

# ĐÁNH GIÁ ẢNH HƯỞNG CỦA GÓC NGHIÊNG TRỤC CHÂN VỊT ĐẾN TỐC ĐỘ TÀU CÁ VỎ COMPOSITE THÔNG QUA MÔ HÌNH THỰC NGHIỆM

## EVALUATION OF THE IMPACT OF PROPELLER SHAFT INCLINATION ANGLE ON THE SPEED OF COMPOSITE FISHING BOATS THROUGH EXPERIMENTAL MODELING

Phạm Thanh Nhựt

Khoa Kỹ thuật giao thông, Trường Đại học Nha Trang

Email: [nhutpt@ntu.edu.vn](mailto:nhutpt@ntu.edu.vn)

Ngày nhận bài: 24/10/2024; Ngày phân biện thông qua: 14/11/2024; Ngày duyệt đăng: 10/12/2024

### TÓM TẮT

Góc nghiêng trục chân vịt là một trong những thông số quan trọng ảnh hưởng đến tốc độ của tàu thủy nói chung và tàu cá nói riêng. Nghiên cứu này thực hiện đánh giá ảnh hưởng của góc nghiêng trục chân vịt đến vận tốc của tàu cá vỏ composite thông qua mô hình thực nghiệm. Mẫu tàu cá được lựa chọn để chế tạo mô hình và thử nghiệm là mẫu tàu có kích thước: dài 24m, rộng 6,5m và cao 3,5m. Tàu mô hình được chế tạo theo tỷ lệ 1:12 (nhỏ hơn 12 lần) so với tàu thật. Vật liệu để chế tạo tàu mô hình là vật liệu composite (nhựa polyester và sợi thủy tinh). Tàu mô hình được thiết kế sao cho trục chân vịt có thể điều chỉnh góc nghiêng từ 0° đến 15°. Mô hình được chạy thử nghiệm để đo vận tốc ứng với các góc nghiêng khác nhau. Kết quả thử nghiệm cho thấy vận tốc tàu thay đổi khá lớn khi góc nghiêng tăng từ 0° đến 15°. Trong đó, vận tốc đạt giá trị cao nhất (đạt đến 3,05hl/h) khi góc nghiêng trục đạt 6° và 7°. Khi góc nghiêng tăng từ 9° đến 15°, vận tốc tàu giảm rất mạnh.

**Từ khóa:** Tàu cá vỏ composite; mô hình tàu; góc nghiêng trục chân vịt; vận tốc.

### ABSTRACT

The angle of the propeller shaft is an important factor that affects the speed of fishing boats. This study assesses how the propeller shaft inclination angle impacts the speed of composite fishing boats through experimental modeling. The model used for testing is a scaled-down version of a 24.0 m x 6.5 m x 3.5 m fishing boat, constructed at a 1:12 scale using composite materials (polyester resin and fiberglass). The model allows for adjustment of the propeller shaft angle from 0 to 15 degrees. The experimental results indicate that the boat's speed varied significantly with changes in the propeller shaft angle. The highest speed, reaching up to 3.05 kn/h, was achieved with a propeller shaft inclination angle between 6 and 7 degrees, while the speed decreased sharply when the angle increased beyond 9 degrees up to 15 degrees.

**Keywords:** Composite fishing boat; ship model; propeller shaft inclination angle; speed.

### 1. ĐẶT VẤN ĐỀ

Có rất nhiều yếu tố ảnh hưởng đến tốc độ của tàu như sức cản, công suất máy chính, các thông số của hệ trục, chân vịt, công nghệ lắp đặt,... Trong đó, việc nghiên cứu sức cản được quan tâm hàng đầu và có rất nhiều công bố về vấn đề này. Tuy nhiên, bài toán thủy động lực học tác động lên thân tàu là vô cùng phức tạp và đến nay chưa có lời giải thỏa đáng. Ngoài bài toán sức cản vỏ tàu, góc nghiêng trục chân vịt cũng rất được quan tâm vì đó là một trong những thông số quan trọng ảnh hưởng đến tốc độ của tàu. Tuy nhiên, các nghiên cứu về góc nghiêng trục chân vịt tàu thủy chưa nhiều, đặc

biệt là tàu cá.

Về mặt lý thuyết, chưa có tài liệu nào đề cập đến thông số góc nghiêng trục chân vịt trong bài toán tốc độ hoặc sức cản tàu cá. Trong các phần mềm chuyên dụng để tính toán tính năng cho tàu cá cũng không có yêu cầu thông tin đầu vào về góc nghiêng trục chân vịt hay thông số liên quan. Trong khi đó, góc nghiêng trục chân vịt của các loại tàu cá vỏ gỗ và composite hiện nay chủ yếu dựa vào kinh nghiệm. Trong đó, tàu cá vỏ composite đã được nghiên cứu thiết kế và chế tạo bài bản, dựa trên cơ sở lý thuyết đã có nhưng bài toán góc nghiêng trục vẫn chưa có lời giải chính xác. Do đó, bài toán

tìm góc nghiêng trục chân vịt hợp lý để tàu đạt tốc độ tốt nhất là rất cần thiết và khả dĩ nhất là thông qua nghiên cứu thực nghiệm. Tuy nhiên, thực nghiệm trên tàu thực tế là rất tốn kém và gần như không có tính khả thi. Vì vậy, bài báo này tiến hành nghiên cứu ảnh hưởng của góc nghiêng trục chân vịt tàu cá vỏ composite thông qua mô hình thực nghiệm.

Góc nghiêng trục chân vịt tàu thủy nói chung và tàu cá nói riêng là một trong những thông số quan trọng ảnh hưởng đến tốc độ của tàu. Tuy nhiên, các nghiên cứu về góc nghiêng trục chân vịt tàu thủy chưa nhiều, đặc biệt là tàu cá. Ở Việt Nam, một số nghiên cứu có thể kể đến như:

- Luận án tiến sĩ Kỹ thuật cơ khí của Nguyễn Thái Vân (Trường Đại học Lâm nghiệp) [1] đã nghiên cứu về động lực học chuyển động của xuồng chữa cháy rừng trầm. Đối tượng nghiên cứu là xuồng chữa cháy có chiều dài lớn nhất là 4,26m, lắp máy chính công suất 15kW. Luận án sử dụng phương pháp thực nghiệm để xác định vận tốc của xuồng ứng với các góc nghiêng trục chân vịt khác nhau. Kết quả cho thấy khi thay đổi góc nghiêng trục chân vịt từ  $5^\circ$  đến  $25^\circ$  thì vận tốc đạt cao nhất ứng với góc nghiêng  $20^\circ$ .

