cao tọa độ trọng tâm: căn cứ vào đồ thị khảo sát hình 3.10, để xuồng ổn định không bị nước tràn vào qua mạn xuồng trong mọi trạng thái thì chiều cao tọa độ trọng tâm của xuồng lớn nhất $h = 0.4\text{m}$.

3.5.2. Thông số sử dụng của xuồng chữa cháy rừng tràn

Căn cứ vào kết quả khảo sát, luận án xác định một số thông số sử dụng để hoàn thiện xuồng chữa cháy rừng tràn như sau:

- Xác định vận tốc xuồng khi vừa di chuyển vừa phun nước chữa cháy: căn cứ vào đồ thị khảo sát hình 3.7, khi vận tốc của xuồng $v = 3$ km/h thì góc ổn định hướng chuyển động của xuồng đạt $\theta = 16$ độ, khi đó kết hợp với điều khiển cơ cấu lái thì xuồng vẫn ổn định hướng chuyển động. Theo yêu cầu của công nghệ chữa cháy rừng thì vận tốc tối đa cho phép $v = 5$ km/h. Như vậy để đáp ứng được điều kiện về ổn định hướng và công nghệ chữa cháy thì vận tốc hợp lý nhất của xuồng nằm trong khoảng từ 3 đến 5 km/h.

- Xác định góc đặt vòi phun nước chữa cháy: căn cứ vào đồ thị khảo sát hình 3.6, khi góc đặt vòi phun $\beta_x = 45$ độ thì góc ổn định hướng chuyển động của xuồng đạt $\theta = 20$ độ, khi đó kết hợp với điều khiển cơ cấu lái thì xuồng vẫn ổn định hướng chuyển động. Theo yêu cầu của công nghệ chữa cháy rừng thì góc đặt vòi phun nước chữa cháy $\beta_x = 90$ độ là tốt nhất. Như vậy để đáp ứng được điều kiện về ổn định hướng chuyển động và công nghệ chữa cháy thì góc đặt vòi phun hợp lý nhất là $\beta_x = 45$ độ.

- Xác định vận tốc khi quay vòng rẽ nhánh vào kênh vuông góc: căn cứ vào đồ thị khảo sát hình 3.8, khi vận tốc của xuồng $v = 18$ km/h thì góc nghiêng ngang đạt $\psi = 20$ độ, nhỏ hơn góc nghiêng ngang giới hạn $\psi_{\max} = 23$ độ, do vậy để xuồng không bị nước tràn vào khi quay vòng thì vận tốc lớn nhất cho phép là $v = 18$ km/h.

Chương 4. NGHIÊN CỨU THỰC NGHIỆM

4.1. Mục tiêu và nhiệm vụ của nghiên cứu thực nghiệm

4.1.1. Mục tiêu nghiên cứu thực nghiệm

1. Xác định giá trị bằng số của một số đại lượng, một số hệ số trong phương trình vi phân chuyển động của xuồng chữa cháy rừng để phục vụ cho việc khảo sát chuyển động của xuồng mà mô hình bài toán đã lập ở chương 2.

2. Kiểm nghiệm một số kết quả tính toán bằng lý thuyết từ đó đánh giá mức độ tin cậy của phương trình toán học đã lập.

3. Xác định một số thông số hợp lý của xuồng làm cơ sở để hoàn thiện xuồng chữa cháy rừng.

4.1.2. Nhiệm vụ nghiên cứu thực nghiệm

Để đạt được mục tiêu trên, nhiệm vụ của nghiên cứu thực nghiệm như sau:

- Xác định tọa độ trọng tâm của xuồng (l, b, h);
- Xác định mô men quán tính (I);
- Xác định lực cản (R/XA);
- Xác định lực đẩy chân vịt (F_{cv});
- Xác định lực đẩy của vòi phun nước chữa cháy (F_{vp});
- Xác định độ chòng chành (góc nghiêng ngang) của xuồng (ψ);
- Xác định góc nghiêng ngang giới hạn của xuồng (ψ_{\max});
- Xác định vận tốc của xuồng (v).
- Xác định góc ổn định hướng chuyển động khi xuồng vừa di chuyển vừa phun nước chữa cháy (θ).

