

BỘ GIÁO DỤC VÀ ĐÀO TẠO

BỘ GIAO THÔNG VẬN TẢI

TRƯỜNG ĐẠI HỌC HÀNG HẢI

KS. LÊ KHẮC HÙNG

TÍNH CÁC CHỈ TIÊU KHAI THÁC CỦA TỔ HỢP THÂN TÀU - CHÂN VỊT
TẠI CÁC CHẾ ĐỘ LÀM VIỆC KHÁC NHAU CỦA TÀU NHỜ SỰ TRỢ GIÚP
CỦA MÁY TÍNH ĐIỆN TỬ

LUẬN ÁN THẠC SĨ KHOA HỌC KỸ THUẬT

Chuyên ngành : ĐÓNG TÀU THỦY

Mã số : 02 - 03 - 01

Thành phố Hồ Chí Minh 2000



1592



Công trình được hoàn thành tại
Trường đại học Hàng hải

Người hướng dẫn khoa học : PGS., TS. Trương Sỹ Cáp

Người chấm phản biện 1 :

Người chấm phản biện 2 :

Luận án sẽ được bảo vệ tại Hội đồng chấm luận án cao học

Chuyên ngành : Đóng tàu thủy

Trường đại học Hàng hải vào hồi giờ ngày tháng năm 2000

Luận án được lưu giữ tại phòng đọc Khoa Đào tạo sau đại học và thư viện
trường đại học Hàng hải

MỤC LỤC

Chương 1	TỔNG QUAN.....	4
1.1	Tính thời sự của đề tài.....	4
1.2	Mục tiêu của đề tài.....	5
1.3	Nội dung chính dự định giải quyết trong luận văn	5
1.4	Phương pháp nghiên cứu.....	5
Chương 2	XÁC ĐỊNH CÁC ĐẶC TRƯNG DI ĐỘNG CỦA TÀU	
2.1	Mô tả bằng phương pháp giải tích các đặc trưng thủy động của chân vịt xe-ri B.....	6
2.2	Các đặc trưng thủy động của chân vịt 4 cánh thuộc xe-ri do Liên xô (cũ) chế tạo.....	13
2.3	Các đặc trưng vận hành của tàu.....	17
Chương 3	XÁC ĐỊNH CÁC CHỈ TIÊU KỸ THUẬT-KHAI THÁC CỦA TỔ HỢP CHÂN VỊT-THÂN TÀU TẠI CÁC CHẾ ĐỘ CÔNG TÁC KHÁC NHAU.....	50
3.1	Tính toán các đặc trưng chân vịt.....	50
3.2	Xây dựng các đặc trưng vận hành của tổ hợp chân vịt-thân tàu theo các đặc trưng hạn chế của động cơ.....	63
3.3	Tính toán các đặc trưng kỹ thuật-khai thác của tổ hợp chân vịt- thân tàu ứng với vòng quay đã cho	67
3.4	Các chỉ tiêu kỹ thuật - khai thác của tổ hợp chân vịt-thân tàu ... ứng với tốc độ vận hành đã cho của tàu.....	70
	KẾT LUẬN.....	74
	Tài liệu tham khảo.....	76

Chương 1

TỔNG QUAN

1.1 Tính thời sự của đề tài

Nghị quyết Đại hội đại biểu toàn quốc lần thứ 3 của Đảng đã nêu : mục đích của Đảng là xây dựng đất nước Việt Nam độc lập , dân chủ , giàu mạnh , xã hội công bằng , văn minh ... Để đạt mục đích trên cần phải nhanh chóng phát triển toàn diện theo con đường công nghiệp hoá và hiện đại hoá .

Một trong các vấn đề cơ bản đẩy nhanh sự tiến bộ của khoa học công nghệ đất nước là hoàn thiện và ứng dụng hiệu quả các thành tựu của công nghệ tin học.

Sự phát triển của các phương pháp toán học hiện đại và các thành tựu to lớn của ngành công nghệ máy tính điện tử và công nghệ phần mềm là cơ sở lý thuyết và kỹ thuật cần thiết để giải các bài toán liên quan đến sản xuất và kinh doanh .

Từ trước đến nay trên thế giới cũng như ở nước ta áp dụng rộng rãi các phương pháp số để giải các bài toán lý thuyết phức tạp về tính di chuyển của tàu. Các bài toán này mang ý nghĩa khoa học lớn phục vụ trực tiếp cho công tác nghiên cứu và thiết kế tàu .

Trong thực tế khai thác tàu , để đạt được hiệu quả kinh tế , người quản lý phải nhận được thông tin nhanh về tác động của các điều kiện khai thác : sự thay đổi chiều chìm , ảnh hưởng của rĩ , hà tới vỏ bao của tàu , tác dụng của sóng gió , ảnh hưởng của sự hạn chế độ sâu , chiều rộng của tuyến vận tải đến lực cản . Từ đó xác định các chỉ tiêu khai thác - kỹ thuật của hệ TT-TBD-ĐC của tàu tại chế độ tính toán , xác định các đặc trưng tính di chuyển của tàu tại các chế độ làm việc khác nhau . Trên cơ sở các thông tin nhanh trên , người quản lý sẽ quyết định phương án khai thác tối ưu phù hợp để đạt hiệu quả kinh tế cao .

Để giải quyết bài toán tối ưu về hiệu quả kinh tế đòi hỏi các thông tin phải được cung cấp kịp thời , nhanh và đảm bảo độ chính xác cần thiết . Vấn đề này

tại các công ty khai thác tàu cỡ lớn có đặt ra nhưng không hệ thống và chưa toàn diện .

Để đáp ứng yêu cầu bức xúc của thực tế khai thác tàu , tôi chọn đề tài xác định các chỉ tiêu khai thác - kỹ thuật của hệ đẩy tại các chế độ làm việc khác nhau của tàu nhờ máy tính điện tử . Đề tài này cùng với đề tài luận văn Thạc sỹ của Nguyễn Ngọc Thông sẽ giải quyết trọn vẹn vấn đề bức xúc nêu trên .

1.2 Mục tiêu của đề tài

Trên cơ sở lý thuyết quy hoạch với sự giúp đỡ của MTĐT xây dựng mô hình toán thích hợp quá trình thay đổi tốc độ tàu phụ thuộc vào chiều chìm , trạng thái thân tàu và chế độ làm việc của chân vịt theo các kết quả thí nghiệm tính di động của tàu trong các điều kiện khai thác .

1.3 Nội dung chính dự định giải quyết trong luận văn

1. Xác định các đặc trưng tính di động của tàu bao gồm các vấn đề mô tả bằng phương pháp giải tích các đặc trưng thủy động lực của chân vịt xe-ri B có số cánh $Z = 3$, $Z = 5$ và xe-ri do Liên Xô (cũ) sản xuất; thuật toán và chương trình tính các đặc trưng vận hành của tàu .

2. Tính các chỉ tiêu kỹ thuật - khai thác của tổ hợp chân vịt-thân tàu tại các chế độ làm việc khác nhau : đường đặc tính chân vịt tại chế độ tính toán , tại chế độ làm việc hạn chế của động cơ (thuật toán và chương trình điển hình) .

3. Tính các đặc trưng kỹ thuật - khai thác của tổ hợp chân vịt -thân tàu ứng với vòng quay đã cho trước của chân vịt và thích ứng với tốc độ vận hành đã cho trước (thuật toán) .

1.4 Phương pháp nghiên cứu

Sử dụng phương pháp số với sự trợ giúp của máy tính điện tử để giải các bài toán nêu trên .

Cơ sở để lập thuật toán và viết phần mềm cho việc giải các bài toán liên quan trên MTĐT là hệ các đa thức chứa mô tả toán học của các đặc trưng thủy động lực của chân vịt thuộc các xe-ri khác nhau .

Chương 2

XÁC ĐỊNH CÁC ĐẶC TRUNG TÍNH ĐỘNG CỦA TÀU

2.1 Mô tả bằng phương pháp giải tích các đặc trưng thuỷ động của chân vịt thuộc xe-ri B

Các đồ thị tính toán là những đặc trưng thuỷ động của xe-ri chân vịt tương tự về mặt hình học được xây dựng trên cơ sở các kết quả thử mô hình chân vịt với các yếu tố được thay đổi một cách hệ thống cùng với các phương pháp tính toán thiết kế hiện đang được sử dụng rộng rãi khi thiết kế và phân tích tổ hợp thiết bị đẩy, khi nghiên cứu mức độ và đặc trưng ảnh hưởng của các yếu tố kết cấu của chân vịt và các điều kiện khai thác đến hiệu suất công tác của chúng.

Với tư cách là những đặc trưng thuỷ động của chân vịt ta thừa nhận các mối quan hệ của các hệ số không thứ nguyên của lực đẩy K_1 và mô men K_2 cũng như hiệu suất của chân vịt η_p đối với λ_p . Các đặc trưng này sẽ cho chúng ta khái niệm đầy đủ về hoạt động của chân vịt ở các chế độ khác nhau.

Các đặc trưng thuỷ động $K_1 = f(\lambda_p)$, $K_2 = f(\lambda_p)$, $\eta_p = f(\lambda_p)$ đối với các chân vịt tương tự về mặt hình học phụ thuộc vào tỷ số bước H/D , tỷ số đĩa θ , số cánh Z , chiều dày tương đối e_0 , hình dáng mặt cắt ngang của cánh và đường viền của cánh. Sự khác nhau của các đặc trưng thuỷ động của chân vịt được xác định bởi các yếu tố kết cấu sẽ dẫn tới các chân vịt khác nhau và sẽ có ảnh hưởng không giống nhau đến sự thay đổi chế độ công tác của tàu và cần thiết phải xác định các đặc trưng của chúng khi tính toán các chỉ tiêu kỹ thuật - khai thác của tổ hợp tương tác ứng với chế độ khác với chế độ tính toán.

Khi tiến hành phân tích các chỉ tiêu kỹ thuật - khai thác của tàu để tránh cho người nghiên cứu không phải tham gia trực tiếp vào quá trình tính toán và vào những công việc nhàm chán với các xe-ri biểu đồ tính nên thử cố gắng đưa ra mô tả toán học của chúng dưới dạng thuận lợi nhất và đủ độ chính xác để sử

dụng trong thực tế . Để đạt được mục đích nêu trên các đường cong vận hành của chân vịt thuộc xe-ri B đối với số cánh và tỷ số đĩa khác nhau cần được biểu diễn dưới dạng giải tích bằng các đa thức đối với mỗi giá trị của tỷ số bước trong phạm vi $H/D = 0.5 - 1.4$.

Khi tính toán các đặc trưng thủy động của chân vịt có bước cố định nhờ phép nội suy tuyến tính theo tỷ số bước , tất cả các đa thức đã được thiết lập đối với các giá trị bằng biểu đồ của tỷ số bước không đồng thời được sử dụng .

Cần thấy rằng , khi tiến hành thử các xe-ri mô hình chân vịt với sự thay đổi có hệ thống các yếu tố kết cấu , việc đo đạc trực tiếp có liên quan tới sự thay đổi có hệ thống các yếu tố kết cấu , tới lực đẩy và mô men của chân vịt , tốc độ dòng xoáy , tần số quay của chân vịt mà theo kết quả của chúng sẽ xây dựng các mối quan hệ bằng đồ thị tương đối đơn giản .

Giới hạn dưới của sự thay đổi λ_p được lấy trong mỗi trường hợp phụ thuộc vào khả năng xác định chính xác giá trị bằng đồ thị của đại lượng η_p , còn giới hạn trên của λ_p được xác định bởi lĩnh vực áp dụng thực tế của chế độ vận hành chân vịt mà ở độ có khả năng đánh giá được hiệu quả của nó nhờ các biểu đồ tính toán .

Các hệ số của đa thức [1]

$$K_1 = \sum_{i=0}^6 P_i \lambda_p^i \quad (1)$$

$$\sqrt{K_2} = \sum_{i=0}^6 L_i \lambda_p^i \quad (2)$$

biểu diễn đường cong vận hành của chân vịt được đưa ra trong bảng 5 - 26 , mà mỗi bảng trong số đó được lập nên đối với số cánh và tỷ số đĩa xác định cho các xe-ri chính B3 và B5 . Các hệ số của đa thức biểu diễn các đặc trưng thủy động của chân vịt thuộc xe-ri B4 được giới thiệu trong bảng 1 - 4 . Dòng cuối cùng của mỗi bảng chứa các hệ số của đa thức biểu diễn mối quan hệ $K_1 = f(H/D)$ và

$\sqrt{K_2} = f(H/D)$ mà chúng được dùng để tính toán các đặc trưng thủy động của chân vịt khi làm việc ở chế độ buộc. Các hệ số được đưa ra trong các bảng nêu trên được xác định trên máy tính theo phương pháp bình phương nhỏ nhất có sử dụng một số biểu đồ chuẩn bổ sung. Trong quá trình tính toán các hệ số, ngoài việc tính sai số tương đối của aproximax đối với mỗi giá trị đặc trưng λ_p mà sự thay đổi của nó được tiến hành với bước 0.005, còn tiến hành phân tích các giá trị của mô - đuyên độ lệch lớn nhất và xác định sai số bình phương trung bình của aproximax. Trong các dòng của các bảng nêu trên ngược với mỗi giá trị bằng biểu đồ của tỷ số bước các hệ số của đa thức được bố trí theo trình tự tăng của bậc (số mũ) các đối số.

Mong muốn xây dựng được chương trình đơn giản và tổng quát đối với tất cả các chân vịt thuộc xe-ri chính B trong số đó đối với chân vịt có số cánh $Z = 5$ với hai giá trị bằng biểu đồ của θ để tính các đặc trưng thủy động của chân vịt mà sau này có thể dùng nó với tư cách của một chương trình con để xây dựng đặc tính vận hành của tàu buộc phải dừng lại ở phương án thuật toán mà nó đã được thể hiện trên hình 01.

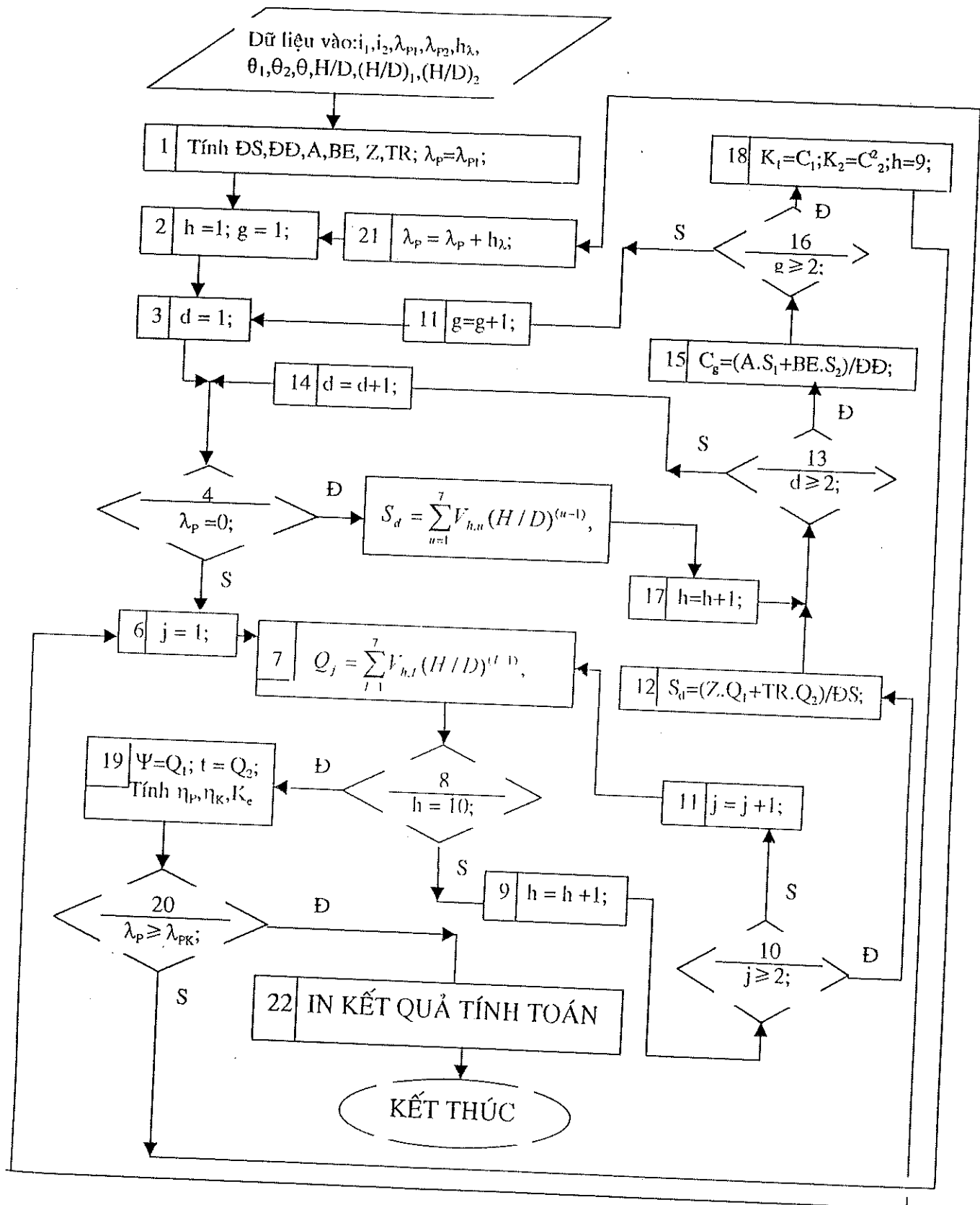
Thuật toán này được xây dựng với giả thiết rằng ở giai đoạn nghiên cứu ấy tỷ số bước và tỷ số đĩa của chân vịt coi như đã biết hoặc có thể được xác định, ví dụ, từ các kết quả tính toán các chỉ tiêu kỹ thuật - khai thác của tổ hợp tương tác với chân vịt thuộc xe-ri B tại chế độ đã được liệt kê.

Ngoài việc tính toán các đặc trưng thủy động của chân vịt ở chế độ tự do thuật toán còn cho phép thực hiện việc tính toán các đặc trưng thủy động của chân vịt đặt sau thân tàu - hệ số kéo có ích K_e

$$K_e = K_1 (1 - t) \quad (3)$$

và hệ số tương tác

$$\eta_g = \eta_p \eta_K = \frac{i_1(1-t)}{i_2(1-\psi)} \eta_p \quad (4)$$



Hình 01 Sơ đồ thuật toán xác định các đặc trưng thủy động của chân vịt xe-ri B

Để tính được hệ số hút t tương ứng với các chế độ vận hành khác nhau của tổ hợp tương tác ta có thể sử dụng công thức thực nghiệm của E. E. Pappel mà nó nhận được trên cơ sở nghiên cứu các kết quả thí nghiệm mô hình tự hành

$$t = \frac{t_0}{1 - \lambda_p / (H_1 / D)} \approx \frac{t_0}{1 - \lambda_p / (H / D)} \quad (5)$$

trong đó t_0 - hệ số hút ứng với chế độ buộc ;

H_1/D - tỷ số bước thủy động.

Theo kinh nghiệm [5,7] ta có thể lấy

$$t_0 \approx t [1 - \lambda_{PH} / (H/D)] ; \psi \approx \text{const} \quad (6)$$

trong đó λ_{PH} - giá trị ứng với chế độ tính toán .

Tuy nhiên khi tính toán các đặc trưng thủy động của chân vịt và các đặc trưng vận hành của xe-ri chân vịt thường có các kết quả thử mô hình tự hành thể hiện bằng mối quan hệ $\psi = f(\lambda_p)$ và $t = f(\lambda_p)$, điều đó cho phép nhận được số liệu tin cậy hơn về các đường cong vận hành của chân vịt đặt sau thân tàu . Nhờ có máy tính điện tử mà các mối quan hệ vừa nêu trên ($\psi = f(\lambda_p)$ và $t = f(\lambda_p)$) theo các biểu đồ chuẩn có thể được thể hiện dưới dạng các đa thức với độ chính xác cần thiết .

Thuật toán được xây dựng dựa trên việc áp dụng ma trận nguồn hai chiều $U[10,7]$, mà 4 dòng đầu tiên của ma trận tạo nên nhóm các hệ số để biểu diễn mối quan hệ $K_1 = f(\lambda_p)$; 4 dòng thứ hai - tạo nên nhóm các hệ số để biểu diễn mối quan hệ $\sqrt{K_2} = f(\lambda_p)$; 2 dòng cuối cùng tạo nên các hệ số của đa thức biểu diễn các đặc trưng tương tác giữa chân vịt và thân tàu $\psi = f(\lambda_p)$ và $t = f(\lambda_p)$.

Các yếu tố của ma trận $U[10,7]$ tham gia vào hai nhóm đầu tiên được bố trí như thế nào đó để hai dòng đầu tiên trong mỗi nhóm sẽ chứa các hệ số của đa thức thuộc giá trị bằng biểu đồ bé nhất của tỷ số đĩa θ_1 , còn hai dòng thứ hai - thuộc giá trị bằng biểu đồ lớn nhất của tỷ số đĩa θ_2 mà nằm giữa chúng là đại

lượng θ . Các dòng lẻ trong mỗi nhóm thuộc hai nhóm đầu tiên chứa các hệ số của đa thức tương ứng với giá trị bằng biểu đồ nhỏ nhất của tỷ số bước $(H/D)_1$, còn các dòng chẵn - tương ứng với giá trị bằng biểu đồ lớn nhất của tỷ số bước $(H/D)_2$. Cũng như vậy đại lượng H/D sẽ nằm giữa $(H/D)_1$ và $(H/D)_2$.

Các đại lượng chưa biết K_1 , $\sqrt{K_2}$, ψ và t sẽ được xác định nhờ biểu thức tổng quát sau [1]:

$$Q_j = \sum_{l=1}^7 U_{h,l} \lambda_p^{(l-1)} \quad (7)$$

Việc tính toán theo thuật toán này sẽ được bắt đầu bằng việc tính các tham số của phép nội suy tuyến tính theo tỷ số bước

$$DS = (H/D)_2 - (H/D)_1; Z = (H/D)_2 - H/D; TR = H/D - (H/D)_1$$

và theo tỷ số đĩa

$$DD = \theta_2 - \theta_1; A = \theta_2 - \theta; BE = \theta - \theta_1.$$

Sau này trong vòng lặp thay đổi λ_p mà các giới hạn thay đổi của nó cần được cho dưới dạng λ_{p1} và λ_{pK} với bước h_λ , cần tiến hành lựa chọn các hệ số cần thiết từ ma trận $U[10,7]$. Với mục đích như vậy cần tổ chức vòng lặp thay đổi tham số h để điều khiển việc lựa chọn dòng cần thiết từ ma trận $U[10,7]$, tham số $g = 1,2$ để tính toán K_1 hoặc $\sqrt{K_2}$, tham số $d = 1,2$ để điều khiển việc lựa chọn dòng thuộc θ_1 hoặc θ_2 và tham số $j = 1,2$ để kiểm tra tính chẵn lẻ của các dòng thuộc ma trận $U[10,7]$ tương ứng với các giá trị nhỏ nhất và lớn nhất của tỷ số bước thuộc hai nhóm đầu tiên. Căn cứ vào các hệ số của nhóm cuối cùng thuộc ma trận khi $j = 1$ cần tính ψ , còn t sẽ được xác định khi $j = 2$.

Các giá trị Q_j là K_1 hoặc $\sqrt{K_2}$ phụ thuộc vào g . Sau khi kết thúc vòng lặp thay đổi j , Q_j được dùng để nội suy tuyến tính theo tỷ số bước, còn sau khi hoàn thành vòng lặp thay đổi d - để nội suy tuyến tính theo tỷ số đĩa. Kết quả nội suy sẽ được gán cho K_1 khi $g = 1$ và $\sqrt{K_2}$ khi $g = 2$.

Trong trường hợp , nếu $\lambda_p = 0$ (chân vịt làm việc ở chế độ buộc), giá trị K_1 và $\sqrt{K_2}$ sẽ được xác định nhờ biểu thức [1]

$$S_d = \sum_{U=1}^7 V_{h,U} (H / D)^{(U-1)} \quad (8)$$

mà các hệ số của nó sẽ lập nên ma trận $V[4,7]$. Một nửa số dòng đầu tiên của ma trận thuộc các giá trị của K_1 , còn một nửa còn lại sẽ thuộc các giá trị $\sqrt{K_2}$, các dòng chẵn chứa các hệ số tương ứng với θ_2 , còn các dòng lẻ sẽ tương ứng với θ_1 . Các kết quả tính S_d theo công thức (8) sau khi kết thúc mỗi vòng lặp thay đổi g được nội suy theo θ và khi $g = 1$ sẽ xác định được K_1 , còn khi $g = 2$ - giá trị $\sqrt{K_2}$.