- Luận văn thạc sĩ của Nguyễn Văn Hiền (Trường Đại học Nha Trang) [2] đã nghiên cứu ứng dụng lý thuyết CFD để tính toán sức cản tàu cao tốc vỏ composite. Luận văn có sử dụng lý thuyết của Daniel Savitsky để tính toán sức cản của 02 mẫu tàu cao tốc do Viện Nghiên cứu chế tạo tàu thủy thiết kế và chế tạo, trong đó có thông số góc nghiêng giữa lực đẩy của chân vịt và đường cơ bản và góc nghiêng giữa đường cơ bản với mớn nước của tàu.

Ngoài các nghiên cứu về góc nghiêng trục chân vịt tàu thủy, các lý thuyết về các mô hình đồng dạng tàu thủy cũng được đề cập ở nhiều tài liệu như Sổ tay thiết kế tàu thủy của Trần Công Nghị [3], Lý thuyết tàu thủy tập 2 của Nguyễn Đức Ân – Nguyễn Bản [4].

Về bài toán nghiên cứu sức cản tàu thật thông qua tàu mô hình cũng có nhiều công bố trong nước như:

- Nghiên cứu ảnh hưởng của tỷ lệ mô hình

đến sự thay đổi đặc tính dòng chảy bao quanh thân tàu bằng phương pháp CFD của Trần Ngọc Tú và cộng sự [5]. Theo đó, sự khác nhau về hình dáng sóng bề mặt do tàu tạo ra khi chuyển động, phân bố áp suất động, ứng suất tiếp trên bề mặt thân tàu và dòng theo phía sau thân tàu giữa tàu mô hình và tàu thực được chỉ ra và phân tích trong nghiên cứu. Kết quả tính toán mô phỏng được so sánh với kết quả thực nghiệm để khẳng định độ tin cậy của kết quả mô phỏng.

- Nguyễn Thị Hà Phương và Nguyễn Thị Hải Hà [6] đã dự đoán lực cản cho mô hình tàu dầu so với tàu thật bằng phương pháp CFD. Nghiên cứu được thực hiện trên mô hình tàu chở dầu khi chuyển động đều trên nước tĩnh bằng phương pháp số (CFD) với sự trợ giúp của phần mềm STAR-CCM+. Trường dòng chảy bao quanh thân tàu được mô phỏng sử dụng phương trình Navier–Stokes với số Reynolds trung bình. Lực cản tổng của tàu được so sánh với kết quả thử mô hình trong bể thử được công bố. Với sai số nhỏ hơn 3%, kết quả thu được cho thấy độ tin cậy cao của phần mềm STAR-CCM+ cũng như phương pháp số trong bài toán mô phỏng tính toán lực cản tàu trên nước tĩnh.

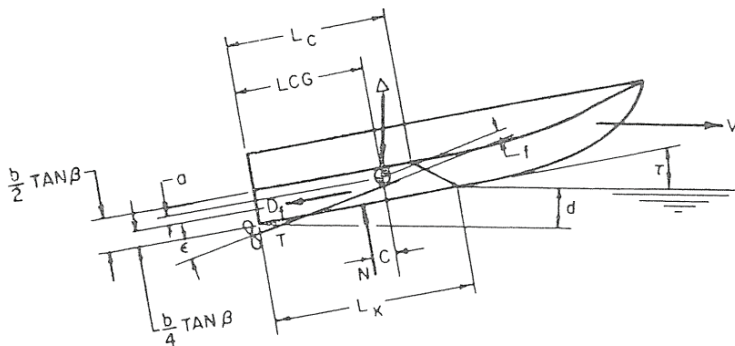
Như vậy, trong nước cũng có một số nghiên cứu liên quan trực tiếp hoặc gián tiếp đến góc nghiêng trục chân vịt, bao gồm cả nghiên cứu lý thuyết, thực nghiệm và mô phỏng. Tuy nhiên, đối tượng chủ yếu là ca nô hoặc tàu cao tốc, tàu lướt. Trong khi loại tàu chiếm đa số và khá đặc trưng của Việt Nam là tàu đánh cá lại chưa được quan tâm nghiên cứu.

Trên thế giới, một số nghiên cứu liên quan đến góc nghiêng trục chân vịt của tàu lướt hoặc tàu cao tốc như:

- Daniel Savitsky [7] đã xây dựng phương pháp tính toán thủy động học của tàu lướt, trong đó có thông số góc nghiêng giữa lực đẩy của chân vịt và đường cơ bản và góc nghiêng giữa đường cơ bản với mớn nước của tàu (Hình 1). Phương pháp này được xây dựng trên cơ sở kế thừa các dữ liệu thực nghiệm của phòng thí nghiệm Davidson – thuộc Viện công nghệ Stevens. Thực nghiệm được thực hiện với một

tàu có hình dạng lạng trụ dọc với góc vát đáy là không đổi. Một số thực nghiệm được thực hiện trên tấm phẳng như hệ số ma sát. Phương pháp Savitsky lần đầu được giới thiệu vào năm 1964 (Savitsky 1964). Kể từ đó phương pháp này được các tác giả như Hadler (1966), Blount và Fox (1976), Savitsky và Brown (1976) và Doctors (1985) tiếp tục hoàn thiện và triển khai

áp dụng cho mục đích thiết kế. Phương pháp này tiếp tục được nhiều tác giả khác nghiên cứu áp dụng tính cho các tàu mẫu và so sánh với kết quả thực nghiệm cũng như mô phỏng CFD. Chính vì vậy phương pháp này được xem như là kiểu mẫu dùng để so sánh khi áp dụng tính các thành phần thủy động lực học cho tàu lướt.