4.3. Tổ chức và tiến hành thí nghiệm

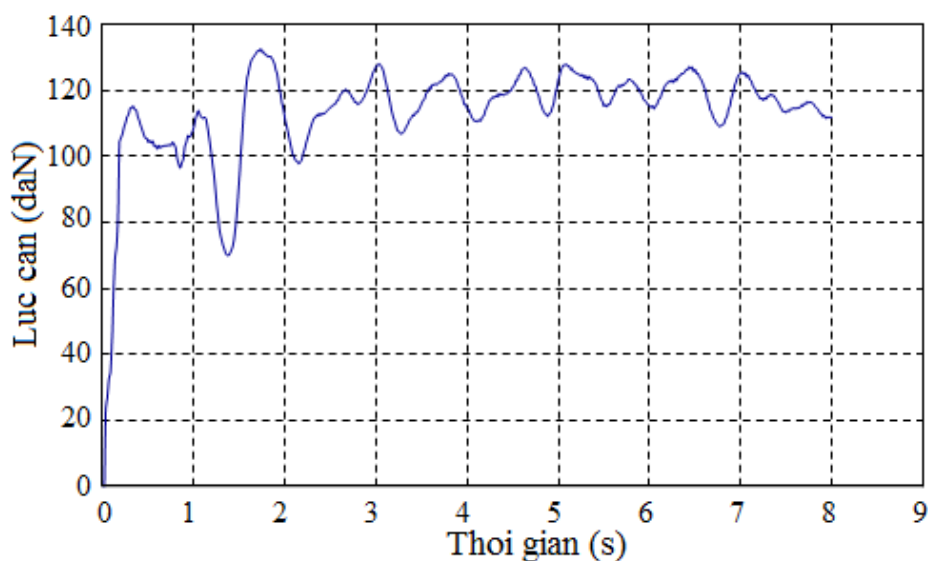
4.3.1. Đo lực cản chuyển động của xuồng

Thí nghiệm được tiến hành trên kênh có nhiều rong, bèo, lục bình ... với mật độ nhất định tại vườn quốc gia U Minh Thượng tỉnh Kiên Giang, sử dụng xuồng có công suất lớn để kéo xuồng chữa cháy rừng trầm (xuồng thí nghiệm) thông qua sợi dây cáp dài 60 m với vận tốc yêu cầu của xuồng chữa cháy 15km/h. Cảm biến đo lực kéo được kết nối với thiết bị đo DMC Plus và máy tính, kết quả đo được lưu trên máy tính. Quá trình đo được thể hiện trên hình 4.1.



Hình 4.1. Thí nghiệm đo lực cản

Để bảo đảm độ tin cậy của các số liệu thí nghiệm đạt 95%, theo phương pháp đã biết, luận án đã xác định số lần lặp lại của mỗi thí nghiệm là 3. Hình 4.2 là đồ thị lực cản chuyển động của xuồng chữa cháy rừng ứng với vận tốc 15km/h. Kết quả thí nghiệm được xử lý bằng phần mềm DMC Labplus và Catman.



Hình 4.2. Đồ thị đo lực cản chuyển động của xuồng chữa cháy

4.3.2. Đo góc nghiêng ngang (góc lật) của xuồng khi quay vòng

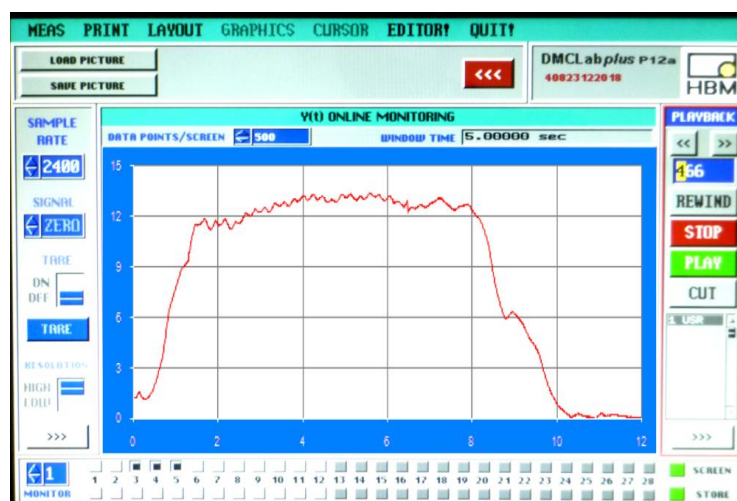
Thí nghiệm đo góc nghiêng ngang được thực hiện tại hiện trường, quá trình đo như sau: khi vận tốc xuồng đạt đến giá trị quy định, tiến hành đánh lái thật nhanh

đến góc lái lớn nhất để cho xuồng quay vòng, giá trị góc nghiêng ngang tăng nhanh đến khi góc nghiêng ngang của xuồng đạt đến giá trị ổn định như hình 4.3.