Phần mô tả của chương trình cần chứa các giá trị $i_1, i_2, \lambda_{p1}, \lambda_{p2}, \theta, \theta_1, \theta_2, H/D, (H/D)_1, (H/D)_2$ cũng như các ma trận nguồn $V[4,7]$ và $U[10,7]$ mà tiếp sau chúng là các ma trận công tác $Q[2], S[2], C[2]$.

Trên cơ sở phân tích các kết quả thử mô hình chân vịt thuộc xe-ri B4 và B5 tại bể thử Vagennigen có tính đến ảnh hưởng của số Reinol đã nhận được các biểu thức biểu diễn các mối quan hệ .

$$K_1 = \sum C_{x,y,z} \theta^x (H / D)^y \lambda_p^z$$

$$K_2 = \sum D_{x,y,z} \theta^x (H / D)^y \lambda_p^z$$

Để xác định được các đặc trưng thủy động của chân vịt ở chế độ tự do có áp dụng các mối quan hệ này ta cần sử dụng chương trình 25[1] . Phần mô tả của chương trình này cần chứa các giá trị $\lambda_{p1}, h_\lambda, \theta, H/d$ và các ma trận nguồn mà mỗi phân tử của nó sẽ chứa các giá trị của số mũ x, y, z và các hệ số tương ứng C, D . Để xây dựng các đường cong vận hành của chân vịt 4 cánh ta cần sử dụng ma trận 1A ; việc xây dựng các đường cong vận hành của chân vịt 5 cánh sẽ được thực hiện nhờ ma trận 1B .

Ma trận 1A

$IE\{2,26\} = -0.002719975, -1.001790916, -0.010179541, -1.011625748,$
 $-0.020311639, 2.03014316, 0.100531326, 1.110114389, 0.121625376,$
 $0.130125537, -1.131523821, -0.200207108, 1.200270781, 0.210134182, -$
 $1.210121086, -3.211189764, -3.221439535, -0.231624937, -2.602496439,$
 $2.611115986, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0.002964375, -1.001104103, 2.002512431,$
 $3.001109936, -0.012453419, 1.011216078, 0.021507337, 1.02137797, -$
 $3.031549486, -2.101507319, 0.111368649, -1.11010652, 3.121465315,$
 $2.13188301, 0.201112619, 1.200104825, -1.211449154, 2.21137878,$
 $0.221177304, -1.221164687, -2.221344328, -3.221249132, -1.231233007, -$
 $0.602120209, -3.602118997, 1.612458094; I\{2\}=20,26;K\{2\}$

Ma trận 1B

$IE\{2,19\} = -0.001191226, -2.001860251, -3.00259829, -0.010181301, -$
 $0.020457217, 3.021562903, 2.031990584, 0.100431314, 1.10018921, -$
 $1.110254103, 0.1204136, -2.12012638, -0.201865914, 1.201856485,$
 $0.21011306, 0.220146526, -0.60279278, 1.61266936, 0, 0.002520666,$
 $2.011627259, -3.01133778, -0.021518101, 1.021396494, -0.032848886,$
 $3.031317571, 0.101130016, -1.101340161, 0.111624821, -1.110239657,$
 $2.111801838, 0.121119589, -3.12147746, 1.200133699, -2.201382898,$
 $1.211270494, -1.602381466, 3.60224174; I\{2\}=18,19;K\{2\}$

2.2 Các đặc trưng thủy động của chân vịt 4 cánh thuộc xe-ri

do Liên xô (cũ) sản xuất

Các ưu điểm đã được xem xét ở trên của xe-ri chân vịt 4 cánh mà việc thử nghiệm chúng đã được tiến hành ở Liên xô (cũ) là nền tảng để xây dựng thuật toán và chương trình tính các chỉ tiêu kỹ thuật - khai thác của tổ hợp tương tác bằng máy tính điện tử.

Chất lượng cao và mức độ phù hợp của các biểu đồ tính toán [4,8] , đảm bảo độ chính xác đủ lớn để tính toán trên máy tính các đặc trưng thủy động của chân vịt khi sử dụng các mô tả bằng phương pháp giải tích các mối quan hệ $K_1 = f(\lambda_p)$ và $\eta_p = f(\lambda_p)$.

Các mối quan hệ $K_1 = f(\lambda_p)$ và $\eta_p = f(\lambda_p)$ được biểu diễn dưới dạng các đa thức

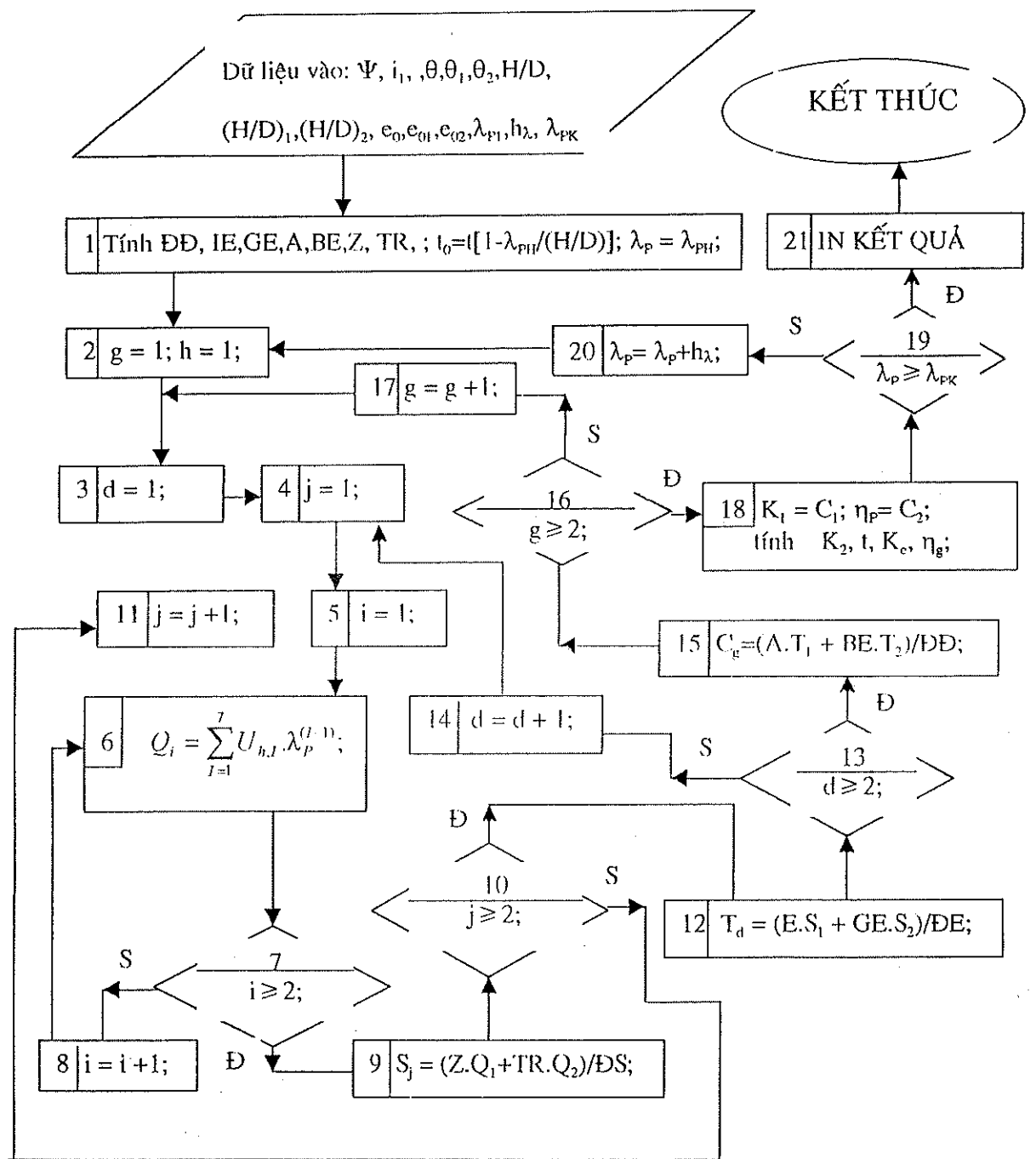
$$K = \sum_{i=0}^n Q_i \lambda_p^i \quad (9)$$

và chúng được chứa trong bảng 15 - 26 dưới dạng các hệ số . Các bảng số thứ tự lẻ thuộc $K_1 = f(\lambda_p)$, còn các bảng mang số thứ tự chẵn thuộc $\eta_p = f(\lambda_p)$.

Với tư cách là các nút approximax có thể lấy các điểm giao nhau của các đường cong với các giá trị bằng biểu đồ $H/D = \text{const}$ và các đường cong với các giá trị $\eta_p = \text{const}$ mà trong đó các giá trị K_1 và λ_p sẽ được xác định .

Khi xác định trên máy tính các hệ số của đa thức approximax ta cần tiến hành tính sai số tương đối , mô - đun độ lệch lớn nhất của đa thức đối với hàm số đã được approximax và sai số bình phương trung bình của approximax . Giới hạn dưới của sự thay đổi hàm số đã được approximax là giá trị $\eta_p = 0.04$. Giới hạn trên được xác định bởi điểm giao nhau của H/D với đường cong giá trị bằng biểu đồ lớn nhất η_p .

Thuật toán xác định các đặc trưng thủy động của chân vịt 4 cánh ở chế độ tự do và sau thân tàu được nêu ra trên hình 02. Thuật toán này thể hiện các đặc điểm đã được nêu ra của các biểu đồ tính toán mà chúng đã được xây dựng theo các kết quả thử mô hình chân vịt với hai chiều dày tương đối của cánh $e_0 = 0,04$ và $e_0 = 0,06$. Việc thực hiện thuật toán sẽ được bắt đầu bằng việc tính các hằng số ĐĐ, A, BE, Z, TR cũng như $\Delta S = (H/D)_2 - (H/D)_1 = 0,05$; $\Delta E = e_{02} - e_{01} = 0,02$; $E = e_{02} - e_0$; $GE = e_0 - e_{01}$, trong đó e_0 - giá trị đã cho của chiều dày cánh chân vịt.



Hình 02 Sơ đồ thuật toán xác định các đặc trưng thủy động của chân vịt 4 cánh khi đặt trong dòng chảy tự do và sau thân tàu

Thuật toán sẽ tiến hành khảo sát phép nội suy theo tỷ số bước giữa các giá trị $(H/D)_1$ và $(H/D)_2$, theo chiều dày tương đối của cánh và theo tỷ số đĩa giữa giá trị tương ứng bằng biểu đồ và sẽ được dùng với tư cách là các số liệu ban đầu của ma trận hai chiều $U[16,7]$.

Ma trận $U[16,7]$ bao gồm hai nhóm phần tử có số dòng như nhau. Nhóm thứ nhất chứa các hệ số của đa thức biểu diễn mối quan hệ $K_1 = f(\lambda_p)$, nhóm thứ hai - các hệ số của đa thức biểu diễn mối quan hệ $\eta_p = f(\lambda_p)$. Trong mỗi nhóm nửa số dòng đầu tiên thuộc giá trị nhỏ nhất được xác định bằng biểu đồ của θ_1 , nửa số dòng thứ hai - thuộc giá trị lớn nhất của θ_2 mà giữa chúng sẽ là giá trị đã được cho trước của θ . Các dòng mang số chẵn của ma trận được tạo nên từ các hệ số tương ứng với giá trị lớn nhất bằng biểu đồ của tỷ số bước $(H/D)_2$, các dòng lẻ - giá trị nhỏ nhất của tỷ số bước $(H/D)_1$ mà giữa chúng sẽ là giá trị đã cho của tỷ số H/D . Cặp dòng đầu tiên thuộc các chân vịt có chiều dày tương đối nhỏ nhất e_{01} , cặp dòng thứ hai - thuộc chân vịt có chiều dày tương đối lớn nhất e_{02} , cặp dòng tiếp theo cũng được bố trí theo trình tự trên.

Theo thuật toán, sau khi xác định được các hằng số trong vòng lặp thay đổi λ_p ứng với các giới hạn đã cho của λ_p từ λ_{p1} đến λ_{pK} với bước h_λ cần tiến hành lựa chọn dòng cần thiết của ma trận $U[16,7]$. Nhằm mục đích này cần tiến hành tổ chức vòng lặp thay đổi tham số h từ 1 đến 16.

Việc tính các hàm số đã được approximax sẽ được tiến hành theo biểu thức chung (9). Các kết quả tính toán phụ thuộc vào tham số đã được thay đổi trong vòng lặp $i = 1, 2$ mà nó sẽ được tiến hành kiểm tra tính chẵn lẻ của các dòng thuộc ma trận, thuộc về giá trị lớn nhất và nhỏ nhất trong số các giá trị đã cho bằng biểu đồ của tỷ số bước và được đưa vào ma trận công tác $Q[2]$. Theo giá trị đã cho của tỷ số H/D nằm giữa các phần tử của ma trận Q_i cần thực hiện phép nội suy tuyến tính mà nó sẽ được lặp lại hai lần đối với e_{01} và e_{02} . Việc điều khiển quá trình này sẽ được thực hiện bằng tham số $j = 1, 2$. Các số liệu để nội

suy theo chiều dày tương đối của cánh e_0 mà nó sẽ được lặp lại trong vòng lặp thay đổi tham số $d = 1, 2$ sẽ được chọn căn cứ vào sự kết thúc vòng lặp thay đổi tham số j từ ma trận công tác $S[2]$ chứa các kết quả nội suy theo tỷ số bước. Ma trận công tác $T[2]$ mà các phần tử của nó được nội suy theo tỷ số đã được cho hai lần trong vòng lặp thay đổi tham số $g = 1, 2$ sẽ được hình thành cùng với việc kết thúc vòng lặp này. Kết quả đầu tiên của việc tính toán trong vòng lặp thay đổi tham số g sẽ được gán cho hệ số lực đẩy K_1 , kết quả thứ hai - hiệu suất của chân vịt η_p . Sau đó tiến hành tính

$$K_2 = K_1 \lambda_p / (\eta_p 2\pi), \quad (10)$$

và tính t theo biểu thức (5), K_c - theo biểu thức (3) và η_g theo (4). Các vòng lặp nội suy sẽ được lặp lại với các giá trị mới của λ_p được tăng lên một lượng h_λ cho đến khi không thoả mãn điều kiện $\lambda_p = \lambda_{PK}$.

2.3 Các đặc trưng vận hành của tàu

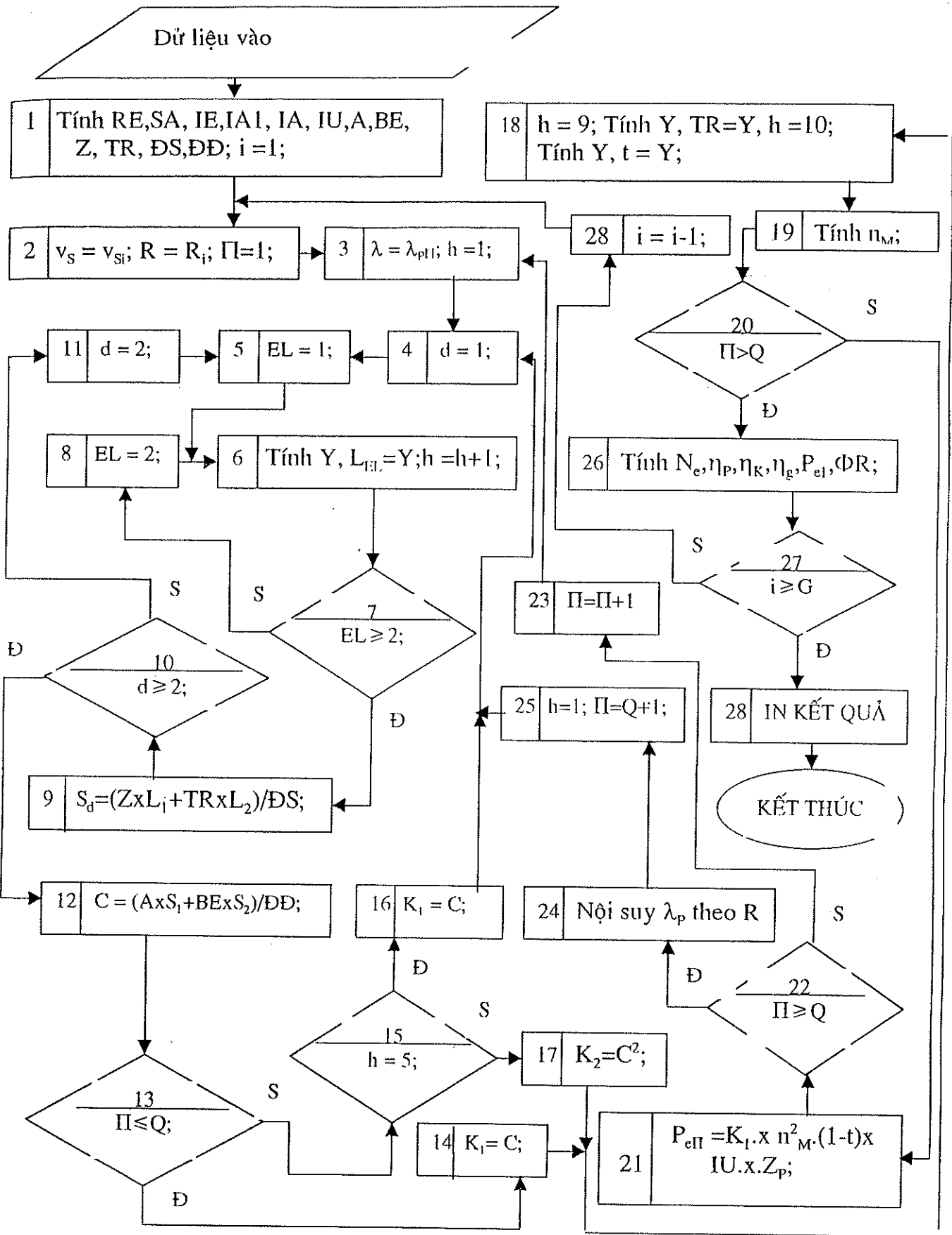
Thông tin về đặc trưng vận hành và đặc trưng kéo của tàu ứng với các điều kiện bơi lội khác nhau cũng như các chế độ công tác khác nhau của động cơ có thể nhận được trên cơ sở các đặc trưng vận hành của tàu mà chúng là tổ hợp tất cả các đặc trưng phù hợp giữa tàu, chân vịt, động cơ.

Điều kiện phù hợp của các đặc trưng đã được nêu ra sẽ được biểu diễn bởi sự cân bằng của lực kéo tổng có ích của chân vịt và lực cản tàu (đối với các tàu kéo — tổng của lực cản tàu và lực kéo yêu cầu) ứng với tốc độ tính toán, cũng như bởi sự cân bằng của công suất đã được đặt ra của động cơ và công suất yêu cầu của chân vịt có tính đến tổn thất trên đường trục từ động cơ đến chân vịt ứng với tần số quay tính toán của chân vịt.

Với tư cách là số liệu nguồn khi giới thiệu các mô tả bằng giải tích các đặc trưng thuỷ động của chân vịt với $Z, D, H/D$, và θ đã cho trước, các đặc trưng $t = f(\lambda_p)$ và $\Psi = f(\lambda_p)$, đường cong sức cản của tàu $R = f(v_s)$, cũng như khi biết được phạm vi thay đổi chế độ công tác của chân vịt và động cơ, việc tính toán các đặc trưng vận hành của tàu có thể thực hiện nhờ thuật toán được biểu diễn trên hình 03.

Giai đoạn đầu của việc thực hiện thuật toán này bao gồm xác định các hằng số mà trong số đó ngoài các đại lượng đã được gặp trước đây như A, BE, Z, TR, DS, DD và t_0 ,

$$R = D^4; SA = D^5; IU = i_p R / 60^2; \quad (11)$$



Hình 04 Sơ đồ thuật toán xác định đặc trưng chong chóng

$$\left. \begin{aligned} IE &= \frac{D}{0,514 \cdot 60 (1 - \psi)}; \\ IA &= \frac{2 \pi i; SA}{60^3 \eta_{hs} \eta_{dt}}, \end{aligned} \right\} \quad (12)$$

trong đó η_{hs} và η_{dt} — các hệ số tính đến tổn thất công suất trong hộp số và trên đường trục.

Đặc trưng hạn chế của động cơ được cho trong trường hợp này là đặc trưng mô men quay không đổi M_{kdl} (MN) :

$$M_{kdl} = 9,549 N_{cl} / n_{MII}.$$

Các thao tác tính toán trong tất cả các giai đoạn tiếp theo được thực hiện trong vòng lặp thay đổi λ_{pl} , mà giá trị của nó sẽ được lựa chọn phù hợp với tham số $l = 1, 2, \dots, l_k$ từ ma trận nguồn OP[L].

Thuật toán xây dựng các đặc trưng vận hành của tàu được xây dựng dựa trên việc sử dụng hai ma trận nguồn V[4,7] và U[8,7] có chứa giá trị của các hệ số thuộc các đa thức (7) và (8) biểu diễn các mối quan hệ $K_1 = f(\lambda_p)$ và $\sqrt{K_2} = f(\lambda_p)$ tương ứng với chế độ buộc và chế độ vận hành của tàu. Các ma trận V[4,7] và U[8,7] được lập nên phụ thuộc vào số cánh đã cho, tỷ số bước và tỷ số đĩa của chân vịt bằng các phương pháp đã được khảo sát trước đây.

Việc tính toán sự thay đổi của các đặc trưng tương tác giữa thân tàu và chân vịt ở các chế độ khác nhau được tiến hành theo mối quan hệ thực nghiệm của E. E. Pappel, có nghĩa là theo biểu thức (5), (6) mặc dầu có thể sử dụng phương pháp khác, nếu có các mối quan hệ $\psi = f(\lambda_p)$ và $t = f(\lambda_p)$, nhận được trên cơ sở các số liệu thử mô hình tàu.

Trình tự tính toán các đặc trưng thủy động của chân vịt ở chế độ tự do và chế độ chân vịt được đặt sau thân tàu sẽ tạo nên phần trọng tâm của thuật toán.

Giai đoạn cuối cùng của quá trình tính toán các đặc trưng vận hành sẽ được thực hiện trong vòng lặp thay đổi tần số quay của chân vịt n_{MI} , trong đó $i = 1, 2, \dots, i_k$, và sẽ tiến hành tính toán tốc độ vận hành của tàu v_s , lực kéo tổng có ích của chân vịt P_e , công suất yêu cầu của động cơ N_e và công suất N_{eo} theo các công thức sau:

$$v_s = \lambda_p n_{MI} IE; \quad (13)$$

$$P_e = Z_p K_e n_{MI}^2 IU; \quad (14)$$

$$N_e = K_2 n_{MI}^3 IA; \quad (15)$$

$$N_{eo} = M_{II} n_{MI} / 9,549. \quad (16)$$

Việc tính toán các đại lượng đã được chỉ ra trong vòng lặp thay đổi tham số i bị giới hạn bởi đầu ra của các giá trị công suất do chân vịt tiêu thụ N_c .

Phần mô tả của chương trình 1 cần chứa các giá trị đã biết của các đại lượng sau: $i_1, i_2, \rho, H/D, (H/D)_1, (H/D)_2, D, \theta, \theta_1, \theta_2, \eta_{hs}, \eta_{dl}, t_{11}, \Psi, Z_p, \lambda_{PH}, \rho_{MH}, N_{eII}, F, l_K, i_K$, cũng như các ma trận nguồn hai chiều $V[4,7]$; $U[8,7]$ và các ma trận công tác $Q[2]$; $S[2]$; $C[2]$.