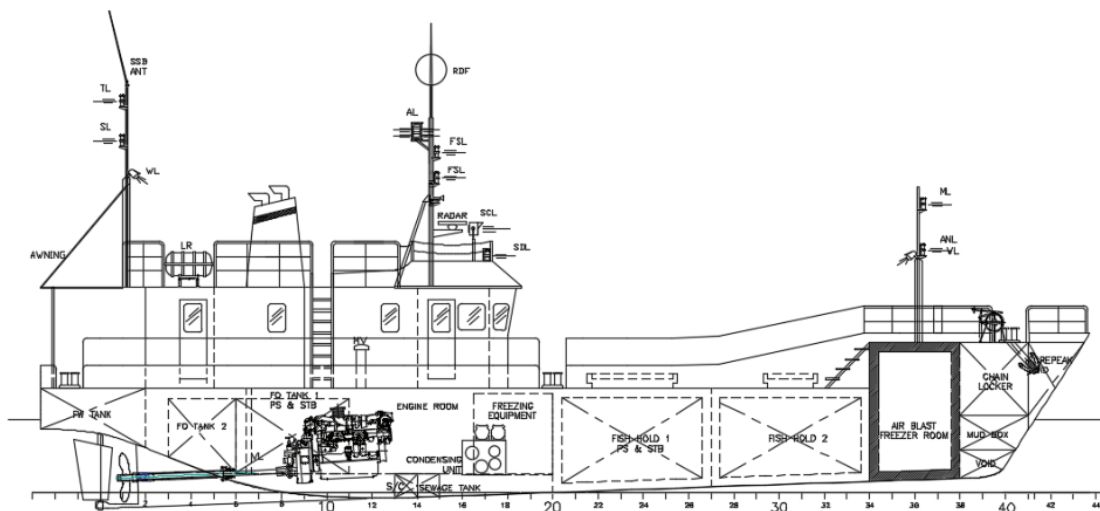


Hình 1. Các thành phần thủy động lực học tàu lướt của Savitsky [7].

- John Bate [8] đã thực hiện luận án tiến sĩ về phân tích và dự đoán hiệu suất của tàu cao tốc. Theo đó, tác giả đã sử dụng mô hình toán học để phân tích đặc tính thủy động học của tàu cao tốc một thân. Trên cơ sở đó tác giả đánh giá hiệu suất của tàu ở các chế độ khác nhau và có thể cơ sở cho việc ứng dụng cho tàu ba thân.

- Agoes Santoso và các tác giả [9] đã nghiên cứu xác định ảnh hưởng của vị trí đặt động cơ chính và độ nghiêng trục chân vịt đến tính năng của tàu bằng phương pháp mô phỏng số. Nhóm tác giả đã thực hiện trên đối tượng tàu cá có

dung tích 60GT (chiều dài thiết kế 21,98m) (Hình 1.5). Vị trí máy chính gồm 2 trường hợp: cách vách đuôi 4-6,5m và 5,5-8m; ứng với mỗi vị trí máy chính, góc nghiêng trục chân vịt thay đổi từ 1° đến 4°. Kết quả mô phỏng được so sánh với kết quả tính toán trên phần mềm Maxsurf (phương pháp Oortmerssen và Holtrop) và kết quả thực nghiệm. Kết quả nghiên cứu cho thấy trường hợp máy chính đặt gần vách đuôi hơn sẽ cho sức cản thấp hơn và trong trường hợp này, góc nghiêng trục tăng dần từ 1° đến 4° thì sức cản giảm dần.



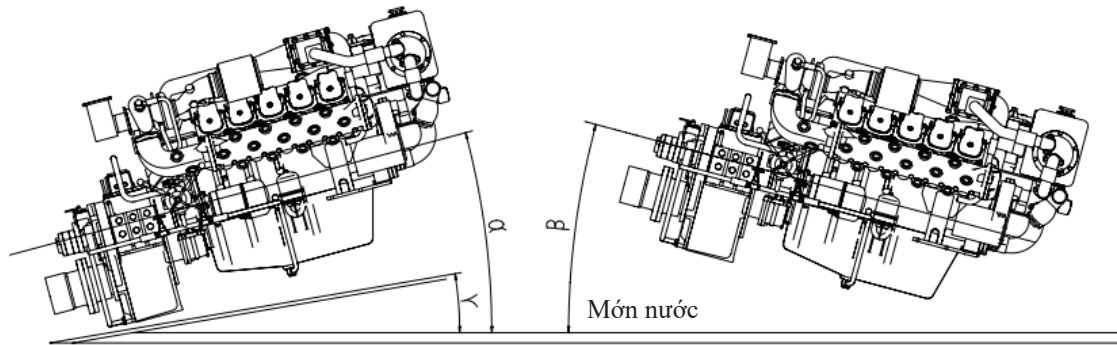
Hình 2. Mẫu tàu cá trong nghiên cứu của Santoso [9].

- Emilia Skupieñ và Jarosław Prokopowicz [10] đã nghiên cứu một số phương pháp tính toán lực cản tàu thủy nội địa, các phương pháp được kiểm tra cho các loại tàu khác nhau và các điều kiện khác nhau bằng cách sử dụng kết quả của các thử nghiệm mô hình. Theo nghiên cứu này, thông số hình dạng và mớn nước của tàu thay đổi trong quá trình thử nghiệm nhằm xác

định tốc độ của tàu và mức tiêu thụ nhiên liệu.

Ngoài ra, trong sổ tay hướng dẫn sử dụng của hãng máy thủy DOOSAN [11] có đưa ra góc nghiêng giới hạn cho phép lắp đặt đối với máy chính (Hình 3). Tùy theo model động cơ mà góc nghiêng cho phép khác nhau, loại thấp nhất là  $17^\circ$  và cao nhất lên đến  $30^\circ$ .

Như vậy, qua tìm hiểu các nghiên cứu ngoài



$\alpha$ ,  $\beta$  là góc nghiêng của đường tâm máy chính so với mớn nước;  $\gamma$  là góc nghiêng giữa đáy tàu với mớn nước

**Hình 3. Góc nghiêng cho phép của máy thủy Doosan [11].**

nước cho thấy: (1) các tính toán lý thuyết tập chung cho đối tượng tàu cao tốc và tàu lướt; (2) có nghiên cứu về góc nghiêng trục chân vịt của tàu cá nhưng chỉ dừng ở việc mô phỏng số và giới hạn góc nghiêng không lớn.

Qua phân tích các nghiên cứu trong và ngoài nước cho thấy thông số góc nghiêng trục chân vịt chưa được quan tâm nhiều trong bài toán sức cản và tốc độ tàu. Vì vậy, đề tài này tiến hành nghiên cứu ảnh hưởng của góc nghiêng trục chân vịt tàu cá vỏ composite thông qua mô hình thực nghiệm.

