

**THUẬT TOÁN XÁC ĐỊNH QUỹ ĐẠO VÀ GÓC TIẾP NƯỚC CỦA
XUỒNG CỨU SINH TỰ RƠI**
ALGORITHM FOR CALCULATING THE MOVING TRAJECTORY AND
WATER ENTRY ANGLE OF FREE-FALL LIFEBOAT

TS. ĐỖ QUANG KHẢI
Khoa Đóng tàu, Trường ĐHHH Việt Nam

Tóm tắt

Bài báo này giới thiệu thuật toán để xác định quỹ đạo và góc tiếp nước của xuồng cứu sinh tự rơi. Quá trình tiếp nước được phân ra thành các giai đoạn chuyển động tịnh tiến dọc trên đà, chuyển động song phẳng quanh mép đà và rơi tự do xuống nước.

Abstract

This paper introduces algorithms to calculating the trajectory and water entry angle of the free-fall lifeboat. Its moving is divided into phases: Sliding along the ramp, the rotation stage and free-fall stage.

1. Mở đầu

Bài báo trước trên số 37-01/2014 đã trình bày mô hình toán quá trình tiếp nước của xuồng cứu sinh. Ở bài này tác giả trình bày thuật toán xác định quỹ đạo và góc tiếp nước của xuồng. Mấu chốt là thuật giải hệ phương trình vi phân xác định quỹ đạo của xuồng tại giai đoạn 2, giai đoạn tàu chuyển động song phẳng ở mép giá trượt của xuồng.

2. Thuật toán

2.1 Giả thiết

- Coi xuồng là một vật rắn chuyển động có khối tâm C
- Xuồng trượt trên giá trượt có con lăn đối xứng, bỏ qua ma sát
- Xuồng có kết cấu đối xứng, mặt phẳng đối xứng dọc của xuồng đi qua khối tâm trùng với mặt phẳng đối xứng của giá trượt của xuồng
- Khối lượng xuồng m
- Mô men quán tính đối với trục đi qua khối tâm và vuông góc với mặt phẳng đối xứng dọc là J
- Chiều dài xuồng là L_x
- Khoảng cách từ trọng tâm đến mép giá trượt là h
- Khoảng cách từ trọng tâm đến đuôi xuồng là a
- Vận tốc ban đầu của xuồng bằng 0
- Góc nghiêng của giá trượt so với phương ngang là α
- Chiều dài của giá trượt là L_d
- Chiều cao từ mép giá trượt đến mặt nước là H
- Vận tốc chuyển động của tàu là u - ngược với hướng chuyển động xuồng.

2.2 Hệ trục tọa độ

Chọn hệ trục tọa độ OXY có gốc tọa độ O tại mép trên của giá trượt. Trục OX có phương nằm ngang, có chiều cùng với hướng chuyển động của xuồng. Trục OY có phương thẳng đứng, chiều hướng xuống dưới.

2.3 Tính toán quỹ đạo và các thông số chuyển động của xuồng

Xây dựng bài toán theo trường hợp tàu chuyển động có vận tốc. Trường hợp tàu đứng yên là trường hợp riêng khi đó $u=0$:

Giai đoạn 1:

Xuồng chuyển động tịnh tiến từ vị trí đặt trên giá trượt, trượt dọc theo giá dưới tác dụng của trọng lực với vận tốc ban đầu bằng 0, kết thúc khi đường tác dụng của trọng lực qua mép giá trượt (chuyển động của cơ hệ có một bậc tự do):

$$\text{Thời gian chuyển động là } \tau_1 \text{ được xác định: } \tau_1 = \sqrt{\frac{2 \cdot (L_d - h \cdot \text{tg} \alpha - a)}{g \cdot \sin \alpha}} \quad (1)$$

Vận tốc tương đối của xuồng tại một thời điểm t_1 trong giai đoạn 1 được xác định:

$$v_{lr}(t_1) = g \cdot t_1 \cdot \sin \alpha \quad (2)$$

$$\text{Vận tốc tuyệt đối của xuồng tại thời điểm } t_1: v_{la}(t_1) = \sqrt{v_{lr}^2 \cdot u^2 - 2 \cdot u \cdot v_{lr} \cdot \cos \alpha} \quad (3)$$

$$\text{Quỹ đạo của xuồng tại thời điểm } t_1: \begin{cases} X(t_1) = \left(\frac{g \cdot t_1^2}{2} \cdot \sin \alpha + \alpha \right) \cos \alpha + u \cdot t_1 \\ Y(t_1) = \left(\frac{g \cdot t_1^2}{2} \cdot \sin \alpha + \alpha \right) \sin \alpha \end{cases} \quad (4)$$