Chương trình 1:

```

Program DAC_TINH_VAN_HANH_CUA_TAU;
USES Printer;
Type mang1=array[1..50] of real;
      mang2=array[1..10,1..7] of real;
Const Gamma=10.25;DEL=0.65;Ro=104;I1=1;I2=1;Neh=776.61;
      Ntapt=0.98;Ntab=0.96;Zp=1;D=3.280;H=2.940;Phi=0.275;
      Tta=0.55;Ttal=0.5;Tta2=0.65;HD=0.92;
      HD1=0.9;HD2=0.95;Z=3;
      Nmh=247;Lamdapp=0.0;ste=0.05;GH=0.74;Nmin=100;Hmax=500;
      Fi=1.4;buoc=50;Th=0.165;Lamdaph=0.31;
Var RE, SA, IE, IA, IU, A, BE, Zi, TRi, DS, DD, Tt, Ke, Lamd, Mh, TO: REAL;
      Ne, Neo, Vs, Y, Sd, Pe, Lamdap, Ntap, Ci, Ni, K1, K2: mang1;
      U, V: mang2;
      EL, ht, q, i, k, f, UK, hk, p: integer;
      vt: boolean;

Function Hammu(Bien: real; Mu: integer): real;
Var Po: integer;
      Ham: real;
Begin
  If Mu<>0 then
    Begin
      Ham:=Bien;
      Po:=1;
      while Po<Mu do
        begin
          Ham:=Ham*Bien;
          Po:=Po+1;
        end;
    End;
  Hammu:=Ham;
  If Mu=0 then Hammu:=1;
End;
Begin
  U[1,1]:=0.3863;U[1,2]:=-0.4911;U[1,3]:=2.3602;
  U[1,4]:=-12.6796;
  U[1,5]:=30.8548;U[1,6]:=-35.6525;U[1,7]:=15.8022;

  U[2,1]:=0.4002;U[2,2]:=-0.2175;U[2,3]:=-0.3298;
  U[2,4]:=-0.2287;
  U[2,5]:=1.646;U[2,6]:=-2.196;U[2,7]:=0.9746;

  U[3,1]:=0.3855;U[3,2]:=-0.272;U[3,3]:=0.05486;U[3,4]:=-3.5912;
  U[3,5]:=13.2502;U[3,6]:=-19.1996;U[3,7]:=10.0166;

  U[4,1]:=0.4086;U[4,2]:=-0.1932;U[4,3]:=-0.8179;U[4,4]:=0.6865;
  U[4,5]:=2.4136;U[4,6]:=-5.5136;U[4,7]:=3.2056;

  U[5,1]:=0.2192;U[5,2]:=-0.03561;U[5,3]:=-0.2231;
  U[5,4]:=0.9267;
  U[5,5]:=-2.8933;U[5,6]:=3.9705;U[5,7]:=-1.9756;
  U[6,1]:=0.2321;U[6,2]:=-0.04484;U[6,3]:=-0.1459;
  U[6,4]:=0.3592;
  U[6,5]:=-0.9326;U[6,6]:=1.05559;U[6,7]:=-0.4265;

  U[7,1]:=0.2293;U[7,2]:=0.005562;U[7,3]:=-0.909;U[7,4]:=3.6845;
  U[7,5]:=-8.8137;U[7,6]:=10.8212;U[7,7]:=-5.2526;

  U[8,1]:=0.2453;U[8,2]:=-0.06605;U[8,3]:=-0.1158;

```

```

U[8,4]:=-0.1556;
U[8,5]:=0.3517;U[8,6]:=0.09449;U[8,7]:=-0.3341;
V[1,1]:=-3.1496;V[1,2]:=22.8363;V[1,3]:=-64.8959;
V[1,4]:=97.003763;
V[1,5]:=-78.8547;V[1,6]:=33.1236;V[1,7]:=-5.6416;

V[2,1]:=0.2989;V[2,2]:=-1.8155;V[2,3]:=6.4237;V[2,4]:=-9.8206;
V[2,5]:=8.5359;V[2,6]:=-3.9119;V[2,7]:=0.7248;

V[3,1]:=-0.06962;V[3,2]:=0.6221;V[3,3]:=-0.5323;
V[3,4]:=-0.2287;
V[3,5]:=1.105;V[3,6]:=-0.8676;V[3,7]:=0.2149;

V[4,1]:=-0.3689;V[4,2]:=3.0886;V[4,3]:=8.495;V[4,4]:=12.8799;
V[4,5]:=-10.4825;V[4,6]:=4.3697;V[4,7]:=-0.7331;

Q:=Trunc((GH-lamdapp)/ste)+1;
Lamdap[1]:=Lamdapp;
for i:=2 to Q do Lamdap[i]:=Lamdap[i-1]+ste;
UK:=Trunc((Nmax-Nmin)/buoc)+1;
Ni[1]:=Nmin;
for i:=2 to UK do Ni[i]:=Ni[i-1]+buoc;
RE:=Hammu(D,4);
SA:=Hammu(D,5);
IE:=D/(0.514*60*(1-Phi));
IA:=2*Pi*I2*Ro*SA/(Hammu(60,3)*Ntab*Ntapt);
IU:=I1*Ro*RE/SQR(60);
A:=Tta2-Tta;
BE:=Tta-Tta1;
Zi:=HD2-HD;
TRi:=HD-HD1;
DS:=HD2-HD1;
DD:=Tta2-Tta1;
Mh:=9.549*Neh/Nmh;
T0:=Th*(1-lamdaph/HD);
For i:=1 to q do
  Begin
    p:=1;
    While p<=2 do
      Begin
        ht:=1;
        Lamd:=Lamdap[i];
        k:=1;
        While k<=2 do
          Begin
            If Lamd<>0 then
              Begin
                EL:=1;
                While EL<=2 do
                  Begin
                    Y[EL]:=0;
                    For f:=1 to 7 do
                      Y[EL]:=Y[EL]+U[ht,f]*Hammu(Lamd,f-1);
                    EL:=EL+1;
                    ht:=ht+1;
                  End;
                Sd[k]:=(Zi*Y[1]+TRi*Y[2])/DS;
              End;
            End;
          End;
        End;
      End;
    End;
  End;

```

```

    If Lamd=0 then
    Begin
        Sd[k]:=0;
        for f:=1 to 7 do Sd[k]:=Sd[k]+V[ht, f]*Hammu(HD, f-1);
        ht:=ht+1;
    End;
    k:=k+1;
    End;
    Ci[p]:=(A*Sd[1]+BE*Sd[2])/DD;
    p:=p+1;
    End;
    K1[i]:=Ci[1];
    K2[i]:=SQR(Ci[2]);
    Tt:=T0/(1-Lamd/HD);
    Ke:=K1[i]*(1-Tt);
    Ntap[i]:=K1[i]*Lamd/(K2[i]*2*pi);
    vt:=true;
    hk:=1;
    While vt do
    Begin
        Vs[hk]:=Lamd*Ni[hk]*IE;
        Pe[hk]:=Zp*K1[i]*SQR(Ni[hk])*IU;
        Ne[hk]:=K2[i]*Hammu(Ni[hk], 3)*IA;
        Neo[hk]:=Mh*Ni[hk]/9.549;
        If Ne[hk]<Fi*Neo[hk] then
        Begin
            If hk<UK then hk:=hk+1
            Else vt:=false;
        End;
        If Ne[hk]>=Fi*Neo[hk] then vt:=false;
        End;
        EL:=hk;
        writeln(lst, '+-----+');
        writeln(lst, '| Nm | Vs | Ne |');
        writeln(lst, '+-----+');
        For f:=1 to EL do
        Begin
            writeln(lst, '| ', Ni[f]:2:1, ' | ', Vs[f]:2:3, ' | ',
            Ne[f]:2:2, ' |');
            writeln(lst, '+-----+');
        End;
        readln;
    End;
    writeln(lst, '+-----+');
    writeln(lst, '| Lamda | K1 | K2 | Ntap |');
    writeln(lst, '+-----+');
    For i:=1 to Q do
    Begin
        writeln(lst, '| ', Lamdap[i]:2:2, ' | ', K1[i]:2:3, ' | ',
        K2[i]:2:3, ' | ', Ntap[i]:2:3, ' |');
        writeln(lst, '+-----+');
    End;
    readln;
    End.

```

Các hệ số của đa thức biểu diễn đặc trưng xâm thực của chân vịt 3 và 4 cánh có đường kính tối ưu

Bảng 1

Số cánh	Tỷ số đĩa	Số thứ tự của các hệ số trong thành phần của đa thức (61)[1]							Sai số tương đối lớn nhất, %
		0	1	2	3	4	5	6	
3	0.35	-0.8016	7.3559	-23.9163	41.6819	-39.9766	19.8988	-4.0081	-0.422
	0.50	-0.04603	1.2067	-3.438	7.09492	-8.8825	5.7688	-1.4677	0.455
	0.65	-0.452	5.6833	-20.1282	38.949	-42.2077	23.8954	-5.4756	0.398
4	0.40	-0.6843	6.485	-19.1981	29.826	-22.8961	6.4687	0.2818	0.474
	0.55	-2.9187	29.4948	-111.977	219.9601	-233.043	126.6842	-27.7237	-0.485
	0.70	-3.8255	35.4111	-125.712	234.2429	-240.026	128.3198	-27.8583	-0.479

$$(61) \quad k_c = \sum_{a=0}^6 S_a k_p^a$$

k_c - Độ xâm thực của chân vịt

S_a - Giá trị hệ số tìm trên máy tính theo phương pháp bình phương nhỏ nhất
Đầu vào: chân vịt 3 và 4 cánh hoặc xi-ri trượt cho các bảng 1.

Bảng 2

Hệ số của các đa thức

Chiều dày tương đối của cánh	Tỷ số đĩa	Hàm số được biểu diễn	Số thứ tự của các hệ số trong thành phần của đa thức							Sai số tương đối lớn nhất %
			0	1	2	3	4	5	6	
0,04	0,35	$\lambda_p(K_n)$	0.1499	- 0.3866	2.6294	- 3.5079	2.5249	- 0.9217	0.1333	0.12
		$\eta_p(K_n)$	0.3518	- 1.1119	5.3944	- 7.9805	5.842	- 2.1718	0.3251	0.26
		$H/D(K_n)$	0.497	0.5189	- 1.5765	3.392	- 3.0666	1.3421	- 0.2314	- 0.225
	0,58	$\lambda_p(K_n)$	- 0.5183	3.9004	- 3.6585	11.8149	- 8.6777	3.2598	- 0.4917	0.09
		$\eta_p(K_n)$	- 1.1268	8.9378	- 19.997	24.7237	- 17.022	6.1218	- 0.8974	0.21
		$H/D(K_n)$	- 0.9849	9.4399	- 24.804	35.3195	- 26.963	10.5316	- 1.6536	0.22
	0,75	$\lambda_p(K_n)$	- 0.2634	2.0312	- 3.1825	3.7095	- 2.3313	0.7642	- 0.1042	0.15
		$\eta_p(K_n)$	- 0.0256	1.4094	- 1.6735	2.0005	- 1.8298	0.9014	- 0.1734	0.24
		$H/D(K_n)$	0.4002	- 0.1078	1.4726	- 1.8984	1.5669	- 0.6707	0.1092	- 0.40
0,06	0,35	$\lambda_p(K_n)$	- 0.4937	3.5882	- 7.6589	10.4367	- 7.8424	3.1115	- 0.509	0.12
		$\eta_p(K_n)$	0.2959	0.1472	0.49	1.2989	- 2.5218	1.5947	- 0.3453	- 0.13
		$H/D(K_n)$	- 2.9429	21.2688	- 54.962	75.1023	- 55.495	21.1559	- 3.2598	- 0.38
	0,58	$\lambda_p(K_n)$	0.251	- 1.1179	4.7212	- 6.493	4.851	- 1.8517	0.2805	0.09
		$\eta_p(K_n)$	1.4443	- 8.6578	26.414	- 38.192	29.4458	- 11.681	1.8774	0.20
		$H/D(K_n)$	1.0482	- 3.2051	7.5188	- 7.8462	4.6901	- 1.5039	0.1963	0.24
	0,75	$\lambda_p(K_n)$	0.1796	- 0.6912	3.7606	- 5.2568	3.9319	- 1.5122	0.2354	0.04
		$\eta_p(K_n)$	- 0.6969	5.7768	- 12.955	17.0214	- 12.635	4.897	- 0.7704	- 0.24
		$H/D(K_n)$	0.2752	1.1239	- 1.309	1.6228	- 1.14	0.4224	- 0.0629	0.97

Hệ số của các đa thức

Bảng 3

Chiều dày tương đối của cánh	Tỷ số đĩa	Hàm số được biểu diễn	Số thứ tự của các hệ số trong thành phần của đa thức						Sai số tương đối lớn nhất %	
			0	1	2	3	4	5		6
0,04	0,35	$\lambda_p(K_d)$	- 0.0005597	0.562	- 0.1359	0.0896	- 0.0564	0.01969	- 0.0027	0.12
		$\eta_p(K_d)$	- 0.0209	0.8091	- 0.1051	- 0.3494	0.2859	- 0.092	0.01095	0.23
		$H/D(K_d)$	0.9344	- 0.5549	0.948	0.4959	0.05766	0.03836	- 0.0100	0.14
	0,58	$\lambda_p(K_d)$	0.0745	0.06418	0.7403	0.6194	0.2661	- 0.0618	0.00609	- 0.21
		$\eta_p(K_d)$	- 0.1973	1.873	- 2.4033	2.0409	- 1.0196	0.2687	- 0.0288	0.26
		$H/D(K_d)$	1.372	- 3.7219	7.2835	- 6.485	3.1098	- 0.7729	0.07797	0.35
	0,75	$\lambda_p(K_d)$	- 0.0841	0.9488	0.7726	0.6413	- 0.2998	0.07201	- 0.0070	0.12
		$\eta_p(K_d)$	0.1317	0.1475	0.8299	- 1.0201	0.5293	- 0.1318	0.01286	0.44
		$H/D(K_d)$	0.779	0.2788	1.1098	- 1.1712	0.691	- 0.2072	0.02425	- 0.16
0,06	0,35	$\lambda_p(K_d)$	0.1315	- 0.1226	1.2486	- 1.2678	- 0.6792	- 0.1844	0.01988	- 0.22
		$\eta_p(K_d)$	0.07696	0.2944	0.9709	- 1.4942	0.9486	- 0.2906	0.03515	0.24
		$H/D(K_d)$	0.8713	0.5428	0.7302	0.1267	0.5356	0.2852	0.04793	- 0.34
	0,58	$\lambda_p(K_d)$	- 0.155	1.2774	- 1.345	0.9771	- 0.3488	0.2649	0.00260	0.21
		$\eta_p(K_d)$	0.2596	- 0.4642	2.2558	- 2.6292	1.4868	- 0.4184	0.04681	0.22
		$H/D(K_d)$	- 1.618	10.0429	- 17.064	14.9699	- 6.9456	1.6313	- 0.1532	- 0.17
	0,75	$\lambda_p(K_d)$	- 0.0412	0.8223	- 0.6185	0.6117	- 0.3797	0.1255	- 0.0164	0.29
		$\eta_p(K_d)$	- 0.1518	1.6186	- 2.0094	1.7932	- 0.9661	0.2737	- 0.0312	0.20
		$H/D(K_d)$	1.0419	- 1.212	2.5614	- 2.3024	1.0954	- 0.2578	0.02349	0.33

Hệ số của các đa thức

Bảng 4

Số cánh	Hàm số được biểu diễn	Số thứ tự của các hệ số trong thành phần của đa thức							Sai số tương đối lớn nhất %
		0	1	2	3	4	5	6	
6	$\lambda_p(K_n)$	0.0009912	1.22	- 0.8516	0.3433	- 0.0959	0.02601	0.004679	0.498
	$\eta_p(K_n)$	0.0006028	0.656	0.1994	- 0.387	0.3448	- 0.1479	0.02409	- 0.153
	$H/D(K_n)$	0.4802	0.5243	0.005716	0.01278	-	-	-	- 0.429
7	$\lambda_p(K_n)$	0.004919	1.09965	- 0.0536	- 1.8848	2.8251	- 1.7852	0.4261	0.347
	$\eta_p(K_n)$	0.0006751	0.6473	0.2153	- 0.5577	0.7411	- 0.4594	0.1091	- 0.153
	$H/D(K_n)$	0.4862	0.2808	0.7363	- 1.5548	2.201	- 1.4543	0.3557	0.343
8	$\lambda_p(K_n)$	0.00326	1.1295	0.5081	0.3804	0.6888	- 0.3721	0.06992	- 0.424
	$\eta_p(K_n)$	0.003711	0.5846	0.395	- 0.7334	0.7911	- 0.4382	0.08933	0.378
	$H/D(K_n)$	0.4365	0.4123	0.3435	- 0.1745	-	-	-	- 0.473
6	$\lambda_p(K_d)$	0.003268	0.915	- 0.5075	0.1814	- 0.0731	0.03689	- 0.0085	- 0.487
	$\eta_p(K_d)$	0.001503	0.5645	0.05615	- 0.185	0.1799	- 0.0832	0.01421	0.197
	$H/D(K_d)$	0.6938	0.2142	0.109	- 0.0387	-	-	-	- 0.469
7	$\lambda_p(K_d)$	- 0.001053	0.8613	- 0.51	0.5318	- 0.6909	0.4494	- 0.1055	0.301
	$\eta_p(K_d)$	- 0.000359	0.5947	- 0.0189	- 0.00038	-	-	-	- 0.137
	$H/D(K_n)$	0.7091	0.2603	0.2219	- 0.0775	-	-	-	0.474
8	$\lambda_p(K_d)$	0.001913	0.8241	- 0.3509	0.04372	0.02583	- 0.0131	- 0.0018	- 0.478
	$\eta_p(K_d)$	- 0.002548	0.6186	- 0.101	0.1928	- 0.2017	- 0.0760	- 0.0098	0.23
	$H/D(K_d)$	0.6854	0.3909	0.09592	- 0.1285	0.02661	-	-	0.317

Hệ số đa thức biểu diễn các đặc trưng thủy động của chân vịt xe-ri B 3.35

Bảng 5

Tỷ số bước	Số thứ tự của các hệ số trong đa thức $(\frac{z}{D})^6$ [1]						Sai số tương đối lớn nhất%	Phạm vi thay đổi của λ_p	
	0	1	2	3	4	5			6
1.4	0.4604	- 0.05054	- 0.3039	- 0.04547	0.08411	0.2453	- 0.1784	- 0.498	0.02-1.16
1.35	0.4497	- 0.03594	- 0.4016	- 0.02234	0.4235	- 0.218	- 0.02252	0.495	0.02-1.16
1.3	0.4411	- 0.1009	0.08866	- 1.828	3.5542	- 2.742	0.7599	0.323	0.02-1.1
1.25	0.4317	- 0.1317	0.07207	- 1.4803	2.774	- 2.04825	0.535	0.478	0.02-1.06
1.2	0.4193	- 0.1199	- 0.1848	- 0.6065	1.5949	- 1.3858	0.4149	- 0.392	0.02-1
1.15	0.4058	- 0.1197	- 0.431	0.7524	- 1.4147	1.612	- 0.6979	0.410	0.02-0.94
1.1	0.3941	- 0.1691	- 0.00373	- 1.2832	3.09305	- 2.9188	0.9795	0.476	0.02-0.92
1.05	0.3808	- 0.1948	- 0.1952	0.3177	- 0.8713	1.2115	- 0.5839	- 0.34	0.02-0.86
1.0	0.3658	- 0.2426	0.07659	- 0.3781	0.02164	0.659	- 0.4591	0.364	0.02-0.82
0.95	0.3494	- 0.2339	- 0.103	0.3387	- 1.165	1.5621	0.7478	0.402	0.02-0.74
0.9	0.3342	0.2882	0.3534	3.1876	- 9.6304	12.02647	- 5.4506	- 0.485	0.02-0.72
0.85	0.3146	- 0.2379	- 0.3443	2.7212	- 9.4675	13.9526	- 7.4735	0.328	0.02-0.66
0.8	0.2953	- 0.275	0.471	- 2.8087	7.04245	- 8.5655	3.9476	0.262	0.02-0.6
0.75	0.2757	- 0.2067	- 0.3198	1.4512	- 4.6634	7.4997	- 4.8619	- 0.474	0.02-0.54
0.7	0.2582	- 0.23	0.2423	- 2.109	5.6003	- 7.1722	3.5679	- 0.303	0.02-0.52
0.65	0.2406	- 0.2188	0.7499	- 8.5281	34.04872	- 62.52	43.4486	- 0.238	0.02-0.46
0.6	0.2227	- 0.1342	- 0.0866	- 4.4428	23.3822	- 51.0748	41.6333	- 0.247	0.02-0.42
0.55	0.224	- 0.2317	2.2979	- 30.0490	157.4987	- 387.141	363.7753	- 0.17	0.02-0.34
0.5	0.184	- 0.1703	- 0.1048	- 1.4352	2.1701	1.5811	-	0.349	0.02-0.3
-	- 1.472	11.4312	- 33.1922	51.02069	- 42.4589	18.187	- 3.1503	- 0.34	0

Bảng 6

Hệ số đa thức biểu diễn các đặc trưng thủy động của chân vịt xe-ri B 3.50

Tỷ số bước	Số thứ tự của các hệ số trong đa thức (01) [1]							Sai số tương đối lớn nhất%	Phạm vi thay đổi của λ_p
	0	1	2	3	4	5	6		
1.4	0.5444	-0.1465	-0.01077	-1.142	2.03595	-1.443	0.3754	-0.383	0.02-1.18
1.35	0.5323	-0.1547	-0.2291	-0.128	0.2039	0.02254	-0.05528	-0.387	0.02-1.18
1.3	0.5184	-0.1656	-0.2832	0.01217	0.1409	-0.04095	-0.01197	-0.376	0.02-1.18
1.25	0.5028	-0.1235	-0.7926	1.7525	-2.5865	1.9759	-0.5808	0.499	0.02-1.16
1.2	0.4894	-0.1787	-0.4576	0.7549	-1.27497	1.2042	-0.4358	-0.485	0.02-1.04
1.15	0.4743	-0.1741	-0.576	1.01927	-1.463	1.2881	-0.4648	-0.292	0.02-0.96
1.1	0.459	-0.2331	-0.1602	-0.4006	0.9859	-0.77	0.2061	0.362	0.02-0.90
1.05	0.4408	-0.1905	-0.6661	1.6664	-3.04523	3.03392	-1.1905	-0.372	0.02-0.84
1.0	0.4212	-0.2138	-0.31	-0.1589	0.8829	-0.7008	0.1056	-0.468	0.02-0.80
0.95	0.4002	-0.2175	-0.3298	-0.2287	1.646	-2.196	0.9746	0.464	0.02-0.74
0.9	0.3863	-0.4911	2.3602	-12.6796	30.8548	-35.6525	15.8092	0.461	0.02-0.70
0.85	0.3533	-0.2098	-0.8604	3.8611	-10.4518	13.6901	-6.8215	-0.302	0.02-0.64
0.8	0.3288	-0.3023	0.4624	-4.4889	15.5697	-24.7961	14.7235	-0.332	0.02-0.58
0.75	0.3051	-0.3107	0.7287	-6.7043	23.6572	-38.1016	22.7539	0.271	0.02-0.52
0.7	0.2796	-0.2797	0.1673	-2.4431	10.6512	-22.2513	17.2490	0.395	0.02-0.48
0.65	0.2572	-0.2216	0.8479	5.06445	-17.7439	30.9558	-21.61	-0.299	0.02-0.42
0.6	0.2363	-0.3485	1.7938	-18.0109	81.0004	-173.733	142.6603	-0.261	0.02-0.38
0.55	0.2115	-0.195	-1.8879	-16.1339	-71.6513	154.291	-129.301	0.220	0.02-0.32
0.5	0.1916	-0.5145	4.8576	-44.6996	-175.067	-247.456	-	0.261	0.02-0.26
-	-3.1496	22.8363	-64.8959	97.00378	-78.8547	33.1236	-5.6416	0.269	0

Bảng 7

Hệ số đa thức biểu diễn các đặc trưng thủy động của chân vịt xe-ri B 3.65

Tỷ số bước	Số thứ tự của các hệ số trong đa thức ⁽⁰¹⁾ (02) [1]							Sai số tương đối lớn nhất%	Phạm vi thay đổi của λ_p
	0	1	2	3	4	5	6		
1.4	0.6059	- 0.05891	- 0.7809	0.2628	0.9325	- 1.1044	0.3608	0.487	0.02-1.18
1.35	0.5877	- 0.0764	- 0.8543	0.335	1.266	- 1.6947	0.6213	0.425	0.02-1.06
1.3	0.5704	- 0.1129	- 0.8253	0.7269	0.1709	- 0.6207	0.2579	- 0.292	0.02-1.02
1.25	0.5518	- 0.2075	- 0.1656	- 1.5081	3.9519	- 3.6798	1.2001	0.327	0.02-1.00
1.2	0.5301	- 0.2039	- 0.3476	- 0.8596	3.09998	- 3.2965	1.2015	0.286	0.02-0.92
1.15	0.5052	- 0.2136	- 0.2244	- 1.4404	4.3843	- 4.622	1.7169	- 0.228	0.02-0.88
1.1	0.4821	- 0.1986	- 0.3414	- 1.3838	5.0556	- 5.9059	2.3974	0.453	0.02-0.82
1.05	0.4582	- 0.22	- 0.2619	- 1.6904	6.05353	- 7.2748	3.0319	- 0.313	0.02-0.78
1.0	0.4344	- 0.1986	- 0.2631	- 2.2032	8.553	- 11.3262	5.2185	0.414	0.02-0.72
0.95	0.4086	- 0.1932	- 0.8179	0.6865	2.4136	- 5.5136	3.20856	- 0.216	0.02-0.64
0.9	0.3855	- 0.272	0.05486	- 3.5912	13.2502	- 19.1996	10.0166	- 0.233	0.02-0.58
0.85	0.3588	- 0.2649	- 3.637	- 3.3.799	17.3277	- 30.2122	18.8497	- 0.216	0.02-0.50
0.8	0.333	- 0.2824	0.5102	- 8.1238	33.3966	- 58.2273	37.2163	- 0.176	0.02-0.48
0.75	0.3074	- 0.1947	- 1.5972	11.03283	- 45.638	93.2298	- 72.5375	0.230	0.02-0.42
0.7	0.2835	- 0.1988	- 1.7251	16.1492	- 85.8113	214.2703	- 199.439	- 0.190	0.02-0.36
0.65	0.2591	- 0.2501	- 0.5689	2.4048	- 60.1655	6.2401	-	0.131	0.02-0.30
0.6	0.2368	- 0.3094	1.1897	- 15.7113	73.1131	- 119.310	-	- 0.074	0.02-0.24
0.55	0.2149	- 0.3572	1.3883	- 10.9833	26.4059	-	-	- 0.151	0.02-0.18
0.5	0.1885	- 0.0365	- 6.1198	58.1596	- 195.312	-	-	- 0.035	0.02-0.12
-	0.2989	- 1.8155	6.4234	- 9.8206	8.5359	- 3.9229	0.7248	0.492	0