## II. ĐỐI TƯỢNG VÀ PHƯƠNG PHÁP NGHIÊN CỨU

### 2.1. Đối tượng nghiên cứu

#### a. Lựa chọn tàu mẫu

Mẫu tàu lựa chọn phải đảm bảo các yếu tố sau:

- Tàu mẫu đã được cơ quan đăng kiểm xét duyệt thiết kế.

- Tàu đã được chế tạo theo đúng thiết kế và sử dụng trong thực tế.

- Tàu phải là loại phổ biến, sử dụng cho nhiều ngành nghề khác nhau.

- Tàu đã được ngư dân so sánh, đánh giá sau quá trình sử dụng.

- Tàu có vòm đuôi đủ lớn để lắp đặt chân vịt và điều chỉnh góc nghiêng hệ trục.

Trên cơ sở các tiêu chí nêu trên, đề tài lựa chọn mẫu tàu có chiều dài lớn nhất 24m, nghề vây kiem rê. Đây là mẫu tàu được chế tạo trên 40 chiếc cho ngư dân với nhiều loại ngành nghề khác nhau (lưới vây, lưới rê, màn chụp,...). Mẫu tàu này có các thông số cơ bản như Bảng 1.

**Bảng 1. Các thông số cơ bản của tàu mẫu**

TT	Đại lượng	Ký hiệu	Đơn vị	Giá trị
01	Chiều dài lớn nhất	$L_{max}$	m	24,00
02	Chiều dài thiết kế	$L_{tk}$	m	21,36
03	Chiều rộng lớn nhất	$B_{max}$	m	6,50
04	Chiều rộng thiết kế	$B_{tk}$	m	6,09
05	Chiều cao mạn chấn sóng	H	m	3,50
06	Chiều cao mạn	D	m	2,95

TT	Đại lượng	Ký hiệu	Đơn vị	Giá trị
07	Chiều chìm trung bình	d	m	1,93
08	Lượng chiếm nước	W	T	184,70
09	Hệ số béo	$C_b$	-	0,72
10	Công suất máy chính	Ne	CV	800
11	Vận tốc thiết kế	V	hl/h	10
12	Nghề	-	-	Vây, kiêm rê
13	Vùng hoạt động	-	-	Hạn chế I
14	Vật liệu chế tạo	-	-	Composite

**b. Xác định kích thước cơ bản của tàu mô hình**

Tàu mô hình có tỷ lệ thu nhỏ so với tàu thật

là 1:12 theo lý thuyết đồng dạng (hình học, động học và động lực học) [3]. Các thông số cụ thể như Bảng 2.

**Bảng 2. Các thông số cơ bản của mô hình**

TT	Đại lượng	Ký hiệu	Đơn vị	Giá trị
01	Chiều dài lớn nhất	$L_{max}$	m	2,00
02	Chiều dài thiết kế	$L_{tk}$	m	1,78
03	Chiều rộng lớn nhất	$B_{max}$	m	0,54
04	Chiều rộng thiết kế	$B_{tk}$	m	0,51
05	Chiều cao mạn chẵn sóng	H	m	0,29
06	Chiều cao mạn	D	m	0,25
07	Chiều chìm trung bình	d	m	0,16
08	Lượng chiếm nước	W	kg	107,19
09	Hệ số béo	$C_b$	-	0,72
10	Công suất máy chính (động cơ xăng hai kỳ)	Ne	CV	0,80
11	Vòng quay máy chính	n	v/p	7000
12	Tỷ số truyền hộp số	-	-	1:2,50
13	Vận tốc thiết kế	$V_m$	hl/h	2,90
14	Vật liệu chế tạo vỏ	-	-	Composite

Trong đó, vận tốc thiết kế của mô hình được tính toán như sau:

Áp dụng công thức đồng dạng mô hình hình học [3] ta được:

$$v_m = v_t \sqrt{\frac{L_m}{L_t}} = v_t \sqrt{\frac{1}{k}} \quad (1)$$

$$V_m = 10 \sqrt{\frac{2}{24}} = 2,90 \text{ (hl/h)}$$

Tàu được chế tạo bằng vật liệu cơ bản là composite sợi thủy tinh và nhựa polyester. Máy chính được sử dụng là động cơ xăng 2 kỳ, 1 xylanh. Để đảm bảo vận tốc mô hình cao hơn vận tốc thiết kế khoảng 30% nhằm phòng

ngừa trường hợp phát sinh sức cản hoặc mất mát công suất tăng do lắp đặt không đảm bảo độ chính xác. Ở vận tốc thiết kế (2,9hl/h), để xác định công suất máy chính cần xác định sức cản của tàu. Trong nghiên cứu này sử dụng cả 2 phương pháp để tính sức cản tàu mô hình, đó là phương pháp Holtrop [12, 13] và Van Oortmerssen [14]. Kết quả tính sức cản được thể hiện ở Bảng 3.

Khi tính toán sức cản cho tàu thật tại vận tốc 10 hải lý/giờ, công suất máy chính của phương pháp Holtrop là 750,997HP, phương pháp Van Oortmerssen là 1582,015HP. Phương pháp Holtrop có công suất gần với tàu thật (800 HP) hơn so với phương pháp Van Oortmerssen.

**Bảng 3. Bảng tính sức cản**

Vận tốc (hl/h)	Holtrop		Van Oortmerssen	
	Sức cản (N)	Công suất ( $10^{-3}$ HP)	Sức cản (N)	Công suất ( $10^{-3}$ HP)
0	0	0	0	0
0,125	0,077	0,007	0,025	0,002
0,250	0,288	0,050	0,083	0,014
0,375	0,624	0,161	0,169	0,044
0,500	1,080	0,373	0,280	0,097
0,625	1,654	0,713	0,417	0,180
0,750	2,341	1,211	0,577	0,299
0,875	3,140	1,896	0,760	0,459
1,000	4,063	2,803	0,966	0,666
1,125	5,145	3,993	1,193	0,926
1,250	6,467	5,576	1,442	1,243
1,375	8,172	7,752	1,712	1,624
1,500	10,476	10,841	2,002	2,072
1,625	13,657	15,311	2,314	2,594
1,750	18,040	21,780	2,645	3,193
1,875	23,950	30,980	2,996	3,876
2,000	31,663	43,687	3,368	4,646
2,125	41,365	60,640	3,758	5,510
2,250	53,141	82,487	4,169	6,471
2,375	67,000	109,777	4,598	7,534
2,500	82,900	142,978	5,047	8,704
2,625	100,787	182,518	5,514	9,986
2,750	120,606	228,810	6,001	11,384
2,875	142,317	282,272	6,506	12,903
<b>2,900</b>	<b>148,036</b>	<b>296,808</b>	<b>6,635</b>	<b>13,303</b>
3,000	165,890	343,334	7,029	14,548
3,125	191,308	412,438	7,571	16,323
3,250	218,558	490,032	8,132	18,233
3,375	252,682	574,244	8,711	20,281
3,500	292,421	652,544	9,307	22,473