Giai đoạn 2:

Giai đoạn 2 bắt đầu khi đường tác dụng của trọng lực qua mép giá trượt, giai đoạn này kết thúc khi đuôi xuồng vượt qua mép giá. Để xác định được quỹ đạo và các thông số chuyển động của xuồng ở giai đoạn này ta phải giải được hệ phương trình vi phân chuyển động của xuồng:

$$\begin{cases} \ddot{s} + h\ddot{\varphi} + u \sin \varphi \cdot \dot{\varphi} - s \cdot \dot{\varphi}^2 = g \cdot \sin \varphi \\ h \cdot \ddot{s} + (h^2 + s^2 + \rho^2) \cdot \ddot{\varphi} + 2 \cdot s \cdot \dot{s} \cdot \dot{\varphi} = g \cdot (s \cdot \cos \varphi + h \sin \varphi) \end{cases} \quad (5)$$

Để giải hệ này đầu tiên ta coi $\ddot{S}, \ddot{\varphi}$ là 2 nghiệm của hệ 2 phương trình hai ẩn số [2], giải ra ta được:

$$\begin{cases} \ddot{s} = \frac{1}{s^2 + \rho^2} [(g \cdot \sin \varphi + s \cdot \dot{\varphi}^2 - u \cdot \sin \varphi \cdot \dot{\varphi}) \cdot (h^2 + \rho^2 + s^2)] \\ \ddot{\varphi} = \frac{1}{s^2 + \rho^2} [g(s \cdot \cos \varphi + h \cdot \sin \varphi) - 2 \cdot s \cdot \dot{s} \cdot \dot{\varphi} - h(g \cdot \sin \varphi + s \cdot \dot{\varphi}^2 - u \cdot \sin \varphi \cdot \dot{\varphi})] \end{cases} \quad (6)$$

Từ đây chia biến thời gian thành các bước đều nhau đủ nhỏ, khi đó $\Delta t \rightarrow 0$ ta có:

$$\dot{S} = \frac{S_2 - S_1}{\Delta t}, \dot{\varphi} = \frac{\varphi_2 - \varphi_1}{\Delta t}$$

Thay vào từng phương trình của (6) và biến đổi, ta được:

$$\begin{aligned} \dot{s}_1 &= \frac{\Delta t}{s_0^2 + \rho^2} [(g \cdot \sin \varphi_0 + s_0 \cdot \dot{\varphi}_0^2 - u \cdot \sin \varphi_0 \cdot \dot{\varphi}_0) \cdot (h^2 + \rho^2 + s_0^2) \\ &\quad - h \cdot g \cdot (s_0 \cdot \cos \varphi_0 + h \cdot \sin \varphi_0) - 2h \cdot s_0 \cdot \dot{s}_0 \cdot \dot{\varphi}_0] + \dot{s}_0 \end{aligned} \quad (7)$$

$$\begin{aligned} s_2 &= \frac{\Delta^2 t}{s_0^2 + \rho^2} [(g \cdot \sin \varphi_0 + s_0 \cdot \dot{\varphi}_0^2 - u \cdot \sin \varphi_0 \cdot \dot{\varphi}_0) \cdot (h^2 + \rho^2 + s_0^2) \\ &\quad - h \cdot g \cdot (s_0 \cdot \cos \varphi_0 + h \cdot \sin \varphi_0) - 2h \cdot s_0 \cdot \dot{s}_0 \cdot \dot{\varphi}_0] + \dot{s}_0 \cdot \Delta t + s_1 \end{aligned} \quad (8)$$

$$\dot{\varphi}_1 = \frac{\Delta t}{s_0^2 + \rho^2} [g.(s_0.\cos\varphi_0 + h.\sin\varphi_0) - 2.s_0.\dot{s}_0.\dot{\varphi}_0] - h.(g.\sin\varphi_0 + s_0.\dot{\varphi}_0^2 - u.\sin\varphi_0.\dot{\varphi}_0) + \dot{\varphi}_0 \quad (9)$$

$$\varphi_2 = \frac{\Delta^2 t}{s_0^2 + \rho^2} [g.(s_0.\cos\varphi_0 + h.\sin\varphi_0) - 2.s_0.\dot{s}_0.\dot{\varphi}_0] - h.(g.\sin\varphi_0 + s_0.\dot{\varphi}_0^2 - u.\sin\varphi_0.\dot{\varphi}_0) + \dot{\varphi}_0.\Delta t + \varphi_1 \quad (10)$$