Bảng 8

Hệ số đa thức biểu diễn các đặc trưng thủy động của xe-ri chân vịt B 3.35

Tỷ số bước	Số thứ tự của các hệ số trong đa thức (θ) [1]							Sai số tương đối lớn nhất%	Phạm vi thay đổi của λ_p
	0	1	2	3	4	5	6		
1.4	0.2994	- 0.01848	- 0.1681	0.2185	- 0.1989	0.1262	- 0.04509	- 0.190	0.02-1.24
1.35	0.2915	- 0.05257	0.07414	- 0.367	0.4567	- 0.2228	0.02657	- 0.303	0.02-1.22
1.3	0.2816	- 0.05283	0.05989	- 0.438	0.7262	- 0.4999	0.115	0.264	0.02-1.16
1.25	0.2725	- 0.06242	0.1418	- 0.7612	1.3339	- 1.03072	0.2848	0.212	0.02-1.12
1.2	0.2621	- 0.03335	- 0.1105	- 0.01195	0.3781	- 0.4955	0.1792	0.443	0.02-1.08
1.15	0.2534	- 0.04065	- 0.05198	- 0.284	0.915	- 0.9778	0.3376	- 0.202	0.02-1.04
1.1	0.2437	- 0.04264	- 0.0563	- 0.2315	0.8032	- 0.897	0.318	- 0.149	0.02-1.02
1.05	0.2341	- 0.05856	0.07757	- 0.7595	1.847	- 1.8787	0.662	0.251	0.02-0.94
1.0	0.224	- 0.05684	- 0.04136	- 0.03498	0.1839	- 0.2234	0.056	- 0.281	0.02-0.92
0.95	0.2115	- 0.01765	- 0.3315	1.06968	- 1.9447	1.7499	- 0.6558	- 0.234	0.02-0.84
0.9	0.2018	- 0.06997	- 0.03203	0.6113	- 2.3817	3.2815	- 1.5943	- 0.174	0.02-0.78
0.85	0.1914	- 0.07414	0.2368	- 1.2346	2.760/8	- 3.06435	1.2715	- 0.118	0.02-0.76
0.8	0.1808	- 0.06209	0.1311	- 1.04485	2.9845	- 3.9263	1.8392	0.261	0.02-0.72
0.75	0.1717	- 0.05236	0.1031	- 1.307	4.3017	- 5.9976	2.901	0.275	0.02-0.66
0.7	0.1617	- 0.03282	- 0.2598	0.567	0.5039	- 3.2338	2.6809	0.201	0.02-0.60
0.65	0.1515	- 0.02769	- 0.2006	0.4905	- 0.7674	0.6366	- 0.4257	- 0.200	0.02-0.58
0.6	0.1417	- 0.03741	0.1121	- 1.8686	7.2334	- 12.5082	7.9076	- 0.222	0.02-0.54
0.55	0.1325	- 0.05847	0.4709	- 4.7727	18.4745	- 33.1799	22.3022	0.279	0.02-0.48
0.5	0.1221	- 0.00262	- 0.8755	6.5861	- 24.7881	42.2542	- 26.7634	0.252	0.02-0.44
-	0.111	- 0.6489	3.2039	- 6.07433	6.0949	- 3.07821	0.6145	0.453	0

Hệ số đa thức biểu diễn các đặc trưng thủy động của chân vịt xe-ri B 3.50

Bảng 9

Tỷ số bước	Số thứ tự của các hệ số trong đa thức $(Q_2) [1]$							Sai số tương đối lớn nhất%	Phạm vi thay đổi của λ_p
	0	1	2	3	4	5	6		
1.4	0.3267	- 0.01031	- 0.2978	0.6064	- 0.8168	0.5676	- 0.158	- 0.440	0.02-1.26
1.35	0.3178	- 0.0132	- 0.3374	0.8185	- 1.2451	0.9443	- 0.2802	0.228	0.02-1.12
1.3	0.3074	0.01588	- 0.5565	1.5007	- 2.3071	1.7374	- 0.5073	0.178	0.02-1.04
1.25	0.2984	-0.008094	- 0.3945	0.9121	- 1.3001	0.955	- 0.285	- 0.157	0.02-1.02
1.2	0.2892	- 0.02691	- 0.3369	0.9174	- 1.5842	1.2639	- 0.4572	- 0.360	0.02-0.98
1.15	0.2779	- 0.03681	- 0.216	0.4288	- 0.6715	0.5727	- 0.2049	0.196	0.02-0.94
1.1	0.2668	- 0.04414	- 0.1668	0.3344	- 0.662	0.7077	- 0.306	- 0.234	0.02-0.90
1.05	0.2567	- 0.06188	- 0.01672	- 0.2519	0.5724	- 0.6228	0.2498	0.194	0.02-0.86
1.0	0.2434	- 0.00972	- 0.5172	2.01724	- 4.4723	4.6636	-1.8394	0.321	0.02-0.82
0.95	0.2324	- 0.04484	- 0.1459	0.3592	- 0.9329	1.0559	- 0.4265	- 0.310	0.02-0.72
0.9	0.2192	- 0.03561	- 0.2231	0.9267	- 2.8933	3.9705	- 1.9756	- 0.342	0.02-0.72
0.85	0.2056	0.01128	- 0.7396	3.2419	- 7.9259	9.2482	- 4.1305	0.381	0.02-0.70
0.8	0.1903	0.1033	- 1.6998	7.7963	- 18.7473	21.7653	- 9.7604	0.461	0.02-0.66
0.75	0.1833	-0.02018	- 0.2928	0.5968	- 1.07171	1.204	- 0.6628	0.384	0.02-0.62
0.7	0.1686	0.02675	- 0.7589	2.6326	- 5.3985	5.6255	- 2.4607	0.206	0.02-0.56
0.65	0.1602	- 0.03286	- 0.3224	1.2266	- 3.6349	5.4298	- 3.2105	0.286	0.02-0.58
0.6	0.1493	- 0.0993	- 0.5631	- 4.03763	11.7015	-16.3992	9.07336	0.411	0.02-0.46
0.55	0.1342	0.07426	- 2.2227	15.6189	-58.1842	105.7223	- 73.9734	-0.297	0.02-0.42
0.5	0.1258	- 0.07228	- 0.1776	1.8182	- 9.8045	23.09091	-20.4245	0.309	0.02-0.36
-	-0.06962	0.6221	- 0.5323	-0.2287	1.105	-0.8676	0.2149	0.248	0

Bảng 10

Hệ số đa thức biểu diễn các đặc trưng thủy động của chân vịt xe-ri B 3.65

Tỷ số bước	Số thứ tự của các hệ số trong đa thức $(\theta) [17]$							Sai số tương đối lớn nhất%	Phạm vi thay đổi của λ_p
	0	1	2	3	4	5	6		
1.4	0.36	-0.07077	0.2815	- 1.937	3.7709	- 3.09755	0.9159	- 0.492	0.02-1.12
1.35	0.3495	- 0.1187	0.5892	- 2.6511	4.471	- 3.3605	0.9318	0.335	0.02-1.08
1.3	0.3347	- 0.06248	0.001608	- 0.6466	1.3868	- 1.1633	0.3391	-0.295	0.02-1.04
1.25	0.3216	-0.07234	0.1119	- 1.1141	2.2631	- 1.9219	0.5866	0.200	0.02-0.98
1.2	0.3082	- 0.05923	0.005391	- 0.8426	1.9334	- 1.7259	0.5401	-0.128	0.02-0.98
1.15	0.2965	- 0.06612	0.003667	- 0.64	1.2211	- 0.8451	0.1725	- 0.230	0.02-0.84
1.1	0.2841	- 0.06013	- 0.05763	- 0.4872	0.9711	- 0.5311	- 0.00140	0.130	0.02-0.82
1.05	0.2732	- 0.09028	0.03386	- 0.4776	0.5747	0.0733	0.2993	0.210	0.02-0.76
1.0	0.2594	- 0.09142	0.137	- 1.43762	3.7065	- 4.1611	1.7287	-0.145	0.02-0.70
0.95	0.2453	- 0.06605	-0.1158	- 0.1556	0.3517	0.09449	- 0.3341	0.103	0.02-0.64
0.9	0.2293	0.005562	- 0.909	3.6845	- 8.8137	10.8212	- 5.2526	0.129	0.02-0.60
0.85	0.2191	0.09929	0.2645	- 2.04408	5.1874	- 6.1227	2.8942	- 0.105	0.02-0.54
0.8	0.2064	- 0.119	0.7172	- 6.06046	20.7837	- 33.421	20.6177	- 0.106	0.02-0.48
0.75	0.1936	- 0.07356	- 0.2984	2.1911	- 9.6052	18.727	- 13.251	0.142	0.02-0.46
0.7	0.1777	0.08968	- 2.8065	21.1068	- 84.1342	164.4943	- 124.428	- 0.250	0.02-0.38
0.65	0.1691	- 0.1213	0.3893	- 0.1921	- 12.2488	45.6661	- 49.0634	0.264	0.02-0.34
0.6	0.1496	0.04194	- 1.4077	7.6305	- 21.4539	23.1754	-	-0.170	0.02-0.30
0.55	0.1387	0.146	- 3.2338	21.1104	- 66.2818	78.976	-	- 0.335	0.02-0.24
0.5	0.1313	- 0.06933	- 0.1978	0.9955	- 2.7316	-	-	0.154	0.04-0.20
-	-0.3689	3.0886	- 8.495	12.8799	-10.4825	4.3697	- 0.7331	0.454	0

Bảng 11

Hệ số đa thức biểu diễn các đặc trưng thủy động của chân vịt xe-ri B 5.45

Tỷ số bước	Số thứ tự của các hệ số trong đa thức (29) [17]							Sai số tương đối lớn nhất%	Phạm vi thay đổi của λ_p
	0	1	2	3	4	5	6		
1.4	0.5017	0.1404	- 0.9338	0.9337	- 0.4252	0.01755	0.02428	- 0.492	0.24-1.34
1.35	0.5259	- 0.1692	0.01646	- 0.5258	0.7604	- 0.4739	0.1049	- 0.447	0.22-1.3
1.3	0.528	- 0.3272	0.6855	- 2.09605	2.7439	- 1.7385	0.4213	0.463	0.22-1.26
1.25	0.4807	0.04988	- 0.9808	1.3806	-0.9653	0.2081	0.02184	0.461	0.20-1.22
1.2	0.4769	-0.07948	-0.4612	0.2103	0.5468	-0.8208	0.2982	-0.385	0.20-1.18
1.15	0.1627	-0.07728	-0.7243	1.4704	-1.8212	1.09894	-0.2664	-0.493	0.18-1.14
1.1	0.4406	-0.01425	-1.007019	1.9883	-2.3194	1.3406	-0.3143	0.464	0.18-1.10
1.05	0.4363	-0.1759	-0.2139	-0.09161	0.5589	-0.6805	0.2502	0.497	0.18-1.06
1.0	0.415	-0.1381	-0.4349	0.5375	-0.4212	0.05812	0.03785	-0.426	0.16-1.02
0.95	0.4072	-0.2791	0.1264	-0.445	0.2899	-0.07818	-	0.418	0.16-0.96
0.9	0.3754	-0.09915	-0.6581	1.05735	-1.2552	0.7912	0.228	0.472	0.14-0.92
0.85	0.349	0.04247	-1.7907	5.1386	-8.6782	7.3368	-2.4511	-0.451	0.14-0.82
0.8	0.2998	0.56	-5.4543	18.09494	-33.01966	30.3673	-11.08389	-0.272	0.14-0.76
0.75	0.3299	-0.4041	1.255	-4.8188	7.784	-6.06027	1.7844	0.467	0.12-0.74
0.7	0.3168	-0.5638	2.2338	-7.695	11.8474	-8.6547	2.338	-0.492	0.12-0.70
0.65	0.2788	-0.3438	1.5942	-10.1394	27.2681	-33.6471	15.6469	0.428	0.12-0.69
0.6	0.2766	-0.7599	4.6415	-21.2419	47.5616	-52.5117	22.589	0.388	0.10-0.60
0.55	0.2581	-1.04838	8.5187	-44.996	120.4033	-161.1645	85.1349	-0.495	0.10-0.54
0.5	0.1998	-0.2535	1.1753	-11.4414	38.6784	-59.7917	34.7236	-0.382	0.10-0.48
-	1.435	-10.6745	33.994	-53.3033	45.4648	-20.1074	36.059	-0.483	0

Bảng 12

Hệ số đa thức biểu diễn các đặc trưng thủy động của chân vịt xe-ri B 5.60

Tỷ số bước	Số thứ tự của các hệ số trong đa thức (82) [1]							Sai số tương đối lớn nhất%	Phạm vi thay đổi của λ_p
	0	1	2	3	4	5	6		
1.4	0.5664	- 0.06156	- 0.2787	- 0.104	0.05049	0.1706	- 0.09387	0.442	0.2-1.26
1.35	0.5547	- 0.03425	- 0.4553	0.1801	- 0.1332	0.2189	- 0.1015	0.479	0.2-1.22
1.3	0.5432	- 0.03634	- 0.4955	0.166	0.07439	- 0.03302	- 0.01238	0.292	0.2-1.18
1.25	0.546	- 0.1709	- 0.1384	- 0.4295	0.7665	- 0.5333	0.1405	0.356	0.2-1.14
1.2	0.5174	0.04761	- 1.3627	2.653	- 3.2419	2.07155	- 0.5286	0.438	0.18-1.10
1.15	0.5628	- 0.8361	3.235	- 9.1403	12.5068	- 8.4661	2.2679	0.394	0.18-1.06
1.1	0.4626	0.249	- 2.4402	5.5065	- 7.4612	5.291	- 1.5031	0.389	0.18-1.04
1.05	0.4519	0.1245	- 1.9687	4.6311	- 0.7308	5.1475	- 1.5838	- 0.471	0.16-0.98
1.0	0.5106	- 0.8928	2.8107	- 6.4483	6.8324	- 3.2994	0.5305	0.348	0.16-0.94
0.95	0.4936	- 1.09536	4.4726	- 12.3037	16.7708	- 11.3419	3.0175	0.480	0.16-0.90
0.9	0.4062	- 0.1848	- 0.628	1.973	- 4.5147	4.8189	- 1.9061	0.422	0.16-0.86
0.85	0.3997	- 0.4859	1.4223	- 5.1348	8.2809	- 6.5652	2.03901	0.473	0.14-0.82
0.8	0.3755	- 0.4459	0.9197	- 3.122	4.3763	- 2.6439	0.3912	- 0.423	0.14-0.78
0.75	0.3434	- 0.3625	0.7048	- 3.6351	7.6814	- 8.00299	3.2312	0.380	0.12-0.74
0.7	0.3014	0.009741	- 2.2888	8.1195	- 16.4524	16.9379	- 7.05314	- 0.314	0.12-0.68
0.65	0.2919	- 0.2571	- 0.6546	4.1134	- 13.8847	20.6112	- 11.3122	0.431	0.12-0.66
0.6	0.316	- 1.3662	9.02093	- 37.4838	80.1601	- 86.2894	36.7123	- 0.460	0.12-0.62
0.55	0.2363	- 0.1593	- 0.5316	- 0.6688	6.0342	- 11.9187	7.5444	- 0.432	0.10-0.58
0.5	0.2152	- 0.1022	- 1.5739	5.4435	- 10.8048	10.1179	- 3.3908	0.394	0.10-0.54
-	2.5268	- 17.7627	53.09684	- 80.5157	67.107	- 29.143	5.1406	0.420	0

Bảng 13

Hệ số đa thức biểu diễn các đặc trưng thủy động của xe-ri chân vịt B 5.45

Tỷ số bước	Số thứ tự của các hệ số trong đa thức (90) [1]							Sai số tương đối lớn nhất%	Phạm vi thay đổi của λ_p
	0	1	2	3	4	5	6		
1.4	0.3206	- 0.02145	- 0.02675	- 0.03786	- 0.03591	0.8306	- 0.03809	0.325	0.24-1.44
1.35	0.3147	- 0.05207	0.05788	- 0.1836	0.1299	- 0.02166	- 0.01333	- 0.401	0.22-1.36
1.3	0.2596	0.3911	- 1.6088	2.8668	- 2.7714	1.358	- 0.275	0.348	0.22-1.26
1.25	0.2907	0.005856	- 0.2221	0.4038	- 0.4693	0.2753	- 0.075	- 0.376	0.2-1.3
1.2	0.2844	- 0.04012	- 0.05368	0.1096	0.2133	0.1749	- 0.06808	0.451	0.2-1.24
1.15	0.2721	- 0.0113	- 0.192	0.4344	- 0.6595	0.4909	- 0.1581	- 0.430	0.2-1.18
1.1	0.2547	0.1052	- 0.9226	2.6064	- 4.00231	3.03665	- 0.919	- 0.361	0.18-1.14
1.05	0.2725	- 0.2357	0.6307	- 1.05303	0.6587	- 0.01335	- 0.1237	- 0.328	0.18-1.06
1.0	0.2278	0.1499	- 1.02678	2.5272	- 3.4975	2.4849	- 0.7459	- 0.317	0.16-1.02
0.95	0.2331	- 0.04923	- 0.02334	0.01699	- 0.2162	0.3286	- 0.1938	0.374	0.16-0.96
0.9	0.218	0.009657	- 0.3038	0.591	- 0.7031	0.3928	- 0.1349	- 0.347	0.16-0.92
0.85	0.2199	- 0.2364	1.3374	- 4.4369	7.04199	- 5.4791	1.5938	- 0.269	0.14-0.86
0.8	0.19	0.1061	- 0.9333	2.9081	- 5.3619	4.9498	- 1.8683	- 0.178	0.14-0.80
0.75	0.1836	0.01922	- 0.2273	- 0.09527	1.194	- 1.9704	0.8922	- 0.430	0.12-0.76
0.7	0.1833	- 0.1892	1.474	- 7.4601	17.9764	- 20.91	9.1781	0.142	0.12-0.70
0.65	0.1619	0.06608	- 0.8524	2.8933	- 6.1025	6.9513	- 3.5167	0.129	0.12-0.64
0.6	0.1607	- 0.1663	1.2475	- 6.829	17.6619	- 22.0254	10.1905	- 0.252	0.1-0.58
0.55	0.1479	- 0.157	1.1207	- 6.2034	17.2188	- 24.6989	13.7999	- 0.166	0.1-0.52
0.5	0.1302	0.1767	- 1.3724	11.704	- 47.8873	88.4911	- 61.1936	- 0.207	0.1-0.44
-	- 0.5254	3.6794	- 8.8661	11.7654	- 8.5624	2.587	- 0.5111	- 0.4	0

Bảng 14

Hệ số đa thức biểu diễn các đặc trưng thủy động của xe-ri chân vịt B 5.60

(02)

Tỷ số bước	Số thứ tự của các hệ số trong đa thức $(02) [1]$							Sai số tương đối lớn nhất%	Phạm vi thay đổi của λ_p
	0	1	2	3	4	5	6		
1.4	0.3368	0.03779	- 0.2728	0.4506	- 0.6324	0.4571	- 0.13	- 0.266	0.26-1.36
1.35	0.349	- 0.1418	0.2493	- 0.3229	- 0.01703	0.2064	- 0.09	0.260	0.24-1.36
1.3	0.3448	- 0.1785	0.2354	0.02625	- 0.7202	0.75	- 0.24	0.279	0.22-1.2
1.25	0.2834	0.3478	- 1.8669	4.2108	- 5.2069	3.234	- 0.8	- 0.480	0.22-1.26
1.2	0.2838	0.2819	- 1.8687	4.8727	- 6.784	4.6403	- 1.24	0.318	0.2-1.2
1.15	0.3263	- 0.3849	1.1714	- 1.9548	1.2542	- 0.09897	- 0.1429	- 0.494	0.2-1.14
1.1	0.2601	0.2754	- 2.06313	6.1579	- 9.732	7.5112	- 2.2553	0.334	0.18-1.04
1.05	0.2748	- 0.1042	0.04389	0.4225	- 1.6541	1.8713	- 0.7188	- 0.275	0.18-1.02
1.0	0.2344	0.2612	- 1.6453	3.9492	- 5.01316	2.9967	- 0.6714	- 0.495	0.18-0.39
0.95	0.2534	- 0.1691	0.6204	- 1.7727	2.2732	- 1.4156	0.3	- 0.320	0.16-0.9
0.9	0.2	0.5416	- 3.9838	13.07609	- 23.2758	20.9508	- 7.5294	- 0.417	0.16-0.84
0.85	0.1879	0.5475	- 4.1895	14.4564	- 27.2495	26.1942	- 10.1373	- 0.348	0.14-0.78
0.8	0.2258	- 0.4197	2.9326	- 11.8749	24.6133	- 25.6733	10.5075	0.269	0.14-0.70
0.75	0.196	- 0.02888	- 0.183	0.6528	- 2.3258	3.5536	- 2	0.14	0.14-0.64
0.7	0.1913	- 0.1171	0.3616	- 1.2785	1.5	- 0.3633	- 0.4059	- 0.168	0.12-0.64
0.65	0.1938	- 0.4343	2.9548	- 12.0038	25.3258	- 27.5356	12.09463	- 0.215	0.12-0.60
0.6	0.1582	0.1471	- 2.9528	18.2672	- 57.3663	87.2279	- 51.4506	- 0.228	0.12-0.50
0.55	0.1625	- 0.3425	3.09908	- 17.717	52.8314	- 80.5306	49.07156	0.224	0.10-0.48
0.5	0.1338	0.1606	- 2.1554	8.7288	- 16.2038	8.6003	4.9137	0.181	0.10-0.40
-	0.2143	- 1.2427	4.8515	- 8.4665	8.0963	- 3.9688	0.7754	0.457	0

Bảng 15

Hệ số đa thức biểu diễn các đặc trưng thủy động $K_1 = f(\lambda_p)$ của chân vịt 4 cánh, $\theta = 0,35$, $e_0 = 0,04$

Tỷ số bước	Số thứ tự của các hệ số trong đa thức (109) [1]							Sai số tương đối lớn nhất%	Phạm vi thay đổi của η_p
	0	1	2	3	4	5	6		
1.50	0.6367	- 0.6361	0.6822	- 0.2152	- 0.828	0.8784	- 0.2574	0.28	0.4-0.74
1.45	0.8138	- 2.1191	5.4048	- 8.1943	6.7059	- 2.8914	0.5206	0.38	0.4-0.74
1.40	0.7201	- 1.4004	2.669	- 2.6036	0.275	0.9873	- 0.4275	0.28	0.4-0.74
1.35	0.552	- 0.3048	- 0.2679	0.9435	- 1.5168	0.6842	- 0.0921	- 0.27	0.4-0.72
1.30	- 0.165	6.06954	- 24.162	48.3171	- 53.724	31.276	- 7.4333	- 0.44	0.4-0.74
1.25	0.3587	1.571	- 8.9844	21.6378	- 27.936	18.282	- 4.7736	0.25	0.4-0.74
1.20	- 1.4592	17.9245	- 69.8264	140.442	- 156.532	91.5038	- 21.92	0.23	0.4-0.74
1.15	0.3721	3.962	- 5.9512	14.04182	- 17.9013	11.5714	- 2.9839	- 0.24	0.4-0.73
1.10	1.4913	- 10.5389	41.3427	- 87.476	102.3115	- 63.0308	16.0	0.35	0.4-0.72
1.05	0.6784	- 2.9815	12.3158	- 30.0142	40.6243	- 29.2612	8.7547	0.36	0.4-0.71
1.00	5.09259	- 54.0752	254.0466	- 630.978	868.6577	- 629.066	187.3333	- 0.47	0.4-0.70
0.95	0.3177	0.3502	- 2.3166	4.5767	- 6.02411	4.8199	- 1.775	- 0.15	0.4-0.69
0.90	0.4574	- 1.1693	3.701	- 8.3865	10.213	- 6.6714	1.8803	- 0.2	0.4-0.69
0.85	0.559	- 2.8203	12.3361	- 3.2184	47.2549	- 37.6628	12.75	0,36	0.4-0.68
0.80	0.1906	1.7551	- 13.108	43.8522	- 81.5631	79.3186	- 31.5476	- 0.29	0.4-0.67
0.75	0.2507	- 0.2019	2.8294	19.2507	50.4266	- 60.6853	27.6471	- 0.4	0.4-0.65
0.70	0.09938	1.9246	- 11.2682	28.1018	- 34.7456	16.8705	-	0.35	0.4-0.64
0.65	0.459	- 3.346	17.06248	- 46.941	63.2426	- 33.5993	-	- 0.45	0.4-0.62
0.60	0.1443	1.1666	- 11.0146	39.2858	- 67.229	44.2177	-	- 0.42	0.4-0.60