Vì vậy, phương pháp Holtrop được lựa chọn để tính sức cản và công suất cho tàu mô hình. Theo phương pháp này, tại vận tốc 2,9hl/h, sức cản của mô hình là 148,036 N và công suất máy chính là 0,3HP. Theo yêu cầu lựa chọn máy chính nêu trên, máy chính được lựa chọn để lắp cho tàu mô hình có công suất 0,8HP, 7000v/p. Với công suất này, tàu mô hình có thể đạt vận tốc tối đa lên đến 3,77hl/h.

Phương pháp điều khiển tàu mô hình là từ

xa bằng sóng vô tuyến RF. Các thiết bị của hệ thống điều khiển đảm bảo hoạt động ổn định, khoảng cách từ bộ điều khiển đến tàu đạt đến 200m. Bộ cảm biến đo số vòng quay trục chân vịt được truyền qua Bluetooth đến điện thoại di động với khoảng cách lên đến 70m.

### 2.2. Phương pháp nghiên cứu

- Trên cơ sở hình dáng, kích thước và bố trí chung của tàu thật và các thông số cơ bản của tàu mô hình đã xác định, tiến hành chế tạo tàu

mô hình. Điểm quan trọng nhất của mô hình là thiết kế và chế tạo cơ cấu thay đổi góc nghiêng trục chân vịt từ 0° đến 15°.

- Chạy thử nghiệm tàu mô hình trên biển để xác định vận tốc (thông qua đo thời gian tàu chạy trên quãng đường 50m) ứng với từng góc nghiêng trục chân vịt khác nhau từ 0° đến 15°. Điều kiện tiến hành thử nghiệm là mớn nước của tàu mô hình phải tương ứng với mớn nước

đầy tải của tàu thật.

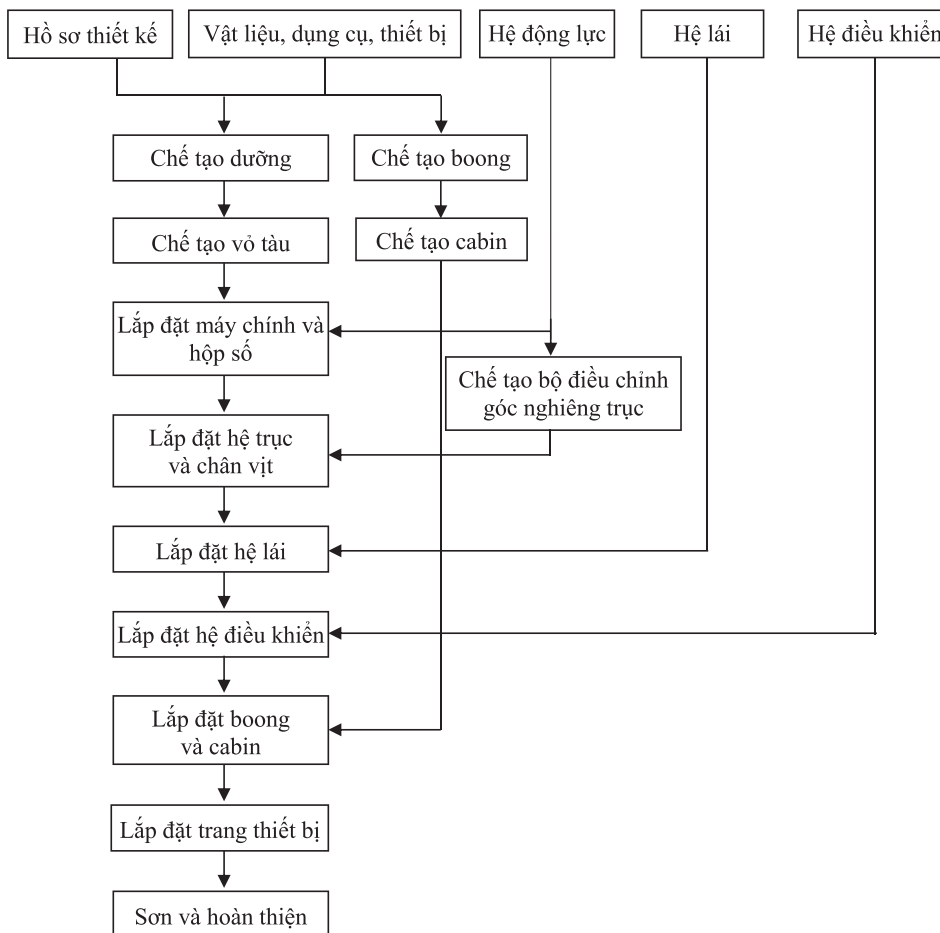
- Xử lý số liệu thử nghiệm và đánh giá kết quả.

### III. KẾT QUẢ VÀ THẢO LUẬN

#### 3.1. Kết quả

##### a. Chế tạo tàu mô hình

- Quy trình chế tạo: Tàu mô hình được chế tạo theo quy trình như Hình 4.



Hình 4. Sơ đồ quy trình chế tạo tàu mô hình.

- Chế tạo phần thân tàu:

Từ bản vẽ đường hình, tiến hành phóng dạng mặt cắt dọc giữa tàu và các sườn theo kích thước tàu mô hình, sau đó vẽ lên tấm Formex và cắt từng chi tiết. Các chi tiết sau khi cắt được lắp ráp lại với nhau bằng keo 502. Vạch dấu vị trí sườn lên tấm mặt cắt dọc tâm, sau đó tiến hành dán các sườn vào vị trí đã vạch dấu trên tấm mặt cắt dọc tâm. Dán toàn bộ phần vỏ (Formex dày 3mm) vào khung xương, sau đó

dán phần bổ chụp.