Ở đây, s_1 và φ_1 tính theo công thức:

$$s_1 = \dot{s}_0 \Delta t + s_0 \quad (11)$$

$$\varphi_1 = \dot{\varphi}_0 \Delta t + \varphi_0 \quad (12)$$

Các điều kiện đầu chuyển động của giai đoạn 2 là:

$$\begin{cases} \dot{s}_0 = v_{ir} - u.\cos\alpha = \sqrt{2.g.\sin\alpha.(L_d - h.tg\alpha - a)} - u.\cos\alpha \\ \dot{\varphi}_0 = 0 \\ s_0 = -h.tg\alpha \\ \varphi_0 = \alpha \end{cases} \quad (13)$$

$$\text{Quỹ đạo của xuồng được xác định theo công thức: } \begin{cases} x = s.\cos\varphi - u.t \\ y = s.\sin\varphi \end{cases} \quad (14)$$

Giai đoạn 3:

Giai đoạn xuồng rơi tự do xuống nước. Lực tác dụng duy nhất là trọng lực. Để xác định quỹ đạo và góc tiếp nước của xuồng ta chia thời gian thành các mốc đủ nhỏ $t_0, t_1, t_2, \dots, t_n$. Tại các mốc thời gian ta có thể xác định được vận tốc và quỹ đạo chuyển động của xuồng như sau:

Thành phần vận tốc:

$$\begin{cases} V_{3x}(t_i) = v_{2x} \\ V_{3y}(t_i) = g.t_i + v_{2y} \\ \varphi(t_i) = \omega_2.t_i + \varphi_2 \end{cases} \quad (15)$$

Quỹ đạo trọng tâm xuồng:

$$\begin{cases} x_c(t_i) = x_c(\tau_2) + v_{2x}.t_i \\ y_c(t_i) = \frac{1}{2} g.t_i^2 + v_{2y}.t_i + y_c(\tau_2) \end{cases} \quad (16)$$