Bảng 16

Hệ số đa thức biểu diễn các đặc trưng thủy động $\eta_p = f(\lambda_p)$ của chân vịt 4 cánh, $\theta = 0,35$, $e_0 = 0,04$

Tỷ số bước	Số thứ tự của các hệ số trong đa thức (q)						Sai số tương đối lớn nhất%	Phạm vi thay đổi của η_p	
	0	1	2	3	4	5			6
1.50	- 0.8988	7.4262	19.9626	31.5918	- 28.1396	13.202	- 2.5545	- 0.25	0.4-0.74
1.45	- 0.3368	2.7612	- 4.0399	3.6657	- 1.4867	0.06115	0.06349	- 0.22	0.4-0.74
1.40	0.2701	- 2.3853	14.1435	- 29.9581	32.9457	- 18.4348	4.125	- 0.23	0.4-0.74
1.35	1.6087	- 14.2955	57.9062	- 114.301	123.0283	- 69.0026	15.7788	- 0.26	0.4-0.74
1.30	1.3185	- 11.2512	45.6606	- 89.0203	94.7465	- 52.6418	11.9222	- 0.32	0.4-0.74
1.25	1.204	- 9.6707	37.8512	- 69.2117	67.6302	- 33.6081	6.5472	- 0.17	0.4-0.74
1.20	3.8995	- 34.6859	132.9181	- 257.681	273.3131	- 150.782	33.76	0.26	0.4-0.74
1.15	0.6174	- 3.8453	13.8646	- 14.603	- 3.9553	17.00332	- 8.3871	- 0.22	0.4-0.73
1.10	0.0892	1.7049	- 9.842	39.6485	- 74.2163	65.8413	- 22.6111	0.15	0.4-0.72
1.05	- 1.1691	14.6999	- 65.109	164.9757	- 234.055	174.6852	- 53.5849	- 0.19	0.4-0.71
1.00	- 7.225	84.4341	- 394.915	986.7681	- 1371.92	1005.127	- 303.333	0.20	0.4-0.70
0.95	- 0.04938	1.6817	- 1.703	3.4396	- 6.916	7.825	- 3.75	- 0.14	0.4-0.69
0.90	- 0.5058	7.0395	- 27.4364	69.835	- 103.820	83.9992	- 29.1453	0.15	0.4-0.69
0.85	0.6157	- 7.049	46.2329	- 132.504	203.677	- 160.552	50.0	- 0.17	0.4-0.68
0.80	0.1185	- 0.2594	8.6768	- 21.9301	21.6986	1.7337	- 10.8333	- 0.14	0.4-0.67
0.75	- 0.3337	5.7428	- 22.9762	65.8906	- 116.010	117.4332	- 53.5235	0.45	0.4-0.65
0.70	0.117	- 1.3565	21.8539	- 75.8271	119.3477	- 72.47	-	0.15	0.4-0.64
0.65	0.5982	- 8.6502	66.5645	- 210.810	321.0310	- 192.275	-	- 0.11	0.4-0.62
0.60	1.595	- 24.8006	170.4486	- 538.989	832.3462	- 507.823	-	0.27	0.4-0.60

Bảng 17

Hệ số đa thức biểu diễn các đặc trưng thủy động $K_1 = f(\lambda_p)$ của chân vịt 4 cánh, $\theta = 0,35$, $e_0 = 0,06$

Tỷ số bước	Số thứ tự của các hệ số trong đa thức (9)							Sai số tương đối lớn nhất%	Phạm vi thay đổi của η_p
	0	1	2	3	4	5	6		
1.50	- 0.07211	3.6557	- 9.07478	10.03721	- 5.3162	0.9814	- 0.0623	0.39	0.4-0.78
1.45	- 0.119	3.7126	- 8.2666	6.5457	0.2169	- 2.9367	1.1021	- 0.38	0.4-0.77
1.40	- 0.1009	40.6993	- 10.9876	13.164	- 7.3265	1.1765	0.24	- 0.33	0.4-0.76
1.35	- 0.9012	10.7127	- 33.6999	53.4534	- 46.5269	21.04199	- 3.864	0.3	0.4-0.76
1.30	- 1.1489	14.3281	- 51.6727	95.4452	- 97.5233	52.2483	- 11.4793	0.34	0.4-0.75
1.25	0.8222	- 4.3463	20.8362	- 53.7266	73.8366	- 51.8695	14.6379	0.39	0.4-0.74
1.20	0.9401	- 4.4588	16.2084	- 33.1754	37.3682	- 22.0635	5.3368	- 0.26	0.4-0.74
1.15	0.4232	0.314	- 2.5211	5.2808	- 6.1651	3.6673	- 0.8636	0.25	0.4-0.73
1.10	0.4472	- 0.3971	1.2839	- 4.3001	6.305	- 4.4933	1.2727	0.15	0.4-0.72
1.05	0.06721	3.6003	- 16.6829	37.8708	- 48.5024	33.00796	- 9.2976	0.22	0.4-0.71
1.00	0.308	0.7504	- 3.9498	8.1687	- 10.3064	7.2591	- 2.1739	0.15	0.4-0.71
0.95	1.3051	- 10.5146	46.9289	- 111.948	146.2372	- 99.7168	27.8293	0.28	0.4-0.70
0.90	1.2079	- 10.4175	50.3336	- 130.027	183.8553	- 135.452	40.7143	0.37	0.4-0.69
0.85	0.6718	- 3.67	14.384	- 30.1387	30.8385	- 12.5634	0.1716	- 0.26	0.4-0.68
0.80	0.7421	- 6.04901	33.06987	- 97.5943	156.0550	- 128.989	43.1707	0.21	0.4-0.68
0.75	0.9378	- 8.6872	46.2219	- 131.512	202.9539	- 160.781	50.7143	- 0.34	0.4-0.66
0.70	- 0.5182	8.8892	- 41.0207	91.3548	- 101.726	45.1368	-	- 0.36	0.4-0.64
0.65	- 0.06164	3.8413	- 20.2197	48.9798	- 57.2956	22.1327	5.3097	0.38	0.4-0.64
0.60	0.3903	- 2.2776	10.9164	- 28.323	34.636	- 16.2234	-	0.43	0.4-0.63

Bảng 18

Hệ số đa thức biểu diễn các đặc trưng thủy động $\eta_p = f(\lambda_p)$ của chân vịt 4 cánh, $\theta = 0,35$, $e_0 = 0,06$

Tỷ số bước	Số thứ tự của các hệ số trong đa thức (9)						Sai số tương đối lớn nhất%	Phạm vi thay đổi của η_p	
	0	1	2	3	4	5			6
1.50	- 0.4376	4.09661	- 9.5349	13.8878	- 10.8537	4.189	- 0.6355	0.42	0.4-0.78
1.45	0.158	- 0.9135	7.8076	- 17.2446	19.8211	- 11.5687	2.6632	0.15	0.4-0.77
1.40	1.5455	12.9578	- 38.101	62.1744	- 55.8448	26.0897	- 5	0.19	0.4-0.76
1.35	- 1.2279	10.6984	- 31.3552	51.6114	- 46.5544	21.6869	- 4.1228	- 0.26	0.4-0.76
1.30	0.241	2.116	- 0.5707	- 6.1853	13.5034	- 11.1077	3.2258	- 0.47	0.4-0.75
1.25	- 0.1947	2.01673	- 0.7474	- 5.3047	12.7298	- 11.2301	3.4741	- 0.12	0.4-0.74
1.20	0.6722	- 5.4305	25.6516	- 54.1565	62.7453	- 38.1922	9.4526	- 0.3	0.4-0.74
1.15	0.3993	- 2.9368	16.6166	- 36.849	44.437	- 28.1109	7.1818	- 0.15	0.4-0.73
1.10	1.5387	- 13.7223	58.2313	- 119.938	135.3149	- 79.8417	19.1364	0.24	0.4-0.72
1.05	1.4826	- 13.6176	59.8217	- 127.134	148.0257	- 90.2546	22.381	- 0.25	0.4-0.71
1.00	1.1002	- 9.9371	45.4967	- 97.215	112.571	- 67.5257	16.1413	0.2	0.4-0.71
0.95	1.1471	- 10.672	50.1029	- 110.469	132.2212	- 82.0184	20.2439	- 0.17	0.4-0.70
0.90	- 0.8296	12.3216	- 59.948	168.5406	- 262.648	213.7188	- 71.4286	0.19	0.4-0.69
0.85	0.4357	- 3.3258	19.2913	- 40.2163	39.6187	- 14.4843	- 1.348	- 0.19	0.4-0.68
0.80	1.2846	- 14.5298	80.5005	- 215.572	317.9369	- 246.457	77.7778	0.2	0.4-0.68
0.75	- 1.9181	29.8347	- 172.227	544.2154	- 952.458	874.479	- 330	- 0.2	0.4-0.66
0.70	4.329	- 47.9213	222.5667	- 498.011	550.5825	- 242.114	-	0.33	0.4-0.64
0.65	0.5918	- 5.8719	40.02346	- 126.758	240.6656	- 259.106	118.5841	- 0.2	0.4-0.64
0.60	- 0.0424	3.4276	- 16.0327	52.9436	- 80.3342	43.5533	-	- 0.3	0.4-0.63

Hệ số đa thức biểu diễn các đặc trưng thủy động $K_1 = f(\lambda_p)$ của chân vịt 4 cánh, $\theta = 0,58$, $e_0 = 0,04$

Bảng 19

Tỷ số bước	Số thứ tự của các hệ số trong đa thức (4)							Sai số tương đối lớn nhất%	Phạm vi thay đổi của η_p
	0	1	2	3	4	5	6		
1.50	0.2806	2.9375	- 10.4206	- 16.9091	- 15.0701	6.9243	- 1.2771	0.27	0.4-0.74
1.45	0.7928	- 1.4098	3.3688	- 5.156	3.7773	- 1.2319	0.1169	0.18	0.4-0.74
1.40	1.454	- 7.5146	25.555	- 47.1241	47.3789	- 24.8658	5.3492	0.2	0.4-0.72
1.35	1.1124	- 3.8967	10.1881	- 14.4254	9.852	- 2.6149	- 0.00775	0.28	0.4-0.72
1.30	0.4561	- 0.8902	8.1876	- 26.5724	38.5605	- 26.9467	7.3889	0.32	0.4-0.72
1.25	- 0.2355	4.9392	- 11.3556	6.5112	8.7885	- 13.545	5.09803	- 0.38	0.4-0.72
1.20	1.1637	- 5.9538	21.165	- 41.6787	44.9657	- 25.5279	6.0	0.26	0.4-0.72
1.15	0.03336	4.3886	- 17.7297	33.8456	- 35.0638	18.4029	- 3.7619	0.16	0.4-0.72
1.10	0.3876	0.5327	- 2.1324	1.8321	- 0.02703	- 0.8068	0.2857	0.21	0.4-0.71
1.05	0.6386	- 2.4024	10.8348	- 28.4834	39.6053	- 28.4181	8.3152	- 0.36	0.4-0.70
1.00	0.3753	0.2815	- 1.5068	1.3341	- 0.4256	- 0.04048	-	- 0.36	0.4-0.69
0.95	- 0.1494	6.2575	- 30.2515	73.3096	- 100.077	72.5055	- 21.7073	- 0.34	0.4-0.69
0.90	0.4076	- 0.2198	- 0.4749	1.3891	- 4.2892	6.06633	- 3.03448	- 0.27	0.4-0.66
0.85	3.1424	34.1231	171.1367	- 457.033	677.2098	- 528.618	170	0.38	0.4-0.67
0.80	0.5407	- 1.9144	5.6388	- 10.0419	7.9952	- 2.1253	-	0.42	0.4-0.65
0.75	0.3523	- 0.3808	0.05698	- 0.5142	0.572	- 0.1133	-	0.36	0.4-0.64
0.70	- 2.00114	29.01777	- 146.988	363.1797	- 444.255	215.2174	-	0.41	0.4-0.62
0.65	0.09192	2.1656	- 12.708	30.7141	- 36.1858	16.3905	-	0.32	0.4-0.60
0.60	0.371	- 1.618	5.1296	- 4.093	6.2864	-	-	0.43	0.4-0.58

Bảng 20

Hệ số đa thức biểu diễn các đặc trưng thủy động $\eta_p = f(\lambda_p)$ của chân vịt 4 cánh, $\theta = 0,58$, $e_0 = 0,04$

Tỷ số bước	Số thứ tự của các hệ số trong đa thức (9)							Sai số tương đối lớn nhất%	Phạm vi thay đổi của η_p
	0	1	2	3	4	5	6		
1.50	- 0.2521	2.1211	- 2.7575	2.0387	0.2111	- 1.0548	0.3619	- 0.24	0.4-0.74
1.45	- 0.3188	2.7455	- 4.5991	4.4226	- 0.9292	- 1.1863	0.5454	- 0.36	0.4-0.74
1.40	- 0.3423	3.1714	- 6.543	8.9728	- 6.4994	2.2431	- 0.3016	- 0.25	0.4-0.72
1.35	- 0.4833	3.7581	- 6.1625	3.8486	3.3478	- 5.578	1.9845	- 0.15	0.4-0.72
1.30	- 3.3663	29.7662	- 102.150	190.1856	- 197.293	108.1395	- 24.5556	0.42	0.4-0.72
1.25	- 0.3372	4.0111	- 12.4237	26.6489	- 32.4221	20.8054	- 5.549	- 0.38	0.4-0.72
1.20	- 0.5484	5.6606	- 17.0011	32.5521	- 35.6758	21.106	- 5.36	0.14	0.4-0.72
1.15	0.5217	- 3.3929	13.8935	- 20.807	13.02373	- 0.6183	- 1.9048	0.2	0.4-0.72
1.10	0.3232	- 1.3445	5.9027	- 4.718	- 4.395	8.9104	- 3.9643	0.24	0.4-0.71
1.05	0.5079	- 2.8895	11.3876	- 14.4307	4.6145	4.9673	- 3.4783	0.21	0.4-0.70
1.00	1.5059	- 15.4106	74.9288	- 180.196	240.5406	- 169.387	48.8889	0.17	0.4-0.69
0.95	- 0.00516	1.1544	0.1057	- 0.2058	- 2.4313	5.2124	- 3.4146	- 0.18	0.4-0.69
0.90	0.5707	- 4.8077	25.09575	- 51.8158	80.2567	- 16.1254	- 3.4483	0.17	0.4-0.68
0.85	0.04228	- 0.3842	13.2115	- 44.9446	71.7889	- 53.1464	13.0612	- 0.41	0.4-0.67
0.80	- 0.6451	8.1272	- 27.7025	53.8404	- 51.399	18.27	-	- 0.27	0.4-0.65
0.75	- 0.9199	1.8876	- 46.5964	99.8669	- 105.710	41.9592	-	0.36	0.4-0.64
0.70	2.05192	- 23.5175	120.9121	- 291.726	348.2961	- 167.0	-	- 0.41	0.4-0.62
0.65	0.4194	- 3.5122	25.1026	- 65.7635	87.7201	- 51.1834	-	- 0.16	0.4-0.60
0.60	0.3871	- 2.3461	14.675	- 23.4333	10.1028	-	-	0.22	0.4-0.58

Bảng 21

Hệ số đa thức biểu diễn các đặc trưng thủy động $K_1 = f(\lambda_p)$ của chân vịt 4 cánh, $\theta = 0,58$, $e_0 = 0,04$

Tỷ số bước	Số thứ tự của các hệ số trong đa thức (g)							Sai số tương đối lớn nhất%	Phạm vi thay đổi của η_p
	0	1	2	3	4	5	6		
1.50	0.6087	- 0.07794	0.9384	- 4.9411	7.3189	- 4.689	1.1222	- 0.45	0.4-0.75
1.45	1.9108	- 9.8471	30.5737	- 52.5197	50.0943	- 25.1333	5.18	0.3	0.4-0.74
1.40	0.4836	1.6464	- 8.2719	16.6703	- 18.2251	10.2721	- 2.3375	0.16	0.4-0.75
1.35	1.2627	- 5.6871	19.2303	- 37.1464	39.5905	- 22.0472	5.0144	0.35	0.4-0.75
1.30	- 1.7455	19.0969	- 64.6702	110.6396	- 102.700	48.5872	- 9	0.21	0.4-0.71
1.25	2.0415	- 14.1218	54.3111	- 113.899	133.1723	- 82.3858	21.0769	0.35	0.4-0.70
1.20	1.4462	- 8.532	31.5573	- 64.6379	73.4111	- 43.9005	10.8125	- 0.34	0.4-0.73
1.15	1.1341	- 6.0902	22.938	- 48.0286	54.6481	- 32.0517	7.5741	0.25	0.4-0.73
1.10	1.1435	- 6.6949	26.7292	-59.311	72.0034	- 45.3815	11.619	0.24	0.4-0.73
1.05	0.8241	- 3.8404	15.6144	- 36.9805	47.6476	- 31.6927	8.5	- 0.31	0.4-0.72
1.00	0.6426	- 3.5125	20.4261	- 62.9147	100.066	- 79.9085	25.3684	0.44	0.4-0.70
0.95	- 0.471	9.2182	- 39.5967	83.6107	- 95.4657	55.3695	- 12.5385	0.40	0.4-0.69
0.90	0.121	3.3782	- 17.7281	42.5258	- 55.2106	36.3846	- 9.3636	- 0.28	0.4-0.68
0.85	- 1.0141	14.1845	- 59.3245	122.0269	- 131.825	68.3217	- 12.0219	- 0.39	0.4-0.67
0.80	0.3604	- 0.1047	- 1.0135	1.4419	- 0.7956	-	-	- 0.15	0.4-0.63
0.75	0.3556	- 0.3849	0.1354	- 0.4347	0.2962	-	-	0.3	0.4-0.63
0.70	0.3446	0.6278	-13.5791	66.81	- 158.648	183.866	- 83.7607	- 0.2	0.4-0.62
0.65	0.1029	1.4886	- 6.6904	10.896	- 6.807	-	-	0.45	0.4-0.60
0.60	- 0.3748	6.5537	- 27.8752	49.704	- 33.0705	-	-	-	0.4-0.58

Hệ số đa thức biểu diễn các đặc trưng thủy động $\eta_P = f(\lambda_P)$ của chân vịt 4 cánh, $\theta = 0,58$, $e_0 = 0,06$

Bảng 22

Tỷ số bước	Số thứ tự của các hệ số trong đa thức (9)						Sai số tương đối lớn nhất%	Phạm vi thay đổi của η_P	
	0	1	2	3	4	5			6
1.50	- 0.1772	- 0.03912	1.25	- 1.1153	1.0242	- 0.9533	0.3333	- 0.26	0.4-0.75
1.45	- 0.6698	5.6267	- 14.0723	20.71	- 16.2311	6.232	- 9	0.18	0.4-0.75
1.40	- 0.01397	- 0.1678	7.0086	- 19.0161	24.7758	- 15.7704	3.8958	0.21	0.4-0.75
1.35	- 0.76	6.5968	- 17.9998	29.7239	- 27.7954	13.9575	- 2.9964	- 0.21	0.4-0.75
1.30	- 4.3275	37.0476	- 124.282	224.7266	- 226.292	120.3669	- 26.5	- 0.29	0.4-0.75
1.25	0.4178	- 2.5241	11.1789	- 17.9906	13.6028	- 3.4433	- 0.5	- 0.26	0.4-0.71
1.20	- 0.474	6.1256	- 22.7319	51.6745	- 65.3849	43.4641	- 11.9375	- 0.22	0.4-0.73
1.15	0.1726	- 0.1484	2.6581	- 2.4034	- 1.6993	3.1964	- 1.5741	- 0.34	0.4-0.73
1.10	0.7942	- 6.6175	30.5154	- 64.9457	76.4708	- 47.3896	11.9048	- 0.34	0.4-0.73
1.05	- 2.0426	21.785	- 86.0427	187.0066	- 225.904	143.7218	- 37.875	0.42	0.4-0.72
1.00	0.564	- 4.4951	22.9729	- 5.2706	60.4265	- 38.0334	9.4737	- 0.39	0.4-0.70
0.95	2.9083	- 31.497	151.0298	- 369.212	501.2948	- 358.853	105.3846	- 0.38	0.4-0.69
0.90	0.893	- 9.2715	51.2058	- 134.237	- 196.367	- 152.266	48.1818	- 0.36	0.4-0.68
0.85	8.4095	- 96.4357	468.3948	- 1188.39	1681.717	- 1260.21	390.0	0.37	0.4-0.66
0.80	0.2263	- 0.4337	4.5509	- 5.0184	0.9256	-	-	0.27	0.4-0.63
0.75	0.2233	- 0.2649	3.7296	- 2.9675	- 0.9997	-	-	0.2	0.4-0.63
0.70	0.6405	- 8.412	65.764	- 239.742	485.3058	- 513.467	217.9487	- 0.18	0.4-0.62
0.65	- 0.1863	4.3702	- 15.0341	31.5733	- 25.4141	-	-	- 0.19	0.4-0.60
0.60	- 0.0418	3.1365	- 11.6544	30.2417	29.057	-	-	0.41	0.4-0.58

Hệ số đa thức biểu diễn các đặc trưng thủy động $K_1 = f(\lambda_p)$ của chân vịt 4 cánh, $\theta = 0,75$, $e_0 = 0,04$

Bảng 23

Tỷ số bước	Số thứ tự của các hệ số trong đa thức (9)						Sai số tương đối lớn nhất%	Phạm vi thay đổi của η_p	
	0	1	2	3	4	5			6
1.50	0.9186	- 2.0274	6.0043	- 11.2359	11.1895	- 5.7689	1.2143	- 0.32	0.4-0.70
1.45	0.8607	- 1.1126	1.4031	- 1.1488	- 0.2025	0.7435	- 0.279	0.17	0.4-0.70
1.40	- 0.2151	6.9696	- 24.2053	41.6201	- 39.9559	20.25	- 4.2273	0.22	0.4-0.69
1.35	0.9069	- 3.072	10.951	- 21.6532	21.9636	- 11.0906	2.2019	- 0.23	0.4-0.70
1.30	1.3886	- 6.042	17.3387	- 27.2636	22.9234	- 9.659	1.5909	- 0.29	0.4-0.70
1.25	- 0.385	9.1487	- 37.3424	77.1462	- 89.0813	54.1642	- 13.5	0.4	0.4-0.69
1.20	2.3883	- 15.2417	50.5493	- 90.7669	90.3921	- 47.575	10.3846	0.31	0.4-0.68
1.15	1.8354	- 10.467	32.1609	- 52.3236	44.5204	- 18.1161	2.4815	0.44	0.4-0.68
1.10	- 2.2969	26.1134	- 101.019	200.7146	- 219.339	124.5249	- 28.5714	0.4	0.4-0.65
1.05	0.4324	0.5203	- 4.5789	12.5788	- 19.7574	15.9716	- 5.1324	0.25	0.4-0.66
1.00	0.4842	- 0.7581	3.7269	- 14.3224	26.1107	- 23.3675	8.2439	0.31	0.4-0.65
0.95	1.1773	- 6.7376	22.1174	- 37.5341	29.3665	- 6.2536	- 2.3077	0.01	0.4-0.64
0.90	- 1.7902	21.0259	- 81.5833	153.581	- 143.352	53.0472	-	0.34	0.4-0.63
0.85	- 0.7439	9.9025	- 32.5503	34.4045	26.7414	- 82.3003	46.5972	0.42	0.4-0.62
0.80	- 1.0829	17.4023	- 88.7603	230.3687	324.7789	- 231.4588	- 63.0769	- 0.33	0.4-0.61
0.75	1.2823	- 9.0845	22.8592	18.9609	- 189.231	313.7665	- 170	- 0.28	0.4-0.60
0.70	0.2252	0.3172	- 1.7725	1.7839	- 0.6589	-	-	- 0.22	0.4-0.59
0.65	0.5784	- 3.2853	11.1355	- 18.8677	11.7694	-	-	0.23	0.4-0.57
0.60	0.5353	- 3.3458	11.9094	- 20.6244	12.9695	-	-	- 0.34	0.4-0.56