Trát vỏ bằng vật liệu composite: quét lớp nhựa polyester lên bề mặt ngoài của vỏ tàu, sau đó tùy khu vực mà tiến hành trát 3 hoặc 4 lớp Mat 300g/m<sup>2</sup> để đạt được chiều dày theo thiết kế.

Xử lý tron bề mặt vỏ tàu: sau khi bề mặt vỏ tàu đông cứng hoàn toàn (sau 48 giờ), tiến hành dùng giấy nhám loại 60 xử lý sơ bộ toàn bộ bề mặt ngoài; trét matit để xử lý những chỗ lõm

và chỉnh sửa vỏ tàu đúng hình dạng thiết kế; sử dụng lần lượt từng loại giấy nhám từ 60, 120, 300 đến 600 để xử lý toàn bộ bề mặt.

Sơn vỏ tàu: tiến hành kẻ đường sơn nước theo thiết kế, tiến hành sơn phần dưới sơn

nước bằng màu nâu, sau đó sơn phần trên sơn nước bằng sơn màu xanh.

Mặt boong và cabin được chế tạo rời bằng Fomex, sau đó lắp ráp vào phần thân tàu (Hình 5).

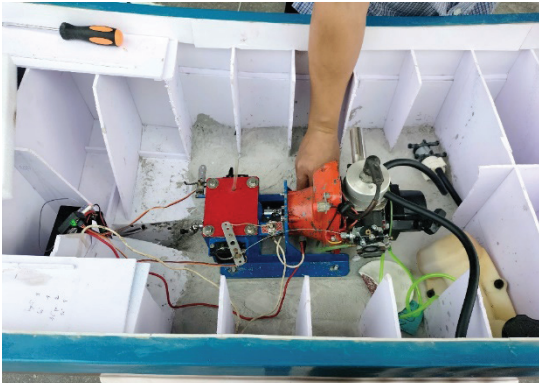


Hình 5. Chế tạo phần vỏ mô hình.

- Lắp đặt hệ động lực: Lắp đặt bộ máy vào đáy tàu; sau đó lắp đặt máy chính và hộp số vào bộ máy; lắp đặt kết nhiên liệu, bơm hút khô và bình ắc quy (Hình 6a).

- Chế tạo cơ cấu thay đổi góc nghiêng trục chân vịt (Hình 6b).

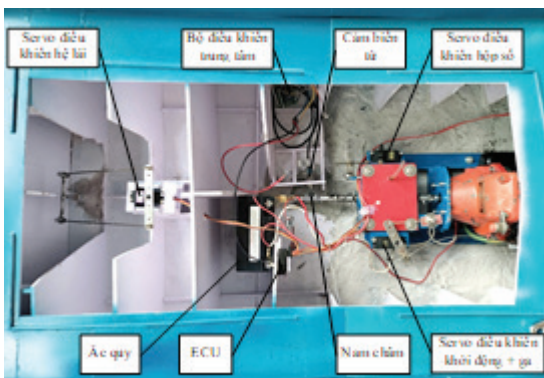
- Lắp đặt hệ thống điều khiển: gồm bộ điều khiển từ xa các chức năng khởi động, điều chỉnh ga, số, lái và bộ điều khiển đo số vòng quay trục chân vịt truyền qua màn hình điện thoại bằng sóng Bluetooth (Hình 6c).



a. Bố trí buồng máy



b. Cơ cấu điều chỉnh góc nghiêng trục



c. Bố trí hệ thống điều khiển



d. Mô hình tàu hoàn chỉnh

Hình 6. Chế tạo phần vỏ mô hình.



**b. Thử nghiệm tàu mô hình**

Quá trình thử nghiệm đảm bảo các yêu cầu sau:

- Chiều chìm của tàu trước khi thử phải đảm bảo tương ứng mớn nước đầy tải của tàu thật.
- Chọn trường hợp góc nghiêng trục chân vịt 3° (như tàu thật) để thử nghiệm trước tiên.
- Số vòng quay trục chân vịt phải được giám sát và đảm bảo giống nhau cho tất cả các trường hợp thay đổi góc nghiêng trục.
- Quỹ đường tàu chạy ổn định khi số vòng quay trục chân vịt không đổi phải đảm bảo đủ lớn để

hạn chế tổng sai số không vượt quá 5%. Việc xác định quỹ đường để đảm bảo sai số tổng được thực hiện như sau: cho tàu chạy thử ở chế độ ga lớn nhất (ở chế độ ga nhỏ hơn sai số sẽ nhỏ hơn) đo được vận tốc của tàu là 3,77m/s (1,94m/s). Sai số quỹ đường cho phép tối đa là ±0,5m, sai số thời gian cho phép tối đa là ±1 giây. Thiết bị đo vòng quay trục chân vịt có độ chính xác đến 0,01 vòng/phút, thiết bị đo thời gian có độ chính xác đến 0,01 giây. Kết quả xác định các sai số được trình bày ở Bảng 4.

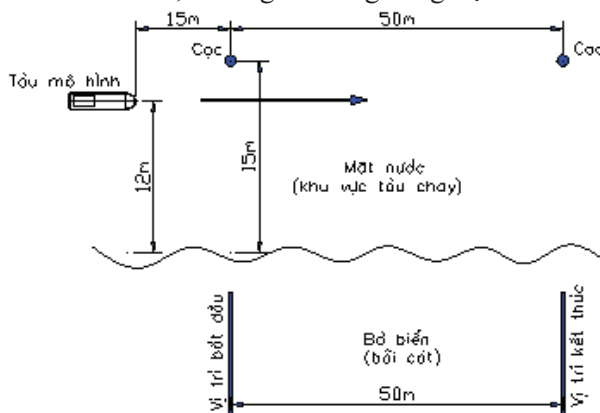
**Bảng 4. Kết quả xác định sai số khi thử nghiệm**

TT	Quãng đường (m)	Thời gian (giây)	Sai số quãng đường (%)	Sai số thời gian (%)	Tổng sai số (%)
1	10	5,15	5,00	19,40	24,40
2	15	7,73	3,33	12,93	16,27
3	20	10,31	2,50	9,70	12,20
4	25	12,89	2,00	7,76	9,76
5	30	15,46	1,67	6,47	8,13
6	35	18,04	1,43	5,54	6,97
7	40	20,62	1,25	4,85	6,10
8	45	23,20	1,11	4,31	5,42
9	<b>50</b>	<b>25,77</b>	<b>1,00</b>	<b>3,88</b>	<b>4,88</b>
10	55	28,35	0,91	3,53	4,44
11	60	30,93	0,83	3,23	4,07

Kết quả ở Bảng 4 cho thấy với quãng đường 50m, tổng sai số là 4,88% (nhỏ hơn 5%) nên quãng đường cho tàu chạy thử nghiệm được chọn là 50m. Mỗi trường hợp thử phải cho tàu chạy 3 lần trên quãng đường giống nhau, giá trị vận tốc mỗi trường hợp là trung bình cộng của 3 lần thử.