Hình 4.3. Thí nghiệm đo góc nghiêng khi xuồng quay vòng với góc lái lớn nhất

Sử dụng thiết bị đo góc nghiêng ngang ghi lại giá trị đo. Kết quả thí nghiệm xử lý bằng phần mềm DMC LapPlus, Catman và được thể hiện trên hình 4.4.



Hình 4.4. Kết quả đo góc nghiêng ngang của xuồng chữa cháy

4.4. Kết quả nghiên cứu thực nghiệm

4.4.1. Xác định hệ số cản chuyển động giữa xuồng với các chương ngại vật trên kênh

Bảng 4.1. Hệ số cản chuyển động giữa xuồng với các chương ngại vật trên kênh

Trạng thái của kênh	Hệ số cản k ứng với các vận tốc khác nhau			
	6 km/h	9 Km/h	12 Km/h	15 Km/h
Nước không có bèo	0.0168	0.0171	0.0214	0.0240
Bèo tấm	0.0189	0.0229	0.0236	0.0262
Bèo tây	0.0241	0.0258	0.0264	0.0271
Hỗn hợp	0.0225	0.0231	0.0261	0.0266

Bảng 4.2. Hệ số cản chuyển động của xuồng ứng với các biên dạng mũi xuồng khác nhau

Trạng thái của kênh	Hệ số cản k ứng với các biên dạng mũi xuồng khác nhau		
	Hình nêm	Hình elip	Hình thang
Nước không có bèo	0.0240	0.0274	0.0316
Bèo tấm	0.0262	0.0296	0.0331
Bèo tây	0.0271	0.0319	0.0358
Hỗn hợp	0.0266	0.0305	0.0346

4.4.2. Xác định vận tốc của xuồng chữa cháy rừng ứng với các góc đặt trục chân vịt khác nhau

Bảng 4.3. Vận tốc của xuồng ứng với các góc đặt trục chân vịt khác nhau

TT	Thông số đo	Các góc đặt trục chân vịt				
		5 ⁰	10 ⁰	15 ⁰	20 ⁰	25 ⁰
1	Vận tốc xuồng (km/h)	9.3	10.8	12.4	12.8	11

4.4.3. Xác định góc nghiêng ngang (góc lật) khi xuồng quay vòng

Bảng 4.4. Góc nghiêng ngang (góc lật) của xuồng khi quay vòng rẽ nhánh

TT	Thông số đo	Góc nghiêng ngang ứng với các vận tốc khác nhau			Góc nghiêng ngang giới hạn
		5 km/h	10 km/h	15 km/h	
1	Góc nghiêng ngang (độ)	5.6	9.2	13.7	23

4.4.4. Xác định góc ổn định hướng chuyển động

Bảng 4.5. Góc lệch hướng chuyển động của xuồng chữa cháy ứng với các tốc độ khác nhau

TT	Thông số xác định	Vận tốc của xuồng			
		2 km/h	3 km/h	5 km/h	10 km/h
1	Góc lệch hướng θ (độ)	16.5	14.2	11.3	6.6

4.5. So sánh kết quả tính toán lý thuyết với thực nghiệm

4.5.1. So sánh vận tốc chuyển động của xuồng khi di chuyển trên kênh có chướng ngại vật

Bảng 4.6. So sánh vận tốc chuyển động của xuồng tính theo mô hình lý thuyết và thực nghiệm.