Hệ số đa thức biểu diễn các đặc trưng thủy động $\eta_P = f(\lambda_P)$ của chân vịt 4 cánh, $\theta = 0,75$, $e_0 = 0,04$

Bảng 24

Tỷ số bước	Số thứ tự của các hệ số trong đa thức (9)							Sai số tương đối lớn nhất%	Phạm vi thay đổi của η_P
	0	1	2	3	4	5	6		
1.50	- 0.0191	3.5652	- 16.4139	37.996	- 43.7018	24.7148	- 5.5102	0.2	0.4-0.70
1.45	1.0172	- 4.9301	11.2859	- 8.0309	- 2.2422	- 5.4428	- 1.8947	0.18	0.4-0.70
1.40	0.4644	- 0.9142	- 1.1831	13.6269	- 24.1711	17.5403	- 4.7	0.24	0.4-0.69
1.35	0.5916	1.7709	0.9596	11.7479	- 24.6177	19.1363	- 5.3702	0.19	0.4-0.70
1.30	- 1.4546	14.4809	- 52.5186	105.7547	117.7695	68.4907	- 16.2954	0.19	0.4-0.70
1.25	- 0.09304	3.7532	- 18.0476	48.5197	- 66.0471	44.4839	- 11.875	0.18	0.4-0.69
1.20	10.2784	- 88.617	319.8531	- 600.660	625.0578	- 342.215	77.0	0.42	0.4-0.69
1.15	0.47	- 3.2787	15.1415	- 28.3606	28.7078	- 15.2084	3.2222	0.42	0.4-0.68
1.10	- 3.7603	38.9117	- 157.905	346.2587	- 422.591	271.6719	72.0	0.22	0.4-0.67
1.05	0.1696	0.2465	- 0.8637	10.2178	- 22.9761	21.4141	- 7.6159	0.14	0.4-0.66
1.00	- 0.1781	4.1175	- 18.9108	56.4535	- 90.5347	74.2893	- 24.8781	0.15	0.4-0.65
0.95	0.7977	- 5.5323	18.4188	- 12.4745	- 32.5724	62.4244	- 31.5385	0.14	0.4-0.64
0.90	4.2743	- 41.2766	166.6228	- 325.027	314.1046	- 120.944	-	0.18	0.4-0.63
0.85	2.849	- 25.7621	93.6703	- 131.294	7.8645	149.3512	- 102.569	0.45	0.4-0.62
0.80	2.8461	- 30.1654	138.0621	- 304.165	336.0089	- 153.571	5.3846	0.2	0.4-0.61
0.75	- 0.1985	5.7552	- 33.5547	120.5443	- 233.872	235.6991	- 99.1667	0.18	0.4-0.60
0.70	- 0.0058	2.0133	- 4.8124	10.9398	- 9.5625	-	-	0.16	0.4-0.59
0.65	0.9802	11.9526	- 42.267	73.8165	- 49.3373	-	-	0.17	0.4-0.57
0.60	- 1.7514	21.2985	- 82.9565	151.2403	- 104.025	-	-	0.28	0.4-0.56

Bảng 26

Hệ số đa thức biểu diễn các đặc trưng thủy động $\eta_p = f(\lambda_p)$ của chân vịt 4 cánh, $\theta = 0,75$, $e_0 = 0,06$

Tỷ số bước	Số thứ tự của các hệ số trong đa thức (9)						Sai số tương đối lớn nhất%	Phạm vi thay đổi của η_p	
	0	1	2	3	4	5			6
1.50	11.3511	- 79.081	231.1569	- 352.817	299.0853	- 133.530	24.5	- 0.44	0.4-0.71
1.45	- 0.01152	1.4177	- 3.4143	7.3038	- 8.1248	4.5932	1.087	- 0.2	0.4-0.72
1.40	0.2774	- 0.8345	3.8579	- 4.6479	2.5111	- 0.2057	- 0.2414	- 0.17	0.4-0.73
1.35	0.9492	- 5.4896	16.5633	21.3926	12.9431	2.3711	- 0.5	- 0.26	0.4-0.72
1.30	0.1839	0.315	- 1.2431	7.3087	- 12.653	9.6661	- 2.8654	- 0.22	0.4-0.72
1.25	0.4601	- 2.5531	10.5715	- 16.994	14.2446	- 5.6531	0.642	0.165	0.4-0.72
1.20	1.1469	- 8.8477	34.634	- 65.353	68.4303	- 37.7546	8.4607	0.2	0.4-0.72
1.15	2.5758	- 23.1746	93.601	- 192.104	219.0521	- 131.678	32.4545	0.22	0.4-0.71
1.10	- 5.4625	55.5511	- 222.839	477.3654	- 567.285	354.7746	- 91.5	- 0.23	0.4-0.70
1.05	0.7867	- 7.6544	40.1902	- 98.5136	133.1735	- 94.3478	27.1154	- 0.32	0.4-0.70
1.00	- 2.5741	27.483	110.2224	239.923	- 288.517	181.5105	- 47	0.25	0.4-0.69
0.95	2.0543	- 23.4861	122.1243	- 320.367	466.2625	- 357.354	112.2222	- 0.21	0.4-0.68
0.90	- 0.5857	5.3277	- 6.143	- 21.3018	81.9942	- 99.8384	41.9048	- 0.19	0.4-0.67
0.85	- 0.2466	1.7492	9.8895	- 59.1106	132.668	- 137.250	53.7759	0.2	0.4-0.65
0.80	7.2358	- 92.5683	500.0048	- 1400.89	2174.66	- 1775.62	595	- 0.22	0.4-0.64
0.75	1.7973	- 17.6737	72.755	- 106.983	- 16.446	189.8881	- 134.821	0.44	0.4-0.62
0.70	1.82	- 15.8857	45.2487	50.5817	450.2607	770.566	- 439.673	- 0.36	0.4-0.59
0.65	1.5177	- 13.0608	34.0173	87.1957	- 558.520	961.6766	- 173.529	0.24	0.4-0.57
0.60	0.6567	- 5.6675	28.535	- 49.3915	28.5301	-	-	0.25	0.4-0.54

Chương 3

XÁC ĐỊNH CÁC CHỈ TIÊU KỸ THUẬT-KHAI THÁC CỦA TỔ HỢP CHÂN VỊT-THÂN TÀU TẠI CÁC CHẾ ĐỘ CÔNG TÁC KHÁC NHAU

3.1 Xây dựng đặc trưng chân vệt

Kết quả tính toán các đặc trưng vận hành của tàu trên máy tính, mà chúng là cơ sở để xây dựng hồ sơ kỹ thuật và giải quyết các nhiệm vụ sản xuất đã không thể hiện cụ thể các chỉ tiêu kỹ thuật-khai thác của tổ hợp chân vệt-thân tàu tại các chế độ công tác khác nhau. Nhờ sử dụng các phương pháp đồ thị để giải quyết vấn đề này mà các nhược điểm nêu trên sẽ được khắc phục bằng cách xây dựng các đường cong $R=f(v_s)$ và $N_e=f(v_s)$. Tuy nhiên công việc này cần được thực hiện khi giải quyết mỗi bài toán riêng lẻ có liên quan đến các chế độ công tác đã được lựa chọn của tàu. Máy tính điện tử không có khả năng trực tiếp xây dựng đồ thị. Đồng thời khi giải quyết phần lớn các các bài toán vận hành của tàu mà chúng cũng có ý nghĩa thực tế nhất định, cùng với việc áp dụng phương pháp số đã tạo khả năng nghiên cứu các chỉ tiêu kỹ thuật-khai thác của tổ hợp nêu trên ứng với mỗi chế độ công tác của chúng nhờ máy tính điện tử.

Đặc trưng chân vệt, cũng như mối quan hệ của công suất có ích của động cơ do chân vệt yêu cầu, $N_e=f(v_s)$ hoặc $N_e=f(n_M)$ mà chúng là kết quả tương tác của các yếu tố chính của tổ hợp nêu trên có thể được biểu diễn dưới dạng các biểu thức giải tích sau:

$$\left. \begin{array}{l} \text{hoặc} \\ N_e = C''_N v_s^3 \\ N_e = C'_N n_M^3 \end{array} \right\} \quad (17)$$

trong đó C'_N và C''_N — hằng số.

Cùng với biểu thức

$$N_c = 0,514 v_s R / (\eta_P \eta_K \eta_B \eta_{\Pi Z_P}) \quad (18a)$$

cần tính đến ảnh hưởng của mối quan hệ $R = f(v_s)$, của các đặc trưng tương tác của chân vịt và thân tàu, cũng như ảnh hưởng của các yếu tố chân vịt và chế độ công tác của chúng. Từ quan điểm này việc tính toán đặc trưng chân vịt có thể được thực hiện nhờ việc áp dụng thuật toán được giới thiệu trên hình 04.

Căn cứ vào sơ đồ thuật toán này, sau khi tính toán và đồng nhất hoá các hằng số đối với bài toán đã cho A, BE, Đ, ĐS, Z, TR, RE, SA, IU cũng như

$$IE = 0,514.60/D; |A| = 1/0,514 \eta_B \eta_{\Pi}; \quad (18b)$$

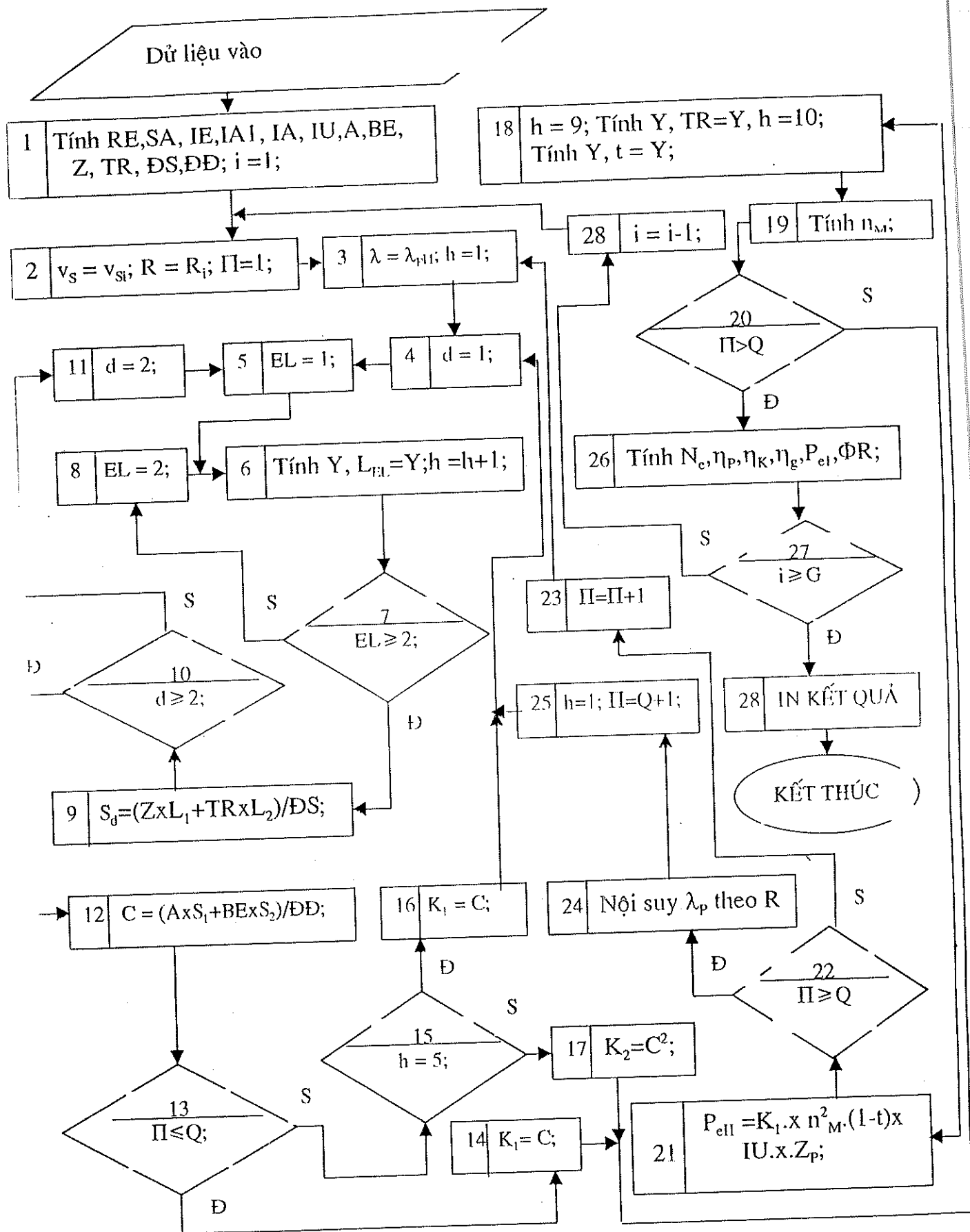
cần lập ra vòng lặp ngoài để thay đổi các tham số i (I) mà tham số này sẽ có nhiệm vụ xác định giá trị tốc độ của tàu v_s từ ma trận tốc độ đã cho trước v_{si} . Bên trong vòng lặp này cần tổ chức vòng lặp thiết lập ma trận công tác của các giá trị tổng lực kéo có ích P_{eII} . Ma trận này được thiết lập từ các giá trị rời rạc của hàm số $\lambda_{pII} = f(P_{eII})$.

Giả thiết rằng, đối với chuyển động dừng $P_e = R$, nhờ có công thức nội suy Lagrang giá trị λ_p tương ứng với giá trị đã cho của $R = f(v_s)$ được xác định trước lúc nhận được mối quan hệ $\lambda_p = f(P_{eII})$. Bằng cách như vậy các đại lượng đã tìm được của λ_p sẽ được sử dụng để xác định các đặc trưng của tổ hợp TBD-thân tàu tại các chế độ công tác của tàu được bao hàm bởi vòng lặp ngoài.

Để tính toán P_{eII} phù hợp với thuật toán đã được khảo sát trước đây nhằm xác định các đặc trưng thủy động của chân vịt ở chế độ tự do ta cần sử dụng phép nội suy tuyến tính các giá trị

$$K_1 = f(\lambda_p, H/D, \theta, e_0, z); \quad (19)$$

$$\sqrt{K_2} = f''(\lambda_p, H/D, \theta, e_0, z) \quad (20)$$



Hình 04 Sơ đồ thuật toán xác định đặc trưng chong chóng

theo tỷ số bước và tỷ số đĩa (trong trường hợp cần thiết có thể có cả chiều dày tương đối của cánh).

Việc tính toán các đặc trưng thủy động của chân vịt và đặc trưng tương tác

$$Y = \sum_{I=1}^7 U_{h,I} \lambda_P^{(I-1)}, \quad (21)$$

của chúng với thân tàu dựa trên cơ sở áp dụng đa thức mà kết quả của việc áp dụng chúng ở giai đoạn đầu của quá trình thực hiện thuật toán - trong quá trình thành lập ma trận các giá trị lực đẩy tổng P_{eII} trong giới hạn thay đổi $\Pi = 1, 2, \dots, Q$ và $h = 1 \div 4$ sẽ được gán cho hệ số K_1 , ví vậy việc tính toán hệ số K_2 trong vòng lặp này là không cần thiết. Việc tiết kiệm khối lượng tính toán như vậy sẽ đạt được nhờ đưa vào vòng lặp phép tính có điều kiện kép mà nó sẽ có nhiệm vụ điều khiển quá trình chuyển tới tính toán cả hai hệ số K_1 và $\sqrt{K_2}$ chỉ sau khi kết thúc việc tạo nên ma trận công tác P_{eII} khi $\Pi > Q$.

Các hệ số $U_{h,I}$ của đa thức (21) được chứa trong ma trận nguồn tương ứng $U[10,7]$. Ma trận này được lập nên phụ thuộc vào $z_p, H/D, \theta, e_0$ và xe-ri chân vịt được sử dụng theo các bảng 5 - 26. Như đã giới thiệu trong phần trước 4 dòng đầu tiên của ma trận $U[10,7]$ sẽ tạo nên nhóm các yếu tố tham gia việc xác định hệ số K_1 , 4 dòng thứ hai — sẽ xác định hệ số $\sqrt{K_2}$. Các dòng chẵn trong 8 dòng đầu tiên sẽ tương ứng với giá trị bằng biểu đồ lớn nhất của tỷ số $(H/D)_2$, các dòng lẻ — giá trị bé nhất của tỷ số $(H/D)_1$. Cặp dòng lẻ của ma trận (dòng thứ nhất và thứ hai, thứ năm và thứ sáu) cần chứa các yếu tố tương ứng với giá trị bằng biểu đồ bé nhất của tỷ số đĩa $\theta_1(\text{Đ1})$, các cặp dòng chẵn (dòng thứ ba và thứ tư, dòng thứ bảy và thứ tám) — các yếu tố tương ứng với các giá trị bằng biểu đồ lớn nhất của tỷ số đĩa $\theta_2(\text{Đ2})$. Việc lựa chọn $(H/D)_1$ và $(H/D)_2$ sẽ được tiến hành như thế nào đó để các giá trị đã cho của tỷ số H/D và tỷ số đĩa θ sẽ nằm trong giới hạn $(H/D)_1 \leq H/D \leq (H/D)_2$ và $\theta_1 \leq \theta \leq \theta_2$.

Tần số quay của chân vịt sẽ tham gia vào việc tính toán các giá trị P_{el} trong các giai đoạn tiếp theo

$$n_M = v_s(1-\psi)IE/\lambda_p \quad (22)$$

Tất cả các đặc trưng kỹ thuật-khai thác của tổ hợp chân vịt-thân tàu sẽ được xác định đối với giá trị đã được tìm ra của đại lượng λ_p bằng phương pháp nội suy trong các giai đoạn tính toán tiếp theo. Có nghĩa rằng, khi $\Pi > Q$, theo biểu thức (21) các hệ số K_1 và K_2 sẽ được xác định. Ở cả hai giai đoạn tính toán các hệ số tương tác Ψ và t đều được tính với giả thiết rằng, mối quan hệ của chúng với λ_p theo các số liệu thử mô hình tàu tự hành đều được biểu diễn dưới dạng các đa thức kiểu (21) mà các hệ số của đa thức đã được trung bình hoá tương ứng với các dòng trước ($h=9$) và tiếp theo ($h=10$) của ma trận $U[10,7]$.

Nhờ việc thực hiện mỗi vòng lặp ngoài đối với tất cả các giá trị đã cho trước của $R_i = f(v_{si})$ theo công thức (4), (15), (70, 88) [1], ta có thể tính được các đại lượng N_e , η_p , η_K , η_g cũng như tổng lực đẩy của chân vịt được tạo ra ở chế độ tính toán P_{el} :

$$P_{el} = N_e I A I z_p \eta_g / v_s \quad (23)$$

Do trong trường hợp đã cho, bài toán được giải bằng phương pháp nội suy, cho nên để kiểm tra độ chính xác của việc giải nó ta cần tiến hành tính hiệu số tương đối giữa lực đẩy tổng với lực cản chuyển động của tàu dưới dạng

$$\Delta R = (P_{el} - R) / (P_{el} + R) 200\% \quad (24)$$

Việc xác định các đặc trưng thuỷ động lực của chân vịt theo sơ đồ thuật toán đã được giới thiệu ở trên sẽ được thực hiện bằng chương trình 2. Chương trình này được viết bằng ngôn ngữ lập trình Pascal.

Chương trình 02 (xem trang 55 - 62)

```

Program DAC_TRUNG_CHAN_VIT;
USES Printer;
Type mang1=array[1..100] of real;
      mang2=array[1..17] of real;
      mang4=array[1..10,1..7] of real;
      mang=array[1..17,1..16] of longint;
Const Gamma=10.25;DEL=0.65;L=60;B=9;T=3.5;Ro=104;I1=1;I2=1;

      Vsh=11;Vsk=12;Hv=0.2;Ntapt=0.98;Ntab=0.96;Zp=1;D=3.280;H
      =2.940;
      Tta=0.55;Tta1=0.5;Tta2=0.65;HD=0.92;HD1=0.9;
      HD2=0.95;Z=3;
      □
      Lamdapp=0.1;ste=0.1;GH=1.4;Q1=0.6;Q2=0.7;Q3=0.06;
Var RE,SA,IE,IA1,IA,IU,A,BE,Zi,TRi,DS,DD,C,Lamdat,SS,
Phi,Ti,Ntag,Ntak,Pel,PhiR,ms,ts,Lamd:REAL;
Ne,Vs,R,Y,Sd,Pe,Lamdap,j,Nm,K1,K2,Ntap,Pet:mang1;
U:mang4;
EL,p,v,ht,s,Q,i,k,f,w,UK,hk,TE:integer;
kt,vt,mt:boolean;
Function SUCCANKEO(Zt:integer;Vst:real):real;
Var Lamda,LCN,x,OC,CSI,GE0,CR0,F1,F2,BT,C1,C2,C0,D:real;
CSITr,CSIS:mang2;
NK,CSR,OG:mang1;
TR,m:integer;
nt:boolean;
Function Noi_suy(l:real;Ttr,g:integer):real;
var x0,x:mang2;
C:mang;
tong:real;
begin
C[1,1]:=963;C[1,2]:=1001;C[1,3]:=1025;C[1,4]:=1033;C[1,5]:=1026;C[1,6]:=103
3;C[1,7]:=968;C[1,8]:=933;
C[1,9]:=910;C[1,10]:=900;C[1,11]:=890;C[1,12]:=862;C[1,13]:=814;C[1,14]:=73
4;C[1,15]:=637;C[1,16]:=527;
C[2,1]:=931;C[2,2]:=975;C[2,3]:=998;C[2,4]:=1005;C[2,5]:=1000;C[2,6]:=977;C
[2,7]:=937;C[2,8]:=903;
C[2,9]:=879;C[2,10]:=867;C[2,11]:=859;C[2,12]:=833;C[2,13]:=786;C[2,14]:=71
3;C[2,15]:=613;C[2,16]:=500;
C[3,1]:=887;C[3,2]:=926;C[3,3]:=951;C[3,4]:=963;C[3,5]:=959;C[3,6]:=937;C[3
,7]:=903;C[3,8]:=865;
C[3,9]:=842;C[3,10]:=830;C[3,11]:=820;C[3,12]:=791;C[3,13]:=748;C[3,14]:=67
5;C[3,15]:=579;C[3,16]:=477;
C[4,1]:=851;C[4,2]:=891;C[4,3]:=915;C[4,4]:=926;C[4,5]:=920;C[4,6]:=894;C[4
,7]:=858;C[4,8]:=825;

```

C[4,9]:=800;C[4,10]:=788;C[4,11]:=777;C[4,12]:=753;C[4,13]:=708;C[4,14]:=637;C[4,15]:=540;C[4,16]:=443;

C[5,1]:=809;C[5,2]:=850;C[5,3]:=874;C[5,4]:=880;C[5,5]:=874;C[5,6]:=853;C[5,7]:=815;C[5,8]:=780;

C[5,9]:=760;C[5,10]:=747;C[5,11]:=737;C[5,12]:=711;C[5,13]:=666;C[5,14]:=600;C[5,15]:=507;C[5,16]:=415;

C[6,1]:=760;C[6,2]:=800;C[6,3]:=822;C[6,4]:=832;C[6,5]:=827;C[6,6]:=803;C[6,7]:=764;C[6,8]:=728;

C[6,9]:=707;C[6,10]:=697;C[6,11]:=685;C[6,12]:=660;C[6,13]:=612;C[6,14]:=545;C[6,15]:=454;C[6,16]:=371;

C[7,1]:=716;C[7,2]:=749;C[7,3]:=770;C[7,4]:=777;C[7,5]:=770;C[7,6]:=747;C[7,7]:=712;C[7,8]:=677;

C[7,9]:=658;C[7,10]:=646;C[7,11]:=631;C[7,12]:=605;C[7,13]:=559;C[7,14]:=490;C[7,15]:=400;C[7,16]:=331;

C[8,1]:=665;C[8,2]:=699;C[8,3]:=714;C[8,4]:=720;C[8,5]:=715;C[8,6]:=694;C[8,7]:=657;C[8,8]:=621;

C[8,9]:=606;C[8,10]:=588;C[8,11]:=575;C[8,12]:=548;C[8,13]:=503;C[8,14]:=427;C[8,15]:=350;C[8,16]:=293;

C[9,1]:=615;C[9,2]:=642;C[9,3]:=662;C[9,4]:=669;C[9,5]:=663;C[9,6]:=641;C[9,7]:=607;C[9,8]:=572;

C[9,9]:=548;C[9,10]:=536;C[9,11]:=520;C[9,12]:=498;C[9,13]:=448;C[9,14]:=373;C[9,15]:=307;C[9,16]:=266;