Để đảm bảo độ sâu cần thiết cho tàu, khoảng

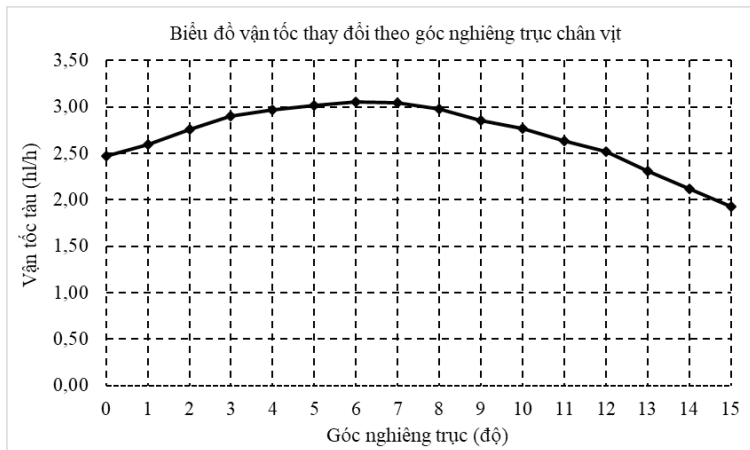
cách từ bờ đến vị trí tàu là 12m, khoảng cách từ bờ đến vị trí cọc xác định quãng đường là 15m. Quá trình thử nghiệm được thực hiện theo sơ đồ Hình 7. Kết quả thử nghiệm được trình bày ở Bảng 5 và Hình 8. Chênh lệch các giá trị vận tốc so với vận tốc thiết kế (2,9m/s) khi góc nghiêng trục là 3° được thể hiện ở Bảng 6.



**Hình 7. Sơ đồ thử nghiệm.**

**Bảng 5: Kết quả đo thời gian và tính toán vận tốc tàu mô hình**

Góc nghiêng trực (độ)	Thời gian (giây)	Vận tốc		Góc nghiêng trực (độ)	Thời gian (giây)	Vận tốc	
		m/s	hl/h			m/s	hl/h
0	39,29	1,27	2,47	8	32,57	1,53	2,98
1	37,40	1,34	2,60	9	34,04	1,47	2,85
2	35,22	1,42	2,76	10	35,03	1,43	2,77
<b>3</b>	<b>33,47</b>	<b>1,49</b>	<b>2,90</b>	11	36,92	1,35	2,63
4	32,68	1,53	2,97	12	38,52	1,30	2,52
5	32,15	1,56	3,02	13	42,11	1,19	2,31
<b>6</b>	<b>31,80</b>	<b>1,57</b>	<b>3,05</b>	14	45,93	1,09	2,11
7	<b>31,86</b>	<b>1,57</b>	<b>3,05</b>	15	50,46	0,99	1,92



**Hình 8. Biến thiên vận tốc tàu theo sự thay đổi góc nghiêng trực.**

**Bảng 6: Chênh lệch các giá trị vận tốc so với vận tốc thiết kế (2,9hl/h)**

Góc nghiêng trực (độ)	Vận tốc (hl/h)	Chênh lệch vận tốc (hl/h)	Sai số (%)	Góc nghiêng trực (độ)	Vận tốc (hl/h)	Chênh lệch vận tốc (hl/h)	Sai số (%)
0	2,47	-0,43	-14,80	8	2,98	0,08	2,78
1	2,60	-0,30	-10,49	9	2,85	-0,05	-1,65
2	2,76	-0,14	-4,94	10	2,77	-0,13	-4,42
<b>3</b>	<b>2,90</b>	<b>0,00</b>	<b>0,00</b>	11	2,63	-0,27	-9,31
4	2,97	0,07	2,43	12	2,52	-0,38	-13,09
5	3,02	0,12	4,13	13	2,31	-0,59	-20,50
6	3,05	0,15	5,28	14	2,11	-0,79	-27,11
7	3,05	0,15	5,28	15	1,92	-0,98	-33,65

### 3.2. Thảo luận

#### a. Về kết quả chế tạo tàu mô hình

- Kích thước tàu mô hình được lựa chọn phù hợp, đảm bảo tàu chạy ổn định trong điều kiện thử nghiệm.

- Vật liệu sử dụng để chế tạo dướng, mặt boong và cabin là Formex, vỏ tàu là composite,

đây đều là 2 loại vật liệu phổ biến hiện nay.

- Tàu mô hình có hình dáng, màu sắc và một số trang thiết bị cơ bản trên boong và cabin như tàu thật.

- Vận tốc tối đa của tàu mô hình (khi tăng cần ga đến vị trí cực đại) đạt 3,77hl/h, lớn hơn vận tốc thiết kế (2,9hl/h) đến 30%.

- Hệ trục chân vịt và cơ cấu thay đổi góc nghiêng trục được thiết kế đơn giản, có vạch dấu điều chỉnh góc nghiêng việc thay đổi góc nghiêng được thực hiện một cách dễ dàng và chính xác.

- Do boong chính và cabin được chế tạo rời, dễ tháo lắp nên công tác sửa chữa, bảo dưỡng, thay thế hệ động lực và trang thiết bị thực hiện dễ dàng.

#### **b. Về kết quả thử nghiệm tàu mô hình**

- Tàu chạy ổn định trong cả trường hợp không tải và đầy tải.

- Các hệ thống điều khiển hoạt động ổn định, nhạy, đảm bảo khoảng cách điều khiển từ tàu đến cần điều khiển và đèn điện thoại (đo số vòng quay trục).