TT	Trạng thái so sánh	Vận tốc chuyển động (km/h)		
		Kết quả khảo sát lý thuyết	Kết quả thực nghiệm	Sai số (%)
1	Góc đặt chân vịt ($\alpha_1 = 5^0$)	10.5	9.3	11.4
2	Góc đặt chân vịt ($\alpha_1 = 10^0$)	12.5	11.2	10.4
3	Góc đặt chân vịt ($\alpha_1 = 15^0$)	14.1	12.8	9.2
4	Góc đặt chân vịt ($\alpha_1 = 20^0$)	14.0	12.5	10.7
5	Góc đặt chân vịt ($\alpha_1 = 25^0$)	11.8	11.0	6.8

Nhận xét: Từ kết quả thực nghiệm nhận được ở trên có một số nhận xét sau:

- Sai lệch giữa kết quả xác định vận tốc chuyển động của xuồng trên kênh có nhiều chướng ngại vật; độ ổn định của xuồng thông qua góc lệch hướng chuyển động θ và góc nghiêng ngang ψ (góc lật) của xuồng khi quay vòng rẽ sang kênh vuông góc bằng thực nghiệm so với tính theo lý thuyết nằm trong phạm vi cho phép (sai lệch dưới 15%) và chấp nhận được, như vậy mô hình động lực học chuyển động của xuồng theo lý thuyết xây dựng ở chương 2 là có thể tin cậy được. Sự sai lệch giữa kết quả trong bài toán lý thuyết và thực nghiệm là do trong quá trình thực nghiệm còn một số yếu tố ảnh hưởng có tác động lẫn nhau mà trong nghiên cứu lý thuyết chưa kể đến tác động này.

KẾT LUẬN VÀ KIẾN NGHỊ

1. Kết luận

Trên cơ sở của những nghiên cứu lý thuyết và thực nghiệm về động lực học chuyển động của xuồng chữa cháy rừng trầm, luận án đã đạt được một số kết quả như sau:

1. Xuồng chữa cháy rừng trầm là thiết bị mới do đề tài trọng điểm cấp nhà nước thiết kế chế tạo hiện đang được sử dụng có hiệu quả tại các đơn vị chữa cháy rừng thuộc khu vực Đồng bằng sông Cửu Long, tuy nhiên thiết bị này còn một số tồn tại cần phải hoàn thiện để đáp ứng yêu cầu của công nghệ chữa cháy rừng

2. Luận án đã thiết lập được mô hình và phương trình vi phân chuyển động thẳng của xuồng (2.2), phương trình vi phân khi xuồng vừa di chuyển vừa phun nước chữa cháy (2.3), phương trình vi phân khi xuồng quay vòng rẽ nhánh vào kênh vuông góc (2.5).

3. Luận án đã tiến hành khảo sát các phương trình vi phân đã lập được ở chương 2, kết quả khảo sát đã xác định được một số thông số kết cấu hợp lý của xuồng chữa cháy rừng trầm bao gồm: góc đặt trục chân vịt hợp lý từ $15 \div 20$ độ, tiết diện mặt cắt

ngang của mũi xuồng có dạng hình nêm để rẽ bèo giảm hệ số cản của xuồng, góc đặt vòi phun hợp lý $\beta_x \leq 45$ độ; chế độ sử dụng hợp lý bao gồm vận tốc của xuồng khi vừa di chuyển vừa phun nước $v = 3 \div 5$ km/h, vận tốc lớn nhất khi quay vòng rẽ vào kênh vuông góc $v = 18$ km/h thì xuồng không mất ổn định (không bị nước tràn qua mạn xuồng).

4. Luận án đã xây dựng được phương pháp nghiên cứu thực nghiệm xác định một số thông số động lực học bao gồm: tọa độ trọng tâm, mô men quán tính, hệ số cản ứng với các biên dạng mũi xuồng trên kênh có nhiều chướng ngại vật khác nhau, lực đẩy chân vịt, lực vòi phun nước chữa cháy; đã tiến hành so sánh kết quả tính toán theo mô hình lý thuyết và thực nghiệm, kết quả so sánh cho thấy sai số nằm trong phạm vi cho phép (sai số nhỏ hơn 15%), từ đó có thể khẳng định rằng mô hình bài toán lý thuyết đã xây dựng ở chương 2 là đáng tin cậy.