C[10,1]:=560;C[10,2]:=583;C[10,3]:=599;C[10,4]:=605;C[10,5]:=600;C[10,6]:=581;C[10,7]:=546;C[10,8]:=511;

C[10,9]:=514;C[10,10]:=496;C[10,11]:=481;C[10,12]:=466;C[10,13]:=436;C[10,14]:=388;C[10,15]:=323;C[10,16]:=233;

C[11,1]:=502;C[11,2]:=526;C[11,3]:=542;C[11,4]:=547;C[11,5]:=542;C[11,6]:=522;C[11,7]:=491;C[11,8]:=463;

C[11,9]:=443;C[11,10]:=434;C[11,11]:=422;C[11,12]:=391;C[11,13]:=342;C[11,14]:=280;C[11,15]:=239;C[11,16]:=220;

C[12,1]:=447;C[12,2]:=469;C[12,3]:=480;C[12,4]:=485;C[12,5]:=481;C[12,6]:=464;C[12,7]:=435;C[12,8]:=408;

C[12,9]:=392;C[12,10]:=384;C[12,11]:=370;C[12,12]:=320;C[12,13]:=298;C[12,14]:=247;C[12,15]:=220;C[12,16]:=212;

C[13,1]:=393;C[13,2]:=416;C[13,3]:=427;C[13,4]:=432;C[13,5]:=427;C[13,6]:=410;C[13,7]:=385;C[13,8]:=360;

C[13,9]:=346;C[13,10]:=340;C[13,11]:=326;C[13,12]:=301;C[13,13]:=262;C[13,14]:=220;C[13,15]:=209;C[13,16]:=209;

C[14,1]:=340;C[14,2]:=357;C[14,3]:=367;C[14,4]:=369;C[14,5]:=364;C[14,6]:=350;C[14,7]:=329;C[14,8]:=311;

C[14,9]:=298;C[14,10]:=287;C[14,11]:=277;C[14,12]:=258;C[14,13]:=230;C[14,14]:=214;C[14,15]:=209;C[14,16]:=209;

C[15,1]:=290;C[15,2]:=304;C[15,3]:=311;C[15,4]:=313;C[15,5]:=308;C[15,6]:=297;C[15,7]:=281;C[15,8]:=268;

C[15,9]:=261;C[15,10]:=254;C[15,11]:=247;C[15,12]:=233;C[15,13]:=216;C[15,14]:=210;C[15,15]:=209;C[15,16]:=209;

C[16,1]:=233;C[16,2]:=248;C[16,3]:=254;C[16,4]:=254;C[16,5]:=251;C[16,6]:=243;C[16,7]:=234;C[16,8]:=228;

C[16,9]:=224;C[16,10]:=222;C[16,11]:=217;C[16,12]:=214;C[16,13]:=211;C[16,14]:=210;C[16,15]:=209;C[16,16]:=209;

C[17,1]:=195;C[17,2]:=197;C[17,3]:=198;C[17,4]:=199;C[17,5]:=201;C[17,6]:=203;C[17,7]:=203;C[17,8]:=204;

C[17,9]:=204;C[17,10]:=205;C[17,11]:=205;C[17,12]:=206;C[17,13]:=207;C[17,14]:=210;C[17,15]:=209;C[17,16]:=209;

```
x0[1]:=0.5;
for w:=2 to 16 do
  x0[w]:=x0[w-1]+0.1;
for w:=g-1 to g do
  begin
    ms:=1;
    for k:=g-1 to g do
      if w<>k then ms:=ms*(x0[w]-x0[k]);
    x[w]:=ms;
  end;
tong:=0;
for w:=g-1 to g do
  begin
    ts:=1;
    for k:=g-1 to g do
      if w<>k then ts:=ts*(1-x0[k]);
    tong:=tong+C[Ttr,w]*ts/x[w];
  end;
Noi_suy:=tong;
```

```

end;
Begin
  Case Zt of
    1: x:=1;
    2: x:=1.05;
    3: x:=1.075;
    4: x:=1.10;
  end;
  if L>= 100 then Lamda:=1
  else Lamda:=0.7+0.03*SQRT(L);
  CSI:=10*DEL*B/L;
  writeln('CSI:=' , CSI:3:3);
  GEO:=SQRT(CSI/L);
  CRO:=145.91*Gamma*DEL*B*T*x*SQRT(CSI)/Lamda;
  LCN:=gamma*del*b*t*L;
  writeln('LCN:=' , LCN:2:2);
  S:=1;
  if CSI<>1.2 then
  begin
  While S<16 do
  begin
  BT:=0.1*(S-1);
  OG[s]:=0.5+BT;
  if S<=3 then CSIS[s]:=1.2-BT
  else CSIS[s]:=1.2-0.05*(S+1);
  CSIS[17]:=0.3;
  S:=S+1;
  end;
  TR:=0;kt:=true;
  While kt do
  begin
  TR:=TR+1;
  CSitr[TR]:=CSIS[TR];
  if CSitr[TR]<CSI then kt:=false;
  if TR=17 then kt:=false;
  end;
  writeln('TR= ',TR);
  CSitr[TR-1]:=CSIS[TR-1];
  D:= CSitr[TR-1]-CSitr[TR];
  F1:= CSitr[TR-1]-CSI;
  F2:=CSitr[TR]-CSI;
  end;
  OC:=Vst*GEO;
  nt:=true;
  m:=0;
  while nt do
  begin
  m:=m+1;
  if OC<OG[m] then nt:=false;
  end;
  if CSI=1.2 then C0:=noi_suy(OC,TR,m);
  if CSI<>1.2 then
  begin
  C1:=noi_suy(OC,TR-1,m);
  C2:=noi_suy(OC,TR,m);
  C0:=(F1*C1-F2*C2)/(10*D);
  writeln('C0:=' , C0:5:3);
  end;

```

```

        SUCCANKEO:=CRO*SQR(Vst)/CO;
End;

Function Hammu(Bien:real;Mu:integer):real;
Var Po:integer;
    Ham:real;
Begin
    If Mu<>0 then
        Begin
            Ham:=Bien;
            Po:=1;
            while Po<Mu do
                begin
                    Ham:=Ham*Bien;
                    Po:=Po+1;
                end;
            End;
            Hammu:=Ham;
            If Mu=0 then Hammu:=1;
        End;
    Begin
        U[1,1]:=0.3863;U[1,2]:=-0.4911;U[1,3]:=2.3602;
        U[1,4]:=-12.6796;
        U[1,5]:=30.8548;U[1,6]:=-35.6525;U[1,7]:=15.8022;

        U[2,1]:=0.4002;U[2,2]:=-0.2175;U[2,3]:=-0.3298;
        U[2,4]:=-0.2287;
        U[2,5]:=1.646;U[2,6]:=-2.196;U[2,7]:=0.9746;

        U[3,1]:=0.3855;U[3,2]:=-0.272;U[3,3]:=0.05486;U[3,4]:=-3.5912;
        U[3,5]:=13.2502;U[3,6]:=-19.1996;U[3,7]:=10.0166;

        U[4,1]:=0.4086;U[4,2]:=-0.1932;U[4,3]:=-0.8179;U[4,4]:=0.6865;
        U[4,5]:=2.4136;U[4,6]:=-5.5136;U[4,7]:=3.2056;
        U[5,1]:=0.2192;U[5,2]:=-0.03561;U[5,3]:=-0.2231;
        U[5,4]:=0.9267;
        U[5,5]:=-2.8933;U[5,6]:=3.9705;U[5,7]:=-1.9756;

        U[6,1]:=0.2321;U[6,2]:=-0.04484;U[6,3]:=-0.1459;
        U[6,4]:=0.3592;
        U[6,5]:=-0.9326;U[6,6]:=1.05559;U[6,7]:=-0.4265;

        U[7,1]:=0.2293;U[7,2]:=0.005562;U[7,3]:=-0.909;U[7,4]:=3.6845;
        U[7,5]:=-8.8137;U[7,6]:=10.8212;U[7,7]:=-5.2526;

        U[8,1]:=0.2453;U[8,2]:=-0.06605;U[8,3]:=-0.1158;
        U[8,4]:=-0.1556;
        U[8,5]:=0.3517;U[8,6]:=0.09449;U[8,7]:=-0.3341;

        UK:=Trunc((GH-lamdapp)/ste);
        Q:=UK+1;
        Lamdap[1]:=Lamdapp;
        for i:=2 to Q do Lamdap[i]:=Lamdap[i-1]+ste;

        RE:=Hammu(D,4);
        SA:=Hammu(D,5);
        IE:=0.514*60/D;
    End;
End;

```

```

IA1:=1/(0.514*Ntab*Ntapt);
IA:=2*Pi*I2*Ro*SA/(IA1*0.514*Hammu(60,3));
IU:=I1*Ro*RE/SQR(60);
A:=Tta2-Tta;
BE:=Tta-Tta1;
Zi:=HD2-HD;
TRi:=HD-HD1;
DS:=HD2-HD1;
DD:=Tta2-Tta1;
write('Muon tinh cho bao nhieu gia tri toc do ');readln(TE);
For i:=1 to TE do
  Begin
    write('Vs[' ,i, ']=');readln(Vs[i]);
    p:=1;
    R[i]:=SUCCANKEO(Zp,Vs[i]);
    SS:=R[i];
    While p<=Q do
      Begin
        ht:=1;
        vt:=true;
        While vt do
          Begin
            Lamd:=Lamdap[p];
            kt:=true;
            While kt do
              Begin
                v:=1;
                While v<=2 do
                  Begin
                    EL:=1;
                    While EL<=2 do
                      Begin
                        Y[EL]:=0;
                        For f:=1 to 7 do
                          Y[EL]:=Y[EL]+U[ht,f]*Hammu(Lamd,f-1);
                        EL:=EL+1;
                        ht:=ht+1;
                      End;
                    Sd[v]:=(Zi*Y[1]+TRi*Y[2])/DS;
                    v:=v+1;
                  End;
                C:=(A*Sd[1]+BE*Sd[2])/DD;
                write('C:=' ,C:2:5);
                if p>Q then
                  Begin
                    If ht<>5 then
                      Begin
                        K2[i]:=SQR(C);
                        kt:=false;
                      End;
                    If ht=5 then K1[i]:=C;
                  End;
                If p<=Q then
                  Begin
                    kt:=false;
                    K1[i]:=C;
                  End;
              End;
            End;
          End;
        End;
      End;
    End;
  End;

```

```

if Zp=1 then
  Begin
    Phi:=0.5*Del-0.05;
    Ti:=Q1*Phi;
  End;
If Zp=2 then
  Begin
    Phi:=0.55*Del-0.2;
    Ti:=Q2*Phi+Q3;
  End;
Nm[i]:=Vs[i]*(1-Phi)*IE/Lamd;
If p<=Q then Pe[p]:=K1[i]*SQR(Nm[i])*(1-Ti)*IU*Zp;
If p>=Q then
  Begin
    mt:=true;
    hk:=0;
    While mt do
      Begin
        hk:=hk+1;
        If SS>Pe[hk] then mt:=false;
      End;
      el:=hk;
      for w:=hk-1 to hk do
        begin
          ms:=1;
          for k:=hk-1 to hk do
            if w<>k then ms:=ms*(Pe[w]-Pe[k]);
            j[w]:=ms;
          end;
          Pet[i]:=0;
          for w:=hk-1 to hk do
            begin
              ts:=1;
              for k:=hk-1 to hk do
                if w<>k then ts:=ts*(R[i]-Pe[k]);
                Pet[i]:=Pet[i]+Lamdap[w]*ts/j[w];
              end;
            end;
          hk:=p+1;
          Lamdap[hk]:=Pet[i];
          ht:=1;
          p:=Q+1;
        End;
      If hk=Q+2 then vt:=false;
      If p<Q then
        Begin
          p:=p+1;
          vt:=false;
        End;
      End;
    End;
    Ntap[i]:=K1[i]*Lamd/(2*pi*K2[i]);
    Ntak:=(1-Ti)*I1/((1-Phi)*I2);
    Ntag:=Ntap[i]*Ntak;
    Ne[i]:=0.514*Vs[i]*R[i]/(1000*Ntap[i]*Ntak*Ntab*Ntapt*Zp);
    Pel:=Ne[i]*IA1*Zp*Ntag/Vs[i];
    PhiR:=2*(Pel-R[i])/(Pel+R[i]);
    writeln('PhiR:=',PhiR:5:5);
  End;
End;

```

```

writeln(lst, '+-----+');
writeln(lst, '| Lamda | K1 | K2 | Ntap | Ne(KW) |');
writeln(lst, '+-----+');
for i:=1 to TE do
Begin
  writeln(lst, '| ', Pet[i]:2:2, ' | ', K1[i]:2:4, ' |
    ', K2[i]:2:4, ' | ', Ntap[i]:3:5, ' | ', Ne[i]:2:2, ' |');
  writeln(lst, '+-----+');
End;
readln;
End.

```

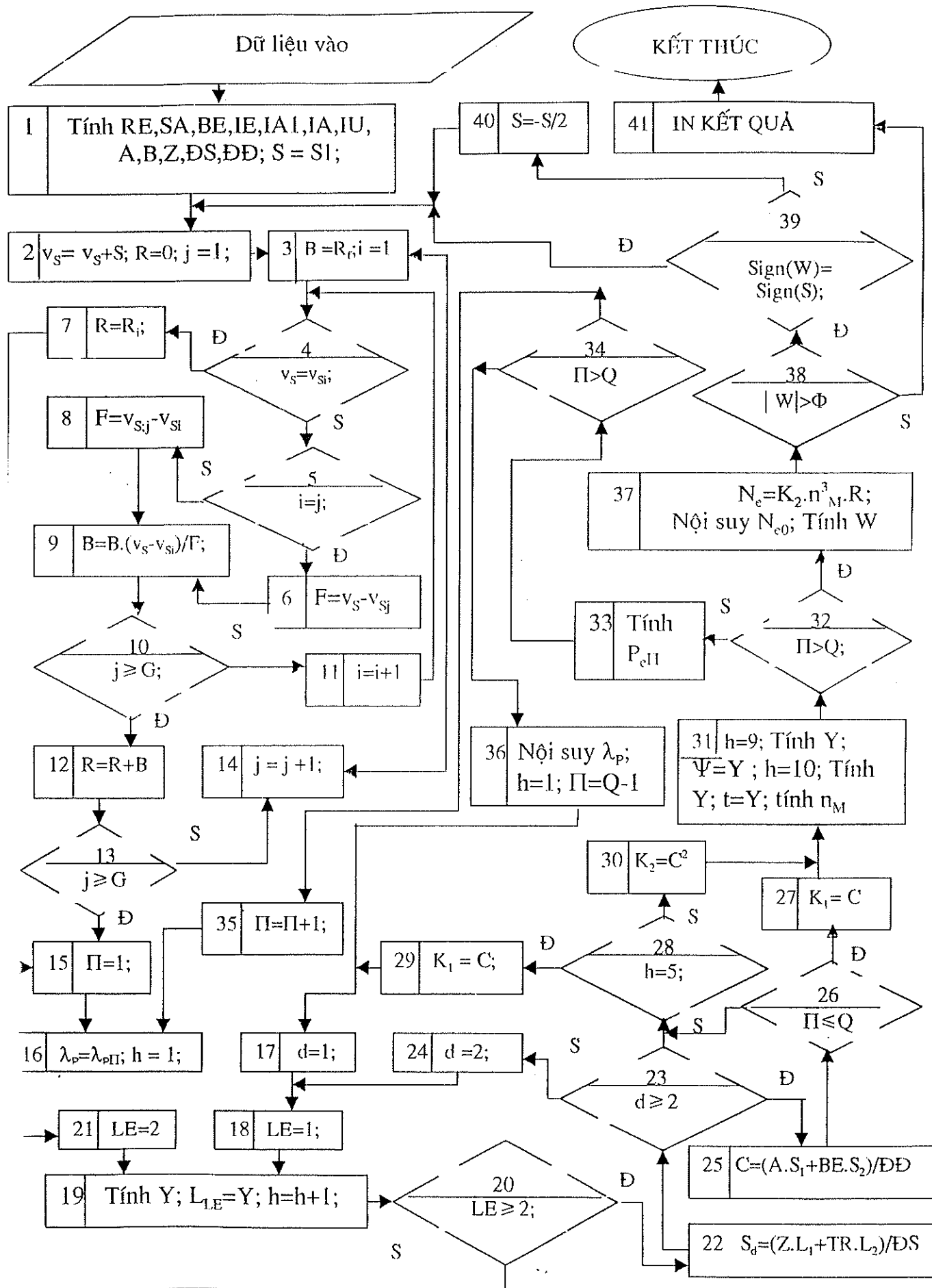
3.2 Xây dựng các đặc trưng vận hành của tổ hợp chân vịt-thân tàu theo các đặc trưng hạn chế của động cơ

Hoạt động của tổ hợp chân vịt-thân tàu theo đặc trưng chân vịt đã được xem xét ở trên theo quan điểm chỉ tiêu kỹ thuật khai thác có thể được áp dụng trong giới hạn nhất định. Chế độ được xác định bởi điểm giao nhau giữa đường cong đặc trưng của chân vịt với đường cong đặc trưng hạn chế của động cơ được coi là chế độ công tác cao nhất. Vị trí của đường cong đặc trưng hạn chế được xác định bởi mức cho phép của các tham số đặc trưng cho ứng suất cơ học và nhiệt của động cơ, đảm bảo chế độ công tác lâu dài và tin cậy trong phạm vi tốc độ quay của trục động cơ.

Hoạt động của động cơ chính tàu thủy theo đặc trưng hạn chế được giả định bởi sự mong muốn đạt được các chỉ tiêu tốc độ và lực kéo cao nhất của tổ hợp thiết bị tương tác của tàu ứng với các điều kiện khai thác khác nhau khi sử dụng tối đa công suất của động cơ. Phương pháp xác định các đặc trưng hạn chế mà chúng được coi là tải trọng giới hạn đối với việc khai thác lâu dài động cơ diesel tàu thủy đã được trình bày đầy đủ trong nhiều công trình nghiên cứu.

Việc nghiên cứu các chỉ tiêu kỹ thuật — khai thác của tổ hợp chân vịt-thân tàu ứng với chế độ công tác của động cơ theo đặc trưng hạn chế có thể được tiến hành trên cơ sở thuật toán đã được giới thiệu trên hình 05. Các số liệu xuất phát để thực hiện việc nghiên cứu phù hợp với thuật toán đã nêu trên là mối quan hệ của sức cản với tốc độ chuyển động của tàu ứng với chế độ công tác đã cho trước. Chế độ này sẽ xác định vị trí của đường cong đặc trưng chân vịt và đường cong đặc trưng hạn chế dưới dạng công suất động cơ N_{e0} là hàm của tần số quay của trục động cơ n_{M0} . Đặc trưng $R = f(v_s)$ được cho bởi các ma trận của các giá trị R_i và v_{si} , trong đó $i = 1, 2, ..G$; đặc trưng hạn chế được cho một cách tổng quát bởi các ma trận $N_{e0,1}$ và $n_{M0,1}$, trong đó $I = 1, 2, ..N$.

Sau khi tính toán và đồng nhất hoá các đại lượng hàng số đã được đưa ra trong mục 3.1 tham gia vào việc tính toán đã cho, việc thực hiện thuật toán sẽ



Hình 05 Sơ đồ thuật toán xác định các chỉ tiêu kỹ thuật - khai thác của tổ hợp chân vịt-thân tàu theo đặc trưng hạn chế của động cơ

được tiến hành ở vòng lặp ngoài của sự thay đổi gia số tốc độ chuyển động của tàu S. Vòng lặp này bao hàm cả ba giai đoạn. Ở giai đoạn thứ nhất theo các giá trị đã cho của tốc độ v_s trong lần gần đúng đầu tiên (hoặc giá trị đã được tìm ra trong lần gần đúng tiếp theo) và theo gia số S bằng phương pháp nội suy theo công thức Lagrang cần xác định giá trị sức cản của tàu R ứng với tốc độ $v_s + S$. Giai đoạn này được mô tả một cách chi tiết trên hình 05.

Giai đoạn thứ hai trong vòng lặp thay đổi tham số $\Pi = 1, 2, \dots, Q$ khi $h = 1 \div 4$ cần tiến hành lựa chọn trong các ma trận nguồn đã cho các giá trị của λ_p và tính toán các giá trị của hệ số lực đẩy $K_1 = f(\lambda_p)$ ứng với các giá trị bằng biểu đồ đã cho trước $(H/D)_1 \leq H/D \leq (H/D)_2$ và $\theta_1 \leq \theta \leq \theta_2$. Sau đó khi $h = 9$ và $h = 10$ cần tiến hành tính toán tương ứng các giá trị của hệ số dòng theo Ψ_{II} và dòng hút t_{II} . Các tính toán ở giai đoạn thứ hai (phần trọng tâm của sơ đồ thuật toán H.05) được thực hiện nhờ áp dụng các đa thức (21) và ma trận nguồn hai chiều $U[10,7]$.

Tiếp tục, theo giá trị của $\lambda_{p,II}$ đã được lựa chọn từ ma trận đã cho mà các giá trị này đã được tìm ra trong trong các lần gần đúng đầu tiên và lần gần đúng tiếp theo, theo giá trị v_s và Ψ_{II} , theo công thức (22) cần xác định tần số quay của chân vịt n_{MII} .

Các giá trị nhận được của các đại lượng K_{III} , n_{MII} , t_{II} sau khi kết thúc mỗi vòng lặp thay đổi Π sẽ tham gia vào việc tính toán các giá trị tổng lực kéo có ích

$$P_{e\Pi} = K_1 n_M^3 (1-t) U z_p \quad (25)$$

mà từ đó trong vòng lặp thay đổi tham số Π sẽ hình thành ma trận công tác. Các yếu tố của ma trận phù hợp với các yếu tố của ma trận đã cho $\lambda_{p\Pi}$ sẽ được sử dụng để nội suy đại lượng λ_p theo R mà nó đã được tìm ra trong lần gần đúng ở giai đoạn thứ nhất. ở giai đoạn thứ hai trong vòng lặp bổ sung $\Pi = Q + 1$ cần tính các giá trị của các đại lượng sau:

$$K_1 = f(\lambda_p, H/D, \theta, e_0, z); \quad (26)$$

$$\sqrt{K_2} = f(\lambda_p, H/D, \theta, \epsilon_0, z); \quad (27)$$

$$\psi = f_1(\lambda_p) \text{ và } t = f_2(\lambda_p), \quad (28)$$

cũng như tần số quay của chân vịt n_M và theo (15) cần xác định độ lớn của công suất yêu cầu N_e để đảm bảo tốc độ chuyển động v_s mà độ lớn của nó đã được xác định ở giai đoạn thứ nhất.

Giai đoạn thứ ba được bắt đầu bởi việc xác định công suất N_{e0} tương ứng giá trị của n_M đã được tìm ra trong vòng lặp bổ sung thuộc giai đoạn hai (khi $\Pi = Q + 1$) nhờ công thức nội suy. Để thực hiện phép nội suy ta nên sử dụng hàm $N_{e0} = f(n_{M0})$ đã được cho bởi ma trận $N_{e0,1}$ và $n_{M0,1}$ và biểu diễn đường cong đặc trưng hạn chế của động cơ.

Bằng cách như vậy, các giá trị nhận được của công suất có ích N_{e0} và công suất yêu cầu N_e sẽ cho phép xác định độ lệch tương đối của chúng

$$W = 2(N_{e0} - N_e)/(N_{e0} + N_e)100\%. \quad (29)$$

Nếu $|W|$ lớn hơn giá trị đã cho Φ thì phụ thuộc vào dấu của W và dấu của gia số tốc độ tàu S ta cần xác định dấu và giá trị của S mà chúng sẽ được sử dụng trong vòng lặp ngoài nội suy tiếp theo. Nếu $W < 0$, còn $S > 0$ hoặc $W > 0$ còn $S < 0$ thì gia số sẽ thay đổi dấu và sẽ giảm đi 2 lần, hay nói cách khác vòng lặp ngoài sẽ được lặp lại với giá trị trước đây của gia số.

Nếu $|W| \leq \Phi$ thì theo các công thức (23) và (24) cần tiến hành tính toán các giá trị tương ứng của các đại lượng $\eta_p, \eta_K, \eta_g, R_{e1}, \Delta R$ và tiến hành in ra các kết quả về tốc độ mà tàu đạt được, lực cản và lực đẩy tổng của chân vịt, về các đặc trưng thủy động của chân vịt ở chế độ công tác K_1, K_2 , đã cho η_p, λ_p , về hệ số ảnh hưởng của thân tàu và hệ số tương tác, về giá trị của tần số quay giới hạn của chân vịt và công suất của động cơ, cũng như về các đặc trưng tương tác giữa chân vịt và thân tàu.