- Vận tốc được giám sát chặt chẽ trong quá trình tàu chạy. Trong mọi trường hợp góc nghiêng trục, số vòng quay trục hầu như không thay đổi khi giữ nguyên chế độ ga.

- Kết quả thử nghiệm ở Bảng 5 và Hình 8 cho thấy vận tốc tàu thay đổi khá lớn khi góc nghiêng tăng từ  $0^\circ$  đến  $15^\circ$ . Khi góc nghiêng tăng từ  $0^\circ$  đến  $3^\circ$ , vận tốc tàu tăng khá mạnh từ 2,47hl/h lên 2,9hl/h (tăng 14,8%). Khi góc nghiêng tăng từ  $3^\circ$  đến  $8^\circ$ , vận tốc tàu thay đổi không đáng kể. Khi góc nghiêng tăng từ  $9^\circ$  đến  $15^\circ$ , vận tốc tàu giảm rất mạnh 2,85hl/h xuống 1,92hl/h (giảm 32,63%). Điều này cho thấy đối với mẫu tàu cá lựa chọn, việc lắp đặt hệ trục chân vịt ở góc nghiêng quá nhỏ (nhỏ hơn  $3^\circ$ ) hoặc quá lớn (lớn hơn  $8^\circ$ ) sẽ làm giảm vận tốc của tàu.

- Tàu mô hình đạt giá trị vận tốc cao nhất

khi góc nghiêng trục đạt  $6^\circ$  và  $7^\circ$  (đạt đến 3,05hl/h). Như vậy, so với vận tốc thiết kế tại góc nghiêng  $3^\circ$  thì vận tốc  $6^\circ$  và  $7^\circ$  cao hơn 5,28% (0,15hl/h).

#### **IV. KẾT LUẬN VÀ KIẾN NGHỊ**

Mô hình tàu được chế tạo và thử nghiệm đã đáp ứng được các mục tiêu đề ra. Nghiên cứu này đã tạo ra một sản phẩm mô hình tàu cá vỏ composite giống như mẫu tàu thật, ngoài mục đích phục vụ thử nghiệm vận tốc còn hỗ trợ cho công tác dạy học và nghiên cứu cho sinh viên ngành Kỹ thuật tàu thủy và một số ngành liên quan của Trường Đại học Nha Trang. Kết quả thử nghiệm đã góp phần đưa ra giải pháp cải thiện vận tốc của tàu cá vỏ composite thông dụng bằng việc lắp đặt hệ trục chân vịt có góc nghiêng phù hợp, cụ thể là  $6^\circ$  đến  $7^\circ$ . Dải góc nghiêng trục có thể lắp đặt trong quá trình chế tạo tàu là từ  $3^\circ$  đến  $8^\circ$ . Để kết quả thử nghiệm có độ tin cậy cao cần tiếp tục nghiên cứu ảnh hưởng ảnh hưởng của độ chìm của chân vịt khi thay đổi góc nghiêng trục đến vận tốc tàu cũng như giám sát chặt chẽ hơn điều kiện thử nghiệm (sóng, gió, dòng chảy,...).

Lời cảm ơn

Nghiên cứu này là một phần kết quả của đề tài nghiên cứu khoa học cấp Trường (Mã số: TR2023-13-38) “Đánh giá ảnh hưởng của góc nghiêng trục chân vịt đến tốc độ tàu cá vỏ composite thông qua mô hình thực nghiệm”. Nhóm tác giả xin chân thành cảm ơn Trường Đại học Nha Trang đã hỗ trợ kinh phí, tạo điều kiện về thời gian và cơ sở vật chất để hoàn thành nghiên cứu này.

#### **TÀI LIỆU THAM KHẢO**

1. Nguyễn Thái Vân (2017), *Nghiên cứu động lực học chuyển động của xuồng chữa cháy rừng trầm*, Luận án tiến sĩ, Trường Đại học Lâm nghiệp.
2. Nguyễn Văn Hiền (2020), *Ứng dụng lý thuyết CFD để tính toán sức cản tàu cao tốc vỏ composite*, Luận văn thạc sĩ, Trường Đại học Nha Trang.
3. Trần Công Nghị (2008), *Sổ tay thiết kế tàu thủy*, Nhà xuất bản Xây dựng.
4. Nguyễn Đức Ân, Nguyễn Bản (2006), *Lý thuyết tàu thủy - Tập 2*, Nhà xuất bản GTVT.
5. Trần Ngọc Tú, Phạm Thị Thanh Hải, Nguyễn Mạnh Chiến, *Nghiên cứu ảnh hưởng của tỷ lệ mô hình đến sự thay đổi đặc tính dòng chảy bao quanh thân tàu bằng phương pháp CFD*, Tạp chí Khoa học Công nghệ, số 3/2023.

6. Nguyễn Thị Hà Phương, Nguyễn Thị Hải Hà, *Dự đoán lực cản cho mô hình tàu KVLCC2 sử dụng phần mềm STAR-CCM+*, Tạp chí Khoa học và Công nghệ - Đại học Đà Nẵng, Vol. 18, No. 9, 2020.
7. Daniel Savitsky, *Hydrodynamic Design of Planing Hulls*, Marine Technology, Vol. 1, No. 1, 1964.
8. John Bate, *Performance analysis and prediction of high speed planing craft*, Doctor Philosophia, 1994.
9. Agoes Santoso, Irfan Syarief Arief, Ngizuddin Masro'i, Semin, *Effect of Main Engine Placement and Propeller Shaft Inclination on Ship Performance*, International Journal of Marine Engineering Innovation and Research, Vol. 6(1), 2021.
10. Emilia Skupień and Jarosław Prokopowicz, *Methods of Calculating Ship Resistance on Limited Waterways*, Polish Maritime Research, Volume 21, Issue 4, pp.12-17, 2015.
11. DOOSAN infracore. Installation Instructions.
12. Holtrop J. A statistical re-analysis of resistance and propulsion data, ISP, Vol. 31, No. 363, pp.272-276, 1984.
13. Holtrop J. and Mennen G. G. J. An approximate power prediction method, International shipbuilding progress, 29(335), pp.166-170, 1982.
14. Van Oortmerssen G. A power prediction method and its application to small ships, International Shipbuilding Progress, 18(207), pp.397-415, 1971.