5. Bằng nghiên cứu thực nghiệm, luận án đã tiến hành xác định được một số thông số kết cấu và chế độ sử dụng hợp lý nhằm hoàn thiện xuồng chữa cháy rừng tràn bao gồm: góc đặt trục chân vịt tốt nhất $\alpha_1 = 16.6$ độ, vị trí đặt vòi phun nước chữa cháy cách tọa độ trọng tâm xuồng 1.5 m về phía bánh lái, góc đặt vòi phun nước chữa cháy $\beta_x = 45$ độ, vận tốc khi xuồng vừa di chuyển vừa phun nước chữa cháy $v = 3 \div 5$ km/h, vận tốc xuồng khi quay vòng rẽ sang kênh vuông góc $v = 15$ km/h.

6. Các thông số của xuồng được rút ra từ kết quả nghiên cứu đã khắc phục được những tồn tại của xuồng hiện đang sử dụng và đáp ứng được yêu cầu về công nghệ và kỹ thuật của xuồng chữa cháy rừng đó là: vận tốc di chuyển xuồng lớn để tiếp cận đám cháy, ổn định hướng chuyển động khi xuồng vừa di chuyển vừa phun nước chữa cháy và ổn định chống lật khi xuồng quay vòng rẽ sang kênh nhánh vuông góc.

2. Kiến nghị

Nghiên cứu động lực học chuyển động của xuồng chữa cháy rừng là vấn đề lớn cần có thời gian nghiên cứu dài. Do vậy để đề tài được hoàn thiện, luận án kiến nghị cần nghiên cứu tiếp một số nội dung sau đây:

1. Nghiên cứu về dao động của xuồng để hạn chế ảnh hưởng đến sức khỏe của cán bộ chữa cháy và chất lượng hoạt động của các thiết bị chữa cháy.

2. Nghiên cứu sâu về biên dạng mũi xuồng và tuyến hình xuồng để hệ số cản nhỏ nhất nhưng vẫn đảm bảo ổn định ở các chế độ hoạt động của xuồng.

3. Nghiên cứu sâu về hệ số cản ma sát giữa bề mặt vỏ xuồng với các chướng ngại vật trên kênh (bèo tây) để giảm hệ số cản.

4. Nghiên cứu các mô hình động lực học của xuồng khi xuồng vượt cạn bằng tời kéo.

DANH MỤC CÁC CÔNG TRÌNH ĐÃ CÔNG BỐ

1. Dương Văn Tài, Cao Hùng Phi, ThS. **Nguyễn Thái Vân** (2013), *Tính toán ổn định của xuống chữa cháy rừng tràn*, Tạp chí Cơ khí Việt Nam – Số 12 năm 2013, trang 65 ÷ 70.
2. Nguyễn Thế Lục, **Nguyễn Thái Vân** (2014), *Lập phương trình chuyển động của xuống tuần tra, chữa cháy rừng ngập nước theo lý thuyết cơ học hệ nhiều vật*, Tạp chí Nông nghiệp và Phát triển nông thôn – Số 11 năm 2014, trang 78 ÷ 82.
3. Dương Văn Tài, **Nguyễn Thái Vân** (2016), *Mô hình động lực học của xuống chữa cháy rừng Tràm khi quay vòng*, - Tạp chí Khoa học và công nghệ lâm nghiệp – Số 4 năm 2016, trang 103 ÷ 108.
4. **Nguyễn Thái Vân**, Dương Văn Tài, *Khảo sát các yếu tố ảnh hưởng đến chuyển động và ổn định khi quay vòng của xuống chữa cháy rừng Tràm*, - Tạp chí Khoa học và công nghệ lâm nghiệp, Số 4 năm 2016, trang 116 ÷ 123.
5. **Nguyễn Thái Vân**, Dương Văn Tài, Nguyễn Quang Tuyền, *Khảo sát các yếu tố ảnh hưởng đến ổn định hướng chuyển động khi xuống vừa chuyển động vừa phun nước chữa cháy rừng* -Tạp chí Khoa học và công nghệ lâm nghiệp, Số 1 năm 2017, trang 94 ÷ 101
6. Dương Văn Tài, **Nguyễn Thái Vân**, Nguyễn Quang Tuyền, *Kết quả nghiên cứu thực nghiệm đo thông số động lực học của xuống chữa cháy rừng tràn* -Tạp chí Khoa học và công nghệ lâm nghiệp, Số 1 năm 2017, trang 74 ÷ 79