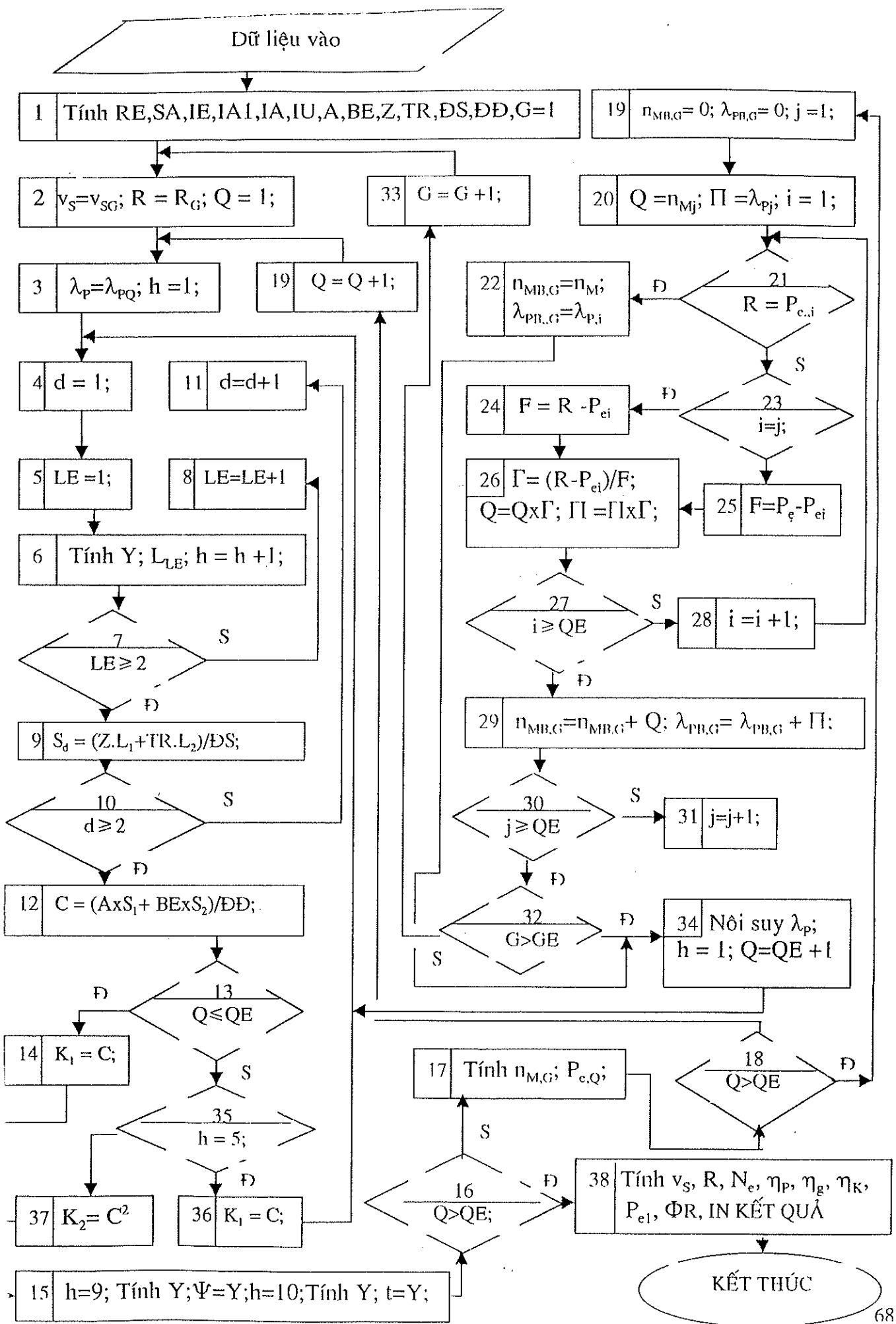
Việc nghiên cứu các chỉ tiêu kỹ thuật — khai thác của tàu khi động cơ làm việc theo đặc trưng hạn chế có thể được thực hiện trên máy tính nhờ chương trình riêng phù hợp với thuật toán đã được giới thiệu.

Phần mô tả của chương trình này cần chứa các giá trị của các đại lượng sau: ρ , i_1 , i_2 , η_{II} , η_{IB} , z_p , D , H/D , $(H/D)_1$, $(H/D)_2$, θ , θ_1 , θ_2 , v_s , S_l , Φ cũng như các ma trận nguồn của các giá trị λ_{PII} , $n_{MO.I}$, $N_{co.I}$, v_{si} và R_i . Ngoài ra phần mô tả của chương trình này cần chứa ma trận nguồn hai chiều $U[10,7]$ và các ma trận công tác $L[2]$, $S[2]$ và $PE[Q]$.

3.3 Tính các đặc trưng kỹ thuật-khai thác của tổ hợp chân vịt-thân tàu ứng với vòng quay đã cho của chân vịt

Công dụng của chế độ công tác của động cơ tàu thuỷ có liên quan với hoạt động của động cơ có bộ điều khiển tự động tốc độ quay, với chế độ vận hành của tàu khi chạy có dần, với sự hạn chế tốc độ quay của trục động cơ, với sự hư hỏng của chân vịt và động cơ... Khi cho biết trước tần số quay của trục động cơ hoặc chân vịt n_{MCT} , đặc trưng của chân vịt được xác định bởi chế độ công tác của tàu và bởi trạng thái phân ngâm nước của nó, bởi vị trí của đường cong $R=f(v_s)$, ta cần xác định tốc độ có thể đạt được của tàu, cần đánh giá hiệu quả công tác của tổ hợp chân vịt-thân tàu và các đặc trưng kỹ thuật — khai thác khác. Các phương pháp đồ thị cho phép giải quyết bài toán này bằng phép nội suy. Tuy nhiên khối lượng công việc và thời gian yêu cầu cho nó cũng như chất lượng và sự đầy đủ về các thông tin nhận được nhờ việc giải bài toán bằng cách như vậy là bằng chứng về tính hợp lý của việc lập và giải nó trên máy tính.

Thuật toán xác định các chỉ tiêu kỹ thuật-khai thác của tổ hợp chân vịt-thân tàu ứng với tần số quay của chân vịt đã được biết trước được giới thiệu trên hình 06. Thuật toán này được xây dựng như sau: sau khi tính toán và đồng nhất hoá các đại lượng hằng số và được xác định theo các biểu thức được giới thiệu ở mục 3.1, từ các ma trận nguồn tương ứng ta tiến hành lựa chọn các giá trị rời rạc v_{sG} và R_G mà chúng sẽ biểu diễn đặc trưng chân vịt đã cho trước. Nhằm mục đích



hình 06 Sơ đồ thuật toán xác định các chỉ tiêu kỹ - thuật khai thác của tổ hợp chân vịt-thân tàu khi biết trước vòng quay

đích này, cần tổ chức vòng lặp ngoài để thay đổi tham số G ($G=1,2,\dots,GE$). Bên trong vòng lặp này cần tổ chức vòng lặp thay đổi Q ($Q= 1,2, \dots, QE$), mà trong đó theo sơ đồ đã được khảo sát trước đây (3.1 và 3.2) đối với các giá trị của λ_{PQ} được lựa chọn từ ma trận đã cho, tiến hành tính đặc trưng thủy động của chân vịt $K_1 = f_1(\lambda_{PQ})$ và đặc trưng tương tác của chúng với thân tàu $\psi_Q = f_2(\lambda_{PQ})$ và $t_Q = f_3(\lambda_{PQ})$.

Việc tính toán các hệ số K_1 , K_2 , ψ , t sẽ được thực hiện nhờ sử dụng đa thức chung (21) và ma trận hai chiều $U[10,7]$, mà cấu trúc của nó đã được khảo sát trong các tiết trước.

Kích thước và nội dung ma trận nguồn của các giá trị λ_{PQ} được xác định bởi phạm vi thay đổi của nó. Tại vòng lặp trong để thay đổi tham số Q sẽ thiết lập ma trận công tác của các giá trị tần số quay của chân vịt n_{MQ} ($OM[Q]$) và lực đẩy tổng P_{eQ} ($PE[Q]$) mà chúng được tính tương ứng theo các công thức:

$$n_{MQ} = v_{sG}(1-\psi_Q) IE/\lambda_{PQ}; \quad (30)$$

$$P_{eQ} = K_{1Q} n_{MQ}^2 (1-t_Q) IU z_P. \quad (31)$$

Các ma trận đã được xây dựng đồng thời với ma trận đã cho λ_{PQ} chứa các giá trị rời rạc của hai hàm số $n_{MQ} = f'(P_{eQ})$ và $\lambda_{PG} = f''(P_{eQ})$.

Việc nội suy đồng thời hai hàm này có sử dụng công thức Lagrang theo các giá trị R_G với giả thiết rằng, đối với chuyển động dừng $R = P_e$, cho phép xây dựng các ma trận công tác của các giá trị n_{MBG} ($OMB[G]$) và λ_{PBG} ($OPIB[G]$) biểu diễn đặc trưng chân vịt. Phép nội suy tiếp theo của $\lambda_{PB} = f(n_M)$ sẽ nhận được sau khi kết thúc vòng lặp ngoài theo tần số quay của chân vịt n_{MB} sẽ đảm bảo cho việc xác định đại lượng λ_p thỏa mãn các đặc trưng của chế độ công tác đã được nghiên cứu của tổ hợp thiết bị đẩy tàu.

Với các giá trị tìm được của λ_p khi $h=1$ và $Q=QE+1$ sẽ tồn tại một lối dẫn vào vòng lặp thay đổi tham số Q để xác định các đặc trưng thủy động

$K_1 = f(\lambda_p)$, $K_2 = f(\lambda_p)$ và các đặc trưng tương tác của chân vịt với thân tàu $\Psi = f(\lambda_p)$ và $t = f(\lambda_p)$ mà nhờ đó đối với tần số quay đã cho trước của chân vịt n_{MB} có thể tính được giá trị của tốc độ tàu $v_s = n_{MB} \cdot \lambda_p / [(1-\Psi)E]$ và sức cản $R = K_1 n_{MB}^2 (1-t) I U z_p$.

Để hoàn thiện thuật toán cân tính N_e , η_p , η_K , η_g và P_{cl} theo các công thức (15) và (23). Ngoài ra để kiểm tra độ chính xác của việc giải bài toán nhận được bằng phương pháp nội suy, theo công thức (24) cân tính độ lệch tương đối ΔR của sức cản so với lực đẩy tổng.

Phân mô tả của chương trình thể hiện thuật toán nêu trên cần chứa các giá trị sau ρ , i_1 , i_2 , η_{II} , η_B , z_p , D , H/D , $(H/D)_1$, $(H/D)_2$, θ , θ_1 , θ_2 , v_s , QE , GE và các ma trận nguồn của các giá trị λ_{PQ} , v_{SG} , R_G cũng như ma trận nguồn hai chiều $U[10,7]$ và các ma trận công tác $L[2]$, $S[2]$, $PE[QE]$, $OM[QE]$, $OMB[GE]$, và $OIIB[GE]$.

3.4 Các chỉ tiêu kỹ thuật-khai thác của tổ hợp chân vịt-thân tàu ứng với tốc độ vận hành đã cho của tàu

Hàng loạt các bài toán thực tế về tính vận hành của tàu có liên quan đến chuyển động của tàu với tốc độ đã cho trước v_{scr} . Trong các điều kiện khai thác những bài toán như vậy thường nảy sinh khi nghiên cứu đặc tính vận hành của tàu ở chế độ kéo lưới, khi tàu chuyển động trong vùng tầm nhìn và tốc độ bị hạn chế. Khi giải quyết những bài toán như vậy đòi hỏi phải xác định tần số quay yêu cầu của chân vịt n_M , công suất của động cơ chính N_e và hiệu suất công tác của nó theo các yếu tố đã cho của chân vịt D , H/D , θ , e_0 và các mối quan hệ $R = f(v_s)$, đặc trưng cho chế độ công tác của tàu và tình trạng bề mặt ngâm nước của nó. Ngoài ra, thuộc về số các mối quan hệ đã cho còn có mối quan hệ của các đặc trưng tương tác giữa thân tàu và chân vịt với λ_p . Mối quan hệ này nhận được theo các số liệu thử mô hình tự hành của tàu. Khi không có các số liệu như vậy mối quan hệ của hệ số hút với chế độ công tác của chân vịt có thể được xác

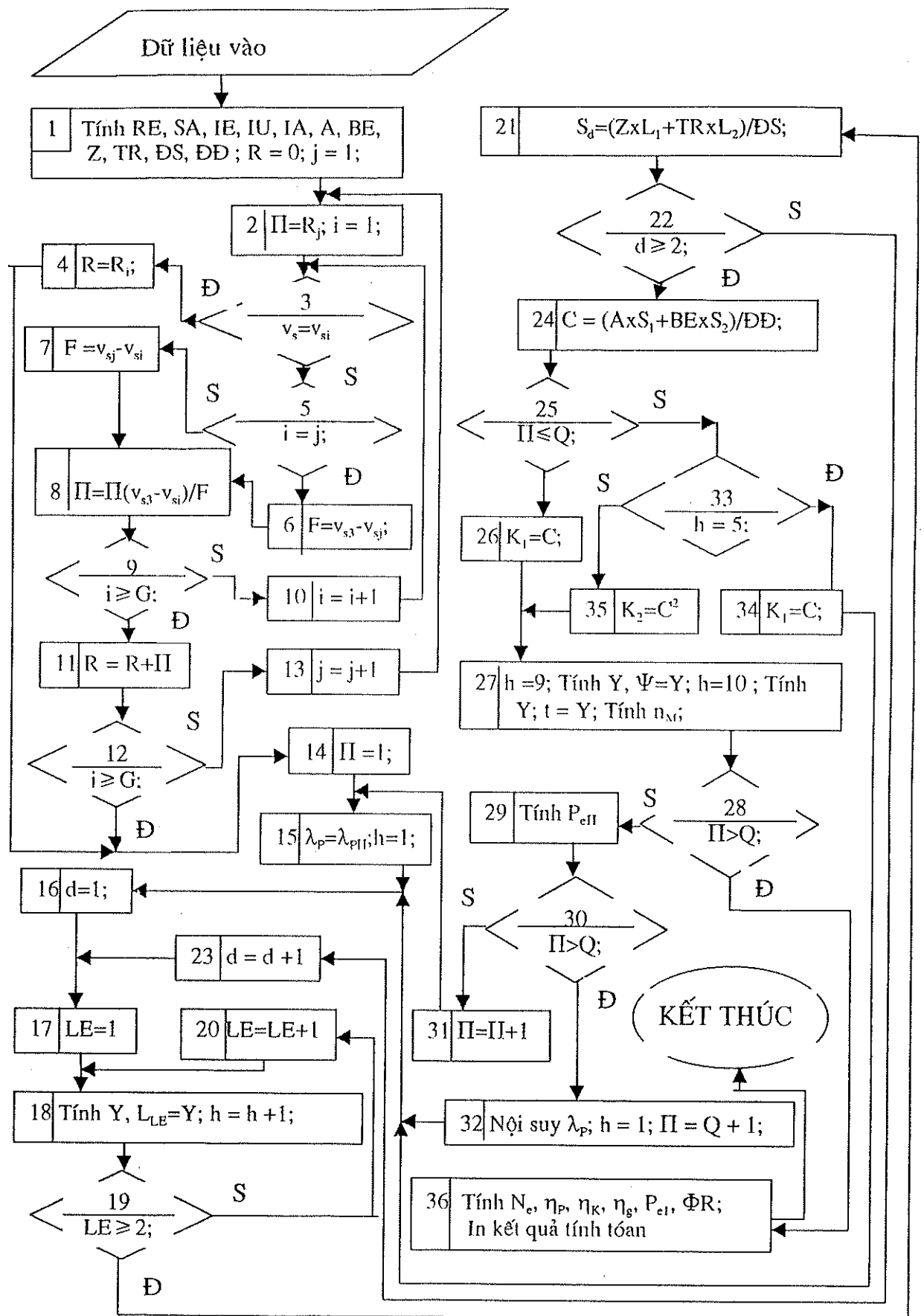
định gần đúng theo công thức (5), còn hệ số dòng theo được coi là không đổi và bằng giá trị của nó ở chế độ tính toán, hoặc sử dụng các mối quan hệ thống kê phù hợp.

Thuật toán xác định các chỉ tiêu kỹ thuật- khai thác của tổ hợp chân vịt-thân tàu ứng với tốc độ vận hành đã cho trước được thể hiện trên hình 07 mà trong đó việc thực hiện thuật toán sẽ được bắt đầu bằng việc tính các đại lượng hằng số đã được nêu trong mục 3.1.

Giai đoạn tiếp theo của thuật toán được dùng để tính bằng phương pháp nội suy sức cản của tàu R ứng với tốc độ đã cho trước v_{sCT} theo các giá trị rời rạc của R_i và v_{si} ($i = 1, 2, \dots, G$). Để đạt được mục đích này ta cần sử dụng công thức Lagrang, nhờ vậy ma trận v_{si} có thể được xây dựng với bước tự do của các giá trị tốc độ chuyển động của tàu, ví dụ, theo các số liệu thử mô hình trong phạm vi đã cho của số Frud. Việc tính toán tiếp theo sẽ được thực hiện trong vòng lặp thay đổi tham số Π ($\Pi + 1, 2, \dots, Q$) mà nó cho phép khảo sát trước việc xác định các đặc trưng thủy động của chân vịt và các đặc trưng tương tác của chúng với thân tàu ứng với $\lambda_{p\Pi}$ được chọn từ ma trận đã cho trước. Ma trận nguồn của $\lambda_{p\Pi}$ được lập nên có tính đến các chế độ khai thác của chân vịt.

Để xây dựng các đặc trưng thủy động của chân vịt và các đặc trưng tương tác của chúng với thân tàu cần sử dụng đa thức (21) và ma trận nguồn hai chiều U [10,7]. Các đặc trưng nhận được $K_{\Pi}, \psi_{\Pi}, t_{\Pi}$ trong mỗi vòng lặp sẽ được dùng để tính n_M và $P_{e\Pi}$ theo các công thức (22) và (25).

Từ các giá trị $P_{e\Pi}$ trong vòng lặp thay đổi tham số Π sẽ hình thành ma trận công tác. Các phần tử của nó cùng với các phần tử của ma trận nguồn $\lambda_{p\Pi}$ sẽ tạo nên hàm số $\lambda_{p\Pi} = f(P_{e\Pi})$ mà nó sẽ được sử dụng để xác định bằng phép nội suy λ_p của chân vịt, tương ứng với tốc độ vận hành đã cho của tàu. Phép nội suy được thực hiện theo giá trị của sức cản R đã được tìm ra ở giai đoạn đầu thuật toán phát từ điều kiện bằng nhau giữa R và P_e đối với chuyển động dừng của tàu.



Hình 07 Xác định các chỉ tiêu kỹ thuật-khai thác của tổ hợp chân vệt- thân tàu khi biết tốc độ tàu

Với giá trị đã tìm được của λ_p ứng với các tham số $h = 1$ và $\Pi = Q + 1$ thiết lập vòng lặp để tính các đặc trưng thủy động của chân vịt $K_1 = f(\lambda_p)$ và $K_2 = f(\lambda_p)$ và các hệ số $\psi = f(\lambda_p)$, $t = f(\lambda_p)$. Vòng lặp này sẽ kết thúc sau khi đã xác định được tần số quay của chân vịt theo công thức (22), còn quá trình tính toán sẽ được chuyển tới giai đoạn cuối cùng để xác định các giá trị của các đại lượng N_e , η_p , η_K , η_g và P_{ci} theo các công thức (15) và (25).

Phần mô tả của chương trình ? cần chứa các giá trị của các đại lượng sau: v_{sct} , ρ , i_1 , i_2 , η_{II} , η_B , z_p , D , H/D , $(H/D)_1$, $(H/D)_2$, θ , θ_1 , θ_2 , và các ma trận nguồn của các giá trị λ_{p11} , v_{si} , R_i cũng như ma trận nguồn hai chiều $U[10,7]$ và các ma trận công tác $L[2]$, $S[2]$, $PE[Q]$.

MỘT SỐ KẾT LUẬN

1. Tính thời sự và giá trị thực tế của đề tài

Tìm ra hoặc ứng dụng các phương pháp mới có hiệu quả đối với việc nghiên cứu, xác định các đặc trưng thuỷ động lực học chân vịt, cung cấp nhanh và chính xác các đặc trưng về chỉ tiêu kỹ thuật-khai thác của tổ hợp chân vịt - thân tàu - động cơ đã và đang được nhiều chuyên gia thiết kế, khai thác tàu quan tâm. Nhằm mục đích nêu trên trong nội dung luận văn thạc sĩ khoa học kỹ thuật của mình tôi đã hết sức cố gắng tìm tòi nghiên cứu và đã thu được một số kết quả khá tốt.

Trước hết đề tài đã phần nào đáp ứng được đòi hỏi của thực tế. Kết quả nghiên cứu của đề tài có thể được áp dụng để tính toán và thiết kế chân vịt cho các tàu vận tải.

Đề tài được thực hiện chủ yếu dựa trên cơ sở phân tích và sử dụng trực tiếp các số liệu và kết quả thử các xe-ri mô hình chân vịt tại các bể thử nổi tiếng của Thế giới như bể thử Leningrad (Liên xô cũ), bể thử Wagenigen (Hà lan) thông qua các phương pháp toán học hiện đại có sự trợ giúp của máy tính điện tử. Đây hiện là hướng đi mới đang thu hút sự quan tâm sâu sắc của các nhà nghiên cứu thiết kế tàu nói chung và thiết kế tính toán chân vịt nói riêng. Vì vậy có thể khẳng định đề tài mang tính thời sự nhất định.

2. Một số điểm mới

Trước đây nhiều năm ở Việt nam việc tính toán và thiết kế chân vịt thường chỉ được tiến hành bằng phương pháp tính toán thủ công, việc áp dụng máy tính điện tử nhằm mục đích nêu trên hầu như ít được các trung tâm nghiên cứu, thiết kế chú ý. Lý do chính là vấn đề hàm hoá các họ đường cong mà chúng vẫn thường được sử dụng để tính toán thiết kế chân vịt theo phương pháp truyền thống. Khó khăn lớn này hiện đã được giải quyết tương đối triệt để trên cơ sở áp dụng kết quả nghiên cứu công phu và đảm bảo độ tin cậy cao của một số

chuyên gia thiết kế tàu. Áp dụng các đa thức biểu diễn các mối quan hệ giữa các yếu tố đặc trưng của chân vịt với các đặc trưng thuỷ động, đặc trưng vận hành của tàu đề tài đã thu được một số kết quả sau và ở chừng mực nhất định có thể được coi là điểm mới:

- Đã lựa chọn hợp lý một số biểu thức giải tích đặc trưng nhất dạng đa thức đại số để tính toán các đặc trưng thuỷ động lực của chân vịt;
- Đã nghiên cứu và áp dụng thành công một số sơ đồ thuật toán diễn hình cho việc tính toán các đặc trưng thuỷ động của chân vịt;
- Đã hệ thống hoá thành công những số liệu cần thiết phục vụ cho việc áp dụng phương pháp tính toán mới hiện đại có áp dụng máy tính điện tử.

3. Một số vấn đề còn tồn tại

- Mặc dầu đề tài đã thu được một số kết quả phù hợp với mục đích nghiên cứu đã được đặt ra ban đầu song xét về mặt giá trị lý thuyết vẫn còn hạn chế do thời gian không cho phép đi sâu hơn.
- Để hoàn thiện hơn phạm vi nghiên cứu đề tài cần được tiếp tục phát triển theo hướng tự động hoá ở mức độ cao nhất quá trình tính toán thiết kế chân vịt cho tất cả các loại tàu.
- Cần tiếp tục hoàn thiện các chương trình tính toán trên máy tính điện tử còn lại trên cơ sở các sơ đồ thuật toán đã được xây dựng.

TÀI LIỆU THAM KHẢO

1. И.В. Капйтонов Определение на ЭЦВМ ходовых характеристик судов.
Из. "Транспорт 1985"
2. И. В. Капитонов Расчет ходкости и гребных винтов на ЭЦВМ
М., ЦРИА Морфлот, 1978.
3. Edward V. Lewis
Principles of Naval Architecture
Volume II: Resistance, Propulsion and vibration
The Society of Naval Architects and Marine Engineers 1988.
4. Я.И. Войткунский Справочник по Теории корабля.
Ленинград "Судостроение" 1985
5. А.М. Басин Ходкость и управляемость судов.
Изд-во "Транспорт" Москва 1976
6. Rameswar BHATTACHARYA Dynamics of Marine Vehicles Wiley-
interscience publication . New York - 1995
7. А. А. Русецкий, М. М. Жученко, О. В. Дубровин Судовые
двигатели ., Судостроение. 1971
8. И. А. Титов Проектирование гребных винтов с авиационными
сечениями лопастей. Судостроение, 1978