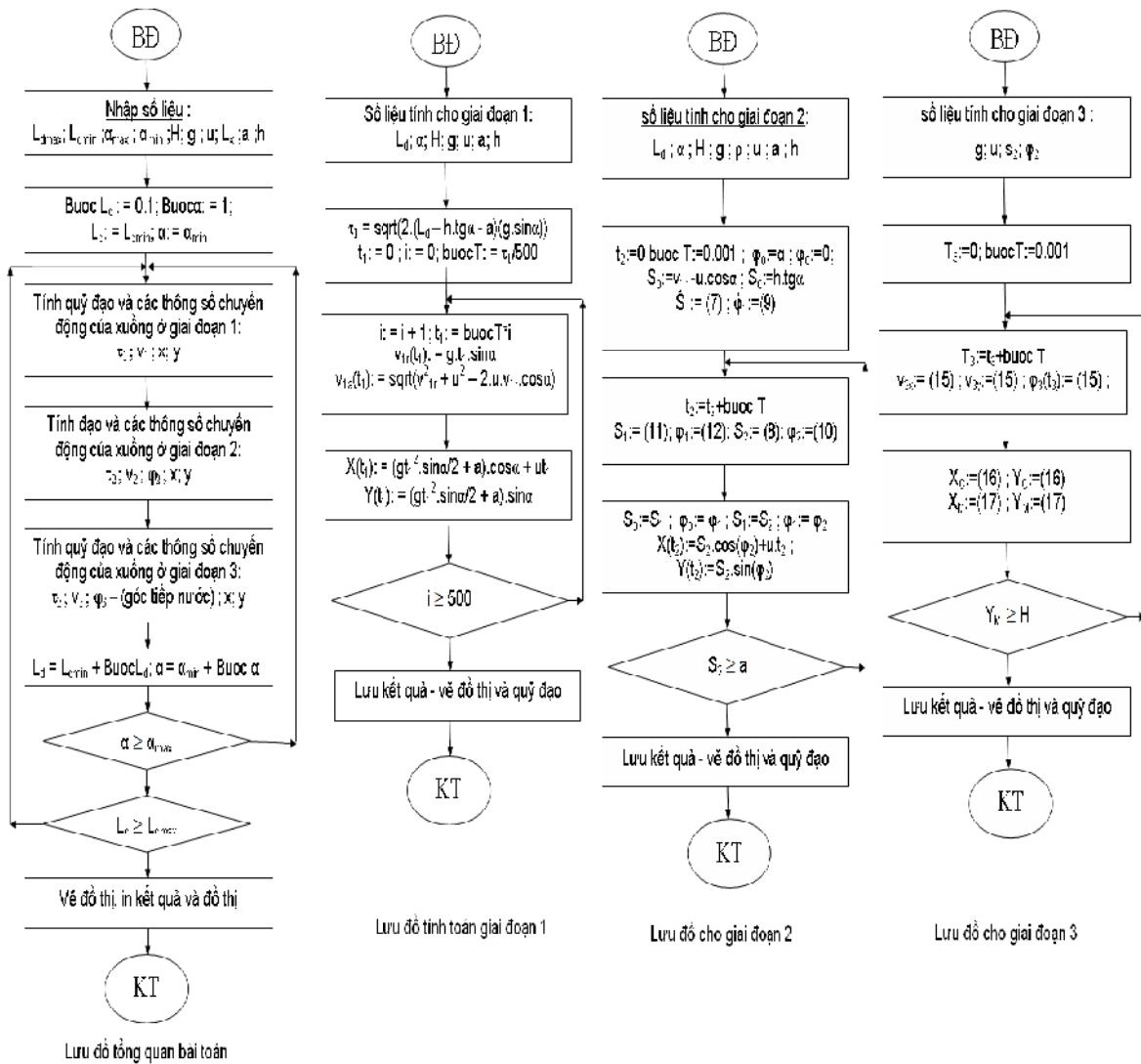
Quỹ đạo mũi xuồng

$$\begin{cases} x_M(t_i) = x_c + (1+a).\cos\varphi - h.\sin\varphi \\ y_M(t_i) = y_c + (1+a).\cos\varphi - h.\sin\varphi \end{cases} \quad (17)$$

Quá trình 3 kết thúc khi mũi xuồng tiếp nước tức $y_M=H$. Tại thời điểm này thời gian chuyển động của giai đoạn 3 : $\tau_3=t_n$

Góc tiếp nước của xuồng: $\varphi_{tn}=\varphi(t_n)$.

2.3. Lưu đồ thuật toán



3. Kết quả tính toán

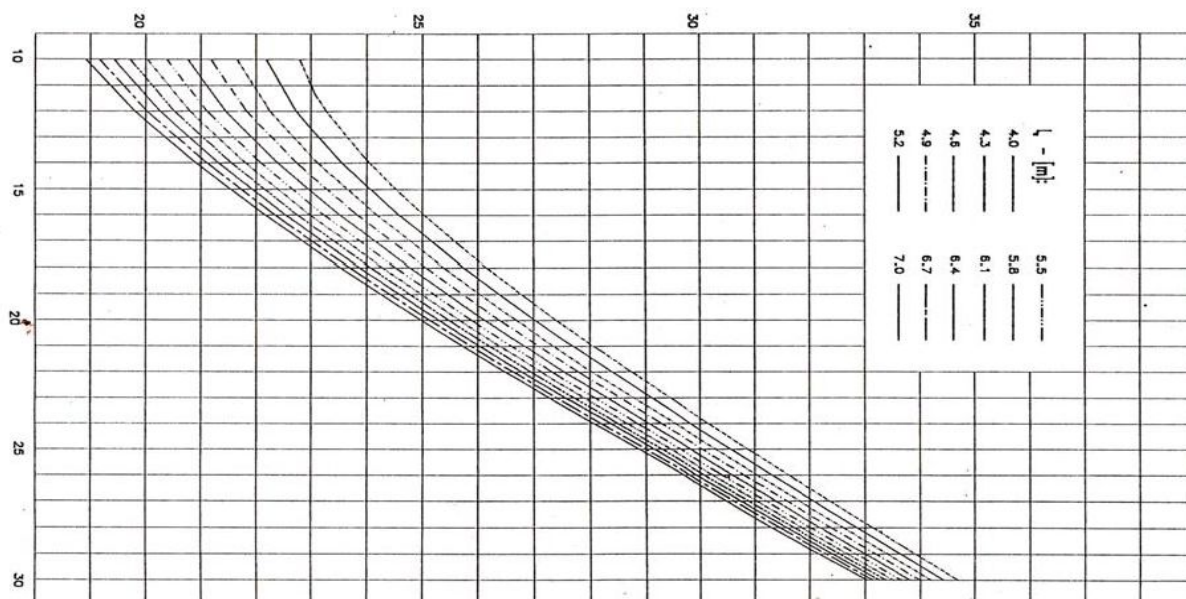
Thuật toán này đã được tác giả lập thành chương trình. Sau đây là kết quả tính áp dụng cho trường hợp cụ thể [2]:

Số liệu đầu:

1. Chiều cao từ mặt nước tới mép đà	:	7	–	[m]
2. Chiều dài xuồng	:	3.85	–	[m]
3. Khoảng cách từ trọng tâm đến đuôi xuồng	:	1.95	–	[m]
4. Khoảng cách từ trọng tâm đến bề mặt đà	:	-0.15	–	[m]
5. Bán kính quán tính của xuồng	:	5	–	[m]
6. Chiều dài nhỏ nhất của đà	:	4	–	[m]
7. Chiều dài lớn nhất của đà	:	7	–	[m]
8. Góc nghiêng nhỏ nhất của đà	:	10	–	[độ]
9. Góc nghiêng lớn nhất của đà	:	30	–	[độ]
10. Vận tốc tàu	:	0	–	[m/s]

KẾT QUẢ TÍNH KHẢO SÁT

ĐỒ THỊ QUAN HỆ GIỮA CHIỀU DÀI CỦA ĐÀ, GÓC NGHIÊNG CỦA ĐÀ VỚI GÓC TIẾP NƯỚC CỦA XUÔNG



4. Kết luận

Từ mô hình bài toán, thuật toán giải quyết bài toán được tác giả xây dựng đã được phát triển thành chương trình khảo sát quỹ đạo và xác định góc tiếp nước của xuông. Chương trình phát triển đã được khẳng định qua các bài toán cụ thể. Chương trình này sẽ được sử dụng trong tính toán nghiên cứu và thiết kế hệ xuông này.

TÀI LIỆU THAM KHẢO

- [1] Đỗ Quang Khải, "Mô hình toán học quá trình tiếp nước của xuông cứu sinh", P6-P10, Tạp chí Khoa học – Công nghệ Hàng hải, số 37-012014.
- [2] Đỗ Quang Khải, "Tính toán động lực học quá trình phóng xuông cứu sinh", Luận văn thạc sĩ khoa học, Trường Đại học Hàng hải, 1998.
- [3] Phạm Thế Phiệt, Nguyễn Đình Hùng, "Cơ học lý thuyết", Trường Đại học Hàng hải, 1990.
- [4] Nguyễn Đình Hùng, Nguyễn Văn Phong, Nguyễn Trung Khang, Nguyễn Tăng Phương, "Khảo sát động lực học quá trình phóng xuông cứu sinh", Trường Đại học Hàng hải, 1995.

Phản biện: PGS.TS. Lê Hồng Bang

MỘT SỐ PHƯƠNG PHÁP HÂM NÓNG NHIÊN LIỆU NHẪM SỬ DỤNG TRỰC TIẾP DIESEL SINH HỌC NGUYÊN CHẤT TRÊN ĐỘNG CƠ THỦY

SOME METHODS OF HEATING UP FUEL IN ORDER TO USE DIRECTLY PURE BIODIESEL/BIO-OIL IN SHIP ENGINES

HOÀNG ANH TUẤN¹, LƯƠNG CÔNG NHỚ¹, LÊ ANH TUẤN²

¹ Trường Đại học Hàng hải Việt Nam

² Trường Đại học Bách Khoa Hà Nội

Tóm tắt

Bài báo trình bày một số phương pháp hâm nóng nhiên liệu diesel sinh học nguyên chất (biodiesel/bio-oil) nhằm cải thiện nhược điểm của nhiên liệu diesel sinh học nguyên chất là độ nhớt cao và khả năng bay hơi kém so với nhiên liệu diesel truyền thống.

Các hệ thống sấy nóng nhiên liệu nhờ nhiệt khí thải, hơi nước, dầu nóng hay sấy nóng bằng điện được phân tích về các mặt như kết cấu, khả năng tận dụng năng lượng dư thừa của động cơ và hiệu quả kinh tế. Kết quả nghiên cứu có tác dụng định hướng thiết kế và chế tạo hệ thống sấy nóng nhiên liệu diesel sinh học nguyên chất sử dụng cho